

Думенко Микола Петрович (доктор військових наук)

Національний університет оборони України, Київ, Україна

## МЕТОД РОЗПОДІЛУ ЛЮДСЬКИХ РЕСУРСІВ МІЖ ВІЙСЬКОВИМИ ФОРМУВАННЯМИ

Успішне вирішення завдань щодо відбиття збройної агресії в умовах ведення збройної боротьби сучасності можуть вирішити лише добре підготовлені та укомплектовані війська. Метою статті є розроблення методу розподілу людських ресурсів між військовими формуваннями для підготовки кадровими органами оперативно-тактичного та оперативно-стратегічного рівнів обґрунтованих пропозицій командувачам (начальникам) до замислу операцій (бойових дій) для ухвалення рішення щодо маневру (перерозподілу) особового складу між Об'єднаними угрупованнями військ. Під час проведення дослідження застосовано метод динамічного програмування, за допомогою якого вирішується оптимізаційна задача щодо знаходження такого оптимального розподілу людських ресурсів за  $t$ -періодів комплектування, за яких функція укомплектованості на останньому періоді комплектування буде максимальною. Оскільки укомплектованість залежить від значної кількості параметрів, які змінюються у часі, то для оптимального розподілу людських ресурсів необхідно проаналізувати та спрогнозувати зміни параметрів укомплектованості. Для цього застосовується метод прогнозування параметрів укомплектованості військових частин, який побудовано на методі нелінійної екстраполяції. Сутністю методу прогнозування укомплектованості військових частин Збройних сил України є використання логістично-ймовірнісної моделі опорного тренду комплектування, що змінюється за часом. Наукова новизна полягає в тому, що запропонований метод розроблений вперше, а практична значущість статті дозволяє вирішувати завдання, які постають перед Збройними силами України щоденно, проведення оптимального розподілу людських ресурсів між військовими формуваннями з урахуванням темпів мобілізаційного розгортання, обсягів надходження мобілізаційних людських ресурсів, безповоротних і санітарних втрат під час мобілізації та бойових дій.

**Ключові слова:** метод динамічного програмування, багатокритеріальна оптимізація, функція укомплектованості, об'єднане угруповання військ, укомплектованість військових формувань Збройних сил України, оптимальний розподіл людських ресурсів.

### Вступ

**Постановка проблеми.** У мирний час комплектування Збройних сил України (далі – ЗС України) вирішує завдання з підтримання за встановленими штатами чисельності збройних сил, яка має бути достатньою для мобілізації і служити базою для розгортання ЗС України до штатів воєнного часу. В особливий період, у разі переведення ЗС України з мирного на воєнний стан, комплектування особовим складом забезпечити своєчасне та повне мобілізаційне розгортання ЗС України. Стаття присвячена проблемі знаходження оптимального розподілу людських ресурсів між військовими формуваннями.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз наукової літератури за темою статті засвідчив відсутність цілеспрямованих досліджень щодо оптимального розподілу людських ресурсів між військовими формуваннями [2; 4; 9]. Існуючі методичні підходи стосуються розроблення та обґрунтування рекомендацій щодо підвищення мобілізаційної готовності військових формувань, підвищення ефективності використання мобілізаційних ресурсів в інтересах ЗС України, обґрунтування рекомендацій щодо підвищення ефективності бойового злагодження військових

формувань під час відмобілізування й приведення у повну бойову готовність, вивчення досвіду деяких країн світу [3]. Проаналізоване дає можливість стверджувати, що наявні підходи до цього питання не носять послідовного характеру, однобічно розкривають результати виконання окремих процесів функціонування системи комплектування ЗС України.

**Мета статті** – розробити метод розподілу людських ресурсів між військовими формуваннями, який забезпечить досягнення максимальної їх укомплектованості на кінець визначеного терміну комплектування.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Метод оптимального розподілу людських ресурсів між військовими формуваннями базується на математичному методі оптимізації рішень, який дає можливість розв'язати багатокрокову задачу оптимізації розподілу людських ресурсів (методом динамічного програмування) для забезпечення досягнення максимальної їх укомплектованості на кінець визначеного терміну комплектування [1]. Для розв'язання задачі здійснюють:

аналіз даних щодо укомплектованості ЗС України та, на основі методу нелінійної

екстраполяції, знаходять функції зміни чисельності військовослужбовців на визначений період комплектування, а також – функції зміни укомплектованості у цей же період;

оцінювання та прогнозування змін параметрів укомплектованості ЗС України, а саме: параметри нарощування чисельності військовослужбовців, використовуючи призов на військову службу, прийняття на військову службу за контрактом та мобілізації військовозобов'язаних, резервів оперативного резерву першої та другої черг; параметри зменшення чисельності військовослужбовців у результаті звільнення з військової служби, демобілізації, санітарних та безповоротних втрат;

визначення функції укомплектованості, що залежить від початкових значень параметрів чисельності військовослужбовців і функцій змін чисельності військовослужбовців, які були отримані на попередньому етапі;

задача оптимального розподілу людських ресурсів сформульована та розв'язується як задача динамічного програмування.

Метод складається з 4 етапів:

I етап – аналіз даних щодо укомплектованості військових формувань ЗС України (задача нелінійної екстраполяції);

II етап – оцінювання та прогнозування змін параметрів укомплектованості військових формувань ЗС України;

III етап – визначення функції укомплектованості;

IV етап – знаходження оптимального розподілу людських ресурсів між військовими формуваннями (задача динамічного програмування).

Розглянемо кожний з етапів.

I етап. Аналіз даних щодо укомплектованості військових формувань ЗС України. На цьому етапі проводиться аналіз даних щодо штатної  $H(t_0)$  та штатної  $S(t_0)$  чисельності військових формувань ЗС України у початковий момент часу  $t_0$ . Крім того, аналіз даних проводиться за такими складовими як:

зміни штатної чисельності через перехід на штат воєнного часу  $\Delta H_{ШВЧ}^+(t)$  та формування нових військових формувань  $\Delta H_{ВФ}^+(t)$  [4–7];

зміни штатної чисельності через перехід на штат мирного часу  $\Delta H_{ШВЧ}^-(t)$  та розформування військових формувань  $\Delta H_{ВФ}^-(t)$  [8];

зміни списочної чисельності через прийняття  $\Delta S_K^+(t)$  та призов  $\Delta S_{П}^+(t)$  на військову службу, проведення мобілізації  $\Delta S_M^+(t)$ , залучення військового резерву  $\Delta S_{ОП-1}^+(t)$  і  $\Delta S_{ОП-2}^+(t)$  та поповнення санітарних і безповоротних втрат  $\Delta S_B^+(t)$  [9–12];

зміни списочної чисельності через закінчення контракту  $\Delta S_K^-(t)$ , звільнення з військової служби  $\Delta S_{П}^-(t)$ , демобілізації  $\Delta S_M^-(t)$ , зменшення військового резерву  $\Delta S_{ОП-1}^-(t)$  і  $\Delta S_{ОП-2}^-(t)$  та санітарних і безповоротних втрат  $\Delta S_B^-(t)$  [13–14].

II етап. Оцінювання та прогнозування змін параметрів укомплектованості військових формувань ЗС України (задача нелінійної екстраполяції). На цьому етапі визначаються:

функції зменшення штатної чисельності через перехід на штат мирного часу  $\Delta H_{ШВЧ}^-(t)$  та розформування військових формувань  $\Delta H_{ВФ}^-(t)$ , на основі яких визначається функція зменшення штатної чисельності:

$$\Delta H^-(t) = \Delta H_{ШВЧ}^-(t) + \Delta H_{ВФ}^-(t); \quad (1)$$

функція зміни штатної чисельності  $\Delta H(t)$  на період комплектування  $\Delta T$ :

$$\Delta H(t) = \Delta H^+(t) - \Delta H^-(t); \quad (2)$$

функції збільшення  $\Delta S^+(t)$  та зменшення  $\Delta S^-(t)$  штатної чисельності:

$$\Delta S^+(t) = \Delta S_K^+(t) + \Delta S_{П}^+(t) + \Delta S_M^+(t) + \Delta S_{ОП-1}^+(t) + \Delta S_{ОП-2}^+(t) + \Delta S_B^+(t);$$

$$\Delta S^-(t) = \Delta S_K^-(t) + \Delta S_{П}^-(t) + \Delta S_M^-(t) + \Delta S_{ОП-1}^-(t) + \Delta S_{ОП-2}^-(t) + \Delta S_B^-(t);$$

функція зміни списочної чисельності  $\Delta S(t)$  на період комплектування  $\Delta T$ :

$$\Delta S(t) = \Delta S^+(t) - \Delta S^-(t). \quad (3)$$

Для прогнозування змін параметрів укомплектованості застосовується метод нелінійної екстраполяції.

На III етапі проводиться визначення функції укомплектованості, яка залежить від початкових значень параметрів списочної та штатної чисельності і функцій змін списочної та штатної чисельності, які були отримані на попередньому етапі:

$$B(t) = \frac{S(t_0) + \Delta S(t)}{H(t_0) + \Delta H(t)}. \quad (4)$$

Для цього застосовано наступний алгоритм [15–28].

1. Побудова логістично-ймовірнісної моделі для показника укомплектованості військ прямо пропорційна добутку ймовірності укомплектованості  $B(t)$  та ймовірності створення некомплекту  $(1-B(t))$  військ:

$$\frac{dB(t)}{dt} = -\gamma \cdot B(t) \cdot [1 - B(t)] \text{ при } \gamma \leq 0. \quad (5)$$

2. Знаходження ймовірності  $B(t)$  від часу  $t$ , після інтегрування диференційного рівняння для умов  $B(t = t_{0,5}) = 0,5$ , має наступний вигляд:

$$B(t) = \left\{ 1 + \exp[\gamma(t - t_{0,5})] \right\}^{-1}, \quad (6)$$

де  $\gamma$  – коефіцієнт пропорційності, що кількісно дорівнює різниці протидії факторів, які перешкоджають укомплектованості військ професійно-спеціальним складом і факторів, що сприяють цьому процесу;

$t_{0,5}$  – час (місяці або роки), що відповідають моменту, коли показник укомплектованості досягне, згідно з умовами, половини від його максимального рівня.

3. Здійснення прогнозування змін показника укомплектованості на перспективному інтервалі часу та отримання оцінок параметрів апроксимуючої функції  $B(t_k)$  за результатами спостережень закону збільшення показника  $B(t)$  на ретроспективному інтервалі часу, тобто за даними, коли  $t_k = 0 \dots t_m, k = 1 \dots m$ .

4. Складання системи рівнянь для оцінювання параметрів нелінійного прогнозного тренду:

$$B_1 = \{1 + \exp[\gamma_0(v_1 - v_{0,5})]\}^{-1}; \quad (7)$$

$$B_m = \{1 + \exp[\gamma_0(v_m - v_{0,5})]\}^{-1}. \quad (8)$$

5. Розв'язання системи рівнянь:

$$\gamma_0^1 = \frac{\ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - \ln\left(\frac{1}{B_m} - 1\right)}{v_m - v_1}; \quad (9)$$

$$\gamma_0 = \frac{\gamma_0^1 + \gamma_0^2}{2} = \frac{\frac{\ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - \ln\left(\frac{1}{B_m} - 1\right)}{v_m - v_1} + \frac{\ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - \ln\left(\frac{1}{B_{m/2}} - 1\right)}{v_{m/2} - v_1}}{2}; \quad (13)$$

$$(v_{0,5})_0 = \frac{(v_{0,5})_0^1 + (v_{0,5})_0^2}{2} = \frac{\frac{v_m \ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - v_1 \ln\left(\frac{1}{B_m} - 1\right)}{\ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - \ln\left(\frac{1}{B_m} - 1\right)} + \frac{\frac{v_m}{2} \ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - v_1 \ln\left(\frac{1}{B_{m/2}} - 1\right)}{\ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - \ln\left(\frac{1}{B_{m/2}} - 1\right)}}{2} \quad (14)$$

Ці оцінки прогнозних параметрів підставляються у вираз (4) для отримання результуючої функції укомплектування на перспективному інтервалі часу.

8. Побудова прогнозного тренду процесу збільшення укомплектованості військ протягом часу для досягнення мети комплектування є параметрами прогнозовної функції у виді:

$$B(v) = \{1 + \exp[\gamma_0(v_1 - v_{0,5})]\}^{-1}, \quad (15)$$

$$\text{де } \gamma_0 = \frac{\gamma_0^1 + \gamma_0^2}{2} = \frac{\frac{\ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - \ln\left(\frac{1}{B_m} - 1\right)}{v_m - v_1} + \frac{\ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - \ln\left(\frac{1}{B_{m/2}} - 1\right)}{v_{m/2} - v_1}}{2}; \quad (16)$$

$$(v_{0,5})_0 = \frac{(v_{0,5})_0^1 + (v_{0,5})_0^2}{2} = \frac{\frac{v_m \ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - v_1 \ln\left(\frac{1}{B_m} - 1\right)}{\ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - \ln\left(\frac{1}{B_m} - 1\right)} + \frac{\frac{v_m}{2} \ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - v_1 \ln\left(\frac{1}{B_{m/2}} - 1\right)}{\ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - \ln\left(\frac{1}{B_{m/2}} - 1\right)}}{2} \quad (17)$$

$$(v_{0,5})_0^1 = \frac{v_m \ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - v_1 \ln\left(\frac{1}{B_m} - 1\right)}{\ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - \ln\left(\frac{1}{B_m} - 1\right)} \quad (10)$$

6. Отримання опорних значень  $(t_{0,5})_0^2$  й  $\gamma_0^2$  для двох значень функції, наприклад, за відомих, середньо віддалених (на ретроспективному інтервалі часу), значень аргументу  $v = v_1$  та  $v = v_{m/2}$ :

$$\gamma_0^2 = \frac{\ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - \ln\left(\frac{1}{B_{m/2}} - 1\right)}{v_{m/2} - v_1}; \quad (11)$$

$$(v_{0,5})_0^2 = \frac{\frac{v_m}{2} \ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - v_1 \ln\left(\frac{1}{B_{m/2}} - 1\right)}{\ln\left(\frac{1}{B_1} - 1\right) - \ln\left(\frac{1}{B_{m/2}} - 1\right)} \quad (12)$$

7. Знаходження осереднених значень параметрів прогнозного тренду для його опорних значень  $(t_{0,5})_0$  й  $\gamma_0$ :

9. Розрахунок помилок оцінок параметрів функції визначаються за виразами:

$$\sigma\gamma = \left\{ \frac{(\gamma_0 - \gamma_0^1)^2 + (\gamma_0 - \gamma_0^2)^2}{2} \right\}^{1/2}; \quad (18)$$

$$\sigma(v_{0,s}) = \left\{ \frac{((v_{0,s})_0 - (v_{0,s})_0^1)^2 + ((v_{0,s})_0 - (v_{0,s})_0^2)^2}{2} \right\}^{1/2}. \quad (19)$$

За таких умов графік залежності укомплектованості військ  $B(v)$  від часу  $v$  має вигляд, який наведено на рисунку 1.

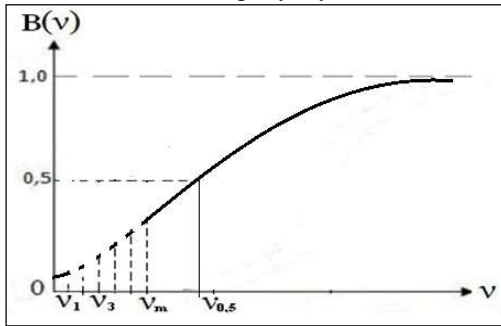


Рисунок 1 – Графік залежності укомплектованості військ  $B(v)$  від часу  $v$

10. Визначення довірчих інтервалів прогнозного тренду збільшення рівня показника укомплектованості військ та побудова верхньої і нижньої межі можливих змін рівня укомплектованості військ.

11. Для визначення маневру особовим складом доцільно визначити рівень порогу достатньої величини нормованого показника укомплектованості за наступним критерієм:

у разі потреби, використання термінового маневру особовим складом між військовими частинами доцільно здійснювати в термін, що дорівнює  $t = t_i$ ;

в іншому разі, доцільно його здійснювати в термін, що дорівнює  $t = t_3$ ;

якщо існує невизначеність в доцільності маневру особовим складом під час комплектування військ, потрібно ухвалювати рішення про маневр особовим складом в термін  $t = t_2$ . Графік визначення часу здійснення маневру мобілізаційними людськими ресурсами між Об'єднаними угрупованнями військ (далі – ОУВ) наведено на рис. 2.

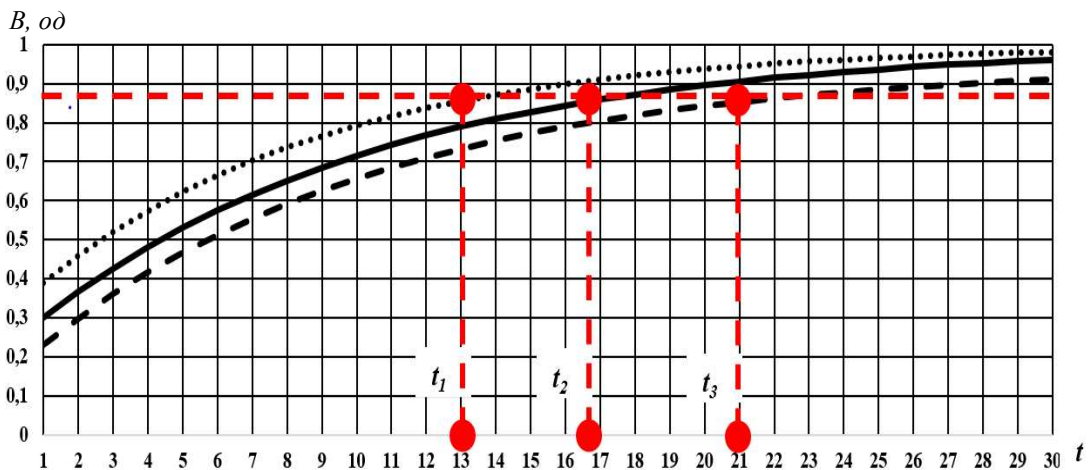


Рисунок 2 – Графік визначення часу здійснення маневру мобілізаційними людськими ресурсами між ОУВ

На четвертому етапі здійснюється формулювання задачі оптимального розподілу людських ресурсів як задача динамічного програмування. Для вирішення оптимізаційної задачі необхідно знайти такий оптимальний розподіл людських ресурсів  $S = (s_1, s_2, \dots, s_m)$ , за якого укомплектованість військових формувань:

$$B(H(t), S(t)) = \prod_{i=1}^m b_i(\Delta H_i(t), \Delta S_i(t)), \quad (20)$$

$$\text{де } b_i(\Delta H_i(t), \Delta S_i(t)) = \frac{g(\Delta S_i(t))}{f(\Delta H_i(t))};$$

$$B_i(\Delta H_i, \Delta S_i) = \max_{\substack{0 \leq \Delta H_i \leq \Delta H_{max} \\ 0 \leq \Delta S_i \leq \Delta S_{max}}} \{ b_i(\Delta H_i, \Delta S_i) B_{i+1}(\delta_i(\Delta H_i, \Delta S_i), \Delta H_i, \Delta S_i) \}, \quad (21)$$

$$\text{де } \delta_i(\Delta H_i, \Delta S_i) = \frac{\Psi(\Delta S_i)}{\Phi(\Delta H_i)} - \text{оцінювання}$$

$g(\Delta S_i(t))$  та  $f(\Delta H_i(t))$  – функції змін списочної та штатної чисельності на  $i$ -му періоді комплектування, за  $m$  періодів комплектування буде максимальною  $B(H(t), S(t)) = B_{max}$ .

Алгоритм знаходження оптимального розподілу людських ресурсів  $S = (s_1, s_2, \dots, s_m)$  такий:

1. Складається основне функціональне рівняння Річарда Беллмана: – оцінювання укомплектованості на  $i$ -му періоді комплектування:

2. Записується система рівнянь для умовних

приростів укомплектованості:

$$B_{m-1}(\Delta H_{m-1}, \Delta S_{m-1}) = \max_{\substack{0 \leq \Delta H_i \leq \Delta H_{max} \\ 0 \leq \Delta S_i \leq \Delta S_{max}}} \{b_{m-1}(\Delta H_{m-1}, \Delta S_{m-1})B_m(\delta_m(\Delta H_m, \Delta S_m), \Delta H_m, \Delta S_m)\};$$

$$B_{m-2}(\Delta H_{m-2}, \Delta S_{m-2}) = \max_{\substack{0 \leq \Delta H_i \leq \Delta H_{max} \\ 0 \leq \Delta S_i \leq \Delta S_{max}}} \{b_{m-2}(\Delta H_{m-2}, \Delta S_{m-2})B_{m-1}(\delta_{m-1}(\Delta H_{m-1}, \Delta S_{m-1}), \Delta H_{m-1}, \Delta S_{m-1})\};$$

... ..

$$B_1(\Delta H_1, \Delta S_1) = \max_{\substack{0 \leq \Delta H_i \leq \Delta H_{max} \\ 0 \leq \Delta S_i \leq \Delta S_{max}}} \{b_1(\Delta H_1, \Delta S_1)B_2(\delta_2(\Delta H_2, \Delta S_2), \Delta H_2, \Delta S_2)\};$$

де  $B_m(\Delta H_m, \Delta S_m) = \max_{\substack{0 \leq \Delta H_i \leq \Delta H_{max} \\ 0 \leq \Delta S_i \leq \Delta S_{max}}} \frac{g(\Delta S_m)}{f(\Delta H_m)}$  –

оптимальний розподіл людських ресурсів між військовими формуваннями:

$$s_{m-1}(\Delta H_{m-1}, \Delta S_{m-1}), s_{m-2}(\Delta H_{m-2}, \Delta S_{m-2}), \dots, s_1(\Delta H_1, \Delta S_1);$$

$$s_i = s_i(\Delta H_{i-1}, \Delta S_{i-1}); \quad S = (s_1, s_2, \dots, s_m).$$

умовний оптимальний приріст укомплектованості.  
 3. Розраховуються оптимальні значення розподілу людських ресурсів на кожному періоді комплектування та формується стратегія (план) оптимального розподілу людських ресурсів між військовими формуваннями, за якого досягається

Результати розрахунку оптимального розподілу людських ресурсів між військовими формуваннями  $\Delta S_1^1, \dots, \Delta S_n^1$  (ОУВ – 1, ОУВ – 2, ОУВ – n) показано в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати розрахунку оптимального розподілу людських ресурсів між військовими формуваннями

Оперативне угруповання військ	Черга мобілізації ( $k_1$ )	Черга мобілізації ( $k_2$ )	...	Черга мобілізації ( $k_m$ )
ОУВ-1	$\Delta S_1^1$	$\Delta S_1^2$	...	$\Delta S_1^m$
ОУВ-2	$\Delta S_2^1$	$\Delta S_2^2$	...	$\Delta S_2^m$
...	...	...	...	...
ОУВ-n	$\Delta S_n^1$	$\Delta S_n^2$	...	$\Delta S_n^m$

Показником ефективності цього методу є цільова функція укомплектованості, а критерієм оптимального розподілу людських ресурсів є досягнення максимуму цільової функції на кінцевому періоді комплектування. За таких умов, значення функції укомплектованості повинно бути не менше 0,95.

здійснюватися маневр людським мобілізаційним ресурсом між військовими формуваннями.

Таким чином, сутність запропонованого методу полягає у тому, що метод дозволяє знайти оптимальний розподіл людських ресурсів між військовими формуваннями на основі даних щодо комплектування військових формувань у попередніх періодах комплектування та вимог до укомплектованості їх у наступні періоди, що забезпечить досягнення максимальної їх укомплектованості на кінець визначеного терміну комплектування. Метод, на відміну від існуючих, враховує темпи мобілізаційного розгортання, обсяги надходження мобілізаційного людських ресурсів та неповоротні і санітарні втрати під час мобілізації та бойових дій

Маневр особовим складом між Об'єднаними угрупованнями військ у разі потреби доцільно здійснювати відповідно до директивних документів Генерального штабу Збройних сил України. Водночас, терміни маневру (перерозподілу) мобілізаційних людських ресурсів між Об'єднаними угрупованнями військ визначаються залежно від темпів їх комплектування. Для кожного Об'єднаного угруповання військ рішення щодо маневру приймається або у момент часу  $t_1$  (формування резерву мобілізаційних людських ресурсів для здійснення маневру) або у моменту часу  $t_3$  (використання резерву мобілізаційного людських ресурсів).

**Висновки й перспективи подальших досліджень**

Під час планування операцій (бойових дій) потрібно здійснювати постійний аналіз ходу комплектування Об'єднаних угруповань військ та надавати пропозиції командувачам (начальникам) для ухвалення рішення щодо маневру (перерозподілу) особового складу між Об'єднаними угрупованнями військ для досягнення порогового рівня укомплектованості  $0,95 \pm 0,03$ .

Розроблений у статті метод розподілу людських ресурсів між військовими формуваннями, дав змогу зробити низку логічних підсумків.

Для досягнення потрібного рівня укомплектованості у визначені терміни може

Враховуючи потребу в фахівцях кадрових органів під час поставки мобілізаційних людських ресурсів необхідно: у мирний час – підготувати та приписати до відповідних кадрових органів

військовозобов'язаних, які мають споріднену військово-облікову спеціальність; у воєнний час – під час мобілізації призвати цих фахівців для проведення роботи щодо прийому мобілізаційних людських ресурсів та розподілу їх між Об'єднаними угрупованнями військ і подальшого їх кадрового супроводження та демобілізації.

Здійснювати доукомплектування кадрових органів відповідно до замислу застосування військ

(сил) з урахуванням прогнозу укомплектованості Об'єднаних угруповань військ протягом терміну комплектування та сформувати План комплектування Об'єднаних угруповань військ для ухвалення відповідних рішень.

У перспективі – розробити спеціальне програмне забезпечення розрахунку та розподілу людських ресурсів між військовими формуваннями.

### Список бібліографічних посилань

1. **Вентцель Е. С.** Исследование операций: задачи, принципы, методология. 2-е изд. Москва: Наука, 1988. 208 с. 84–107. 2. **Шуляк П. І.** Модель стану військовонавченого резерву з урахуванням перепідготовки та якісних кваліфікаційних показників. *Труди акад.* Київ: НАОУ, 2007. № 3(76). С. 8–17. 3. **Шуляк П. І., Розумовський О. О., Гришин О. Л.** Методичний підхід до оцінювання достатності обсягів військового резерву людських ресурсів за умови впровадження служби в резерві за контрактом. *Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України.* 2007. № 1(39). С. 13–19. 4. **Прогнозування** здатності області, регіону задовольнити потребу військ (сил) у людських мобілізаційних ресурсах. НДР шифр «Фактор–М» / ЦНДІ ЗС України, наук. кер. Павловський О. В. Київ. 2020–2021, ДР 0120U000026д. 5. **Про затвердження** структури військового резерву людських ресурсів (зі змінами): Постанова Кабінету Міністрів України від 12.11.2014 № 607 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/607-2014-%D0%BF#Text> (дата звернення: 30.06.2023). 6. **Про затвердження** Порядку організації та ведення військового обліку призовників і військовозобов'язаних та резервістів: Постанова Кабінету Міністрів України від 30.12.2022 № 1487 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1487-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 30.06.2023). 7. **Про Єдиний** державний реєстр призовників, військовозобов'язаних та резервістів: Закон України від 16.03.2017 № 1951–VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1951-19#Text> (дата звернення: 30.06.2023). 8. **Обґрунтування** рекомендацій щодо обсягів підготовки та накопичення резерву особового складу мобілізаційних ресурсів для потреб ЗС України. Розробка рекомендацій щодо визначення потреб ЗС України у офіцерах запасу для їх доукомплектування на особливий період та поповнення втрат у воєнний час: звіт про НДР шифр «Ресурс–резерв» (проміж.) / ЦНДІ ЗС України; наук. кер. Розумовський О. О. Київ. 2010. 65 с. № ДР 0101U000098. 9. **Обґрунтування** рекомендацій щодо формування оперативного резерву першої черги ЗС України: звіт про НДР шифр «Постулат–Р» / ЦНДІ ЗС України; наук. кер. Павловський О. В. Київ. 2018. 60 с. 10. **Про затвердження** Порядку ведення Єдиного державного реєстру призовників, військовозобов'язаних та резервістів: Наказ МО України від 28.03.2022 № 94 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0378-22#Text> (дата звернення: 30.06.2023). 11. **Про затвердження** Переліку

випадків, за якими громадяни України знімаються з військового обліку військовозобов'язаних: Наказ МО України від 20.12.2017 № 684. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0073-18#Text> (дата звернення: 30.06.2023). 12. **Про затвердження** Методики визначення військових втрат, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації: Наказ МО України від 14.09.2022 № 277. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1471-22#Text> (дата звернення: 30.06.2023). 13. **Щодо нової класифікації** та обліку втрат особового складу ЗС України: методичний посібник. Київ: ГШ ГК ЗС України, 21.10.2019. 14. **Про затвердження** Змін до Положення про військово-лікарську експертизу в ЗС України: Наказ МО України від 18.03.2021 № 70. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0431-21#Text> (дата звернення: 30.06.2023). 15. **Sang M. Lee, Laurence J. Moore, Taylor Bernard W. III.** Management science. USA. Allyn and Bacon, Inc., 1981. 910 p. 16. **Справочник** по теории автоматического управления / под ред. А. А. Красовского. Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. 712 с. 17. **Сигорский В. П.** Математический аппарат инженера. Киев: Техніка, 1977. 765 с. 18. **Румчев В. Г., Конин А. Л.** Кадровые подсистемы АСУ: математические модели / под ред. И. А. Ушакова. Москва: Радио и связь, 1984. 248 с. 19. **Феллер В.** Введение в теорию вероятностей и ее приложения: пер. англ. В 2 т. Москва: Мир, 1984. Т. 1. С. 69–72, 386–458. 20. **Корн Г., Корн Т.** Справочник по математике для научных сотрудников и инженеров. Москва: Наука, 1984. 831 с. 21. **Кетков Ю. Л., Кетков А. Ю., Шульц М. М.** MATLAB 6.x: программирование численных методов. Санкт-Петербург: БХВ, 2004. 672 с. 22. **Юрков Б. Н.** Исследование операций: учебн. Москва: ВИА 1990. 205 с. 23. **Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г.** Математико–статистические методы экспертных оценок. Москва: Статистика, 1974. 160 с. 24. **Сухарев А. Г., Тимохов А. В., Федотов В. В.** Курс методов оптимизации. Москва: Наука, 1986. 328 с. 25. **Карманов В.** Математическое программирование. Москва: Наука, 1973. 241 с. 26. **Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В.** MATLAB 7: самоучитель. Москва: ИТ Пресс, 2006. 464 с. 27. **Глушков В. М.** Кибнетика. Питання теорії і практики. (Наука. Світогляд. Життя) / В. М. Глушков. Москва: Наука, 1986. 488 с. 28. **Кириченко І. О., Раскін Л. Г.** Математичні основи теорії вогневих дуелей: монографія. Харків: Військ. Ін-т ВВ МВС України, 2005. 292 с.

## METHOD OF DISTRIBUTION OF HUMAN RESOURCES BETWEEN MILITARY FORMATIONS

*Dumenko Mykola (Doctor of Military Sciences)*

*National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

*Only well-trained and well-equipped troops can successfully fight off armed aggression in modern warfare. The paper focuses on developing a method of military personnel distribution between battle units in order to prepare operational-tactical and operational-strategic substantiated proposals to commanders (chiefs) for*

planning operations (combat operations) to make decisions on the maneuvers (redistribution) of military personnel between the battle groups. Dynamic programming method was used to optimize distribution of human resources during  $m$ -periods of staffing, during which the staffing function in the last staffing period will be maximal. Since staffing depends on a significant number of parameters that change over time, it is necessary to analyze and forecast changes in staffing parameters for the optimal distribution of military personnel. To achieve that, the method of forecasting parameters of the military units staffing is used, which is based on non-linear extrapolation method. The idea of the method of military units staffing forecasting of the Armed Forces of Ukraine is in using logistic-probabilistic model of the reference staffing trend that changes over time. The scientific novelty is in the fact that the proposed method was developed for the first time, and the practical significance of the article allows solving the tasks that the Armed Forces of Ukraine face on a daily basis, carrying out the optimal distribution of military personnel between military units, taking into account mobilization deployment rate, numbers and rate of mobilized personnel arrival, irreversible and sanitary losses during mobilization and military operations.

**Key words:** dynamic programming method, multi-criteria optimization, staffing function, unified battle groups, staffing of military units of the Armed Forces of Ukraine, optimal distribution of military personnel.

## References

1. Venttspils, E. S. (1988). *Operations Study: objectives, principles, methodology*. 2-nd ed. Moscow: Science, 84–107.
2. Shuliak, P. I. (2007). *Model of military reserve status taking into account retraining and qualitative qualification indicators*. Works acad. Kyiv: NAOU, 3(76), 8–17.
3. Shuliak, P. I., Rozumovskyi, O. A., Grishin, O. L. (2007). *Methodological approach to estimation of the sufficiency of military reserves of human resources provided the service is implemented in the reserve under the contract*. Collection of scientific papers. CRSI of the AF of Ukraine, 1(39), 13–19.
4. **Forecasting** the region's ability to satisfy the need for troops (forces) in human mobilization resources. The Research work code is «Factor-M» / the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, scientific adviser Pavlovskiy O. V. Kyiv: 2020-2021, DR 020U000026d.
5. **On approval of the structure of the military reserve of human resources (with changes)** [online], (2014). Resolution of Cabinet of Ministers of Ukraine. № 607, 12 November. Available at: <<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/607-2014-%D0%BF#Text>> [Accessed 30 June 2023].
6. **On approval of the Procedure for the organization and maintenance of military records of conscripts and conscripts and reservists** [online], (2022). Resolution of Cabinet of Ministers of Ukraine. № 1487, 30 December. Available at: <<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1487-2022-%D0%BF#Text>> [Accessed 30 June 2023].
7. **About the Unified State Register of conscripts, military servants and reservists** [online], (2017). Law of Ukraine, № 1951–VIII, 16 March. Available at: <<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1951-19#Text>> [Accessed 30 June 2023].
8. **Substantiation of recommendations on volumes of preparation and accumulation of reserve of personnel of mobilization resources for needs of the Armed Forces of Ukraine. Development of recommendations on defining the needs of the Armed Forces of Ukraine in the reserve offices for their additional staffing for a special period and replenishment of losses in military time:** Report on the Research work code «Resource-reserve» (interim), (2010). DR № 0101U000998. Kyiv: Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine; scientific adviser. Rozumovskyi O. O.
9. **Substantiation of recommendations on formation of operational reserve of the first stage of the Armed Forces of Ukraine:** Report on the NDU of the code «postulate-R», (2018). Kyiv: The Central Scientific Research Institute of the Armed Forces of Ukraine; of scientific adviser Pavlovskiy O. V., 60.
10. **On approval of the Procedure for maintaining the Unified State Register of conscripts, military servants and reservists** [online], (2022). Order of the Ministry of Defence of Ukraine № 94, 28 March. Available at: <<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0378-22#Text>> [Accessed 30 June 2023].
11. **On approval of the List of cases in which citizens of Ukraine are removed from the military register of conscripts** [online], (2017). Order of the Ministry of Defence of Ukraine. № 684, 20 December. Available at: <<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0073-18#Text>> [Accessed 30 June 2023].
12. **On approval of the Methodology for determining military losses caused to Ukraine as a result of the armed aggression of the Russian Federation** [online], (2022). Order of the Ministry of Defence of Ukraine. № 277, 14 September. Available at: <<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1471-22#Text>> [Accessed 30 June 2023].
13. **Regarding the new classification and accounting of losses of the Armed Forces of Ukraine:** methodological manual, (2019). Approved by the Head of the Chief of General Staff - Commander in Chief of the Armed Forces of Ukraine, 21 October.
14. **On approval of amendments to the Regulation on military medical examination in the Armed Forces of Ukraine** [online], (2021). Order of the Ministry of Defence of Ukraine. № 70, 18 March. Available at: <<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0431-21#Text>> [Accessed 30 June 2023].
15. Sang, M. Lee, Laurence, J. Moore, Taylor, Bernard W. III. (1981). *Management science: USA*, Allyn and Bacon, Inc., 910.
16. **Manual for automatic control theory** (1987) / edited by A. A. Krasovskiy. Moscow: Science, Main editor of physical and mathematical literature, 712.
17. Sigorskiy, V. P. (1977). *Mathematical apparatus of the engineer*. Kyiv: Engineering, 765.
18. Rumchev, V. G., Konin, A. L. (1984) *HR subsystems of ACS: mathematical models* / edited by I. A. Ushakova. Moscow: Radio and communication, 248.
19. Feller, V. (1984). *Introduction to probability theory and its applications:* translation from English in 2 books. Moscow: Mir., T. 1., 69-72, 386-458.
20. Korn, G., Korn, T. A. (1984). *Guide to maths for scientists and engineers*. Moscow: Science, 831.
21. Ketkov, Yu. L., Ketkov, A. Yu., Shultz, M. M. (2004). *MATLAB 6.x: programming numerical methods*. St. Petersburg: BHV. 672.
22. Yurkov, B. N. (1990). *Operations Study: Manual*. Moscow: VIA, 205.
23. Beshelev, C. D., Gurvich, F. G. (1974). *Mathematical and statistical methods of expert assessments*. Moscow: Statistics, 160.
24. Suharev, A. G., Timokhov, A. V., Fedotov, V. V. (1986). *Course of optimization methods*. Moscow: Science, 328.
25. Karmanov, V. (1973). *Mathematical programming*. Moscow: Science, 241.
26. Alekseev, E. R., Chesnokova, O. V. (2006). *MATLAB 7: self-taught*. Moscow: NT Press, 464.
27. Glushkov, V. M. (1986). *Cybernetics. Questions of theory and practice*. (Science. World view. Life) / V. M. Glushkov. Moskva: Science, 488.
28. Kirichenko, I. O., Raskin, L. G. (2005). *Mathematical bases of theory of fire duels:* monograph. Kharkiv: Military Institute of internal forces of Ministry of Internal Affairs of Ukraine, 292.