
УДК 623.004.67

О.А. Кононова, А.А. Назаренко

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ НЕВИЛУЧЕНОЇ СИСТЕМАТИЧНОЇ ПОХИБКИ ВІДТВОРЕННЯ РОЗМІРУ ОДИНИЦЬ НАПРУГИ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В статті запропоновано метод визначення невилученої систематичної похибки показники відтворення розміру одиниць напруги засобів вимірювання військової техніки при проведенні досліджень засобів вимірювальної техніки військового призначення.

Ключові слова: *засоби вимірювальної техніки військового призначення, систематична похибка.*

Вступ

Постановка задачі. Для досягнення високої якості метрологічного обслуговування засобів вимірювальної техніки військового призначення (ЗВТ ВП) необхідно визначити їх невилучену систематичну похибку одиниць напруги. Ці питання, безпосередньо пов'язані з досягненням якості обслугову-

вання ЗВТ ВП, тому вони відносяться до важливих науково-прикладних задач, актуальність яких полягає в необхідності підтримання озброєння та військової техніки (ОВТ) військ (сил) у боєздатному стані особливо при обмеженому фінансуванні потреб Збройних Сил України.

Аналіз літератури Питання метрологічного забезпечення ЗВТ ВП розглядаються в [1 – 5]. В [1]

викладені основні терміни та визначення метрології та вимірювальної техніки. В [2] розглядаються наукові, законодавчі, нормативні та технічні й організаційні основи з метрології та вимірювальної техніки. В [3] висвітлено основні положення повірки засобів вимірювання електричних величин. В [4] розглядаються питання організації та порядку експлуатації вимірювальної техніки у ЗС України. В [5] встановлюються правила експлуатації вимірювальної техніки військового призначення. Разом з цим лишаються відкритими питання, які пов'язані з визначенням невилученої систематичної похибки (НСП) відтворення розміру одиниць напруги ЗВТ ВП, які необхідні для підтримання ОВТ військ (сил) у боєздатному стані.

Метою статті є обґрунтування методу визначення НСП відтворення розміру одиниць напруги ЗВТ.

Основний матеріал

Визначення НСП відтворення розміру одиниць напруги. НСП θ_{Δ} визначають на підставі даних про НСП відповідних ЗВТ, що у складі еталонного дільника, які визначають за їх метрологічними характеристиками на підставі експлуатаційної документації і свідочств про повірку [5]. Для цього пропонується наступний метод.

1. Визначення НСП θ_{Δ} відтворення одиниць напруги для передачі вольтметрам і багатозначним мірам напруги змінного струму (калібраторам).

Для діапазону відтворюваної напруги понад 11 до 1000 В НСП θ_B визначають за формулою:

$$\theta_B = \pm(\theta_{HE} + \theta_{P3017} + \theta_{P3027} + \theta_{F792A}), \quad (1)$$

де θ_{HE} – НСП нормальних елементів Х489;

θ_{P3017} – НСП компаратора напруг постійного струму Р3017;

θ_{P3027} – НСП подільника напруги постійного струму Р3027 - 1;

θ_{F792A} – НСП еталонного термоперетворювача напруг Fluke 792A.

НСП θ_B за формулою (1) визначають при довірчій ймовірності 0,99. Для діапазону відтворюваної напруги від 0,1 до 1000 В НСП θ_{Δ} визначають за формулою:

$$\theta_B = \pm(\theta_{HE} + \theta_{P3017} + \theta_{F792A}). \quad (2)$$

Визначення НСП при відтворенні і передачі одиниці напруги термоперетворювачам напруги методом безпосереднього звіряння НСП θ_{Δ} для всього діапазону від 0,1 до 1000 В визначається як $\theta_B = \theta_{F792A}$. Максимальні значення границь НСП θ_B визначаються за формулами (1) і (2) підстанов-

кою в них максимальних значень складових НСП θ_{Δ} . Мінімальні значення НСП θ_{Δ} відповідають мінімальним значенням θ_{Δ} , тобто мініальному значенню.

2. Розгляд визначення СКВ результатів вимірювань S_B при відтворенні і передачі розміру одиниць напруги.

Розрахунок оцінки СКВ випадкової похибки відтворення і передачі одиниць напруги. виконується відповідно до послідовності операцій вимірювань, оцінка S_{Δ} СКВ випадкової похибки відтворення одиниць напруги визначається за формулою:

$$S_{\Delta} = \sqrt{S_3^2 + S_4^2 + S_6^2 + S_7^2 + S_9^2}, \quad (3)$$

де S_3 – СКВ випадкової похибки вимірювань за пунктом 3

S_4 – СКВ випадкової похибки вимірювань за пунктом 4;

S_6 – СКВ випадкової похибки вимірювань за пунктом 6;

S_7 – СКВ випадкової похибки вимірювань за пунктом 7;

S_9 – СКВ випадкової похибки вимірювань за пунктом 9.

2.1. Вимірювання за пунктами 3 і 6 подібні і полягають у вимірюванні напруги постійного струму на виході калібратора Fluke5720A компаратором Р3017, а в діапазоні від 10 до 1000 В додатково із подільником напруги Р3027. Тому для діапазону від 0.1 до 11В

$$S_3 = \sqrt{S_{F5720}^2 + S_{P3017U}^2}, \quad (4)$$

а для діапазону від 10 до 1000 В

$$S_3 = S_6 = \sqrt{S_{F5720}^2 + S_{P3017U}^2 + S_{P3027}^2}. \quad (5)$$

2.2. Вимірювання за п. 4 і 7 також подібні і полягають у вимірюванні напруги на виході еталонного термоперетворювача Fluke 792A компаратором Р3017 при вхідній напрузі Fluke 792A від калібратора Fluke 5720A в режимі напруги змінного струму.

$$S_4 = S_7 = \sqrt{S_{F5720}^2 + S_{P3017E}^2 + S_{P792}^2}. \quad (6)$$

2.3. Вимірювання за п. 9 полягає у вимірюванні напруги на виході еталонного термоперетворювача Fluke 792A компаратором Р3017 при вхідній напрузі на Fluke 792A від калібратора Fluke 5720A в режимі напруги змінного струму.

$$S_9 = \sqrt{S_{F5720}^2 + S_{P3017E}^2 + S_{P792}^2}. \quad (7)$$

На основі викладеного і формули 3 одержимо:

а) для діапазону відтворення одиниць напруги від 0,1 до 10 В

$$S_B = \sqrt{4S_{F5720}^2 + 2S_{P3017E}^2 + 3S_{F792}^2 + 3S_{P3017E}^2 + S_{F5720}^2}$$

б) для діапазону відтворення одиниць напруги від 10 до 1000 В

$$S_B = \sqrt{4S_{F5720}^2 + 2S_{P3017U}^2 + 2S_{P3027}^2 + 3S_{F792}^2 + 3S_{P3017E}^2 + S_{F7520}^2} \quad (8)$$

де S_{F5720} – СКВ випадкової похибки калібратора Fluke5720A в режимі напруги постійного струму;

S_{F5720} – СКВ випадкової похибки калібратора Fluke5720A в режимі напруги змінного струму;

S_{F792} – СКВ випадкової похибки еталонного термоперетворювача Fluke792A;

S_{P3012U} – СКВ випадкової похибки компаратора P3017 при вимірюванні напруги на вході термоперетворювача Fluke 792A;

S_{P3017E} – СКВ випадкової похибки компаратора P3017 при вимірюванні термо-ЕРС на виході термоперетворювача Fluke 792A;

S_{P3027} – СКВ випадкової похибки подільника напруги P3027..

3. Вибір комплексу характеристик робочого еталона.

Перевірка впливу вимірювальних кіл напруги змінного струму на кола постійного струму. Результати спостережень - значення термо-ЕРС термоперетворювача Fluke 792A за показами компаратора напруг P3017 одержують після подачі напруги постійного струму і закінчення перехідного теплового процесу відповідно до інструкції з експлуатації на термоперетворювач Fluke 792A. Перемикач Fluke 792A - 7003 на напругу змінного струму не перемикають. Результатами одного спостереження вважаються значення термо-ЕРС до підключення напруги змінного струму і після її підключення до клем перемикача Fluke 792A - 7003, а також різниця в значеннях термо-ЕРС, якщо матиме місце вплив напруги змінного струму. Результати спостережень оформляють у протоколі в вигляді таблиці. Результати атестації вважають позитивними, якщо після підключення напруги змінного струму різниця в значеннях термо-ЕРС не спостерігають, а також якщо "шуми", що спостерігаються за розмахом коливань показника мікровольтметра, не збільшились.

Дослідження виконувались для одиниць електричної напруги від 10 до 1000 В змінного струму в діапазоні частот від 20 Гц до 30.МГц .

Структурна схема призначена для відтворення та зберігання одиниці електричної напруги від 10 до 1000. В змінного струму в діапазоні частот від 20 Гц до 20 МГц і передачі її розміру на вторинні і робочі еталони робочим засобам вимірювальної техніки (ЗВТ). Структурна схема складається з комплексу засобів вимірювальної техніки:

- термоелектричний еталонний компаратор напруги постійного і змінного струму для діючих значень напруги від 2 мВ до 1000 В діапазоні частот від 10Гц до 20 МГц;

- термостатовані нормальні елементи 1-го розряду за ДСТУ 383498;

- стабілізовані джерела (калібратори) напруги постійного і змінного струму. Дослідження проводились з метою визначення метрологічних характеристик структурної схеми та перевірки її відповідності вимогам завдання.

4. Проведення досліджень.

При проведенні дослідження необхідно мати наступний перелік документів:

- технічне завдання (ТЗ);
- паспорт (ПС);
- правила зберігання та застосування;
- керівництво з експлуатації (КЕ);
- програма і методика метрологічної атестації.

Порядок проведення досліджень

4.1.Перевірка ЗВТ, що входять до складу установки.

4.2. Перевірка відсутності взаємовпливу вимірювальних кіл постійного і змінного струму.

4.3. Визначення короткотермінової нестабільності і пульсацій джерела напруги постійного струму.

4.4. Перевірка чутливості і короткотермінової нестабільності ЗВТ для вимірювання термо-ЕРС.

4.5. Перевірка сигналу на виході термоперетворювача Бінке 792A на стабільність і рівень "шумів".

4.6. Визначення короткотермінової нестабільності і "шумів" джерел напруги змінного струму.

4.7. Визначення параметрів відтвореної напруги змінного струму.

4.8. Експериментальна оцінка СКВ результатів вимірювань при відтворенні і передачі розміру одиниць напруги термоелектричним перетворювачам.

4.9. Визначення невилученої систематичної похибки відтворення розміру одиниць напруги.

4.10. Визначення відносної нестабільності установки за період 1 року.

4.11. Визначення СКВ результатів вимірювань при відтворенні і передачі розміру одиниць напруги.

4.12. Перевірка асиметрії термокомпаратора Бінке 792A

Висновки

1. В статті запропоновано метод визначення невилученої систематичної похибки відтворення розміру одиниць напруги засобів вимірювальної техніки військового призначення при проведенні дослідження ЗВТ ВП.

2. Розроблений метод доцільно використовувати при проведенні метрологічного обслуговування ЗВТ ВП виїзними метрологічними групами (військовими метрологічними лабораторіями).

Список літератури

1. Чинков В.М. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підр. / В.М. Чинков. – Х.: НТУ «ХПИ», 2005. – 523 с.
2. Бичковський Р.В. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація : Підручник / Р.В. Бичковський, П.Т. Столярчук, П.Р. Гамула – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2004. – 559 с.
3. Метрологическое обеспечение и поверка средств измерений электрических величин: Учеб. пос. / С.И. Кондрашов, В.К. Гусельников и др. – Х. НТУ «ХПИ», 2007. – 287 с.
4. Войтенко С.С. Нормативны та організаційні основи метрологічного забезпечення військ (сил): навч.-

метод. пособ. / С.С. Войтенко., С.В. Герасимов— Х.: ХУПС, 2012. – 292 с.

5. Наказ заступника Міністра оборони з озброєння – начальника озброєння ЗС України «Про затвердження Керівництва з організації та порядку експлуатації вимірювальної техніки у ЗС України» від 1.06.2001.

Надійшла до редколегії 6.02.2013

Рецензент: д-р техн. наук проф. В.М. Чинков, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків..

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕИЗВЛЕЧЁННОЙ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ РАЗМЕРА ЕДИНИЦ НАПРЯЖЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Е.А. Кононова, А.А. Назаренко

В статье предложен метод определения неизвлечённой систематической погрешности показателя возобновления размера единиц напряжения средств измерения военной техники при проведении исследования средств измерительной техники военного назначения.

Ключевые слова: средства измерительной техники военного назначения, систематическая погрешность.

METHOD OF DETERMINATION OF THE UNEXTRACTED SYSTEMATIC ERROR OF PROCEEDING IN SIZE OF UNITS OF TENSION OF FACILITIES OF MEASURING TECHNIQUE OF MILITARY-ORIENTED

E.A. Kononova, A.A. Nazarenko

In the article the method of determination of the not extracted systematic error of index of proceeding in the size of units of tension of facilities of measuring of military technique is offered during the leadthrough of research of facilities of measuring technique of military-oriented.

Keywords: facilities of measuring technique of military-oriented, systematic error.