

УДК 355.24/355.3

Г.А. Саковський, С.В. Годзь

Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗПОДІЛУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ НА ВІЙСЬКА МИРНОГО ЧАСУ ТА ТІ, ЩО БУДУТЬ ВІДМОБІЛІЗОВУВАТИСЯ

У статті розкрито зміст однієї з базових математичних моделей, які використовуються під час обґрунтування розподілу Збройних Сил України на війська мирного часу і ті, що будуть відмобілізуватися в особливий період.

**Ключові слова:** математична модель, бойовий потенціал, боєздатність, бойовий склад.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Під математичною моделлю розуміють систему математичних і логічних співвідношень, яка описує об'єкт (систему або явище), що вивчається (досліджується), з певним ступенем достовірності (адекватності). Математична модель є складовою будь-якої методики, а її сутність та основний зміст визначають особливості використання обраного методу дослідження.

Для обґрунтування розподілу Збройних Сил (далі – ЗС) України на війська мирного часу і ті, що будуть відмобілізуватися (переводитися на організацію і штати воєнного часу) в особливий період, використовуються дослідницькі математичні моделі. Ці моделі взаємопов'язані та використовуються у певній логічній послідовності відповідно до обраного у методиці обчислювального процесу, тобто, алгоритму проведення дослідження (послідовності дій, що призводить до бажаного результату).

Однією із базових математичних моделей, які використовуються для обґрунтування розподілу ЗС України на війська мирного часу та ті, що будуть відмобілізуватися в особливий період, є *математична модель* обґрунтування розподілу бойового складу військ (сил) – заздалегідь визначеної кількості з'єднань (частин) щодо порядку їх утримання (розгорнутих у мирний час та тих, що будуть відмобілізуватися) з урахуванням обмежень щодо часу на їх приведення у бойову готовність, а також необхідних (виділених) для цього фінансових ресурсів (коштів).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Обґрунтування, тобто пошук компромісного рішення для встановлення потрібного балансу між кількістю з'єднань (частин), які доцільно утримувати розгорнутими в мирний час, та кількістю з'єднань (частин), які будуть відмобілізуватися (переводитися на організацію і штати воєнного часу) в особливий період, може здійснюватися як на основі аналітичного, так і статистичного (імітаційного) моделювання. Аналітичне моделювання передбачає використання детермінованих та стохастичних (імовірніс-

них) математичних моделей. На практиці, з метою використання переваг кожної із цих моделей, – простоти детермінованих та більшої точності стохастичних, зазвичай, здійснюється їх комбінування, що дозволяє досягти більшої об'єктивності під час проведення досліджень. Статистичне (імітаційне) здійснюється шляхом моделювання досліджуваних процесів на обчислювальній техніці.

Висновки із аналізу існуючих методичних підходів до обґрунтування раціонального розподілу ЗС України на війська (сили) мирного часу і ті, що будуть відмобілізуватися в особливий період, дають підстави стверджувати, що протягом усього періоду існування ЗС України ця проблема вирішувалася переважно емпіричним методом, із використанням попереднього досвіду будівництва, розвитку та застосування як ЗС Радянського Союзу, так і ЗС інших держав. Так, у методиках [1–5] використовуються аналітичні моделі, які враховують лише окремо взяті показники, наприклад, терміни переведення військ (сил) на організацію і штати воєнного часу, збільшення бойових потенціалів з'єднань (частин) за рахунок їх відмобілізування тощо. Проте, ці аналітичні моделі не враховують або ж враховують частково такі важливі показники, як *ресурсні та часові обмеження* на утримання, підготовку та застосування військ (сил), що не дозволяє системно відстежити певні закономірності, які виникають у наслідок впливу на цей процес явищ (факторів) випадкового характеру.

Поряд із цим, у [6–8] викладені *основні аспекти методичного апарату* обґрунтування розподілу ЗС України на війська мирного часу та ті, що будуть відмобілізуватися. Зокрема, вважається, що запропонований методичний апарат, враховуючи такі показники, як *ресурсні та часові обмеження* на приведення військ (сил) у готовність до виконання завдань за призначенням, дозволить обґрунтувати, тобто знайти потрібний баланс між кількістю з'єднань (частин), які доцільно утримувати розгорнутими у мирний час, та кількістю з'єднань (час-

тин), що потребують відмобілізування в особливий період.

Ось чому **метою цієї статті** є розкриття змісту однієї із базових математичних моделей, яка ґрунтується на методі пріоритетів та використовується під час обґрунтування розподілу ЗС України на війська мирного часу та ті, що будуть відмобілізуватися, а саме: *математичної моделі* обґрунтування розподілу бойового складу військ (сил) – заздалегідь визначеної кількості з'єднань (частин) щодо порядку їх утримання (розгорнутих у мирний час та тих, що будуть відмобілізуватися) з урахуванням обмежень щодо часу на їх приведення у бойову готовність, а також необхідних (виділених) для цього фінансових ресурсів (коштів).

### Виклад основного матеріалу досліджень

Зміст будь-якої математичної моделі розкриває особливості використання обраного для проведення дослідження того, чи іншого методу, зокрема, запропонована математична модель розкриває особливості використання такого методу дослідження, як *метод пріоритетів* для обґрунтування розподілу бойового складу військ (сил) на війська мирного часу, та ті, що будуть відмобілізуватися в особливий період.

**Вихідні дані** для проведення обчислень на основі *методу пріоритетів* визначаються, виходячи із обраної **системи показників**, які обумовлюються зовнішніми і внутрішніми факторами впливу на розподіл бойового складу військ (сил) щодо порядку їх утримання та визначеного часу на приведення їх у повну бойову готовність, тобто на вибір прийнятого співвідношення між кількістю  $N_M$  з'єднань (частин), які утримуються розгорнутими у мирний час (за необхідності доукомплектовуватися та приводитися у повну бойову готовність), та кількістю  $N_B$  з'єднань (частин), які будуть відмобілізуватися в особливий період, а також між необхідними коштами  $C_M = \sum_j C_{Mj}$  на утримання та доукомплектування  $N_M = \sum_j N_{Mj}$  з'єднань (частин) розгорнутих у мирний час, та коштами  $C_B = \sum_j C_{Bj}$  на відмобілізування інших  $N_B = \sum_j N_{Bj}$  з'єднань (частин).

**Показники, що обумовлюються зовнішніми факторами впливу.**

Висновки із воєнно-політичної (воєнно-стратегічної) обстановки, що склалася, зокрема, щодо намірів і можливостей потенційного агресора, а також щодо ресурсних можливостей своєї країни, є основою під час формування відповідного бойово-

го складу ЗС України для виконання конституційних завдань з оборони держави.

Отже, вважаються відомими *показники чисельності ЗС України*, яка необхідна для відбиття можливої агресії протягом певного періоду ведення операції (бойових дій) на важливих оперативнo-стратегічних напрямках. Ця чисельність може бути виражена через загальну кількість

$$N = \sum_j N_j = N_M + N_B = \sum_j N_{Mj} + \sum_j N_{Bj} = \\ = \sum_j (N_{Mj} + N_{Bj}) \leq N_{\text{потр}} = \sum_j N_{j\text{потр}} \text{ на воєнний час}$$

з'єднань (частин) різних  $j$ -х типів ( $N_j$ ), що входять до складу того, чи іншого роду військ (сил). При цьому, із цієї кількості  $N$  частина  $N_M$  з'єднань (частин) може бути розгорнута у мирний час і належати до так званих *з'єднань (частин) постійної готовності (Сили негайного реагування)*, потребуючи лише доукомплектування (за необхідністю). У цих військових формуваннях більша частина матеріально-технічних засобів утримується на поточному забезпеченні (на короткочасному зберіганні). Інша частина з'єднань (частин), яка залишилася, у кількості  $N_B = N - N_M$  од. буде належати до *з'єднань (частин) скороченого складу або кадру*, де більша частина матеріально-технічних засобів буде утримуватися на довгостроковому зберіганні або ж буде поставлятися під час відмобілізування цих з'єднань (частин).

Отже, виникає потреба у визначенні (обґрунтуванні) *таких показників, як 1) чисельність військ (сил), зокрема, 1.1) припустима чисельність  $N_M = \sum_j N_{Mj}$  з'єднань (частин), розгорнутих у мирний час, з урахуванням необхідності вирішення у масштабах держави потрібного для цього цілого комплексу завдань (економічних, соціальних тощо), зокрема, щодо проведення відповідних заходів для забезпечення своєчасного відмобілізування, та 1.2) припустима чисельність  $N_B = \sum_j N_{Bj}$  з'єднань (частин) до потреб (чисельності)  $N = N_M + N_B$  воєнного часу, виходячи з економічних (воєнно-економічних) показників та мобілізаційних можливостей держави тощо;*

*2) часові показники приведення у повну бойову готовність з'єднань (частин) ЗС України.* Тобто, виникає потреба в обґрунтуванні таких показників як: *2.1) час  $T_{Mj}$  на доукомплектування та приведення у повну бойову готовність  $N_{Mj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу, розгорнутих у мирний час, який не може перевищувати 2.2) потрібного (визначеного, припустимого) для цього часу  $T_{Mj\text{потр}}$ ; 2.3) загальний час  $T_M$  на доукомплектування та приведення у повну бойову готовність  $N_M = \sum_j N_{Mj}$*

з'єднань (частин) усіх типів, розгорнутих у мирний час, який буде визначатися 2.4) максимальним значенням часу ( $\max T_{Mj \text{ потр}}$ ) на доукомплектування та приведення у повну бойову готовність з'єднань (частин)  $j$ -го типу; 2.5) час  $T_{Bj}$  на відмобілізування та приведення у повну бойову готовність  $N_{Bj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу, який не може перевищувати 2.6) потрібного (визначеного, припустимого) для цього часу  $T_{Bj \text{ потр}}$ ; 2.7) загальний час  $T_B$  на відмобілізування та приведення у повну бойову готовність  $N_B = \sum_j N_{Bj}$  з'єднань (частин) усіх типів,

розгорнутих у мирний час, який буде визначатися 2.8) максимальним значенням часу ( $\max T_{Mj \text{ потр}}$ ) на відмобілізування та приведення у повну бойову готовність з'єднань (частин)  $j$ -го типу; 2.9) припустимий (потрібний) час ( $T_{\text{потр}}$ ) приведення  $N = N_M + N_B \leq N_{\text{потр}}$  з'єднань (частин) усіх типів у повну бойову готовність. При цьому, повинна дотримуватися умова, за якої:  $T_{Mj} \leq T_{Mj \text{ потр}}$ , – щодо часу для доукомплектування та приведення у повну бойову готовність розгорнутих у мирний час з'єднань (частин)  $j$ -го типу в кількості  $N_{Mj}$ , а також  $T_{Bj} \leq T_{Bj \text{ потр}}$  – щодо часу для відмобілізування і приведення у повну бойову готовність визначеного  $j$ -го типу з'єднань (частин). Також вважається, що терміни  $T_{Mj}$  і  $T_{Bj}$  взаємопов'язані, оскільки кожен із них залежить від відповідної кількості з'єднань (частин), що, у свою чергу, залежить від обсягу виділених середньорічних фінансових ресурсів ( $C'_{1j \text{ обм}}$ ). Тобто, значення  $T_{Mj}$  і  $T_{Bj}$  одночасно довільно задавати не можна, не враховуючи при цьому передбачувану кількість з'єднань (частин) мирного часу ( $N_{Mj}$ ), а також з'єднань (частин)  $j$ -го типу, які будуть відмобілізуватися у воєнний час ( $N_{Bj}$ ). Також вважається, що термін  $T_M \leq T_{M \text{ потр}}$  для доукомплектування й приведення у повну бойову готовність з'єднань (частин) усіх типів, розгорнутих у мирний час ( $N_M = \sum_j N_{Mj}$ ), буде визначатися за

максимальним значенням часу ( $\max T_{Mj}$ ) доукомплектування й приведення в повну бойову готовність відповідних з'єднань (частин)  $j$ -го типу. Аналогічно, термін  $T_B \leq T_{B \text{ потр}}$  відмобілізування й приведення у повну бойову готовність з'єднань (частин) усіх типів ( $N_B = \sum_j N_{Bj}$ ) визначатиметься за максимальним значенням часу ( $\max T_{Bj}$ ) відмобілізування й приведення у повну бойову готовність відповідних з'єднань (частин)  $j$ -го типу;

**3) показники, які характеризують можливості воєнкоматів з подачі мобресурсів  $C_j$  різних видів**

для приведення з'єднань (частин)  $j$ -го типу у бойову готовність у встановлений час (будуть розкриті у наступній, відповідно до алгоритму проведення дослідження, математичній моделі).

**Показники, що обумовлюються внутрішніми факторами впливу**

До цих показників належать: **4) показники середньорічних фінансових витрат**, зокрема, 4.1) середньорічні фінансові витрати  $c_{Mj}$  (без урахування вартості ОВТ) на утримання, доукомплектування та приведення у бойову готовність одного з'єднання (частини)  $j$ -го типу, розгорнутого у мирний час (за досвідом військ – близько 150 млн. грн. у рік на одне загальновійськове з'єднання); 4.2) середньорічні фінансові витрати  $c_{Bj}$  (без урахування вартості ОВТ) на утримання, відмобілізування та приведення у бойову готовність одного з'єднання (частини)  $j$ -го типу, розгорнутого у мирний час (за досвідом військ – близько 100 млн. грн. у рік на одне загальновійськове з'єднання), при цьому вважається, що  $c_{Bj} < c_{Mj}$ ; 4.3) середньорічні фінансові витрати (кошти)  $C_{Mj} = c_{Mj} \cdot N_{Mj}$ , необхідні для утримання, доукомплектування та приведення у бойову готовність  $N_{Mj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу, розгорнутих у мирний час; 4.4) середньорічні фінансові витрати (кошти)  $C_{Bj} = c_{Bj} \cdot N_{Bj}$ , необхідні для утримання, відмобілізування (при тренуваннях 1 раз у кілька років) та приведення у повну бойову готовність  $N_{Bj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу. Величина цих витрат (коштів) обумовлюється, зазвичай, вартістю доставки у війська матеріально-технічних засобів, яких не вистачає, у тому числі ОВТ з місць зберігання для з'єднань (частин)  $j$ -го типу, що відмобілізуються; 4.5) результати експертного оцінювання  $Z_j$  важливості того, чи іншого роду військ (сил), з'єднань (частин)  $j$ -го типу ( $\sum_j Z_j = 1$ ) у створеному угрупованні (оперативній побудові або бойовому порядку) військ (сил); 4.6) середньорічні фінансові витрати (кошти)  $C_{1j} = Z_j \cdot C_{1j} = C_{Mj} + C_{Bj} \leq C_{1j \text{ обм}}$ , які необхідні для приведення у повну бойову готовність  $N_j = N_{Mj} + N_{Bj} \leq N_{j \text{ потр}}$  усіх з'єднань (частин)  $j$ -го типу; 4.7) середньорічні фінансові витрати (кошти)  $C_M = \sum_j C_{Mj}$ , необхідні для утримання, доукомплектування та приведення у повну бойову готовність  $N_M = \sum_j N_{Mj}$  з'єднань (частин) усіх типів, розгорнутих у мирний час; 4.8) середньорічні фінансові витрати (кошти)  $C_B = \sum_j C_{Bj}$ , необхідні для утримання, відмобілізування та приведення

у бойову готовність  $N_B = \sum_j N_{Bj}$  з'єднань (частин) усіх типів;

$$C_1 = C_M + C_B = \sum_j C_{Mj} + \sum_j C_{Bj} = \sum_j (C_{Mj} + C_{Bj}) = \sum_j (c_{Mj} \cdot N_{Mj} + c_{Bj} \cdot N_{Bj}) = \\ = \sum_j C_{1j} \leq C_{1\text{обм}} = \sum_j C_{1j\text{обм}},$$

4.9) середньорічні фінансові витрати (кошти) необхідні (за досвідом військ – зазвичай не більше 10 % від ВВП, близько 1–4 % у залежності від рівня розвитку країни та воєнно-політичної обстановки, що склалася) для утримання та приведення у повну бойову готовність  $N = \sum_j N_j = N_M + N_B \leq N_{\text{потр}}$

з'єднань (частин), що розподіляються, та кількість яких визначена заздалегідь; 4.10) середньорічні фінансові витрати (кошти)  $C_{1j\text{обм}}$ , які виділяються для утримання та приведення у повну бойову готовність  $N_{j\text{потр}}$  з'єднань (частин) j-го типу; 4.11) середньорічні ресурсні можливості (середньодобові кошти, які виділяються)  $C_{1j\text{обм}} = \sum_j C_{1j\text{обм}}$  держави для утримання та приведення у бойову готовність  $N_{\text{потр}} = \sum_j N_{j\text{потр}}$  з'єднань (частин) усіх типів;

4.12) час  $t_{Mj}$ , необхідний для доукомплектування та приведення у повну бойову готовність одного з'єднання (частини) j-го типу, розгорнутого у мирний час; 4.13) час  $t_{Bj}$ , необхідний для відмобілізування та приведення у повну бойову готовність одного з'єднання (частини) j-го типу, при цьому  $t_{Bj} > t_{Mj}$ ; 5) показники, які призводять до формування певних умов-обмежень з вирішення задачі розподілу, а саме, до 5.1) обмежень у часі ( $T_{Mj\text{потр}}, T_{Bj\text{потр}}$ ) – заданого часу приведення в бойову готовність з'єднань (частин) j-го типу, а також 5.2) виділених середньорічних коштів ( $C_{1j\text{обм}}$ ) – фінансових обмежень на утримання та приведення у бойову готовність з'єднань (частин). Тоді, з урахуванням співвідношень  $c_{Mj} > c_{Bj}$ ,  $t_{Mj} < t_{Bj}$  виникає необхідність знаходження потрібного балансу, прийняттого (раціонального) й навіть оптимального співвідношення між значеннями  $N_{Mj}$  й  $N_{Bj}$ , а також між  $c_{Mj}$  й  $c_{Bj}$  з урахуванням заданого часу ( $T_{Mj\text{потр}}, T_{Bj\text{потр}}$ ) та обмежених коштів ( $C_{1j\text{обм}}$ ), які виділяються для утримання та приведення у бойову готовність  $N_j < N_{j\text{потр}}$  з'єднань (частин) j-го типу. Отже, час на приведення з'єднань (частин) у бойову готовність значною мірою буде залежати від співвідношення  $N_M$  з'єднань (частин) мирного часу та відмобілізовуваних  $N_B$  з'єднань частин з урахуванням обмежених можливо-

стей із виділених для цього фінансових ресурсів (коштів). Звідки випливає, що стосовно до конкретного з'єднання (частини) j-го типу час на приведення його у повну бойову готовність буде визначатися порядком його утримання, а саме: для розгорнутих у мирний час з'єднань (частин) j-го типу у кількості  $N_{Mj}$  од. цей час складе 5.3)  $T_{Mj}$ , а для відмобілізовуваних з'єднань (частин) j-го типу у кількості  $N_{Bj}$  од. цей час складе 5.4)  $T_{Bj}$ , причому ці часові показники взаємопов'язані, оскільки кожен із них залежить від відповідної кількості  $N_{Mj}$  та  $N_{Bj}$  з'єднань (частин) j-го типу, яка у свою чергу залежить від розміру виділених середньорічних фінансових ресурсів (коштів) ( $C_{1j\text{обм}}$ ), тобто не можна одночасно довільно задавати величини  $N_{Mj}$  та  $T_{Bj}$  без урахування передбачуваної кількості  $N_{Mj}$  з'єднань (частин) j-го типу мирного часу й тих, що відмобілізовуються  $N_{Bj}$  з'єднань (частин) j-го типу.

При цьому передбачається, що кількість  $N = N_M + N_B = \sum_j N_{Mj} + \sum_j N_{Bj} < N_{\text{потр}}$  розподілюваних з'єднань (частин) визначена заздалегідь, на утримання та приведення у бойову готовність яких необхідно  $C_{1j} \leq C_{1j\text{обм}}$  коштів.

У подальшому приймається умова, що при розподілі бойового складу військ (сил) щодо порядку їх утримання та витраченому часу на приведення в повну бойову готовність первинними можуть бути прийняті (задані) межі часу  $T_{Mj\text{потр}}$  та  $T_{Bj\text{потр}}$  приведення з'єднань (частин) j-го типу у повну бойову готовність, на основі чого визначається  $N_{Mj}$ ,  $N_{Bj}$  та необхідні для цього кошти  $C_{1j} \leq C_{1j\text{обм}}$ .

#### Послідовність проведення обчислень.

У дослідженні під визначенням бойовим складом ЗС України розуміють заздалегідь визначену та створену на необхідні для цього фінансові ресурси (кошти) ( $C_1 = \sum_j C_{1j}$ ) кількість з'єднань (частин) ( $N$ ), що підлягає розподілу відповідно до порядку їх утримання та витраченого часу на приведення у повну бойову готовність:

$$N = \sum_j N_j = N_M + N_B = \\ = \sum_j N_{Mj} + \sum_j N_{Bj} = \sum_j (N_{Mj} + N_{Bj}). \quad (1)$$

З урахуванням (1), кількість з'єднань (частин), розгорнутих у мирний час та потребуючих лише доукомплектування, становить:  $N_M = \sum_j N_{Mj}$  ;

кількість з'єднань (частин), які відмобілізуються, становить:  $N_B = \sum_j N_{Bj}$  ;

Отже, загальна кількість з'єднань (частин)  $j$ -го типу, що потребує  $C_{ij}$  фінансових витрат (коштів) та підлягає розподілу щодо порядку їх утримання та витраченому часу на приведення в повну бойову готовність, обчислюється як:

$$N_j = N_{Mj} + N_{Bj}. \quad (2)$$

Відомо, що війська (сили) залежно від наявності підготовленого особового складу й необхідних ресурсів можуть приводитися у повну бойову готовність послідовним або паралельним способом. Урахування особливостей цих способів здійснюється уведенням до розгляду **коефіцієнта паралельності** або **одночасності** ( $\beta$ ) початку приведення цих з'єднань (частин) у повну бойову готовність за наявності необхідних для цього ресурсів. Так, для з'єднань (частин)  $j$ -го типу, розгорнутих у мирний час, цей коефіцієнт позначається як  $0 \leq \beta_{Mj} < 1$  і за досвідом військ може становити у середньому  $\beta_{Mj} \approx 0,6-0,8$ ; для з'єднань (частин)  $j$ -го типу, які відмобілізуються, вказаний коефіцієнт позначається як  $0 \leq \beta_{Bj} < 1$  і за досвідом військ може становити у середньому  $\beta_{Bj} \approx 0,2-0,5$ .

Враховуючи, коефіцієнт одночасності ( $\beta_{Mj}$ ), час  $T_{Mj}$ , потрібний на доукомплектування та приведення у повну бойову готовність  $N_{Mj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу, які утримуватимуться розгорнутими у мирний час, не може перевищувати потрібного (визначеного) для цього часу  $T_{Mj\text{потр}}$ , та обчислюється як:

$$T_{Mj} = N_{Mj} \cdot t_{Mj} \cdot (1 - \beta_{Mj}) + t_{Mj} \cdot \beta_{Mj} \leq T_{Mj\text{потр}}. \quad (3)$$

Враховуючи, коефіцієнт одночасності ( $\beta_{Bj}$ ), час  $T_{Bj}$ , потрібний на відмобілізування та приведення у повну бойову готовність  $N_{Bj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу не може перевищувати потрібного (визначеного) для цього часу  $T_{Bj\text{потр}}$ , та обчислюється як:

$$\begin{aligned} T_{Bj} &= N_{Bj} \cdot t_{Bj} \cdot (1 - \beta_{Bj}) + t_{Bj} \cdot \beta_{Bj} = \\ &= (N_j - N_{Mj}) \cdot t_{Bj} \cdot (1 - \beta_{Bj}) + t_{Bj} \cdot \beta_{Bj} \leq T_{Bj\text{потр}}. \end{aligned} \quad (4)$$

Враховуючи (2) та виходячи з (3), **номінальна кількість**  $N_{Mj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу, які утримуватимуться розгорнутими у мирний час та потре-

бують доукомплектування за час, не більше  $T_{Mj} \leq T_{Mj\text{потр}}$ , буде дорівнювати:

$$N_{Mj} = \frac{C_{Mj}}{c_{Mj}} \leq \frac{T_{Mj\text{потр}} - t_{Mj} \cdot \beta_{Mj}}{t_{Mj} \cdot (1 - \beta_{Mj})} \cdot N_{Mj} \neq 0 \quad (5)$$

або з урахуванням середньорічних витрат ( $c_{Mj}$ ) на утримання, доукомплектування та приведення у повну бойову готовність одного з'єднання (частини)  $j$ -го типу, розгорнутого у мирний час:

$$c_{Mj} \cdot N_{Mj} = C_{Mj} \leq c_{Mj} \cdot \frac{T_{Mj\text{потр}} - t_{Mj} \cdot \beta_{Mj}}{t_{Mj} \cdot (1 - \beta_{Mj})}. \quad (6)$$

Враховуючи (2) та виходячи з (4), **номінальна кількість**  $N_{Bj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу, які потребують відмобілізування та приведення у повну бойову готовність за час, не більше  $T_{Bj} \leq T_{Bj\text{потр}}$ , буде обчислюватися за формулою:

$$N_{Bj} = \frac{C_{Bj}}{c_{Bj}} = N_j \cdot N_{Mj} \leq \frac{T_{Bj\text{потр}} - t_{Bj} \cdot \beta_{Bj}}{t_{Bj} \cdot (1 - \beta_{Bj})} \cdot N_{Mj} \neq 0 \quad (7)$$

або з урахуванням середньорічних витрат ( $c_{Bj}$ ) на утримання, відмобілізування та приведення у повну бойову готовність одного з'єднання (частини)  $j$ -го типу:

$$c_{Bj} \cdot N_{Bj} = C_{Bj} \leq c_{Bj} \cdot \frac{T_{Bj\text{потр}} - t_{Bj} \cdot \beta_{Bj}}{t_{Bj} \cdot (1 - \beta_{Bj})}. \quad (8)$$

Враховуючи (5) та (6), а також (7) та (8) одержувані значення  $N_{Mj}$  та  $N_{Bj}$  повинні задовольняти не тільки умовам своєчасності  $T_{Mj} \leq T_{Mj\text{потр}}$  та  $T_{Bj} \leq T_{Bj\text{потр}}$  приведення з'єднання (частини)  $j$ -го типу у повну бойову готовність, але й умові щодо балансу необхідних  $C_{ij}$  та виділених для цього середньорічних фінансових ресурсів (коштів) ( $C_{ij\text{обм}}$ ):

$$\begin{aligned} C_{ij} &= C_{Mj} + C_{Bj} = c_{Mj} \cdot N_{Mj} + c_{Bj} \cdot N_{Bj} = \\ &= c_{Mj} \cdot \frac{T_{Mj\text{потр}} - t_{Mj} \cdot \beta_{Mj}}{t_{Mj} \cdot (1 - \beta_{Mj})} + \\ &+ c_{Bj} \cdot \frac{T_{Bj\text{потр}} - t_{Bj} \cdot \beta_{Bj}}{t_{Bj} \cdot (1 - \beta_{Bj})} \leq C_{ij\text{обм}}. \end{aligned} \quad (9)$$

Збільшення виділених в інтересах з'єднань (частин)  $j$ -го типу, що розподіляються, фінансових ресурсів (коштів):  $C_{ij\text{обм}} > C_{ij}$  дозволить збільшити як значення  $N_j = N_{Mj} + N_{Bj}$ , так і у цілому величину  $N = \sum_j (N_{Mj} + N_{Bj})$ , але при додержанні умов  $T_{Mj} \leq T_{Mj\text{потр}}$ ,  $T_{Bj} \leq T_{Bj\text{потр}}$  щодо своєчасного приведення з'єднань (частин) у повну бойову готовність за рахунок проведення заходів, пов'язаних, наприклад, зі скороченням часу  $t_{Mj}$ ,  $t_{Bj}$  приведення у

повну бойову готовність одного з'єднання (частини)  $j$ -го типу.

При  $C_{1j\text{обм}} < C_{1j}$  розглядувана задача щодо розподілу за  $N_j = N_{Mj} + N_{Bj} \neq 0$  не має рішення.

Таким чином, кількість виділених в інтересах з'єднань (частин)  $j$ -го типу фінансових ресурсів (коштів)  $C_{1j\text{обм}}$  визначається не довільно і не тільки виходячи з економічних можливостей країни, але й з урахуванням обмеженого (потрібного) часу ( $T_{Mj\text{потр}}, T_{Bj\text{потр}}$ ) приведення у повну бойову готовність цих з'єднань (частин).

Отже, під час вирішення мобілізаційних завдань безпідставно спиратися лише на можливості країни ( $C_{1\text{обм}}, C_{1j\text{обм}}$ ) із забезпечення вирішення цих завдань без чіткого усвідомлення припустимого часу ( $T_{Mj\text{потр}}, T_{Bj\text{потр}}$ ) приведення у повну бойову готовність відомої кількості з'єднань (частин), що й підтверджує раніше викладене твердження про те, що величини  $C_{1j\text{обм}}, T_{Mj\text{потр}}, T_{Bj\text{потр}}, N_{Mj}, N_{Bj}$  у загальному випадку взаємопов'язані. Зокрема, за відомою кількістю  $N = \sum_j N_j$  значення  $T_{Mj\text{потр}}, T_{Bj\text{потр}}$  залежні одне від одного, а тому є не допустимим,

$$\begin{aligned} N_{Mj} &= \frac{T_{Mj\text{потр}} - t_{Mj} \cdot \beta_{Mj}}{t_{Mj} \cdot (1 - \beta_{Mj})} \leq \frac{C_{1j\text{обм}} - c_{Bj} \cdot N_{Bj}}{c_{Mj}} = \frac{C_{1j\text{обм}}}{c_{Mj}} - \frac{c_{Bj}}{c_{Mj}} \cdot N_{Bj} = \\ &= \frac{C_{1j\text{обм}}}{c_{Mj}} - \frac{c_{Bj}}{c_{Mj}} \cdot \frac{T_{Bj\text{потр}} - t_{Bj} \cdot \beta_{Bj}}{t_{Bj} \cdot (1 - \beta_{Bj})}; \quad N_{Mj} \neq 0; c_{Mj} > c_{Bj}. \end{aligned} \quad (11)$$

За відомим значенням  $N_j$  **реальна кількість**  $N_{Bj} = N_j - N_{Mj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу, які відмобілізуються, враховуватиме як час  $T_{Mj} \leq T_{Mj\text{потр}}, T_{Bj} \leq T_{Bj\text{потр}}$  на приведення їх в повну

коли на практиці ці значення визначаються без урахування їх взаємозалежності.

Враховуючи (9) та (10), одержується залежність між загальною кількістю  $N_j$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу, що підлягають розподілу по порядку їх утримання й витраченого часу на приведення в бойову готовність, та *необхідними* для цього коштами  $C_{1j}$  з урахуванням визначеного співвідношення  $c_{Bj} < c_{Mj}$ :

$$N_j = \frac{C_{1j}}{c_{Bj}} \cdot N_{Mj} \cdot \left( \frac{c_{Mj}}{c_{Bj}} - 1 \right). \quad (10)$$

Виходячи з (9), **реальна кількість**  $N_{Mj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу, які утримуватимуться розгорнутими у мирний час (за необхідності доукомплектовуватимуться та приведитимуться у повну бойову готовність), враховуватиме як час  $T_{Mj} \leq T_{Mj\text{потр}}, T_{Bj} \leq T_{Bj\text{потр}}$  на приведення їх в повну бойову готовність, так і виділені середньорічні кошти  $C_{1j\text{обм}}$  для утримання та приведення у повну бойову готовність  $N_j = N_{Mj} + N_{Bj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу:

бойову готовність, так і виділені середньорічні кошти  $C_{1j\text{обм}}$  для утримання та приведення у повну бойову готовність  $N_j = N_{Mj} + N_{Bj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу:

$$\begin{aligned} N_{Bj} &= \frac{T_{Bj\text{потр}} - t_{Bj} \cdot \beta_{Bj}}{t_{Bj} \cdot (1 - \beta_{Bj})} \leq \frac{C_{1j\text{обм}} - c_{Mj} \cdot N_{Mj}}{c_{Bj}} = \frac{C_{1j\text{обм}}}{c_{Bj}} - \frac{c_{Mj}}{c_{Bj}} \cdot N_{Mj} = \\ &= \frac{C_{1j\text{обм}}}{c_{Bj}} - \frac{c_{Mj}}{c_{Bj}} \cdot \frac{T_{Mj\text{потр}} - t_{Mj} \cdot \beta_{Mj}}{t_{Mj} \cdot (1 - \beta_{Mj})}; \quad N_{Mj} \neq 0; c_{Mj} > c_{Bj}, \end{aligned} \quad (12)$$

чим підкреслюється взаємозв'язок між значеннями  $N_{Mj}$  й  $N_{Bj}$ ,  $T_{Mj} \leq T_{Mj\text{потр}}, T_{Bj} \leq T_{Bj\text{потр}}$  з урахуванням обмежень по виділенім фінансовим ресурсам (коштам)  $C_{1j\text{обм}}$ . Отже, наведена задача розподілу з'єднань (частин) на мирний та воєнний час однозначно не вирішується при завданні лише величини  $C_{1j\text{обм}}$  або тільки значення  $T_{Mj\text{потр}} (T_{Bj\text{потр}})$ .

Для одержання **раціональних (не оптимальних) рішень задача розподілу**  $N_j = N_{Mj} + N_{Bj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу на з'єднання (частини) мирного часу

( $N_{Mj}$ ) і з'єднання (частини), що будуть відмобілізовуватися в особливий період ( $N_{Bj}$ ), **може вирішуватися в декількох варіантах залежно від обраного пріоритету вихідних та інших даних**, зокрема величин  $N_{Mj}, N_{Bj}, C_{1j\text{обм}}, T_{Mj\text{потр}}, T_{Bj\text{потр}}$  з урахуванням часу  $t_{Bj}$ , необхідного для *відмобілізування* й приведення у повну бойову готовність *одного* з'єднання (частини)  $j$ -го типу, а також часу  $t_{Mj} < t_{Bj}$ , необхідного на *доукомплектування* й приведення у повну бойову готовність *одного* з'єднання (частини)  $j$ -го типу, розгорнутого у мирний час, **а саме:**

**а) якщо пріоритетними (заданими)** є визначена задалегідь загальна кількість  $N = \sum_j N_j = N_M + N_B = \sum_j N_{Mj} + \sum_j N_{Bj} = \sum_j (N_{Mj} + N_{Bj})$  з'єднань (частин), що підлягає розподілу відповідно до порядку їх утримання та визначеного часу на приведення в повну бойову готовність, а також необхідне значення  $\sum_j N_{Mj}$  з'єднань (частин), розгорнутих у мирний час для забезпечення

бойового чергування та інших завдань, тоді гранично **припустима кількість**  $\sum_j N_{Bj}$  з'єднань (частин), що відмобілізуються, у цих умовах буде: дорівнювати:

$$\sum_j N_{Bj} = N - \sum_j N_{Mj}, \quad (13)$$

після чого за відомими  $t_{Bj}, \beta_{Bj}$ , розраховується час:

$$T_{Bj \text{ потр}} = N_{Bj} \cdot t_{Bj} \cdot (1 - \beta_{Bj}) + t_{Bj} \cdot \beta_{Bj}, \quad (14)$$

потрібний для відмобілізування та приведення у повну бойову готовність  $N_{Bj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу. Тоді, за відомими  $c_{Mj} > c_{Bj}$  визначаються необхідні кошти  $C_i$  для утримання та своєчасного ( $T_{Mj} \leq T_{Mj \text{ потр}}, T_{Bj} \leq T_{Bj \text{ потр}}$ ) приведення у повну бойову готовність усієї заданої кількості  $N = \sum_j N_{Mj} + \sum_j N_{Bj}$  з'єднань (частин):

$$\begin{aligned} C_i &= \sum_j C_{1j} = \sum_j (C_{Mj} + C_{Bj}) = \\ &= \sum_j c_{Mj} \cdot N_{Mj} + \sum_j c_{Bj} \cdot N_{Bj} = C_M + C_B; \end{aligned} \quad (15)$$

тоді на визначені кошти  $C_{1j}$  можна утримувати з наступним приведенням у повну бойову готовність  $N_j$  з'єднань (частин):

$$N_j = N_{Mj} + N_{Bj} = \frac{T_{Mj \text{ потр}} - t_{Mj} \cdot \beta_{Mj}}{t_{Mj} \cdot (1 - \beta_{Mj})} + \frac{T_{Bj \text{ потр}} - t_{Bj} \cdot \beta_{Bj}}{t_{Bj} \cdot (1 - \beta_{Bj})}. \quad (22)$$

## Висновки

Таким чином, запропонована математична модель:

(11) – обчислення реальної кількості  $N_{Mj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу, які утримуватимуться розгорнутими у мирний час (за необхідності доукомплектовуватимуться та приводитимуться у повну бойову готовність):

**б) якщо пріоритетними (заданими)** є виділена величина коштів  $C_{1j \text{ обм}}$ , а також необхідне значення  $N_{Mj}$ , отже, й  $T_{Mj \text{ потр}}$ , тоді гранично припустима кількість  $N_{Bj}$  у цих умовах за відомими  $c_{Mj} > c_{Bj}$  буде дорівнювати:

$$N_{Bj} = \frac{C_{1j \text{ обм}} - c_{Mj} \cdot N_{Mj}}{c_{Bj}} = \frac{C_{1j \text{ обм}}}{c_{Bj}} - \frac{c_{Mj}}{c_{Bj}} \cdot N_{Mj}, \quad (16)$$

після чого за відомими  $t_{Bj}, \beta_{Bj}$  розраховується час:

$$T_{Bj \text{ потр}} = N_{Bj} \cdot t_{Bj} \cdot (1 - \beta_{Bj}) + t_{Bj} \cdot \beta_{Bj}, \quad (17)$$

потрібний для відмобілізування та приведення у повну бойову готовність цієї кількості з'єднань (частин)  $j$ -го типу. Загальна кількість  $N_j$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу на виділені кошти  $C_{1j \text{ обм}}$  складе:

$$N_j = N_{Mj} + N_{Bj} = \frac{T_{Mj \text{ потр}} - t_{Mj} \cdot \beta_{Mj}}{t_{Mj} \cdot (1 - \beta_{Mj})} + \frac{C_{1j \text{ обм}} - c_{Mj} \cdot N_{Mj}}{c_{Bj}}; \quad (18)$$

**в) якщо пріоритетними (заданими)** є час  $T_{Mj \text{ потр}}$  або  $T_{Bj \text{ потр}}$ , тоді за відомими  $t_{Mj}, \beta_{Mj}, t_{Bj}, \beta_{Bj}$  однозначно визначаються за прийнятих умов гранично припустимі значення:

$$N_{Mj} = \frac{T_{Mj \text{ потр}} - t_{Mj} \cdot \beta_{Mj}}{t_{Mj} \cdot (1 - \beta_{Mj})}; \quad (19)$$

$$N_{Bj} = \frac{T_{Bj \text{ потр}} - t_{Bj} \cdot \beta_{Bj}}{t_{Bj} \cdot (1 - \beta_{Bj})}, \quad (20)$$

а за відомими  $c_{Mj} > c_{Bj}$  визначаються необхідні кошти  $C_{1j}$  для утримання та приведення у повну бойову готовність знайденої кількості  $N_{Mj}, N_{Bj}$ :

$$C_{1j} = C_{Mj} + C_{Bj} = c_{Mj} \cdot N_{Mj} + c_{Bj} \cdot N_{Bj} = c_{Mj} \cdot \frac{T_{Mj \text{ потр}} - t_{Mj} \cdot \beta_{Mj}}{t_{Mj} \cdot (1 - \beta_{Mj})} + c_{Bj} \cdot \frac{T_{Bj \text{ потр}} - t_{Bj} \cdot \beta_{Bj}}{t_{Bj} \cdot (1 - \beta_{Bj})}, \quad (21)$$

$$\begin{aligned} N_{Mj} &= \frac{T_{Mj \text{ потр}} - t_{Mj} \cdot \beta_{Mj}}{t_{Mj} \cdot (1 - \beta_{Mj})} \leq \frac{C_{1j \text{ обм}} - c_{Bj} \cdot N_{Bj}}{c_{Mj}} = \\ &= \frac{C_{1j \text{ обм}}}{c_{Mj}} - \frac{c_{Bj}}{c_{Mj}} \cdot N_{Bj} = \\ &= \frac{C_{1j \text{ обм}}}{c_{Mj}} - \frac{c_{Bj}}{c_{Mj}} \cdot \frac{T_{Bj \text{ потр}} - t_{Bj} \cdot \beta_{Bj}}{t_{Bj} \cdot (1 - \beta_{Bj})}; \quad N_{Mj} \neq 0; \quad c_{Mj} > c_{Bj}; \end{aligned}$$

(12) – обчислення реальної кількості  $N_{Bj} = N_j - N_{Mj}$  з'єднань (частин)  $j$ -го типу, які відмобілізуватимуться та приводитимуться у повну бойову готовність) в особливий період:

$$\begin{aligned} N_{Bj} &= \frac{T_{Bj \text{ потр}} - t_{Bj} \cdot \beta_{Bj}}{t_{Bj} \cdot (1 - \beta_{Bj})} \leq \frac{C_{1j \text{ обм}} - c_{Mj} \cdot N_{Mj}}{c_{Bj}} = \\ &= \frac{C_{1j \text{ обм}}}{c_{Bj}} - \frac{c_{Mj}}{c_{Bj}} \cdot N_{Mj} = \end{aligned}$$

$$= \frac{C_{1j\text{обм}}}{c_{Bj}} - \frac{c_{Mj}}{c_{Bj}} \cdot \frac{T_{Mj\text{потр}} - t_{Mj} \cdot \beta_{Mj}}{t_{Mj} \cdot (1 - \beta_{Mj})}; N_{Mj} \neq 0; c_{Mj} > c_{Bj},$$

як складова обраного у дослідженні методу пріоритетів, дозволить системно відстежити певні закономірності, що виникають у наслідок впливу на процес розподілу ЗС України на війська мирного часу та ті, що будуть відмобілізуватися, явищ (факторів) випадкового (непостійного) характеру, зокрема, часових та ресурсних обмежень.

Використання цієї математичної моделі у подальшому дозволить провести необхідні обчислення, що дозволить знайти потрібний баланс між кількістю з'єднань (частин), які доцільно утримувати розгорнутими у мирний час, та кількістю з'єднань (частин), які потребують відмобілізування (переведення на організацію і штати воєнного часу) в особливий період, що є однією з умов успішного виконання ЗС України конституційних завдань з оборони держави.

### Список літератури

1. Горда М.Я. Математична модель оптимізації підготовки мобілізаційних ресурсів запасу [Текст] / М.Я. Горда, Ю.В. Жернаков // Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. – К., 2004. – № 1(26). – С. 129-135.
2. Шелест Є.Ф. Методика оцінки мобілізаційної готовності з'єднань і частин скороченого складу [Текст] / Є.Ф. Шелест, С.М. Гуцол // Труды акад. / НАОУ. – К., 2005. – № 57. – С. 36-39.
3. Лоскутов Е.Т. Классификация математических моделей войск ПВО Сухопутных войск / Е.Т. Лоскутов, В.И. Кокуев // Воен. радиоэлектроника. – 1986. – № 1 (436). – С. 32-37.
4. Сморгачев А.Б. Пути повышения боевой готовности зенитных ракетных соединений и частей общевой-

сковой (танковой) армии в мирное время и при переводе войск на военное положение [Текст]: дис. ... канд. воен. наук : 20.01.04 «Тактика войсковой ПВО» / Сморгачев Анатолий Борисович. – К.: Воен. акад. войск. ПВО им. маршала Сов. Союза Василевского, 1983. – 227 с.

5. Півненко О.В. Розробка і обґрунтування рекомендацій з підвищення мобілізаційної готовності механізованої дивізії скороченого складу [Текст]: дис. ... канд. військ. наук : 20.01.04 «Тактика» / Півненко Олександр Вікторович. – К.: Академія ЗС України, 1997. – 259 с.

6. Романченко І.С. Методологічні аспекти обґрунтування розподілу Збройних Сил України на війська мирного часу та ті, що будуть відмобілізуватися [Текст] / І.С. Романченко, В.О. Шуєнкін, Г.А. Саковський // Зб. наук. пр. «Труди університету» НУО України імені Івана Черняхівського. – К., 2016. – № 2(68). – С. 279-297.

7. Саковський Г.А. Основні аспекти методичного апарату обґрунтування розподілу Збройних Сил України на війська мирного часу та ті, що будуть відмобілізуватися [Текст] / Г.А. Саковський // Зб. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х., 2016. – № 2(48). – С. 171-181.

8. Саковський Г.А. Аналіз основних факторів впливу на боєдатність Збройних Сил України та їх розподіл на війська мирного часу та ті, що будуть відмобілізуватися [Текст] / Г.А. Саковський, С.В. Годзь // Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. – К., 2016. – № 1(75). – С. 182-192.

Надійшла до редколегії 10.10.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.О. Шуєнкін, Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ.

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБОСНОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ НА ВОЙСКА МИРНОГО ВРЕМЕНИ И ВОЙСКА, ПОДЛЕЖАЩИЕ МОБИЛИЗАЦИИ

Г.А. Саковский, С.В. Годзь

В статье раскрывается содержание одной из базовых математических моделей, используемых для обоснования распределения Вооруженных Сил Украины на войска мирного времени и войска, подлежащие мобилизации в особый период.

**Ключевые слова:** математическая модель, боевой потенциал, боеспособность, боевой состав.

### MATHEMATICAL MODEL OF A SUBSTANTIATION OF DISTRIBUTION OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE ON TROOPS OF A PEACE TIME AND AN TROOPS, WHICH WILL BE MOBILIZED

H.A. Sakovsky, S.V. Hodz

In this article is discussed one of the base mathematical models, which is used for a substantiation of distribution of the Armed forces of Ukraine on troops of a peace time and troops, which will be mobilized during the special period.

**Keywords:** math modeling, combat potential, combat value, combat readiness.