

## МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ОБ'ЄМУ СКЛАДУ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЗАПАСІВ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

У статті йдеться про метод визначення оптимального об'єму складу для зберігання запасів матеріально-технічних засобів, необхідних для проведення оборонної операції оперативного угруповання військ, з урахуванням відпущених коштів на створення та функціонування цього складу.

Запропонований метод отриманий завдяки використанню положень теорії математичного програмування та теорії відверненого збитку і забезпечує знаходження такого об'єму складу, який дозволяє своєчасно забезпечити необхідною кількістю матеріально-технічних засобів війська (сили) в операції. При цьому, кошти, які потрібно витратити на придбання, утримання й транспортування (перевезення) матеріально-технічних засобів за операцію тривалістю  $T$  діб, не перевищують виділені для цього суми.

За допомогою методу визначення оптимального об'єму складу для зберігання запасів матеріально-технічних засобів, необхідних для проведення оборонної операції оперативного угруповання військ визначається діапазон коштів, необхідних для створення та функціонування складу в операції оперативного угруповання військ тривалістю  $T$  діб.

Крім того, метод дозволяє визначити не лише оптимальний об'єм складу, а й раціональний, який може бути обраний для певних умов оперативно-тактичної, оперативно-технічної та тилової обстановки, а також за відсутності необхідних коштів.

**Ключові слова:** метод; склад; матеріально-технічні засоби.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Одне із завдань управління запасами може бути пов'язане з визначенням оптимальних об'ємів складів для зберігання матеріально-технічних засобів (МтЗ) з точки зору забезпечення ефективності, в тому числі економічності при формуванні та функціонуванні таких складів.

Структура та чисельність Збройних Сил за роки незалежності України зазнали значних змін. У той же час, продовжується активна робота щодо визначення перспективної структури Збройних Сил України. Отже, виникає необхідність визначення необхідних об'ємів арсеналів, баз, складів для зберігання запасів МтЗ з урахуванням цієї структури, а також обмежень у коштах, які виділяються на придбання та утримання запасів МтЗ. Тому об'єми арсеналів, баз, складів для зберігання цих запасів повинні бути такими, щоб здійснювати своєчасне забезпечення військ (сил) в операції необхідною кількістю МтЗ, а вартість створення арсеналів, баз, складів та їхнє функціонування не перевищувала виділених коштів.

Таким чином, визначення оптимальних об'ємів арсеналів, баз, складів для зберігання запасів МтЗ є питанням актуальним і його вирішення буде сприяти вдосконаленню системи матеріально-технічного забезпечення військ (сил) в операції.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При визначенні об'ємів арсеналів, баз, складів не обійтися без визначення потреби в певних

матеріально-технічних засобах на операцію, порядку їх ешелонування, подачі у війська. Методичний апарат щодо визначення зазначених питань розроблений у ряді наукових робіт [1–3]. У той же час, публікації щодо методичного апарату обґрунтування об'ємів арсеналів, баз, складів для зберігання запасів МтЗ авторам невідомі.

Тому **метою статті** є розгляд методу визначення оптимального об'єму складу для зберігання запасів МтЗ, необхідних для проведення оборонної операції оперативного угруповання військ (ОУВ), що отриманий завдяки використанню теорії відверненого збитку військ (сил) [2] з урахуванням відпущених коштів на створення та функціонування складу.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Розглянемо функціонування деякого складу. Нехай для проведення оборонної операції ОУВ тривалістю  $T$  діб ( $j=1, n$ ) на складі завчасно був накопичений запас МтЗ у кількості  $Q_T$  умовних одиниць з урахуванням їх втрат

$$Q_T = \sum_{j=1}^n Q_j \cdot (1 + \beta), \quad (1)$$

де  $Q_j$  – кількість МтЗ, які витрачаються в  $j$ -у добу забезпечення ОУВ;

$\beta$  – середньодобові відносні втрати МтЗ.

Прийmemo, що при використанні в інтересах військ  $l$  умовної од. МтЗ може бути досягнутий певний запобіжний збиток  $\delta\Pi$  у грошовому обчисленні сил і засобів ОУВ з початковим

бойовим потенціалом  $\Pi_0$  і “вартістю” формування ОУВ  $C_0$ .

$$\begin{aligned} \delta\Pi &= \Pi_0 \cdot (\beta_0 - \beta_n) \cdot T = \\ &= \Pi_0 \cdot \gamma_{пр} \cdot \beta_0 \cdot T \sim C_0 \cdot \gamma_{пр} \cdot \beta_0 \cdot T, \end{aligned} \quad (2)$$

де  $\beta_0$  – прогнозована величина середньодобових відносних втрат ОУВ (бойового потенціалу  $\Pi_0$ ) за відсутності протидії противнику;

$\beta_n = \beta_0 \cdot (1 - \gamma_{пр}) \leq \beta_0$  – прогнозована величина середньодобових відносних втрат бойового потенціалу ОУВ в умовах здійснення нашими військами протидії противнику;

$$\gamma_{пр} = 1 - \frac{\beta_n}{\beta_0} \leq 1 - \text{величина внеску найбільш}$$

важливих заходів протидії противнику.

Нехай планується створення складу об’ємом  $V$ . Кількість МтЗ, які надходять на склад за операцію, повинна бути не менша ніж

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n q_j &\geq Q_k + Q_0 = (K_k + K_0) \cdot Q_T = \\ &= (K_k + K_0) \sum_{j=1}^n Q_j \cdot (1 + \beta), \end{aligned} \quad (3)$$

де  $Q_0$  – мінімальний запас МтЗ, який може зберігатися на складі;

$Q_k$  – накопичений на складі додатковий запас МтЗ, який зосереджується у військах ОУВ на кінець операції;

$K_0$  – коефіцієнт залишку запасу МтЗ на складі на кінець операції;

$K_k$  – коефіцієнт запасу МтЗ в ОУВ на кінець операції.

Прийемо, що протягом кожної доби забезпечення здійснюється одна подача зі складу споживачам МтЗ у кількості  $D_j$  ум. од. і одне надходження МтЗ на склад у кількості  $q_j$  ум. од.

Для функціонування складу об’ємом  $V$  умовних од. МтЗ потрібні певні кошти  $C_{відп.}$ , які повинні виділятися на формування та функціонування складу, на придбання, утримання та перевезення МтЗ за операцію тривалістю  $T$  діб.

Кількість коштів  $C_{відп.}$  повинна бути не менша ніж

$$\begin{aligned} C_{відп.} &\geq h_{3б} \cdot T \cdot V + c \cdot \sum_{j=1}^n q_j + h_q \cdot T \cdot \sum_{j=1}^n q_j + \\ &+ h_D \cdot T \sum_{j=1}^n D_j = h_{3б} \cdot T \cdot V + (h_q \cdot T + c) \sum_{j=1}^n q_j + \\ &+ h_D \cdot T \cdot \sum_{j=1}^n D_j, \end{aligned} \quad (4)$$

де  $h_{3б}$  – середньодобові витрати на зберігання 1 ум. од. МтЗ;

$h_q$  – середньодобові транспортні витрати у разі надходження 1 ум. од. МтЗ на склад;

$h_D$  – середньодобові транспортні витрати у разі подачі 1 ум. од. МтЗ зі складу;  $c$  – вартість 1 ум. од. МтЗ.

Як видно з (4), об’єм  $V$  складу не може перевищувати такої величини:

$$V \leq \frac{C_{відп.} - (h_q T + c) \sum_{j=1}^n q_j - h_D T \sum_{j=1}^n D_j}{h_{3б} \cdot T} \quad (5)$$

Звідси,  $V_{max}$  при  $(\sum_{j=1}^n q_j)_{min} = (K_k + K_0) \cdot Q_T$  та

$(\sum_{j=1}^n D_j)_{min} = K_k \cdot Q_T$ , а також з урахуванням

виділених коштів  $C_{відп.}$  повинен бути не більшим ніж

$$\begin{aligned} V_{max} &\leq \\ &\frac{C_{відп.} - (h_q T + c) \cdot (\sum_{j=1}^n q_j)_{min} - h_D T \cdot (\sum_{j=1}^n D_j)_{min}}{n_{3б} \cdot T} = \\ &\frac{C_{відп.} - (K_0 + K_k) \cdot T \cdot \left[ (h_q + \frac{K_k}{K_0 + K_k} \cdot h_D) \cdot T + c \right]}{h_{3б} \cdot T}. \end{aligned} \quad (6)$$

Врахуємо, що на кінець операції на складі повинен бути накопичений запас, не менший ніж  $K_0 \cdot Q_T$  ум. од. МтЗ. Звідси –  $V_{min} = K_0 \cdot Q_T$ .

За середньодобового відверненого збитку  $\delta\Pi_j = \delta\Pi_1 = C_0 \cdot \gamma_{пр} \cdot \beta_0$  для 1 ум. од. МтЗ величина відверненого збитку ОУВ за операцію за рахунок МтЗ, які подаються у війська зі складу у кількості

$\sum_{j=1}^n D_j$  ум. од., становитиме:

$$\delta\Pi \cdot \sum_{j=1}^n D_j = C_0 \cdot \gamma_{пр} \cdot \beta_0 \cdot T \cdot \sum_{j=1}^n D_j \leq C_0,$$

звідки

$$\sum_{j=1}^n D_j \leq \frac{1}{\gamma_{пр} \cdot \beta_0 \cdot T}. \quad (7)$$

У той же час, за  $(\sum_{j=1}^n D_j)_{max} = \frac{1}{\gamma_{пр} \cdot \beta_0 \cdot T}$

повинна виконуватися умова:

$$\begin{aligned} V_{min} &\geq K_0 \cdot Q_T = \\ &\frac{C_{відп.} - (h_q T + c) \cdot (\sum_{j=1}^n q_j) - h_D T \cdot (\sum_{j=1}^n D_j)_{max}}{n_{3б} \cdot T}, \end{aligned} \quad (8)$$

Звідки

$$\begin{aligned} (\sum_{j=1}^n q_j) &= (\sum_{j=1}^n q_j)_{max} \leq \\ &\frac{C_{відп.} - h_D \cdot T \cdot (\sum_{j=1}^n D_j)_{max} - h_{3б} \cdot T \cdot V_{min}}{h_q \cdot T + c} \\ &= \frac{C_{відп.} - h_{3б} \cdot T \cdot K_0 \cdot Q_T - \frac{h_D}{\gamma_{інж} \cdot \beta_0}}{h_q \cdot T + c}. \end{aligned} \quad (9)$$

Зазначимо, що  $V_{\max}$  (6) і  $V_{\min}$  (8) визначалися за однієї і тієї ж величини відпущених коштів  $C_{\text{відп.}}$  на формування та функціонування складу. Звідки, відповідно до того, що  $V_{\min} \leq V \leq V_{\max}$

$$K_0 \cdot Q_T \leq B \leq \frac{C_{\text{відп.}} \cdot (h_q T + c) \cdot (\sum_{j=1}^n q_j)_{\min} \cdot h_D T \cdot (\sum_{j=1}^n D_j)_{\min}}{n_{36} \cdot T} = \frac{C_{\text{відп.}} \cdot (K_0 + K_K) \cdot T \cdot \left[ (h_q + \frac{K_K}{K_0 + K_K} \cdot h_D) \cdot T + c \right]}{h_{36} \cdot T} \quad (10)$$

Конфліктна ситуація в задачі визначення прийнятної (економічно та з погляду своєчасного забезпечення військ МтЗ) об'єму складу  $V$  у прийнятних умовах утримання на складі запасів МтЗ і динаміки забезпечення військ МтЗ полягає в тому, що, з одного боку, бажано збільшувати об'єм складу, внаслідок чого можна добитися

певного відверненого збитку  $\delta\Pi \cdot (B - \sum_{j=1}^n D_j)$  за

використання запасу МтЗ складу з урахуванням відверненого збитку за рахунок використання в операції наявних у військах  $Q_T$  ум. од. МтЗ, а з іншого боку, зі збільшенням об'єму складу  $V$  одночасно зростають витрати на придбання, утримання й транспортування (перевезення) МтЗ, що може призвести до порушення умови щодо обмеження коштів  $C_{\text{відп.}}$  на формування та функціонування складу (4).

Таким чином, метою оптимізації об'єму складу є отримання якомога більшого виграшу в грошовому обчисленні від використання МтЗ

$$\delta\Pi \cdot (B - \sum_{j=1}^n D_j) + \delta\Pi \cdot Q_T$$

порівняно з загальними витратами на придбання, зберігання та транспортування МтЗ протягом операції

$$h_{36} \cdot T \cdot B + (h_q \cdot T + c) \cdot \sum_{j=1}^n q_j + h_D \cdot T \cdot \sum_{j=1}^n D_j$$

з урахуванням своєчасності та повноти забезпечення військ МтЗ.

У термінах математичного програмування цільова функція  $F$  (яка відображає прагнення до максимізації в прийнятних умовах величини відверненого збитку ОУВ) розглядуваного завдання за тих чи інших значень  $V$ ,  $q_j$  і  $D_j$  може бути записана так:

$$F_{\max} = \left[ \begin{array}{l} \delta\Pi(B - \sum_{j=1}^n D_j) + \delta\Pi \cdot Q_T - h_{36} T B - (h_q T + c) \cdot \sum_{j=1}^n q_j - h_D T \sum_{j=1}^n D_j \end{array} \right]_{\max} \quad (11)$$

або

$$F_{\max} = \left[ \begin{array}{l} V \cdot (\delta\Pi - h_{36} \cdot T) - (\delta\Pi + h_D \cdot T) \cdot \sum_{j=1}^n D_j - (h_q \cdot T + c) \cdot \sum_{j=1}^n q_j + \delta\Pi \cdot Q_T \end{array} \right]_{\max}$$

за обмежень:

$$B \geq \sum_{j=1}^n q_j - \sum_{j=1}^n D_j; \quad (12)$$

$$B \geq K_0 \cdot Q_T; \quad (13)$$

$$\sum_{j=1}^n D_j \geq K_K \cdot Q_T = K_K \cdot \sum_{j=1}^n Q_j \cdot (1 + \beta); \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^n D_j \leq \frac{1}{\gamma_{\text{пр}} \cdot \beta_0 \cdot T}; \quad (15)$$

$$\sum_{j=1}^n q_j \geq (K_K + K_0) \cdot Q_T = (K_K + K_0) \cdot \sum_{j=1}^n Q_j \cdot (1 + \beta); \quad (16)$$

$$C_{\text{відп.}} \geq h_{36} \cdot T \cdot B + (h_q \cdot T + c) \sum_{j=1}^n q_j + h_D \cdot T \cdot \sum_{j=1}^n D_j; \quad (17)$$

$$\delta\Pi(B - \sum_{j=1}^n D_j) + \delta\Pi \cdot Q_T - h_{36} T B - (h_q T + c) \times \sum_{j=1}^n q_j - h_D T \sum_{j=1}^n D_j \geq 0 \quad (18)$$

$$\delta\Pi(B - \sum_{j=1}^n D_j) + \delta\Pi \cdot Q_T - h_{36} T B - (h_q T + c) \times \sum_{j=1}^n q_j - h_D T \sum_{j=1}^n D_j \leq C_0 \quad (19)$$

$$\delta\Pi > h_{36} \cdot T, \quad (20)$$

$$C_{\text{відп. min}} \geq h_{36} \cdot T \cdot B_{\min} + (h_q \cdot T + c) \left( \sum_{j=1}^n q_j \right)_{\min} + h_D \cdot T \cdot \left( \sum_{j=1}^n D_j \right)_{\min} = (K_K + K_0) \cdot Q_T \cdot \frac{K_0}{K_0 + K_K} \cdot (h_{36} \cdot T + h_q \cdot T + c) + \frac{K_K}{K_0 + K_K} \cdot h_D \cdot T, \quad (21)$$

$$C_{\text{відп. max}} \leq C_0 + (K_0 + K_K) \cdot$$

$$Q_T \delta\Pi \left\{ \frac{\left[ (h_q + \frac{K_K}{K_0 \cdot K_K} h_D) T + c \right]}{h_{36} \cdot T} - \frac{1 - K_K}{K_0 + K_K} \right\} / \frac{\delta\Pi}{h_{36} T} - 1 \quad (22)$$

Очевидно, що  $C_{\text{відп. min}} \leq C_{\text{відп.}} \leq C_{\text{відп. max}}$ .

Завершальний вибір об'єму складу  $V$  за заданої величини відпущених коштів  $C_{\text{відп.}}$  здійснюється перебором значень  $K_0$ ,  $K_K$ ,  $h_{36}$ ,  $h_q$ ,  $h_D$ ,  $\gamma_{\text{пр.}}$ ,  $\beta_0$  відповідно до конкретних економічних умов та прийнятої оперативної-тактичної обстановки.

Найбільше значення цільової функції  $F_{\max}$  і визначить оптимальні значення  $V_{\text{опт}}, D_{\text{опт}}, Q_{\text{опт}}$ . При цьому,  $F_{\max} \leq C_0$ .

Графічна ілюстрація розрахунку об'єму складу для зберігання матеріально-технічних засобів наведена на рис.1.

Як бачимо, значення цільової функції  $F$ , залежно від розмірів виділених коштів ( $C_{\text{відп. min}} \leq C_{\text{відп.}} \leq C_{\text{відп. max}}$ ), об'єму складу ( $V_{\text{min}} \leq V \leq V_{\text{max}}$ ), кількості МтЗ, які за операцію надходять на склад

$$\left[ \left( \sum_{j=1}^n q_j \right)_{\min} \leq \left( \sum_{j=1}^n q_j \right) \leq \left( \sum_{j=1}^n q_j \right)_{\max} \right], \text{ кількості}$$

МтЗ, які протягом операції подаються зі складу у війська

$$\left[ \left( \sum_{j=1}^n D_j \right)_{\min} \leq \left( \sum_{j=1}^n D_j \right) \leq \left( \sum_{j=1}^n D_j \right)_{\max} \right],$$

може змінюватися в межах  $F_{\min} \leq F \leq F_{\max}$ . Оптимальним буде об'єм складу, за якого значення цільової функції є найбільшим.

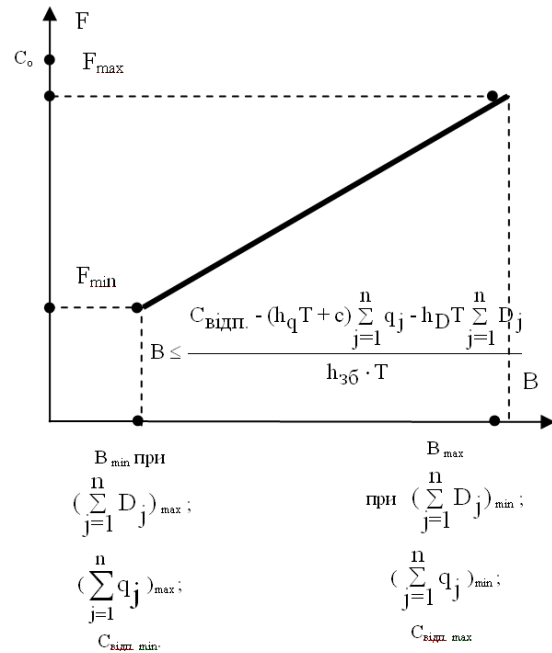
**Висновки**

Описаний метод визначення оптимального об'єму складу для зберігання запасів МтЗ отриманий завдяки використанню положень теорії математичного програмування та теорії відверненого збитку.

Метод забезпечує знаходження такого об'єму складу, який дозволяє своєчасно забезпечити необхідною кількістю МтЗ війська (сили) в операції і, при цьому, кошти, які потрібно витратити на придбання, утримання й транспортування (перевезення) МтЗ за операцію тривалістю  $T$  діб, не перевищують виділеної для цього суми.

**Література**

1. Шуєнкін В. О. Технічне забезпечення військ (сил) у операції і бою [Текст] : підручник / В. О. Шуєнкін, О. І. Хазанович, І. С. Ішутін та ін.; під ред. М. І. Шапталенка. – К.: НАОУ, 2001. – 616 с. 2. Шуєнкін В. О. Теоретичні основи матеріально-технічного забезпечення військ (сил) [Текст] : навч. посіб. / В. О. Шуєнкін, І. С. Ішутін



**Рис. 1. Графічна ілюстрація розрахунків об'єму складу для зберігання матеріально-технічних засобів**

З допомогою запропонованого методу визначається діапазон коштів ( $C_{\text{відп. min}} \div C_{\text{відп. max}}$ ), необхідних для створення та функціонування складу в операції оперативного угруповання військ тривалістю  $T$  діб.

Метод дозволяє визначити не лише оптимальний об'єм складу, а й раціональний, який може бути обраний для певних умов оперативно-тактичної, оперативно-технічної та тилової обстановки, а також за відсутності необхідних коштів.

Перспективами подальшого дослідження є удосконалення запропонованого методу за рахунок обчислення потрібної кількості транспортних засобів для підвезення запасів МтЗ на склад та для подачі цих запасів зі складу споживачам у ході оборонної операції.

та ін. – К.: ЦНДІ ЗС України, 2010. – 923 с. 3. Трегубенко С. С. Обґрунтування порядку ешелонування запасів матеріально-технічних засобів для проведення оборонної операції армійського корпусу [Текст] : дис. канд. військ. наук: 20.01.05. – К.: ЦНДІ ЗС України, 2009. – 206 с.

**МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ОБЪЕМА СКЛАДА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЗАПАСОВ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

Станислав Семенович Трегубенко (канд. воен. наук, с.н.с.)

Центральный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина

В статье идет речь о методе определения оптимального объема склада для хранения запасов материально-технических средств, необходимых для проведения оборонной операции оперативной группировки войск, с учетом отпущенных средств на создание и функционирование этого склада.

Предложенный метод получен благодаря использованию положений теории математического программирования и теории предотвращенного убытка, и обеспечивает нахождение такого объема склада, который позволяет своевременно обеспечить необходимым количеством материально-

технических средств войска (силы) в операции. При этом, средства, которые нужно потратить на приобретение, содержание и транспортировку (перевозка) материально-технических средств за операцию длительностью  $T$  суток, не превышают выделенную для этого сумму.

С помощью метода определения оптимального объема склада для хранения запасов материально-технических средств, необходимых для проведения оборонной операции оперативной группировки войск определяется диапазон средств, необходимых для создания и функционирования склада в операции оперативной группировки войск длительностью  $T$  суток.

Кроме того, метод позволяет определить не только оптимальный объем склада, но и рациональный, который может быть избран для определенных условий оперативно-тактической, оперативно-технической и тыловой обстановки, а также при отсутствии необходимых средств.

**Ключевые слова:** метод; состав; материально-технические средства.

## THE DETERMINATION METHOD OF THE OPTIMUM STOREHOUSE FOR SAVING MATERIAL AND TECHNICAL MEANS VOLUME

*Stanislav S. Trehubenko* (Candidate of Military Sciences, Senior Research Fellow)

*Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

The article deals with the determination method of optimum total volume of a storehouse for keeping material reserves that are necessary for carrying out a defensive operation of military alignment taking into account all the means given from creation and functioning of the storage.

The offered method got due to using the position of theory of mathematical programming and theory averting damage (loss) provides the volume of storage that allarsos in good time to provide the forces with the necessary amount of material and technical facilities in operation.

For all that the facilities that are necessary to spend for acquisition keeping and transporting the material and technical facilities during  $T$  days of operation do not exceed the seen given for this purpose.

With the help of determination method of optimum total volume of a storehouse for keeping material reserves that are necessary for carrying out a defensive operation of military alignment we determine the amount of means that are necessary for creation and functioning the storage for  $T$  days.

In addition the method allows to define not only the optimum total volume of a storage but also a ration one that can be chosen for certain terms of operational and technical reward situation and also for lack of necessary means.

**Keywords:** saving materials and technical means; materials means.

### References

- 1. Shuenkin V.A.,** Hazanovich A.I., Ishutin I.S. and oth. (2001) Technical security of forces in operation and battles [Техниче забезпечення військ (сил) у ораерачії (бою): підручник] NAOU, Kyiv, 616 p.
- 2. Shuenkin V.A.,** Ishutin I.S. (2010) Teoretical base of material and security of forces: training aid. [Теоретичні основи матеріально-технічного забезпечення військ (сил): навчальний посібник] CSRI, Kyiv, 923 p.
- 3. Tregubenko S.S.** (2009) Yrounded way of echelonment reserves of material and technical means for providing defensive oeration of Army corps [Обґрунтований порйядку ешелонуваний матеріально-технічних засобів длій проведення оборонної операції армієського корпусу: дучертачіє кандідата військ. наук.]. Kyiv, 206 p.

Отримано: 18.10.2015 року