

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЄДНОСТІ І ТОЧНОСТІ КВАЛІМЕТРИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПРОДУКЦІЇ

© Бойко Т.Г., 2009

**Досліджено встановлення єдиних вимог до норм і правил, необхідних для досягнення єдності та точності кваліметричного оцінювання продукції. Показано, що як характеристики доцільно застосовувати правильність, прецизійність та вірогідність результатів оцінювання.**

**Determination techniques for unified requirements to norms and rules necessary for the achievement of unification and precision of production qualimetric evaluation are explored. It is notified that trueness, precision and reliability of evaluation results are pretended to serve as such characteristics.**

**Вступ.** Кваліметрія – галузь знань, що охоплює методи отримання кількісних оцінок якості будь-яких об'єктів, пов'язаних з діяльністю людини. Кваліметричні методи дають можливість оцінювати якість продукції, промислового обладнання, процесів та інших матеріальних та нематеріальних об'єктів навіть в тому випадку, коли її неможливо безпосередньо виміряти. З одного боку, це основна перевага кваліметрії, але в цьому полягає і основна обмеженість, оскільки відсутній єдиний підхід до отримання та подання результатів оцінювання. Для того щоби оцінювання якості могло бути хоча б опосередковано віднесене до різновиду вимірювань, передусім доцільно сформулювати і встановити вимоги до способів нормування характеристик, що відповідають за єдність, точність та вірогідність результатів оцінювання.

Оскільки оцінювання якості продукції переважно ґрунтується на вимірюванні, то, очевидно, має його ознаки. Під час вимірювань теоретично отримують значення фізичної величини, а фактично інтервал значень, які з достатнім ступенем обґрунтування можна приписати певній характеристиці властивостей об'єкта дослідження. За аналогією під час оцінювання якості продукції теоретично одержують кваліметричну оцінку (КО) виробу, а фактично інтервал значень, який з достатнім ступенем обґрунтування характеризує якісні властивості цього виробу. З іншого боку оцінювання якості продукції має ознаки, подібні до процесів контролю і випробувань продукції. Так само, як і в задачах випробувань, коли порівнюється інтервал значень, який характеризує певну властивість виробу з інтервалом допустимих значень окремого показника якості (ПЯ) і приймається певне рішення за цим виробом, в задачах кваліметрії теж відбувається порівняння з допустимими значеннями і приймаються відповідні рішення. Однак градацій поділу виробів порівняно з контролем повинно бути значно більше. Відповідно доцільно для продукції, якість якої оцінюється, ввести поняття якісного рівня (ЯР). На проміжку допустимих значень ПЯ такі рівні задавалися б у вигляді інтервалів, кожному з яких було б присвоєно відповідне значення градації якості. Тоді рішення за об'єктом оцінювання, наприклад, партією продукції чи окремим виробом можуть бути сформульовані так – “встановлено, що партія виробів відповідає певному ЯР”, “підтверджено (заперечено), що виріб відповідає певному ЯР” тощо. Причому, якщо врахувати, що кваліметричне оцінювання переважно доцільне тоді, коли є можливість порівняння однотипних виробів, то найпоширенішим кінцевим висновком може бути “певний виріб більш (менш) якісний, ніж однотипний виріб іншого виробника”, “певний виріб відповідає вищому (нижчому) ЯР, ніж однотипний виріб іншого виробника” або “вироби належать до того самого ЯР”. Надалі під КО об'єкта оцінювання будемо розуміти її відповідність певному якісному рівню.

Продовжуючи шукати аналогії з вимірюванням та контролем і випробуванням продукції, звернемося до їхніх характеристик якості. Згідно з [1] вимірювання є специфічним видом діяльності, результати якої оцінюють певними якісними характеристиками (параметрами). Так само подібні характеристики передбачені і для випробувань [2]. Найвживанішими є точність, похибки (тільки для вимірювань), правильність, збіжність, відтворюваність результатів, а також їхня вірогідність. Причому точність для вимірювань трактується як узагальнений параметр, що охоплює правильність, збіжність, відтворюваність результатів [3]. Отже, на основі викладеного вище, складовими, які характеризують якість кваліметричної оцінки продукції, або, інакше кажучи, визначають ступінь нашої довіри до КО, є також точність вимірювань та вірогідність отриманих результатів.

**Складові точності КО продукції.** На рисунку показано складові точності, від яких залежить якість кваліметричного оцінювання, а саме характеристики точності методу вимірювання значень окремого ПЯ та точності методики визначення якісного рівня продукції (ЯРП) за окремим ПЯ. Поняття точності оцінювання ЯРП за всіма ПЯ з метрологічного погляду, очевидно, не є коректним, оскільки йдеться про взаємне опрацювання значень ПЯ різної фізичної природи.

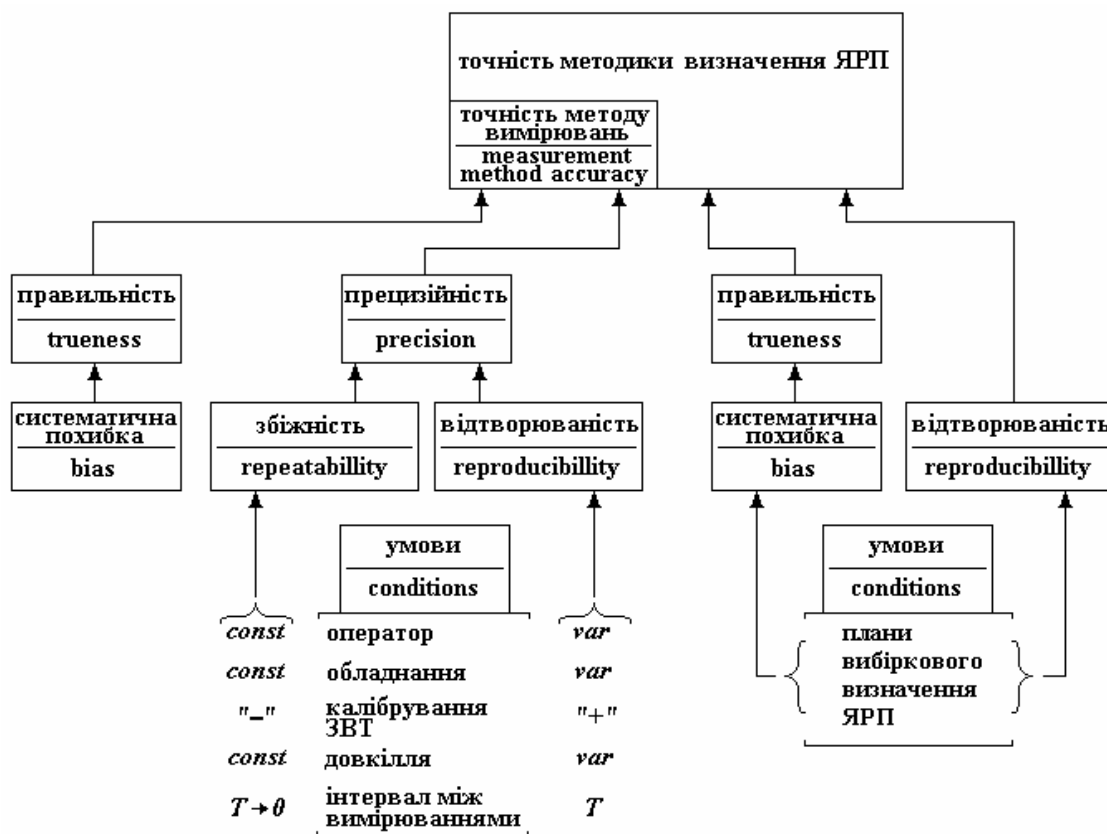


Схема забезпечення точності вимірювань значень ПЯ

Складові точності вимірювань за цією схемою забезпечуються виконанням вимог до вимірювальних лабораторій згідно з [3]. Якщо застосувати положення названого стандарту до методик визначення ЯРП, то зазначені в ньому умови збіжності і відтворюваності вимірювань треба доповнити впливом властивостей партії продукції, що приведе до специфічних складових відтворюваності і правильності визначення ЯРП. Їхня поява залежить від об'єкта оцінювання та плану визначення ЯРП і не пов'язана з характеристиками точності ЗВТ та методики вимірювального експерименту, але внесок в загальну непевність (невизначеність) оцінки ЯРП може бути істотнішим відносно названих складових. Окрім того, значення цієї складової може бути визначеним лише для конкретної партії продукції і лише експериментально.

Оскільки КО стосуються об'єкта, для якого визначається ЯР, а результат досліджень під час вимірювального експерименту до одиничного виробу, зразка, проби або частини, взятої від цього об'єкта, то отримані результати можуть не збігатися з переважною більшістю фактичних значень ПЯ об'єкта. Переважно це залежить від прийнятого способу відбору проб, їх підготовки до досліджень та способу обробки даних.

**Складові вірогідності КО продукції.** Ще одним джерелом одержання невідповідної КО можуть бути похибки вимірювань значень ПЯ зразків, коли виріб, віднесений до певного ЯР, фактично відповідає іншому рівню якості, а також сама номенклатура ПЯ. Для цього показники якості виробу необхідно розділити на три групи: 1) ПЯ, що не визначають ЯР виробу і можуть бути оцінені кількісно  $i = 1, 2, \dots, k'$ ; 2) ПЯ, що визначають ЯР виробу і можуть бути оцінені кількісно  $i = k'+1, k'+2, \dots, k'+k''$ ; 3) ПЯ, що визначають ЯР виробу і не можуть бути оцінені  $i = k'+k''+1, k'+k''+2, \dots, k'+k''+n$ . Для того, щоби теоретично віднести виріб до певного ЯР, значення його ПЯ  $i = k'+1, k'+2, \dots, k'+k''+n$ , що належать до другої і третьої груп, повинні лежати у межах відповідних інтервальних значень цього ЯР. Фактично виріб належить до свого ЯР на основі знаходження значень показників  $i = 1, 2, \dots, k'+k''$ .

Отже, під час визначення ЯРП, за аналогією з контролем, є необхідність оцінювати ризики при прийнятті рішень щодо відповідності продукції певному ЯР та вірогідність, з якою отримана КО.

Вірогідність контролю є важливою характеристикою, яка визначає ступінь об'єктивності відображення результатами контролю технічного стану контрольованого виробу. Відповідно вірогідність КО виробу повинна визначати правильність технічного рішення, яке приймається щодо ЯР цього виробу. Подібно, як вірогідність контролю ґрунтується на оцінці помилок першого і другого родів або ризиків виробника та замовника, то можна ввести поняття кваліметричного ризику, який буде стосуватися суб'єктів, що є відповідно виконавцем і "споживачем" оцінювання. Ризик того, що продукція з фактично вищим ЯР буде визнана менш якісною, будемо вважати ризиком постачальника (оцінювача), а ризик того, що продукція з нижчим ЯР буде визнана якіснішою – ризиком споживача [4].

Кількісно вірогідність, як і під час контролю, зручно відображати у вигляді ймовірності правильного опису якісних властивостей виробу показниками якості – назвемо це подією  $M$ , правильної КО об'єкта за результатами знаходження значень показників якості – подія  $I$  [5] та правильного відображення досліджуваною вибіркою якісних властивостей генеральної сукупності – подія  $S$ . За припущення, що події  $M$ ,  $I$  та  $S$  є незалежними, вірогідність отримання КО визначається ймовірністю сукупності подій  $M$ ,  $I$  та  $S$ , а саме

$$V = P(M \cdot I \cdot S) = P(M) \cdot P(I) \cdot P(S), \quad (1)$$

де  $P(M)$  – ймовірність події  $M$ , яку за аналогією з процесом контролю [6] назвемо методичною складовою вірогідності (МСВ) –  $V_M$ ,  $P(I)$  – ймовірність події  $I$  –, відповідно, інструментальна складова вірогідності (ІСВ) –  $V_I$  та  $P(S)$  – ймовірність події  $S$  – статистична складова вірогідності (ССВ) –  $V_S$ .

МСВ, ІСВ та ССВ КО отримують через відповідні ризики, застосувавши аналогію з контролем. Пропонується визначати їхню оцінку на основі міркувань, викладених в [5]. Відповідно МСВ буде шукатись через ризики  $R_M$  як

$$V_M = 1 - P(R_M) = 1 - \alpha_M - \beta_M, \quad (2)$$

де  $P(R_M)$  – ймовірність того, що виріб, визнаний відповідним до ЯР, фактично відповідає іншому рівню якості – вищому – ризик оцінювача  $\alpha_M$ , або нижчому – ризик споживача  $\beta_M$ .

ІСВ оцінювання ЯР теж можна виразити через відповідні ризики  $R_{I_N}$ , серед яких ризик оцінювача – будемо трактувати як помилки першого роду та ризик споживача – помилки другого роду [4], а саме

$$V_I = 1 - P(R_{I_1}) - P(R_{I_2}) - \dots - P(R_{I_N}) - \dots - P(R_{I_{K-1}}) - P(R_{I_K}) = 1 - \sum_{N=1}^K \alpha_{I_N} - \sum_{N=1}^K \beta_{I_N} \quad (3)$$

де  $K$  – кількість ЯР (1-й рівень – найвищий);  $P(R_{I_N})$  – ймовірність того, що виріб, віднесений до  $N$ -го ЯР, фактично відповідає іншому рівню якості – вищому – ризик оцінювача  $\alpha_{I_N}$  або нижчому – ризик споживача  $\beta_{I_N}$ .

А ССВ буде шукатись через ризики  $R_S$ , пов'язані лише з інтересами споживача

$$V_S = 1 - P(R_S) = 1 - \beta_S, \quad (4)$$

де  $P(R_S)$  – ймовірність того, що виріб, визнаний відповідним до ЯР, фактично відповідає нижчому рівню якості – ризик споживача  $\beta_S$ .

Тоді вірогідність КО виробу буде мати вигляд

$$\begin{aligned} V &= V_M \cdot V_I \cdot V_S = [1 - P(R_M)] \times \\ &\times [1 - P(R_{I_1}) - P(R_{I_2}) - \dots - P(R_{I_N}) - \dots - P(R_{I_{K-1}}) - P(R_{I_K})] \times [1 - P(R_S)] = \\ &= (1 - \alpha_M - \beta_M) \times \left( 1 - \sum_{N=1}^K \alpha_{I_N} - \sum_{N=1}^K \beta_{I_N} \right) \times (1 - \beta_S) \end{aligned} \quad (5)$$

Очевидно, що МСВ оцінювання ЯР визначається правильним вибором ПЯ. З одного боку, вони повинні максимально широко описувати якісні властивості виробу, а з іншого – повинні бути придатними для перевірення і підтвердження відповідності цих властивостей. Якщо немає надлишкових ПЯ та показників, що не контролюються, але є визначальними для ЯР виробу, то МСВ прямує до одиниці.

Оскільки ІСВ оцінювання ЯР ґрунтується на ПЯ, що можуть бути оцінені кількісно чи якісно, то їхній перелік повинен містити лише такі показники, що є визначальними для КО виробів чи для порівняльної характеристики однотипних виробів. І, звичайно, для отримання високої ІСВ вирішальною є точність вимірювання значень параметрів, що забезпечується належними ЗВТ та їхнім відповідним метрологічним забезпеченням.

Висока вірогідність статистичної складової КО забезпечується дотриманням планів вибіркового контролю при статистичних дослідженнях згідно з [7].

**Висновки.** Порівнюючи однотипні вироби, віднесені до певних ЯР, треба мати критерій, що характеризує ступінь довіри до результатів оцінювання. Таким критерієм може бути вірогідність КО. Якщо припустити ситуацію, коли, за результатами оцінювання двох однотипних виробів різних виробників, перший – віднесено до вищого ЯР, однак з вірогідністю нижчою, ніж у другого, то як в такій ситуації приймати остаточне рішення для порівняння цих виробів? Можливим є висновок, що споживач надасть перевагу виробу з нижчою, але вірогіднішою КО, ніж виробу, який віднесений до вищого ЯРП, але з невисокою вірогідністю. Отже, ступінь довіри до результатів оцінювання порівнюваних виробів повинен бути однаковим.

Для порівняння в метрології таким критерієм є довірча імовірність. За припущення відомого закону розподілу з певною заданою довірчою імовірністю визначають гарантійний інтервал, в

якому лежить вимірне значення, з тією лише різницею, що імовірність і відповідно ступінь довіри задають залежно від завдань вимірювань.

Для завдань оцінювання ЯРП вірогідність оцінки залежить від багатьох факторів [5] і, відповідно, є визначуваною, а не заданою характеристикою, для якої теж необхідно встановлювати гранично допустиме значення. Причому не менш важливою, ніж сама КО. Можна припустити, що найкращий спосіб порівняти якість виробів – це знайти ймовірність, з якою кожний з них належить до певного умовного ЯР. В імовірнісні характеристики можна закласти і близькість до номінального значення, і ступінь розкиду випадкових відхилень ПЯ (групова та міжгрупова дисперсії), і врахування кваліметричних ризиків (ризик оцінювача та ризик виробника), і відтворюваність результатів оцінки [5, 8].

Важливими показниками, що характеризують якість КО, також є складові точності, з якою отримані результати вимірювання значень ПЯ, а саме правильність і відтворюваність результатів визначення ЯРП за окремим ПЯ. Низька відтворюваність або великий розкид значень ПЯ досліджуваних зразків можуть опосередковано самі свідчити про невисоку якість досліджуваного об'єкта.

1. ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення. 2. Артемьев Б.Г. Голубев С.М. Справочное пособие для работников метрологических служб. – М: Изд. стандартов, 1990. 3. ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-1:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 1. Основні положення та визначення. 4. Бойко Т.Г., Бубела Т.З., Походило Є.В. Оцінювання вірогідності визначення показників якості продукції // Матеріали XIII Міжнародної конференції з автоматичного управління (Автоматика-2006) м. Вінниця, 25–28 вересня 2006. – УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2007. – С. 158–161. 5. Бойко Т.Г., Бубела Т.З. Аналіз складових вірогідності результатів оцінювання якісного рівня продукції // Наукові праці (том 1) V Міжн. науково-технічної конференції Метрологія–2006. Харків 10–12 жовтня 2006. – С. 55–57. 6. Дунаев Б.Б. Точность измерений при контроле качества. – К: Техніка, 1981. 7. ДСТУ ISO/TR 8550:2004 Статистичний контроль. Настанови щодо вибору системи, схеми або плану вибіркового приймального контролю для окремих виробів у партіях (ISO/TR 8550:1994, IDT). 8. Бойко Т.Г., Бубела Т.З. Столярчук П.Г. Оцінювання якісного рівня як імовірнісна задача // Методи та прилади контролю якості. – 2006. – № 16. – С. 73–76.

УДК 536.5

І.П. Микитин

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра інформаційно-вимірювальних технологій

## МЕТОДИЧНІ ПОХИБКИ ШУМОВИХ ТЕРМОМЕТРІВ З РІЗНИМИ СТРУКТУРАМИ ВХІДНОГО КОЛА

© Микитин І.П., 2009

**Проаналізовано моделі методичної похибки шумових термометрів за використання у вхідному колі одноканальних та двоканальних підсилювачів.**

**It was analyzed models of methodical error of noise thermometer at the use one - and two-channel strengtheners in the input circle.**

**Постановка проблеми.** У шумовій термометрії вимірюваним сигналом є середнє значення