

УДК 389.64

І.Д. Пашкевич
В.В.Юсов**УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРКУ ПЕРЕСУВНИХ ЛАБОРАТОРІЙ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ
МЕТРОЛОГІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ**Центральне управління метрології і стандартизації Збройних Сил України, м. Київ, Igor1969@i.ua*Розглянуто принципи розвитку парку пересувних лабораторій вимірювальної техніки та їх участь у підвищенні оперативності та ефективності в системі метрологічного обслуговування військ***Ключові слова:** оборона, вимірювальна техніка, пересувна лабораторія вимірювальної техніки, еталон переносник.**Вступ**

Забезпечення необхідного рівня національної безпеки в умовах скорочення чисельності особового складу, зниження витрат на оборону, оснащення військ якісно новими засобами збройної боротьби, а також зміни характеру, способів підготовки та ведення операцій (бойових дій) вимагають підвищення ефективності всіх видів забезпечення військ, зокрема, метрологічного забезпечення. Важливим фактором підвищення ефективності метрологічного обслуговування складних систем є створення та використання сучасних пересувних лабораторій вимірювальної техніки на всіх рівнях організаційної побудови військ.

Експлуатація і застосування сучасної зброї і військової техніки оснащених складним устаткуванням, систем навігації та радіоелектронного обладнання підтримка його високої боєздатності, мобільності і точності вимагають постійної наявності в місцях дислокації військ і сил флоту справних засобів вимірювальної техніки, за допомогою яких здійснюють контроль технічного стану апаратури, її регулювання, настроювання, ремонт і підготовку до застосування. Зазначена обставина привела до необхідності наближення технічної бази метрологічного обслуговування до об'єктів озброєння і військової техніки. Тобто проблема повірки (калібрування) і відновлення засобів вимірювальної техніки на місцях, їхня експлуатація стала однією з проблем військової метрології.

Рішення проблеми щодо своєчасного та повного метрологічного обслуговування сучасних складних систем найбільш ефективно здійснюється пересувними лабораторіями вимірювальної техніки (ПЛВТ).

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Підтвердженням цього висновку є тенденції розвитку та застосування ПЛВТ в арміях країн НАТО. За останні 10-15 років у провідних арміях цих країн і Японії були розроблені такі пересувні повірочні лабораторії, як MECCA, RASCAL (рис. 1) (США, Fluke Tektract), MCRU (ФРН, Rohde Schwarz), DOMAT (Франція, Alnatel), MRERS (США, Nort zop), комплекс SVRV, MPMEL, (рис. 2) (ФРН), система Термінал-10 (США, Fluke), MATSUSHITA (Японія) та система 9500 (США, Hewlett Packard). Основні характеристики деяких з цих лабораторій наведено у таблиці 1. Лабораторії побудовані на основі автоматизованих вимірювальних систем у модульному виконанні. Це робить їх обладнання "гнучким" і дозволяє охопити калібруванням значну частину парку засобів вимірювальної техніки. Так, лабораторія DOMAT повіряє до 95 % військових засобів вимірювальної техніки.

Основною тенденцією розвитку ПЛВТ є створення універсальних високонадійних засобів, які можна перебудовувати в залежності від вимірювальних завдань, тобто складу засобів вимірювальної техніки, що необхідно метрологічно обслуговувати. Одним із важливих напрямків розвитку ПЛВТ є підвищення продуктивності повірочно-ремонтних робіт. Передбачається, що продуктивність автоматизованого повірочного обладнання в 40-50 разів буде перевищувати продуктивність неавтоматизованого.

Важливе значення в арміях країн НАТО приділяється засобам доставки повірочного обладнання. Найчастіше використовуються кузови-контейнери та персональна тарна упаковка. В останній час для підрозділів розміщення повірочного обладнання все частіше застосовуються автономні кузови-контейнери, що дає змогу підвищити маневреність військ,

значно скоротити час розгортання військових метрологічних лабораторій.



Рис.1. Пересувна лабораторія типу МРМЕЛ (ФРН)

Параметри:

Лабораторія не працює в автономному режимі та потребує зовнішніх джерел енергопостачання. Призначена для проведення калібрувальних робіт приладів току, крутильного моменту, маси, довжини, тиску (гідравлічного та пневматичного), температури. Лабораторія на базі трейлера: довжина – 14 м, ширина – 2,54 м, висота – 3,99 м, вага – 15 тон, потужність 2 x 32 А/с 400 VAC, потребує водопостачання (для А/С).

У таблиці 1 наведені ПЛВТ, що активно застосовуються для метрологічного забезпечення засобів вимірювальної техніки. Наприклад, загальна кількість повірочних лабораторій Армії США складає 205, з них 191 це автомобільні повірочні лабораторії. Редстоунський арсенал Армії США має 76 пересувних повірочних лабораторій НВЧ і ІЧ діапазонів та 115 пересувних автофургонів для калібрування апаратури вимірювання напруги постійного та змінного струму.

Військово-Морські Сили США мають понад 35 кораблів, які оснащені повірочним обладнанням. Пересувні лабораторії вимірювальної техніки мають і Військово-Повітряні Сили США.

Постановка завдання

В Збройних Силах України по номенклатурі і наявності в військах ПЛВТ перше місце належить лабораторіям які побудовані на автомобільному шасі. ПЛВТ на автомобільному шасі мають порівняно високу автономність, оперативність передислокації на середні відстані (до 200 - 400 км) при досить низькій вартості їх розробки й експлуатації.

Однак обмеженість обсягу кузовів - фургонів не дозволяє реалізувати повірку, калібрування і відновлення всієї номенклатури засобів вимірювальної техніки військового призначення, що експлуатується у військах за допомогою ПЛВТ, розміщеному на одному транспортному засобі. Крім того, автомобільні ПЛВТ мають відносно низку оперативність передислокації на великі відстані і непридатні для роботи у важкодоступних районах дислокації військ і сил флоту.

Таблиця 1

Порівняльна таблиця

Характеристики ПЛІВТ	MECCA (США, Fluke Tektract)	MCRU (ФРН, Rohde Schwarz)	DOMAT (Франція, Alnatel)	MRERS (США, Nort zop)
Призначення	Автоматизоване калібрування та ремонт мультиметрів, осцилографів, генераторів, лічильників на кораблях та підводних човнах	Автоматизоване калібрування та ремонт мультиметрів, осцилографів, генераторів, частотомірів та приладів зв'язку	Автоматизоване калібрування та ремонт осцилографів, частотомірів, приладів зв'язку Сухопутних військ	Автоматизоване калібрування автоматизованого контрольно-випробувального обладнання літаків
Транспортна база	Переносна тарна упаковка	Авто "Mercedes", кузов-контейнер	Тягач TSR 280, напівпричіп	Транспортний контейнер
Кількість робочих місць	1	3	4	1
Наявність засобів забезпечення температурно-вологісного режиму	–	+	+	–
Наявність автономних джерел живлення	–	+	+	–
Обладнання	Робочі еталони, які поєднані інтерфейсом IEEE 488 і управляються за допомогою контролера 1720Ф	Окремі робочі місця, які розташовані у кузові контейнері, який має засоби самонавантаження	Окремі робочі місця, які розташовані у напівпричіпі і прикріплені до його стінок та підлоги через амортизатори	Робочі еталони, які управляються за допомогою ПЕОМ HP200
Похибки вимірювань: напруги постійного струму, % напруги змінного струму, % Частотний діапазон, ГГц	0,005 0,05 До 5	0,04 0,022 До 10	0,02 0,015 До 60	0,017 0,012 До 26,5
Зростання продуктивності порівняльно з неавтоматизованими ПЛІВТ, разів	10–15	10–15	10–15	10–15
Джерело живлення	Зовнішня мережа	Зовнішня мережа	Зовнішня мережа	Зовнішня мережа

Від зазначених недоліків у значній мірі звільнені залізничні, літакові та корабельні ПЛІВТ.

У відповідності до концепції розвитку системи метрологічного забезпечення Збройних Сил України, передбачається створення пересувних повітряно-ремонтних засобів та комплексів. Їх створення повинно базуватися на таких основних принципах:

забезпечення обслуговування не менш як 85 % парку військових засобів вимірювальної техніки на місцях їх експлуатації;

радіус дії ПЛІВТ повинен бути не менш як 500 км;

автономне функціонування у польових умовах;

можливість самоатестації повітряного обладнання ПЛІВТ за допомогою мір та перетворювачів, що транспортуються;

побудова на основі агрегатно-модульного принципу;

відповідність номенклатури військових засобів вимірювальної техніки, які метрологічно обслуговуються, потребам військ;

забезпечення гнучкої системної конфігурації, функціональної самостійності, конструктивної, програмної та інших видів сумісності на підставі уніфікованих повітряно-діагностичних модулів.

Слід відзначити, що ці вимоги відповідають світовим тенденціям розвитку парку ПЛІВТ.

Необхідність створення сучасного парку ПЛІВТ для Збройних Сил України обумовлюється

вимогами підвищення боєготовності військ за рахунок підвищення ефективності їх метрологічного забезпечення, а також тим, що існуючий парк ПЛВТ морально і фізично застарів.

Крім того, військові метрологічні лабораторії різних рівнів організаційної побудови військ вимагають доукомплектування ПЛВТ до штатної чисельності. Але зробити це неможливо тому, що парк пересувних лабораторій, якими оснащені військові метрологічні лабораторії, складають ПЛВТ, які виготовлялись за межами України. Враховуючи вище зазначене та необхідність великих матеріальних витрат на створення парку перспективних ПЛВТ, передбачається його поетапне створення. Передбачена етапність створення, в наступному. На першому етапі здійснити з мінімальними витратами розробку базового зразку автомобільної ПЛВТ здатну забезпечити повірку і ремонт максимально можливої номенклатури засобів вимірювальної техніки, з застосуванням окремих елементів автоматизації. На другому етапі забезпечити серійне виробництво ПЛВТ з послідовним виконанням заходів з її модернізації за рахунок поширення номенклатури повіряємих (калібруємих) засобів вимірювальної техніки і автоматизації повірочних (калібрувальних) робіт. Паралельно з цим вести наукові дослідження і розробляти наукові основи створення (подальна модернізація) і застосування парку перспективних ПЛВТ.

Все це знайшло відображення в розробленому технічному завданні (шифр розробки “Міра - П”) на основі якого була створена перша вітчизняна пересувна лабораторія вимірювальної техніки (ПЛВТ УА2-4/А,Б), яка наказом Міністра оборони України від 20.05.97 № 162 була прийнята на озброєння Збройних Сил України.

Функціонально лабораторія УА2-4 складається з двох незалежних по видах вимірювань пересувних комплектів УА2-4/А та УА2-4/Б, розгорнутих на базі кузовів-фургонів К2.4310, встановлених на шасі двох автомобілів КАМАЗ 4310. Це в значний мірі підвищує мобільність та експлуатаційні можливості ПЛВТ у порівнянні з аналогічними по класу пересувними лабораторіями типу КРИЛ-2 та ПЛИТ А3-2, які складають до 50% існуючого парку ПЛВТ. Розроблена в ДНДІ “Система” ПЛВТ УА2-4/А,Б здатна здійснювати метрологічне забезпечення засобів вимірювання радіотехнічних величин (частотомірів, електролічильних синтезаторів та компараторів частоти; вимірювачів повних опорів; імпульсних вольтметрів; вимірювачів неоднорідностей ліній; генераторів низької, високої частоти та імпульсних; аналізаторів спектру осцилографів; вимірювачів нелінійних спотворень; підсилювачів низької та високої частоти; вимірювачів АЧХ), електричних величин повного спектру (частотомірів стрілочних та вібраційних; омметрів, мегомметрів; вольтметрів постійного та змінного струмів універсальних; амперметрів постійного та змінного струмів; магазинів опорів.), а також не електричних величин засобів вимірювання тиску, часу, маси, об’єму, місткості та лінійнокутових величин (таблиця 2).

Одним із найбільш вразливих місць ПЛВТ завжди було енергозабезпечення. Враховуючи загальну потужність живлення (близько 15 кВт), ПЛВТ спроектована таким чином, що може підключатися до любых промислових мереж трьохфазного струму напругою 380 В, частотою 50 Гц, а також до пересувних дизель-генераторів, що значно підвищує її експлуатаційні можливості. Лабораторія обладнана загальним, місцевим і черговим освітленням, а також протипожежним обладнанням. В разі необхідності передбачені місця для відпочинку персоналу.

Таблиця 2

Порівняльна таблиця

Технічні та експлуатаційні характеристики	ПЛВТ УА2-4/А,Б (Україна)	КРИЛ-2 (СРСР)	ПЛИТ А3-2 (СРСР)
Автомобільна база	КАМАЗ-4310, 2 – одиниці, або КРАЗ	УРАЛ-375 (УРАЛ-4320), 2 – одиниці.	КАМАЗ-4310, зниження мобільності через причеп
Наявність автономного живлення	Передбачена можливість комплектування дизель-генератором типу ЭСД – 20	Штатна ЭСД – 20 на причепі	немає
Вбудовані системи: кондиціонування опалення	є є	немає є	є є

Продовження табл.2

Габаритні розміри робочого відсіку: довжина (в метрах) ширина висота	кузов К2.4310 4,7 2,46 1,87	кузов К2.375 4,51 2,4 1,8	кузов К2.4320 4,51 2,4 1,8
Можливість автоматизованої обробки інформації та документування результатів робіт	ПЕОМ	немає	немає
Засоби вимірювальної техніки, що повіряються (калібруються)			
Радіотехнічних величин:			
вольтметри електронні В2, В3, В4, В7	+	+	+
атенюатори Д2, Д3, Д4, Д5	-	+	-
вимірювачі І2	+	+	-
частотоміри Ч2, Ч3, Ч4	+	+	+
синтезатори Ч6	+	-	-
компаратори Ч7	+	-	-
вимірювачі Р1, Р5	+	+	+
осцилографи С1	+	+	+
аналізатори С4	+	+	+
вимірювачі С6	+	-	-
підсилювачі У3, У4	+	+	-
генератори Г3, Г4, Г5	+	+	-
вимірювачі Л2, Л3	+	+	+
вимірювачі АЧХ Х1	+	+	+
Електричних величин:			
вольтметри і амперметри кл. 1,0 і нижче	+	+	+
частотоміри	+	+	+
Тиску і розрядження	+	-	+
Вимірювання часу	+	-	+
Лінійно-кутові	+	-	+
Вимірювання маси	+	-	+
Паливно-роздавальні колонки	+	-	-

Вирішення поставленого завдання

В 2008 році силами ВАТ «Меридіан» ім. С.П. Корольова пересувна лабораторія вимірювальної техніки типу ПЛВТ УА2-4/А,Б була модернізована, підготовлена робоча документація і виготовлена на базі вітчизняного автомобілю КРАЗ (рис. 2). документація і виготовлена на базі вітчизняного автомобілю КРАЗ (рис. 2).

Зазначена лабораторія має на оснащенні біля 170 типів робочих еталонів та вимірювальних пристроїв. Проведено заміну кузову-фургону, що дозволило збільшити кількість робочих місць повірників та удосконалити систему енергоживлення і кондиціонування повітря. Враховуючи високі експлуатаційні характеристики ПЛВТ УА2-4/А,Б може використовуватися як базова модель для створення спеціалізованих ПЛВТ під різноманітні види вимірювань (для забезпечення різних родів і видів Збройних Сил України) в залежності від комплектації робочими еталонами.



Рис.2. Пересувна лабораторія вимірювальної техніки ПЛВТ УА2-4/А,Б

Подальше удосконалення ПЛВТ планується здійснювати по створенню еталонів переносників які будуть вирішувати завдання передавання розмірів одиниць найбільш розповсюджених фізичних величин від військових еталонів до робочих еталонів та засобам вимірювання які використовуються при технічному обслуговуванні озброєння та військової техніки безпосередньо в місцях їх експлуатації.

До них потрібно віднести створення еталонів-переносників одиниць повного опору у хвильових та коаксіальних трактах, фази, частоти і часу, потужності електромагнітних коливань, параметрів і форми радіотехнічних сигналів, маси, характеристик іонізуючого випромінювання, напруги та опору постійного і перемінного струму, витрат рідини та газів.

В умовах України доцільно проводити подальше удосконалення на автомобільному шасі у з використанням кузова-фургона на базі напівпричепа.

Орієнтовний склад комплекту наведено у таблиці 3.

Таблиця 3

Найменування еталону-переносника одиниці фізичної величини	Кількість комплектів
Потужності електромагнітних коливань у хвильових трактах	2
Середньої потужності і енергії лазерного випромінювання	1
Ослаблення електромагнітних коливань	2
Хвильового опору хвильових трактів	1
Потужності електромагнітних коливань у коаксіальних трактах	2
Напругі перемінного струму до 30 МГц	1
Кута зсуву фаз	1
Ємності	1
Індуктивності	1
Коефіцієнта амплітудної модуляції	2
Девіації частоти	2
Коефіцієнта нелінійних викривлень	2
Хвильового опору коаксіальних трактів	1
Напругі постійного струму	1
Опора постійного струму	1

Реалізація зазначеного зі створення еталонів-переносників дозволить забезпечити потрібний для військ рівень точності вимірювань та їх динамічний і частотні діапазони на найближчі 15-25 років.

Висновки

На підставі зробленого аналізу можна зробити висновок, що стратегія створення вітчизняних лабораторій вимірювальної техніки здійснюється на рівні найкращих зразків провідних країн світу і дозволяє практично реалізувати передачу точності вимірювань за схемою «зверху-до низу» з перевірки і калібруванням 85% засобів вимірювальної техніки в місцях їх постійної дислокації на усіх ступенях військової метрологічної схеми. Досвід створення вітчизняної ПЛВТ підлягає аналізу і врахуванню при модернізації і створенні нового покоління метрологічної техніки: мобільних комплексів еталонів-переносників та пересувних автоматизованих повітряно - ремонтних засобів.

Список літературних джерел

1. Державна програма розвитку Збройних Сил України на 2006 – 2011 роки (основні положення).
2. Біла книга 2007 (оборонна політика України) МО 2008.
3. Мелекесцев В.С. Питання створення систем автоматизації автоматизованих пересувних лабораторій вимірювальної техніки. – Львів, 1982 рік.
4. Б.Ф. Марков, Г.С. Сидоренко Основні напрямки розвитку національної системи забезпечення єдності вимірювань (УДК 389.14) 1997 рік.
5. С.Т. Черепков, Б.В. Коротков, О.В. Камінський, О.О. Морозов Напрямки розвитку та удосконалення системи метрологічного забезпечення військ (сил) (УДК 389.64) 1997 рік.
6. В.С. Мелекесцев, О.В. Камінський Метрологічне забезпечення засобів вимірювань з використанням пересувних лабораторій вимірювальної техніки (УДК 389.64) 1997 рік.
7. Контрольна радіовимірювальна лабораторія КРИЛ–2: Інструкція по експлуатації – 1980.
8. Пересувна лабораторія вимірювальної техніки ПЛИТ АЗ–2: Інструкція по експлуатації - 1987.