

Чайковський С.Ю.

Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз
Служби безпеки України

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИК ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЯКОСТІ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ЯК АКТУАЛЬНИЙ НАПРЯМ ДОСЛІДЖЕНЬ

Здійснено дослідження, структурування та розробку методики оцінювання рівня якості під час проведення випробувань продукції. Визначено принципи проведення оцінки якості продукції. Структуровано такі основні завдання оцінки якості, як формування різних (економічних, технічних, ергометричних, гігієнічних та ін.) вимог до продукції, достовірні оцінка досягнутого рівня якості продукції шляхом проведення випробувань, контроль якості продукції в процесі виробництва і приймання продукції замовником тощо. Підкреслено, що в процесі проектування метрологічне забезпечення спрямоване на досягнення необхідних характеристик розроблюваної продукції шляхом науково обґрунтованого вибору методів вимірювань; визначення сукупності параметрів і характеристик, що підлягають вимірам; установа значень допустимих відхилень на кожен із параметрів; обліку умов проведення вимірювань; використання необхідних засобів, що забезпечують вимір і контроль обраних параметрів і характеристик виробів і технологічних процесів із необхідною точністю; правильного виконання вимірювань і обробки їх результатів відповідно до стандартизованих методик або інноваційних, що підлягають розробленню. Здійснено розроблення послідовності та етапів проведення робіт зі створення методики оцінювання рівня якості під час проведення випробувань. Запропоновано та математично обґрунтовано шкали оцінювання якості під час проведення випробувань, які використовуються як формування відносин властивостей або їх заходів на вимірюваній множині. Зазначено, що кожна з наведених шкал оцінювання якості під час проведення випробувань має свою сферу застосування, однак вони не є взаємозамінними та застосовуються окремо одна від одної. Наголошено, що за умов комплексної оцінки якості під час проведення випробувань оцінюються найважливіші показники якості, від яких залежить придатність продукції.

Ключові слова: методика, розробка, якість, випробування, продукція, кваліметрія, метод, метрологія, характеристика, стандартизація.

Постановка проблеми. У забезпеченні високоякісних показників зразків продукції, що випускаються на підприємстві, першочергова роль належить достовірним вимірам технічних параметрів: без правильно виконаних вимірювань не можна говорити про якість та надійність останніх. Достовірність результатів вимірювань залежить від обраних, методів і засобів вимірювань, а також від правильного визначення їх результатів, які повинні забезпечити єдність і необхідну точність. У процесі виробництва і експлуатації підтримка конкурентоспроможності продукції на необхідному рівні досягається за рахунок інформації, одержуваної в результаті:

– вимірювання метрологічних характеристик, що визначають якість вимірювання параметрів під час контролю, діагностики та прогнозування технічного стану;

– вимірювання режимів і умов функціонування продукції.

Метрологічне забезпечення якості продукції сприяє отриманню достовірної інформації і має дві

мети: її використання в процесах застосування за призначенням і управління технічним станом. Щоб конкретизувати призначення вимірювань і порядок їх виконання, доцільно розглянути основні етапи життєвого циклу продукції: підготовку до застосування, застосування за призначенням, технічне обслуговування, зберігання тощо.

Якість є найбільш узагальненою і водночас єдиною характеристикою предмета, що відбиває сукупність нескінченної кількості всіх його властивостей. Товар повинен володіти такою сукупністю фізико-механічних, хімічних, електричних та інших властивостей, яка становить його споживчу вартість і відповідає вимозі покупця товару.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні кілька років чимало як зарубіжних, так і вітчизняних учених, здійснили відкриття у сфері оцінювання рівня якості під час проведення випробувань продукції.

С.В. Дишлюк [1] провів дослідження методів метрології, її оцінку якості та основні завдання.

С.М. Бондаренко та А.Ю. Леус [2] розглянули диференційний, комплексний та експертний методи оцінювання рівня якості продукції на підприємстві та класифікацію показників якості.

Якість та надійність технологічних систем дослідили Г.П. Клименко, Я.В. Васильченко та М.В. Шаповалов [3]. У посібнику викладено основні поняття якості та надійності технологічних систем. Наведено роз'яснення до вивчення кваліметричного підходу до управління якістю, результати досліджень якості і надійності технологічних систем на прикладі збірного різального інструменту та процесів його експлуатації.

У [4] розглянуто основні теоретичні питання аналізу оцінки рівня якості і побудови системи якості продукції в машинобудівному виробництві, сучасні підходи і методи управління якістю, принципи організації виробництва, його сертифікації. Приділено увагу способам виявлення першопричин браку та оцінки їх впливу на якість.

В.Н. Шапошник, І.М. Щур, І.І. Сидорко, Р.П. Симонов та Е.В. Білоконь [5] висвітлюють питання забезпечення якості проведення випробувань у процесі акредитації випробувальних лабораторій. Авторами підкреслено, що проблема забезпечення якості продукції є комплексною (науковою, технічною, економічною та соціальною). У її вирішенні мають брати участь висококваліфіковані спеціалісти, які вільно володіють сучасними методами управління якістю (незалежно від того, в якому секторі вони працюють (державному чи приватному, на великих підприємствах чи в малому й середньому бізнесі, оскільки загальні принципи організації й забезпечення високої якості продукції та послуг не залежать від розміру підприємства)).

Із зарубіжних авторів варто вказати на роботи таких науковців: М.М.В. Abdullah, J.J. Tari [6], L.C.F.M. Barbosa, O. Oliveira, G. Santos [7], G.W. Corder, D.I. Foreman [8], M. Hollander, D.A. Wolfe, E. Chicken [9], A.S. Shirkorshidi, S. Aghabozorgi, T.Y. Wah [10], J. Uthayakumar, T. Vengattaraman, P. Dhavachelvan [11], K. Vasileiou, J. Barnett, S. Thorpe, T. Young [12], Y. Wooluru, D.R. Swamy, P. Nadesh [13] та ін.

Ураховуючи описані наукові напрацювання з теми, питання розробки методик оцінювання рівня якості під час проведення випробувань продукції залишається відкритим та потребує детального опрацювання.

Постановка завдання. Мета статті – дослідити, структурувати та розробити методики оцінювання рівня якості під час проведення випробувань продукції.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Необхідний рівень якості продукції закладається вже на етапі її розробки, реалізується на етапах технологічної підготовки виробництва і власне виробництва і підтримується у процесі експлуатації. При цьому вирішуються такі основні завдання:

- формування різних (економічних, технічних, ергометричних, гігієнічних та ін.) вимог до продукції;

- достовірна оцінка досягнутого рівня якості продукції шляхом проведення випробувань;

- контроль якості продукції в процесі виробництва і приймання продукції замовником тощо.

Очевидно, що контроль якості посідає важливе місце в розробці і виробництві продукції, оскільки використовується для своєчасного виявлення помилок, що допускаються під час розроблення для отримання повної і достовірної інформації про всі відхилення в процесі її виготовлення.

Досягнення високих показників у розроблюваних зразках продукції можливе за умов забезпечення необхідної точності і повноти вимірювань параметрів розроблюваних зразків, а також умов, за яких ці параметри вимірюються. У процесі розроблення зразків продукції вимірювання є одним з основних джерел отримання необхідної та достовірної інформації про досягнутий рівень технічних характеристик. Пояснюється це тим, що розрахунки, які виконуються під час проектування технічних систем, мають порівняно невисоку точність. Для отримання остаточних проектних рішень необхідні експериментальні дослідження характеристик і режимів роботи створюваних зразків продукції.

Результати вимірювань використовують також для своєчасного виявлення і попередження помилок і дефектів, допущених у проектуванні. Тому під час розроблення продукції проводять різні випробування дослідних зразків у різних лабораторіях, а також у реальних умовах експлуатації. При цьому основними засобами отримання інформації є різні вимірювальні прилади, системи і комплекси.

У процесі проектування метрологічне забезпечення спрямоване на досягнення необхідних характеристик розроблюваної продукції шляхом науково обгрунтованого вибору методів вимірювань; визначення сукупності параметрів і характеристик, що підлягають вимірам; установлення значень допустимих відхилень на кожен із параметрів; обліку умов проведення вимірювань; використання необхідних засобів, що забезпечують вимір і контроль обраних параметрів

і характеристик виробів і технологічних процесів із необхідною точністю; правильного виконання вимірювань і обробки їх результатів відповідно до стандартизованих методик або інноваційних, що підлягають розробці.

Наразі на підприємствах використовуються методики з оцінювання рівня якості під час проведення випробувань, відповідно до яких оцінюються окремі напрями (рівень відмов, показники надійності, технічний рівень, витрати на якість тощо). Сучасні методи оцінювання якості обмежуються проведенням контролю під час виготовлення продукції та проведення всіх видів досліджень, тобто практично виходить, що оцінюються зразки, які були виготовлені та надійшли в експлуатацію. Оцінка якості зводиться до перевірки характеристик виробів, тобто до проведення контрольних операцій із визначення відповідності показників якості тим нормам, які регламентовані нормативними вимогами.

Послідовність та етапи проведення робіт у межах нової методики оцінювання рівня якості під час проведення випробувань наведено на рисунку 1.

Наведена послідовність забезпечує розробку методики оцінки якості під час проведення випробувань із виокремленням у ній напряму з розроблення механізму визначення вагових коефіцієнтів показників експертними методами і з подальшою перевіркою достовірності отриманих результатів.

Методика оцінки якості під час проведення випробувань визначається видом шкал оцінювання, використовуваних для вимірів часткових показників, властивостей, параметрів, критеріїв, характеристик, показників якості тощо, порівнюваних об'єктів, а також варіантами «змішування» оцінок, отриманих за різними шкалами.

Шкали оцінювання якості під час проведення випробувань використовуються як формування відносин властивостей або їх заходів на вимірюваній множині.

У науковій літературі [10–13] пропонується низка шкал оцінювання якості під час проведення випробувань:

- шкала найменувань (далі – ШН);
- шкала порядку (далі – ШП);
- шкала інтервалів (далі – ШІ);
- шкала відносин (далі – ШВ);
- абсолютна шкала (далі – ША).

Шкала найменувань застосовується у разі порівняння кількох показників з еталоном. Однак під час застосування цієї шкали не визначається відповідність розміру (збільшення або зменшення) згідно з базовим (еталонним) показником, а визначається тільки належність або невідповідність. Застосування такої шкали є найбільш простим, але і найменш достовірним.

Математичний опис шкали найменування можна представити у вигляді відношення:

$$P_i = \text{або} \neq P_j \quad (1)$$

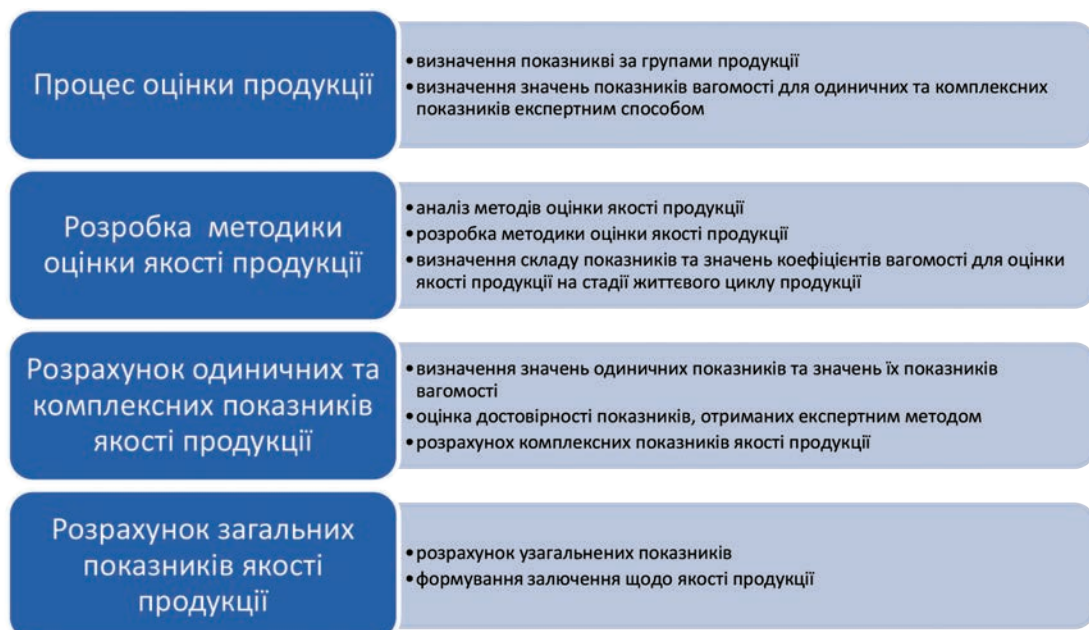


Рис. 1. Послідовність та етапи проведення робіт зі створення методики оцінювання рівня якості під час проведення випробувань

* власна розробка автора на основі [14]

де P_i – розмір, із яким порівнюють (базовий розмір);
 P_j – i -ий із порівнюваних розмірів ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)
 n – кількість порівнюваних розмірів.

В основі шкали порядку лежить послідовна низка значень, що дає структуроване представлення величин, що порівнюються за властивостями, ознаками або якостями. Процес зіставлення величин характеризується виявленням вимірвальних розмірів у порядку порівняння попереднього з наступним, із відокремленням кращого або гіршого. Під час виявлення однакових розмірів співвідношення встановлюється як однаково вагоме. Далі відбувається ранжування у порядку зростання (убування) отриманих значень. Результатом застосування шкали порядку є низка значень за шкалою порядку (убування, зростання) послідовності.

Математичний опис шкали порядку можна представити у вигляді відношення:

$$P_i = \text{або} \neq \text{або} < > P_j \quad (2)$$

де P_i – розмір, із яким порівнюють (базовий розмір);
 P_j – i -ий із порівнюваних розмірів ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)
 n – кількість порівнюваних розмірів.

Під час порівняння P_i і P_j визначають такі співвідношення: дорівнює ($=$), не дорівнює (\neq), більше ($>$), менше ($<$).

Застосування шкали інтервалів можливе у разі відсутності чисельних розмірів величин, що спостерігаються, але є значення відмінностей між пізнаваними зіставленнями розмірів. Як наслідок, на шкалі інтервалів фіксуються відмінності розмірів, що зіставляються у межах проведення дослідження. Ця форма представлення результатів є найбільш універсальною та досконалою, оскільки на шкалі інтервалів є умовні, але цілком певні одиниці вимірювань, що дозволяє чисельно охарактеризувати співвідношення параметрів, що вимірюються у межах дослідження.

Математичний запис шкали інтервалів має вигляд:

$$\Delta P_{i,j} = P_i - P_j \quad (3)$$

За шкалою інтервалів визначають такі співвідношення розмірів: більше ($>$), менше ($<$), дорівнює ($=$), не дорівнює (\neq), сума ($+$), різниця ($-$).

Головним аспектом шкали інтервалів є неможливість визначення того, у скільки разів один розмір більший або менший за інший.

Шкала відносин є найбільш повною вимірвальною шкалою, яка враховує як чисельне значення величини, так і математичне відношення вимірвального розміру P_i , що береться за одиницю виміру $[P]$.

Вимірювання за шкалою відносин у своїй основі визначає зіставлення невідомого розміру з відомим та представлення першого значення через друге у кратному або частковому відношенні.

Математичний запис оцінювання за шкалою відносин представляється у вигляді:

$$q_i = P_i / [P] \quad (4)$$

де $i = 1, 2, 3, \dots, n$;

n – номер розміру, що підлягає вимірюванню.

У межах шкали відносин лежить шкала інтервалів із заданим масштабом вимірювань у вигляді $[P]$, початком вимірювань завжди є нульовий елемент.

На основі того, що у межах шкали відносин визначаються такі значення вимірюваних розмірів, як дорівнює ($=$), не дорівнює (\neq), більше ($>$), менше ($<$), сума ($+$), різниця ($-$), множення (\times), ділення ($:$), є можливість говорити про доцільність та потенціал здійснення різних арифметичних дій під час проведення дослідження низки вимірів для отримання більш точного результату.

Шкала відносин найбільш прийнятна для реалізації методу оцінювання якості під час проведення випробувань, оскільки дає можливість представити більш повну картину отриманих чисельних значень у межах заданого інтервалу.

Щодо шкали абсолютних величин, то тут у основі закладено механізм визначення абсолютних кількісних значень вимірюваного показника, тобто відокремлення чистого показника. Властивості цієї шкали ідентичні зі шкалою відносин (із тією лише різницею, що величини, позначені на цій шкалі, мають абсолютні, а не відносні значення). Застосування цієї шкали рекомендовано у разі наявності неточних вимірів, оскільки шкала абсолютних величин є найбільш чутливою саме до таких показників.

Шкали абсолютних величин, інтервалів та відносин іменуються метричними. Головною причиною такого поділу є принцип побудови шкал, у зазначених трьох шкалах лежить принцип міри, або розміру.

Шкали порядку та найменувань є якісними або ж не зовсім визначеними стосовно істинної величини і за величиною відмінностей між ними.

Види шкал оцінювання якості під час проведення випробувань наведено у таблиці 1.

Кожна з наведених шкал оцінювання якості під час проведення випробувань має свою сферу застосування, вони не є взаємозамінними й застосовуються окремо одна від одної.

У межах застосування наведених шкал оцінювання якості під час проведення випробувань найбільш доцільно використовувати такі методи:

Порівняльний аналіз шкал оцінювання якості під час проведення випробувань [9; 10]

Характеристика	Шкала найменувань	Шкала порядку	Шкала інтервалів	Шкала відносин та абсолютних величин
Тип характеристики	Якісні характеристики		Кількісні характеристики	
Відношення	\neq	$\neq \langle \rangle$	$\neq \langle \rangle + -$	$\neq \langle \rangle + - \cdot /$
Результативність	Низька	Середня	Висока	Дуже висока
Чутливість до похибок	Низька	Середня	Висока	Дуже висока

– для визначення нормованих значень одиничних та узагальнених показників якості виробів – метод групового опитування;

– для розрахунку значень коефіцієнтів вагових одиничних показників якості – метод безпосередніх вимірювань, ранжування.

За комплексної оцінки якості під час проведення випробувань оцінюються найважливіші показники якості, від яких залежить придатність продукції.

Висновки. У роботі досліджено етапи розроблення методики оцінювання рівня якості під час проведення випробувань.

У процесі метрологічного забезпечення виробництва зразків продукції досягаються необхідні показники якості за допомогою об'єктивного вимірювального контролю кожної операції технологічного процесу, взаємозамінності виробів, що виготовляються, підвищення продуктивності за рахунок автоматизації процесів вимірювань і вимірювального контролю, збільшення стабіль-

ності технологічних процесів і зниження витрат на усунення недоліків.

Висока якість випущених зразків продукції залежить від стабільності виробництва і не є можливою без достовірної інформації про якість вихідних матеріалів, сировини, напівфабрикатів, режимів і параметрів технологічних процесів. Уся ця інформація, одержувана за допомогою різноманітних вимірів, є основою управління якістю продукції, що випускається. Зважаючи на це, контроль, який раніше розглядався як вимушена, але небажана процедура, стає невід'ємною частиною сучасного технологічного процесу виготовлення продукції.

Існування значної кількості методів оцінювання рівня якості продукції під час проведення випробувань говорить про те, що проблема оцінювання якості є досить складним завданням, а проведені дослідження показали, що відсутні об'єктивні методи за кількісним оцінюванням якості, які б застосовувались як виробниками, так і споживачами продукції.

Список літератури:

1. Дишлок С.В. Методи оцінювання якості продукції. *Студентський науковий вісник МНАУ*. 2017. Вип. 2 (10). С. 66–70.
2. Бондаренко С.М., Леус А.Ю. Оцінка рівня якості продукції на підприємстві. *Ефективна економіка*. 2017. № 4. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5527#> (дата звернення: 08.04.2021)
3. Клименко Г.П., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В. Якість і надійність технологічних систем. Краматорськ : ДДМА, 2018. 200 с.
4. Савуляк В.В. Управління якістю продукції : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2012. 91 с.
5. Шапошник В.Н., Щур И.М., Сыдорко И.И., Симонов Р.П., Билоконь Е.В. Обеспечение качества проведения исследований при аккредитации лаборатории. *Ветеринарна медицина України*. 2015. № 2 (228). С. 5–7.
6. Abdullah M.M. B., & Tari J. J. Hard quality management and performance: The moderating role of soft quality management. *International Journal for Quality Research*. 2017. Vol. 11(3). P. 587–602. doi: 10.18421/IJQR11.03-07
7. Barbosa L. C. F. M., Oliveira O., Santos G. Proposition for the alignment of the integrated management system (quality, environmental and safety) with the business strategy. *International Journal for Quality Research*. 2018. Vol. 12(4), 925–940. doi: 10.18421/IJQR12.04-09
8. Corder, G. W., & Foreman, D. *Nonparametric statistics: a step-by-step approach*, 2nd edition. John Wiley & Sons. Dalton, L., Ballarin, V., & Brun, M., 2014.
9. Hollander M., Wolfe D. A., & Chicken E. *Nonparametric statistical methods*, 3rd edition. New York: John Wiley & Sons. Iglesias, F., & Kastner, W., 2013.

10. Shirkorshidi, A. S., Aghabozorgi, S., & Wah, T. YA Comparison Study on Similarity and Dissimilarity Measures in Clustering Continuous Data. *PLoS one*. 2015. Vol. 10(12). P. e0144059. doi: 10.1371/journal.pone.0144059
11. Uthayakumar, J, Vengattaraman, T., & Dhavachelvan, P. A survey on data compression techniques: From the perspective of data quality, coding schemes, data type and applications. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*. 2018. doi: 10.1016/j.jksuci.2018.05.006.
12. Vasileiou, K., Barnett, J., Thorpe, S., & Young, T. Characterising and justifying sample size sufficiency in interview-based studies: systematic analysis of qualitative health research over a 15-year period. *BMC medical research methodology*. 2018. Vol. 18(1). P. 148. doi: 10.1186/s12874-018-0594-7
13. Wooluru, Y., Swamy, D. R., & Nadesh, P. Process capability estimation for nonnormally distributed data using robust methods - a comparative study. *International Journal for Quality Research*. 2016. Vol. 10(2). P. 407-420. doi: 10.18421/IJQR10.02-11.

Tchaikovsky S.Yu. TESTS LEVEL QUALITY METHODS AS A CURRENT DIRECTION OF RESEARCH

Research, structuring and development of methods for assessing the level of quality in product testing. The principles of product quality assessment are determined. The main tasks of quality assessment are structured, such as: formation of various (economic, technical, ergometric, hygienic, etc.) requirements for products; reliable assessment of the achieved level of product quality by conducting tests; product quality control in the process of production and acceptance of products by the customer, etc. It is emphasized that in the design process metrological support is aimed at achieving the required characteristics of the developed products through a scientifically sound choice of measurement methods, determining the set of parameters and characteristics to be measured, setting tolerances, deviations for each parameter, taking into account measurement conditions, using the necessary tools. , providing measurement and control, selected parameters and characteristics of products and technological processes with the required accuracy, correct execution of measurements and processing of their results in accordance with standardized methods, or innovative methods to be developed. The sequence and stages of work on the creation of methods for assessing the level of quality during testing have been developed. The scales of quality estimation at carrying out of tests which are used as, formation of relations of properties or their actions on the measured set are offered and mathematically substantiated. It is noted that each of the above scales of quality assessment in testing has its own scope and in most cases they are not interchangeable and are used separately from each other. It is emphasized that in a comprehensive assessment of quality during testing, the most important quality indicators are assessed, on which the suitability of products depends.

Key words: methodology, development, quality, testing, products, qualimetry, method, metrology, characteristics, standardization.