

Аналіз методу експертного оцінювання показників метрологічного забезпечення продукції

Проведено аналіз практичного застосування методу експертного оцінювання показників метрологічного забезпечення продукції під час проведення метрологічної експертизи документації та визначено шляхи удосконалення існуючого порядку експертного оцінювання якісних показників.

Ключові слова: експертний метод, кваліметрія, метрологічна експертиза документації, показники метрологічного забезпечення.

Постановка завдання

В умовах необхідності постійно підвищувати технічний рівень та ефективність застосування сучасних технічно складних систем і комплексів (далі – ТССК) одночасно зростають вимоги до основного виду забезпечення – метрологічного забезпечення (МлЗ). Завдання та контроль вимог до МлЗ продукції – це один із ефективних чинників, який впливає на якість розроблення нових або модернізації існуючих ТССК і забезпечує необхідний рівень їх якості, шляхом завдання правильних, науково обґрунтованих вимог до МлЗ та контролю їх під час розроблення.

Дослідно-конструкторська робота щодо створення ТССК виконується відповідно до вимог тактико-технічного (технічного) завдання (ТТЗ(ТЗ)), в якому визначено вимоги щодо МлЗ. У загальному випадку всі вимоги складаються із двох груп вимог. До першої групи входять вимоги, які мають кількісні значення показників МлЗ та позначені у відповідних одиницях фізичної величини, а до другої – вимоги, які не мають кількісних значень (далі – якісні вимоги або показники МлЗ) [1]. Виконання якісних вимог до МлЗ контролюється на всіх етапах життєвого циклу (ЖЦ) розроблення ТССК. Контроль з боку замовника за виконанням цих вимог у процесі розроблення (або модернізації) виконується шляхом: поточного та періодичного контролю конструкторських документів, проведення метрологічної експертизи документації (МЕД) згідно з вимогами керівних і нормативних документів (НД), оцінювання виконання вимог ТТЗ(ТЗ) з питань МлЗ під час проведення державних випробувань продукції [2]. Нормативні документи з організації та проведення МЕД передбачають на кожному із етапів ЖЦ розроблення продукції вирішення цілого ряду завдань, аналіз котрих показує, що вони можуть бути розподілені на дві групи.

Перша група завдань МЕД призначена для оцінювання виконання вимог щодо кількісних значень показників МлЗ. Ці показники задають і розраховують із використанням цілого ряду аналітичних формул, співвідношень та функціональних залежностей. Другу групу складають завдання МЕД, які призначені для перевірки виконання та оцінювання обґрунтованості у конструкторській та експлуатаційній документації якісних вимог до МлЗ. Визначені для кожного етапу ЖЦ завдання МЕД дозволяють оцінити у повному обсязі виконання всіх якісних вимог до МлЗ [1,2].

Аналіз вивчених джерел свідчить про те, що для контролю виконання якісних вимог МлЗ загальноприйнятих наукових методик не існує [1,2]. Відповідно до діючих НД контроль виконання якісних вимог до МлЗ проводиться шляхом перевірки виконання вимог ТТЗ(ТЗ), а також дотримання правил, положень і норм з питань МлЗ, встановлених стандартами та іншими НД. Цю перевірку здійснює, як

правило, обмежена кількість фахівців. При цьому кожному фахівцеві доручається перевірити і оцінити виконання всіх якісних вимог до МлЗ, які задані у ТТЗ(ТЗ). Повнота і якість оцінки за таких умов визначається кваліфікацією фахівця, його особистим досвідом проведення МЕД, ступенем знання ним НД. У зазначеному порядку контролю виконання якісних вимог до МлЗ притаманні суттєві недоліки: суб'єктивний характер рішення про рівень виконання якісних вимог до МлЗ і низький рівень достовірності отриманих результатів. Тому в процесі прийняття загального рішення про виконання якісних вимог МлЗ досить часто виникають проблемні ситуації.

Таким чином, із аналізу існуючих НД, які регламентують порядок контролю виконання якісних вимог до МлЗ, можна зробити висновок, що контроль проводиться на підставі суб'єктивних поглядів осіб, що його виконують, і загальне рішення має низьку достовірність. Тому актуальною є задача удосконалення існуючого науково-методичного апарату, який застосовують для контролю виконання якісних вимог до МлЗ [3].

Основна частина

Аналіз існуючого методичного апарату, який використовують для проведення МЕД на підставі проведених досліджень, дає можливість зробити висновок, що математичний апарат для розрахунку та контролю виконання кількісних показників до МлЗ існує, але для оцінювання виконання якісних вимог МлЗ такий апарат відсутній [1-3]. Для оцінювання якісних показників різноманітної продукції широко застосовують експертний метод кваліметрії [4,5].

Для вирішення задачі оцінювання якісних показників (далі – ЯП) МлЗ під час проведення МЕД продукції вже розроблено метод експертного оцінювання [6]. Цей метод використовують у всіх випадках, коли об'єкти, які оцінюються, чи їх характеристики (показники) оцінити шляхом проведення розрахунків або об'єктивних вимірювань (наприклад, за допомогою вимірювальних приладів) неможливо. При використанні методу експертного оцінювання ЯП застосовують індивідуальний або дельфійський метод з проведенням анкетування. Процедура експертного оцінювання складається з таких етапів [6]:

- підбір експертів та організація опитування;
- отримання експертної інформації та проведення анкетування;
- перевірка узгодженості оцінок експертів;
- оброблення експертних оцінок і прийняття рішення.

Методи отримання експертної інформації, які використовують для отримання експертних оцінок, є наступні: ранжування, парне зрівняння, безпосереднє оцінювання, послідовне порівняння. Вибір того чи іншого методу залежить від мети експертного оцінювання, кількості характеристик (вимог), які оцінюються, та обмежень економічних, часових, тощо. Для експертної оцінки ЯП МлЗ застосовують метод безпосереднього оцінювання (бального оцінювання), тому що цей метод дозволяє вирішити поставлену задачу, а також є найменш трудомістким серед інших перелічених методів. Під час проведення опитування експерт виставляє бал (за бальною шкалою від 0 до 10), який, на його думку, відповідає рівню виконання показника МлЗ. Результати оцінювання кожного з експертів подані як реалізація деякої випадкової величини і до них застосовують методи математичної статистики. Статистичні методи дозволяють визначити узгодженість думок експертів, значущість отриманих оцінок і т.д.

Як групі експертні оцінки приймають середньоарифметичне бальних оцінок експертів [4,6]:

$$\begin{aligned}\bar{b}_i &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m b_{ij}, \\ i &= 1 \dots n, \\ j &= 1 \dots m,\end{aligned}\tag{1}$$

де b_{ij} – оцінка, яка виставлена i -му показнику j -м експертом;

n – кількість ЯП;

m – кількість експертів.

Узгодженість думок експертів про виконання кожного ЯП МлЗ оцінюється за допомогою середньоквадратичного відхилення та коефіцієнта варіації:

$$v_i = \frac{\sigma_i}{\bar{b}_i},\tag{2}$$

де σ_i – середньоквадратичне відхилення i -ї оцінки, даної m експертами, яке може бути розраховане за формулою

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{m-1} \cdot \sum_{j=1}^m (b_{ij} - \bar{b}_i)^2}.\tag{3}$$

Узагальнена групова оцінка кожного ЯП МлЗ оцінюється середнім балом – рівнем виконання (у відсотках) і розраховується за формулою

$$\bar{B}_i = \frac{10}{m} \sum_{j=1}^m b_{ij},\tag{4}$$

де: \bar{B}_i – узагальнена групова оцінка виконання ЯП МлЗ, %.

Після роботи всіх експертів інформація із заповнених анкет зводиться до загальної таблиці, до якої включені експертні (бальні) оцінки кожного експерта та результати оброблення експертних оцінок, а саме: узгодженість думок експертів про виконання кожного ЯП та його узагальнена групова оцінка.

Висновок про рівень виконання всіх ЯП і відповідність якісним вимогам з МлЗ, які задані у ТТЗ(ТЗ) виконується особою, яка приймає рішення на підставі аналізу результатів роботи експертної групи.

Для практичного застосування методу експертного оцінювання ЯП МлЗ під час проведення МЕД оброблення експертних оцінок є автоматизованим, розроблено алгоритм експертного оцінювання та програмне забезпечення, яке передбачає автоматизоване оброблення таких процесів: оброблення експертної інформації, розрахунку показників узгодженості, узагальнених групових оцінок, побудову діаграм і графіків [6].

Розглянемо приклад практичного застосування методу експертного оцінювання ЯП МлЗ учбового літака Л-39 під час проведення МЕД на таких етапах ЖЦ: розроблення робочої конструкторської документації (РКД), попередні випробування (ПВ) і державні випробування (ДВ). На кожному із етапів ЖЦ

вирішують всі завдання МЕД, які передбачені НД, але у статті розглянуті тільки окремі завдання, що стосуються виконання якісних вимог. Із загального переліку якісних вимог до МлЗ (всього 36 вимог) розгляду підлягали такі (див.табл.1).

Таблица 1

Перелік якісних вимог до МлЗ, що були розглянуті

| Номер вимоги | Якісні вимоги до МлЗ учбового літака Л-39 |
|--------------|---|
| 13 | відповідність номенклатури та складу засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) „Переліку ЗВТ, що дозволені для експлуатації у Збройних Силах (ЗС) України і комплектування озброєння та військової техніки” |
| 14 | обґрунтування номенклатури та складу спеціальних ЗВТ |
| 17 | забезпечення сумісності зразка ОВТ із його системою вимірювань і вимірювального контролю |
| 22 | обґрунтування достатності складу показників контролепридатності |
| 25 | можливість обслуговування ЗВТ метрологічними органами ЗС України |
| 32 | обґрунтування вимог до змісту розділів експлуатаційної документації з питань організації та проведення перевірки (калібрування) ЗВТ |

На етапі РКД і ПВ до складу експертної групи входило п'ять представників, із них три експерти від метрологічної установи та два від підприємства-розробника виробу. Результати опитування і оброблення експертних оцінок наведені у табл. 2 і 3.

Таблица 2

Результати оброблення експертних оцінок на етапі РКД

| ЯП | Експерти | | | | | Результати | |
|----|----------|---|---|---|---|--------------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | узгодженість | В,% |
| 13 | 5 | 5 | 6 | 8 | 7 | 0,13 | 62 |
| 14 | 5 | 4 | 5 | 7 | 8 | 0,28 | 58 |
| 17 | 4 | 5 | 4 | 6 | 6 | 0,17 | 48 |
| 22 | 4 | 4 | 4 | 7 | 6 | 0,27 | 48 |
| 25 | 5 | 5 | 5 | 7 | 6 | 0,14 | 58 |
| 32 | 4 | 4 | 5 | 7 | 8 | 0,21 | 54 |

Таблица 3

Результати оброблення експертних оцінок на етапі ПВ

| ЯП | Експерти | | | | | Результати | |
|----|----------|---|---|---|---|--------------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | узгодженість | В,% |
| 13 | 7 | 6 | 7 | 8 | 7 | 0,10 | 70 |
| 14 | 6 | 6 | 7 | 8 | 7 | 0,12 | 68 |
| 17 | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 | 0,20 | 50 |
| 22 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 | 0,28 | 54 |
| 25 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 0,08 | 64 |
| 32 | 5 | 6 | 6 | 8 | 7 | 0,23 | 64 |

На етапі ДВ до складу експертної групи входило сім представників, із них три експерти від метрологічної установи, два – від установи замовника та два – від

підприємства-розробника. Результати опитування та оброблення експертних оцінок наведені у табл.4.

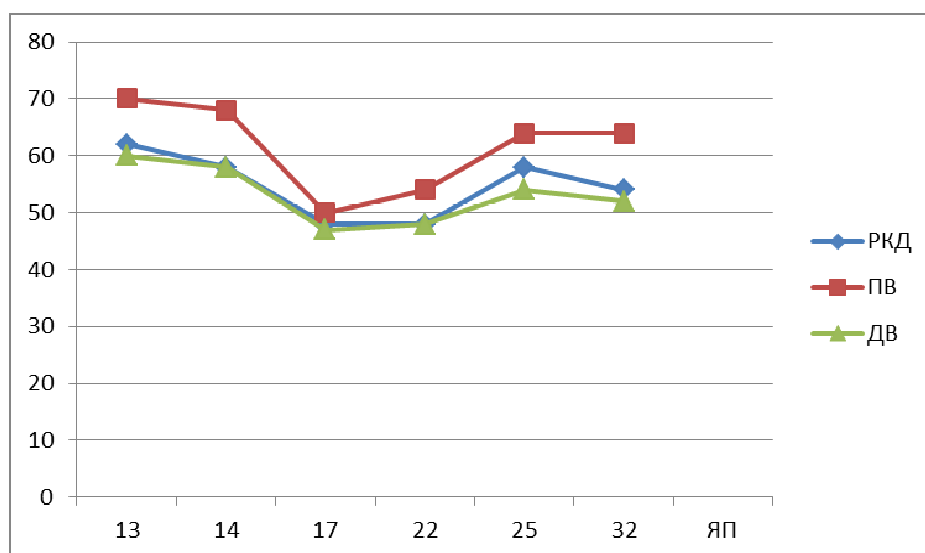
Таблиця 4

Результати оброблення експертних оцінок на етапі ДВ

| ЯП | Експерти | | | | | | | Результати | |
|----|----------|---|---|---|---|---|---|--------------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | узгодженість | В,% |
| 13 | 6 | 6 | 5 | 8 | 7 | 5 | 5 | 0,19 | 60 |
| 14 | 6 | 6 | 5 | 6 | 7 | 4 | 4 | 0,11 | 58 |
| 17 | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 | 4 | 4 | 0,20 | 47 |
| 22 | 4 | 4 | 6 | 5 | 6 | 4 | 4 | 0,18 | 48 |
| 25 | 5 | 5 | 6 | 7 | 6 | 4 | 4 | 0,23 | 54 |
| 32 | 5 | 5 | 6 | 7 | 6 | 4 | 4 | 0,21 | 52 |

За результатами оброблення експертних оцінок побудовано діаграму, яка враховує залежність узагальненої групової оцінки виконання кожного ЯП на відповідному етапі та характеризує досягнутий рівень МлЗ учбового літака в частині виконання якісних вимог у цілому на етапах РКД, ПВ і ДВ. Діаграму узагальненої групової оцінки виконання ЯП наведено на рисунку.

В,%



Діаграма узагальненої групової оцінки виконання ЯП МлЗ

Із діаграми, зображеної на рисунку, встановлено, що групова оцінка виконання ЯП МлЗ при модернізації учбового літака на останньому етапі – ДВ гірша, ніж на попередніх етапах РКД і ПВ. Як правило, із досвіду проведення МЕД відомо, що на завершальних етапах розроблення (або модернізації) продукції при проведенні МЕД і при контролі виконання вимог до МлЗ на попередніх етапах МлЗ завжди має бути краще на завершальному етапі, ніж на попередніх етапах, за умови урахування зауважень і рекомендацій експертної комісії з проведення МЕД на всіх етапах ЖЦ.

З урахуванням аналізу індивідуальних оцінок виконання ЯП МлЗ учбового літака на відповідних етапах РКД, ПВ та ДВ, що наведені у табл. 2-4, можна зазначити, що зменшення групових оцінок виконання ЯП МлЗ на етапі ДВ

пояснюється збільшенням кількості членів експертної групи, які раніше участі в опитуванні не брали і завдяки чому поставили найнижчі оцінки з усіх членів групи.

За результатами практичного застосування експертного методу кваліметрії для експертної оцінки ЯП МлЗ встановлено, що перевагами розробленого методу оцінки ЯП МлЗ є можливість оцінювання ступеня виконання якісної вимоги кількісними показниками на окремому етапі ЖЦ і прийняття кваліфікованого рішення щодо рівня виконання кожного ЯП МлЗ на відповідність заданим вимогам з МлЗ.

Але до недоліків слід віднести те, що при загальному оцінюванні всіх ЯП на досягнутий рівень МлЗ можуть впливати різноманітні фактори, у тому числі – фактор збільшення або зменшення кількості членів експертної групи на одному із етапів ЖЦ. Зазначені недоліки можуть бути ураховані за допомогою розроблення та впровадження нового методу комплексного оцінювання ЯП МлЗ, який оснований на використанні комплексних (групових, інтегральних або узагальнених) оцінок. Це дозволяє на підставі результатів оброблення та проведення математичних розрахунків показати фактичний досягнутий рівень МлЗ для сукупності показників МлЗ, а також на якій кількості відсотків або часток відповідає визначена сукупність показників у порівняно з базовими (еталонними) [5,7].

Висновки

У результаті проведених досліджень, можна зробити такі висновки:

- розроблений експертний метод для оцінювання ЯП МлЗ у цей час є надзвичайно актуальним, наявність перелічених вище переваг дозволяє впровадити його до практики проведення МЕД як складової частини інформаційно-аналітичної системи;

- практичне застосування експертного методу для оцінювання ЯП МлЗ учбового літака Л-39 на наведеному вище прикладі підтверджує принципову можливість його застосування для оцінювання показників МлЗ будь-якого виду продукції;

- як один із можливих шляхів удосконалення існуючого порядку оцінювання ЯП МлЗ доцільно розробити та впровадити новий метод, який базується на розрахунку комплексних (групових, інтегральних або узагальнених) оцінок і дозволяє показати, якій кількості відсотків або часток відповідає визначена сукупність всіх показників МлЗ порівняно з базовими (еталонними).

Список літератури

1. Методичний посібник про завдання, обґрунтування та контроль виконання метрологічних вимог до зразків озброєння та військової техніки, які розробляються (модернізуються), затверджений наказом начальника Воєнстандарту Міністерства оборони України за №34 від 29.05.2000р. – Х.: НМЦ(ВЕ), 2000 – 155 с.

2. Методичний посібник про організацію та порядок проведення метрологічної експертизи документації на озброєння та військову техніку, що затверджений наказом начальника Воєнстандарту Міністерства оборони України за №51 від 11.11.1999р. – Х.: НМЦ(ВЕ), 1999. – 211 с.

3. Ноженко, О.М. Розробка пропозицій щодо удосконалення методики контролю виконання якісних вимог до метрологічного забезпечення зразків озброєння та військової техніки на підставі експертного методу кваліметрії [Текст] / О.М. Ноженко // Тези доп. на II науково-технічній конференції НМЦ(ВЕ). – Х.: НМЦ(ВЕ), 1999.

4. Демидов, Б.А. Системный анализ вооружения и военной техники [Текст]: // Учебное пособие / Б.А. Демидов – Х.: Изд. ХВУ, 1994. –Кн..2. – 420 с.

5. Мурашев, Ю.Г. Квалиметрический анализ [Текст]: // Учеб пособие / Ю.Г. Мурашев, А.А. Гайков-Алехов. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2006. – 108 с.

6. Метрологічна експертиза документації на зразки озброєння та військової техніки на відповідних стадіях (етапах) їх життєвого циклу: Звіт про науково–дослідну роботу, шифр “Проба–04” (заключний) / НМЦВЕ, Інв. №1893. – Х.: 2004. – 102с.

7. Клименко, С.М. Управління конкурентоспроможністю підприємства [Текст] / С. М.Клименко, О. С. Дуброва, Д. О.Барабась. – К.:КНЕУ, 2006. – 527с.

Рецензент: д.т.н., проф. Кондрашов С.І. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків.

Поступила в редакцию 13.02.2014

Анализ метода экспертного оценивания показателей метрологического обеспечения продукции

Проведен анализ практического применения метода экспертного оценивания показателей метрологического обеспечения продукции, а также определены пути усовершенствования существующего порядка экспертного оценивания качественных показателей.

Ключевые слова: экспертный метод, квалиметрия, метрологическая экспертиза документации, показатели метрологического обеспечения.

Analysis method of expert evaluation indicators metrology software product

The analysis of the practical application of the method of expert evaluation indicators metrological support of production during metrological examination of documents and the ways of improving the existing order an expert assessment of quality indicators.

Keywords: expert method, qualimetry, metrological examination of documentation, performance metrology software.