

# Загальні питання

УДК 681.371

С.С. Войтенко<sup>1</sup>, А.П. Волобуєв<sup>2</sup>, С.В. Герасимов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

<sup>2</sup> Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ТА ВИРОБНИЧИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИЌЗНОЇ МЕТРОЛОГІЧНОЇ ГРУПИ

*В статті показано, що безвідмовна та безаварійна експлуатації озброєння та військової техніки можлива при умові своєчасного та достовірного контролю його технічного стану за допомогою справних і метрологічно перевірених засобів вимірювальної техніки. Запропоновано метрологічне обслуговування озброєння та військової техніки та засобів вимірювальної техніки проводити в місцях дислокації військ силами виїзних метрологічних груп. Розроблена методика визначення складу та виробничих можливостей виїзної метрологічної групи. Проведена апробація запропонованої методики.*

**Ключові слова:** засоби вимірювальної техніки, виїзна метрологічна група, виробничі можливості

### Вступ

**Постановка проблеми.** Програма розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ) Збройних Сил України направлена на забезпечення високої боєготовності військ (сил) за рахунок підвищення їх якісних показників і бойової підготовки особового складу. У цих умовах не можна недооцінювати роль і значення метрологічного забезпечення військ (сил) в рішенні задач підтримки ОВТ в готовності до застосування [1-5]. Однією з основних складових ефективної системи метрологічного забезпечення ОВТ є оптимальним образом організована система метрологічного обслуговування (МОБ) засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), які призначені для визначення технічного стану ОВТ, проведення регламентних і ремонтних робіт на техніці, контролю безпечних умов життєдіяльності особового складу.

Слід зазначити, що МОБ ЗВТ з вилученням їх з місць експлуатації не прийнятне для ефективного функціонування системи метрологічного забезпечення ОВТ, основною вимогою до якої є висока оперативність проведення метрологічних робіт. Крім того, в зв'язку з експлуатацією переважної більшості ЗВТ в поза визначені терміни експлуатації (експлуатації після закінчення відведеного заводом-виробником ресурсу) [4], транспортування ЗВТ впливає на підвищення кількості несправних засобів, що потребує додаткових витрат на проведення ремонту та регулювання. Тому для збільшення коефіцієнту готовності ОВТ (які мають в своєму складі ЗВТ, потрібні для безаварійної роботи чи ефективної експлуатації) МОБ ЗВТ пропонується проводити в місцях дислокації військових підрозділів силами виїзних метрологічних груп (ВМГ), що в той же час економить кошти за рахунок відсутності доставки ЗВТ до стаціонарної вимірювальної лабораторій та

повернення їх з необхідністю подальшого налаштування на штатних місцях ОВТ, підвищує боєготовність частин і підрозділів [5].

**Аналіз літератури.** Проведений аналіз літератури показав [1-3, 6], що існує багато варіантів моделей метрологічного обслуговування зразків ОВТ і ЗВТ, однак вони розглядають процес обслуговування в стаціонарних умовах, тобто розглядають питання метрологічного забезпечення по схемі "засіб ОВТ переміщується до засобів метрологічного обслуговування". Для підвищення оперативності проведення метрологічних робіт і підвищенні бойової готовності ОВТ і боєздатності військових частин оптимальною є схема метрологічного забезпечення "до засобу ОВТ переміщується засіб метрологічного обслуговування".

Таким чином, актуальності набуває питання, пов'язане з розробкою моделей МОБ ЗВТ в місцях дислокації військових частин і підрозділів. Часткова ця проблема була вирішена за рахунок розробки моделі повірки (калібрування) ЗВТ в місцях дислокації військ [5].

**Метою** даної статті є розробка методики визначення складу та виробничих можливостей ВМГ для проведення метрологічного обслуговування ОВТ і ЗВТ в місцях дислокації військових підрозділів.

### Основна частина

Дослідження можливостей метрологічного підрозділу по здійсненню МОБ ЗВТ пропонується проводити шляхом визначення можливих значень показників, які характеризують здатність підрозділу виконати визначений об'єм метрологічних робіт.

До найбільш важливих задач, для вирішення яких використовуються результати такого дослідження є:

- визначення обсягу робіт з обслуговування та відновлення ЗВТ;
- визначення обсягів та номенклатури обмінного фонду (запасів) ЗВТ ВМГ;
- розрахунок потрібної кількості ремкомплектів і ЗІП ВМГ;
- визначення потрібного складу ВМГ.

Визначення вихідних даних здійснюється на основі вивчення оперативних документів (звітів). Для розрахунку необхідні наступні вхідні дані: наявність ЗВТ в закріпленому регіоні; наявність обмінного фонду ЗВТ в метрологічних підрозділах військових частин (при їх наявності); кваліфікації особового складу метрологічного підрозділу. Крім того, необхідно знати відстані між метрологічним підрозділом та військовими частинами, які за ними закріплені для проведення метрологічного обслуговування ЗВТ і ОВТ. Використовуючи дані звітів про наявність ЗВТ в закріпленому регіоні розраховуються виробничі можливості ВМГ (кількість ЗВТ, що обслуговується (в тому числі несправні після ремонт) у розрахунковий період):

$$Q_i^k = \frac{N_i^k t_i}{\tau_i^k}; \quad Q_i^p = \frac{N_i^p t_i}{\tau_i^p + \tau_i^k}, \quad (1)$$

де  $Q_i^k$ ,  $Q_i^p$  – кількість ЗВТ, що обслуговується (калібрується) чи ремонтується і-м спеціалістом у розрахунковий період відповідно (одиниць);

$N_i^k$ ,  $N_i^p$  – кількість фахівців-метрологів з калібрування та ремонту відповідно (осіб);

$t_i$  – добовий фонд робочого часу фахівців-метрологів (годин) (номінальний фонд робочого часу за добу одного спеціаліста при роботі на виїзді складає від 8 до 10 годин);

$\tau_i^k$ ,  $\tau_i^p$  – норми часу на виконання калібрування та ремонту ЗВТ відповідно (годин).

Розрахунок сумарних виробничих можливостей ВМГ здійснюється за формулою:

$$Q_{k\Sigma} = Q_{\Sigma}^k + Q_{\Sigma}^p = \sum_{i=1}^{N_i^k} Q_i^k + \sum_{i=1}^{N_i^p} Q_i^p. \quad (2)$$

Слід підкреслити, що не всі несправні ЗВТ можливо відновити силами ВМГ, без залучення спеціалістів і обладнання стаціонарної лабораторії. Тому для підтримання ОВТ в справному стані несправні ЗВТ, які не відновлюються силами ВМГ, слід замінити на справні з обмінного фонду. Необхідний обсяг обмінного фонду (запасів) ЗВТ для забезпечення ефективної роботи ВМГ визначається формулою:

$$Z_{\text{оф}} = k_n (V - Q_{\Sigma}^p) T, \quad (3)$$

де  $Z_{\text{оф}}$  – необхідна кількість у ЗВТ в обмінному фонді (одиниці);

$V$  – середньорічні втрати ЗВТ (одиниці/місяць);

$Q_{\Sigma}^p$  – сумарні виробничі можливості ВМГ з ремонту у розрахунковий період (одиниці/місяць);

$T$  – розрахунковий період (як правило місяць);

$k_n$  – коефіцієнт неспівпадіння ЗВТ згідно не-обхідної номенклатури (як правило дорівнює 0,6...0,8 в залежності від розповсюдження ЗВТ).

Виробничі можливості з відновлення несправних ЗВТ за рахунок обмінного фонду (запасів) розраховуємо за формулою (одиниці/місяць):

$$Q_{\text{оф}} = \frac{Z_{\text{оф}}}{T} k_n, \quad (4)$$

Розрахунок сумарних можливостей ВМГ з урахуванням запасів обмінних фондів з відновлення несправних ЗВТ визначається співвідношенням:

$$Q_{\Sigma} = Q_{k\Sigma} + Q_{\text{оф}}. \quad (5)$$

Крім визначення виробничих можливостей ВМГ з урахуванням фонду робочого часу необхідно провести вибір раціонального складу (спеціалістів відповідної кваліфікації) ВМГ та її технічної оснащеності. Це відбувається на підставі вивчення номенклатури ЗВТ, які підлягають обслуговуванню в військових частин (відповідно до заявок на метрологічне обслуговування).

Як свідчать розрахункові співвідношення для визначення складу ВМГ необхідні наступні додаткові дані: річні норми зносу ЗВТ (табл. 1), відсотки щорічного виходу ЗВТ на калібрування та регулювання (табл. 2), що, разом з кількістю ЗВТ, які підлягає калібруванню, регулюванню та ремонту, визначає завантаження ВМГ.

Усереднені норми часу, що витрачаються на калібрування, регулювання і відновлення (ремонт) ЗВТ, встановлюються директивно [7].

Наведені в табл. 1, 2 додаткові дані дозволяють визначити запаси ЗВТ, що використовуються для відновлення несправних ЗВТ, і розрахувати розмір обмінного фонду ЗВТ, які підлягають калібруванню, регулюванню чи ремонту [7].

Сформулюємо методику визначення складу ВМГ для метрологічного обслуговування ОВТ і ЗВТ військової частини.

1. Відповідно до заявки військової частини на метрологічне обслуговування вивчається номенклатура ЗВТ і ОВТ, що підлягають обслуговуванню. Згідно з усередненими нормами часу, що витрачаються на калібрування, регулювання та відновлення (ремонт) ЗВТ, розраховується бюджет часу  $Q_{\text{ЗВТ}i}^u$ , необхідний для метрологічного обслуговування ЗВТ і ОВТ і-ї військової частини, з урахуванням необхідності проведення ремонту несправних ЗВТ.

2. Відповідно до співвідношення (5) сумарні виробничі можливості ВМГ з урахуванням запасів обмінних фондів з відновлення несправних ЗВТ в кожній військовій частині  $Q_{\Sigma}$  повинні бути не менше, ніж визначений бюджет часу  $Q_{\text{ЗВТ}i}^u$ , тобто  $Q_{\Sigma} \geq Q_{\text{ЗВТ}i}^u$ .

Таблиця 1  
Знос еталонної бази в роках експлуатації

| Види та групи ЗВТ  | Річна норма зносу, % |                   |
|--|----------------------|-------------------|
|  | робочих еталонів     | вихідних еталонів |
| Радіовимірювальні прилади:<br>– стаціонарні та переносні;<br>– у складі пересувних засобів                                     | 10<br>13             | 8<br>10           |
| Міри та прилади для електричних і магнітних вимірювань:<br>– стаціонарні та переносні;<br>– у складі пересувних засобів        | 10<br>12             | 8<br>10           |
| Прилади для вимірювання тиску  | 12                   | 10                |
| Прилади для вимірювання температури  | 10                   | 8                 |
| Міри та прилади для вимірювання лінійно-кутових величин  | 12                   | 10                |
| Міри та прилади для вимірювання рівня, витрат, об'єму рідин і газів  | 12                   | 10                |
| Міри та прилади для вимірювання маси:<br>– ваги лабораторні;<br>– ваги платформні;<br>– ваги автомобільні пересувні;<br>– гирі | 10<br>6<br>11<br>5   | 7<br>–<br>–<br>3  |

Таблиця 2

Кількість несправних ЗВТ

| Вид ЗВТ                           | Відсоток в загальній номенклатурі ЗВТ | Відсоток відходу ЗВТ на |  |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--|
|                                   |                                       | Повірку                 | Регулювання (від тих, що повертаються) |
| Радіовимірювальні прилади (РВП)   | 20                                    | 70                      | 30                                     |
| Електровимірювальні прилади (ЕВП) | 10                                    | 60                      | 20                                     |
| ЕВП вбудовані                     | 60                                    | 60                      | 10                                     |
| Прилади для вимірювання тиску     | 5                                     | 80                      | 15                                     |
| Спеціальні та інші                | 5                                     | 80                      | 30                                     |

3. Розраховується необхідна кількість та номенклатура ЗВТ для обмінного фонду ВМГ згідно виразів (3), (4), враховуючи кількість однотипових ЗВТ в військовій частині.

4. Розраховуються виробничі можливості ВМГ щодо калібрування та ремонту несправних ЗВТ в військовій частині згідно співвідношень (1), (2).

Запропонована методика визначення складу ВМГ для метрологічного обслуговування ОВТ і ЗВТ військової частини була випробувана за допомогою розрахунку виробничих можливостей існуючого (умовного) підрозділу, основна задача якого є проведення метрологічного обслуговування ЗВТ і ОВТ в місцях дислокації військ, за один квартал роботи.

Нехай в закріпленому за ВМГ регіоні знаходиться три військові частини, які мають деяку кількість ЗВТ. В табл. 3 наведені ЗВТ військових час-

тин, які потребують проведення метрологічного обслуговування (калібрування) в термін, що розглядається (один квартал).

Таблиця 3

Розподіл ЗВТ за типами

| Підрозд. | РВП-1 | РВП-2 | РВП-3 | РВП-4 | РВП-5 | ЕВП-1 | ЕВП-2 | ТМП-1 | ТМП-2 | ТМП-3 | СЗВ | Усього |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|--------|
| в/ч 0001 | 12    | 4     | 7     | 4     | 2     | 21    | 18    | 10    | 1     | 10    | 3   | 92     |
| в/ч 0002 | 11    | 5     | 5     | 3     | 2     | 12    | 44    | 5     | –     | 12    | 4   | 103    |
| в/ч 0003 | 11    | 2     | 7     | 6     | 3     | 11    | 14    | 8     | 1     | 11    | 4   | 78     |
| Усього   | 34    | 11    | 19    | 13    | 7     | 44    | 76    | 23    | 2     | 33    | 11  | 273    |

Відповідно до усереднених даних на калібрування ЗВТ наведемо часові витрати на калібрування ЗВТ різного типу (типаж ЗВТ пропонується вибирати відповідно до усереднених норм часу на їх калібрування). Радіовимірювальні прилади першого типу: (РВП-1) – 4 години, РВП-2 – 8 годин, РВП-3 – 5 годин, РВП-4 – 6 годин, РВП-5 – 3 години; електровимірювальні прилади першого типу: (ЕВП-1) – 1 година, ЕВП-2 – 4 години; тепломеханічні прилади першого типу: (ТМП-1) – 0,5 години, ТМП-2 – 2 години, ТМП-3 – 1 година; спеціальні засоби вимірювання: (СЗВ) – 5 годин.

Враховуючи наведені часові витрати визначимо фонд робочого часу, необхідний для проведення МОБ ЗВТ військових частин, який становить: для РВП – 414 годин; для ЕВП – 329 годин; для ТМП – 44 годин; для СЗВ – 55.

Для проведення МОБ ЗВТ військових частин необхідно витратити 842 години з фонду робочого часу ВМГ. Відповідно до формули (3) та враховуючи нормативні рекомендації щодо визначення обсягів обмінного фонду, розрахуємо необхідну кількість ЗВТ для формування обмінного фонду. Результати розрахунку наведемо в табл. 4.

Таблиця 4

Номенклатура обмінного фонду ЗВТ

| Обмінний фонд | РВП-1 | РВП-2 | РВП-3 | РВП-4 | РВП-5 | ЕВП-1 | ЕВП-2 | ТМП-1 | ТМП-2 | ТМП-3 | СЗВ | Усього |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|--------|
| ВМГ           | 4     | 1     | 3     | 1     | 1     | 6     | 11    | 3     | –     | 4     | 1   | 35     |

Обмінний фонд ЗВТ складає 13 % від загальної кількості, що відповідає нормативній документації (до 15 %) [7].

Дані про укомплектованість ВМГ особовим складом і його розподіл по напрямках роботи наведені в табл. 5.

За допомогою співвідношень (1), (2) і даних табл. 3 розрахуємо фонд робочого часу ВМГ:

– на калібрування ЗВТ – 825 годин (2·210 + 105 + 300);

– на ремонт (регулювання) ЗВТ – 210 годин.

Таблиця 5  
Укомплектованість особовим складом

| Найменування напрямку роботи в складі ВМГ | Особовий склад |              |               |        |
|---|----------------|--------------|---------------|--------|
|   | Офіцери        | Контрактники | Працівники ЗС | Усього |
| Відділ калібрування РВП                   | 1              | –            | –             | 1      |
| Відділ калібрування ЕВП                   | 1              | –            | –             | 1      |
| Відділ калібрування ТМП                   | –              | –            | 1             | 1      |
| Відділ калібрування СЗВ                   | 1              | –            | –             | 1      |
| Відділ ремонту (регулювання) ЗВТ          | –              | 1            | –             | 1      |
| Усього                                    | 3              | 1            | 1             | 5      |

Проведення розрахунків дозволило визначити, що для здійснення в одному кварталі тільки калібрування (без проведення ремонту чи регулювання несправних ЗВТ) ЗВТ військових частин необхідно витратити 842 години, при цьому фонд робочого часу метрологічного підрозділу на калібрування ЗВТ (за квартал) складає 825 годин, тобто перевиконання норм – 2 % (це фактично відповідає звітам з метрологічних підрозділів за формою 2/МС). Збігання даних розрахунків з відомими свідчать про адекватність запропонованої методики розрахунку складу та виробничих можливостей ВМГ.

### Висновки

Результати апробації запропонованої методики свідчать про необхідність збільшення штатної структури метрологічних підрозділів. Крім того, для підтримання старіючої техніки в справному стані (підвищення ймовірності застосування справного ОВТ за призначенням) необхідно зменшити інтервали проведення метрологічного обслуговування, а це призведе до підвищення необхідного часу на проведення калібрування (ремонт, регулювання) ЗВТ [4].

### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЫЕЗДНОЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

С.С. Войтенко, А.П. Волобуев, С.В. Герасимов

*В статье показано, что безотказная и безаварийная эксплуатации вооружения и военной техники возможна при условии своевременного и достоверного контроля его технического состояния с помощью исправных и метрологически поверенных средств измерительной техники. Предложено метрологическое обслуживание вооружения и военной техники и средств измерительной техники проводить в местах дислокации войск силами выездных метрологических групп. Разработана методика определения состава и производственных возможностей выездной метрологической группы. Проведена апробация предложенной методики.*

**Ключевые слова:** средства измерительной техники, выездная метрологическая группа, производственные возможности.

### METHOD OF DETERMINATION OF COMPOSITION AND PRODUCTION POSSIBILITIES OF DEPARTURE METROLOGY GROUP

S.S. Voytenko, A.P. Volobuev, S.V. Gerasimov

*It is rotined in the article, that faultless and accident-free exploitations of armament and military technique possible on condition of timely and reliable control of his technical state by in good condition and metrology attorneys of facilities of measuring technique. Metrology maintenance of armament and military technique and facilities of measuring technique is offered to conduct in the places of distribution of troops forces of departure metrology groups. The method of determination of composition and production possibilities of departure metrology group is developed. Approbation of the offered method is conducted.*

**Keywords:** facilities of measuring technique, departure metrology group, production possibilities.

Тому пропонується переглянути штати метрологічних підрозділів з метою їх оптимізації для збільшення фонду робочого часу та розглянути можливість залучення до МОБ загальновійськових ЗВТ військових частин державні (комерційні) метрологічні підрозділи, як це, наприклад, зроблена в деяких країнах-членах блоку НАТО.

### Список літератури

1. Рейх Н.Н. и др. *Метрологическое обеспечение производства* / Н.Н. Рейх, А.А. Тупиченков, В.Г. Цейтлин. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 248 с.
2. *Эксплуатация и метрологическое обеспечение измерительной техники* / Г.П. Богданов, В.А. Кузнецов, М.А. Лотонов и др. / Под ред. В.А. Кузнецова. – М.: Радио и связь, 1989. – 310 с.
3. Забежинский А.Д. *Основные принципы деятельности метрологической службы крупного промышленного предприятия* / А.Д. Забежинский. – М.: Машиностроение, 1984. – 51 с.
4. Герасимов С.В. *Особенности метрологического zabezпечения озброення та військової техніки в умовах зростання ймовірності їх відмов* / С.В. Герасимов, І.С. Бакулін, Г.Б. Черепенніков // *Системи озброення і військова техніка*. – 2007. – № 1(9). – С. 22-25.
5. Герасимов С.В. *Математична модель повірки (калібрування) і ремонту засобів вимірювальної техніки в місцях дислокації військових підрозділів* / С.В. Герасимов, Д.А. Півнев, А.О. Подорожняк // *Системи озброення і військова техніка*. – 2010. – № 41(24). – С. 151-154.
7. Бусленко Н.П. *Моделирование сложных систем* / Н.П. Бусленко. – М.: Наука, 1978. – 400 с.
8. *Керівництво з виробничої діяльності військових метрологічних лабораторій* / Наказ начальника ЦУМІС від 05.05.2008 № 2.

Надійшла до редколегії 12.09.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук доцент В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.