

УДК 621.317.73

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОВІРИ СПОЖИВАЧА ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНЮВАННЯ ЯКІСНОГО РІВНЯ ПРОДУКЦІЇ

© Бойко Тарас, 2008

Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації,
вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Виконано аналіз складових, які впливають на точність визначення якісного рівня продукції та вірогідність отриманої оцінки. Показано, що основною характеристикою якості такої оцінки є її вірогідність.

Выполнен анализ составляющих, которые влияют на точность определения качественного уровня продукции и достоверность полученной оценки. Показано, что достоверность – основная характеристика качества такой оценки.

Analysis of the components, which affect the precision of a production qualitative level as well as the reliability of the gained estimation, is made. It is shown that the main quality characteristic of this estimation is its reliability.

Вступ. Кінцевою метою оцінювання якісного рівня продукції (ЯРП) є прийняття рішення (висновку) про якісний рівень (ЯР) конкретного виробу. Рішення приймається за результатами експериментального визначення значень показників якості (ПЯ) виробу і сформульоване так: “встановлено, що виріб відповідає певному ЯР”, “підтверджено (заперечено), що виріб відповідає певному ЯР” тощо. Причому, якщо врахувати, що оцінювання ЯРП переважно доцільне тоді, коли є можливість порівняння однотипних виробів, то найпоширенішим кінцевим висновком може бути “певний виріб більш (менш) якісний, ніж такий самий інший виріб”, “певний виріб відповідає вищому (нижчому) ЯР, ніж такий самий інший виріб” або “вироби належать до того самого ЯР”. Порівняння може відбуватися на основі порівняння виробу з базовим або іншим виробом, а також з умовним виробом, ЯР якого заданий у вигляді моделі.

Учасниками оцінювання ЯРП і прийняття рішення є виробники-фахівці, експерти, фахівці випробувальних (вимірювальних) або інших дослідних лабораторій і, врешті-решт, самі безпосередні споживачі виробу. Рішення приймається під час оцінювання декілька разів. Особами, що приймають рішення (ОПР), є виробник (оцінювач, що репрезентує інтереси виробника), замовник (експерт або оцінювач, що репрезентує інтереси замовника) та конкретний споживач виробу (експерт або оцінювач, що репрезентують інтереси споживача). Причому ОПР – представники другої та третьої сторони обов’язково порівнюватимуть власні висновки з висновками попередніх учасників. З іншого

боку, два перші учасники оцінювання обов’язково повинні ґрунтувати свої висновки на результатах фахівців, які виконують вимірювання, випробування або інше експериментальне визначення для отримання значень показників якості.

Для третього учасника часто немає сенсу (додаткові витрати коштів, часу) залучати фахівців до оцінювання ЯРП, але у виняткових ситуаціях (наприклад, висока вартість виробу) таке може практикуватися.

Залежно від виду продукції і програми дослідження, а також від важливості результатів оцінювання ЯРП для ОПР об’єктом оцінювання може бути одиничний виріб або партія виробів, які піддаються суцільним або вибіркоvim дослідженням. Об’єктом дослідження теж може бути модель або макет виробу. Причому рішення про результат оцінювання може стосуватися безпосередньо моделі, а іноді виробу, який моделюється. Модель у такому разі відіграє роль зразка для дослідження, а результати екстраполюються на виріб.

Треба урахувати, що в умовах багатосерійного виробництва всі експериментальні дослідження, зокрема вимірювання (випробування) з метою встановлення ЯРП, переважно, є вибілковими, можуть виконуватися у різних лабораторіях, різними операторами, з використанням іншого обладнання, а продукція, яка підлягає оцінюванню ЯР та за якою приймається рішення, часто може бути нестабільною в часі, неоднорідною або значно залежати від перебігу чи умов експерименту.

Забезпечення точності вимірювання значень

ПЯ. Вимоги до характеристик точності методів та результатів вимірювань (випробувань) регламентують національний [1] та міжнародний [2] стандарти. Зокрема, останній подає визначення величин, які характеризують з кількісного погляду здатність методу дати правильний результат чи повторити правильний результат, і встановлює такі показники точності вимірювань (випробувань) – “правильність” та “прецизійність”. Термін “правильність” характеризує ступінь наближення середнього арифметичного великої кількості результатів вимірювань до істинного чи прийнятого опорного (еталонного) значення [2], а “прецизійність” – ступінь наближення результатів вимірювань один до одного. Загальний термін “точність” застосовують в [2] як до результатів вимірювань, так і до результатів випробувань. Надалі будемо користуватись лише поняттям “точність результатів вимірювань”, передбачаючи, що він охоплює як правильність, так і прецизійність результатів і вимірювань і випробувань.

Термін “прецизійність” не означений в [1] і тому інтерпретується лише згідно з [2] як характеристика якості вимірювань, зумовлена немінучими випадковими похибками, які характерні для кожної вимірювальної процедури, а також чинниками, що впливають на результат вимірювання і не піддаються повному контролю. Під час порівняння результатів вимірювань ПЯ цю мінливість треба враховувати. Наприклад, не можна виявити якої-небудь істотної різниці в ЯР двох різних виробів, якщо розходження між результатами їхніх досліджень лежать у інтервалі випадкових похибок вимірювальної процедури.

На мінливість результатів вимірювань, виконаних за одним методом, крім різниці між ймовірно ідентичними зразками, можуть впливати різні чинники, а саме:

- зміна оператора;
- зміна обладнання;
- калібрування обладнання;
- параметри довкілля (температура, вологість, забрудненість повітря тощо);
- проміжок часу між вимірюваннями.

Різниця між результатами вимірювань, що виконані різними операторами або з використанням різного обладнання, як правило, буде більшою, ніж між результатами вимірювань, виконаними за короткий проміжок часу одним оператором з використанням

одного і того самого обладнання. Отже, прецизійність є загальним терміном для вираження мінливості повторних вимірювань.

Для практичного подання мінливості методу вимірювань стандартом [2] встановлено дві умови прецизійності, котрі названі умовами збіжності та відтворюваності. В умовах збіжності перераховані раніше чинники вважаються сталими і не впливають на мінливість. В умовах відтворюваності усі ці чинники можуть змінюватися разом чи зокрема і впливатимуть на мінливість результатів вимірювань. Тобто збіжність та відтворюваність є двома крайніми випадками прецизійності, де перший характеризує мінімальну, а другий – максимальну мінливість результатів. Передбачено також інші проміжні умови між цими крайніми умовами прецизійності, коли один чи кілька чинників можуть змінюватися. Оцінку прецизійності виражають, як правило, через непевність (невизначеність) [3] тобто в одиницях стандартного відхилення (середньоквадратичного відхилення).

Про правильність методу вимірювань доцільно говорити, коли можна прямо чи опосередковано подати умовно істинне значення вимірюваної величини. Хоча для деяких методів вимірювань умовно істинне значення не може бути відомим, але, наприклад, існує можливість користуватись прийнятим опорним (еталонним) значенням вимірюваної величини, наприклад, коли у розпорядженні є відповідні стандартні зразки (reference materials – англ.). Опорне прийняте значення також може бути встановлене посиланням на інший метод вимірювання або приготуванням базового зразка продукції з відомими значеннями ПЯ. За цих умов правильність того чи іншого методу вимірювань може бути досліджена через порівняння прийнятого опорного значення з рівнем результатів, отриманих за цим методом. Правильність, як правило, виражають в одиницях систематичної похибки (зміщення, bias – англ.).

Забезпечення точності визначення ЯРП за окремим ПЯ. На рис. 1 показано складові, від яких залежить якість оцінювання ЯРП, а саме від характеристик точності методів вимірювань значень окремих ПЯ та точності методики визначення 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.

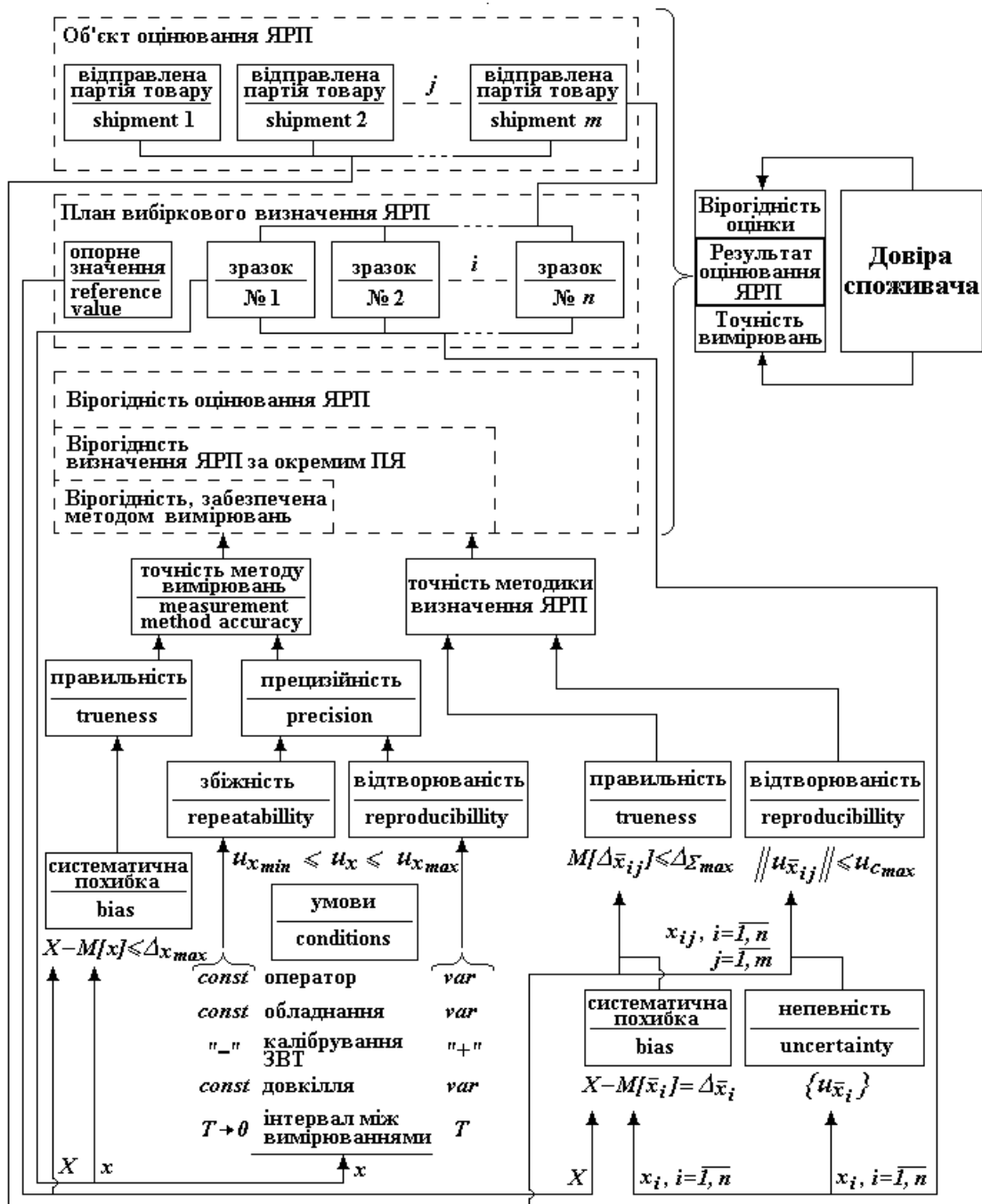


Схема забезпечення довіри споживача до результатів оцінювання ЯРП

Складові точності вимірювань за поданою схемою забезпечуються виконанням вимог до вимірвальних лабораторій згідно з [2]. Якщо застосувати положення цього нормативного документа до методів визначення ЯРП, то зазначені у ньому умови збіжності і відтворюваності вимірювань необхідно 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 вимірвального експерименту, але внесок в загальну непевність (невизначеність) оцінки ЯРП може бути істотним. Окрім того, значення цієї складової може бути визначеним лише для конкретної партії продукції і лише експериментально.

Можна провести аналогію між поняттям відтворюваності для результатів вимірювань значень ПЯ і відтворюваності для результатів визначення ЯРП за окремим ПЯ. Як вже зазначалося, під час вимірювань значень однієї і тієї самої фізичної величини прецизійність, а, значить і відтворюваність повністю охоплюється поняттям точності вимірювань. Тобто якщо границі випадкової складової похибки визначені з певною довірчою ймовірністю для деякої атестованої методики виконання вимірювання, то цим самим визначена і відтворюваність результатів вимірювань при точному дотриманні цієї методики.

Так само під час визначення характеристик властивостей поодинокого об'єкта – зразка з незмінними у часі ПЯ відтворюваність повністю охоплюється поняттям точності експерименту за умови, що він виконується за атестованою методикою і якщо ця методика використовується при повторних дослідженнях.

Однак описані ситуації з визначенням характеристик властивостей поодинокого об'єкта з незмінними характеристиками на практиці не відбуваються. Переважно об'єктом оцінювання є партія виробів і значення ПЯ можуть бути неоднорідними або нестабільними у часі. Тому необхідно розмежовувати вплив на відтворюваність результатів визначення ЯРП якості самих вимірювань, яка фактично характеризується точністю їхнього виконання за певною методикою, та якості продукції у вигляді її неоднорідності та нестабільності параметрів.

Це можна реалізувати за допомогою атестації методик визначення ЯРП, для якої застосовуватиметься спеціальний базовий або стандартний зразок з відомим значенням ПЯ. Під час атестації методики отримуються оцінки показників точності, які забезпечуються цією методикою з відомою довірчою ймовірністю. Повинні бути вилучені фактори, які залежать від об'єкта оцінювання ЯРП. Застосування базового зразка дасть змогу також оцінити правильність методики визначення ЯРП, яка інакше теж не піддається визначенню.

Отримані показники точності методики визначення ЯРП за окремим ПЯ гарантуватимуться з певною довірчою ймовірністю під час подальших досліджень. А вже з допомогою атестованої методики можна виділити вплив на відтворюваність досліджень неоднорідності об'єкта.

Забезпечення вірогідності оцінки ЯРП. Оскільки результати оцінювання стосуються об'єкта, для

якого визначається ЯР, а результат досліджень під час вимірювального експерименту – одиничного виробу, зразка, проби або частинки, 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, способу їхньої підготовки до випробувань та способу оброблення даних. З іншого боку, не усі ПЯ продукції визначаються із застосуванням вимірювальних методів, для яких основною характеристикою якості є точність одержаних результатів. Для таких результатів необхідно застосовувати інші параметри, що визначають їхню якість. Сказане є аргументом на користь того, що необхідні універсальніші характеристики, що визначали б якість або, іншими словами, об'єктивність результатів оцінювання ЯРП.

Для прикладу важливою характеристикою, яка визначає ступінь об'єктивності відображення результатами контролю технічного стану контрольованого виробу є його вірогідність. Відповідно, вірогідність оцінювання якості виробу повинна визначати правильність технічного рішення, яке приймається щодо якісного рівня цього виробу. Кількісно вірогідність, як і при контролі, зручно відображати у вигляді ймовірності, з якою визначається оцінка і приймається рішення щодо виробу.

Вірогідність оцінювання ЯРП визначається правильністю опису якісних властивостей виробу контрольованими параметрами – показниками якості, правильністю оцінювання якості виробу через кількісні та якісні значення цих показників та правильністю відображення досліджуваною вибіркою якісних властивостей генеральної сукупності [4].

За аналогією з оцінкою відповідності (контролем) продукції, коли передбачено лише дві градації – відповідна та невідповідна (брак), під час оцінювання якості продукції відбувається її поділ за декількома ЯР, тобто на вироби, що мають різний рівень якості. При визначенні ЯРП, за попередньою аналогією, є необхідність оцінювання ризиків при прийнятті рішень щодо відповідності продукції певному якісному рівню та вірогідність визначеного рівня якості.

Оскільки вірогідність контролю ґрунтується на оцінці так званих помилок першого і другого роду 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 рівнем якості буде визнана менш якісною, будемо вважати ризиком постачальника (оцінювача), а

ризик того, що продукція з нижчим рівнем якості буде визнана якіснішою – ризиком споживача [5].

Як видно з рисунка, інтегральний результат оцінювання ЯРП як складного опосередкованого дослідження формуватиметься з результатів якісних чи кількісних (вимірювання) оцінок за кожним окремим ПЯ кожного окремого зразка. Для отримання результату оцінювання ЯРП застосовують методи якісного або кількісного оцінювання за кожним окремим ПЯ, методики визначення ЯРП за окремими ПЯ та методику оцінювання ЯРП за всіма ПЯ. Відповідно очевидно, що оцінка сумарної вірогідності оцінювання ЯРП залежатиме від вірогідності, що забезпечуватиметься методом якісного чи кількісного оцінювання окремого ПЯ кожного окремого зразка, вірогідності, яку забезпечує методика визначення ЯРП за окремим ПЯ та вірогідності, забезпечуваної методикою оцінювання ЯРП за усіма ПЯ.

З вищеподаного можна зробити висновок – для оцінювання та прийняття рішення про якісний рівень виробу основним показником, що характеризує якість оцінки, є вірогідність, з якою ця оцінка отримана. І хоча традиційно для будь-якого дослідження ступінь довіри до результату визначається точністю одержання оцінки, у оцінюванні ЯРП ступінь довіри до результату доцільно ґрунтувати на оцінці вірогідності висновків і результатів оцінювання.

Поряд з тим, важливими показниками також є точність, з якою отримані результати вимірювання значень ПЯ, та правильність і відтворюваність результатів визначення ЯРП за окремим ПЯ. Низька відтворюваність або великий розкид значень ПЯ досліджуваних зразків можуть самі опосередковано свідчити про якість досліджуваного об'єкта (велика дисперсія однозначно негативно свідчатиме про якісний рівень продукції).

Висновки. Порівнюючи однотипні вироби, зараховані до певних ЯР за результатами оцінювання їхньої ПЯ, треба мати критерій, що характеризує ступінь довіри до результатів оцінки. Якщо припустити ситуацію, коли, за результатами оцінювання двох однотипних виробів різних виробників, перший – зараховано до вищого ЯР, однак з вірогідністю нижчою, ніж у другого, то, як в такій ситуації приймати остаточне рішення для порівняння цих виробів? Очевидно, що завдання поставлено некоректно. Можливим є парадоксальний висновок, коли споживач може віддати перевагу виробу з нижчою, але вірогіднішою оцінкою, ніж виробу, що віднесений до вищого ЯРП, але з невисокою вірогідністю.

Ступінь довіри до результатів оцінювання порівнюваних виробів повинен бути однаковий. Для порівняння, у метрології такою характеристикою є довірча імовірність. За припущення відомого закону розподілу, з певною заданою довірчою імовірністю визначають гарантійний інтервал, в якому лежить виміряне значення. З тією лише відмінністю, що довірчу імовірність і, відповідно, ступінь довіри задають залежно від завдань вимірювань. Для завдань оцінювання ЯРП вірогідність оцінки залежить від багатьох факторів [4] і, відповідно, є визначуваною, а не заданою характеристикою. Причому, як вже зазначалось, не менш важливою, ніж сам результат оцінки. Можна припустити, що найкращий спосіб порівняти якість виробів, – це знайти ймовірність, з якою кожний з них належить до певного умовного ЯР. У імовірнісні характеристики можна закласти і близькість до номінального значення і ступінь розкиду випадкових відхилень ПЯ (групова та міжгрупова дисперсії) та урахування кваліметричних ризиків (ризик оцінювача та ризик виробника) і відтворюваність результатів оцінки [5, 6].

Високий рівень довіри забезпечується тоді, коли є упевненість у тому, що отримані результати оцінювання ЯРП відображають реальний стан якості виробів. Для цього необхідно розмежувати вплив на вірогідність результатів оцінювання ЯРП, пов'язаний з точністю вимірювань, який забезпечується дотриманням вимог конкретною лабораторією, і вплив, пов'язаний з властивостями оцінюваної продукції.

1. ДСТУ 2681 Метрологія. Терміни та визначення.
2. ДСТУ ГОСТ ІСО 5725-1:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 1. Основні положення та визначення.
3. *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement: First edition.* – ISO, Switzerland, 1993.
4. 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.
5. Бойко Т.Г., Бубела Т.З., Походило С.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.
6. 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.