

**Головко Борис Борисович** (кандидат технічних наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0002-2669-9249>

**Баранік Олексій Миколайович** (кандидат технічних наук)

<https://orcid.org/0000-0002-1499-7943>

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна*

## **ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ЧАСУ МІЖ ЗАМОВЛЕННЯМИ АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ В СИСТЕМІ ЛОГІСТИЧНОГО (ТЕХНІЧНОГО) ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**

*Розглянуто питання оптимізації рівня запасів та часу між замовленнями авіаційних засобів ураження в системі логістичного (технічного) забезпечення авіаційної бригади на основі удосконалення моделі Вільсона, що дозволяє мінімізувати загальні витрати, пов'язані з накопиченням і зберіганням авіаційних засобів ураження на другий і наступні вильоти авіаційної бригади. Сформовані рекомендації щодо накопичення авіаційних засобів ураження в умовах невизначеності.*

**Ключові слова:** логістичне (технічне) забезпечення, утримання, запас, бойовий комплект, авіаційні засоби ураження..

### **Вступ**

**Постановка проблеми.** В основах будівництва Повітряних Сил Збройних Сил України на період до 2035 року встановлено [1], що основною метою слід вважати приведення військової організації у відповідність з зовнішніми і внутрішньополітичними, соціально-економічними та військово-технічними умовами держави, поточними та перспективними завданнями щодо забезпечення збройної захисту життєво важливих інтересів країни.

Необхідність вирішення цих завдань зумовлює діюча в даний час нова редакція Воєнної доктрини України, в тому числі визначає, вдосконалення системи логістичного (технічного) забезпечення, що відповідає сучасним умовам. Виходячи їх цього, така концепція передбачає, зокрема, вдосконалення всіх компонентів ракетно-технічного забезпечення бойових дій Повітряних Сил.

Сформульовані в тексті військової доктрини підходи до військового реформування визначають необхідність вдосконалення військової організації системи логістичного (технічного) забезпечення.

В результаті проведених в Збройних Силах України реформ була створена принципово нова єдина, інтегрована система логістичного (технічного) забезпечення, проведена оптимізація її структур, змінилися схеми забезпечення, формуються логістичні центри, впроваджена система аутсорсингу, проведені заходи щодо підвищення ефективності забезпечення військових частин Міністерства оборони України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сформована система логістичного (технічного) забезпечення ЗС України є здатною виконувати покладені на неї завдання в повному обсязі, як в умовах існуючих, так і при прогнозованих загрози національній безпеці України. При цьому, розвиток сектору безпеки и оборони України в напрямку

повного і своєчасного забезпечення авіаційних бригад засобами ураження обумовлені необхідністю вирішення наявних в системі протиріччя.

В системі логістичного (технічного) забезпечення військ (сил) управління запасами засобів ураження надається особливе значення, оскільки вони присутні на всьому протязі ланцюгів і каналів [2; 3].

Саме в запасах зосереджені величезні обсяги матеріальних і часових ресурсів, вони присутні на всіх рівнях ієрархії системи логістичного (технічного) забезпечення військ (сил).

Підвищення ефективності забезпечення авіаційної бригади запасами авіаційних засобів ураження в умовах невизначеності призводить до необхідності розробки адаптивної системи логістичного (технічного) забезпечення, на підставі диференціації підходів до управління запасами авіаційних засобів ураження по номенклатурним позиціям.

В основі оптимізації рівня запасу лежить розрахунок величини замовлення авіаційних засобів ураження, який може забезпечити заданий рівень боєготовності при забезпеченні потреби на заданому рівні. Критерієм оптимізації при цьому може є, мінімум загальних витрат, пов'язаних із запасами [3].

Розрахунок оптимальної величини замовлення була розроблена ще в минулому столітті і з тих пір зазнала різноманітні удосконалення. Так, в даний час є різноманітні моделі [3-9], в тому числі та ті, які визначені у відповідних керівних документах на наказах Генерального штабу Міністерства оборони України. Однак дані моделі працюють з заздалегідь визначеними значеннями замовлень та нормативних коефіцієнтів витрат, що негативним чином впливає на точність замовлень кількості та номенклатури засобів ураження в умовах непередбачуваності інтенсивності бойових дій та їх наслідків.

**Мета статті** – удосконалення відомих підходів по забезпеченню авіаційної бригади запасами авіаційних засобів ураження в умовах невизначеності.

### Виклад основного матеріалу

Розглянемо розподіл складових загальних витрат на створення і підтримку запасу авіаційних засобів ураження (АЗУ) більш докладно.

Як відомо [3], витрати на зберігання запасу в загальному випадку мають прямо пропорційну залежність від розміру замовлення: чим більшими партіями поповнюється запас, тим дорожче коштує утримання запасів АЗУ (рис. 1).

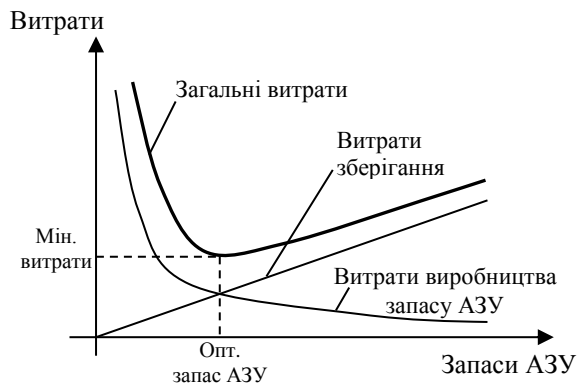


Рисунок 1. Розподіл витрат на створення запасів АЗУ

При розрахунку середнього рівня запасу АЗУ  $i^{\text{ї}}$  номенклатури, та при поповненні його партіями по  $N_i$  одиниць він дорівнює половині цієї величини, т.ч.  $\frac{N_i}{2}$ . Отже, функція витрат на зберігання запасу  $i^{\text{ї}}$  номенклатури має вигляд [3; 6]:

$$C_{зб}^i = \frac{N_i \cdot S_{зб}^i}{2}, \quad (1)$$

де  $N_i$  – розмір заявки на поповнення запасу АЗУ  $i^{\text{ї}}$  номенклатури, одиниць;  
 $S_{зб}^i$  – витрати на зберігання одиниці запасу АЗУ  $i^{\text{ї}}$  номенклатури за рік.

Загальна вартість зберігання запасу АЗУ при визначеній номенклатурі АЗУ становить:

$$C_{зб} = \sum_{i=1}^n C_{зб}^i, \quad (2)$$

де  $n$  – загальна кількість різнотипних АЗУ, які можливо застосовувати з повітряних суден авіаційної бригади.

В подальшому розглянемо обґрунтування запасів АЗУ на прикладі однієї номенклатури.

Вартість розміщення заявки включає постійні витрати, пов'язані з видачею замовлень.

Чим більшим розміром є заявка на поповнення запасів АЗУ заданої номенклатури, тим рідше формуються заявки, тим, отже, менше витрати, пов'язані з вартістю розміщення заявки (див. Рис. 1), що більш доцільно в заздалегідь відомих, стаціонарних умовах. Якщо загальна потреба в одиничний період часу становить  $M$  одиниць АЗУ, а задоволення цієї потреби ведеться партіями по  $N$  одиниць, то ставлення  $\frac{M}{N}$  визначає кількість замовлень АЗУ в одиничний період, який, зазвичай, становить календарний рік.

Тоді загальна вартість розміщення замовлення становить [3; 6]:

$$C_{pz} = \frac{M}{N} S_{не}, \quad (3)$$

де  $C_{pz}$  – вартість розміщення замовлення;

$M$  – обсяг використаних АЗУ в авіаційній бригаді за рік, одиниць;

$N$  – розмір заявки, який поповнює запас АЗУ, одиниць;

$S_{не}$  – накладні витрати на одну заявку АЗУ;

Вартість замовлення не впливає на зміну розміру оптимального розміру замовлення, так як є постійною величиною. Її величину можна розрахувати наступним чином [3; 6]:

$$C_з = CM, \quad (4)$$

де  $C_з$  – вартість розміщення заявки;

$C$  – витрати на зберігання одного АЗУ за рік;

$M$  – обсяг використаних на бойову підготовку та бойове застосування АЗУ за рік, одиниць.

Загальні витрати по створенню та підтриманню запасів АЗУ, таким чином, можуть бути розраховані шляхом врахування виразів (1), (3), (4):

$$C_{заг} = \frac{N \cdot S_{зб}}{2} + \frac{M}{N} S_{не} + CM, \quad (5)$$

Диференціація функції загальних витрат (5) за розміром заявки  $N$  призводить до отримання формули Вільсона [3; 6]

$$N^* = \sqrt{\frac{2S_{не}M}{S_{зб}}}, \quad (6)$$

де  $N^*$  – оптимальний розмір заявки (обсяг одноразової поставки), одиниць АЗУ.

Розрахунок оптимального розміру замовлення за формулою Вільсона може бути покладено в визначення оптимального інтервалу часу між замовленнями АЗУ [3; 6]:

$$T_n = \sqrt{\frac{2S_{нв}}{MS_{зб}}}, \quad (7)$$

Той же результат можна отримати, прирівнявши вирази, що описують витрати на зберігання запасу і вартість розміщення замовлення формули (1), (3) [3; 6]:

$$\frac{N \cdot S_{зб}}{2} = \frac{M}{N} S_{нв}, \quad (8)$$

Слід також відмітити, що всі дані модифікації формули Вільсона приведені білі для припущення, що задоволення заявки ведеться однономенклатурними виробами, що є досить рідкісною практикою. Найчастіше працюють з багатомономенклатурними замовленнями, коли однієї партії поставки присутній ціла гама різних найменувань АЗУ.

Для розрахунку оптимальних розмірів замовлення кожного з найменувань необхідно скористатися формулою:

$$N_i^* = M_i \sqrt{\frac{2S_{нв}}{MS_{зб}}}, \quad (9)$$

де  $M_i$  – обсяг використаних АЗУ (потреба в запасі)  $i$  найменування за рік, одиниць;

$\bar{M}$  – вектор потреб в запасі різних найменувань в плановому періоді часу, натуральні одиниці виміру (включає в себе безліч чисел, що відповідає кількості найменувань АЗУ в постачанні);

$\bar{S}_{зб}$  – вектор витрат на зберігання одиниці запасу різних найменувань в плановому періоді часу, грошові одиниці виміру (включає в себе безліч чисел, що відповідає кількості найменувань АЗУ в постачанні).

Незважаючи на потенційну можливість визначення раціональних значень як обсягу заявки так і проміжку часу між заявками за формулами (7), (9) слід відмітити, що не враховуються умови невизначеності в процесі логістичного (технічного) забезпечення, що перш за все стосується опису зміни потреб у АЗУ при переході від масованих бойових дій для першого та другого вильотів до бойових дій

за викликом починаючи з третього вильоту авіаційної бригади.

Пропонується удосконалити вираз (9) за рахунок введення оцінки випадкової величини обсягу використаних АЗУ  $M_i$  з послідовним переходом від оцінки обсягу необхідних для ведення бойових дій АЗУ авіаційною бригадою до її математичного сподівання кількості  $\bar{M}_i$ , що підвищить адаптивність системи логістичного (технічного) забезпечення і як наслідок знизить витрати в стаціонарних умовах.

Завдяки характеру залежностей представлених на рис. 1 можливо зробити висновок про малу чутливість до помилок у вихідній інформації або в прогнозі попиту через малої кривизни графіка загальних витрат в області оптимального розміру замовлення АЗУ.

Так, помилку прогнозу кількості АЗУ у +20% призведе за розрахунками до зміни оптимальної кількості АЗУ в заявці лише в 9,5%. Аналогічно, якщо витрати на зберігання розраховані з помилкою -20%, то помилка розрахунку оптимального розміру замовлення складе 11,8% та якщо помилка розрахунку витрат на зберігання АЗУ становить +20%, то помилка розрахунку мінімального розміру в заявці складе лише 8,7%.

Функція загальних витрат  $C_{заг}$  в рамках свого мінімального значення  $\pm 20\%$  змінюється дуже незначно. Поза цими межами витрати різко знижуються або зростають.

Незважаючи на те, що формула (6) розрахунку оптимального розміру замовлення має множинні модифікації, використання відповідної оцінки величини АЗУ у заявці дозволяє розширити коло різноманітних ситуацій роботи з запасом АЗУ в умовах невизначеності.

### **Висновки**

Таким чином представлений в статті підхід дозволяє уточнити розмір запасу засобів ураження це необхідний крок на шляху вдосконалення роботи з запасами АЗУ авіаційної бригади, і має велике значення для підвищення ефективності матеріального забезпечення військ (сил).

Завдяки тому що зростання значення загальних витрат при зниженні розміру заявки визначеної АЗУ відносно оптимального розміру заявки йде значно інтенсивніше, ніж при розміру заявки в більшу сторону від оптимального розміру заявки, можна сформулювати наступні рекомендації щодо своєчасного накопичення авіаційних засобів ураження в умовах невизначеності при масованих бойових діях авіаційної бригади:

- формувати заявку на поповнення бойових комплектів військових запасів АЗУ необхідної номенклатури, на 10% більшою;

- інтервал часу між замовленнями АЗУ обирати на основі формули (7).

Правильний підхід до моделювання та оптимізації запасів в системі логістичного (технічного) забезпечення військ (сил) дозволить правильно вибрати модель управління запасами, розрахувати оптимальний розмір заявки для оптимізації рівня запасів АЗУ, при цьому значно заощадивши бюджет Повітряних Сил Збройних Сил України та держави в цілому.

### Список використаних джерел

1. Метод оцінювання ефективності виконання програм (планів) розвитку Збройних Сил України з урахуванням повноти та своєчасності їх фінансування / О.М. Семененко, О.Г. Водчиць, Л.М. Семененко, Р.В. Бойко, Д.В. Башинський, Г.Г. Зубрицька // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2017. – Вип. 2 (51). – С. 51-58. <https://doi.org/10.30748/zhups.2017.51.10>.

2. Романов В. К вопросу о путях достижения национальной безопасности в условиях глобализации: проблемы теории и практики в контексте внешней политики России и Польши [Електронний ресурс] / В. Романов // Безопасность и оборона – 2016. – № 1(2), С. 7-15. Режим доступа до журн.: [http://www.desecuritate.uph.edu.pl/images/De\\_Securitate\\_12\\_2016.pdf](http://www.desecuritate.uph.edu.pl/images/De_Securitate_12_2016.pdf).

3. І.П.Коровін., В.Т. Марценківський Планування та організація технічного забезпечення бойових дій авіації

Повітряних Сил / І.П.Коровін., В.Т. Марценківський. – ч.2. К: НАОУ, 2006. – 183 с.

4. Грачёв В.В., Курбанов А.Х. Современное состояние, проблемы и направления совершенствования системы материально-технического (ресурсного) обеспечения силовых министерств и ведомств // Ресурсное обеспечение силовых министерств и ведомств: вчера, сегодня, завтра: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Пермь: Изд-во ПВИ войск национальной гвардии, 2016. – №1. С. 83–87.

5. Altintas, Nihat; Erhun, Feryal; Tayur, Sridhar (2008). "Quantity Discounts Under Demand Uncertainty". *Management Science Journal*, Vol. 54 (4): pp.777-92.

6. Стерлигова А.Н. Управление запасами в цепях поставок. М.: ИНФРА-М, 2008. - 430 с.

7. Blind K., (2017) 'The Economic Functions of Standards in the Innovation Process', in Hawkins, R., Blind, K. and Page, R. (eds.) *Handbook of Innovation and Standards* (Cheltenham/Northampton, MA: Edward Elgar): pp. 38- 62. <https://doi.org/10.4337/9781783470082.00010>

8. Ford, M. (2017) *Weapon of Choice: Small Arms and the Culture of Military Innovation* (Oxford/New York: Oxford University Press).

9. Bellouard, P. and Fonfría, A. (2018) 'The Relationship between Prime Contractors and SMEs: How to Best Manage and Fund Cooperative Programmes', ARES Group Report, No. 24. See: <http://www.irisfrance.org/wp-content/uploads/2018/01/Ares-24-Policy-Paper-SME.pdf>