

# Обробка інформації в складних технічних системах

УДК 355.69

І.В. Толок, С.В. Ленков

*Військовий інститут Київського національного університету ім. Т. Шевченка, Київ*

## СКЛADOVІ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ ПАРКУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ЗА ГРУПАМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗА РОЗВ'ЯЗАННЯМ «КЛАСИЧНОЇ» ЗАДАЧІ ЕРЛАНГА

*У статті наведено основні положення методичного апарату раціоналізації кількісного складу парку рухомого складу автомобільної техніки частин і підрозділів Міністерства оборони і Збройних сил України за групами експлуатації. Показано процедуру визначення раціональної кількості автомобілів у групі експлуатації, на основі визначення характеристик n-канальної системи масового обслуговування. Сутність даного методичного апарату полягає у визначенні кількості автомобілів різного типу і призначення, при якій забезпечується задана вірогідність обслуговування транспортних заявок.*

**Ключові слова:** *автомобільна техніка, парк рухомого складу, обслуговування транспортних заявок.*

### Вступ

Використання автомобільної техніки (АТ) є одним із основних етапів експлуатації, протягом якого вона використовується відповідно до її призначення. В [1] визначені основні заходи щодо ефективного використання АТ, економії моторесурсів, палива дизельного, бензину автомобільного, мастильних матеріалів, спеціальних рідин, спирту (далі – пального), планування та обліку використання машин в органах військового управління, з'єднаннях, військових частинах, вищих військових навчальних закладах, військових навчальних підрозділах вищих навчальних закладів, установах та організаціях Міністерства оборони та Генерального штабу Збройних Сил України (далі – військових частинах), а також порядок і особливості використання машин у Міністерстві оборони та Збройних Силах України (ЗСУ).

Серед завдань, що вирішуються органами автотехнічного забезпечення є підготовка обґрунтованих пропозицій щодо кількісно-якісного складу парку АТ для забезпечення оперативної службової та повсякденної діяльності військових частин і підрозділів.

Основними заходами щодо ефективного використання АТ [1] є:

- правильна розстановка машин за їх призначенням під час розробки штатів військових частин;
- укомплектування машинами військових час-

тин відповідно до їх штатів і табелів;

- раціональне планування заходів бойової підготовки, бойового чергування, забезпечення польових, господарських та інших робіт із залученням мінімально необхідної кількості машин;

- широке застосування причепів, поєднання перевезення дрібних партій вантажів;

- організація централізованого перевезення вантажів, впровадження раціональних маршрутів та схем вантажопотоків, виключення зустрічних перевезень;

- завантаження порожнього автомобільного транспорту попутними вантажами військових частин;

- найбільш повне використання вантажопідйомності і вантажомісткості АТ з урахуванням тактико-технічних характеристик;

- скорочення часу простою машин під завантажувально-розвантажувальними операціями за рахунок механізації завантажувально-розвантажувальних робіт, збільшення і завчасної підготовки фронту завантаження та розвантаження, пакетування, контейнеризації, підготовки вантажів до відправки та своєчасного оформлення супроводжувальних документів на вантаж;

- виконання технічних заходів, що підвищують надійність та економічність роботи машин, особливо у складних умовах експлуатації;

- здійснення контролю за законністю використання машин, списанням моторесурсів та пального,

правильністю та своєчасністю ведення обліку виконаної роботи, систематичне підведення підсумків роботи машини;

– проведення профілактичних заходів щодо попередження дорожньо-транспортних пригод.

Звісно, що питання закупівлі АТ потребують наукового обґрунтування. Одним із аспектів процесу формування парку АТ рухомого складу частин і підрозділів ЗСУ є визначення раціональної кількості АТ за типами та групами їх експлуатації.

Під визначенням раціональної кількості розуміється встановлення, на основі визначення характеристик систем масового обслуговування, такої мінімально достатньої кількості різного типу і призначення, при якому забезпечується задана вірогідність обслуговування заявок на її використання. Все наведене потребує необхідності розробок.

### Виклад основного матеріалу

З метою раціоналізації кількісного складу парку АТ рухомого складу частин і підрозділів ЗСУ за

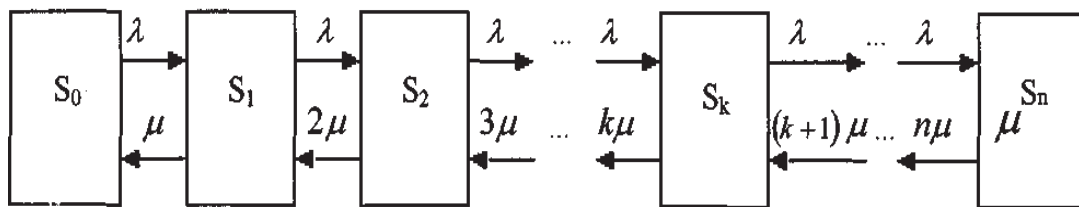


Рис. 1. Граф станів n-канальної системи масового обслуговування з відмовами

Відповідно графу, що представлений на рис.1 фінальні вірогідності станів досліджуваної системи масового обслуговування визначаються за виразами:

$$P_0 = \left( 1 + \frac{\lambda}{\mu} + \frac{\lambda^2}{2\mu^2} + \frac{\lambda^3}{2 \cdot 3\mu^3} + \dots + \frac{\lambda^k}{k!\mu^k} + \dots + \frac{\lambda^n}{n!\mu^n} \right)^{-1}; \quad (1)$$

$$P_1 = \frac{\lambda}{\mu} P_0, P_2 = \frac{\lambda^2}{2 \cdot 3\mu^3} P_0, \dots, P_k = \frac{\lambda^k}{k!\mu^k} P_0, \dots, P_n = \frac{\lambda^n}{n!\mu^n} P_0, \quad (2)$$

де  $P_0$  – ймовірність того, що система знаходиться в стані  $S_0$ ;

$P_1, P_2, \dots, P_k, \dots, P_n$  – ймовірність того, що система масового обслуговування буде знаходитись в станах  $S_1, S_2, S_k, S_n$ , відповідно.

$\lambda$  – інтенсивність потоку заявок на використання АТ;

$\mu$  – інтенсивність потоку обслуговування заявок.

Відповідно окремих положень теорії масового обслуговування [3] інтенсивністю потоку заявок є середня кількість подій, що доводиться на одиницю часу. При цьому, оскільки, потоком заявок є заявки на використання АТ, то  $\lambda$  є коефіцієнт використання АТ, який для i-ї групи експлуатації визначається

групами експлуатації представимо процес надходження та задоволення заявок на використання АТ як n-канальну систему у вигляді схеми «загибелі» і «розмноження», що найбільш адекватно відповідає процесу автотехнічного забезпечення частин і підрозділів ЗСУ [1–2].

На рис. 1 представлені стани системи масового обслуговування, що відповідають кількості заявок та задіяної АТ певного підрозділу (частини) ЗСУ:

$S_0$  – в системі масового обслуговування, що розглядається немає жодної заявки на використання АТ;

$S_1$  – в системі масового обслуговування знаходиться одна заявка (один автомобіль використовується, решта не затребувані);

$S_k$  – в системі масового обслуговування знаходиться k-заявок (k-автомобілів використовується, решта не затребувані);

$S_n$  – в системі масового обслуговування знаходиться n заявок (всі n автомобілів використовуються).

за формулою:

$$\lambda = \alpha_{Bi} = \frac{m_i}{T_i}, \quad (3)$$

де  $m_i$  – загальна кількість заявок, що доводиться на i-ту групу експлуатації парку АТ за період часу  $T_i$ ;

$T_i$  – період часу на протязі якого визначається коефіцієнт використання АТ i-ї групи експлуатації (рекомендується приймати до одного року), дні.

Як показує аналіз досвіду військової експлуатації АТ період часу  $T_i$  повинен вибиратися таким, в який спостерігається максимальна кількість вимог на перевезення на весь АТ підрозділів (частин) ЗСУ, в цілому.

Інтенсивність потоку обслуговувань є величиною, зворотною середній тривалості роботи АТ підрозділів (частин) ЗСУ в наряді  $T_n$ , тобто при виконанні транспортного завдання:

$$\mu = \frac{1}{T_n}. \quad (4)$$

Характеристики ефективності системи масового обслуговування визначаються таким чином. Ймовірність відмови  $P_{\text{відм}}$  у задоволенні вимоги на ви-

конання транспортного завдання, або, іншими словами ймовірність того, що заявка на використання автомобілів не буде включена в наряд-розпорядження:

$$P_{\text{відм}} = \frac{\rho}{k!} P_0, \quad (5)$$

де  $\rho$  – середня кількість заявок, що надходить за середній час обслуговування однієї заявки;

$k$  – кількість каналів обслуговування, тобто первинна загальна кількість АТ у складі парку автомобільної техніки підрозділу (частини) ЗСУ.

Середня кількість заявок, що надходить за середній час обслуговування однієї заявки  $\rho$ , визначається як відношення інтенсивності потоку заявок  $\lambda$  до інтенсивності обслуговування  $\mu$ :

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}. \quad (6)$$

Вірогідність того, що заявка буде включена в наряд-розпорядження і буде задоволена протягом планованого періоду  $Q_{\text{обсл}}$  визначається по формулі:

$$Q_{\text{обсл}} = 1 - P_{\text{відм}}. \quad (7)$$

Абсолютна пропускна спроможність  $R$ , тобто середня кількість заявок, що обслуговуються в одиницю часу розраховується за формулою:

$$R = \lambda \cdot Q_{\text{обсл}}. \quad (8)$$

Середня кількість зайнятих каналів  $\bar{k}$ , тобто середня кількість зайнятих автомобілів (які увійшли до наряд-розпорядження на використання АТ) визначається за виразом:

$$\bar{k} = \frac{R}{\mu}. \quad (9)$$

Після розрахунку характеристик ефективності систем масового обслуговування завдання раціоналізації кількісного складу парку АТ підрозділу (частини) ЗСУ зводиться до зменшення середньої кількості задіяних автомобілів, що наочно видно з виразу, до кількості при якій вірогідність обслуговування заявки буде не нижче заданої, а середня кількість зайнятих каналів обслуговування не перевищуватиме кількість автомобілів. Тобто задача зводиться до виконання наступних умов:

$$Q_{\text{обсл}} = Q_{\text{зад}}; \quad k \leq A_{\text{заг}} \Rightarrow A_{\text{рац}}. \quad (10)$$

На підставі визначення загальної раціональної кількості одиниць автомобілів у складі парку АТ підрозділів (частин) ЗСУ, із використанням даних по дольовій потребі в перевезеннях певних вантажів АТ відповідних типів і груп експлуатації, а також встановленого керівними документами мінімально допустимого значення коефіцієнта технічної готовності парку АТ конкретних категорій підрозділів (частин) ЗСУ, розраховується кількість автомобілів в групах

одного цільового призначення [4]. З урахуванням обґрунтованих вище даних аналітична інтерпретація раціональної кількості автомобілів  $i$ -ої групи експлуатації автомобілів набуває наступного вигляду:

$$A_{\text{рац},i} = \frac{A_{\text{рац}} \cdot \alpha_{\text{ві}}}{\alpha_{\text{ТГ}}^{\text{мін}}}, \quad (11)$$

де  $A_{\text{рац},i}$  – раціональна кількість автомобілів в  $i$ -й групі експлуатації автомобілів;

$A_{\text{рац}}$  – раціональна кількість автомобілів у складі парку АТ, що отримана в результаті моделювання процесу обслуговування транспортних заявок шляхом вирішення «класичного» завдання Ерланга;

$\alpha_{\text{ві}}$  – коефіцієнт використання парку автомобілів для  $i$ -ї групи експлуатації, що розрахований за виразом (3);

$\alpha_{\text{ТГ}}^{\text{мін}}$  – мінімально допустимий коефіцієнт технічної готовності парку вантажних (спеціалізованих) автомобілів, встановлений [5], наприклад, для підрозділів матеріального забезпечення ЗСУ  $\alpha_{\text{ТГ}}^{\text{мін}} > 0,82$ .

Під дольовою потребою в перевезеннях по групі автомобілів, розуміється необхідний ступінь використання  $i$ -ї групи експлуатації автомобілів у складі парку АТ, яку необхідно забезпечити з метою ефективного виконання транспортних завдань, що стоять перед підрозділом (частиною) ЗСУ. Тому, як дольова потреба в групі автомобілів, у виразі (11), цілком обґрунтовано застосовується значення коефіцієнту використання  $i$ -ї групи експлуатації у складі парку АТ.

## Висновки

Наведений методичний апарат забезпечує визначення потреби в кількісному складі вантажних (спеціалізованих) автомобілів в парку АТ частин (підрозділів) ЗСУ. Сутність цього апарату полягає у визначенні кількості автомобілів різного типу і призначення, при якій забезпечується задана вірогідність обслуговування транспортних заявок. Це може бути покладено в основу визначення потреб в АТ при розробці Програм закупівель ОВТ, формуванні штатів військових частин, а також при формуванні Програм розвитку озброєння та військової техніки.

## Список літератури

1. Наказ МОУ № 678 від 12.12.2016. Про затвердження інструкції використання автомобільної техніки у Міністерстві оборони і Збройних Силах України. – К.: МОУ, 2016.
2. Шуенкин В.А. Прикладні моделі теорії масового обслуговування / В.А. Шуенкин, В.С. Донченко. – К.: Навчально-методичний кабінет вищої освіти, 1992. – 398 с.
3. Венцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерное приложение / Е.С. Венцель. – М.: Наука, 1988. – 480 с.

4. Толлок И.В. Построение информационной базы системы технического обслуживания и ремонта автомобильной техники / И.В. Толлок // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. – X., 2008. – Вип. 3(18). – С. 146-148.

5. Толлок И.В. Определение системы технического обслуживания и ремонта автомобильной техники на предприятиях Министерства обороны Украины и ее критерии эффективности / И.В. Толлок // Система управління, навігації та зв'язку. – К.: Центральний науково-

дослідний інститут навігації і управління, 2008. – Вип. 4(18). – С. 95-97.

Надійшла до редколегії 10.04.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук ст. наук. співробітник Г.С. Залевський, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

#### СОСТАВЛЯЮЩИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПАРКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПО ГРУППАМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗА РЕШЕНИЕМ «КЛАССИЧЕСКОЙ» ЗАДАЧИ ЭРЛАНГА

И.В. Толлок, С.В. Ленков

*В статье наведены основные положения методического аппарата рационализации количественного состава парка подвижного состава частей и подразделов Министерства обороны и Вооруженных сил Украины по группам эксплуатации. Показана процедура определения рационального количества автомобилей в группе эксплуатации, на основе определения характеристик n-канальной системы массового обслуживания. Сущность данного методического аппарата заключается в определении количества автомобилей разного типа и назначения, при которой обеспечивается заданная вероятность обслуживания транспортных заявок.*

**Ключевые слова:** автомобильная техника, парк подвижного состава, обслуживание транспортных заявок.

#### COMPONENTS OF THE METHODOLOGY FOR DETERMINING THE QUANTITATIVE COMPOSITION OF THE AUTOMOBILE FLEET GROUPS OPERATING FOR THE SOLUTION OF THE "CLASSICAL" TASKS OF ERLANG

I. Tolok, S. Lenkov

*In the pointed the substantive provisions of methodical vehicle of rationalization of quantitative composition of park of rolling stock of parts and subsections of Departments of defense and Military powers of Ukraine are given after the groups of exploitation Procedure of determining the rational amount of cars is shown in the group of exploitation, on the basis of determination of descriptions of n- of the channel queuing system. Essence of this methodical vehicle consists in determining the amount of cars of different type and setting, which the set authenticity of maintenance of transport requests is provided at.*

**Keywords:** motorcar technique, park of rolling stock, maintenance of transport requests.