

УДК 358.48 (075.8)

В.В. Тюрін<sup>1</sup>, В.В. Кириченко<sup>2</sup><sup>1</sup>Національний університет оборони України, Київ<sup>2</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця

## СІТЬОВА МОДЕЛЬ ПРИВЕДЕННЯ ТИЛУ В ГОТОВНІСТЬ ДО ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ТИЛОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ АВІАЦІЙНИХ БРИГАД ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ

В статті запропонована сітьова модель приведення тилу в готовність до виконання завдань тилового забезпечення бойових дій авіаційних бригад тактичної авіації.

**Ключові слова:** тилове забезпечення, бригада тактичної авіації, сітьова модель.

### Вступ

**Постановка завдання у загальному вигляді та його зв'язок із практичними заходами.** Аналіз локальних війн та збройних конфліктів сучасності переконливо свідчить, що ефективне застосування бригад тактичної авіації (брТА) авіації неможливе без оперативного виконання завдань їх тилового забезпечення [1, 2]. За даних умов виникає нагальна необхідність оцінювання готовності до виконання завдань тилового забезпечення (ТлЗ) бойових дій брТА, що і обумовлює актуальність даної статті.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання моделювання виконання завдань тилового забезпечення бойових дій брТА достатньо повно розкриті в ряді робіт [3 – 6]. У той же час, питання оцінювання готовності до виконання завдань ТлЗ бойових дій брТА в даних роботах викладено не достатньо повно. Це приводить до неможливості проведення комплексного оцінювання ефективності виконання завдань ТлЗ брТА. Тому *метою статті* є викладення сітьової моделі приведення тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ бойових дій брТА.

### Виклад основних положень

Особливе місце під час визначення готовності тилу виконувати завдання за призначенням займає питання своєчасного виконання заходів щодо приведення тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ авбр. При цьому, тил авбр вважається приведеним в готовність до виконання завдань за призначенням за умов закінчення виконання заходів бойового злагодження тилу в складі авбр. Часовий процес приведення тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ бойових дій авбр достатньо повно описується сітьовою моделлю, яка наведена на рис. 1.

Аналіз сітьової моделі показує, що заходи, які проводяться в тилу в процесі його приведення в готовність до виконання завдань ТлЗ бойових дій авбр по цільовій ознаці і термінам виконання, можна розділити на п'ять груп. Згідно з цими групами в сітьовій моделі виділені п'ять тимчасових періодів (табл. 1), які частково перекриваються:

I. Управління приведенням тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ авбр.

II. Приведення підрозділів і служб тилу авбр в готовність до виконання завдань за призначенням.

III. Забезпечення приведення авбр в бойову готовність.

IV. Забезпечення розосередження авбр (забезпечення перебазування авбр і переміщення підрозділів тилу авбр на оперативний аеродром).

V. Відомобілізування і приведення в готовність до виконання завдань за призначенням знову сформованих підрозділів тилу авбр (для мирного часу).

Відповідно до цієї класифікації перевід тилу авбр із мирного на воєнний стан і проведення додаткових заходів щодо маскування аеродромів, складів і інших об'єктів авбр і підрозділів тилу здійснюється протягом усіх п'яти періодів. Прийняття (уточнення) рішень, планування, організація взаємодії, управління і зв'язку тилу авбр з урахуванням конкретно сформованої обстановки і доведення завдань до виконавців – у першому періоді; розміщення підрозділів тилу авбр у призначених районах (місцях) і підготовка аеродромів, складів і інших об'єктів – у першому-четвертому періоді.

Процес приведення тилу авбр в стан готовності носить випадковий характер [3]. При цьому існує велика кількість подій, та діє нормальний закон розподілу [7]. Випадковість величин, що характеризує складові заходи процесу приведення тилу авбр в готовність до виконання завдань за призначенням, визначається впливом різних дестабілізуючих факторів, що, у свою чергу, залежать від умов, які постійно змінюються.

Оцінка своєчасного приведення тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ авбр включає:

1. Побудову сітьової моделі приведення тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ авбр (рис. 1).

2. Визначення можливих шляхів виконання окремих заходів.

Послідовність виконання робіт, які складають процес приведення тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ авбр, наведена в табл. 2.

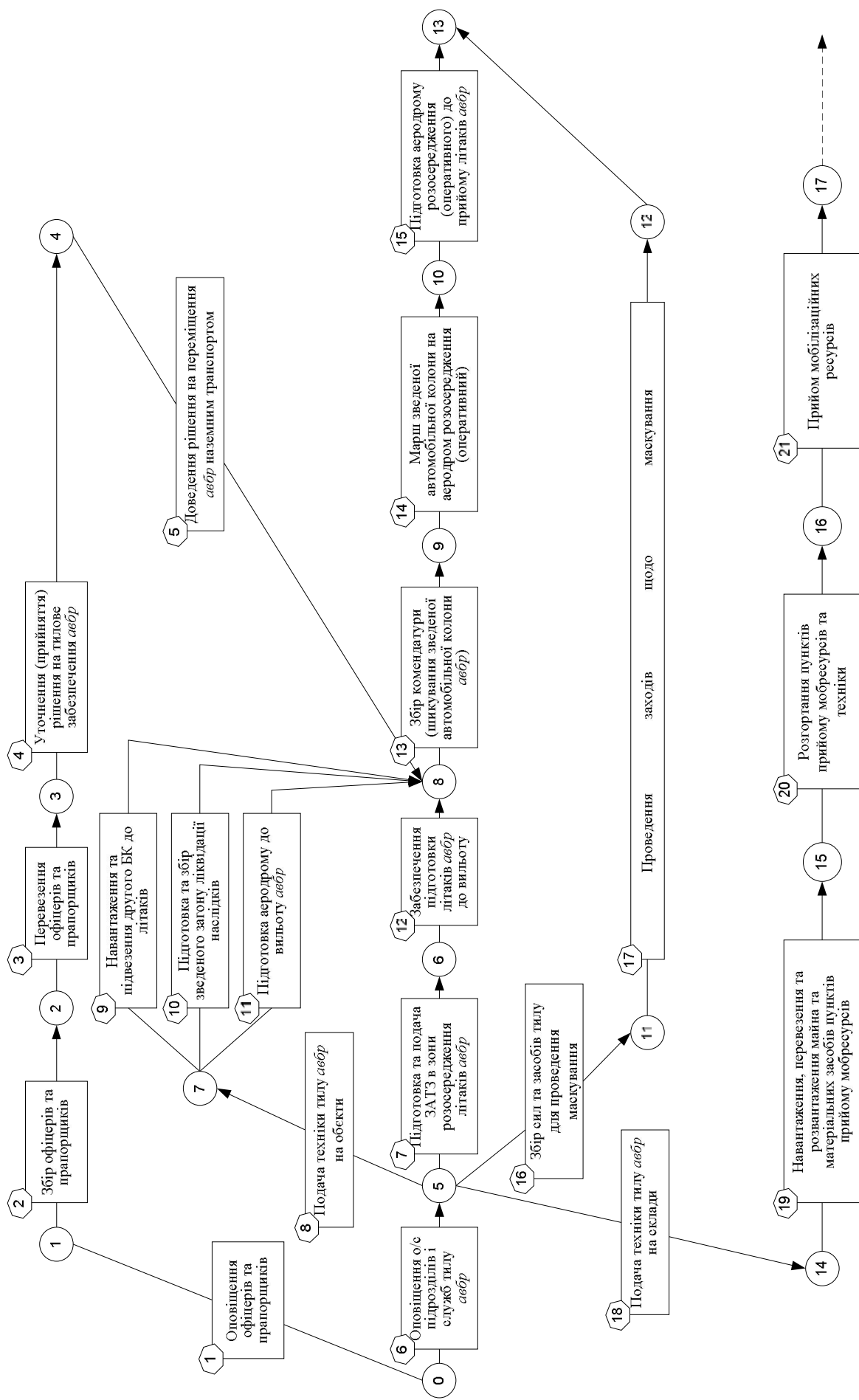


Рис. 1. Сіткова модель приведення тилу в готовність до виконання завдань ТЛЗ бойових дій авіації тактичної авіації

Таблиця 1

Тимчасові періоди заходів, що проводяться в тилу в процесі його приведення в готовність до виконання завдань ТлЗ бойових дій *авбр*

№ за- ходу	Періоди, що перекриваються																				
	I					II		III					IV			V					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	-	+	+	+																	
2	+	-	+	+																	
3	+	+	-	+																	
4	+	+	+	-	+																
5	+	+	+	+	-	-								+							
6						-	+	+								+		+			
7						+	-	+					+								
8						+	+	-	+	+	+	+									
9								+	-			+									
10								+		-		+									
11								+			-										
12							+	+	+	+		-									
13					+								-	+							
14													+	-	+						
15														+	-						
16						+										-	+				
17	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
18						+												-	+		
19																		+	-	+	
20																			+	-	+
21																				+	-

Таблиця 2

Послідовність виконання робіт, які складають процес приведення тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ *авбр*

№ шляху (послідовність робіт)	Роботи, які складають процес приведення тилу в готовність до виконання завдань ТлЗ <i>авбр</i>
1	(0,1),(1,2),(2,3),(3,4),(4,8),(8,9),(9,10),(10,13).
2	(0,5),(5,7),(7,8),(8,9),(9,10),(10,13).
3	(0,5),(5,6),(6,8),(8,9),(9,10),(10,13).
4	(0,5),(5,11),(11,12),(12,13).
5	(0,5),(5,14),(14,15),(15,16),(16,17).

Визначення основних параметрів сітьового графіка відбувається за допомогою наступної методики:

1. Розраховується найбільш ранній можливий час настання *j*-ої події  $T_p(j)$  за формулою

$$T_p(j) = \max_{i \in j} \{T_p(i) + t_{ij}\}, \quad (1)$$

де *i, j* – номери подій, що передують, та наступних подій;

$t_{ij}$  – тривалість (*i, j*)-ої роботи;

$i \in j$  – подія *i* передує події *j*.

2. Розраховується найбільш пізній припустимий час настання *i*-ої події  $T_n(i)$ , що визначається за формулою

$$T_n(i) = \min_{i \in j} [T_n(j) - t_{ij}], \quad (2)$$

де  $i \supset j$  – подія *j* передує події *i*.

3. Резерв часу даної події  $R_i$ , що визначається за допомогою формули

$$R_i = T_n(i) - T_p(i). \quad (3)$$

4. Повний резерв часу роботи  $r_n(i, j)$  визначається за формулою

$$r_n(i, j) = T_n(j) - T_p(i) - t_{ij}. \quad (4)$$

Під час проведення розрахунків слід пам'ятати наступне: затримка у виконанні роботи ( $i, j$ ) на величину  $\Delta t_{ij} > r_n$  призводить до затримки в настанні кінцевої події на величину  $\Delta t_{ij} - r_n(i, j)$ .

5. Вільний резерв часу роботи  $r_c(i, j)$  визначається за формулою

$$r_c(i, j) = T_p(j) - T_n(i) - t_{ij} \quad (5)$$

Вільний резерв часу роботи визначається для того, щоб врахувати наступне: затримка у виконанні роботи на  $\Delta t_{ij} \leq r_c(i, j)$  не впливає на жодний строк, що визначений даним сітьовим графіком.

Критичний шлях, який лімітує виконання всього процесу приведення тилу в готовність до виконання завдань ТЛЗ *авбр* визначається з урахуванням наступних умов:

кожна затримка під час виконання робіт, що лежать на критичному шляху, збільшує час всього процесу приведення тилу в готовність до виконання завдань за призначенням;

в критичних роботах як повні, так й вільні резерви часу дорівнюють нулю.

Далі визначається повний резерв часу ненапруженого шляху, тобто резерв часу ненапружених подій та робіт (тих, що лежать не на критичному шляху). В тому випадку, коли ненапружений та критичний шляхи не перетинаються, повний резерв часу ненапруженого шляху дорівнює різниці між його довжиною та довжиною критичного шляху. Якщо ненапружений та критичний шляхи перетинаються, повний резерв часу дорівнює найбільш тривалій ділянці ненапруженого шляху, який знаходиться між відповідними парами подій критичного шляху. Повний резерв часу ненапруженого шляху показує, на скільки в додатку може бути збільшена тривалість всіх робіт цього шляху без зміни строку виконання процесу приведення в готовність до виконання тилом *авбр* завдань за призначенням в цілому.

Сутність аналізу пропонованого сітьового графіку (рис. 1) полягає в тому, що виявляються резерви часу робіт, які лежать на ненапружених шляхах, та спрямовуються на роботи, які лежать на критичному шляху, що лімітують строк завершення роботи в цілому. Цим досягається зменшення строків виконання критичних робіт та всього процесу.

Визначення вихідних даних моделі готовності тилу до виконання завдань щодо ТЛЗ *авбр* – статистичних показників термінів виконання окремих заходів – здійснюється за результатами тренувань (навчань), перевірок бойової готовності *авбр*, розрахункових даних відповідно обсягів виконуваних заходів і планованій кількості сил і засобів, які виділяються для їх виконання.

Обробка статистичних показників термінів виконання окремих заходів щодо приведення тилу в готовність до виконання завдань за призначенням відбувається за допомогою емпіричних формул [7]:

$$m_{t_{ij}} = \frac{t_{\min} + 4t_{\text{н.в.}} + t_{\max}}{6}, \quad (6)$$

де  $m_{t_{ij}}$  – математичне очікування тривалості виконання (i,j)-ої роботи;

$t_{\min}$  – мінімальний час виконання роботи;

$t_{\text{н.в.}}$  – тривалість роботи за умов, що під час її виконання не виникає жодних труднощів (найбільш імовірна оцінка);

$t_{\max}$  – максимальний час виконання роботи;

$$\sigma_{t_{ij}} = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{6}, \quad (7)$$

де  $\sigma_{t_{ij}}$  – середньоквадратичне відхилення тривалості виконання (i,j)-ої роботи.

При відсутності чи неможливості отримання експериментальних даних час виконання заходів  $t_{ij}$  розраховуються в залежності від обсягу, продуктивності і кількості виділених сил та засобів, а також від умов виконання.

Час виконання робіт, обсяг яких визначений у порівнянних показниках із продуктивністю сил і засобів, які застосовуються, обчислюється за формулою [3]

$$t_{ij} = \frac{V_{ij}}{\sum_{z=1}^n W_z} K_{\text{зв}} K_{\text{фгу}}, \quad (8)$$

де  $V_{ij}$  – обсяг працевтрат для виконання (i,j)-ої роботи, чол./год., маш./год. тощо;

$W_z$  – кількість z-х сил і засобів, що використовуються під час виконання (i,j)-ої роботи;

$K_{\text{зв}}$ ,  $K_{\text{фгу}}$  – коефіцієнти впливу засобів індивідуального захисту і фізико-географічних умов (1...1,3).

Для визначення часу виконання заходів, терміни яких залежать від навченості особового складу і злагодженості підрозділів тилу *авбр*, використовується залежність виду [8]

$$t_{ij} = T_{\text{почіj}} - (T_{\text{почіj}} - T_{\text{мініj}}) \left( 1 - e^{(-t_{\text{нф}}/t_{\text{нн}})} \right), \quad (9)$$

де  $T_{\text{почіj}}$  – час на виконання заходу на початку навчання (у ході перших тренувань), хв.;

$T_{\text{мініj}}$  – мінімально можливий час на виконання (i,j)-ої роботи, хв.;

$t_{\text{нф}}$  – фактичний час навчання (злагодження);

$t_{\text{нн}}$  – необхідний час навчання (злагодження).

Час виконання заходів, що потребують залучення автомобільної і спеціальної техніки з урахуванням надійності техніки, визначається за формулою [8]

$$t_{ij} = \begin{cases} t_{ij} + T_{\text{уіj}} + T_{\text{віділ.іj}}, & \text{при } r < P_{\text{відм.іj}} \\ t_{ij}, & \text{при } r > P_{\text{відм.іj}} \end{cases}, \quad (10)$$

де  $t_{ij}$  – час виконання (i,j)-ої роботи з залученням автомобільної і спеціальної техніки, хв.;

$T_{\text{уіj}}$  – час ухвалення рішення на використання автомобільної і спеціальної техніки для виконання (i,j)-ої роботи, хв.;

$T_{\text{виділ.ij}}$  – терміни виділення техніки для виконання  $(i,j)$ -ої роботи замість виведеної з ладу, хв.;

$g$  – випадкове число, яке розподілене по рівномірному закону,  $g \in \overline{0,1}$ ;

$P_{\text{відміj}}$  – імовірність відмовлення автомобільної і спеціальної техніки, яка використовується для виконання  $(i,j)$ -ої роботи.

Враховуючи те, що процес приведення тилу в готовність до виконання завдань ТЛЗ *авбр* носить випадковий характер та включає в себе велику кількість подій (за умов дії нормального закону розподілу), імовірність своєчасного приведення тилу *авбр* в готовність до виконання завдань за призначенням визначається за допомогою формули [7]

$$P_t = \Phi \left( \frac{T_{\text{дир.}} - T_p(j)}{\sqrt{\sum \sigma_{ij}^2}} \right), \quad (11)$$

де  $\Phi$  – функція Лапласа;

$T_{\text{дир.}}$  – директивний строк приведення тилу в готовність до виконання завдань за призначенням;

$T_p(j)$  – час раннього настання  $j$ -ої події (приведення тилу в готовність до виконання завдань за призначенням);

$\sigma_{ij}$  – середньоквадратичні відхилення тривалості робіт, які виконувалися під час розрахунку раннього строку приведення тилу в готовність до виконання завдань за призначенням.

Адекватність розробленої моделі приведення тилу *авбр* в готовність до виконання завдань за призначенням процесу, який моделюється, визначається: відповідністю переліку і черговості виконання окремих заходів моделі реальному процесу; використанням у моделі в якості тимчасових показників статистичних даних, отриманих у ході реального приведення тилу *авбр* в готовність до виконання завдань за призначенням.

## Висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, запропонована в статті сіткова модель приведення тилу в готовність до виконання завдань ТЛЗ бойових дій брТА дозволяє комплексно оцінювати ефективність виконання завдань тилового забезпечення. Напрямок подальших досліджень – розвиток розробленої моделі приведення тилу *авбр* в готовність до виконання завдань за призначенням процесу, який моделюється, за рахунок зняття умови нормального розподілу процесу та визначення розподілу на основі аналізу статистичних даних.

## Список літератури

1. Захаров А.Н. *Операция "Лис пустыни". Развитие стратегии и оперативного искусства / А.Н. Захаров // Военная мысль. – 1999. – № 5. – С. 67-70.*
2. Краснов А.Б. *Авиация в югославском конфликте / А.Б. Краснов // Военная мысль. – 1999. – № 5. – С. 71-74.*
3. *Тыловое обеспечение боевых действий авиационных частей и соединений.* Ч. I. Тыловое обеспечение боевых действий авиационных частей. – Монино: ВВА им. Ю.А. Гагарина, 1987. – 463 с.
4. *Справочное пособие по средствам аэродромно-технического обеспечения полётов. – М.: Воениздат, 1973. – 279 с.*
5. Скоморохов Н.М. *Тактика Военно-Воздушных Сил: дивизия – полк / Н.М. Скоморохов. – М.: Воениздат, 1992. – 344 с.*
6. *Руководство по боевому применению авиационных средств поражения наземных объектов. Ч. I. – М.: Воениздат, 1984. – 392 с.*
7. Вентцель Е.С. *Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Сов. радио, 1972. – 551 с.*
8. *Основы исследования операций в военной технике / Ю.В. Чуев, П.М. Мельников, С.Н. Петухов, Г.Ф. Степанов, Я.Б. Шор. – М.: Сов. радио, 1965. – 592 с.*

Надійшла до редколегії 24.06.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Г.В. Певцов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ПРИВЕДЕНИЯ ТЫЛА В ГОТОВНОСТЬ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ ТЫЛОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ АВИАЦИОННЫХ БРИГАД ТАКТИЧЕСКОЙ АВИАЦИИ

В.В. Тюрин, В.В. Кириченко

*В статье предложена сетевая модель приведения тыла в готовность к выполнению заданий тылового обеспечения боевых действий авиационных бригад тактической авиации.*

**Ключевые слова:** тыловое обеспечение, бригада тактической авиации, сетевая модель.

## NETWORK MODEL OF BRINGING A REAR OVER IN READINESS TO IMPLEMENTATION OF TASKS OF THE REARWARD PROVIDING OF BATTLE ACTIONS OF AVIATION BRIGADES OF TACTICAL AVIATION

V.V. Tyurin, V.V. Kirichenko

*In the article the network model of bringing a rear over is offered in readiness to implementation of tasks of the rearward providing of battle actions of aviation brigades of tactical aviation.*

**Keywords:** rearward providing, brigade of tactical aviation, network model.