

Управління в складних системах

УДК 006.91

doi: 10.26906/SUNZ.2019.5.007

П. Л. Аркушенко¹, О. І. Вервейко¹, М. Ю. Яковлев², О. П. Флорін²

¹ Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна

² Національна академія Національної гвардії України, Харків, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ СТАНДАРТІВ США ЩОДО МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Метою статті є визначення особливостей стандартів США, які визначають вимоги щодо метрологічного забезпечення випробувань озброєння та військової техніки на основі їх аналізу. Для міністерства оборони США розробка і впровадження документів по стандартизації здійснюється за програмою оборонної стандартизації Defense Standardization Program в рамках діяльності з управління стандартизацією Standardization Management Activities. Документи зі стандартизації включають 5 видів. У США метрологічне забезпечення озброєння та військової техніки для всіх видів військ регламентовано десятками стандартів, серед яких виділено 4 основних: MIL-STD-1839D, MIL-HDBK-1839A, DI-QCIC-80278C, MIL-STD-810D. Метрологічне забезпечення випробувань за стандартом MIL-STD-810G, представлене в узагальненому вигляді, регламентує вимоги до випробувального і вимірювального обладнання, інтервалів калібрування та сумарної похибки (або невизначеності вимірювань) випробувального та вимірювального обладнання. Згідно стандартів США все обладнання, що має метрологічні характеристики, розділене на 4 види, які об'єднані в дві групи, а саме: 1) випробувальне, вимірювальне та діагностичне обладнання (Test, Measurement, and Diagnostic Equipment (TMDE)); 2) вбудоване обладнання для випробувань (Built-in-Test Equipment (BITE)). Зведені вимоги до калібрування та вимірювання (Calibration and measurements requirements summary (CMRS)) MIL-HDBK-1839A деталізують вимоги: щодо вимірювальної системи, підсистеми або обладнання; TMDE; до стандартів та обладнання калібрування, які необхідні для забезпечення метрологічної простежуваності всіх вимірювань через окремі військові відомчі метрологічні та калібрувальні програми до затверджених національних стандартів. Військовий стандарт MIL-STD-810G регламентує ряд стандартних параметрів для великої кількості лабораторних випробувань військової продукції, що дозволяє визначити стійкість широкого переліку обладнання до різних впливів. Визначені за результатами аналізу стандартів США особливості потрібно враховувати при розробці нормативних документів з метрологічного забезпечення випробувань в Збройних Силах України.

Ключові слова: випробування, стандарт, озброєння та військова техніка, метрологічне забезпечення, метрологічні характеристики.

Вступ

Постановка проблеми. В даний час Україна здійснює розбудову оборонно-промислового комплексу країни, як державного його сегменту, так і приватного.

Саме останній впродовж п'яти років активно почав розвиватись, тому, що українське військо стало потребувати нових «готових рішень» зразків військової техніки та подвійного призначення. А державні підприємства, які звикли до класичної схеми створення військової техніки у вигляді дослідно-конструкторської роботи, як показав досвід, не завжди готові надати сучасні зразки. При цьому приватні підприємства-розробники, за рахунок власних обігових коштів, виявляють більшу спритність, щодо доведення зразків готової продукції військового призначення до працездатного стану, шляхом усунення недоліків за результатами приймальних випробувань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З обранням Україною курсу на євроінтеграцію та

вступ до НАТО, роль ефективності випробувань значно зросла. Успішна експлуатація військової техніки у військах залежить від ефективності випробувань зразків озброєння і військової техніки, які покликана дати повну та об'єктивну оцінку зразка [1].

Ефективність випробувань базується на різних видах забезпечення.

До основних видів належить і метрологічне забезпечення випробувань (МЗ), - яке, відповідно до [2], є «комплексом заходів, спрямованих на досягнення єдності вимірювань та достовірності контролю параметрів об'єктів вимірювання військового призначення».

Метрологічне забезпечення випробувань повинно враховувати останні зміни у нормативної документації в галузі метрології і деякі положення стандартів провідних країн світу, зокрема, США.

Формулювання мети статті. Визначити особливості стандартів США щодо метрологічного забезпечення випробувань озброєння та військової техніки.

Виклад основного матеріалу

Для міністерства оборони США розробка і впровадження документів по стандартизації здійснюється за програмою оборонної стандартизації (Defense Standardization Program) в рамках діяльності з управління стандартизацією (Standardization Management Activities).

Документи зі стандартизації включають 5 видів.

Пошук інформації по військовій стандартизації Національний інститут стандартів і технологій США (National Institute of Standards and Technology) рекомендує здійснювати по базі даних ASSIST, яка є офіційним джерелом специфікацій і стандартів Міністерства оборони [3].

У базі даних ASSIST проіндексовано 114152 технічних документів, міститься 224739 PDF-файлів, пов'язаних з 86856 проіндексованими документами.

Вона надає безкоштовний доступ до відкритих технічних документів у вигляді анотації, PDF-файлів базового документа і всіх його змін.

Зокрема, на стандарт MIL-STD-810 надається 19 PDF-файлів, причому більшість з них має обсяг понад 1000 сторінок.

Військово-технічний інформаційний центр США (The Defense Technical Information Center (DTIC), який діє під керівництвом міністра оборони і підзвітний заступнику міністра оборони США з досліджень і розробок, є найбільшим центральним ресурсом Міністерства оборони для надання наукової, технічної, інженерної та комерційної інформації [4].

Більша частина записів в колекції DTIC доступна тільки авторизованому персоналу Міністерства оборони і його підрядникам, персоналу федерального уряду, державним підрядникам і обраним академічним установам.

Доступ до нетаємної інформації, яка містить багато повнотекстових документів, доступний без реєстрації.

Військові стандарти США для вивчення, аналізу та узагальнення відбиралися за назвами і рефератам на них по двох напрямках:

стандарти, що регламентують вимоги до випробувального та вимірювального обладнання,

стандарти, що регламентують проведення випробувань, для діставання інформації про метрологічне забезпечення.

У США метрологічне забезпечення озброєння та військової техніки для всіх видів військ регламентовано десятками стандартів, серед яких виділено 4 основних [5-8].

У стандарті [4] все обладнання, що має метрологічні характеристики (MX), розділене на 4 види, які об'єднані в дві групи.

1. Випробувальне, вимірювальне та діагностичне обладнання (Test, Measurement, and

Diagnostic Equipment (TMDE)) – будь-яка система або пристрій, що використовується для випробування, вимірювання, оцінки, перевірки або іншого аналізу матеріалів, обладнання або системи для виявлення та/або ізоляції будь-якої фактичної або потенційної несправності або визначення відповідності специфікаціям, встановленим у технічних документах.

2. Вбудоване обладнання для випробувань (Built-in-Test Equipment (BITE)) – будь-який пристрій, який є частиною системи, підсистеми або обладнання і використовується з метою тестування.

При визначенні метрологічних характеристик озброєння та військової техніки стандарт вимагає враховувати коефіцієнт невизначеності (Test Uncertainty Ratio (TUR)), який характеризує співвідношення між максимально допустимою невизначеністю параметра або характеристики озброєння та військової техніки, що підлягають вимірюванням при випробуваннях, та невизначеністю, що забезпечує MX.

Цей коефіцієнт враховує можливі джерела помилок, зокрема, температуру, вологість, невизначеності типу А, невизначеності типу В, тощо. Мінімальне значення TUR повинно бути 4 до 1.

Якщо вказане значення не може бути досягнуто, то надають документальне обґрунтування для меншого значення TUR.

При аналізі лише вхідних впливів, які не використовуються для характеристики TMDE або BITE, мінімальне значення TUR 1 до 1 є прийнятним.

На всіх етапах життєвого циклу озброєння та військової техніки слід виконувати загальні вимоги щодо вимірювання:

– всі параметри, які підлягають вимірюванню, ідентифіковані та задокументовані;

– вбудоване програмне забезпечення, необхідне для вимірювання або тестування, повинне бути забезпечене анотацією за версією, номеру редакції і датою перегляду. Будь-які зміни в них повинні бути задокументовані;

– калібрування і вимірювання виконуються за необхідністю для підтримки працездатності системи та підсистеми;

– всі параметри є легкодоступними і їх вимірюють таким чином, щоб мінімізувати кількість і тривалість необхідних випробувань;

– задокументована метрологічна простежуваність всіх параметрів системи та підсистеми.

Керівництво користувача [6] призначене для надання споживачам більш глибокого розуміння вимог MIL-STD-1839D, а також для надання допомоги в забезпеченні однакової оцінки відповідності виробів індивідуальним вимогам.

У цьому керівництві наводяться вимоги з відповідних розділів MIL-STD-1839D для зручності використання, з наступним рекомендаціями щодо застосування цих вимог, зокрема, зазначається, що

застосування надмірно суворих вимог може нести суттєві непотрібні витрати.

Однак цей посібник не може змінювати або доповнювати будь-які вимоги MIL-STD-1839D.

Зведені вимоги до калібрування та вимірювання (Calibration and measurements requirements summary (CMRS)) [6] деталізують вимоги:

щодо вимірювальної системи, підсистеми або обладнання;

TMDE;

до стандартів та обладнання калібрування, які необхідні для забезпечення метрологічної простежуваності всіх вимірювань через окремі військові відомчі метрологічні та калібрувальні програми до затверджених національних стандартів.

Дані, представлені в CMRS, вимагають періодичного оновлення, щоб врахувати зміни в конструкції, в технології, зумовлені вдосконаленням системи тощо, які впливають на вимоги щодо вимірювальної системи або TMDE.

Структура CMRS містить 11 розділів, вимоги до побудови, викладення та оформлення яких детально і з прикладами наведені в DI-QCIC-80278C.

Військовий стандарт MIL-STD-810G регламентує ряд стандартних параметрів для великої кількості лабораторних випробувань військової продукції, що дозволяє визначити стійкість широкого переліку обладнання до різних впливів в непольових умовах, таких як:

пил,
пісок,
вологість,
тиск,
падіння,
вібрація, тощо.

Цей стандарт схвалений для використання всіма департаментами та агентствами Міністерства оборони США.

Проходження випробувань по ньому є необхідною умовою для участі в замовленнях на поставку техніки і комплектуючих.

Спочатку даний стандарт створювався для випробувань військової продукції, але згодом став широко застосовуватися і для випробувань цивільної продукції.

Метрологічне забезпечення випробувань за стандартом MIL-STD-810G, представлене в узагальному вигляді, регламентує наступні вимоги:

– все випробувальне і вимірювальне облад-

нання повинно бути відкалібровані відповідно до лабораторних стандартів з визначенням метрологічної простежуваності до національних еталонів через первинні еталони;

– інтервали калібрування повинні відповідати вимогам ANSI / NCSL Z540.1 або ISO 10012-1;

– сумарна похибка або невизначеність вимірювань випробувального та вимірювального обладнання не повинна перевищувати однієї третина від похибки або невизначеності параметра або характеристики досліджуваного об'єкта, якщо інше не обумовлено в методиці випробувань.

Висновки

Вивчення, аналіз та узагальнення стандартів США дозволили визначити наступні основні особливості:

1) поділ калібрувального і вимірювального обладнання на види і типи відрізняється від прийнятого в Україні;

2) керівництво користувача стандарту дозволяє помітно спростити розуміння і застосування вимог стандартів;

3) метрологічна простежуваність калібрувального і вимірювального обладнання повинна бути задокументована;

4) мінімальне значення TUR повинно бути 4 до 1, якщо документальне обґрунтування для меншого значення TUR не надано;

5) терміни «єдність вимірювань» та «достовірність контролю» в зазначених стандартах США не застосовуються;

6) концепція єдності вимірювань видозмінена на концепцію демонстрації простежуваності, яка базується на концепції та відповідних процедурах калібрування;

7) для усунення недоліків терміну «похибка вимірювань» застосовується проста, зрозуміла і загальновизнана в міжнародному масштабі характеристика якості результату вимірювань - невизначеність вимірювань.

Вказані вище особливості необхідно враховувати при розробці нормативних документів (в тому числі військових стандартів) з метрологічного забезпечення випробувань в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України зважаючи на курс щодо переходу вітчизняних збройних сил на стандарти країн-членів Північно-Атлантичного договору.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткач В. Час змін // Defense Express. 2018.-№ 1.- С. 14-19.
2. Положення про метрологічну службу Міністерства оборони України та Збройних Сил України // Наказ міністра оборони України № 288: 24.04.2017. - 13 с.
3. Quick Search // ASSIST. - <https://quicksearch.dla.mil/qsOverview.aspx>. - дата доступу: 23.05.2019.
4. Defense Technical Information Center // <https://discover.dtic.mil/>. - - дата доступу: 25.05.2019.
5. MIL-STD-1839D. Department of defense. Standard practice. Calibration and measurement requirements. - Чинний від 2010-12-06.- USA: DoD, 2010. – 12 с.

6. MIL-HDBK-1839A. Department of defense. Handbook. Calibration and measurement requirements. - Чинний від 2000-11-27.- USA : DoD, 2000. – 44 с.
7. DI-QCIC-80278C. Data item description. Calibration and measurements requirements summary (CMRS). - Чинний від 2017-01-23.- USA: DoD, 2017. – 18 с.
8. MIL-STD-810D. Department of defense. Test method standard. Environmental engineering considerations and laboratory tests. - Чинний від 2014-15-05.- USA : DoD, 2010. – 12 с.

Рецензент: д-р техн. наук, доц. В. М. Чуприна,
Державний науково-дослідний інститут озброєння
та військової техніки, Чернігів
Received (Надійшла) 18.09.2019

Accepted for publication (Прийнята до друку) 09.10.2019

Определение особенностей стандартов США о метрологическом обеспечении испытаний вооружения и военной техники

П. Л. Аркушенко, А. И. Вервейко, М. Ю. Яковлев, А. П. Флорин

Целью статьи является определение особенностей стандартов США, какие определяют требования к метрологическому обеспечению испытаний вооружения и военной техники на основе их анализа. Для министерства обороны США разработка и внедрение документов по стандартизации осуществляется по программе оборонной стандартизации в рамках деятельности по управлению стандартизацией. Документы по стандартизации включают 5 видов. В США метрологическое обеспечение вооружения и военной техники для всех видов войск регламентировано десятками стандартов, среди которых выделено 4 основных: MIL-STD-1839D, MIL-HDBK-1839A, DI-QCIC-80278C, MIL-STD-810D. Метрологическое обеспечение испытаний по стандарту MIL-STD-810G, представлено в обобщённом виде, регламентирует требования к испытательному и измерительному оборудованию, интервалам калибровки и суммарной погрешности (либо неопределённости измерений) испытательного и измерительного оборудования. Согласно стандартам США все оборудование, которое имеет метрологические характеристики, разделено на 4 вида, которые объединены в две группы, а именно: 1) испытательное, измерительное и диагностическое оборудование; 2) встроенное оборудование для испытаний. Обобщённые требования к калибровке и измерениям MIL-HDBK-1839A детализируют требования: относительно измерительной системы, подсистемы или оборудования; TMDE; к стандартам и оборудованию калибровки, которые необходимы для обеспечения метрологической прослеживаемости всех измерений через отдельные войсковые ведомственные метрологические и калибровочные программы до утвержденных национальных стандартов. Военный стандарт MIL-STD-810G регламентирует ряд стандартных параметров для большого количества военной продукции, что позволяет определить стойкость широкого перечня оборудования к разным влияниям. Определённые по результатам анализа стандартов США особенности необходимо учитывать при разработке нормативных документов по метрологическому обеспечению испытаний в Вооруженных Силах Украины.

Ключевые слова: испытания, стандарт, вооружение и военная техника, метрологическое обеспечение, метрологические характеристики.

Determination of peculiarities of US standards on metrological support

P. Arkushenko, A. Verweiko, M. Yakovlev, A. Florin

The purpose of the article is to identify the features of US standards that determine the requirements for metrological support for armament and military equipment testing based on their analysis. For the US Department of Defense, standardization documents are developed and implemented under the Defense Standardization Program as part of the Standardization Management Activities. Standardization documents include 5 types. In the US, the metrological support of the armament and military equipment for all services and branches is regulated by dozens of standards, among which there are 4 basic ones: MIL-STD-1839D, MIL-HDBK-1839A, DI-QCIC-80278C, MIL-STD-810D. The MIL-STD-810G metrology test specification, presented in a generalized form, regulates the requirements for testing and measuring equipment, calibration intervals and total error (or measurement uncertainty) of test and measuring equipment. According to US standards, all metrological equipment is divided into 4 types, which are grouped into two groups, namely: 1) Test, Measurement, and Diagnostic Equipment (TMDE); 2) Embedded Built-in-Test Equipment (BITE). MIL-HDBK-1839A Calibration and Measurement Requirements Summary (CMRS) details the requirements: for the measuring system, subsystem or equipment; TMDE; to the standards and calibration equipment necessary to ensure the metrological traceability of all measurements through separate military departmental metrology and calibration programs to the approved national standards. The MIL-STD-810G military standard regulates a number of standard parameters for a large number of laboratory tests of military products, which allows to determine the resistance of a wide range of equipment to various influences. The peculiarities of the analysis of the standards of the USA should be taken into account in the development of regulatory documents for metrological testing in the Armed Forces of Ukraine.

Keywords: tests, standard, armament and military equipment, metrological support, metrological characteristics.