

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ВІДНОВЛЕННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Аналіз застосування підрозділів та військових частин в локальних війнах та збройних конфліктах дозволяє стверджувати, що одним із основних показників, які впливають на успіх у виконанні завдань є наявність у військових частинах (підрозділах) працездатних зразків озброєння та військової техніки. При цьому, одним із основних джерел надходження працездатних зразків озброєння та військової техніки у військові частини (підрозділи) в ході ведення бойових дій є повернення їх із стаціонарних та рухомих ремонтно-відновлювальних військових частин (підрозділів) після виконання заходів з їх відновлення.

Тому для оцінювання ефективності відновлення озброєння та військової техніки запропонована методика оцінювання ефективності функціонування системи відновлення. Суть якої полягає в отриманні відомості про надійність відновлення озброєння та військової техніки за номенклатурою в кожній ланці структури системи відновлення, кількості відновлених зразків озброєння та військової техніки на кожному рівні ієрархії, кількості неохоплених ремонтно-відновлювальними роботами зразків озброєння та військової техніки в кожній ланці, кількості працездатних зразків озброєння та військової техніки на кожену добу операції (бойових дій). Методика дозволяє варіювати кількістю ремонтних бригад і їх розподілом за ланками структури. Введення змінних оперативно-тактичних ситуацій реалізується головним чином через фонд робочого часу.

***Ключові слова:** озброєння та військова техніка; відновлення; моделювання; виробничі можливості; ремонтно-відновлювальні підрозділи.*

Вступ

Успішне вирішення завдань військовими частинами (підрозділами) під час виконання завдань в операціях (бойових діях) забезпечується ефективним застосуванням всіх видів озброєння та військової техніки (ОВТ).

Аналіз ведення локальних війн та збройних конфліктів ХХ-ХХІ ст. дає змогу стверджувати, що розвиток концепції дальнього вогневого ураження з широким використанням засобів високоточної зброї, приводить до значного збільшення обсягу пошкоджень, які отримують зразки ОВТ [1-2]. Таким чином, вирішення завдання щодо підтримання боєздатності військових частин (підрозділів), за рахунок укомплектованості основними зразками ОВТ, стає досить актуальним і може бути частково розв'язане шляхом відновлення пошкоджених зразків ОВТ силами ремонтно-відновлювальних військових частин (підрозділів).

Постановка проблеми. Відновлення ОВТ, які вийшли з ладу в ході операції (бойових дій), є однією із головних та найбільш складних функцій системи логістики Збройних Сил України та сил оборони держави. Так, як для підтримання високої боєздатності військових частин та підрозділів в ході операції (бойових дій) основним джерелом поповнення справними або працездатними зразками ОВТ будуть зразки, які надходять з

ремонтно-відновлювальних військових частин (підрозділів).

Необхідність організації заходів з відновлення пошкоджених зразків ОВТ обумовлена [3]: обмеженими можливостями країни із створення та утримання необхідного для військ резерву зразків ОВТ; значно меншим часом на повернення у військові частини (підрозділи) відремонтованих зразків ОВТ у порівнянні з часом надходження ОВТ із арсеналів, баз, складів оперативного та стратегічного рівнів; недоцільністю відмови від повернення у військові частини (підрозділи) ремонтпридатних і відносно дорогих за вартістю зразків ОВТ.

Виконання заходів з відновлення ОВТ, які направлені на підтримання готовності військ до виконання бойових завдань за рахунок укомплектування їх боєздатними зразками ОВТ в смузі (районі) бойових дій військ забезпечується створенням відповідної системи ремонтно-відновлювальних органів, яка у своєму складі може мати як рухомі, так і стаціонарні ремонтно-відновлювальні підрозділи, в залежності від обсягу та складності завдань. Система відновлення складається з декількох рівнів ієрархії: стратегічного, оперативного та тактичного. Склад сил та засобів, що входять до кожного рівня ієрархії системи відновлення, відповідає завданням, які визначаються тому чи іншому

ремонтно-відновлювальному підрозділу [4-5].

Успішне вирішення завдань, які покладаються на систему відновлення будь якого рівня ієрархії, залежить, перш за все, від цілеспрямованого управління діяльністю усієї системи. Ефективність управління і, як наслідок, ефективність виконання завдань, які покладені на систему відновлення, залежить від виробничих можливостей ремонтно-відновлювальних військових частин (підрозділів) які залучаються до виконання завдань. Саме тому виникає низка проблемних питань серед яких особливе місце займає оцінювання ефективності функціональної системи відновлення ОВТ та визначення її надійності для різних ситуацій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дослідженню питань функціонування системи відновлення ОВТ в мирний час і в особливий період присвячена ціла низка робіт, зокрема в роботі [6] запропоновано метод моделювання на основі комплексного підходу, що базується на побудові і дослідженні математичної моделі системи забезпечення боєздатності парку ОВТ угруповання військ. Дана модель враховує зовнішні чинники, які впливають на систему а саме чинники, які обумовлюють отримання пошкоджень зразкам ОВТ і потребу в боеприпасах і МТЗ. У роботі [7] розглядаються питання удосконалення інформаційного забезпечення перспективної автоматизованої системи управління матеріально-технічним забезпеченням шляхом формування процедури прогнозування очікуваних пошкоджень зразків ОВТ.

Так у роботі [8] запропоновано метод оцінювання надійності ремонтних підприємств ОВТ на основі експертного поведіння з процедурами та результатами впровадження експертних оцінок. В методі використовується аналітичний мережевий процес. Кластери, що складають мережу оцінювання, залежать від постачання комплектуючих та матеріалів від інших постачальників, а у роботі [9] проведений аналіз системи технічного забезпечення засобів зв'язку і автоматизації враховуючи потребу наближення системи військового управління Збройних Сил до стандартів НАТО. В роботі [10] запропоновано метод прогнозування величини втрат озброєння та військової техніки під час ведення операцій (бойових дій), а в роботі [11] запропоновано порядок кількісної оцінки ймовірнісних показників для підвищення якості прогнозування навантаження на військові ремонтні органи. В літературних джерелах [12] наведено напрямки удосконалення технологічного процесу відновлення ОВТ шляхом застосування нових рухомих засобів ремонту і технічного обслуговування, а у роботі [13] розглянуто задачі оптимального управління процесом відновлення ОВТ під час виконання завдань за призначенням в ланці батальйон. В якості критерію оптимізації розглянуто показник справності та бойової готовності зразків ОВТ а також питомі витрати на відновлення ОВТ. В роботі [14] розглянуто

систему технічного забезпечення військ зв'язку ЗС України за досвідом проведення бойових дій складовою якої є підсистема відновлення. Окремі аспекти даної проблематики викладені у роботі [15] яка присвячена оцінюванню ефективності застосування нової метрологічної техніки та направлена на забезпечення виконання завдання щодо забезпечення точності вимірювань основних параметрів системи, а робота [16] присвячена аналізу військових систем з метою виявлення проблемних питань та їх вирішення. Опрацювання цієї проблеми відображено також у роботі [17] яка присвячена аналізу факторів які впливають на ефективність функціонування системи відновлення ОВТ.

Мета статті. Мета статті полягає у розробленні методики оцінювання ефективності функціонування системи відновлення ОВТ, яка б дозволила порівнювати імовірний вихід ОВТ з ладу з виробничими можливостями ремонтно-відновлювальних військових частин (підрозділів) відповідного рівня ієрархії та визначати неохоплений ремонтного фонду, який необхідно передавати на вищий рівень ієрархії. Дослідження проводилося в рамках науково-дослідної роботи шифр "Потенціал". У ході дослідження використовувалися такі методи: аналіз теоретичних джерел з проблем функціонування системи відновлення ОВТ, метод багаторазової регресії та кореляційного аналізу для обчислення надійності відновлення в різних ситуаціях, моделювання процесу відновлення ОВТ, факторний аналіз для визначення взаємодії факторів.

Виклад основного матеріалу дослідження

З метою оцінювання ефективності функціональної системи відновлення ОВТ досить визначити надійність системи відновлення, яка має фіксовані характеристики, для можливо більшого набору ситуацій. Потім відомими методами слід визначити ймовірність того, що відхилення надійності відновлення від необхідного рівня буде не більше допустимого інтервалу. Отже завдання зводиться до багаторазового обчислення надійності відновлення в різних ситуаціях. Враховуючи відому структуру військ, способи оцінювання надійності відновлення: графоаналітичний з використанням номограм і моделювання процесу відновлення ОВТ [18]. В основі обох із них лежить порівняння очікуваного обсягу ремонтного фонду із виробничими можливостями ремонтно-відновлювальних військових частин (підрозділів). Разом з тим кожен з них має свої особливості.

Графоаналітичний спосіб з використанням номограм дозволяє обчислити надійність відновлення ОВТ для різних конкретних умов бойової обстановки з урахуванням великої кількості факторів як для окремого ремонтно-відновлювального підрозділу (військової частини),

так і для комплексу ремонтно-відновлювальних військових частин (підрозділів), які приймають участь в операції (бойових діях) [19]. Одним з основних недоліків цього способу є складність обліку та реалізації принципу подвійного пріоритету в системі відновлення ОВТ. Як правило, розрахунки ведуться для основних зразків ОВТ.

Інший його недолік, але вже з позицій виявлення можливих шляхів вдосконалення системи, полягає в складності введення тих чи інших змін у характеристики системи відновлення ОВТ. Це ускладнює його використання для оцінювання надійності відновлення ОВТ різних систем в однакових ситуаціях.

Моделювання процесу відновлення ОВТ забезпечує облік набагато більшої кількості факторів. Крім того, цей спосіб дає можливість здійснювати моделювання для різних організаційно-штатних структур системи відновлення на будь-якому рівні ієрархії військ [20]. Тому основну увагу необхідно зосередити саме на цьому способі.

З метою спрощення моделі приймемо деякі допущення:

рівень середньодобових втрат ОВТ не залежить від номенклатури ОВТ і місця військових частин (підрозділів) в оперативній побудові військ. Таке припущення забезпечує достатню точність отриманих результатів при моделюванні процесу відновлення ОВТ у оперативно-тактичному, оперативному угрупованні військ;

технічною розвідкою виявляються усі несправні зразки ОВТ;

евакуація пошкоджених зразків ОВТ з-під вогню противника здійснюється в найближче укриття або на збірний пункт пошкоджених машин (ЗППМ) до підходу ремонтних засобів;

ремонт ОВТ повністю забезпечений необхідними матеріально-технічними засобами (МТЗ), (вузлами, агрегатами, тощо);

увесь ремонтний фонд, не охоплений ремонтно-відновлювальними органами нижчої ланки, передається до вищої ланки;

вихід ОВТ в плановий ремонт протягом даної операції виключається;

цикл відновлення ОВТ в ремонтно-відновлювальних підрозділах тактичного рівня становить одну добу, для оперативного рівня – дві доби, для оперативного рівня при виконанні середніх ремонтів – чотири доби і для стратегічного рівня, які виконують середній ремонт – десять діб;

розподіл ремонтного фонду по трудомісткості робіт описується експоненціальним законом.

Принципи функціонування системи відновлення враховуються в даній методиці наступним чином:

ремонтно-відновлювальні підрозділи тактичного рівня відновлюють усі зразки ОВТ, які потребують поточного ремонту з об'ємом робіт до 100 люд./год., а ремонтно-відновлювальні

військові частини оперативного рівня – зразки ОВТ які потребують поточного ремонту з об'ємом робіт понад 100 люд./год., та ті які потребують середнього ремонту;

ремонтний фонд, який передається з ремонтно-відновлювальних органів нижчої ланки до вищої, відновлюється в ньому в першу чергу;

в кожній ланці зразки ОВТ відновлюються за пріоритетом значимості:

машини управління, засоби ведення вогню, базові платформи ракетних комплексів, базові платформи артилерійських комплексів, танки, БМП, БТР, тощо.

Застосування агрегатного методу ремонту враховується введенням в трудомісткості ремонту головним чином демонтажно-монтажних робіт по заміні несправних агрегатів і вузлів [21-22].

Сутність методики моделювання процесу відновлення ОВТ полягає у послідовному порівнянні ремонтного фонду певної трудомісткості протягом кожної доби операції з виробничими можливостями ремонтно-відновлювальних підрозділів відповідного рівня ієрархії, у визначенні обсягу неохопленого ремонтного фонду і у передачі його на вищий рівень.

Для підготовки і виконання зазначених операцій приймемо такі позначення:

i – індекс номенклатури ОВТ за пріоритетом значимості (для простоти будемо розглядати п'ять груп зразків ОВТ: $i=1$ – машини управління і базові платформи, $i=2$ – танки, $i=3$ – БМП, $i=4$ – БТР і $i=5$ – допоміжні машини тощо);

I – кількість номенклатури ОВТ, для якої ведеться розрахунок (в розглянутому прикладі $I=5$);

j – індекс ланки структури військ і відповідної ланки структури системи відновлення ($j=1$ – батальйон і його підрозділ, які призначені для відновлення ОВТ, $j=2$ – бригада та її ремонтно-відновлювальний підрозділ, $j=3$ – оперативно-тактичне угруповання військ і ремонтно-відновлювальна військова частина, яка входить до його складу;

J – кінцева кількість різних ланок структури військ в залежності від рівня, до якого ведеться розрахунок. J залежить від угруповання військ, яке розглядається;

k – індекс виду ремонту (трудомісткості). За перспективною класифікацією: $k=1$ – поточний ремонт першого ступеня; $k=2$ – поточний ремонт другого ступеня; $k=3$ – поточний ремонт третього ступеня; $k=4$ – середній ремонт тощо. (в розглянутому прикладі $k_{\max}=7$);

K – кінцеве значення рівня структури системи відновлення, для якого ведеться розрахунок.

Аналогічно можна відпрацювати індексацію для решти групи змінних факторів, що діють як при визначенні ремонтного фонду, так і при визначенні виробничих можливостей системи

відновлення ОВТ [23]. Можна розглядати ζ напрямків і ешелонів дії військових частин (підрозділів) (головний та інші напрямки, перший і другий ешелон тощо), η причин виходу з ладу зразків ОВТ (технічні причини, бойові пошкодження).

Для спрощення обчислень обмежимося введеними змінними факторами. В цьому випадку для кожного рівня структури системи відновлення різницю Q між обсягом ремонтного фонду та виробничими можливостями за номенклатурою ОВТ можна виразити за допомогою рівняння

$$Q_{ik} = \sum_{j=1}^j A_{ij} P_{ij} \beta_{ik} - \sum_{j=1}^j B_{kj} \lambda_{ki} \rho_k \varepsilon_k \quad (1)$$

де: A_{ij} – кількість i -ї номенклатури ОВТ в j -й ланці структури військ на початок операції;

P_{ij} – ймовірний середньодобовий вихід ОВТ з ладу i -ї номенклатури в j -й ланці структури військ;

β_{ik} – ймовірність наявності в загальному обсязі ремонтного фонду i -ї номенклатури ОВТ з k -ю трудомісткістю робіт, тобто k -го виду ремонту;

B_{kj} – кількість k -х ланок структури системи відновлення в j -й ланці структури військ;

λ_{ki} – виробничі можливості k -ї ланки структури системи з відновлення i -ї номенклатури ОВТ;

ρ_k – коефіцієнт, що враховує рівень кваліфікації спеціалістів-ремонтників k -ї ланки системи відновлення;

ε_k – ймовірні середньодобових втрат спеціалістів-ремонтників в k -й ланці системи відновлення.

Якщо враховуються причини виходу ОВТ з ладу η , положення військових частин (підрозділів), в бойових порядках військ ξ тощо, тоді від кількості врахованих факторів, які впливають або на формування потоку ремонтного фонду, або на формування виробничих можливостей ремонтних засобів буде залежати кількість сум.

Кількість ОВТ i -ї номенклатури на початок операції визначається добутком штатної кількості цієї номенклатури ОВТ на коефіцієнт її укомплектованості

$$A_i = A_i^{шт} K_i^{ук} \quad (2)$$

Ймовірний вихід ОВТ у ремонт P_i за добу бойових дій може бути визначений з використанням статистичних даних або результатів прогнозування втрат R_i ОВТ в різних видах бойових дій, а також коефіцієнта безповоротних втрат r_i в цих ситуаціях

$$P_i = R_i (1 - r_i) \quad (3)$$

Використовуючи гіпотезу про те, що випадкові величини трудомісткості ремонту – пошкоджених зразків ОВТ незалежні і розподілені за експоненціальним законом, а також знаючи діапазони трудомісткості ремонтних робіт, які виконуються в k -й ланці системи відновлення, можна визначити ймовірність β_{ik} наявності в загальному обсязі ремонтного фонду i -ї номенклатури ОВТ з k -ю трудомісткістю

$$\beta_{ik} = e^{-q\tau_1} - e^{-q\tau_2} \quad (4)$$

де: q – величина, обернена середній трудомісткості ремонту розглянутої сукупності зразків ОВТ;

τ_1, τ_2 – відповідно початкове і кінцеве значення трудомісткості в діапазоні розглянутого виду і ступені ремонту.

Таким чином, наявні дані дозволяють визначити перший доданок в рівнянні (1).

Визначення першого співмножника B_{kj} другого доданка не викликає ускладнень. Коефіцієнт ρ_k враховує рівень кваліфікації ремонтників в k -му ремонтному засобі і визначається з урахуванням характеру робіт, які виконуються. За розрахункову одиницю прийнята кваліфікація робітників заводів, які проводять капітальний ремонт ($\rho_{k=6} = \rho_{k=7} = 1$). Найнижчий коефіцієнт ($\rho_1 = 0,66$) має кваліфікацію особового складу ремонтних підрозділів, які виконують поточний ремонт [21].

Ймовірні добові втрати спеціалістів-ремонтників ε_k беруться рівними середньодобовим втратам особового складу відповідних типових підрозділів в різних видах бойових дій.

У другому доданку рівняння (1) розрахунок виробничих можливостей k -ї ланки i -ї номенклатури ОВТ визначається із співвідношення

$$\lambda_{ki} = \frac{n_k m t_k}{K_\tau \bar{\tau}_{ik}} \quad (5)$$

де: n_k – розрахункова кількість ремонтних бригад в k -й ланці структури системи відновлення;

m – кількість спеціалістів-ремонтників в бригаді;

t_k – фонд робочого часу k -ї ланки структури системи відновлення;

K_τ – коефіцієнт зниження середньої трудомісткості ремонту при прийомі ремонтного фонду з нижчої ланки системи відновлення;

$\bar{\tau}_{ik}$ – середня трудомісткість ремонту i -ї номенклатури ОВТ в k -й ланці структури системи відновлення.

Для експоненціального розподілу

$$\bar{\tau}_{ik} = \frac{e^{-q\tau_1} (\tau_1 + \frac{1}{q}) - e^{-q\tau_2} (\tau_2 + \frac{1}{q})}{e^{-q\tau_1} - e^{-q\tau_2}} \quad (6)$$

Визначення членів рівняння (1) є необхідною, але недостатньою умовою для його розв'язання. Слід також реалізувати принцип пріоритету за значимістю зразків ОВТ в алгоритмі його розв'язання. З цією метою позначимо обсяг ремонтного фонду кожної номенклатури ОВТ, що підлягає ремонту в конкретній k -й ланці структури системи відновлення, через G та складемо систему нерівностей

$$\left. \begin{aligned} \lambda_k - 0,75G_{1,k} - 0,75G_{2,k} - G_{3,k} - 0,5G_{4,k} - 0,9G_{5,k} &\geq 0 \\ \lambda_k - 0,75G_{1,k} - 0,75G_{2,k} - G_{3,k} - 0,5G_{4,k} &\geq 0 \\ \lambda_k - 0,75G_{1,k} - 0,75G_{2,k} - G_{3,k} &\geq 0 \\ \lambda_k - 0,75G_{1,k} - 0,75G_{2,k} &\geq 0 \\ \lambda_k - 0,75G_{1,k} &\geq 0 \end{aligned} \right\} (7)$$

В даній системі цифрові коефіцієнти перед G_{ik} , є коефіцієнти приведення трудомісткості різної номенклатури ОВТ до основних типових розрахункових зразків ОВТ.

Алгоритмом визначено послідовний розгляд кожної з цих нерівностей в разі невиконання попередньої. Якщо перша нерівність виконана, то вся номенклатура ОВТ, що підлягає відновленню в k -й ланці, буде в ній відновлена. Якщо ж ця нерівність не виконана, розглядається друга нерівність. У разі її виконання отримуємо кількість відновлених зразків ОВТ $i = 1-4$, а решту зразків ОВТ підсумовуємо в масив ремонтного фонду ланки $k + 1$. Якщо ж не виконується і друга нерівність, тоді перевіряється третя нерівність і в разі її виконання в ланку $k + 1$ передаються зразки ОВТ номенклатури $i = 5$ і $i = 4$ в кількості, яка не охоплена ланкою k , тощо.

При передачі в ланку $k + 1$ зразків ОВТ з ланки k в залежності від їх кількості автоматично відповідно до алгоритму знижується середня трудомісткість ремонту у вищій ($k + 1$) ланці.

Спрощений алгоритм рішення задачі представлений на рис. 1. Вихідна інформація заноситься у (блок 1). У блоці 2 відбувається визначення суми ОВТ, які залишились в строю разом із відновленими зразками ОВТ. Таким чином, блок 2 видає інформацію про кількість ОВТ на будь-який день операції. Для видачі цієї інформації попередньо визначається потік ремонтного фонду за номенклатурою ОВТ і дням операції (блок 3) і його розподіл по трудомісткості і пріоритету (блок 4).

Далі визначення ремонтного фонду проводиться на двох рівнях: тактичний рівень (блоки 5-10) і оперативний рівень (блоки 11-20). На кожному рівні на підставі вихідної інформації визначаються виробничі можливості кожної ремонтної ланки структури (блоки 7 і 13). У блоках 6 і 12 виділяється ремонтний фонд кожної ланки відповідного рівня. Порівняння результатів, отриманих в блоках 6 і 7, а також 12 і 13, дозволяє визначити кількість зразків ОВТ, які будуть відновлені в цій ланці (блоки 8 і 15) і кількість ремонтного фонду, переданого або у вищестоящу

ланку цього ж рівня (блоки 9 і 16), або на наступний рівень (блок 11). На виході блоку 5 до ремонтного фонду, який передається додаються зразки ОВТ, які заново надійшли і подається знову в блок 6 тактичного рівня. На виході блоку 11 до ремонтного фонду, що надійшов з тактичного рівня, додається ремонтний фонд оперативного рівня і знову подається в блок 12.

Алгоритмом даної моделі передбачено виділення ремонтних бригад для надання допомоги ланкам тактичного рівня. Кількість ремонтного фонду, що припадає на частку цих бригад, визначається у блоці 11. Кількість бригад, необхідних для обробки цього ремонтного фонду, визначається в блоці 14. Відновлені ними зразки ОВТ і бригади які закінчили виконання ремонтних робіт враховуються блоками 17 і 19. Надійність відновлення на кожному рівні ієрархії визначається в блоках 10 і 18. Визначення усієї номенклатури відновлених зразків ОВТ відбувається в блоці 20, дані з якого надходять в блок 2.

Як результат отримуємо відомості про надійність відновлення за номенклатурою зразків ОВТ в кожній ланці структури системи відновлення; про кількість відновлених зразків ОВТ на кожному рівні ієрархії; про кількість неохоплених ремонтно-відновлювальними роботами зразків ОВТ в кожній ланці; про кількість працездатних зразків ОВТ на кожен добу, тощо.

Рішення рівняння (1) передбачає виконання перебору значної кількості змінних величин, що входять в рівняння (2) - (6), а також їх поєднань.

В інтересах вирішення завдання щодо вдосконалення структури системи відновлення, можна варіювати кількістю ремонтних бригад n_k в рівнянні (5) і їх розподіл по k -х ланках структури. Це дає можливість проаналізувати вплив такого перерозподілу на надійність відновлення на кожному рівні структури системи.

Введення змінних оперативно-тактичних ситуацій реалізується головним чином через величину в рівнянні (5) – фонд робочого часу, який залежить, як відомо, від глибини завдань, темпу просування військ, швидкості передислокації ремонтних засобів, тощо [24].

Розрахунки даної моделі забезпечують можливість економічної оцінки прийнятих рішень за критерієм ефективність – вартість.

Збільшення кількості ремонтних відділень в ланках вищого рівня $k > 3$ може забезпечити задану ефективність функціонування системи. Однак економічна-ефективність створення відділень, призначених для виконання трудомістких ступенів ремонту, природно різко зростає в порівнянні з вартістю ланок $k \leq 3$, а залучати дані ланки доведеться для відновлення ремонтного фонду незначної трудомісткості, кількість якого часто більше, ніж кількість ремонтного фонду $k > 3$. Отже, затрати в цьому випадку будуть невиправдано високі.

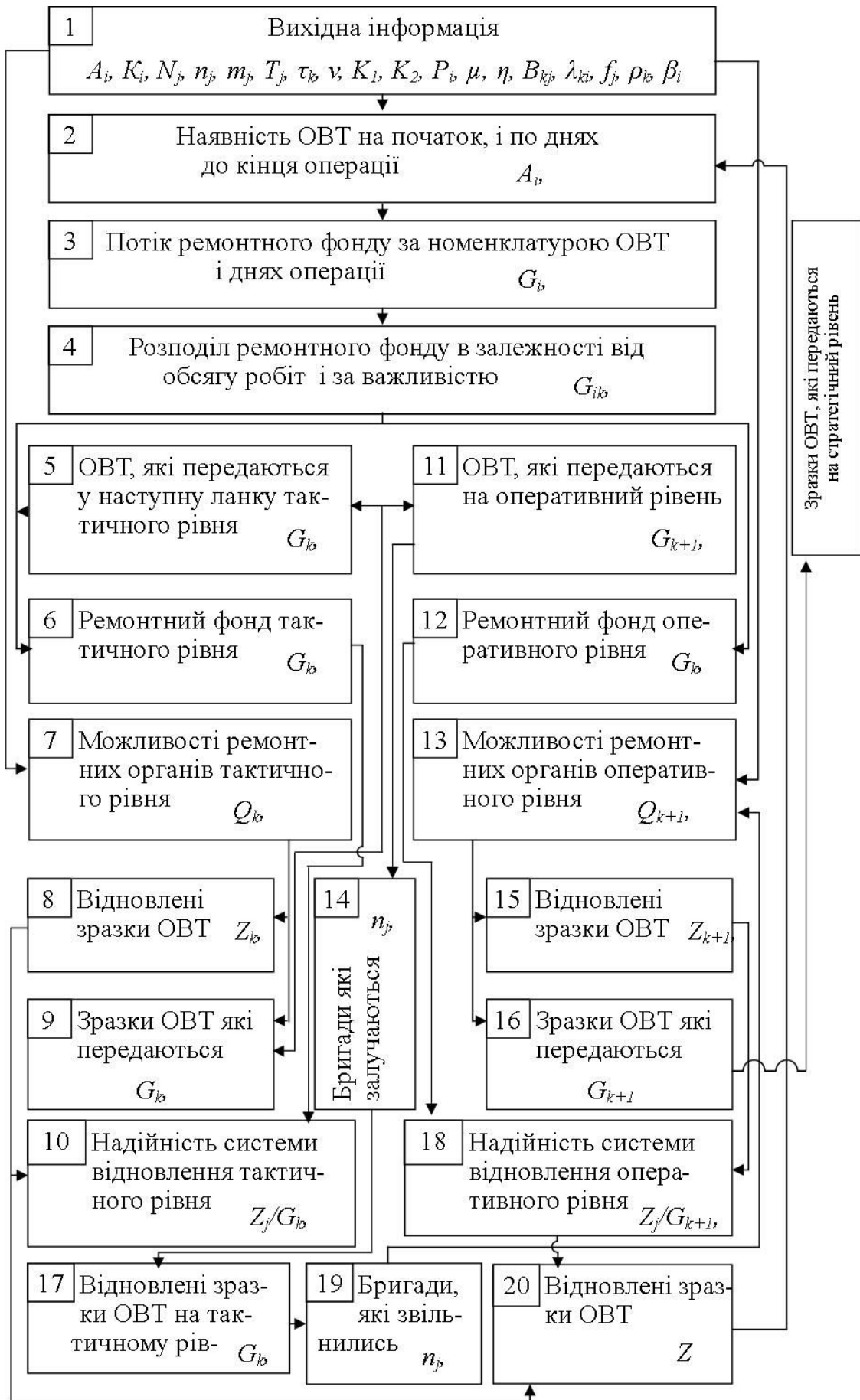


Рис. 1 Структурно-логічна схема функціонування системи відновлення ОВТ

Оптимальною була б така структура системи відновлення, при якій перша нерівність системи (7) завжди б виконувалась для кожного значення k . Але система, одного разу розроблена, повинна добре працювати в різних ситуаціях, в яких G_k змінюється в досить широких межах. Тому важливо, з одного боку, найбільш раціонально розподілити кількість ланок структури за рівнями, а з іншого – передбачити можливість маневру цими ланками як по горизонталі, тобто на одному і тому ж рівні ієрархії, так і по вертикалі, тобто між рівнями ієрархії.

Так в загальному вигляді можна представити моделювання процесу відновлення ОВТ. Даний спосіб, як видно, базується на використанні великої кількості вхідних даних, які значно рознесені. Тому результати, отримані даним способом, вимагають перевірки на більш реальних моделях, до яких можна віднести проведення у військах командно-штабних, тактичних та інші види навчань. Ці моделі можуть бути використані для вирішення різних завдань. Одним із показників, які в значній мірі впливають на надійність системи відновлення, слід вважати розподіл втрат ОВТ за обсягом робіт або за їх трудомісткістю. Експоненціальний розподіл яких використовується при розрахунках отримано на основі обробки великої кількості статистичних даних з досвіду ООС (АТО) та навчань. Однак реальні середні значення трудомісткості для різних умов можуть змінюватися в широких межах.

Введення в якості вихідних даних уточнених для конкретної ситуації показників дає можливість отримати більш достовірні результати. Іншими словами, прогнозовані на основі того чи іншого методу показники надійності системи відновлення слід не тільки коригувати на основі реальних результатів, отриманих в ході навчань, а й аналізувати причини розбіжностей, оцінюючи правильність прийнятих вихідних даних.

Важливими показниками, що визначають надійність системи відновлення ОВТ, є темп бойових дій і глибина завдання, які виконуються військами. У викладених методах прогнозування надійності системи відновлення ОВТ ці показники певним чином враховуються. Однак реальна обстановка може внести суттєві корективи у кількісні вираження цих показників. Збільшення плеча евакуації ОВТ може різко ускладнити роботу евакуаційних засобів, затрудняти виявлення, зосередження і відновлення ремонтного фонду тощо.

Отже, розглянута модель процесу функціонування системи відновлення ОВТ надає великі можливості для накопичення статистичних даних за показниками надійності системи відновлення з різними характеристиками, що

діють в широкому діапазоні зміни ситуацій. Як було зазначено, цей статистичний матеріал дозволить, з одного боку, визначити необхідну ефективність функціонування системи, а з іншого – намітити шляхи її вдосконалення, які і включаються в тактико-технічне завдання.

Кінцевим результатом вдосконалення, мають бути виражені показники спрямовані на поліпшення роботи системи, які повинні оцінюватися тільки в комплексі з тими витратами, які планується затратити для досягнення запланованого результату. Така оцінка повинна носити не характер констатації факту, а характер прогнозу. Будь-які пропозиції щодо розвитку системи повинні базуватися на реально можливих витратах засобів і на той ефект, який очікується від їх реалізації. Розглянута модель процесу функціонування системи відновлення ОВТ дозволяє вирішити також завдання щодо оцінювання економічної ефективності рекомендованих тактико-технічних завдань заходів. Відповідно включені в тактико-технічне завдання обмеження з матеріальних ресурсів можуть бути в повній мірі обґрунтовані.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Досвід застосування і вдосконалення системи відновлення в операції ООС (АТО) показує, що основними напрямками вдосконалення в більшості випадків були зміни структури системи і оснащення її ланок більш ефективними технічними засобами. Цей висновок підтверджується і численними дослідженнями на сучасному етапі, виконаними із застосуванням викладеної методики. Раціональний розподіл ремонтних бригад по ланках структури системи при незначному збільшенні їх чисельності дає різке підвищення функціональної ефективності. Оснащення ремонтно-відновлювальних військових частин (підрозділів) комплексами засобів ремонту, евакуації і транспортування, розробленими відповідно до обсягу ремонтних робіт, які виконуються в кожній ланці, також призводить до істотного зростання надійності системи відновлення ОВТ при підвищенні його економічної ефективності.

Удосконалення структури системи відновлення реалізується головним чином шляхом створення нових ремонтних ланок, організаційно-штатна структура яких розробляється на основі аналізу всієї системи як цілісного організму. Тому в подальшому необхідно розглянути питання проектування ремонтно-відновлювальних військових частин (підрозділів) та оснащення їх рухомими засобами ремонту, технічного обслуговування, евакуації, які задовольнятимуть положенням системного підходу.

Досвід застосування і вдосконалення системи відновлення в операції ООС (АТО) показує, що основними напрямками вдосконалення в більшості випадків були зміни структури системи і оснащення її ланок більш ефективними технічними засобами. Цей висновок підтверджується і численними дослідженнями на сучасному етапі, виконаними із застосуванням викладеної методики. Раціональний розподіл ремонтних бригад по ланках структури системи при незначному збільшенні їх чисельності дає різке підвищення функціональної ефективності. Оснащення ремонтно-відновлювальних військових частин (підрозділів) комплексами засобів ремонту, евакуації і транспортування, розробленими відповідно до обсягу ремонтних робіт, які

виконуються в кожній ланці, також призводить до істотного зростання надійності системи відновлення ОВТ при підвищенні його економічної ефективності.

Удосконалення структури системи відновлення реалізується головним чином шляхом створення нових ремонтних ланок, організаційно-штатна структура яких розробляється на основі аналізу всієї системи як цілісного організму. Тому в подальшому необхідно розглянути питання проектування ремонтно-відновлювальних військових частин (підрозділів) та оснащення їх рухомими засобами ремонту, технічного обслуговування, евакуації, які задовольнятимуть положенням системного підходу.

Література

- Новиков Н. Н.** Российские Вооружённые силы в чеченском конфликте: анализ, итоги, выводы / Новиков Н. Н. – М.: ОВА ВС РФ, 1996. – 163 с. **2. Сремсєв І. В.** Уроки “локальних” війн ХХ-го століття / І. В. Сремсєв // Військо України. – 2001.– № 3. – С. 30 – 31. **3. Сисоєв О. О.** Проблеми, тенденції і перспективи розвитку системи технічного забезпечення військ (сил) у війнах і збройних конфліктах кінця ХХ – початку ХХІ століття / Сисоєв О. О. – К.: НАОУ, 2004. – 104 с. **4. Сенічкин І. Е.** Танко-техническое обеспечение танковых (мотострелковых) подразделений в боевых условиях / И. Е. Сенічкин, В. А. Гречка, А. В. Тарасов. – М.: Воениздат, 1989. – 220 с. **5.** Восстановление вооружения: учебное пособие: в 2 ч. / В.Р. Стефанович [и др.]. – Минск: БНТУ, 2013– Ч.1. – 169 с. **6. Шишанов М.О.** Обґрунтування методу моделювання процесу функціонування системи відновлення озброєння та військової техніки у групування військ / Шишанов М.О., Гуляєв А.В., Шевцов М.М. // Озброєння та військова техніка, 2017, №1(13), с. 75-77 **7. Запара Д.М.** Впровадження процедури прогнозування пошкоджень ОВТ від впливу осколкової дії засобів ураження в перспективну АСУ матеріально-технічним забезпеченням / Запара Д.М., Бровко М.Б., Старцев В.В., Кушпета Р.Ю., Дудко М.В. // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, 2018, №4(58) с. 50-56. **8. Куровська Т.Ю.** Метод оцінки надійності підприємств-виробників ОВТ / Куровська Т.Ю., Троцько Л.Г., Троцько Б.В. // Вісник Національного університету оборони України, 2015, №2(45), с. 317-320. **9. Люлін Д.О.** Удосконалення системи технічного забезпечення засобів зв'язку і автоматизації Збройних Сил України / Люлін Д.О. Михайлов О.В. Кайдаш І.Н. // Збірник наукових праць ВПІ НТУУ“КПІ”, 2011, вип. 2, с. 68-75. **10. Павловський О.В.** Прогнозування величини втрат озброєння та військової техніки під час операцій (бойових дій) / Павловський О.В. // Системи озброєння і військова техніка, 2015, № 4(44), с. 116-118. **11. Радзівілов Г.Д.** Відновлення військової техніки зв'язку при диференційованому підході до кількісної оцінки ймовірності її пошкодження / Радзівілов Г.Д. Романенко В.П. // Збірник наукових праць ВПІ НТУУ“КПІ”, 2011, вип. 2, с. 94-100. **12. Наумов А.В.** Совершенствование технологического процесса восстановления машин путем применения новых образцов подвижных средств технического обслуживания и ремонта / Наумов А.В., Тетенкин А.С., Перевертов А.А., Татарнов В.В. // [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://www.science-bsea.bgita.ru/2012/mashin_2012_16/naumov_sov.ht. **13. Пьянков А.А.** Математическая модель процесса восстановления вооружения и военной техники в ходе боевых действий тактического воинского формирования / Пьянков А.А. // Вооружение и экономика. 2014. № 2 (27), с. 53-64. **14. Гришина Н.С.** Оптимізація системи технічного забезпечення військ зв'язку ЗС України за досвідом проведення бойових дій / Гришина Н.С., Білий О.А., Побережець Т.В., Новак А.О., Ткач В.О. // Молодий вчений. 2018. № 12 (64), с. 563-565. **15. Каревик А.А.** Оценка эффективности применения новой метрологической техники для метрологического обеспечения радиотехнических систем / Каревик А.А., Котова М.А., Дзябенко А.Н. // [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://www.metrology.kharkov.ua/fileadmin/user_upload/data_gc/conference/M2012/pages/247.pdf. **16. Дюбанов О.О.** Системний підхід до врегулювання проблемних процесів автотехнічного забезпечення Сухопутних військ Збройних Сил України. / Дюбанов О.О. // [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://znp-cvsvd.nuou.org.ua/article/download/124422/118948>. **17. Пальчук М. М.** Досвід бойового застосування військ, зброї і військової техніки в локальних війнах і збройних конфліктах / М. М. Пальчук, М. М. Лобко. – К.: НАОУ, 2001. – 119 с. **18. Королєв Г. Е.** Исследование боевых повреждений образцов отечественных БТТ / Г. Е. Королєв, Р. З. Мамлеев. – М.: Вестник БТТ, 1991. – № 8. – С. 36 – 39. **19. Барабаш Ю. Л.** Основи теорії оцінювання ефективності складних систем (Методологія наукових досліджень) / Барабаш Ю. Л. – К.: НАОУ, 1999. – 40 с. **20. Венцель Е. С.** Прикладные задачи теории вероятностей / Е. С. Венцель, Л. А. Овчаров. – М.: Радио и связь, 1983. – 416 с. **21. Борохвостов В. К.** Теоретические основы ремонта БТВТ / Борохвостов В. К. – К.: КВТИУ, 1992.– 84 с. **22. Соболев Е. Г.** Требования к восстанавливаемости ВГМ / Е. Г. Соболев // Вестник БТТ. – 1990. – № 3. – С. 3 –7. **23. Венцель Е.С.** Теория вероятностей / Венцель Е.С.– М.: Физматлит, 1962. – 564 с. **24. Круглов В. В.** О тенденциях развития современной вооруженной борьбы / В. В. Круглов // Военная мысль. – 1998. – № 2. – С. 39 – 44.

МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОРУЖИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Владимир Александрович Дачковский (кандидат технических наук)

Владимир Иванович Коцюруба (доктор технических наук, доцент)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

Анализ применения подразделений и воинских частей в локальных войнах и вооруженных конфликтах позволяет утверждать, что одним из основных показателей, влияющих на успех в выполнении задач является наличие в воинских частях (подразделениях) трудоспособных образцов вооружения и военной техники. При этом, одним из основных источников поступления трудоспособных образцов вооружения и военной техники в воинские части (подразделения) в ходе ведения боевых действий является возвращение их из стационарных и подвижных ремонтно-восстановительных воинских частей (подразделений) после выполнения мероприятий по их восстановлению.

Поэтому для оценки эффективности восстановления вооружения и военной техники предложена методика оценки эффективности функционирования системы восстановления. Суть, которой заключается в получении сведения о надежности восстановления вооружения и военной техники по номенклатуре в каждом звене структуры системы восстановления, количества восстановленных образцов вооружения и военной техники на каждом уровне иерархии, количества неохваченных ремонтно-восстановительными работами образцов вооружения и военной техники в каждом звене, количества трудоспособных образцов вооружения и военной техники на каждые сутки операции (боевых действий). Методика позволяет варьировать количеством ремонтных бригад и их распределением по звеньям структуры. Введение переменных оперативно-тактических ситуаций реализуется главным образом через фонд рабочего времени.

***Ключевые слова:** вооружение и военная техника; восстановление; моделирование; производственные возможности; ремонтно-восстановительные подразделения.*

METHOD OF EVALUATION OF EFFICIENCY OF FUNCTIONING OF ARMS AND MILITARY ENGINEERING SYSTEM

Volodymyr Dachkovskiy (Candidate of Technical Sciences)

Volodymyr Kotsiuruba (Doctor of Technical Sciences, Associate Professor)

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

The analysis of the use of units and military units in local wars and armed conflicts suggests that one of the main indicators that influence the success of the task is the availability of military units (units) of working models of weapons and military equipment. At the same time, one of the main sources of receipt of able-bodied samples of weapons and military equipment in the military units (units) in the course of hostilities is the return of them from stationary and mobile repair and restoration military units (units) after the completion of measures for their restoration.

Therefore, a technique for assessing the effectiveness of a recovery system is proposed to evaluate the effectiveness of weapons and military equipment recovery. The essence of which is to obtain information about the reliability of the renewal of weapons and military equipment by nomenclature in each element of the structure of the system of reconstruction, the number of recovered weapons and military equipment at each level of the hierarchy, the number of non-covered weapons repair and restoration works, the number of weapons and equipment able-bodied samples of weapons and military equipment for each day of the operation (combat). The technique allows to vary the number of repair crews and their distribution in the links of the structure. Introduction of variable operational and tactical situations is realized mainly through the working time fund.

***Keywords:** weapons and military equipment; restoration, modeling; production capabilities; repair and restoration units.*

References

- 1. Novikov N.N.** The Russian Armed Forces in the Chechen Conflict: Analysis, Results, Conclusions / Novikov N.N. – M.: OVA RF Armed Forces, 1996. – 163 p. **2. Erimeev I.V.** Lessons of “local” wars of the XX-th table / I.V. Erimeev // *Viysko Ukraine*. – 2001. – No. 3. – p. 30-31. **3. Sisoiev O.O.** Problems, Trends and Prospects for Developing a System of Technical Care Vysk (Strength) in Viynakh and Zbroiny Conflicts Kintsya XX – Cob XXI stoltyta / Sisoiev O. O. – K.: NAOU, 2004. – 104 p. **4. Senichkin I.E.** Tank-technical support of tank (motorized rifle) units in combat conditions /

- I. E. Senichkin, V.A. Grechka, A.V. Tarasov. – M.: Military Publishing, 1989. – 220 p. **5.** Arms restoration: a training manual: at 2 o'clock / VR Stefanovich [et al.]. – Minsk: BNTU, 2013– Part 1. – 169 p. **6.** **Shishanov M.O.** Exploring the method of modeling the process of the function of the system and the updated technology and technical technology / Shishanov M.O., Gulyaev A.V., Shevtsov M.M. // *Ozbroennya viiskova tekhnika*, 2017, No. 1 (13), p. 75-77 **7.** **Zapara D.M.** In the process of forecasting the prognosis of the shipment of OVT, I'm pouring shrapnel and other ideas into perspective ACS with material and technical care / Zapara D.M., Brovko M.B., Startsev V.V., Kushpet R.Yu., Dudko M.V. // *Zbirnik naukovskih prats of the Kharkiv National University of the Powers*, 2018, No. 4 (58) p. 50-56.
- 8.** **Kurovska, T.Yu.** The method of estimation of overpriority-virobnik OVT / Kurovska T.Yu., Trotsko L.G., Trotsko B.V. // *News of the National University of Defense of Ukraine*, 2015, No. 2 (45), p. 317-320.
- 9.** **Lyulin D.O.** More comfortable system of technical care for the call and automation of the Ukrainian Forces of Ukraine / Lyulin D.O., Mikhailov O.V., Kaydash I.N. // *Zbirnik naukovykh praz VITI NTUU "KPI"*, 2011, VIP. 2, p. 68-75. **10.** **Pavlovsky O.V.** Prediction of the value of the costs of the production and operation technology (operational hours) / Pavlovsky O.V. // *Systems of engineering and technology*, 2015, No. 4 (44), p. 116-118.
- 11.** **Radzivilov G.D.** Vidnovlennya viyskovo technology zv'yazku at differentiation to the approach to kilkisno otsinki ymovirnosti i poshkozhennya / Radzivilov G.D., Romanenko V.P. // *Zbirnik naukovykh praz VITI NTUU "KPI"*, 2011, VIP. 2, p. 94-100. **12.** **Naumov A.V.** Improving the technological process of restoration of machines through the use of new samples of mobile tools for maintenance and repair / Naumov A.V., Tetenkin A.S., Perevertov A.A., Tatarov V.V. // [Electronic resource]: Access mode: http://www.science-bsea.bgita.ru/2012/mashin_2012_16/naumov_sov.htm. **13.** **Pyankov A.A.** A mathematical model of the process of restoring weapons and military equipment during the operations of a tactical military formation / Pyankov A.A. // *Armament and economics*. 2014. No. 2 (27), p. 53-64.
- 14.** **Grishina N.S.** Optimization of the system of technical support for the sound of the AP of Ukraine for the conduct of combat engagements / Grishina N.S., Biliy O.A., Poberezhets T.V., Novak A.O., Tkach V.O. // *Young introductory*. 2018.No 12 (64), p. 563-565. **15.** **Karevik A.A.** Evaluation of the effectiveness of the use of new metrological equipment for metrological support of radio engineering systems / Karevik A.A., Kotova M.A., Dzyabenko A.N. // [Electronic resource]: Access mode: http://www.metrology.kharkov.ua/fileadmin/user_upload/data_gc/conference/M2012/pages/247.pdf.
- 16.** **Dyubanov O.O.** The systematic piddid until the problematic processes of the automotive technical care of the Land forces of Ukraine. / Dyubanov O.O. // [Electronic resource]: Access mode: <http://znp-cvsd.nuou.org.ua/article/download/124422/118948>.
- 17.** **Palchuk M.M.** Dosvid combat stagnation of the battlefield, local technology and local technology in local conflicts / M.M. Palchik, M.M. Lobko. – K.: NAOU, 2001. – 119 p. **18.** **Korolev G.E.** Research of combat damage to samples of domestic BTT / G.E. Korolev, R.Z. Mamleev. – M.: Vestnik BTT, 1991. – No. 8. – p. 36-39. **19.** **Barabash Yu.L.** Fundamentals of the theory of efficiency of folding systems (Methodology of scientific research) / Barabash Yu.L. – K.: NAOU, 1999. – 40 p. **20.** **Ventzel E.S.** Applied problems of probability theory / E. S. Ventzel, L.A. Ovcharov – M.: Radio and communications, 1983. – 416 p. **21.** **Borokhvostov V.K.** Theoretical foundations of repair of BTVT / Borokhvostov V.K. – K.: KVTIU, 1992. – 84 p. **22.** **Sobolev E.G.** Requirements for the recoverability of the HMW / E.G. Sobolev // *Bulletin of BTT*. – 1990. – No. 3. – p. 3 –7. **23.** **Wentzel E.S.** Probability Theory / Wentzel E.S. – M.: Fizmatlit, 1962. – 564 p. **24.** **Kruglov V.V.** On the development trends of modern warfare / V.V. Kruglov // *Military Mysl*. – 1998. – No. 2. – p. 39-44.