

*Андрушко М.В., Шейн І.В., Ратушний С.В. Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИМОГ ДО БОРТОВИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА РЕЄСТРУЮЧИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТА БРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ

Бортові інформаційно-вимірювальні комплекси та реєструючі системи призначені для забезпечення контролю параметрів як систем та агрегатів дослідного зразка так і зразка автомобільної та бронетанкової техніки в цілому, для отримання якісних і кількісних характеристик для оцінки їх відповідності технічним вимогам технічного завдання.

В статті розглянуто обґрунтування загальних вимог до бортових інформаційно-вимірювальних комплексів та реєструючих систем для проведення випробувань автомобільної та бронетанкової техніки.

Ключові слова: загальні вимоги, відповідність, отримання, вимірювальна інформація.

Постановка проблеми. В якості об'єктів випробувань дуже часто виступають створені (модернізовані) зразки автомобільної та бронетанкової техніки Збройних Сил України та інших військових формувань. Дуже часто постає питання про параметри та характеристики тих чи інших вузлів і агрегатів дослідних об'єктів під час проведення їх випробувань. Проведений аналіз показав, що на сьогоднішній день актуально постає потреба в наявності універсального бортового інформаційно-вимірювального комплексу. Метою дослідження ставилось обґрунтування загальних вимог до бортових інформаційно-вимірювальних комплексів та реєструючих систем для застосування у випробуваннях автомобільної та бронетанкової техніки.

Викладення основного матеріалу. Багаторічний досвід випробувань складних систем і комплексів озброєння та військової техніки (ОВТ), як вітчизняної так й іноземної розробки, проведення наукових досліджень з розвитку і удосконалення системи та методів випробувань ОВТ, керівних і нормативно-технічних та нормативно-методичних документів показує, що дуже часто постає питання необхідності малогабаритного сучасного інформаційно-вимірювального комплексу.

Універсальний бортовий інформаційно-вимірювальний комплекс модульного типу повинен забезпечувати збір, перетворення та реєстрацію на бортовий накопичувач параметричної (аналогової та цифрової), дискретної, аудіо та відео інформації від бортових систем дослідних зразків ОВТ при проведенні випробувань [1].

Особливе місце займають системи збору і обробки інформації у випробуваннях автомобільної та бронетанкової техніки. Це пов'язано з необхідністю отримання в ході експериментів кількісної інформації про характеристики зразка та його систем на підставі об'єктивної оцінки великої кількості значень фізичних величин, які визначаються дослідним шляхом. Незважаючи на суттєву різницю в технічних характеристиках та способах застосування різних видів бронетехніки, інформаційне забезпечення їх випробувань має багато спільного.

З інформаційної точки зору випробування зразків бронетехніки являють собою процес отримання, перетворення, реєстрації і обробки вимірювальної інформації, що створюється бортовими системами дослідних зразків ОВТ. Весь комплекс технічних вимірювальних засобів (наземні засоби вимірювань, системи бортових вимірювань, системи траєкторних вимірювань, системи телеметрії) за допомогою апаратури єдиного часу, засобів збору і обробки вимірювальної інформації, управління та зв'язку об'єднуються в єдиний

інформаційний вимірювально-обчислювальний комплекс, який в свою чергу дозволяє дати об'єктивну оцінку характеристикам та властивостям об'єкту випробувань в цілому.

Система бортових вимірювань (СБВ) являє собою сукупність різноманітної вимірювальної апаратури та допоміжного обладнання, що утворює систему [2].

До складу СБВ можуть входити:

різноманітні електронні накопичувачі інформації;

апаратура магнітного запису;

цифрова апаратура різного призначення;

бортова апаратура радіотелеметрії;

апаратура відеозапису;

фотографічна апаратура;

світлопроменеві осцилографи;

оптичні і механічні самописці;

бортова апаратура системи єдиного часу;

первинні перетворювачі (датчики);

вимірювальні перетворювачі (нормалізатори, модулі);

електричні вимірювальні ланцюги;

комутаційна апаратура;

блоки живлення, командні прилади, пульти управління.

Проведений аналіз дає можливість у відповідності до методик випробувань сучасних зразків автомобільної та бронетанкової техніки всі вимірювальні параметри згрупувати в наступні групи вимірювальної інформації:

швидкісні характеристики (по осям O_x , O_y , O_z);

перевантаження (по осям O_x , O_y , O_z);

прискорення (по осям O_x , O_y , O_z);

просторове положення (по координатам X , Y , Z);

напрямок;

температура;

вологість;

переміщення;

кути повороту;

оберти;

вібрація;

акустичний шум;

датчики витрат (рідин, газів);

тиск (розрідження);

напруга;

струм;

концентрація газів;

запиленість;

рівень освітленості;

фізіологічні дані (температура, частота серцебиття)

разові команди подій;

зображення та інше.

Для забезпечення вимірювання, збору та реєстрації визначених груп параметрів застосовуються відповідні датчики, засоби узгодження, збору та реєстрації, обробки, налагодження, градування та контролю [3].

Отже, проведений аналіз напрямків, об'єктів випробувань, їх основних технічних і фізичних характеристик дозволяє запропонувати загальні вимоги до бортових інформаційно-вимірювальних комплексів та реєструючих систем, які викладені нижче.

Цільове призначення.

Бортові інформаційно-вимірювальні комплекси та реєструючі системи (БІВК РС)

призначені для забезпечення контролю параметрів як систем та агрегатів дослідного зразка, так і зразка автомобільної та бронетанкової танкової техніки в цілому для отримання якісних і кількісних характеристик з метою оцінки їх відповідності технічним вимогам технічного завдання (тактико-технічного завдання).

Склад зразка.

БІВК РС повинні мати у своєму складі:

модулі збору, перетворення, реєстрації вимірювальної інформації;

бортові накопичувачі інформації;

мобільний дистанційний пристрій зчитування інформації з накопичувача на ПЕОМ та оперативної обробки вимірювальної інформації;

програмно-апаратний комплекс обробки, програмування та функціональної діагностики;

спеціалізоване програмне забезпечення;

комплект монтажних частин;

комплект запасних інструментів та приладів (ЗІП);

комплект експлуатаційно-технічної документації.

Основні завдання.

Основними завданнями БІВК РС є:

забезпечення збору, перетворення та реєстрації на бортовий накопичувач параметричної (аналогової та цифрової), дискретної, аудіо та відео інформації від датчиків (первинних перетворювачів) та бортових систем автомобільної та бронетанкової техніки при проведенні випробувань;

одночасно з записом інформації на накопичувач, підготовка та передача інформації у відповідні системи у форматі, який забезпечує її подальше транслявання по телеметричним бездротовим каналам на пункти управління (обробки) при проведенні випробувань.

Об'єкти (цілі) дій.

В якості об'єктів випробувань можуть виступати створені (модернізовані) зразки автомобільної та бронетанкової техніки Збройних Сил України та інших військових формувань.

Умови бойового застосування.

Не передбачено.

Можливості зразка.

БІВК РС повинні забезпечувати:

а) застосування універсальних (модульних) систем, які можуть масштабуватися під конкретні задачі;

б) прийом, перетворення та безперервний запис на бортовий накопичувач параметричної, аудіо-, відео інформації у вигляді:

1) аналогових сигналів:

– напругою від 0 до 6,3 В постійного струму;

– напругою від 0 до 42 В постійного струму;

– напругою від 0 до 100 мВ постійного струму;

– напругою від 0 до 40 В змінного струму 400 Гц;

– напругою від 0 до 150 В змінного струму 400 Гц;

– амплітудою від 0,2 В до 4,5 В змінного струму від 0,3 кГц до 3,3 кГц;

– амплітудою від 2 В до 31 В синусоїдальної частоти від 7 Гц до 100 Гц;

– амплітудою від 0,2 В до 4,5 В синусоїдальної частоти від 0,3 кГц до 3,3 кГц;

– електричного опору від 0 до 210 Ом;

– напруги калібрувальної;

2) разових команд:

– напругою від 4 В до 33 В постійного струму;

– напругою від 9 В до 33 В постійного струму;

– напругою від 15 В до 33 В постійного струму;

- імпульсів тривалістю до 10 мкс напругою від 4 В до 33 В;
- напругою “+12 В”, “+24 В” для включення блоку реєстрації;

3) цифрових потоків у вигляді послідовного 16-розрядного коду, або в форматах ARINC, ІКМ (PCM), Ethernet, MIL-STD 1553, CAN;

4) аудіо сигналів від ларингофонів, мікрофонів, суміжних систем контролю;

5) відео сигналів від цифрових камер спостереження;

6) мати гнучкий вибір частоти дискретизації (опитування).

Параметри синхронізації параметричної, службової, цифрової, аудіо і відео інформації та поточного часу визначаються Розробником та узгоджуються Замовником.

в) запис відміток часу від вбудованого електронного годинника-календаря 1 раз/с для звукової та відеоінформації і 2 рази/с для параметричної інформації;

г) формування та запис службової інформації (час, дата у форматі UTC і номер рейсу та бортовий номер);

д) зберігання зареєстрованої інформації незалежно від наявності електроживлення;

е) зчитування зареєстрованої інформації, без демонтажу БІВК РС зі зразка автомобільної та бронетанкової техніки, за допомогою спеціалізованих наземних пристроїв обробки на базі переносного персонального комп'ютера або гаджету;

ж) збереження інформації на бортові накопичувачі під час копіювання на наземні засоби перезапису та обробки;

з) обробку інформації за допомогою систем обробки інформації (порядок зчитування і обробки визначається засобами, що застосовуються та описуються їх експлуатаційною документацією);

і) проведення вбудованого самоконтролю і формування сигналів справності вузлів та блоків, а також узагальненого сигналу справності БІВК РС в цілому;

к) накопичення інформації за останні 24 годин експлуатації дослідного зразка автомобільної та бронетанкової техніки і її збереження (незалежно від наявності електроживлення) після впливу та дії зовнішніх факторів на БІВК РС.

Порядок підключення джерел інформації, кількість реєструємих сигналів кожного виду та їх конкретні абсолютні значення, частота опитування, розміщення інформації в блоках пам'яті і інше залежить від варіантів виконання СБВ Розробником за вимогами Замовника.

БІВК РС повинні мати відкритість інтерфейсів та забезпечувати приймання значень вимірювальної інформації у вигляді послідовного 16-розрядного коду або іншими форматами: ARINC, ІКМ (PCM), Ethernet, MIL-STD 1553, CAN з наступними технічними характеристиками:

– високошвидкісні лінії передачі-приймання інформації зі швидкістю не менше 100 кбіт/с \pm 1,0 кбіт/с;

– вхідний опір лініями зв'язку для приймання послідовного коду не менше 15 кОм.

Кількість приймаємих слів у вигляді 16-розрядного послідовного коду і швидкість приймання інформації визначаються згідно протоколу інформаційної взаємодії із взаємодіючими системами.

Крім того, БІВК РС повинні забезпечувати:

– приймання сигналів типу “Разова команда” визначених видів. Вхідний опір по лініям зв'язку для приймання разових команд не менше 12 кОм;

– запис параметричної та мовної інформації на бортові накопичувачі ємністю не менше 16 Гб;

– запис на всі види інформації зовнішньої синхронізуючої разової команди “МІТКА” (+12 В, +24 В);

– синхронізований запис параметричної та аудіо-, відеоінформації в режимі реального часу.

Формат запису параметричної, відео та аудіо інформації повинен забезпечувати відображення на екрані монітора ПЕОМ системи обробки зареєстрованої інформації, міток

часу і разової синхронізуючої команди “МІТКА”, а також прослуховування (перегляду) записаної аудіо (відео) інформації.

Час готовності БІВК РС до роботи:

- при температурі від 0 до +60 °С не більше 10 с;
- при температурі від 0 до мінус 60 °С не більше 15 с.

Час безперервної роботи БІВК РС на борту зразка автомобільної та бронетанкової техніки – не менше 12 годин. При цьому час безперервного запису інформації – не менше 10 годин.

БІВК РС повинні забезпечувати формування та реєстрацію наступних службових параметрів:

- астрономічний час (рік, місяць, число, години, хвилини, секунди);
- номер зразка від 0 до 999;
- індикацію просторового положення та поточних координат зразка;
- номер вправи (випробування) від 0 до 99.

У БІВК РС повинно бути передбачено перетворення інформації в формат, що придатний до передачі даних по телеметричному каналу на пункти контролю та обробки інформації.

Вимоги до Програмно-апаратного комплексу обробки, програмування та функціональної діагностики.

Програмно-апаратний комплекс обробки, програмування та функціональної діагностики повинен бути розроблений на базі захищеного ноутбука з програмним забезпеченням та інтерфейсом типу Notebook і мати гнучкі форми виводу результатів обробки інформації [4].

Повинно забезпечуватися здійснення обробки зареєстрованої БІВК РС інформації, програмування (перепрограмування) порядку їх роботи в залежності від заданого Переліку реєструємих параметрів (сигналів), здійснення поглибленого контролю технічного стану та функціональної діагностики за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення пристрою, а саме:

- обробку та запис на архівні носії і розповсюдження інформації, що зареєстрована бортовим накопичувачем системи;
- контроль якості зареєстрованої інформації;
- перевірку працездатності каналів кожного модуля шляхом імітації аналогових, частотних, цифрових сигналів та разових команд, а також аудіо та відеосигналів;
- контроль функціонування БІВК РС на зразку;
- контроль параметрів випробуваного зразка в режимі реального часу при опробуванні двигунів;
- градування каналів на борту об’єкта випробувань;
- ведення оперативного архіву записаної інформації;
- ведення архіву тривалого зберігання;
- ведення електронного каталогу архівів;
- забезпечення доступу споживачів до електронного каталогу;
- забезпечення споживачів оперативною інформацією;
- копіювання даних з архіву.

Вимоги до електроживлення.

БІВК РС повинні бути розраховані на живлення від бортової мережі електропостачання постійного струму з номінальною напругою 12/24 В ±10%.

Увімкнення БІВК РС на борту зразка автомобільної та бронетанкової техніки повинне здійснюватися шляхом подачі напруги від бортової мережі електропостачання. Значення напруги живлення повинні бути у межах від +12,0 В до +24,0 В.

БІВК РС повинні мати індикатор ввімкнутого стану.

Споживана потужність від бортової мережі електропостачання постійного струму не повинна перевищувати 50 Вт.

БІВК РС повинні забезпечувати працездатність при перервах в електроживленні до 80 мс.

Вимоги щодо радіоелектронного захисту.

Електромагнітна сумісність повинна забезпечуватись у всьому діапазоні експлуатаційних умов.

Рівні електромагнітних завад, які створюються системою, не повинні перевищувати рівнів за всіма видами електромагнітних завад для електронного обладнання.

Вимоги щодо радіоелектронного захисту та завадозахищеності можуть уточнюватися на етапі розробки робочо-конструкторської документації.

Вимоги до комплекту ЗІП.

Одиночний комплект ЗІП (ЗІП-О) повинен забезпечити працездатність виробу протягом гарантійного періоду експлуатації.

Запасні частини, інструменти і приладдя, що входять до комплектів ЗІП, повинні відповідати технічним умовам, паспорту або мати сертифікат. Гарантійний строк запасних частин повинен бути не менше ніж гарантійний строк основного обладнання.

Вимоги до експлуатаційних документів.

Експлуатаційні документи повинні відповідати національним стандартам України, Єдиній системі конструкторської документації та оформлені згідно правил виконання експлуатаційних документів.

Вимоги до гарантій виробника (постачальника).

Постачальник БІВК РС забезпечує виконання гарантійних зобов'язань відповідно до укладеного договору на поставку.

Гарантійний термін експлуатації БІВК РС повинен складати не менше 12 місяців з моменту передачі кінцевому споживачу.

Строк гарантійного ремонту при настанні гарантійного випадку та отримання постачальником рекламаций не повинен перевищувати 45 діб. Рекламация стосовно якості виробів пред'являються протягом строку дії гарантійних зобов'язань.

БІВК РС повинні відповідати вимогам міжнародних, національних стандартів та нормативних документів, що діють в Україні щодо електричної, екологічної, пожежної безпеки та охорони праці.

Вимоги до метрологічного забезпечення.

Метрологічне забезпечення виробу повинно відповідати вимогам нормативних документів з метрологічного забезпечення.

Зразок повинен комплектуватися засобами вимірювальної техніки (ЗВТ) та вимірювального контролю, які повинні бути внесені до військового класифікатора предметів постачання ВК.001-2000, або аналогічними за технічними характеристиками та мати можливість проведення перевірки та поточного ремонту метрологічною службою замовника, періодичність проведення робіт з метрологічного обслуговування повинна бути узгоджена з періодичністю обслуговування основного зразка.

Експлуатаційна документація на виріб (складові її частини) повинна містити перелік параметрів, які підлягають вимірюванню та контролю під час експлуатації, а також перелік засобів вимірювальної техніки (з зазначенням меж вимірювань, похибок вимірювань тощо), порядок метрологічного обслуговування ЗВТ та методики контролю параметрів, що вимірюються (контролюються).

Вимоги до транспортування.

БІВК РС повинні зберігати працездатність після транспортування в упаковці виробника всіма видами транспорту відповідно до правил перевезення, що діють на цих видах транспорту.

БІВК РС повинні витримати транспортування у споживчій тарі підприємства-виробника будь-яким видом транспорту на будь-яку відстань.

Разом з тим, БІВК РС повинні бути:

стійкими, міцними та сталими щодо впливу зовнішніх факторів;
стійкими до впливу синусоїдальної вібрації одної частини у діапазоні частот від 1 Гц до 500 Гц з амплітудою віброприскорення 98 м/с^2 (10g).

БІВК РС повинні мати можливість як автономної роботи, так і бути сумісними з існуючими та перспективними системами (засобами), мати можливість підтримки дротових та бездротових міжстанційних засобів інформаційної комунікації, що використовують стандартні засоби та протоколи зв'язку.

Конструкція БІВК РС повинна забезпечити максимальне використання стандартизованих, уніфікованих і запозичених вузлів, деталей, конструктивних елементів, а також конструкторська, експлуатаційна та ремонтна документація до неї повинні бути виконанні у відповідності до вимог діючих стандартів та галузевої нормативно-технічної документації.

Найменша змінна одиниця обладнання повинна бути виконана у вигляді легкоз'ємної зборочної одиниці (блочно-модульного виконання).

Елементи, які в процесі експлуатації потребують заміни або виконання регулювання, повинні мати мінімальну кількість органів управління, регулювання та контролю. Апаратура повинна проектуватися з умовою забезпечення можливості її експлуатації при мінімально необхідній кількості засобів контролю.

Висновок. Таким чином, з метою підвищення якості проведення випробувань нових і модернізованих зразків автомобільної та бронетанкової техніки, в статті проаналізовано потреба в наявності універсального бортового інформаційно-вимірювального комплексу та реєструючих систем, його характеристики, запропоновані пропозиції щодо складу та загальні вимоги до комплексу та його складових.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Малогабаритная система бортовых измерений для летных испытаний воздушных судов малой размерности: учебник для вузов [Электронный ресурс]. / А. Брагин, А. Лукьянов. – Режим доступа: <http://www.cta.ru/>.

2. Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем: учебное пособие / Л.Н. Александровская, В.И. Круглов, А.Г. Кузнецов и др. – Москва: “ЛОГОС”, 2003. – 736 с.

3. Обґрунтування методів аналізу, обробки та узагальнення вимірювальної інформації отриманої під час випробувань зразків ОВТ: звіт про НДР / Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки; керівник: С.В. Ратушний; відп. викон.: К.В. Андреев і інші. – Чернігів: ДНДІ ВС ОВТ, 2018. – 137 с. – Інв. № 2035.

4. Дослідження шляхів створення системи об'єктивного контролю БпАК та застосування у Збройних Силах України: звіт про НДР / Державний науково-дослідний центр Збройних сил України; керівник: С.В. Ратушний; відп. викон.: М.В. Андрушко і інші. – Чернігів: ДНВЦ, 2017. – 102 с. – Інв. № 1614.

Андрушко Микола Васильович

старший науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна

<https://orcid.org/0000-0001-5454-778X>
+380987885476

Mykola Andrushko

Senior Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0001-5454-778X>
+380987885476

Шейн Ігор Владиславович

науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-4640-0205>

+380974628138

Ратушний Сергій Васильович

провідний науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-1567-0501>

+380971741466

Ihor Shein

Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-4640-0205>

+380974628138

Sergei Ratushny

Lead Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-1567-0501>

+380971741466

SUBSTANTIATION OF GENERAL REQUIREMENTS FOR ON-BOARD INFORMATION MEASUREMENT AND RECORDING SYSTEMS FOR TESTS OF AUTOMOTIVE EQUIPMENT AND ARMoured VEHICLES

M Andrushko, I Shein and S Ratushny

On-board information measurement and recording systems are designed to control the parameters of both systems and units of the prototype and the sample of automotive equipment and armored vehicles in general, to obtain qualitative and quantitative characteristics to assess their compliance with technical requirements of the request for proposal.

The universal modular type on-board information-measuring system must provide acquisition, conversion and registration on the on-board drive of parametric (analog and digital), discrete, audio and video information from on-board systems of armament and military equipment (AME) sample during tests.

A special place is occupied by data collection and processing systems during automotive equipment and armored vehicles tests. This is due to the need to obtain during experiments quantitative information about the characteristics of the sample and its systems on the basis of an unbiased evaluation of a significant number of values of physical quantities, which are determined experimentally. Despite the significant difference in the technical characteristics and methods of application of different types of armored vehicles, the information support of their tests has lots in common.

From the technical point of view, tests of armored vehicles are a process of obtaining, converting, registering and processing of measuring information generated by on-board systems of AME test sample. The whole complex of engineering measurements instruments (ground measuring instruments, on-board measuring systems, trajectory measurement systems, telemetry systems) using common time equipment, means of acquisition and processing measuring information, control and communication is combined into a single information measuring and computing complex, which in turn allows giving an unbiased evaluation of the characteristics and features of the test object as a whole.

In order to improve the quality of testing of new and upgraded sample of automotive equipment and armored vehicles, the need for a universal on-board information measurement and recording systems, its characteristics are analysed, proposals for the composition, as well as general requirements were introduced.

Keywords: *general requirements, compliance, obtaining, measurement information.*