

Передплатний індекс: 60724

грудень, 2021

06<sup>(18)</sup>

# Метрологія для підприємства

Забезпечення достовірності  
результатів вимірювань  
під час реалізації  
стандартизованих  
методик вимірювань

Організація обліку  
природного газу:  
роз'яснення спірних норм

Метрологічні  
характеристики засобів  
виміральної техніки

Проблеми застосування  
невизначеності вимірювань  
на практиці



Ольга Малецька,

директор ІПКМ ГО «Академія метрології України»

№ 06 / 2022, грудень / **Вимірювання та випробування**

# Проблеми застосування невизначеності вимірювань на практиці

*Результат оцінювання невизначеності вимірювань залежить від лабораторії та застосованого методу оцінювання*

Уже 20 років частина людства, причетна до вимірювань та випробувань, займається вирішенням проблеми оцінювання невизначеності вимірювань. Особливо це актуально для випробувальних та калібрувальних лабораторій, що акредитуються.

Основні вимоги до оцінювання невизначеності наведено в GUM – настанові з оцінювання невизначеності вимірювань, впровадженій в Україні у виді національних стандартів:

- [ДСТУ ISO/IEC Guide 98-1:2018 «Невизначеність вимірювань. Частина 1: Вступ до подання невизначеності у вимірюванні» \(ISO/IEC Guide 98-1:2009, IDT\);](#)
- [ДСТУ ISO/IEC Guide 98-3:2018 «Невизначеність вимірювань. Частина 3: Настанова щодо подання невизначеності у вимірюванні \(GUM:1995\)» \(ISO/IEC Guide 98-3:2008, IDT\).](#)

Щорічно проводяться міжнародні конференції, на яких науковці доповідають про результати наукових досліджень, спрямованих на визначення методів оцінювання невизначеності вимірювань для різних вимірювальних завдань. Однак висновок можна зробити один – результат оцінювання невизначеності вимірювань залежить від лабораторії та застосованого методу оцінювання.

Багато уваги приділяє оцінюванню невизначеності вимірювань Eurachem/CITAC, яка розроблює методичні матеріали та випускає інформаційні листи з оцінювання та застосування невизначеності на практиці.

В одному з таких листів було наведено приклад визначення характеристик, і саме він став тим прикладом застосування невизначеності, що вводить в оману користувача.

Розглянемо його більш докладно.

## Приклад застосування невизначеності вимірювань, що ввів в оману користувача

Фермер містер Рейс планує продавати апельсини виробникові соків.

Виробник соків перевіряє апельсини на залишки пестициду тіабендазолу та показник Брікса (градуси Брікса є мірою солодкості апельсинового соку), приймає тільки ті апельсини, у яких вміст залишків пестициду тіабендазолу є меншим ніж  $1 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ , а рівень солодкості за шкалою Брікса перевищує  $55^\circ \text{ Bx}$ , і платить більше, якщо показник Брікса апельсинів перевищує  $65^\circ \text{ Bx}$ .

Містер Рейс уклав із лабораторією «А» договір на дослідження апельсинів перед їхнім відправленням виробникові, знаючи, що замовник також перевіряє апельсини у своїй лабораторії, і був дуже задоволений результатами, які надала лабораторія «А», хоча вартість таких досліджень виявилась доволі високою.

Виробник соків прийняв апельсини, але вирішив заплатити за них менше очікуваного. Тоді йому надіслали запит із детальним порівнянням результатів обох лабораторій, і виявилось, що, хоча результати були метрологічно сумісні, з них впливали різні рішення стосовно ціни апельсинів (таблиця 1).

Показники	Лабораторія «А»	Лабораторія виробника соків
Тіабендазол	$(0,592 \pm 0,019) \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ( $k = 2$ ; $P = 95\%$ )	$(0,51 \pm 0,20) \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ( $k = 2$ ; $P = 95\%$ )
Показник Брікса	$(70 \pm 25) ^\circ \text{ Bx}$ ( $k = 2$ ; $P = 95\%$ ) ( $k$ – коефіцієнт охоплення для встановленого довірчого рівня $P$ )	$(61,2 \pm 1,1) ^\circ \text{ Bx}$ ( $k = 2$ ; $P = 95\%$ ) ( $k$ – коефіцієнт охоплення для встановленого довірчого рівня $P$ )

Таблиця 1. Порівняння показників лабораторій

## Проаналізуємо результати.

1

Результат вимірювання вмісту залишків тіабендазолу в лабораторії «А» має надзвичайно малу невизначеність, і через це на вимірювання витратили більше коштів, ніж було необхідно.

Водночас невизначеність встановлення показника Брікса занадто велика, і тому рішення про відповідність є надто непевним.

2

Результат вимірювання вмісту залишків тіабендазолу, здійснений лабораторією виробника соків, має велику невизначеність, а невизначеність встановлення показника Брікса є незначною.

Достовірність вимірювання в обох лабораторіях не викликає довіри, а висновок, що результати були метрологічно сумісні, – не обґрунтований.

3

Щодо вимірювання залишків пестициду тіабендазолу, то обидві лабораторії встановили, що залишки є меншими за норму.

4

Показник рівня солодкості за шкалою Брікса з лабораторії «А» перевищує 55° Вх, тобто апельсини можна використовувати для виробництва соку.

5

Лабораторія виробника соків за цим показником одержала значення менше ніж 65° Вх, тому виробник заплатив містеру Рейсу менше, ніж за показником лабораторії «А».

6

Більшу довіру викликають результати лабораторії «А», тому що вона незалежна та діє неупереджено.

На жаль, на практиці такі випадки є. Оцінювання невизначеності проводиться за нестандартними методиками (розробленими лабораторією), що теж може вносити невідповідність результатів, одержаних у різних лабораторіях.

Далі в цьому інформаційному листі, де було наведено приклад, вказано, що результати вимірювань придатні для застосування лише тоді, коли невизначеність вимірювань (НВ) є меншою ніж максимально допустиме значення (тобто цільова НВ). Навіть якщо замовник чи регуляторний орган не встановлює цільову НВ, лабораторія повинна визначити її, щоб можна було судити про придатність отриманого результату для застосування.

У настанові Eurachem/CITAC (<https://www.eurachem.or>) пропонується визначити цільову НВ за різними показниками якості вимірювання, наприклад:

- максимальною похибкою;
- відтворюваністю вимірювань;
- шириною інтервалу відповідності тощо.

Або вона може бути встановлена законодавством чи замовником.

Тобто відсутність максимально допустимого значення невизначеності (цільової НВ) не дає можливості бути впевненим у достовірності результатів вимірювання.

## **Оцінювання невизначеності під час калібрування засобів вимірювальної техніки**

Оцінювання невизначеності під час калібрування засобів вимірювальної техніки може зумовити таку саму проблему.

Під час проведення калібрування одного й того самого засобу в різних калібрувальних лабораторіях можна одержати зовсім різні результати відхилення та невизначеності.

Різні значення невизначеності можна обґрунтувати різними найкращими калібрувальними можливостями цих лабораторій.

Це теж становить проблему, тому під час акредитації ця можливість лабораторії для категорії засобу вимірювальної техніки часто встановлюється як  $1/3$  частина максимально допустимої похибки засобу.

Під час оформлення сертифіката калібрування значення невизначеності не може бути меншим ніж встановлене найкращими можливостями цієї лабораторії.

Крім того, у багатьох сферах акредитації калібрувальних лабораторій найкращі калібрувальні можливості встановлені на рівні максимально допустимої похибки засобу вимірювальної техніки, що калібрується.



Немає сенсу калібрувати в такій лабораторії свій засіб, тому що за критерієм «не перевищення максимально допустимої похибки» засіб вимірювальної техніки буде завжди не придатним до застосування.

Для застосування невизначеності вимірювань на практиці є ще одна проблема – рівняння вимірювання, без якого неможливо провести оцінювання невизначеності. Це рівняння повинно враховувати математичну залежність вимірюваної величини від вхідних величин, які впливають на результат вимірювань. Розробник методики вимірювань або калібрування не завжди може правильно скласти це рівняння.

Для оцінювання невизначеності під час проведення калібрування можна скористатись документом EA-4/02 M:2021 «Evaluation of the Uncertainty of Measurement in calibration (Оцінювання невизначеності вимірювань під час калібрування)», у якому встановлено вимоги до оцінювання невизначеності під час проведення калібрування. Крім того, його використовують під час написання методик калібрування.

Вимоги EA-4/02 не конкретні, залишають вирішення багатьох питань на розсуд метролога, який розробляє методику калібрування. Особливо це стосується:

- оцінювання невизначеності за типом B;
- кількості проведення незалежних спостережень (повторних вимірювань) під час калібрування;
- оцінювання відхилення засобу, що калібрується, від еталонного значення.

Для практичного застосування доцільно відхилення записувати як максимальне значення.

Процедура проведення калібрування передбачає порівняння показів засобу, який калібрується, з показами еталона. Для застосування цього засобу за призначенням та для коригування його калібрувального інтервалу слід знати саме максимальне значення відхилення.

Довіри до застосування значень невизначеності у багатьох фахівців наразі немає. І цей підхід, на жаль, обґрунтований.

[ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019](#), з одного боку, вимагає від акредитованих лабораторій проводити розрахунки невизначеності вимірювань, а з другого – створює можливість наявності у методиках вимірювань інших робочих характеристик, таких як:

- діапазон вимірювань;
- точність (характеризується кількісно похибкою);

- невизначеність результатів вимірювання;
- межа виявлення;
- межа кількісного визначення;
- вибірковість методу;
- лінійність;
- повторюваність або відтворюваність;
- стійкість до зовнішніх впливів або перехресної чутливості до впливу матриці зразка чи об'єкта випробування та зміщення вимірювання.

Таким чином, невизначеність результатів вимірювання тільки передбачається як один із варіантів робочої характеристики.

Щодо проблем застосування на практиці невизначеності вимірювань, то є багато публікацій за кордоном, тому маємо сподівання, що застосування невизначеності вимірювань стане обмеженим або необов'язковим на практиці.

---



**Марина Москаленко,**

кандидат технічних наук, член-кореспондент Академії метрології  
України

№ 06 / 2022, грудень / Метрологічне забезпечення

# Метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки

*Останнім часом фахівці висловлюють думку, що похибка засобів вимірювальної техніки втрачає актуальність, тому що на її заміну приходять невизначеність вимірювань, однак це твердження не відповідає дійсності*

До метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки зараховано характеристики, необхідні для забезпечення точності вимірювань, які проводяться за допомогою цього засобу.

Обов'язкові для всіх засобів вимірювальної техніки характеристики, що належать до метрологічних характеристик:

- **діапазон вимірювань** – інтервал значень вимірюваної величини, для якого відома похибка засобу вимірювальної техніки;
- **похибка вимірювань** – різниця між виміряним значенням величини та опорним значенням величини (Міжнародний словник з метрології (VIM)) чи різниця між виміряним значенням величини та умовно істинним значенням величини (ДСТУ 2681-94 «Метрологія. Терміни та визначення»).

**Нормування метрологічних характеристик:  
застосовуємо вимоги OIML R 34**



Метрологічні характеристики мають велике значення для правильного застосування засобів вимірювальної техніки.

У рекомендації Міжнародної організації законодавчої метрології OIML R 34 ([ДСТУ OIML R 34:2008 «Метрологія. Класи точності засобів вимірювальної техніки»](#)) визначено характеристики похибок та позначення класів точності засобів вимірювальної техніки за його категоріями.

Цей міжнародний документ установлює принципи класифікації засобів вимірювальної техніки відповідно до їхньої точності та поширюється на такі засоби вимірювальної техніки:

- матеріальні міри, які зберігають відповідну кількість величини;
- засоби вимірювань, що реалізують процес вимірювань та за показами яких визначається значення виміряної величини;
- вимірювальні перетворювачі, що перетворюють величину одного роду у відповідне значення величини іншого роду.

Засоби вимірювальної техніки класифікують за точністю через установлення класів, які характеризують різні рівні точності засобу конкретної категорії.

Під **категорією** мається на увазі сукупність засобів вимірювальної техніки, які вимірюють конкретну величину, наприклад:

- вольтметри;
- лінійки;
- Ph-метри;
- термометри тощо.

Для кожного класу точності однієї категорії засобів вимірювальної техніки повинні бути встановлені параметри та характеристики, які визначають специфічні метрологічні властивості та можуть спричинити похибки вимірювань, що виконуються цими засобами.

Для кожної категорії засобів вимірювальної техніки встановлюється певна кількість класів точності, відображаючи ті рівні метрологічних властивостей, які відповідають установленим вимогам науки та технології.

При цьому слід враховувати, що індекс, приписаний конкретному класу точності, відображає певний загальний рівень метрологічних властивостей засобу вимірювальної техніки, але безпосередньо не вказує на точність вимірювань, проведених цим засобом.

## Параметри та характеристики засобів вимірювальної техніки, які застосовують під час класифікації ЗВТ за його точністю:

- основна похибка;
- додаткова похибка, що спричиняється змінами впливових величин, які зумовлюють зміни:
  - показів засобу вимірювальної техніки;
  - величини, відтворюваної матеріальними мірами;
  - метрологічних характеристик вимірювальних перетворювачів;
- нестабільність з часом;
- похибка гістерезису;
- інші властивості, що впливають на точність засобу вимірювальної техніки.

Можна навести такі приклади параметрів та метрологічних характеристик:

- **для кінцевих мір:** різниця між їхньою реальною та номінальною довжиною, допустимі відхилення щодо площинності та паралельності їхніх робочих поверхонь, скручування та нестабільність з часом;
- **для еталонних комірок:** нестабільність з часом;
- **для електричних показувальних засобів:** основна похибка та зміни у показах, викликані змінами впливових величин (температури, частоти змінного струму тощо);
- **для зважувальних приладів:** основна похибка, похибка гістерезису (варіація), похибка зрівнювання.

Параметри та характеристики для кожної категорії засобів вимірювальної техніки подають у формі:

- максимально допустимих основних та додаткових похибок (або, замість них, зміни у показах, зумовлені змінами відповідних впливових величин);
- максимально допустимої нестабільності;
- максимально допустимого відхилення від еталонного.

Максимальні похибки засобів вимірювальної техніки можуть бути виражені у формі:

- абсолютних похибок;
- зведених похибок;
- відносних похибок.

Обрання форми вираження похибки для деякої категорії засобів вимірювальної техніки має бути здійснене відповідно до їхніх властивостей з урахуванням:

- принципу дії засобу;
- вимірювального перетворення;
- використання засобу;
- інших чинників, які можуть впливати на залежність похибки від значення величини.

## **Розглянемо вираження максимальних похибок більш докладно.**

### **1. У формі абсолютних похибок**

Максимальні похибки засобів вимірювальної техніки виражають у формі абсолютних похибок (тобто в одиницях величин, які вимірюють, або ціною поділки шкали засобу вимірювальної техніки), якщо ці засоби призначені для сфери вимірювань, де заведено оцінювати рівень точності результатів у значеннях, виражених в одиницях вимірюваних величин або у цінах поділки засобу.

Наприклад, максимальну похибку мір довжини заведено виражати в одиницях довжини (приміром, у мікрометрах).

### **2. У формі зведених похибок**

Максимальні похибки засобів вимірювальної техніки виражають у формі зведених похибок (тобто як відсоток від прийнятого значення), якщо абсолютні похибки в діапазоні шкали практично не залежать від значення вимірюваної величини та якщо одночасно необхідно виразити максимальні похибки числом, яке залишається незмінним для конкретного класу засобу вимірювальної техніки, де верхні межі діапазонів вимірювання різні.

Наприклад, абсолютні похибки показів амперметрів не змінюються практично на різних ділянках шкали. Водночас зручно позначати максимальні похибки амперметрів, що мають різні верхні межі діапазону вимірювання: 1 А, 10 А, 100 А... числом, яке не змінюється, коли змінюються верхні межі діапазону вимірювання (приміром, 1% від верхньої межі діапазону вимірювання).

### **3. У формі відносних похибок**

Максимальні похибки засобів вимірювальної техніки виражають у формі відносних похибок (тобто як відсоток від значення вимірюваної величини), якщо абсолютні похибки ЗВТ є приблизно лінійною функцією вимірюваної величини та якщо водночас зручно позначати ці максимальні похибки числом (або числами), які залишаються незмінними для конкретного класу точності засобу вимірювальної техніки, у яких верхні межі діапазону вимірювання різні.

Наприклад: для комплексу котушок опору зі значеннями 0,01; 0,1; 1; 10; 100; 1000 і 10000 Ом заведено виражати максимальну похибку деяким числом, що позначає відносну похибку як відсоток (приміром, 0,01% номінального значення опору котушки).

## Нормування похибки за методом розрахунку

На міжнародному та вітчизняному рівні застосовуються однакові методи нормування похибки за методом розрахунку (абсолютна, відносна та зведена) засобів вимірювальної техніки.

### Розглянемо, як виконуються такі розрахунки.

#### 1

Якщо максимальні похибки категорії засобу вимірювальної техніки, виражені у формі абсолютних похибок, не залежать від вимірюваної величини, то максимальні похибки встановлюють відповідно до формули 1:

$$\Delta = \pm a,$$

де:

$\Delta$  – абсолютна максимальна похибка;

$a$  – постійне значення, виражене в одиницях вимірюваної величини або ціни поділки шкали.

#### 2

Якщо максимальні похибки категорії засобу вимірювальної техніки (у робочому стані), виражені у формі абсолютних похибок, є в постійній залежності від значення вимірюваної величини, то максимальні похибки встановлюють відповідно до формули 2:

$$\Delta = \pm (a + bx),$$

де:

$\Delta$  – абсолютна максимальна похибка;

$a$  – постійне значення, виражене в одиницях вимірюваної величини;

$x$  – значення вимірюваної величини;

$b$  – додатне абстрактне постійне число.

У випадку складніших залежностей між значеннями максимальних похибок та значеннями вимірюваної величини максимальні похибки встановлюють у виді функції, яка апроксимує цю функцію, або у формі таблиці.

### 3

Зведені максимальні похибки встановлюються відповідно до формули 3:

$$\gamma = \pm 100 |\Delta| / x_N \% = \pm p \%,$$

де:

$\gamma$  – максимальна зведена похибка, виражена як відсоток прийнятого значення  $x_N$ ;

$|\Delta|$  – абсолютна максимальна похибка, виражена в тих самих одиницях, як прийняте значення  $x_N$ , без урахування знаку;

$p$  – додатне абстрактне число.

#### Прийняте значення дорівнює:

- для ЗВТ із лінійною або експоненціальною шкалою та якщо нуль шкали розташований в кінці або поза шкалою – **значенню верхньої межі діапазону вимірювань**;
- для ЗВТ з лінійною або експоненціальною шкалою та якщо нуль шкали розташований усередині діапазону вимірювань – **найбільшому значенню межі діапазону вимірювань** (без урахування знаку)\*;
- для ЗВТ з дуже нелінійною шкалою – **фактичній довжині всієї шкали** (у цьому випадку  $\Delta$  виражається в тих самих одиницях, що і довжина шкали);
- для ЗВТ, що градуйовані в одиницях величини, для якої можлива шкала з нулем (наприклад, в  $\text{V}$ ), – **діапазону вимірювань**;
- для ЗВТ, для яких номінальне значення фіксоване, – **цьому номінальному значенню**.

\*У випадку електричних ЗВТ, продовжує діяти правило Міжнародної електротехнічної комісії (IEC), яке встановлює, що прийняте значення дорівнює арифметичній сумі значень двох меж діапазону вимірювань з обох боків від нуля, без урахування знаку.

### 4

Якщо максимальні похибки конкретної категорії засобу вимірювальної техніки (у робочому стані), виражені у формі відносних похибок, не залежать від значення вимірюваної величини, то максимальні похибки встановлюються відповідно до формули 4:

$$\delta = \pm 100 |\Delta| / x \% = \pm c \%,$$

де:

$\delta$  – максимальна відносна похибка, виражена у відсотках значення  $x$ ,

$x$  – значення вимірюваної величини;

$|\Delta|$  – абсолютна максимальна похибка без урахування знаку;

$c$  – додатне абстрактне число.

## 5

Якщо максимальні похибки конкретної категорії засобу вимірювальної техніки, виражені у формі відносних похибок, залежать від значення вимірюваної величини, то максимальні похибки встановлюють відповідно до формули 5:

$$\delta = \pm 100 |\Delta| / x \% = \pm [c + d (x_m/x - 1)] \%,$$

де:

$\delta$  – максимальна відносна похибка, виражена у відсотках значення  $x$ ;

$x$  – значення вимірюваної величини;

$|\Delta|$  – межі абсолютної похибки без урахування знаку;

$x_m$  – верхня межа діапазону вимірювань засобу вимірювальної техніки або діапазону зміни вхідної величини вимірювальних перетворювачів;

$c$  та  $d$  – додатні абстрактні числа.

## Позначення класів точності

Для засобів вимірювальної техніки, у яких максимальні похибки виражають **абсолютною похибкою**, застосовується позначення класів точності великими літерами або римськими цифрами. При цьому для конкретних категорій нормативними документами встановлюються можливі максимальні значення похибки для конкретного позначення.

Для засобів вимірювальної техніки, у яких максимальні похибки виражають через **зведені або відносні похибки**, розроблений ряд класів точності, який відповідає числам:

- $1 \times 10^n$ ;
- $1,5 \times 10^n$ ;
- $1,6 \times 10^n$ ;
- $2 \times 10^n$ ;
- $2,5 \times 10^n$ ;
- $3 \times 10^n$ ;
- $4 \times 10^n$ ;
- $5 \times 10^n$ ;



- $6 \times 10^n$ , де  $n = 1, 0, -1, -2$  тощо.

Для засобів вимірювальної техніки, у яких максимальні похибки виражаються **відносною похибкою**, значення якої залежить від вимірюваної величини, ряд класів точності визначають та записують двома числами – **c** та **d**. При цьому ці числа **c** та **d** для кожного класу точності обирають з ряду, вказаного в OIML R 34, відношення між цими двома числами встановлюється документами для різних категорій засобів вимірювальної техніки, при цьому **c** повинно бути більшим, ніж **d**.

Рекомендації OIML та нормативні документи щодо категорій засобів вимірювальної техніки, які забезпечують їхній розподіл за точністю, повинні встановлювати ряди відповідних класів точності та максимальних похибок, а також умов, за яких їх визначено. Зокрема, це:

- максимальна основна похибка (або похибки) та відповідні нормальні умови;
- максимальні додаткові похибки та максимальні їхні діапазони під час використання для кожної впливової величини;
- допустимі межі змін у показах як результат дії впливових величин, межі допустимої нестабільності з часом;
- параметри та характеристики, що визначають всі інші метрологічні властивості засобів вимірювальної техніки.

Максимальні основні похибки та класи точності для кожної категорії засобів вимірювальної техніки виражені та застосовні за нормальних умов використання цих засобів. Нормальні значення та допустимі відхилення впливових величин повинні бути встановлені для категорії та типу засобів вимірювальної техніки.

## Встановлення характеристик для засобів вимірювальної техніки: керуємось Директивою 2014/32/ЄС

Під час встановлення вимог до засобів вимірювальної техніки застосовують визначення термінів, закріплені в [Директиві 2014/32/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 26.02.2014 про гармонізацію законодавства держав-членів стосовно надання на ринку вимірювальних приладів та Технічному регламенті засобів вимірювальної техніки, затвердженому Постановою КМУ від 24.02.2016 № 163](#) (ідентичний Директиві 2014/32/ЄС).

**Засіб вимірювальної техніки** – будь-який пристрій або система з функцією вимірювання.

**Впливова величина** – величина, яка не є вимірюваною величиною, але впливає на результат вимірювання.

**Максимально допустима похибка** – значення похибки, яке не повинне перевищуватися за нормованих робочих умов і за відсутності перешкод та встановлене спеціальними вимогами.

**Вимірювана величина** – конкретна величина, що є об'єктом вимірювання.

**Нормовані робочі умови** – значення вимірюваної величини та впливових величин, що утворюють нормальні робочі умови для засобу вимірювальної техніки.

**Перешкода** – впливова величина, що має значення в межах, установлених відповідними вимогами, але поза встановлених нормованих робочих умов для засобу вимірювальної техніки. Впливова величина є перешкодою, якщо для цієї впливової величини не встановлено нормовані робочі умови.

**Кліматичні умови** – умови, за яких може експлуатуватися засіб вимірювальної техніки.

Згідно з Директивою 2014/32/ЄС за нормованих робочих умов і відсутності перешкод похибка вимірювання не повинна перевищувати значення максимально допустимої похибки, встановленого для відповідної категорії або типу засобу вимірювальної техніки в його експлуатаційних документах.

Максимально допустима похибка виражається як двостороннє значення відхилення від істинного значення вимірюваної величини.

За нормованих робочих умов і наявності перешкоди вимоги до експлуатаційних характеристик повинні бути такими, як встановлено вимогами нормативних або експлуатаційних документів.

Якщо засіб вимірювальної техніки призначено для застосування в умовах постійного впливу електромагнітного поля, то допустиме значення експлуатаційних характеристик повинно перебувати в межах максимально допустимої похибки під час випробувань на вплив випромінюваного амплітудно модульованого електромагнітного поля.

Виробник в експлуатаційних документах визначає кліматичні, механічні та електромагнітні умови, для яких призначене застосування засобу вимірювальної техніки, джерело живлення та інші величини, які впливають на його точність.

Згідно з Директивою 2014/32/ЄС виробник для встановлення кліматичних умов для засобу вимірювальної техніки повинен визначити найвищу та найнижчу температуру з наведених у таблиці значень і зазначити, чи призначений засіб вимірювальної техніки для роботи в умовах вологості з конденсацією або без неї, а також у відкритому чи закритому місці.

Температурна межа	Значення температури			
Найвища температура	30°C	40°C	55°C	70°C
Найнижча температура	5°C	-10°C	-25°C	-40°C

### Значення температури для встановлення кліматичних умов

Відповідно до кліматичних робочих умов також установлюється вологість навколишнього середовища.

## Зовнішні механічні умови класифікують за класами.

### Клас M1

До нього належать засоби вимірювальної техніки, що застосовуються в місцях, які піддаються вібрації та ударам низького рівня, наприклад, засоби вимірювальної техніки, змонтовані на легких опорних конструкціях, що піддаються впливу незначних вібрацій і ударів, переданих поривами вітру або поштовхами, пов'язаними з місцевими вибухами або забиванням паль, грюканням дверей тощо.

### Клас M2

До нього належать засоби вимірювальної техніки, які використовуються в місцях зі значним або високим рівнем вібрації й ударів, наприклад, від механізмів і машин, що проходять поруч, або близько розташованих важких машин, транспортерних стрічок тощо.

### Клас M3

До нього належать засоби вимірювальної техніки, які використовують у місцях, де рівень вібрації й ударів високий або дуже високий, наприклад, для засобів вимірювальної техніки, встановлених безпосередньо на машинах, транспортерних стрічках тощо.

Стосовно зовнішніх механічних умов розглядають такі впливові величини:

- вібрація;
- механічний удар.

## Зовнішні електромагнітні умови класифікують за такими класами.

### Клас E1

До нього належать засоби вимірювальної техніки, що використовуються в місцях з електромагнітними перешкодами, подібними до перешкод, які можуть виникати в житлових, торгових і легких промислових будівлях.

## Клас E2

До нього належать засоби вимірювальної техніки, які використовують у місцях з електромагнітними перешкодами, подібними до перешкод, які можуть виникати в інших промислових будівлях.

## Клас E3

До нього належать засоби вимірювальної техніки, що живляться від акумулятора автомобіля. Такі засоби вимірювальної техніки повинні відповідати вимогам класу E2 і таким додатковим вимогам:

- падіння напруги, спричинене підключенням стартера-мотора двигуна внутрішнього згорання;
- перехідні процеси через падіння навантаження у разі розрядження акумулятора, відключеного за дієвого двигуна.

Стосовно зовнішніх електромагнітних умов розглядають такі впливові величини:

- переривання напруги;
- короткочасні падіння напруги;
- перехідні процеси в силових та/або сигнальних колах;
- електростатичні розряди;
- радіочастотні електромагнітні поля;
- наведені радіочастотні електромагнітні поля на силових лініях та/або сигнальних колах;
- викиди напруги й струму в силових лініях та/або сигнальних колах.

### **Інші впливові величини, які слід враховувати за необхідності:**

- коливання напруги;
- коливання частоти напруги живлення;
- частотні електромагнітні поля джерела живлення;
- будь-яка інша величина, яка може вплинути значною мірою на точність засобу вимірювальної техніки.

Для засобів вимірювальної техніки встановлюються характеристики відтворюваності та повторюваності.

Близькість результатів послідовних вимірювань однієї й тієї самої вимірюваної величини під час зміни місця вимірювання або споживача (користувача), коли всі інші умови вимірювань залишаються незмінними, є **відтворюваністю**. Розбіжність результатів вимірювань повинна бути незначною порівняно з максимально допустимою похибкою.

Близькість результатів повторних вимірювань однієї й тієї самої вимірюваної величини, виконаних в одних і тих самих умовах вимірювань, є **повторюваністю**. Розбіжність результатів вимірювань повинна бути незначною порівняно з максимально допустимою похибкою.

Наразі на додаток до діапазону вимірювань та максимально допустимої похибки для засобів вимірювань застосовується така характеристика, як розподільна здатність.

За Міжнародним словником з метрології (VIM) **розподільна здатність** є мінімальною різницею між наданими показами, яка може бути значною.

Таким чином, метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки **обов'язково включають похибку**, а невизначеність не нормується.

---



**Інокентій Уваров,**  
головний метролог ТОВ «Ізодром»

№ 06 / 2022, грудень / **Забезпечення єдності вимірювань**

# Організація обліку природного газу: роз'яснення спірних норм

*Використовувати положення нормативно-правових актів за призначенням стосовно виду діяльності, на яку поширюється сфера законодавчо регульованої метрології, – неприпустимо*

Непрозорі та суперечливі вимоги Кодексу газорозподільних систем, які до того ж суперечать низці вітчизняних законів й технічних регламентів і основоположним принципам, на яких побудовано реформу функціонування ринку природного газу України, зумовлюють юридичні колізії та невмотивований регуляторний тиск.

З огляду на таку ситуацію вважаємо за доцільне розглянути вимоги нормативно-правових актів та інших нормативних документів, які застосовуються під час обліку природного газу, який приведений до стандартних умов, більш докладно.

## **Колізія норм вітчизняного законодавства**

Згідно з положеннями ч. 3 ст. 18 [Закону України «Про ринок природного газу»](#) результати вимірювань обсягів із застосуванням вузла обліку та приладів визначення фізико-хімічних характеристик природного газу можуть бути використані за умови забезпечення єдності вимірювань.



У тексті [Кодексу газорозподільних систем](#) (далі – Кодекс) викладено таким чином.

Для проведення розрахунків по вузлах обліку, які не обладнані корекцією тиску та температури, коефіцієнт приведення до стандартних умов необхідно визначати за відповідними додатками до [Методики приведення об'єму природного газу до стандартних умов за показами побутових лічильників у разі відсутності приладів для вимірювання температури та тиску газу, затвердженої наказом Міністерства палива та енергетики України від 26.02.2004 № 116](#).

Як результат:

- нехтування положеннями законодавчих актів України, зокрема Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність», у ст. 1 якого визначено термін «єдність вимірювань»;
- фальсифікації інформації стосовно сфери застосування Методики.

Зазначені норми ввели в оману не тільки споживачів (фізичних осіб), а й зумовили судовий прецедент: Верховний Суд підтвердив законність застосування облгазами температурних коефіцієнтів.

Використовувати норми Методики за призначенням стосовно виду діяльності, на яку поширюється сфера законодавчо регульованої метрології, – **неприпустимо**:

- **по-перше:** результати метрологічного підтвердження (похибки або невизначеність) експериментальним дослідженням (табличні дані) в Методиці відсутні, що є порушенням положень ч. 2 ст. 7 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність»;
- **по-друге:** за сферою використання.

Чинність зазначеної Методики поширюється на суб'єкти господарювання, які у господарсько-виробничій діяльності для вимірювання об'єму спожитого газу використовують лічильники, крім випадків використання газу за показами лічильників громадянами-підприємцями для власних потреб. Тобто Методика поширюється тільки на діяльність споживачів, що не є побутовими, у яких пристрої перетворення об'єму не застосовуються. Обмеження чинності Методики в Кодексі відсутнє.

## Норми Кодексу, що суперечать положенням Закону України «Про ринок природного газу»:

- розподіл вузлів обліку природного газу (ВОГ) за категоріями;
- визначення пріоритетності між кількома ВОГ під час обліку газу;
- вимоги (в тому числі обрання діапазонів вимірювань) до законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) – складових частин ВОГ;
- вимоги до програмного забезпечення пристроїв перетворення об'єму;
- необхідний перелік технічної документації, що має представити споживач на ЗВТ і технічні пристрої (джерело живлення, трубопровід, діафрагму тощо);
- правила подання результатів вимірювань і застосування одиниць вимірювань.

Згідно з положеннями ч. 3 ст. 18 Закону України «Про ринок природного газу» вимоги до складових частин вузла обліку природного газу, правил експлуатації приладів обліку, порядку вимірювання обсягів та визначення якості природного газу визначаються технічними регламентами та нормами, правилами, що встановлюються і затверджуються центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізацію державної політики в нафтогазовому комплексі, а саме – Правилами обліку.

З'ясуємо далі, які ще норми зазначені у Кодексі.

**Експертиза засобу вимірювальної техніки/експертиза пломб** – комплекс заходів, що вживаються комісією з проведення експертизи ЗВТ та пломб, яка затверджується наказом оператора ГРМ, або суб'єктами судово-експертної діяльності, діяльність яких регулюється Законом України «Про судову експертизу», з метою отримання даних щодо відповідності засобу вимірювальної техніки/пломб параметрам, визначеним їхніми виробниками, умовам монтажу та експлуатації, їхньої цілісності чи відповідності метрологічним характеристикам, а також пересвідчення у відсутності інших ознак впливу на засіб вимірювальної техніки/пломбу, які можуть свідчити про втручання в засіб вимірювальної техніки/пломбу та викривлення результатів вимірювання.

За потреби виконання робіт (у визначенні терміна «експертиза засобу вимірювальної техніки/експертиза пломб» за текстом Кодексу) відповідальні за забезпечення єдності вимірювань на підприємстві (організації) споживача повинні наполягати (ініціювати) на проведенні перевірки у порядку, встановленому у ст. 22 [Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність»](#).

Метрологічний нагляд за законодавчо регульованими засобами вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, здійснюється виключно Держпродспоживслужбою шляхом проведення перевірок відповідно до [Закону України «Про основні засади державного нагляду \(контролю\) у сфері господарської діяльності»](#) та чинних нормативно-правових актів, які стосуються метрологічного нагляду.

Щодо норм стосовно порядку перевірки вузлів обліку та їхніх складових, то необхідно вказати на неоднозначність термінології за текстом Кодексу.

Суміжні суб'єкти ринку природного газу, зокрема оператор ГРМ та споживач, під час введення в експлуатацію або протягом експлуатації комерційного ВОГ та його складових, у тому числі у разі позаштатної ситуації чи виникнення спірних питань щодо результатів вимірювань об'єму природного газу, мають право здійснювати з дотриманням вимог цього Кодексу перевірку комерційного ВОГ та його складових...

...у разі якщо під час вимірювання лічильником газу або звужувальним пристроєм та/або датчиком різниці тиску перевищується діапазон вимірювання або вони працюють в позаштатному режимі, про що є зареєстровані та зафіксовані у звітах обчислювача чи коректора об'єму газу повідомлення про наявні аварійні/діагностичні ситуації (несправність), об'єм розподіленого (спожитого) природного газу розраховується за номінальною потужністю неопломбованого газоспоживчого обладнання – перерахунки проводяться за фактичний час тривалості аварійної/позаштатної ситуації...

...у разі виявлення оператором ГРМ пропущення строку періодичної повірки датчика тиску, та/або датчика температури, та/або обчислювача (коректора) об'єму газу, несправності ... робота (здійснюється) поза межами вимірювання або в позаштатному режимі, про що є зареєстровані та зафіксовані у звітах обчислювача чи коректора об'єму газу повідомлення про наявні аварійні/діагностичні ситуації (несправність).

Така плутанина в одному документі не дає можливості ідентифікувати, чи є ситуація або режим наразі:

- позаштатним;
- аварійним;
- діагностичним.

## **Враховуємо вимоги європейського законодавства**

Під час встановлення вимог слід враховувати європейське законодавство. Тому є потреба розглянути європейські норми у сфері вимірювання кількості газу.

Особливими вимогами до лічильників газу та пристроїв перетворення об'єму згідно з додатком 4 до [Технічного регламенту засобів вимірювальної техніки](#) визначено, що пристрій перетворення об'єму повинен виявляти стан, коли він працює поза робочим діапазоном (діапазонами), встановленим виробником для параметрів, важливих для точності вимірювань. У такому випадку пристрій перетворення об'єму повинен зупинити інтегрування перетворюваної величини й підсумовувати окремо перетворювану величину для періоду, коли такий пристрій працював поза межами робочого діапазону (діапазонів).

Порядок реалізації цієї норми було встановлено в п. 6.6.1 ДСТУ EN 12405-1:2014 «Коректори до лічильників газу електронні. Частина 1. Корекція об'єму» (EN 12405-1:2005+A2:2010, IDT).

### **Пристрої перетворення об'єму повинні виявляти наступні аварійні події:**

- виміряні або розраховані значення параметрів знаходяться поза межами діапазонів їхніх вимірювань;
- пристрої перетворення об'єму функціонують поза межами, встановленими для алгоритму розрахунку;
- параметри електричного сигналу будь-якого приєднаного до обчислювача засобу вимірювання виходять за межі діапазону вхідного пристрою;
- батарея електроживлення розряджена.

У випадку виникнення будь-якої з наведених аварійних подій (за винятком розрядження батареї електроживлення) приведення виміряної величини кількості газу за фактичних умов до кількості газу за стандартних умов припиняється. При цьому триває фіксація виміряної кількості газу за фактичних умов і, якщо застосовується, скоригованого об'єму.

Повернення пристрою перетворення об'єму в нормальний режим функціонування можливе тільки після усунення причин аварії.

## **Достовірність результатів вимірювань**

Згідно з положеннями ч. 2 ст. 7 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» результати вимірювань можуть бути використані у сфері законодавчо регульованої метрології за умови, що для таких результатів відомі відповідні характеристики похибок або невизначеність вимірювань.

Якщо виміряні або розраховані значення параметрів перебувають поза межами нормованих діапазонів, результати вимірювань вважаються недостовірними. Ці результати можуть бути підтверджені тільки шляхом експериментального визначення числового значення величини.

У випадку, коли результати були підтверджені експериментально, відповідальні за забезпечення єдності вимірювань на підприємстві (організації) споживача повинні наполягати (ініціювати) на проведенні перевірки дотримання правил застосування ЗВТ згідно зі ст. 8 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність».

За позитивних результатів перевірки метрологічних характеристик ЗВТ, але коли в режимі вимірювання покази виходять за межі нормованих діапазонів, тобто показники якості газу не відповідають умовам договору постачання природного газу, результати перевірки вважаються позитивними. При цьому об'єм розподіленого (спожитого) природного газу визначається в порядку, встановленому Кодексом, за показами ЗВТ.

Якщо результат перевірки метрологічних характеристик ЗВТ негативний – перерахунок об'єму розподіленого (спожитого) природного газу здійснюється за алгоритмом Кодексу.

Якщо під час перевірки вузлів обліку та їхніх складових частин постачальник вважає або має підстави вважати, що стан приладів обліку не відповідає правилам їхнього застосування, то він може ініціювати перевірку Держпродспоживслужбою.

Між постачальником та споживачем часом виникають суперечки стосовно міжпівірного інтервалу ЗВТ компонентів пристроїв перетворення об'єму.

## Перевірка лічильників і пристроїв

Лічильники газу та пристрої перетворення об'єму, що перебувають в експлуатації згідно з положеннями ст. 17 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність», повинні підлягати повірці.

Відповідно до [Наказу Мінекономрозвитку України від 13.10.2016 № 1747](#) лічильники газу та пристрої перетворення об'єму належать до категорії 41 ЗВТ і **підлягають періодичній повірці що два роки.**

Конструкція пристроїв перетворення об'єму згідно з ДСТУ EN 12405-1:2014 може відповідати вимогам до коректорів:

- **типу 1** (єдиний прилад) (gas volume conversion device type 1 (complete system));
- **типу 2** (складений прилад) (gas volume conversion device type 2 (separate component)).

Користувач коректора типу 2 (заявник) на періодичну повірку повинен подавати обчислювач разом із приєднаними перетворювачами тиску та термоперетворювачами опору, при цьому в письмовому зверненні до організації виконавця повірочних робіт заявник зазначає, що засоби вимірювальної техніки, які надаються на повірку, є компонентами пристрою перетворення об'єму.

Вимірювальні комплекси та обчислювачі повинні подаватися на повірку як ЗВТ в установленій комплектації. Тому міжповірочний інтервал цих ЗВТ розповсюджується на всі їхні складові частини, що подаються на повірку, і становить два роки. Вимоги щодо встановлення інших міжповірочних інтервалів для складових частин коректорів типу 1 та типу 2 є необґрунтованими.

## Висновки експерта

### 1

Порядок комерційного балансування газорозподільної системи за нормою розділу XII Кодексу малоефективний.

Згідно з практикою обліку природного газу в європейських країнах балансування газорозподільної системи ефективно лише за умови спільних дій усіх суб'єктів ринку газу.

### 2

Процедуру за п. 2 глави 2 розділу VIII Кодексу реалізують за методологією, аналогічною з процедурою п. 4 глави 1 розділу VIII, а саме: за маршрутом переміщення природного газу постачальник до 12 години кожного дня з точки (точок) передавання газу (оператора ГТС, оператора ГРМ, ГДП, ВБГ) з показів ЗВТ отримує оперативні дані щодо фізико-хімічних характеристик природного газу за попередню добу відповідно до додатка 1 до проєкту Технічного регламенту природного газу.

Постачальник за синхронізованим часом із суміжним за маршрутом переміщення природного газу (оператором ГТС, оператором ГРМ, ГДП, ВБГ) о 14:00 шляхом організації каналу зв'язку і засобу дистанційного передавання даних у порядку, встановленому Кодексом, в автоматичному режимі заносить набір значень представницьких показників газу до системного журналу бази даних обчислювачів споживачів, згідно з вимогами технічної документації з комплексу постачання виробника пристрою перетворення об'єму.

Згідно з положеннями ч. 7 ст. 181 Закону України «Про ринок природного газу» приведення об'єму природного газу, вищої теплоти згоряння, обсягу енергії до стандартних умов здійснюється в автоматичному режимі з використанням засобів вимірювальної техніки.

**Засоби дистанційного передавання даних** – засоби, встановлені (організовані) на комерційному або дублювальному вузлі обліку, які забезпечують на безперервній основі можливість дистанційного доступу до зазначених вузлів обліку з метою зчитування (контролю) та передавання їхніх даних каналами зв'язку оператору газорозподільної системи.

Обчислювачі та коректори об'єму газу повинні забезпечувати можливість введення та реєстрації значень параметрів та ФХП газу як безпосередньо на місці експлуатації, так і дистанційно (за каналами зв'язку).



Неоднозначність і суперечливість термінології в тексті Кодексу дає підстави певним постачальникам відмовитись від занесення значення фізико-хімічних характеристик газу до бази даних обчислювачів в автоматичному режимі.

Натомість у тексті Кодексу встановлено норму з ознаками корупційної складової.

Усі спори (розбіжності), які можуть виникнути між оператором ГРМ та споживачем під час визначення чисельних значень ФХП, мають вирішуватися шляхом переговорів.

У разі неможливості досягнення згоди шляхом переговорів спірні питання передаються на розгляд органу, уповноваженому визначати спори в частині якості газу, або до суду для вирішення спору в судовому порядку.

У разі виявлення оператором ГРМ невідповідності чисельних значень ФХП у базі даних обчислювача або коректора об'єму газу, у тому числі за результатами періодичної чи контрольної перевірки якості газу, оператор ГРМ здійснює перерахунок об'ємів (обсягів) розподіленого/спожитого природного газу споживачу відповідно до вимог цього Кодексу.

Ґрунтуючись на цій нормі, якщо споживач не хоче накладення необґрунтованого регуляторного тиску, то необхідно повідомити постачальника про те, що значення фізико-хімічних характеристик, які заносять у системний журнал бази даних обчислювачів, будуть використані за умови забезпечення єдності вимірювань. Зробити це можна згідно з даними, наведеними, наприклад, у формі протоколу.

ПАТ "УКРТРАНСГАЗ"  
Філія УМГ "КИЇВТРАНСГАЗ"  
Боярське ЛВУМГ

Вимірювальна хіміко-аналітична лабораторія

Свідоцтво про атестацію № 70А-43-14

Від 23.07.2014

Чинно до 24.07.2019



ПРОТОКОЛ АНАЛІЗУВАННЯ ГАЗУ № 922

Підприємство Боярське ЛВУМГ  
Місце відбору ГРС-1А  
Умови відбору: температура 3,1 °С Тиск 39,0 кгс/см<sup>2</sup>  
Дата відбору 12.02.2018 р. Дата аналізу 12.02.2018р.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ:

1. Компонентний склад газу, визначений хроматографічним методом за МВУ 06-063-2011, ДСТУ ISO 6974:2007

Назва компонентів	Вміст, % мол.	Розширена невизначеність, %
Метан	90,0150	0,0949
Етан	4,7690	0,0763
Пропан	1,0580	0,0208
ізо-Бутан	0,1220	0,0031
н-Бутан	0,1820	0,0059
нео-Пентан	0,0040	0,0004
ізо-Пентан	0,0490	0,0025
н-Пентан	0,0400	0,0024
Гексан + вищ.	0,0710	0,0061
Кисень	0,0180	0,0010
Азот	1,7100	0,0362
Діоксид вуглецю	1,9620	0,0442

2. Фізико-хімічні показники газу, розраховані за МВУ 06-063-2011, ДСТУ ISO 6976:2009

Фізико-хімічний показник газу (при 20 °С та 101, 325 кПа)	Значення	Розширена невизначеність
Густина відносна	0,6225	0,0007
Густина абсолютна, кг/м <sup>3</sup>	0,7497	0,0008
Теплота згоряння вища, МДж/м <sup>3</sup>	38,11	0,0330
Теплота згоряння вища, кВт*год/м <sup>3</sup>	10,59	
Теплота згоряння нижча, МДж/м <sup>3</sup>	34,40	0,0315
Теплота згоряння нижча, кВт*год/м <sup>3</sup>	9,56	
Число Воббе вище, МДж/м <sup>3</sup>	48,31	0,0495
Число Воббе вище, кВт*год/м <sup>3</sup>	13,42	

Температура точки роси за вологою, приведена до тиску 3,92 Мпа, °С	
Температура точки роси за вуглеводнями, °С	
Вміст сірководню, г/м <sup>3</sup>	
Вміст меркаптанової сірки, г/м <sup>3</sup>	
Вміст механічних домішок, г/м <sup>3</sup>	

Інженер ВХАЛ

І.М. Іванець

Такий протокол споживач повинен зберігати для цільового використання під час перевірки.

Згідно з нормою п. 7 глави 3 розділу I Кодексу оператор ГРМ відповідає за якість природного газу з моменту його надходження в ГРМ до моменту його передавання в пунктах призначення.

Якщо постачальник відмовиться представити результати визначення фізико-хімічних характеристик газу, що відповідають положенням ч. 2 ст. 7 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність», то необхідно звертатися до Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (*далі* – Регулятор).

У цьому випадку, як кажуть юристи: «Ignorantia iuris excusatio non est (лат.) – незнання законів не є виправданням». А у разі отримання від Регулятора негативної відповіді, ну що ж: «Dura Lex, sed Lex (лат.) – закон важкий, але це закон».

Споживачам, у яких засіб дистанційного передавання даних налаштовано для передавання даних за технологією CSD, для отримання додаткової інформації можна звернутися [за посиланням](#)

*У наступному номері будуть розглянуті деякі питання, пов'язані з порядком визначення обсягу природного газу в одиницях енергії.*

---



Наталія Бойко,

метролог

№ 06 / 2022, грудень / Вимірювання та випробування

# Забезпечення достовірності результатів вимірювань під час реалізації стандартизованих методик вимірювань

*Під час реалізації методики завжди важливо правильно визначити вимоги до обладнання, тому що саме обладнання може впливати на похибку вимірювання*

Під час проведення вимірювань пріоритетним є застосування стандартизованих методик вимірювань. Однак не в усіх методиках чітко визначено вимоги до обладнання, що може призвести до отримання недостовірних результатів.

Для виконання вимірювання належного рівня на міжнародному рівні було сформульовано шість принципів, які об'єднано у Правила найкращої практики вимірювань.

## Шість принципів найкращої практики вимірювання

1. Вимірювання повинно відповідати погодженим вимогам, тобто поставленій меті.
2. Вимірювання треба проводити за допомогою методів та засобів, придатність яких для конкретного застосування було перевірено.
3. Персонал, який виконує вимірювання, повинен бути достатньо кваліфікований та компетентний, щоб виконати поставлене завдання та продемонструвати, що він може виконати аналіз належним чином.
4. Необхідно регулярно проводити незалежне оцінювання технічних показників роботи лабораторії.
5. Результати аналізу, отримані в одній лабораторії, повинні бути зіставні з результатами, отриманими в інших лабораторіях.
6. Організації, що виконують вимірювання, повинні мати чітко визначені процедури контролю та забезпечення якості для одержання достовірного результату.

Модель результату вимірювань описується *рівнянням 1*:

$$y = m + B + e,$$

де для конкретної вимірюваної величини:

***m*** – загальне середнє значення результатів повторних вимірювань (незалежних спостережень);

***B*** – лабораторна складова систематичної похибки результатів вимірювань, виконаних відповідно до методики в умовах повторюваності;

***e*** – випадкова похибка, яка є під час кожного вимірювання в умовах повторюваності.

## Визначення вимог до обладнання

На результати вимірювань впливають:

- оператор;
- умови навколишнього середовища;
- обладнання та його калібрування;
- час між проведеними повторними вимірюваннями.

Під час реалізації методики завжди важливо правильно визначити вимоги до обладнання, тому що саме обладнання може впливати на похибку вимірювання. Для цього насамперед слід

визначити вид цього обладнання, чи це:

- засіб вимірювальної техніки;
- інший технічний засіб, що не має метрологічних характеристик.

Якщо обладнання вибрано неправильно, то неможливо досягти робочих характеристик методики.

Якщо застосовується обладнання, яке не має метрологічних характеристик, то його технічні характеристики характеризують його можливості впливати на об'єкт досліджень певним чином упродовж певного часу.

Під час випробувань застосовується така характеристика, як точність випробувань. Однак це якісна характеристика, що характеризує вплив властивостей обладнання на якість проведення досліджень.

Кількісне значення точності випробувань виражається похибкою встановлення впливової дії або встановленим допуском на якусь технічну характеристику.

Точнісні характеристики обладнання нормуються виробником під час виготовлення обладнання та вказуються в його експлуатаційних документах.

Прикладами таких характеристик є похибка встановлення температури у сушильній шафі або допуск на значення отвору у ситі. Тому під час обрання такого обладнання у разі нечіткого встановлення у методиці вимог до нього слід керуватися:

- вимогами до об'єкта дослідження;
- допусками на значення характеристик;
- можливостями обладнання.

Перед застосуванням обладнання слід перевірити відповідність його технічних характеристик.

Обладнання, що застосовується для проведення вимірювань (засоби вимірювальної техніки), обов'язково має діапазон вимірювань та похибку (максимально допустима похибка або клас точності).

За міжнародними документами засоби вимірювальної техніки мають технічні характеристики, як і все інше обладнання, але, крім того, вони обов'язково повинні мати й метрологічні характеристики.

У методиках вимірювання повинно бути визначено або:

- тип засобів вимірювальної техніки;
- категорію з такими характеристиками, як діапазон вимірювань та максимально допустима похибка чи клас точності.

Під час встановлення вимог до засобів вимірювальної техніки беруться до уваги:

- умови їхнього застосування;
- засіб вимірювальної техніки для врахування додаткової похибки, яка виникає внаслідок впливу величин.

В експлуатаційних документах виробник визначає:

- кліматичні, механічні та електромагнітні умови, за яких можливо застосування засобу вимірювальної техніки;
- джерело живлення;
- інші величини, які впливають на його точність.

Тому для визначення правильності застосування засобів вимірювальної техніки слід уважно читати їхні експлуатаційні документи.

## Точність вимірювання

Проаналізувавши різні методики, в них можна знайти вимоги до визначення:

- основних розмірних параметрів предметів (пристроїв);
- глибини експериментальних пошкоджень.

Вимірювання провадиться гостованим вимірювальним інструментом, який забезпечує потрібну точність вимірювання лінійних розмірів.

Точність вимірювання залежить від похибки гостованого вимірювального інструмента (наприклад, металевої вимірювальної лінійки ГОСТ 427-75, штангенциркуля типу ШЦ-І ГОСТ 166-89 тощо), який застосовуватиметься.

Якщо обрати надто точний засіб вимірювальної техніки, то з економічної точки зору це буде не обґрунтовано. Якщо обрати не достатньо точний засіб вимірювальної техніки, то можна отримати недостовірний результат вимірювання.

Наразі ГОСТ 427-75 та ГОСТ 166-89 в Україні не чинні, тому слід керуватися даними, наведеними в експлуатаційних документах засобів вимірювання.

До даних, наведених в експлуатаційних документах, належать, зокрема, такі:

- металева вимірювальна лінійка та штангенциркуль типу ШЦ-1 повинні бути повірені або калібровані; калібруються ці засоби виключно для застосування в акредитованій випробувальній лабораторії;
- діапазон вимірювання цих засобів вимірювання повинен дати змогу виміряти визначені основні розмірні параметри об'єктів дослідження;
- ціна поділки засобів вимірювання повинна бути такою, щоб давала можливість порівняти достовірний результат згідно з вимогами зі значенням результату вимірювань;
- похибка вимірювання не завжди відповідає ціні поділки, тому вона повинна бути відомою.

У разі калібрування засобів вимірювань слід урахувувати значення невизначеності вимірювань, вказане у сертифікаті калібрування.

Значення невизначеності вимірювань не повинно перевищувати половини ціни поділки.

У разі перевищення значенням половини ціни поділки цим значенням можна нехтувати, якщо значення відхилення показів засобу вимірювань від еталонного значення не перевищує значення максимально допустимої похибки цього засобу.

Найбільш достовірний результат можна одержати, якщо сума відхилення та невизначеності не перевищує значення максимально допустимої похибки цього засобу.

Такий підхід до перевірки правильності обрання засобів вимірювання є загальним.

---





**Катерина Шмирьова,**

фахівець зі стандартизації, сертифікації та якості ТОВ «Котекна Україна Лімітед»

№ 06 / 2022, грудень / **Експертний коментар**

# Оцінювання ризиків в аналітичних лабораторіях фармацевтичних підприємств

*Оцінювання ризику є інструментом управління для відповідальних осіб та допомагає підвищити конкурентоспроможність і сприяє створенню позитивного іміджу шляхом виконання свідомих дій*

Принципи управління ризиками ефективно використовуються в багатьох сферах бізнесу, страхування, охорони праці, охорони здоров'я, фармаконагляду, а також установами, що регулюють ці галузі.

У фармацевтичному секторі принципи та структура ризиків описано в ICH Q9.

Важливість систем якості була визнана у фармацевтичній промисловості, тому очевидно, що управління ризиками якості є цінним компонентом ефективної системи управління.

Визначення ризику надано у стандарті [ДСТУ ISO 31000](#).

**Ризик** – це ймовірність заподіяння шкоди з урахуванням її тяжкості.

Оцінювання ризику в аналітичних лабораторіях фармацевтичних підприємств ґрунтується на оцінюванні загальних і критичних контрольних точок (GCP і CCP), пов'язаних із:

- виробником речовини;
- процесом виробництва/синтезу сировини;
- процесом виробництва готового продукту.

#### **Чотири концепції формального процесу управління ризиками:**

- оцінювання ризику;
- контроль за ризиком;
- огляд ризику;
- прийняття ризику.

Процес оцінювання ризику охоплює ідентифікацію, аналіз ризику та оцінку ризику, тоді як контроль за ризиком реалізується шляхом:

- зниження ризику;
- прийняття ризику.

Оцінювання ризику є інструментом управління для відповідальних осіб, допомагає підвищити конкурентоспроможність і сприяє створенню позитивного іміджу шляхом виконання свідомих дій.

#### **Якість аналізу ризиків переважно залежить від:**

- цінності інформації;
- знань і досвіду особи, яка виконує ідентифікацію.

Оцінювання ризиків може бути виконане з різним ступенем ґрунтовності та докладності з використанням одного або кількох методів різного рівня складності.

## Методи які можна використовувати для оцінювання ризику:

- **HRA** – аналіз впливу людського чинника;
- **FMEA/FMECA** – аналіз видів та наслідків відмов;
- **RRF** – аналіз відновлюваності та стійкості.

Метод FMEA дає змогу ідентифікувати:

- усі види відмов різних частин та компонентів системи;
- наслідки відмов для системи;
- механізми відмови;
- способи досягнення безвідмовної роботи та/або пом'якшення наслідків системи.

Видами відмови можуть бути:

- прихована відмова;
- конструктивна відмова;
- виробнича відмова;
- будь-яка інша відмова, яка призводить до порушення працездатного стану частин та/або компонентів системи.

Щоб ідентифікувати критичні точки та параметри, процес, який розглядається, повинен бути розділений на підпроцеси.

**Кожний підпроцес повинен відповідати на такі запитання:**

- що може піти не так (потенційна помилка)?
- що може бути причиною помилки?
- які наслідки може мати помилка?

Для класифікації треба брати до уваги такі аспекти:

- частота виникнення помилки чи очікувана вірогідність наслідків;
- вірогідність того, що помилка буде виявлена (вірогідність виявлення) і, можливо, виправлена;

- серйозність наслідків помилки.

Що вища ймовірність помилки та нижча ймовірність виявлення небезпеки, то вищий ризик і серйозніші наслідки.

Ризики поділяють на три класи:

- високий;
- середній;
- низький.

Однак можна використовувати й чисельну класифікацію, на основі якої повинні бути розглянуті такі запитання:

- чи є неприйнятні ризики?
- які методи потрібні для мінімізації ризиків?
- чи відповідають затрати на мінімізацію ризику очікуванням від цих дій?
- чи не виникнуть нові ризики у результаті дій з мінімізації?

Розглянемо, що є метою аналізу ризиків та для чого треба їх аналізувати.

**Метою аналізу ризиків** є виявлення неприйнятних ризиків (як правило, високих та середніх), моніторинг виявлених параметрів критичних точок (низьких) та зниження ризиків до прийняттого рівня.

Для мінімізації ризику вживають таких заходів:

- ідентифікація ризиків та валідація;
- впровадження процедур, СОПів, робочих інструкцій тощо;
- внутрішньовиробничий контроль (IPC) чи процесно-аналітична технологія (PAT);
- упровадження додаткових контрольних точок у контексті профілактичного обслуговування;
- зміна процесу, системи чи обладнання для уникнення виникнення помилок;
- навчання персоналу;
- впровадження принципу STOP, який є основою техніки безпеки та гігієни праці під час роботи з небезпечними речовинами.

## Порада експерта

Головна і найчастіша проблема під час оцінювання ризику полягає в тому, що інформація настільки різноманітна, що стає важко встановити, у чому полягає небезпека, і відрізнити її, наприклад, від причин і наслідків, не кажучи вже про логічну організацію інформації.

Щоб подолати ці труднощі, пропонуємо два рівні рішень:

- використовувати прості інструменти аналізу ризиків, приділяючи більше уваги небезпекам і заходам контролю, ніж кількісній оцінці ризиків;
- використовувати певні прості якісні небезпеки як відправну точку для аналізу.

І пам'ятайте: ризик керований, якщо ми його знаємо і розуміємо.

---



**Ольга Малецька,**

директор ІПКМ ГО «Академія метрології України»

№ 06 / 2022, грудень / **Повірка калібрування**

# Повірка манометрів на підприємстві: як документально оформити

**3 листа до редакції:**

*Як документально оформити внутрішню повірку манометрів в лабораторії підприємства і чи буде законно поставити на прилади власне тавро?*

На підприємстві можна проводити повірку манометрів, які застосовуються поза сферою законодавчо регульованої метрології. Це здійснюється на підставі визначення терміна «повірка» у ст. 1 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність».

Терміна «повірка» зараз у визначенні норми немає, бо повірка проводиться лише для законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки.

Для проведення повірки на підприємстві необхідно її організувати. Відтак потрібно мати лабораторію з робочими місцями для проведення повірки, обладнаними відповідно до вимог методик повірки. Також необхідні повірені або відкалібровані еталони для забезпечення передавання одиниць вимірювань (паскаль) від первинного еталона до робочих манометрів.

Методику повірки треба застосовувати таку, яка відповідає конкретним типам манометрів.

Фахівці лабораторії повинні вміти проводити повірку манометрів відповідно до методики повірки.

Потрібно також установити правила оформлення результатів повірки на підприємстві:

- як реєструються результати повірки;
- які документи видаються за позитивними чи негативними її результатами.

Тавро може бути власне, але треба мати правила його застосування.

---

Борис Крамаренко,

кандидат технічних наук, директор «МІКРОТЕХ»

№ 06 / 2022, грудень / **Вимірювання та випробування**

# Товщиноміри: традиційні та інноваційні засоби

*Аналіз метрологічних та функціональних показників найкращих сучасних товщиномірів для твердих та м'яких матеріалів загального та спеціального призначення дасть змогу користувачам обрати оптимальні ЗВТ для конкретних умов використання*

Розглянемо найкращі у світі серійні контактні товщиноміри з урахуванням сучасних тенденцій та вимог користувачів, не акцентуючи на електрофізичних товщиномірах та товщиномірах покриттів, оскільки вони мають велику кількість обмежень для промислового використання (потребують щільного очищення вимірюваних поверхонь опісля обробки на верстатах) та суттєво поступаються контактним товщиномірам за метрологічними показниками.

Під терміном «товщиноміри» матимуться на увазі виключно контактні товщиноміри промислового призначення.

## **Переваги товщиномірів у порівнянні з іншими геометричними вимірювачами:**

- прості у використанні, при цьому забезпечують низьку собівартість вимірювань;
- швидкі вимірювання у разі використання у серійному виробництві;
- дають можливість вимірювання товщин листів на значній відстані від їхньої крайки;



- дають можливість використання тільки однією рукою (окрім габаритних та важких товщиномірів);
- не потребують ручного натискання безпосередньо у процесі вимірювань та під час зчитування показників.

Загальні метрологічні показники для товщиномірів – діапазон та похибка вимірювань, також важливими є показники глибини вимірювань та площин вимірювальних поверхонь.

Для м'яких матеріалів доволі часто регламентують вимірювальне зусилля та вимірювальний тиск.

### **За призначенням товщиноміри можна поділити на чотири основні групи:**

- для вимірювань товщин м'яких деталей загального призначення (площа вимірювальних поверхонь до 3000 кв. мм);
- для вимірювань товщин м'яких текстильних пластин (площа вимірювальних поверхонь від 10000 кв. мм);
- для вимірювань товщин твердих деталей загального призначення на відстані до 120 мм від крайки;
- для вимірювань товщин великих твердих листів на відстані від 200 мм від крайки.

Наразі відсутні міжнародні стандарти (DIN, ISO), які конкретно регламентують метрологічні вимоги до товщиномірів.

Застарілий «радянський» стандарт ГОСТ 11358, що стосувався товщиномірів індикаторних, не здобув затвердження як український ДСТУ, тому в Україні він давно не чинний.

Провідні виробники товщиномірів у світі зазвичай посилаються на власні корпоративні стандарти підприємств-виробників (СПВ).

## **Види товщиномірів**

В усіх наявних товщиномірах використовують індикаторний або штанген-відлік.

**Товщиноміри індикаторні** конструктивно поділяють на:

- скобні;
- важільні.

Традиційні **товщиноміри зі штанген-відліком** виробляються багатьма світовими виробниками ЗВТ як різновид штанген-інструмента і мають ідентичні показники:

- діапазон – 0–12 мм;
- дискретність – 10 мкм;
- тароване зусилля – 2 Н;
- похибка – 20 мкм.

**Великі інноваційні штанген-товщиноміри** для вимірювань габаритних деталей розроблені та з 2022 року виготовляються в Україні. Вони мають:

- діапазони – 0–300 мм, 300–600 мм, 600–900 мм;
- пневматичні пружини оптимальних вимірювальних зусиль;
- можливість вимірювань на відстані до 1000 мм від крайки;
- похибки – від 50 мкм.

Найбільш поширені в Україні – скобні товщиноміри індикаторні, що мають жорстку скобу у формі виделки, на кінцях якої розташовані нерухома п'ятка та рухомий стрижень з вимірювальним наконечником.

#### **Два різновиди товщиномірів індикаторних:**

- з автономним індикатором годинникового типу (можливо знімним), закріпленим у втулку на скобі, при цьому вимірювальний наконечник приєднаний безпосередньо до рухомого стрижня індикатора;
- з вбудованим індикатором (безпосередньо у скобу товщиноміра), при цьому зубчаста рейка індикатора механічно приєднана до рухомого стрижня-наконечника товщиноміра.

**Скобні товщиноміри з автономним індикатором** більш відомі завдяки:

- багатоваріантності різних конфігурацій скоб;
- різних співвідношень ширини та глибини зіву скоб;
- трьох різновидів відлікових пристроїв (аналогових, цифрових та комп'ютерних);
- кількох можливих форм аретирів (гачкових, важільних верхніх, важільних нижніх);
- різноманітних вимірювальних наконечників (пласких, кулькових, комбінованих).

Скобні товщиноміри з автономними індикаторами практично не обмежені за розмірами та конфігурацією скоб, простіші у виготовленні, оскільки як пристрій тарованого зусилля використовують пружину власного індикатора.

**Скобні товщиноміри з вбудованим індикатором** зазвичай обмежені за:

- конфігураціями та розмірами скоб;
- діапазонами вимірювань глибин зіву;
- діаметрами вимірювальних наконечників.

Також такі товщиноміри потребують використання окремих пружин як пристрій тарованого зусилля натискання.

Найбільшою мірою переваги скобних товщиномірів із вбудованим індикатором вдалося реалізувати у так званому кишеньковому товщиномірі, який здобув найбільшу всесвітню популярність у цій категорії товщиномірів.

Скобні товщиноміри індикаторні сучасного дизайну – як з автономним, так і з вбудованим індикатором – з'явилися понад сто років тому (з появою індикаторів годинникового типу сучасної конструкції) і виявились доволі вдалимими, тому широко використовуються й досі.

Скобні товщиноміри забезпечують значно меншу похибку у порівнянні з аналогічними важільними товщиномірами завдяки жорсткій конструкції скоби та прямолінійному співвісному переміщенню вимірювальних наконечників.

## **Скобні товщиноміри з автономними індикаторами**

Порівняємо вісім типів кращих скобних товщиномірів з автономними індикаторами від чотирьох провідних виробників геометричних ЗВТ у світі (два виробники – з Німеччини, по одному – з Японії та України).

Для кожного із зазначених виробників відібрані по дві сучасні моделі (чотири – для глибинних вимірювань і чотири – для прецизійних вимірювань), які дають достатньо повне уявлення про можливості цієї категорії товщиномірів та потенціал виробників (*таблиця 1*).

Характеристики скобних товщиномірів індикаторних для загальних вимірювань	Значення показників найкращих скобних товщиномірів індикаторних для твердих матеріалів від провідних світових виробників ЗВТ							
	Kafer (Німеччина)		Mahr (Німеччина)		Mitutoyo (Японія)		«МІКРОТЕХ» (Україна)	
Моделі товщиномірів	JD400/25	FD200/25	4495002	2057541	7323	547-401	ТРЦК-100/800	ТРПТЦК-1/25
Діапазон вимірювань, мм	0–25	0–25	0–20	0–25	0–20	0–10	0–100	0–1
Дискретність, мм	0,01	0,001	0,01	0,0005	0,01	0,001	0,0001	0,0001
Глибина зіву, мм	400	50	200	50	120	21	800	25
Наконечники, мм	D10	D10	D11,3	D6,3	D10	D6,3	D12	D12
Похибка, мм	не зазначена	0,005	не зазначена	не зазначена	0,022	0,003	0,060	0,00025
Бездротовий зв'язок	ні	ні	ні	ні	ні	ні	так	так
Пам'ять	ні	ні	ні	ні	ні	ні	так	так
Функції Так/Ні; Мін/Макс	ні	ні	ні	ні	ні	ні	так	так
Ціна, євро	972	912		1170	203	403	1750	299

Таблиця 1. Порівняння кращих скобних товщиномірів з автономними індикаторами

**Для вимірювань товщин твердих матеріалів найкращі показники мають такі скобні товщиноміри індикаторні:**

- найкращу похибку (2,5 мкм) у міліметровому діапазоні забезпечують українські товщиноміри від «МІКРОТЕХ»;
- найкращу похибку (3 мкм) у сантиметровому діапазоні забезпечують японські товщиноміри від Mitutoyo;
- найкращу похибку (5 мкм) у дюймовому діапазоні забезпечують німецькі товщиноміри від Kaefer;
- найбільшу глибину зіву (до 800 мм) мають українські товщиноміри від «МІКРОТЕХ»;
- німецька компанія Mahr не регламентує похибки своїх скобних товщиномірів індикаторних.

## Важільні товщиноміри

Розглянемо метрологічні можливості важільних товщиномірів, які з'явилися значно пізніше, ніж скобні, тому були практично не відомі в Україні ще 20 років тому.

Оскільки у важільних товщиномірів відсутня важка скоба, вони мають кращі масогабаритні показники у порівнянні зі скобними товщиномірами.

Також важільні товщиноміри прийнятніші у використанні завдяки можливості утримання однією рукою навіть великих важільних товщиномірів, що неможливо для великих скобних товщиномірів.

Поміж виробників важільних товщиномірів індикаторних абсолютну монополію у світі захопила та вже 25 років упевнено втримує вузько спеціалізована на товщиномірах німецька компанія Kroeplin.

Навіть такі провідні світові виробники геометричних ЗВТ, як Mitutoyo (Японія) та Mahr (Німеччина), у своїх каталогах під власними брендами пропонують важільні товщиноміри, вироблені Kroeplin.

Спеціалізована компанія Kroeplin пропонує найбільший асортимент якісних важільних товщиномірів (таблиця 2).

Показники важільних товщиномірів	Значення показників важільних товщиномірів виробництва Kroeplin (Німеччина) за призначенням		
	прецизійні	популярні	на велику глибину
Модель товщиноміра	C110	C450	OD80200
Діапазон вимірювань, мм	0–10	0–50	0–200
Дискретність, мм	0,005	0,02	0,20
Глибина вимірювань, мм	35	167	715
Похибка вимірювань	0,015	0,060	0,400
Ціна, євро	620	690	1879

Таблиця 2. Метрологічні можливості важільних товщиномірів від Kroeplin (Німеччина)

За похибкою вимірювань важільні товщиноміри поступаються скобним товщиномірам у 3,5–5 разів, але це компенсується зручністю їхнього використання.

Очікується подальше стрімке розповсюдження інноваційних важільних товщиномірів, що мають:

- покращену механічну конструкцію;
- ефективно використовувані вбудовані спеціалізовані мікрокомп'ютери, які дають змогу проводити математичну компенсацію похибки відлікового пристрою та враховувати нелінійність кругового переміщення вимірювальних поверхонь.

## Сучасні товщиноміри для вимірювань м'яких матеріалів

Дослідимо товщиноміри з великими площинами вимірювальних поверхонь (від 100 кв. мм до 40 000 кв. мм) для вимірювань товщин м'яких та пружних матеріалів.

У таблиці 3 наведено метрологічні та функціональні показники для чотирьох типів найкращих сучасних товщиномірів для вимірювань м'яких матеріалів:

- 2 товщиноміри призначені для вимірювань товщин текстильних та аналогічних пластин за міжнародним стандартом ISO 9073, який жорстко регламентує вимоги до вимірювального тиску (0,2 кПа), розмірів вимірювальних поверхонь (200×200 мм) та загального вимірювального зусилля (0,84 Н);
- 2 товщиноміри для вимірювання товщин м'яких матеріалів загального призначення (з площею вимірювальних поверхонь у діапазоні від 100 кв. мм до 10 000 кв. мм).

Характеристики товщиномірів	Показники скобних товщиномірів індикаторних для вимірювань трикотажних матеріалів від провідних світових виробників ЗВТ			
	товщиноміри для вимірювань м'яких матеріалів загального призначення		товщиноміри для вимірювань за стандартом ISO 9073	
Конструкція	важільна	скобна	стаціонарна стійка на гранітній базі	
Модель/виробник	C450T Kroepflin (Німеччина)	ТМПЦ-50/0,001 «МІКРОТЕХ» (Україна)	ТМПП-25/0,001 «МІКРОТЕХ» (Україна)	СМП-50/0,0001 «МІКРОТЕХ» (Україна)
Діапазон, мм	0–50	0–50	0–50	0–25
Дискретність, мм	0,02	0,001	0,001	0,0001
Площа вимірювальних поверхонь, кв.мм	79	7850	40000	40000
Похибка, мм	0,08	0,050	0,040	0,030
Бездротовий зв'язок	ні	ні	ні	так
Пам'ять	ні	ні	ні	так
Функції Так/Ні; Мін/Макс	ні	ні	ні	так
Ціна, євро	850	795	1050	1279

Таблиця 3. Метрологічні та функціональні показники товщиномірів для вимірювань м'яких матеріалів

Аналіз метрологічних та функціональних показників найкращих сучасних товщиномірів для твердих та м'яких матеріалів загального та спеціального призначення дасть змогу користувачам обрати оптимальні ЗВТ для конкретних умов використання.

Завдяки наявним перевагам частка товщиномірів у складі геометричних вимірювачів найближчим часом має зрости.

Вважаємо, що скоро почнеться масове впровадження інноваційних товщиномірів нового покоління з:

- використанням рейкових напрямних та кареток котіння;
- математичною компенсацією похибки;
- можливістю самокалібрування в умовах виробництва;
- адаптацією до системи Industry 4.0;
- можливістю роботи у групах ЗВТ;
- прямим приєднанням товщиномірів до верстатів.



**Марина Москаленко,**

кандидат технічних наук, член-кореспондент Академії метрології  
України

№ 06 / 2022, грудень / **Вимірювання та випробування**

# Індикатори: застосування на підприємстві

**З листа до редакції:**

*У яких випадках ми можемо перевести манометри в індикатори? Якими нормативними документами це підтвердити і як документально оформити?*

У міжнародній та вітчизняній практиці широко використовуються індикатори для:

- стеження за технологічними процесами;
- встановлення наявності будь-якої величини чи речовини.

Згідно з Міжнародним словником з метрології **індикатором** вважається пристрій або речовина, яка вказує на наявність явища, тіла або речовини, коли перевищується межеве значення відповідної величини.

За ДСТУ 2681-94 «Метрологія. Терміни та визначення» індикатор визначається аналогічно, однак у цьому стандарті є примітка. Примітка до п. 6.27 ДСТУ 2681-94: «Індикатор не є засобом вимірювальної техніки, а засіб вимірювальної техніки може використовуватися як індикатор».

Таким чином, манометр може застосовуватися як індикатор.

Для того, щоб встановити, яким чином манометр може бути застосований як індикатор, необхідно визначитись із функціями індикатора та з'ясувати його суттєву різницю із засобом вимірювальної техніки.

Засіб вимірювальної техніки вимірює величину в конкретних одиницях вимірювання, і його показ відповідає значенню виміряної величини.

У разі застосування засобу вимірювальної техніки як індикатора показ засобу не фіксується, а тільки порівнюється зі встановленою нормою (не більше, не менше, не перевищує, перебуває у допустимому діапазоні тощо).

Манометр можна перевести в індикатор лише за відсутності необхідності реєструвати покази цього манометра, тобто коли достатньо за цим манометром відстежувати хід технологічного процесу або наявність якогось явища чи речовини.

**Якщо конкретні покази манометра необхідно записувати, то у жодному разі його не можна переводити в індикатор.**

Згідно зі ст. 3 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» манометри використовуються не тільки для контролю за значеннями тиску в таких видах діяльності:

- забезпечення захисту життя та охорони здоров'я громадян;
- контроль за якістю та безпечністю харчових продуктів і лікарських засобів;
- контроль за станом навколишнього природного середовища;
- контроль за безпекою умов праці тощо.

Манометри також застосовують для візуалізації наявності величин під час функціонування технічного обладнання, наявності рідини або газу в трубах.

В усіх сферах застосування манометрів можна розглядати можливість їхнього переведення в індикатори. Однак слід не забувати про відсутність або необхідність запису його показів щодо кількісного значення виміряної величини. Це може бути, наприклад:



- манометр на токарському верстаті, який показує наявність охолоджувальної рідини;
- манометр на трубі водопостачання;
- манометр, який показує, що тиск під час реалізації технологічного процесу не перевищує якогось значення або перебуває у встановленому діапазоні.

Після докладного обговорення доцільності здійснюється переведення манометра в індикатор за спільним рішенням:

- користувача манометра;
- підрозділу користувача;
- головного конструктора або технолога;
- метролога;
- керівництва підприємства.

За прийнятим рішенням складається наказ по підприємству або акт, у яких визначається причина переведення манометра (за конкретним місцем його встановлення) в індикатор (наприклад, відсутність технічної необхідності реєструвати покази манометра).

Далі на манометр незмивним способом наноситься літера «І».

Також на манометр може бути нанесена риска для визначення відповідності тиску заданій межі.

За необхідності під час експлуатації індикатор підлягає перевірці його функціонування.

---



**Ольга Малецька,**

директор ІПКМ ГО «Академія метрології України»

№ 06 / 2022, грудень / **Повірка калібрування**

# Перевірка сит на підприємстві: як встановити відповідність

**З листа до редакції:**

*Чи є сита засобами вимірювальної техніки? Як зараз перевіряють їхню придатність до користування?*

Щоб з'ясувати, яку саме процедуру слід застосувати для поводження з різними технічними засобами на підприємстві або в лабораторії, необхідно насамперед визначитися зі сферою призначення конкретного технічного засобу.

Саме від сфери призначення засобу залежать вимоги щодо перевірки придатності технічного засобу до застосування.

**Повірці обов'язково підлягають** законодавчо регульовані засоби виміральної техніки категорій, що наведені у [Постанові КМУ від 04.06.2015 № 374](#), через установлений Мінекономіки України міжповірочний інтервал.

Визначення терміна « повірка засобів виміральної техніки » надано у ст. 1 Закону України « Про метрологію та метрологічну діяльність ».

**Піврка засобів виміральної техніки** – сукупність операцій, що включає перевірку та маркування та/або видавання документа про повірку засобу виміральної техніки, які встановлюють і підтверджують, що зазначений засіб відповідає встановленим вимогам.

Повірятися можуть і засоби виміральної техніки, що застосовуються поза сферою законодавчо регульованої метрології, однак чомусь наукові метрологічні центри та метрологічні центри це заперечують, а натомість пропонують перевірку метрологічних характеристик засобів виміральної техніки.

Відсутність у Законі вимог щодо повірки засобів виміральної техніки, які застосовуються поза сферою законодавчо регульованої метрології, пов'язана з тим, що цей акт містить вимоги до:

- державного регулювання стосовно вимірювань;
- одиниць вимірювання;
- засобів виміральної техніки.

**Калібруванню в добровільному порядку підлягають** засоби виміральної техніки, що застосовуються у сфері та/або поза сферою законодавчо регульованої метрології.

Також калібруванню підлягають вторинні та робочі еталони.

Засоби виміральної техніки, які застосовуються у сфері законодавчо регульованої метрології в акредитованих випробувальних лабораторіях, **підлягають калібруванню, а не повірці** (ст. 17 Закону України « Про метрологію та метрологічну діяльність »).

**Сита не належать до засобів виміральної техніки**, тому що вони не мають головної ознаки засобу – застосування для вимірювання, тобто для одержання кількісного значення вимірюваної величини.

Після просіювання речовини крізь сито можна визначити, яка її частина просіялась, однак розмір тих частин, які просіялись, можна оцінити якісно, а не кількісно.

У міжнародних стандартах для сит встановлено не похибки, а допуск на розмір – межові відхилення розміру отвору, а також визначено процедуру перевірки їхньої придатності до застосування випробування.

Таким чином, можна дійти висновку, що **сита підлягають випробуванням** (перевірці відповідності технічним характеристикам), а не повірці або калібруванню.

Процедура атестації випробувального та контрольного обладнання без жодних роз'яснень була ліквідована після скасування ГОСТ 24555-81, який установлював порядок, основні положення організації та проведення атестації.

У [ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2017](#) визначено процедуру перевірки обладнання, яке не є засобами виміральної техніки, на відповідність технічним характеристикам, тому **сита під час експлуатації повинні перевірятися на відповідність установленим виробником технічним характеристикам.**

У зв'язку з тим, що до такої перевірки немає законодавчих вимог щодо статусу організації, яка цю перевірку може здійснювати, виробники/користувачі сит можуть її проводити.

---

№ 06 / 2022, грудень / Реєстр ЗВТ

# Реєстр затверджених типів засобів вимірювальної техніки

У зв'язку з уведенням в дію 01.01.2016 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» та 01.09.2016 р. Технічного регламенту (ТР) законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки (Постанова КМУ від 13.01.2016 № 94) усі засоби вимірювальної техніки (ЗВТ) поділяються на:

- ЗВТ, що використовуються у сфері законодавчо регульованої метрології;
- ЗВТ, що використовуються поза сферою законодавчо регульованої метрології.

## **ЗВТ, які використовуються у сфері законодавчо регульованої метрології, повинні:**

- проходити оцінювання відповідності за відповідним ТР;
- вноситись у Реєстр затверджених типів ЗВТ;
- мати сертифікат перевірки типу, сертифікат відповідності, декларацію відповідності з цим ТР;
- маркуватися знаком законодавчо регульованого ЗВТ.

Під час експлуатації ЗР ЗВТ підлягають періодичній повірці.

Сертифікат перевірки типу видається за результатами дослідження технічного проєкту засобу вимірювальної техніки. Цей сертифікат підтверджує відповідність типу засобу вимірювальної техніки застосуванню вимогам ТР.

Відповідність засобів вимірювальної техніки, які надаються на ринку України та/або вводять в експлуатацію, типу, описаному в сертифікаті перевірки типу, і застосовуваним вимогам ТР має бути підтверджена шляхом проведення однієї з процедур оцінювання відповідності за модулем, наступним за модулем В, згідно з вимогами ТР.

Реєстр є електронною базою даних, що містить відомості про затверджені типи засобів вимірювальної техніки. Формування та ведення Реєстру забезпечуються науковим метрологічним центром ДП «Укрметртестстандарт» шляхом внесення відомостей про затверджені типи ЗВТ та доповнень до них.

Ознайомитись із Реєстром затверджених типів засобів вимірювальної техніки можна за посиланням: <https://legalzvt.kiev.ua>

---