

УДК 623.463.5.001.57

А.П. Бабич, І.М. Пічугін

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків*

## ФОРМУВАННЯ ЗАПАСІВ АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БОЙОВОЇ ПІДГОТОВКИ АВІАЦІЙНИХ ЧАСТИН (ПІДРОЗДІЛІВ)

*Наводиться і обґрунтовується методичні підходи до вибору критеріїв та постановки задачі щодо формування запасів авіаційних засобів ураження для забезпечення бойової підготовки авіаційних частин.*

**Ключові слова:** авіаційні засоби ураження, методичні підходи, критерії, бойова підготовка.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Важливою умовою вирішення завдань щодо якісної бойової підготовки льотних екіпажів, підрозділів і частин авіації є своєчасне і повне забезпечення підготовки авіаційними засобами ураження (АЗУ). Створення таких умов можливе при цілеспрямованих, науково обґрунтованих і своєчасно спланованих процесах формування запасів АЗУ. Особливостями процесу формування запасів АЗУ для забезпечення бойової підготовки є: значна різноманітність (велика номенклатура) АЗУ навіть для забезпечення бойової підготовки підрозділів і частин одного роду авіації, складність та витратність процесів зберігання та підготовки засобів ураження до безпосереднього застосування, особливо авіаційних керованих ракет (АКР), висока вартість засобів ураження. Ці особливості процесу формування запасів АЗУ породжують систему протиріч між достатністю цих запасів для ритмічної бойової підготовки і економічною доцільністю створення і зберігання обсягів цих запасів на певний момент (період) процесу бойової підготовки.

Недостатнє та несвоєчасне (неритмічне) забезпечення бойової підготовки АЗУ не дозволяє в установлені терміни, якісно та в повному обсязі виконувати плани підготовки авіації Повітряних Сил.

Формування надлишкових запасів АЗУ, які будуть необхідні через тривалий час, приводять до значних додаткових витрат по їх зберіганню та втрат фінансових ресурсів, до яких приводить економічна ситуація «надлишкових запасів».

В значній мірі, це протиріччя можливо вирішити в площині оптимізації процесу (максимального узгодження основних факторів, які впливають на ефективність (результат – затрати, для досягнення цього результату) процесу) формування запасів для забезпечення бойової підготовки авіаційними засобами ураження за критерієм «достатність – своєчасність – економічність».

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В багатьох дослідженнях, які стосуються оцінки рівня

підготовки льотних екіпажів, підрозділів і частин, зокрема ударної та винищувальної авіації, до виконання бойових завдань за призначенням, акцентується увага на тому, що основним якісним показником цього рівня є результати виконання вправ Курсів бойової підготовки, які передбачають застосування авіаційних засобів ураження. Аналіз застосування авіації в бойових діях останніх трьох десятиріч, зокрема досвіду застосування авіації в антитерористичній операції на Сході України, показує, що різноманітність цілей та різноманітність умов, в яких знаходяться ці об'єкти ураження (густонаселена місцевість, небезпечні в техногенному плані промислові об'єкти, недостатнє позначення і значна динаміка змін ліній зіткнення різних угруповань військ) викликає необхідність значного спектру авіаційних засобів ураження і, відповідно, включення в Курси бойової підготовки вправ щодо набуття умінь і навичок льотного складу по ефективному застосуванню всієї можливої номенклатури авіаційних засобів ураження в самих різноманітних умовах.

Значна частина військових аналітиків визначає те, що навіть на сьогоднішній день більша частина авіаційних засобів ураження, особливо авіаційних керованих ракет, які є на озброєні авіації Повітряних Сил, по показникам бойової ефективності відповідають сучасним вимогам, але недостатнє і неритмічне фінансування процесів закупівлі авіаційних засобів ураження (формування запасів) та процесів зберігання та ремонту наявних запасів засобів ураження привели до скорочення і спрощення підготовки льотних екіпажів авіаційних частин і підрозділів щодо застосування певних типів авіаційних засобів ураження. Спеціалісти в сфері забезпечення військ ресурсами і формування необхідних запасів ресурсів визначають, що в умовах ринкової економіки, відсутності стабільних централізованих поставок ресурсів військовим формуванням, в багатьох випадках, необхідно буде самим вибирати між кількома постачальниками відповідних ресурсів, враховувати ціну на ресурси, витрати на доставку на зберігання, накладні витрати тощо. Тобто, органам військового

управління видів Збройних Сил вирішувати завдання оптимізації потоків ресурсів, зокрема на забезпечення бойової підготовки – формувати економічно обґрунтований запас матеріальних засобів, який дозволить мінімізувати витрати на зберігання і безперервність забезпечення бойової підготовки [1].

Важливість економічної складової в оптимізації запасу АЗУ, в першу чергу, пов'язана із значними витратами на зберігання АЗУ. За даними американського дослідника процесів забезпечення бойової підготовки армії США А. Скотта, зберігання на складах авіаційної бази однієї авіаційної бомби від 250 кг в терміни до одного року обходиться бюджету країни в 150 доларів США, кожний наступний рік зберігання потребує збільшення цих витрат на 20%. При визначенні витрат на зберігання одиничного АЗУ (комплекту АЗУ) враховують витрати на організацію і підтримання необхідних умов зберігання, витрати на охорону, витрати на планові перевірки запасів тощо. Витрати на зберігання однієї авіаційної керованої ракети, з урахуванням витрат на регламенти і додаткові перевірки технічного стану в середньому складають 800 доларів США за перший рік зберігання. В подальшому ці витрати можуть збільшуватися на 30% за кожний наступний рік зберігання [2].

**Метою статті** є розробка методичних підходів до постановки задачі та вибору критеріїв оптимізації процесів формування запасів авіаційних засобів ураження для бойової підготовки авіаційних частин.

## Основна частина

Вихідними умовами для формування запасів АЗУ для забезпечення бойової підготовки авіаційних формувань на рік є:

- задачі старшого начальника, які визначають цілі, кінцевий результат підготовки або стан рівня підготовки авіаційної частини (підрозділу). Визначені цілі досягаються в процесі бойової підготовки, яка, в першу чергу, повинна, бути забезпечена АЗУ. Тобто, опосередковано, задачі старшого начальника визначають необхідні типи і обсяги АЗУ - вправи Курсу бойової підготовки, які необхідно виконати для досягнення визначеного рівня підготовки, кількість та типи АЗУ, що необхідні для виконання цих вправ;

- рівень готовності льотних екіпажів авіаційного формування, який існує на даний час, що дозволяє скорегувати необхідний запас АЗУ, якщо певні вправи щодо досягнення необхідного рівня підготовленості успішно відпрацьовані в попередні періоди;

- запаси АЗУ, необхідної для виконання завдань бойової підготовки номенклатури, які є на власних складах авіаційного формування.

Загальна кількість АЗУ і-го типу, яка необхідна для забезпечення рішення завдань бойової підготовки за даних вихідних умов ( $y^*_{AZU_i}$ ) визначається за виразом:

$$y^*_{AZU_i} = y^0_{AZU_i} - y^B_{AZU_i} - y^3_{AZU_i}, \quad (1)$$

де  $y^0_{AZU_i}$  - кількість АЗУ і-го типу, які необхідні для забезпечення поставлених завдань, відповідно до Курсу бойової підготовки;  $y^B_{AZU_i}$  - кількість АЗУ і-го типу, які забезпечили досягнення рівня підготовки льотних екіпажів щодо виконання поставлених завдань в попередні періоди (набута частка навиків);  $y^3_{AZU_i}$  - кількість АЗУ і-го типу, які є на початок навчального року на власних складах авіаційного формування.

Розрахунок необхідної кількості АЗУ для забезпечення рішення завдань плану бойової підготовки авіаційної частини (підрозділу) на рік дозволяє спланувати організаційні заходи щодо визначення джерел постачання відповідних типів АЗУ, рішення проблем транспортування і складування АЗУ та визначитися з необхідними грошовими ресурсами для фінансування процесу формування необхідного запасу АЗУ. В сучасних умовах оптимізації процесів організації забезпечення бойової підготовки за критерієм « результат – витрати на досягнення такого результату », якщо це стосується формування оптимального запасу АЗУ, можлива шляхом узгодження трьох основних характеристик процесу, а саме:

- достатність – визначається необхідністю знаходження на зберігання на власних складах авіаційного формування такої кількості АЗУ і – того типу (економічно обґрунтованого запасу), яка б дозволила у визначений термін часу організувати безперервний процес забезпечення бойової підготовки:

$$y^*_{AZU_i} \geq y^{EO}_{AZU_i}, \quad (2)$$

де  $y^{EO}_{AZU_i}$  - економічно обґрунтований запас АЗУ і-го типу на складах авіаційної частини, яка може забезпечити безперервність процесу забезпечення бойової підготовки;  $i = 1, \dots, n$ .

- економічність - визначається необхідності мінімізації витрат на формування (організацію замовлення) необхідного запасу АЗУ і-го типу ( $D_{AZU_i}$ ), його зберігання ( $Z_{AZU_i}$ )

$$D_{AZU_i} + Z_{AZU_i} \rightarrow \min. \quad (3)$$

Витрати на організацію замовлення (укладення угоди з постачальником) ( $D_{AZU_i}$ ) передбачають оплату на відрядження, оплату фахівцям щодо економічного аналізу доцільності угоди саме з цим постачальником та оформлення угоди, як правило, ці витрати постійні і не залежать від обсягу продукції в одному замовленні (величини замовлення).

Витрати на зберігання ( $Z_{AZU_i}$ ) передбачають собою суму витрат на: створення і підтримання умов зберігання одиниці (комплекту) і-го АЗУ

( $Z_{yAZU_i}$ ); витрат на планові і позапланові перевірки наявності і стану і-го АЗУ та регламентні роботи (при необхідності) ( $Z_{пАЗУ_i}$ ); витрати на складування ( $Z_{сАЗУ_i}$ ), втрачені вигоди від ситуації «надлишкові запаси» ( $Z_{нзАЗУ_i}$ ) одиничного і. того АЗУ:

$$Z_{AZU_i} = Z_{yAZU_i} + Z_{пАЗУ_i} + Z_{сАЗУ_i} + Z_{нзАЗУ_i} \quad (4)$$

Втрачені економічні вигоди від надлишкових запасів і – того типу АЗУ визначаються за виразом:

$$Z_{нзАЗУ_i} = Ц_{АЗУ_i} \cdot r \quad (5)$$

де  $Ц_{АЗУ_i}$  – ціна одиничного АЗУ і-го типу;  $r$  – банківська процентна ставка на капітал.

Затрати на зберігання залежать від величини запасу ( $y_{AZU_i}$ ) на зберіганні і, як правило, в розрахунках щодо витратності зберігання оперують середнім рівнем запасу ( $y_{AZU_i}/2$ ).

Задача щодо оптимізації запасу і – того типу АЗУ для забезпечення бойової підготовки може бути сформульована так: визначити, яку кількість АЗУ і-го типу ( $y_{AZU_i}$ ) повинна складати партія цих боєприпасів (одне замовлення), щоб мінімізувати затратність процесу при прогнозованій середній щільності потоку зменшення запасу протягом певного періоду бойової підготовки ( $\lambda_{AZU_i}$ ) або:

$$D_{AZU_i} + Z_{AZU_i} \rightarrow \min, \quad (6)$$

якщо  $y_{AZU_i} \geq y_{AZU_i}^{EO}$   $\lambda_{AZU_i} = \text{const}$

Рішення цієї задачі лежать в площині визначення залежності сумарних витрат на формування запасу АЗУ за одиницю часу (економічна складова) від кількості АЗУ і – того типу, що знаходяться на складах авіаційної частини (величини запасу ( $y_{AZU_i}$ )). За найбільш простих умов, коли середня щільність використання запасу АЗУ (кількість одиниць АЗУ за одиницю часу) ( $\lambda_{AZU_i}$ ) постійна, поповнення запасу відбувається миттєво – саме тоді, коли весь запас використано, тобто, запас рівняється нулю, а період використання всього запасу ( $t^0_{AZU_i}$ ), відповідно, визначається за виразом:

$$t^0_{AZU_i} = y_{AZU_i} / \lambda_{AZU_i}, \quad (7)$$

то сумарні витрати на зберігання одиничного АЗУ і-го типу за одиницю часу ( $Z^*_{AZU_i}$ ) як функцію від кількості засобів ураження ( $y_{AZU_i}$ ) можливо записати як:

$$Z^*_{AZU_i}(y_{AZU_i}) = \frac{D_{AZU_i} + Z_{AZU_i}(y_{AZU_i}/2)t^0_{AZU_i}}{t^0_{AZU_i}} = D_{AZU_i} / (y_{AZU_i} / \lambda_{AZU_i}) + Z_{AZU_i} \cdot (y_{AZU_i}/2) \quad (8)$$

Якщо визначити запас засобів ураження ( $y_{AZU_i}$ ) як безперервну змінну, то визначення економічно обґрунтованого (оптимального) розміру заказу ( $y^{EO}_{AZU_i}$ ) можливо шляхом мінімізації (8) (функції сумарних затрат за одиницю часу від величини запасу), яке прийме вигляд:

$$\frac{dZ^*_{AZU_i}(y_{AZU_i})}{dy_{AZU_i}} = \frac{D_{AZU_i} \cdot \lambda_{AZU_i}}{y^2_{AZU_i}} + \frac{Z_{AZU_i}}{2} = 0 \quad (9)$$

Рішення цього рівняння і визначає економічно обґрунтований запас АЗУ і-го типу [3]:

За умов коли наступний заказ поступає миттєво, тобто економічно обґрунтований запас поповнюється в той час, коли кількість запасу на складі авіаційної частини дорівнює нулю, можливо визначити через який час відновлювати цей запас, використавши вираз (7). В дійсності поповнення запасу не може відбуватися миттєво.

Для більшості реальних ситуацій існує певний термін від виконання замовлення на АЗУ і-го типу до розміщення боєприпасів на власних складах частини ( $T_{AZU_i}$ ). В таких випадках рівень запасу, за якого потрібно його відновлювати (точка відновлення запасу ( $y^{TBZ}_{AZU_i}$ )) визначається як

$$y^{TBZ}_{AZU_i} = T_{AZU_i} \cdot \lambda_{AZU_i} \quad (10)$$

Графік відновлення економічно обґрунтованого запасу і-го АЗУ за щільністю використання  $\lambda^*_{AZU_i}$  і  $\lambda^{**}_{AZU_i}$  наведено на рис. 1.

Процес бойової підготовки авіаційних формувань, як правило, має різну інтенсивність в різні періоди навчального року. Це пов'язано з погодними умовами, позаплановими заходами старших начальників, готовність полігонів, справністю авіаційної техніки, здоров'ям льотного складу тощо. Таку особливість потрібно враховувати і при оптимізації процесів забезпечення бойової підготовки АЗУ.

Для планування потоків щодо формування запасів АЗУ для забезпечення бойової підготовки авіаційних формувань за умов неоднорідності їх використання необхідно розділяти визначені терміни виконання завдань (для завдань бойової підготовки таким терміном є навчальний рік) на періоди, в яких прогнозується та чи інша інтенсивність (щільність) використання АЗУ. З урахуванням цього проводити планування циклів відновлення економічно обґрунтованого запасу і-го АЗУ у визначених періодах бойової підготовки.

## Висновки

Бойова підготовка авіаційних формувань пов'язана з використанням особливого виду ресурсу – авіаційних засобів ураження. Особливість такого

ресурсу визначається значною різноманітністю (великою номенклатурою) АЗУ; складністю та витратністю процесів зберігання та підготовки засобів

ураження до безпосереднього застосування (особливо авіаційних керованих ракет (АКР), висока вартість засобів ураження.

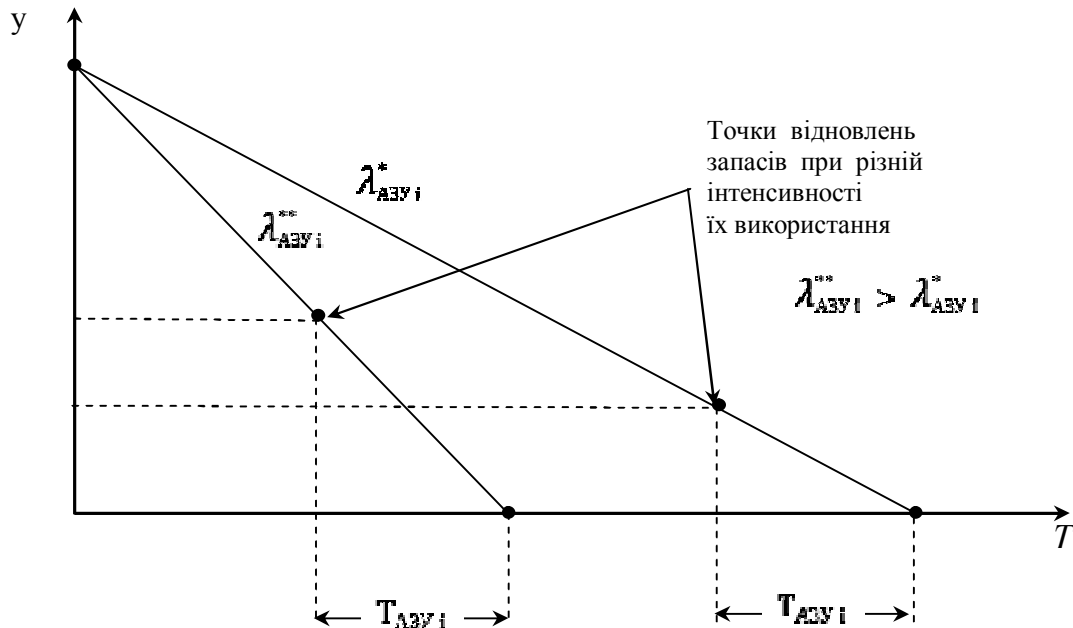


Рис. 1. Графік відновлення економічно обґрунтованого запасу  $i$ -го АЗУ

Процеси формування запасів цього ресурсу супроводжуються системою протиріччя між достатністю цих запасів для ритмічної бойової підготовки і економічною доцільністю створення і зберігання обсягів цих запасів на певний момент (період) процесу бойової підготовки.

В значній мірі, це протиріччя можливо вирішити в площині оптимізації процесу, узгодження основних характеристик, які впливають на ефективність формування запасів для забезпечення бойової підготовки авіаційними засобами ураження за критерієм «достатність – своєчасність – економічність».

Ключовими питаннями оптимізації процесу формування запасу  $i$ -го АЗУ є: визначення економічно обґрунтованого розміру (кількості)  $i$ -го АЗУ, який дозволяє, за умов мінімізації витрат на зберігання і втрачених фінансових вигод, забезпечити безперервність процесу забезпечення бойової підготовки

АЗУ та визначення мінімального розміру запасу  $i$ -го АЗУ за даною інтенсивністю його використання, при якому необхідно проводити відновлення економічно обґрунтованого запасу  $i$ -го АЗУ.

### Список літератури

1. Кислюк В. Основні проблеми в шляхи побудови ефективної системи тилового забезпечення Збройних Сил України / В. Кислюк // Наука і озброєння. 36. наук. матеріалів. Вип. 2(5). – К., 1995. – С 23-29.
2. Skott A. A note on transient Gaussian fluid mode its / A. Skott // Queuing System. – 2002. – Vol. 41. – P. 321 – 342.
- 3 Хемди А. Введение в исследование операций / А. Хемди. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2001. – 912 с.

Надійшла до редколегії 5.01.2016

Рецензент: д-р техн. наук проф. О.Б. Леонтьєв, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### ФОРМИРОВАНИЕ ЗАПАСОВ АВИАЦИОННЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БОЕВОЙ ПОДГОТОВКИ АВИАЦИОННЫХ ЧАСТЕЙ (ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ)

А.П. Бабич, И.М. Пичугин

В статье приводятся и обосновываются методические подходы к выбору критериев и постановке задачи для формирования запасов авиационных средств поражения для обеспечения боевой подготовки авиационных частей.

**Ключевые слова:** авиационные средства поражения, методические подходы, критерии, боевая подготовка.

### FORMATION RESERVES AIRCRAFT WEAPONS FOR AVIATION UNITS COMBAT TRAINING

A.P. Babich, I.M. Pichugin

The article substantiates induced and methodological approaches to the selection criteria and the formulation of the problem for the formation of reserve aircraft weapons for combat training of aviation units.

**Keywords:** reserve aircraft weapons, methodological approaches, criteria, combat training.