

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2020.13.1.340-346>

УДК 355.6

І.С. Левченко, к.військ.н.

Ю.І. Кузенко

Військова академія (м. Одеса), Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДСИСТЕМИ ПІДВЕЗЕННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ ЗАСОБІВ В ОКРЕМІЙ МЕХАНІЗОВАНІЙ БРИГАДІ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

У статті запропоновано удосконалену методику оцінювання ефективності підсистеми підвезення матеріальних засобів в окремій механізованій бригаді, яка може бути використана для оцінювання ефективності системи тилового забезпечення окремої механізованої бригади під час ведення бойових дій. На ефективність виконання завдань з підвезення матеріальних засобів основний вплив здійснюють ступінь укомплектованості автомобільних підрозділів і стан транспортних засобів, що відображається коефіцієнтом технічної готовності. Враховується також ступінь використання вантажопідйомності, швидкість руху, вантажопідйомність і кількість рейсів транспортних засобів, фізико-географічні умови району бойових дій. Все це може здійснювати суттєвий вплив на величину добового пробігу транспортних засобів і виконання завдань з підвозу матеріальних засобів. Надано удосконалену методику оцінювання ефективності підсистеми підвезення матеріальних засобів в окремій механізованій бригаді, 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, підвезення матеріальних засобів, транспортні засоби, автомобільні підрозділи, перевезення матеріальних засобів.*

Постановка проблеми

Під час дослідження процесу тилового забезпечення військ [1–3] важливим теоретичним і практичним завданням є оцінювання ефективності підсистеми підвезення матеріальних засобів (МЗ) в окремій механізованій бригаді (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 підсистеми підвезення МЗ, яка б враховувала зміни у вимогах до підсистеми підвезення МЗ у омбр, та підвищила ефективність системи тилового забезпечення в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

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

Постановка задачі

Отже, метою статті є удосконалення існуючих методик оцінювання ефективності підсистеми підвезення МЗ у омбр під час ведення бойових дій.

Виклад основного матеріалу дослідження

Сучасні події в світі, що відбуваються в економічній, соціальній, політичній сферах зробили проблему забезпечення безпеки України особливо гострою.

У той же час, досвід збройних конфліктів останнього часу показує, що вирішенням завдань на полі бою значною мірою залежить від тилового забезпечення військ.

Це вимагає удосконалення системи тилового забезпечення, в тому числі підвищення ефективності виконання нею завдань, змін у складі сил і засобів тилового забезпечення, застосування сучасних підходів до організації тилового забезпечення окремої механізованої бригади (*омбр*).

На сьогодні в Збройних Силах України проведено заходи, що суттєво впливають на ефективність системи тилового забезпечення *омбр*, а саме відбулися зміни щодо обсягів військових запасів матеріальних засобів (МЗ), а також у складі сил і засобів тилу як в *омбр*, так і в інших ланках забезпечення (як приклад можна навести те, що на даний час після проведення організаційних заходів до складу бригади замість батальйону матеріального забезпечення введені групи матеріального забезпечення, чим значно зменшені можливості сил і засобів підвезення МЗ).

Однією з основних задач тилового забезпечення *омбр* є підвезення МЗ. Підвезення МЗ це важливий та складний процес в системі МЗ, призначений для забезпечення підрозділів *омбр* МЗ, який включає: підготовку МЗ, транспортних засобів (ТЗ), сил та засобів для виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, перевезення та перевантаження МЗ; завантаження МЗ в транспортні засоби; перевозку МЗ зі складів *омбр*, розвантажувальних станцій, портів, аеродромів, об'єднаних центрів забезпечення (центрів забезпечення) до підрозділів *омбр*; завантаження, розвантаження, перевантаження МЗ з транспорту групи матеріального забезпечення в підрозділи *омбр*;

Основні фактори, що визначають умови підвезення: вид бойових дій і характер виконання *омбр* задач, її роль і місце в оперативній побудові; характер дій противника і масштаби застосування ним зброї масового ураження; прийнятий порядок розміщення, розгортання підрозділів тилу; установлений вищим начальником порядок підвезення; фізико-географічні умови району бойових дій; укомплектованість автомобільних підрозділів, стан транспортних засобів і засобів механізації вантажно-розвантажувальних робіт.

У наступальному бою підвезення МЗ в *омбр* здійснюється по напрямках бойових дій у передбаченні широкого маневру транспортними засобами. При наступі *омбр* з висуванням із глибини підвезення при підготовці до бою буде здійснюватися в обмежений час. В оборонному бою транспортні засоби *омбр* значно частіше, ніж у наступальному бою, будуть залучатися до підвезення МЗ. У цьому виді бою автомобільні підрозділи більш тривалий час можуть виконувати завдання на тих самих напрямках і ділянках підвезення, а рідше переміщення частин (підрозділів) тилу, що стабілізує відстань перевезень і підвищує ефективність використання транспортних засобів. Характерним для оборонного бою є значно більший, ніж у наступі, обсяг підвезення інженерного майна і будівельних матеріалів (до 20% від сумарного обсягу підвезення боєприпасів і пального) і можливий тривалий час дій частин (підрозділів) тилу в зонах зараження. На черговість і періодичність підвезення МЗ у *омбр* впливають роль і місце в оперативній побудові фронту. Це означає, що підрозділам *омбр*, що діють на головному напрямку наступу противника, МЗ повинні підвозитися, як правило, у першу чергу. Можливості тилу щодо підвезення МЗ у визначений термін залежать від: ступеню укомплектованості автомобільних підрозділів; значенням коефіцієнту використання вантажопідйомності; швидкістю руху, вантажопідйомністю і кількістю рейсів транспортних засобів. Для зменшення втрат у транспортних засобах від впливу противника і з метою маскування їхньої роботи підвезення МЗ і евакуація здійснюється невеликими колонами або одиночними машинами, як правило, у нічний час в умовах обмеженої видимості.

Основні транспортні засоби які застосовуються для перевезення боєприпасів: вантажні автомобілі КАМАЗ-4310, УРАЛ-4320, КРАЗ-260 і автопричеми 2-ПН-4М. Для підвезення пально-мастильних матеріалів: вантажні автомобілі КАМАЗ-4310, УРАЛ-4320, авто-паливо-оливозаправники АТМЗ-5-4320, причеми-цистерни ПЦ-6,7-8925, причеми бортові 2-ПН-6М. Для підвезення продовольства і приготування їжі: автомобілі КАМАЗ-4310, УРАЛ-4320, ГАЗ-66, автоцистерни для води АВЦ-1,7, АЦПТ-4,1 (5,0), причеми-цистерни для води ЦВ-1,2 (50), причеми-склади ПС-2, причеми-фургони ізотермічні ОАР-2,

кухні автомобільні ПАК-200 (200М), кухні причіпні, кухні переносні. Для технічного обслуговування і ремонту: майстерня технічного обслуговування і ремонту МТО-АТ-М1. Для евакуації техніки: машини МТЛБ, БРЕМ-1, БРЕМ-2 (для танків), автотягачі КЕТЛІ-1, вантажні автомобілі УРАЛ-4320.

Найважливішою вимогою до підвезення є безперебійність. Безперебійність підвезення досягається його чітким плануванням; своєчасним наближенням до підрозділів *омбр* групи матеріального забезпечення, рот, взводів матеріального забезпечення, заправних і продовольчих пунктів із запасами МЗ; підтримкою автомобільної техніки в постійній готовності до використання шляхом проведення своєчасного технічного обслуговування і ремонту;

Фактори, що впливають на систему тилового забезпечення *омбр*: напрямки подачі МЗ; обсяги перевезень МЗ; час і терміни подачі МЗ до підрозділів; кількість зразків ОВТ; середньодобові норми витрат і втрат МЗ тонн за добу; інші дані.

Можливості підвезення МЗ в *омбр* залежать від: кількості транспортних засобів; вантажопідйомність транспортних засобів тонн; середні швидкості руху завантажених транспортних засобів та цих же засобів, але без вантажу; коефіцієнт технічної готовності транспортних засобів; час підвезення МЗ транспортними засобами протягом доби.

Інші дані, що впливають на систему тилового забезпечення *омбр* містять: потрібне значення ймовірності виконання завдання системою тилового забезпечення *омбр*; довжина шляхів підвезення; фізико-географічні дані; пора року, час доби, погодні умови.

Підсистема підвозу МтЗ може бути уявлена як система масового обслуговування (СМО).

Відомо, що СМО може мати різну дисципліну або порядок обслуговування заявок [1; 2; 5; 6]. Розрізняють такі підходи до вибору заявок на обслуговування: випадковий вибір, коли вибір заявок на обслуговування здійснюється випадково незалежно від порядку їх надходження, та детермінований вибір, коли має місце визначений (встановлений) порядок вибору заявок на обслуговування. При цьому в межах детермінованого вибору можна відокремити: вибір за порядком надходження – «першим прийшов – першим обслуговується»; вибір за порядком, зворотнім до порядку надходження, – «останнім прийшов – першим обслуговується»; вибір за пріоритетами та ін. Являє певний інтерес один з варіантів вибору заявок на обслуговування, а саме – вибір за визначеним порядком обслуговування заявок незалежно від порядку їх надходження, або скорочено – з порядковим пріоритетом.

Формалізуємо цю дисципліну обслуговування. Розглянемо замкнену марковську одноканальну СМО, яка має обмежену кількість $i = 1, 2, \dots, r_{\max}$ джерел заявок, де i визначає номер джерела (замовника, споживача). Заявки від кожного джерела відрізняються, зокрема, інтенсивністю надходження. Задоволення заявок здійснюється одним постачальником.

Якщо визначити дисципліну обслуговування за порядком надходження заявок, то така багаторушна СМО [7] матиме $(r_{\max}!)$ варіантів порядку обслуговування заявок без повторювань, що надходять від r_{\max} джерел. Вибраний один з варіантів порядку обслуговування забороняє решту $(r_{\max}! - 1)$ варіантів.

Наприклад, це може бути варіант обслуговування за номером джерела, від якого надходять заявки, де номери джерел визначені у такому порядку: 1, 3, 2, 4, ... r_{\max} . Усі інші $(r_{\max}! - 1)$ варіанти заборонені.

Розглянемо випадковий вибір заявок на обслуговування. Поставимо кожному можливому варіанту обслуговування з $(r_{\max}!)$ відповідну його ймовірність $P_1, P_2, \dots, P_{r_{\max}!}$. Виберемо один з варіантів, наприклад, той, якому відповідає ймовірність P_1 , та введемо обмеження

$$P_1 \gg \sum_{i=2}^{r_{\max}!} P_i . \quad (1)$$

Тоді можна вважати варіанти $2, 3, \dots, r_{\max}!$ малоімовірними, а варіант, якому відповідає P_1 , майже достовірним.

Поставимо у відповідність кожному джерелу (підрозділу *омбр*) заявок на подання МтЗ інтенсивність їх надходження: $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{r_{\max}}$. При цьому, порядок обслуговування заявок визначимо відповідно до нумерації джерел (підрозділів *омбр*), від яких вони надходять. Позначимо

$$\lambda_{\Sigma j} = \sum_{i=r_{\max}-j+1}^{r_{\max}} \lambda_i. \tag{2}$$

Тоді для розглядуваної СМО з інтенсивністю обслуговування заявок μ будемо мати граф її станів, який показаний на рис. 1.

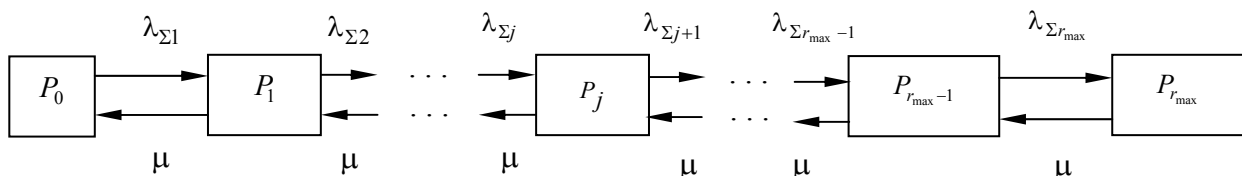


Рис. 1. Графа станів системи масового обслуговування з порядковим пріоритетом вибору заявок

На графі позначено P_0 – ймовірність стану j , де $j = 0, 1, 2, \dots, r_{\max}$ – номер стану. При цьому:

P_0 – ймовірність стану системи, коли заявки до неї не надходять;

P_0 – ймовірність стану системи, коли заявки надходять з усіх джерел, система повністю зайнята.

Стани СМО визначають кількість джерел j заявок (підрозділів *омбр*), що вимагають обслуговування, починаючи з джерела за номером $(r_{\max} - j + 1)$ до джерела за номером r_{\max} включно, та кількість джерел заявок, що вже обслужені – $(r_{\max} - j)$, починаючи з джерела за номером 1 і до джерела за номером $(r_{\max} - j)$ включно. При цьому, слід врахувати, що за $j = 0$ порядок джерел, що вимагають обслуговування, та за $j = r_{\max}$ порядок джерел, що обслужені, не визначається.

Як бачимо, введення певного порядку обслуговування, а саме, порядкового пріоритету, дозволило значно спростити граф станів СМО порівняно з графом, що враховував би $(r_{\max}!)$ варіантів забезпечення.

Порядок обслуговування заявок розглядуваної СМО визначимо відповідно до нумерації джерел, від яких вони надходять. Кількість джерел заявок обмежена і не перевищує r_{\max} .

За відомим правилом [5-7], запишемо згідно з графом на рисунку рівняння, що відповідають ustalеному режиму роботи СМО:

$$-\lambda_{\Sigma 1} P_0 + \mu P_1 = 0 ; \quad \lambda_{\Sigma 1} P_0 - (\lambda_{\Sigma 2} + \mu) P_1 + \mu P_2 = 0 ;$$

$$\lambda_{\Sigma j} P_{j-1} - (\lambda_{\Sigma j+1} + \mu) P_j + \mu P_{j+1} = 0 ; \tag{3}$$

$$\lambda_{\Sigma r_{\max}-1} P_{r_{\max}-2} - (\lambda_{\Sigma r_{\max}} + \mu) P_{r_{\max}-1} + \mu P_{r_{\max}} = 0 ; \quad \lambda_{\Sigma r_{\max}} P_{r_{\max}-1} - \mu P_{r_{\max}} = 0.$$

Звідки

$$P_1 = \frac{\lambda_{\Sigma 1}}{\mu} P_0 ; \quad P_2 = \frac{\lambda_{\Sigma 1} \lambda_{\Sigma 2}}{\mu^2} P_0 ;$$

$$P_j = \mu^{-j} \prod_{i=1}^j \lambda_{\Sigma i} P_0 ; \tag{4}$$

$$P_{r_{\max}-1} = \mu^{1-r_{\max}} \prod_{i=1}^{r_{\max}-1} \lambda_{\Sigma i} P_0; \quad P_{r_{\max}} = \mu^{-r_{\max}} \prod_{i=1}^{r_{\max}} \lambda_{\Sigma i} P_0.$$

Враховуючи, що $\sum_{j=0}^{r_{\max}} P_j = 1$, знаходимо:

$$P_0 = \left[1 + \sum_{j=1}^{r_{\max}} \left(\mu^{-j} \prod_{i=1}^j \lambda_{\Sigma i} \right) \right]^{-1}. \quad (5)$$

Отже, отримані рівняння, що дозволяють обчислити ймовірності станів замкненої марковської одноканальної СМО з порядковим пріоритетом обслуговування заявок відповідно до нумерації джерел (підрозділів *омбр*), від яких вони надходять.

Знайдемо математичні вирази для визначення μ та λ_i як функцій від Q і l .

Розглянемо замкнену марковську одноканальну СМО з порядковим пріоритетом [1, 2], яка обслуговує r_{\max} джерел заявок. Під заявкою будемо розуміти певну кількість МтЗ Q_i , яку необхідно подати до i -го джерела заявок (підрозділу *омбр*) за певний час, наприклад, за добу.

Як обслуговуючий пристрій будемо розглядати постачальника, який має n транспортних засобів з вантажопідйомністю δ кожний.

Позначимо:

Q_0 – вага МтЗ, що подаються в підрозділ *омбр*, який підлягає забезпеченню протягом доби;

V_a – швидкість транспортного засобу з вантажем вагою δ ;

V_0 – швидкість транспортного засобу без вантажу;

l – зведена довжина шляхів підвезення

$$l = \sum_{i=1}^{n_{\max}} |Q_{0i} l_{0i}|,$$

де Q_{0i} – відносна кількість МтЗ, які необхідно подати i -му споживачу протягом доби;

$$Q_{0i} = \frac{Q_i}{Q_0}; \quad (6)$$

l_{0i} – відстань від бази до i -го споживача;

$i = 1, 2, \dots, r_{\max}$.

Тоді інтенсивність підвезення МтЗ постачальником може бути визначена з виразу [1, 2]

$$\mu = \frac{\delta u}{Q_0 l} \frac{v_a v_0}{v_a + v_0}. \quad (7)$$

де u – кількість транспортних засобів, які залучаються для підвезення МтЗ.

Інтенсивність надходження заявок на забезпечення МтЗ i -го підрозділу *омбр* може бути записана у вигляді:

$$\lambda_i = \frac{Q_{0i} l_{0i}}{T_d l}, \quad (8)$$

де T_d – час протягом доби, який може бути витрачений на підвезення МтЗ.

Розмірність величин μ та λ_i визначається як «подача на годину», де за одиницю величини подачі використано величину $Q_0 l$.

Висновки

Проведений аналіз показав, що організація тилового забезпечення ускладнюється під впливом певних особливостей, тому виникає необхідність їх врахування під час удосконалення даної підсистеми.

Отже, в статті проведено аналіз найбільш важливих з існуючих методик, які можуть бути використані для оцінювання ефективності підсистеми підвезення. В результаті проведеного аналізу показано, що застосування цих методик не надає можливості в повному обсязі вирішити завдання щодо оцінювання ефективності підсистеми підвезення *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 підсистеми підвезення матеріальних засобів у окремій механізованій бригаді 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 І.М., Варламов Н.В. *Основы моделирования и автоматизации управления тылом* / – М.: Воениздат, 1982. – 237 с.
3. Романченко І. С., Хазанович О. І., Трезубенко С. С. *Моделювання системи матеріально-технічного забезпечення: монографія* / – Львів: НАСВ ЗС України, 2015. – 156 с.
4. Шуенкин В.А. *Математические модели управления запасами.* / В.А. Шуенкин и др. – Киев: ООО «Международ». фин. агентство”, 1997. – 302 с.
5. Таха, Х. А. *Исследование операций [Текст]: пер. с англ.* / Х. А. Таха; под. ред. А. А. Минько. – 7-е изд. – М.: Вильямс, 2005. – 912 с.
6. Рыжиков, Ю. И. *Теория очередей и управление запасами [Текст]* / Ю. И. Рыжиков. – СПб.: Изд. дом «Питер», 2001. – 384 с.
7. Шуенкин, В. А. *Прикладные модели теории массового обслуживания: учебное пособие [Текст]* / В.А. Шуенкин, В.С. Донченко. –К.: НМК ВО, 1992. – 398 с.

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДСИСТЕМЫ ПОДВОЗУ МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ В ОТДЕЛЬНОЙ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ БРИГАДЕ ВО ВРЕМЯ ВЕДЕНИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

И. Левченко, Ю. Кузенко

В статье предложена усовершенствованная методика оценивания эффективности подсистемы подвоза материальных средств в отдельной механизированной бригаде, которая может быть использована для оценки эффективности системы тылового обеспечения отдельной механизированной бригады во время ведения боевых действий. На эффективность выполнения задач по подвозу материальных средств основное влияние оказывает степень укомплектованности автомобильных подразделений и состояние транспортных средств, что отображается коэффициентом технической готовности. Учитывается также степень использования грузоподъемности, скорость движения, грузоподъемность и количество рейсов транспортных средств, физико-

географические условия района боевых действий. Все это может существенно влиять на величину суточного пробега транспортных средств и выполнения задач по подвозу материальных средств. Предоставлено усовершенствованную методику оценивания эффективности подсистемы подвоза материальных средств в отдельной механизированной бригаде, которая может быть применена для оценки эффективности системы тылового обеспечения отдельной механизированной бригады во время ведения боевых действий.

Во время исследования процесса тылового обеспечения войск важной теоретической и практической задачей является оценка эффективности подсистемы подвоза материальных средств (МС) в отдельной механизированной бригаде (омбр) во время ведения боевых действий. Определенные подходы к решению этой задачи были разработаны в ряде источников. Однако, опыт Антитеррористической операции на территории Донецкой и Луганской областей, других вооруженных конфликтов последних десятилетий свидетельствует о необходимости совершенствования методики оценки эффективности подсистемы подвоза МС, которая бы учитывала изменения в требованиях к подсистеме подвоза МС в омбр, и повысила эффективность системы тылового обеспечения в целом.

Ключевые слова: *отдельная механизированная бригада, тыловое обеспечение, эффективность системы, подвоз материальных средств, транспортные средства, автомобильные подразделения, перевозка материальных средств.*

FROM IMPROVEMENT OF THE METHOD OF ESTIMATING EFFICIENCY OF SUBMITTING MATERIALS IN SEPARATE MECHANIZED BRIGADE DURING THE CONDUCT OF BATTLE ACTIONS

I. Levchenko, Y. Kuzenko

The article proposes an improved methodology for assessing the effectiveness of the material transportation subsystem in a separate mechanized brigade, which can be used to assess the effectiveness of the rear power system of a separate mechanized brigade during combat operations. The efficiency of completing tasks related to the transportation of material assets is mainly influenced by the degree of staffing of automobile units and the condition of vehicles, which is indicated by the coefficient of technical readiness. Also taken into account is the degree of use of carrying capacity and number of flights of vehicles, physical and geographical conditions of the combat area. All this can significantly affect the daily mileage of vehicles and the fulfillment of tasks related to the transportation of material assets. An improved methodology is provided for assessing the effectiveness of the material supply subsystem in a separate mechanized brigade, which can be used to evaluate the effectiveness of the rear support system of a separate mechanized brigade during combat operations.

During the study of the process of rear support of troops, an important theoretical and practical task is to evaluate the effectiveness of the material resources (MR) transportation subsystem in a separate mechanized brigade (smbri) during combat operations. Certain approaches to solving this problem have been developed in a number of sources. However, the experience of the Anti-Terrorist operation in the territory of Donetsk and Lugansk regions and other armed conflicts of recent decades indicates the need to improve the methodology for assessing the effectiveness of the subsystem of transporting MR, which would take into account changes in the requirements for the subsystem of transporting MR to the separate mechanized brigade, and increase the efficiency of the logistics support system as a whole.

Keywords: *separate mechanized brigade, rear support, system efficiency, material resources transportation, vehicles, automobile units, transportation of material resources.*