DOI: https://doi.org/ 10.37129/2313-7509.2019.12.2.14-20
УДК 355.6

І.С. Левченко, к.військ.н.
Військова академія (м. Одеса), Україна

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДИК ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ТИЛОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОКРЕМОЇ МЕХАНІЗОВАНОЇ БРИГАДИ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

У статті проведено аналіз найбільш важливих з існуючих методик, які можуть бути використані для оцінювання ефективності системи тилового забезпечення окремої механізованої бригади під час ведення бойових дій. За результатами аналізу можна зробити висновок, що застосування цих методик не надає можливості в повному обсязі вирішити поставлене завдання щодо оцінювання ефективності системи тилового забезпечення окремої механізованої бригади під час ведення бойових дій, бо вони мають певні обмеження та недоліки, які на сьогодні ускладнюють їх використання. Надано, найбільш повну з існуючих, математичну модель системи тилового забезпечення, яка може бути використана для оцінювання ефективності системи тилового забезпечення окремої механізованої бригади під час ведення бойових дій.

Ключові слова: *окрема механізована бригада, тилове забезпечення, ефективність системи, математичні моделі, аналіз існуючих методик, групи оперативних критеріїв, запаси матеріальних засобів.*

Постановка проблеми

Під час дослідження процесу тилового забезпечення військ [1–3] важливим теоретичним і практичним завданням є оцінювання ефективності системи тилового забезпечення окремої механізованої бригади (*омбр*) під час ведення бойових дій. Певні підходи до вирішення цієї задачі були розроблені в низці джерел, зокрема у [2]. Однак, досвід Антитерористичної операції на території Донецької та Луганської областей, інших збройних конфліктів останніх десятиріч свідчить про необхідність удосконалення методики оцінювання ефективності системи тилового забезпечення, яка б враховувала зміни у вимогах до системи тилового забезпечення, що відбулися останнім часом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У науковій літературі є досить велика кількість джерел, у яких розглянуто систему тилового забезпечення. Однак, щодо оцінювання ефективності її функціонування, зокрема на рівні *омбр*, таких джерел бракує. Найбільш детально методика оцінювання ефективності системи тилового забезпечення розроблена у [2], але на сьогодні це джерело можна вважати застарілим.

Постановка задачі та її розв’язання

Отже, метою статті є аналіз існуючих методик оцінювання ефективності системи тилового забезпечення *омбр* під час ведення бойових дій.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Для дослідження системи тилового забезпечення *омбр* під час ведення бойових дій у існуючих методиках використовуються різноманітні математичні моделі цієї системи [1–3]. У [2] надано, найбільш повну з існуючих, математичну модель системи тилового забезпечення, яка може бути використана для оцінювання ефективності системи тилового забезпечення *омбр* під час ведення бойових дій. Блок-схема цієї моделі показана на рис. 1. Розглянемо більш детально, які функції виконують блоки у математичній моделі системи тилового забезпечення.

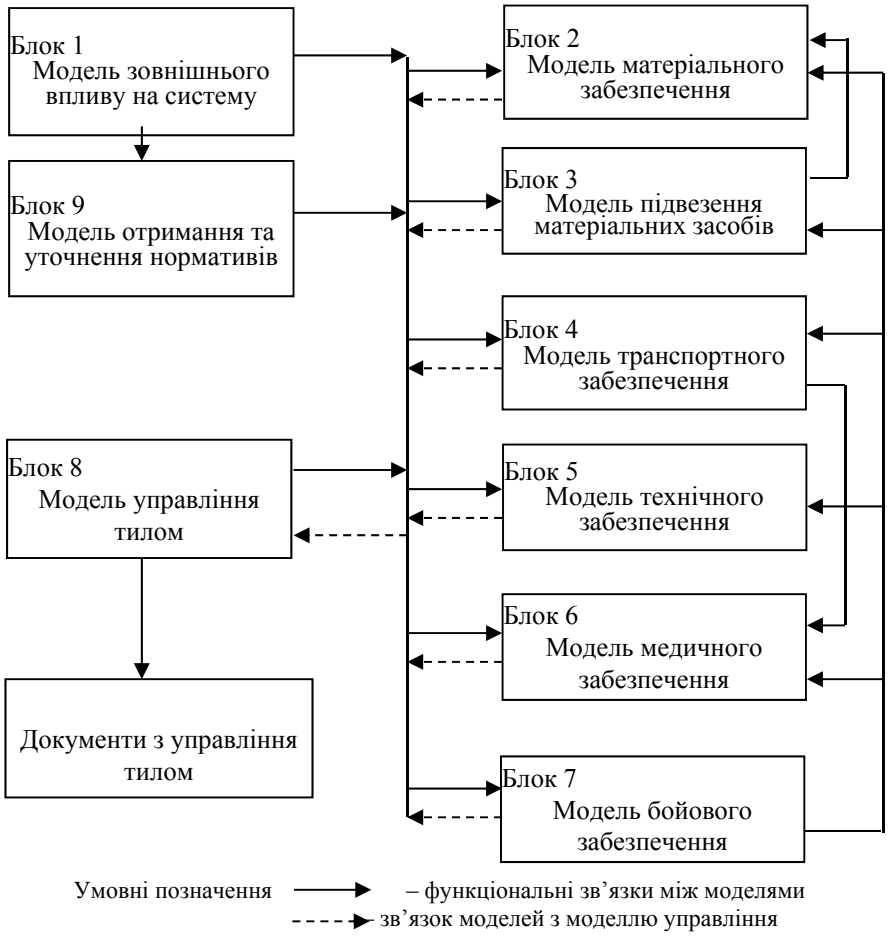

Рис. 1. Математична модель системи тилового забезпечення

Блок 1. Призначений для визначення характеру та обсягу зовнішніх впливів на підсистеми й елементи системи тилового забезпечення.

Блок 2. Визначаються необхідні дані про розміри запасів матеріальних засобів, що створюються. Їх наявність і потреба для виконання поставлених завдань. Використовується, також, для підготовки першого варіанта розподілу матеріальних засобів без урахування стану та можливостей інших підсистем.

Блок 3. Визначаються обсяги підвезення матеріальних засобів, можливості різних видів транспорту та розподіл обсягів підвезення за видами транспорту. Коригується перший варіант розподілу матеріальних засобів, отриманий з використанням блоку 2.

Блок 4. Визначаються дані про загальні обсяги перевезень, загальні можливості транспорту в підсистемі транспортного забезпечення, а також обсяги й терміни робіт з підготовки, будівництва, відновлення, технічного прикриття та утримання мережі шляхів сполучення. Крім того визначається відповідність фактичної та потрібної пропускної спроможності, розподіл загальної пропускної спроможності між різними споживачами.

Блок 5. Визначаються необхідні дані щодо виходу з ладу техніки тилу, різні види ремонту, його організація в спеціальних частинах і установах, а також евакуація техніки тилу.

Блок 6. Визначаються дані щодо медичного забезпечення, а саме, щодо лікування хворих і поранених, їх евакуації різними видами транспорту.

Блок 7. Визначаються необхідні сили і засоби для організації різних видів захисту, охорони й оборони та раціональне їх використання, вплив прийнятої організації бойового забезпечення на ефективність інших підсистем.

Блок 8. Надає можливість органам управління тилом отримувати варіанти раціонального використання сил і засобів тилу.

Блок 9. Вирішує завдання щодо отримання або уточнення нормативів на основі попереднього досвіду її функціонування.

Для визначення окремих показників системи тилового забезпечення у більшості робіт використовуються лінійні або найпростіші залежності. Зокрема, задача визначення оптимальних запасів матеріальних засобів вирішується, як це показано нижче.

Під оптимальними запасами матеріальних засобів розуміються такі їх розміри (обсяги, об'єм), які забезпечують матеріальні потреби всіх споживачів у визначені строки у відповідності з розробленим планом за мінімальної вартості їх створення, зберігання й транспортування.

Запаси k-го виду матеріальних засобів можна визначити з виразу:

$$Q_{зk} = Q_{пk} + q_{хk} + q_{тk}, \tag{1}$$

де $Q_{пk}$ – складова запасів для забезпечення витрат матеріальних засобів і створення незнижуваних запасів на кінець періоду, що планується;

$q_{хk}$, $q_{тk}$ – відповідно додаткові запаси на поновлення втрат у місцях їх зберігання і на транспорті.

Зростання значення $q_{хk}$ залежить від імовірності зберігання матеріальних засобів $P_{хk}$ у місцях зберігання, яка залежить від того, наскільки захищені вони в кожному місці зберігання від впливу навколишнього середовища.

Зростання значення $q_{тk}$ залежить від розвитку транспортної системи і її стійкості під час впливу зовнішнього середовища. Це означає, що залежно від можливостей транспортної системи не всі запаси матеріальних засобів можуть бути доставлені до споживачів. Виходячи з цього, необхідно створення запасів матеріальних засобів і розвиток транспортної системи розглядати у взаємному зв'язку. Якщо ця вимога не буде виконуватися, то може статися, що втрати матеріальних засобів на транспорті можуть сягати великих розмірів і ймовірність їх доставки споживачам $P_{тk}$ зменшиться.

Звідси, можна записати рівність для визначення величини запасів у вигляді

$$Q_{зk} = Q_{пk}\left[1 + \frac{P_{тk}(1 - P_{хk}) + P_{хk}(1 - P_{тk})}{P_{хk}P_{тk}}\right]. \tag{2}$$

Задачі щодо оптимізації тих чи інших показників системи тилового забезпечення в роботах попередників вирішувалися, переважно, з використанням методів лінійного програмування. Розглянемо цей підхід на прикладі оптимізаційної задачі стосовно витрат на систему тилового забезпечення. Позначимо:

$Q_{нik}$ – наявність сил і засобів k-го виду в i-му районі;

$Q_{пik}$ – потреба в силах і засобах k-го виду в i-му районі;

$T_{фik}$ – фактичний час виконання завдань стосовно матеріальних засобів k-го виду в i-му районі;

$T_{пik}$ – потрібний (заданий) час виконання завдань стосовно матеріальних засобів k-го виду в i-му районі;

$C_м$, $C_п$, $C_т$, $C_{мед}$, $C_{тх}$, $C_б$, $C_у$ – витрати ресурсів на виконання завдань у підсистемах матеріального забезпечення, підвозу, транспортного, медичного, технічного за службами тилу, бойового забезпечення, управління відповідно;

$C_{тлз}$ – загальні витрати ресурсів у системі тилового забезпечення.

Тоді цільова функція оптимізаційної задачі матиме вигляд

$$\min C_{тлз} = \min\,[C_м + C_п + C_т + C_{мед} + C_{тх} + C_б + C_у\,], \tag{3}$$

за обмежень

$$\sum_i Q_{нik} \geq \sum_i Q_{пik}\,; \tag{4}$$

$$T_{фik} \leq T_{пik}, \tag{5}$$

Умова (4) говорить про те, що наявні сили і засоби тилового забезпечення повинні задовольнити в повному обсязі потребу в них усіх споживачів за кожним видом матеріальних засобів, а умова (5) – що вони повинні бути виконані у визначені терміни за кожним споживачем.

Для визначення обсягів НЗ МтЗ, зокрема військових запасів у *омбр* під час ведення бойових дій, може бути використана задача нелінійного програмування, а саме, задача визначення порядку ешелонування запасів матеріально-технічних засобів [4].

Цільова функція цієї задачі має вигляд:

$$\Delta Q_T = \min\left[\sum_{j=1}^{3}\left(1-P_j\right)\cdot m_j\cdot a_j\cdot b_j\cdot Q_s\right], \text{ з обмеженнями } \quad 0 \le a_j \le 1 \qquad (6)$$

$$Q_0 = \sum_s Q_s \ge Q_{\text{потр}}; \quad \Delta Q_T = \sum_{i=1}^{T}\Delta Q_i \le Q_s;$$

де ΔQ_T – величина втрат боєприпасів за T діб забезпечення;

Q_s – кількість боєприпасів, що виділяється військам j -го, a-го та c-го рівнів, які діють на s-му напрямку протягом часу T;

P_j – імовірність відсутності боєприпасів на складі j-го рівня забезпечення;

m_j – кількість складів на j-му рівні забезпечення;

a_j – відносна кількість боєприпасів на складі j-го рівня забезпечення;

b_j – відносне значення втрат боєприпасів на j-му рівні забезпечення;

j – номер рівня забезпечення;

$Q_{\text{потр}}$ – загальна потреба у боєприпасах військ, розташованих на різних, s-х, напрямках їх дій, за період забезпечення T;

Q_0 – призначена старшим начальником кількість боєприпасів для всіх військ, розташованих на різних, s-х, напрямках їхніх дій за період забезпечення T.

Оцінка ефективності системи тилового забезпечення, як це зроблено в [2], може бути проведена з використанням двох груп узагальнених критеріїв. Перша група оперативних критеріїв повинна дозволяти проводити оцінювання ступеня виконання завдань з тилового забезпечення (ступінь забезпеченості, час та ін.). Друга група військово-економічних критеріїв надає можливість провести узагальнене оцінювання, визначити, за якої ціни досягається виконання завдань (витрати ресурсів, вартості та ін.).

Кількісні вирази цих узагальнених критеріїв оцінювання ефективності системи тилового забезпечення повинні відповідати таким вимогам: чисельно і в найбільш загальному вигляді характеризувати ступінь виконання системою тилового забезпечення свого призначення і ступінь її організаційної досконалості, а також надавати можливість виявити й оцінити ступінь впливу різних факторів на зміну оперативної ефективності; бути простими для розрахунків і в практичному використанні органами управління тилом під час порівняння різних варіантів рішень, як із використанням обчислювальної техніки, так і без її використання; можливості нормування, а саме, встановлення потрібних значень критеріїв оперативної ефективності в залежності від задач, що виконуються, повинні мати малу дисперсію.

З огляду на ці вимоги, найбільш доцільно оцінювання оперативної ефективності системи тилового забезпечення з використанням першої групи оперативних критеріїв проводити шляхом порівняльного аналізу двох показників. Перший показник повинен характеризувати реальну оперативну ефективність з урахуванням стану та можливостей усіх підсистем та елементів системи тилового забезпечення. Її можна позначити як $E_{\text{фто}}$. Показник реальної оперативної ефективності може бути визначений на основі розрахунків за фактичними даними, що характеризують підсистеми та елементи системи тилового забезпечення, або шляхом прогнозування їх стану. Другий показник оперативної ефективності повинен визначати задану (потрібну) ефективність, яка необхідна для виконання заданого обсягу завдань з тилового забезпечення. Її можна позначити як $E_{\text{пто}}$.

Тоді по відношенню значень показників фактичної ефективності до потрібної можна провести оперативне оцінювання ступеня виконання поставлених завдань. Якщо відношення $\left(E_{\text{фто}}/E_{\text{пто}}\right)\geq 1$, то виконання завдань із тилового забезпечення досягається відповідно до встановлених планів. Якщо $\left(E_{\text{фто}}/E_{\text{пто}}\right)<1$, то можна говорити, наскільки (у відносних одиницях) не досягається виконання завдань. Важливо, що таке оцінювання може проводитися для будь-якої підсистеми тилового забезпечення, незалежно від різнорідності завдань, що ними виконуються.

Під час оцінювання оперативної ефективності підсистем тилового забезпечення за цими узагальненими показниками необхідно додавати критерій часу. Це означає: необхідно розглядати ступінь виконання завдань із тилового забезпечення у визначені терміни. Для цього необхідно порівняти потрібний (заданий) час виконання завдань $T_{\text{пто}}$ і фактичний час $T_{\text{фто}}$.

Для оцінювання ефективності за критерієм часу також справедливим є відношення $\left(T_{\text{фто}}/T_{\text{пто}}\right)\leq 1$. Якщо $T_{\text{фто}} \leq T_{\text{пто}}$, то виконання завдань проводиться не лише у повному обсязі, але й своєчасно. Якщо $T_{\text{фто}} > T_{\text{пто}}$, то завдання виконуються у невстановлені терміни (строки). У зв'язку з цим необхідно додатково провести розрахунки з метою визначити, яка частка завдань виконується своєчасно, а яка – несвоєчасно.

Із використанням другої групи військово-економічних критеріїв певні показники визначаються витратами ресурсів (вартість, трудомісткість, витрати енергії та ін.) під час виконання завдань усіма підсистемами з урахуванням особливостей їх функціонування.

Можна сформулювати дві оперативні й математичні постановки задачі оцінювання ефективності системи тилового забезпечення.

Перша постановка задачі має на меті отримати оптимальну структуру системи тилового забезпечення військ, яка б дозволила забезпечити їх потреби в силах і засобах тилу в повному обсязі за мінімальних витрат ресурсів. Основним припущенням у цій постановці слід вважати, що всі типові елементи в системах вважаються заданими і кожен з них окремо має раціональну структуру та оптимальний склад сил і засобів. Вихідними даними в цій постановці вважаються: склад військ, їх завдання, терміни (строки) виконання, типові елементи підсистем тилового забезпечення. Потрібно визначити: потребу в силах і засобах тилового забезпечення; потребу в типових елементах підсистем і раціональне їх розміщення; наявність сил і засобів в елементах і підсистемах тилового забезпечення; розподіл сил і засобів тилового забезпечення між споживачами, а також підсистемами й елементами в системі тилового забезпечення. Головним у цій постановці задачі слід вважати отримання оптимального рішення з розподілу сил і засобів тилу між споживачами та пропозицій з їх доставки із використанням різних видів транспорту.

Друга постановка задачі виникає, коли кількість сил і засобів тилового забезпечення недостатня для виконання всіх завдань з тилового забезпечення в повному обсязі, необхідно здійснити їх розподіл між споживачами, але деякі з цих споживачів не отримають того, що їм потрібно для виконання завдань у повному обсязі. Сутність цієї постановки полягає в тому, що за певної наявності сил і засобів тилу та за певної потреби в них усіх споживачів у системі тилового забезпечення, коли фактична наявність сил і засобів менша за ту кількість, що потрібна, необхідно так розподілити наявні сили і засоби, щоб показник оперативної ефективності був максимально можливим. Практично це приводиться до повного або максимального задоволення запасами матеріальних засобів і тими засобами тилового забезпечення, що є у наявності, лише тих споживачів, які відіграють найбільш важливу роль у виконанні поставлених завдань. Для того, щоб ця умова була виконана, для всіх споживачів у системі тилового забезпечення встановлюється пріоритет у забезпеченні за різними видами сил і засобів.

Якщо в першій оперативній постановці задачі знаходився мінімум витрат, то цільовий функціонал містив показник військово-економічного критерію, а оперативний критерій знаходився в умовах реалізації моделі, то в другій постановці як цільовий функціонал використовується максимальний ступінь виконання завдань з тилового забезпечення, а саме, $\left(E_{\text{фто}}/E_{\text{пто}}\right)\to \max$.

Ця вимога однаково притаманна будь-якій підсистемі тилового забезпечення. Слід зазначити, також, що в цій постановці обмежується не лише наявність матеріальних засобів, а й наявність елементів системи тилового забезпечення.

У статті проведено аналіз найбільш важливих з існуючих методик, які можуть бути використані для оцінювання ефективності системи тилового забезпечення *омбр* під час ведення бойових дій. За результатами аналізу можна зробити висновок, що застосування цих методик не надає можливості в повному обсязі вирішити поставлене завдання щодо оцінювання ефективності системи тилового забезпечення *омбр* під час ведення бойових дій, бо вони мають певні обмеження та недоліки, які на сьогодні ускладнюють їх використання. Основними з цих обмежень і недоліків є: у загальній моделі системи тилового забезпечення не показана, як окрема, система утримання матеріальних (матеріально-технічних) засобів; для пошуку оптимальних та раціональних значень відповідних показників використовуються, переважно, лінійні та детерміновані моделі; під час визначення запасів матеріальних засобів не враховується нерівномірність їх витрат і втрат за добами операції; практично не враховується в загальній системі тилового забезпечення така важлива підсистема, як тилова розвідка, особливо під час бойових дій; відсутня модель урахування впливу внутрішніх факторів на систему тилового забезпечення.

Висновки

Отже, в статті проведено аналіз найбільш важливих з існуючих методик, які можуть бути використані для оцінювання ефективності системи тилового забезпечення. В результаті проведеного аналізу показано, що застосування цих методик не надає можливості в повному обсязі вирішити завдання щодо оцінювання ефективності системи тилового забезпечення *омбр* під час ведення бойових дій, при цьому виявлені певні обмеження та недоліки, які на сьогодні ускладнюють їх використання. Наявність в існуючих методиках певних обмежень і недоліків надає можливість зробити висновок про необхідність їх удосконалення.

Перспективи подальших досліджень

Предметом подальших досліджень за цим напрямком може бути пов’язані з удосконаленням методики оцінювання ефективності системи тилового забезпечення окремої механізованої бригади під час ведення бойових дій.

Список використаних джерел

1. Романченко І.С. Теоретичні основи аналізу, моделювання та синтезу системи матеріально-технічного забезпечення як просторово-розподіленої системи: монографія. І.С. Романченко. та ін. Київ: ЦНДІ ЗС України, 2013. 221 с.

2. Голушко И.М., Варламов Н.В. Основы моделирования и автоматизации управления тылом. М.: Воениздат, 1982. 237 с.

3. Романченко І. С., Хазанович О. І., Трегубенко С. С. Моделювання системи матеріально-технічного забезпечення: монографія. Львів: НАСВ ЗС України, 2015. 156 с.

4. Шуенкин В.А. Математические модели управления запасами. Киев: ООО «Междунар». фин. агентство”, 1997. 302 с.

Рецензент: Д.В. Лісовенко, к.т.н., доцент, Військова академія (м. Одеса), Україна.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК ОЦЕНИВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТЫЛОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОТДЕЛЬНОЙ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ БРИГАДЫ ВО ВРЕМЯ ВЕДЕНИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

И.С. Левченко

В статье проведен анализ наиболее важных из существующих методик, которые могут быть использованы для оценивания эффективности системы тылового обеспечения отдельной механизированной бригады во время ведения боевых действий. По результатам анализа можно сделать вывод, что применение этих методик не предоставляет возможность в полном объеме решить поставленное задание относительно оценивания эффективности системы тылового обеспечения отдельной механизированной бригады во время ведения боевых действий, потому что они имеют определенные ограничения и недостатки, которые на сегодня усложняют их использование. Предоставлено, наиболее полную из существующих, математическую модель системы тылового обеспечения, которая может быть использована для оценивания эффективности системы тылового обеспечения отдельной механизированной бригады во время ведения боевых действий.

Ключевые слова: *отдельная механизированная бригада, тыловое обеспечение, эффективность системы, математические модели, анализ существующих методик, группы оперативных критериев, запасы материальных средств.*

ANALYSIS OF EXISTING TECHNIQUES FOR ESTIMATING THE EFFICIENCY OF THE REAR SYSTEM OF A SEPARATE MECHANIZED BRIGADE DURING THE CONDUCT OF BATTLE ACTIONS

I. Levchenko

The article analyzes the most important of the existing techniques that can be used to evaluate the effectiveness of the rear support system of an individual mechanized brigade during combat operations. According to the results of the analysis, it can be concluded that the application of these techniques does not provide an opportunity to fully solve the task regarding evaluating the effectiveness of the rear support system of an individual mechanized brigade during combat operations, because they have certain limitations and shortcomings, which today complicate their use . It provides the most complete mathematical model of the rear support system, which can be used to evaluate the effectiveness of the rear support system of an individual mechanized brigade during combat operations. In studying the process of rear support of troops [1–3], an important theoretical and practical task is to evaluate the effectiveness of the rear support system of a single mechanized brigade (AMB) during combat operations. Some approaches to this task have been developed in a number of sources, in particular in [2]. However, the experience of ьthe Anti-terrorist operation in the Donetsk and Luhansk regions, other armed conflicts of the last decades, indicates the need to improve the methodology of assessing the effectiveness of the logistics system, which would take into account the changes in the requirements of the logistics system that have occurred recently.

There are quite a number of sources in the scientific literature that have examined the logistics system. However, such sources are lacking in assessing the effectiveness of its functioning, particularly at the level of the ombre. The most detailed methodology for assessing the effectiveness of the logistics system was developed in [2], but today this source can be considered obsolete.

Keywords: *separate mechanized brigade, rear support, system efficiency, mathematical models, analysis of existing methods, groups of operational criteria, stocks of material resources.*