

УДК 355.31

О.Л. Харитонов

Військовий інститут Одеського національного політехнічного університету, Одеса.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ СПІВВІДНОШЕНЬ СКЛАДОВИХ УГРУПОВАНЬ ППО СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК МИРНОГО ЧАСУ ЗА СТУПЕНЯМИ ЇХ БОЄГОТОВНОСТІ В УМОВАХ РЕСУРСНИХ ОБМЕЖЕНЬ

В роботі запропонована методика визначення раціональних співвідношень складових угруповань ППО Сухопутних військ мирного часу за ступенями їх боєготовності в умовах ресурсних обмежень. Ця методика дозволить визначити обґрунтований раціональний склад будь-яких угруповань ППО Сухопутних військ та інших видів ЗС України мирного часу, які мають задачу по прикриттю військ (сил) у визначений час. Методика дозволяє провести аналіз складу угруповань ППО Сухопутних військ мирного часу за ступенями бойової готовності військ, в тому числі в умовах ресурсних обмежень, оцінити їх за результатами досліджень і, таким чином, вирішити принципове питання дослідження – обґрунтування раціонального співвідношення складових визначеного угруповання ППО мирного часу в умовах ресурсних обмежень.

Ключові слова: угруповання, боєготовність, раціональний склад, обґрунтування, ресурс, обмеження на утримання та підготовку, завдання.

Вступ

Вірогідність результатів дослідження раціонального складу угруповань ППО Сухопутних військ залежить від виконання комплексу умов, що містить у собі повноту урахування основних факторів обстановки, правильність вибору критерію і показників, розробки методики дослідження.

До складових угруповань ППО мирного часу будемо відносити частини і підрозділи ППО Сухопутних військ в штаті мирного часу (далі: частини ППО), які мають ідентичні завдання щодо прикриття військ та об'єктів як в мирний час, так і при відбитті агресії повітряного противника.

Склад угруповань ППО Сухопутних військ мирного часу (далі: угруповань ППО) за ступенями бойової готовності їх складових в умовах обмежень на їх утримання і підготовку в мирний час та обмежень по особовому складу достатньо не обґрунтований. Відсутні методики їх обґрунтування в умовах ресурсних обмежень та обмежень по кількості особового складу мирного часу. Їх склад і стан визначаються термінами бойової готовності військ що прикриваються. Обмеження на їх утримання та підготовку в мирний час не враховуються. Тому, в сучасних умовах, розробка методики визначення раціональних співвідношень складових угруповань ППО мирного часу за ступенями їх боєготовності в умовах ресурсних обмежень є достатньо актуальним завданням.

Основними факторами, що визначають складові угруповання ППО за ступенями їх боєготовності в мирний час є: завдання частин угруповання ППО в мирний час та під час відбиття агресії; ступені бойової готовності засобів повітряного нападу (ЗПН) що протистоять та їх можливості до раптового нанесення удару по військам та об'єктам, що прикриваються угрупованням ППО; можливості засобів розвідки ЗС України щодо своєчасного та гарантованого виявлення підготовки ЗПН до нанесення удару по військам та

об'єктам що прикриваються угрупованням ППО; кількість та можливості ЗПН, які можуть нанести удари по військам та об'єктам, що прикриваються угрупованням ППО; терміни бойової готовності та завдання військ, що прикриваються угрупованням ППО; вогневі можливості частин угруповання ППО; можливості частин угруповання ППО щодо переведення їх в мирний час у готовність до виконання задач (час переведення); можливості держави щодо утримання в мирний час угруповань ППО у бойової готовності та підтримання рівня підготовки їх особового складу, який забезпечує постійну готовність до виконання поставлених завдань; можливий ресурс особового складу угруповання ППО мирного часу (обмеження щодо його максимальної кількості).

Аналіз цих факторів показує необхідність їхнього яко-найбільшого урахування при розробці відповідної методики.

Для цього методика повинна мати у своїй основі конкретні принципи. На них, як вихідних положеннях, буде ґрунтуватися логіка рішення задачі визначення раціонального складу угруповань ППО, а також виражатися суть і спрямованість урахування впливу цих основних факторів з метою забезпечення максимальної об'єктивності одержуваних результатів.

Основна частина

Основними принципами в методиці обрані такі.

Принцип раціональності. Він визначає пріоритет воєнно-економічного підходу до рішення питань визначення раціонального співвідношення частин ППО різного ступеня готовності, оскільки витрати на оборону, зокрема на утримання і підготовку до бойових дій угруповань ППО безупинно зростають і лягають важким тягарем на державу та її економіку.

На користь цього принципу свідчить і те, що "головною проблемою виконання Державної програми розвитку Збройних Сил України на 2006 – 2011 роки залишаються ресурсні обмеження", які

обумовлені економічними можливостями держави [1]. Загальне недофінансування Державної програми розвитку Збройних Сил тільки за два роки становить понад 4 млрд. грн.

Цілком очевидно, що уточнення завдань ЗС України обумовлює проведення нових змін у їх структурі. Заплановані зміни обумовлюють оптимізацію чисельності ЗС України та кількості зразків озброєння в бік їх зменшення.

Загальна чисельність ЗС мирного часу скорочується згідно з показниками, визначеними Державною програмою та відповідними законами України [1]. Відповідно до цього принципу рекомендації з визначення раціонального складу угруповань ППО мирного часу повинні визначатися з урахуванням мінімізації витрати коштів і ресурсів на їх утримання, підготовку до ведення бойових дій та бойове чергування в мирний час.

Принцип первинного елемента. Він обумовлює первинним елементом для визначення раціонального складу угруповань частину ППО з її бойовим потенціалом. Бойові потенціали частин, на озброєнні яких знаходяться різні типи ЗРК (ЗГРК), у сумі визначають бойовий потенціал угруповання ППО у цілому.

Принцип достатності сил і засобів ППО. Цей принцип логічно “впливає” із принципів оборонної достатності, існуючої воєнної доктрини. З поняттям достатності ППО прямо пов'язане поняття достатності сил і засобів для вирішення задач протиповітряної оборони угруповань військ.

При цьому, під достатністю сил і засобів угруповань ППО розуміється такий його мінімально необхідний бойовий склад, а також таке співвідношення частин різного ступеня готовності, що по своєму бойовому потенціалу на початок агресії забезпечує встановлений (необхідний) рівень ефективності ППО угруповань військ. Відповідно до цього принципу раціональне співвідношення складових угруповань ППО за ступенями їх боєготовності визначається, головним чином, необхідним рівнем ефективності зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповань військ при відбитті ударів повітряного противника.

Для об'єктивної оцінки необхідних раціональних співвідношень складових угруповань ППО мирного часу за ступенями їх боєготовності в умовах ресурсних обмежень необхідно мати обґрунтовані показники, методику їхнього обчислення, а також критерії, що відповідають цілям дослідження.

На цю сукупність показників накладаються суперечливі обмеження: з одного боку, прагнення врахувати як найбільше факторів змушує збільшувати число показників, з іншого боку – збільшення числа показників веде до ускладнення математичного апарату. Крім того, ця система показників повинна бути узгодженою.

Сукупність показників повинна включати узагальнений показник, що адекватно характеризує мету дослідження, а також часткові показники, що характеризують вплив основних факторів на склад угрупо-

вань ППО за ступенями бойової готовності військ.

Узагальнений показник визначення раціонального складу угруповань ППО повинен, по-перше, відповідати кінцевій задачі, по-друге, мати змогу бути обчисленим, по-третє, мати стійкість, тобто незначно змінюватися при малих змінах параметрів, які його визначають, по-четверте, бути чутливим до зміни параметрів, що враховують фактори обстановки і, по-п'яте, мати ясний фізичний смисл [2, 3].

Метою ведення бойових дій угрупованнями ППО є прикриття від ударів з повітря угруповань військ і об'єктів, недопущення прориву в глибину території країни ЗПН або, іншими словами, забезпечити необхідний рівень ефективності зенітного ракетно-артилерійського прикриття військ і об'єктів.

Для цього угруповання ППО повинне володіти потенційними (вогневими) можливостями, відповідним бойовим потенціалом ($P_{необх}$), який дозволив би виконувати поставлені бойові завдання. Тому, як узагальнений показник може бути прийнятий бойовий потенціал угруповання ППО – P . Цей потенціал буде сумою потенціалів частин, які входять до його складу.

Кожне угруповання ППО володіє потенційними (вогневими) можливостями і одна з основних задач полягає в тому, щоб при виконанні бойової задачі максимально їх реалізувати. Тому, при дослідженні угруповань ППО актуальним є розгляд основних факторів, що впливають на реалізацію бойового потенціалу.

Одним з основних факторів, що впливають на його реалізацію являється рівень підготовки бойових обслуг у мирний час, тому що цей фактор, особливо зараз, набув ще більшу значимість у зв'язку з обмеженням коштів та матеріально-технічних ресурсів на бойову підготовку, в тому числі на проведення зборів та занять з мобілізаційними ресурсами (зокрема з особовим складом поповнення).

Основним показником вогневих можливостей є математичне очікування числа знищених цілей, що залежить, насамперед, від кількості впливів (стрільб зенітними керованими ракетами або черг боєприпасами) по повітряному противнику, імовірності поразки цілі за один вплив (стрільбу або чергу), а також, коефіцієнт, що враховує умови обстановки (ефективність системи управління, вплив перешкод і маневру повітряної цілі на ефективність ведення вогню, стан бойової готовності ЗРК, його технічна надійність), тобто коефіцієнт, який враховує умови бойових обставин (коефіцієнт реалізації бойового потенціалу) [4, 5, 10].

У локальних війнах і конфліктах останнього десятиліття активно застосовувалася вогнева і радіоелектронна протидія засобам ППО, що приводило до вкрай низької ефективності (реалізації бойового потенціалу) бойових дій угруповань ППО. Тому, до основних факторів, що впливають на реалізацію бойового потенціалу угруповань ППО при веденні бойових дій, відносяться: ефективність функціонування системи управління в умовах радіоелектронного придушення, вплив перешкод та протидії авіації на ефективність ведення вогню, рівень живучості ЗРК (ЗГРК).

Таким чином, узагальнений показник буде функцією вогневих можливостей частин ППО та коефіцієнту реалізації бойового потенціалу, тобто:

$$P = f(M, K_p),$$

де M – математичне очікування числа знищених цілей; K_p – коефіцієнт реалізації бойового потенціалу, який залежить від рівня підготовки бойових об'єктів, умов бойових обставин.

Отже, при оцінці раціонального співвідношення складових угруповання ППО за ступенями їх бойової готовності відповідно до принципу раціональності, треба виходити з умов мінімізації витрат на оборону (утримання частин, їхню підготовку до бойових дій у мирний час) і ресурсу особового складу при обов'язковій умові наявності бойового потенціалу на момент початку бойових дій не нижче необхідного (заданого), тобто можливостей по створенню системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття, що прийнято характеризувати системою показників, таких як кількість стрільб, ефективність стрільб, щільність вогню [4].

Тому, надалі при визначенні раціонального складу угруповань ППО будемо використовувати зручні для аналізу показники бойового потенціалу у вигляді [4, 5, 9, 10]:

$$P = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k N_{ij} \cdot R_{ij} \cdot P_{nij} \cdot K_{rij},$$

де P – бойовий потенціал угруповання ППО; m – число типів ЗРК (ЗГРК) у частині; k – кількість частин у складі угруповання ППО; N_{ij} – кількість цільових каналів ЗРК (ЗГРК) i -го типу в j -й частині; R_{ij} – можлива кількість стрільб (черг стрільб) ЗРК (ЗГРК) цільового каналу (ракетного або гарматного) i -го типу в j -й частині; P_{nij} – показник ефективності стрільби, імовірність поразки цілі за стрільбу (чергу) n ракетами (боєприпасами) ЗРК (ЗГРК) i -го типу в j -й частині; K_{rij} – коефіцієнт реалізації бойового потенціалу ЗРК (ЗГРК) i -го типу в j -й частині.

Відповідно до принципу раціональності склад угруповань ППО за ступенями бойової готовності частин, що входять до його складу, повинний оптимізуватися з урахуванням мінімізації витрат засобів та ресурсів. Тому, при рішенні задачі оптимізації складу угруповань повинні використовуватися такі показники, як витрати на утримання угруповань ППО і підготовку їх до бойових дій у мирний час (Z), а також ресурс особового складу (L); тим більше, що і перший і другий у більшому ступені визначають терміни готовності частин ППО до бойових дій.

Під витратами на утримання угруповань ППО (Z) тут і далі розуміються витрати фінансів та матеріально-технічних засобів на підготовку їх до бойових дій, несення бойового чергування, утримання і обслуговування бойової техніки у мирний час.

Під ресурсом особового складу (L) розуміється чисельність військовослужбовців мирного часу усіх категорій згідно штатного призначення як у цілому угруповання ППО, так і окремо для кожної

частини. Таким чином, виходячи з вищевказаного, як узагальнений показник у методиці визначення раціональних співвідношень складових угруповань ППО за ступенями їх боєготовності пропонується використовувати бойовий потенціал угруповання.

Безумовно, загальний склад угруповання ППО являє собою суму числа частин, що входять до його складу. При необхідності можна обмежити кількість частин різного ступеня готовності, наприклад, кількість частин повного складу, призначених для відбиття раптового удару чергових сил повітряного противника, або кількість частин, що входять до складу сил швидкого реагування.

Отже, бойовий потенціал угруповання ППО складається з бойових потенціалів частин, що входять у це угруповання. У даному випадку просте арифметичне додавання бойових потенціалів частин різного ступеня готовності припустимо, тому що при їх розрахунках за основу береться математичне очікування кількості знищених цілей, що, у свою чергу, враховує багато загальних показників для усіх типів ЗРК (ЗГРК): просторові показники – зони поразки, кількісні показники – кількість стрільб (черг стрільб для гарматного каналу) за час удару повітряного противника або до витрати боєзапасу ракет (боєприпасів), імовірнісні показники – імовірність поразки цілі за стрільбу (чергу стрільб) [4, 5, 9, 10].

Таким чином, бойовий потенціал угруповання ППО являє собою лінійну функцію бойових потенціалів частин різного ступеня готовності:

$$a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \dots + a_{1j} \cdot x_j,$$

де x_1, x_2, \dots, x_j – кількість частин різного ступеня готовності; $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1j}$ – бойові потенціали частин різного ступеня готовності.

Загальний бойовий потенціал угруповання ППО на момент початку бойових дій повинний бути не менш необхідного:

$$a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \dots + a_{1j} \cdot x_j \geq b_1,$$

де b_1 – необхідний бойовий потенціал, тобто такого, який би забезпечив виконання поставленої бойової задачі щодо прикриття від ударів з повітря військ та об'єктів. Необхідний бойовий потенціал залежить від множини факторів, основними з яких є: можлива кількість ЗПН в ударі та їх можливості; мінімально необхідна кількість знищених ЗПН, при якій повітряний противник може відмовитися від подальших бойових дій; кількість і важливість військ і об'єктів, що прикриваються; бойові потенціали частин угруповання ППО.

При визначенні раціонального складу угруповань ППО будуть враховуватися обмежувальні умови, які характерні в сучасних обставинах і, імовірно, матимуть місце найближчим часом.

Очевидно, що витрати на утримання угруповань ППО будуть складатися з витрат на кожен частину, що входять до його складу. Вони не повинні перевищувати припустимих.

Аналогічно, загальна кількість особового складу угруповання ППО буде складатися з чисельності

Тут і далі прийнято, що P_n – бойовий потенціал частини постійної готовності (повного складу); P_{C1} , P_{C2} – бойові потенціали частин резерву першої і другої черги відповідно.

Якщо у складі угруповання ППО мається K_n частин повного складу, K_{C1} , K_{C2} частин резерву першої і другої черги відповідно, то бойовий потенціал угруповання ППО визначається лінійною комбінацією бойових потенціалів частин (підрозділів)

$$K_n \cdot P_n + K_{C1} \cdot P_{C1} + K_{C2} \cdot P_{C2} = P. \quad (4)$$

Бойові можливості угруповання ППО повинні бути не нижче деякого гранично допустимого або необхідного значення, яке визначається потрібною ефективністю зенітного ракетно-артилерійського прикриття в межах бойової задачі, яка виконується

$$K_n \cdot P_n + K_{C1} \cdot P_{C1} + K_{C2} \cdot P_{C2} \geq P_{\text{необх}}. \quad (5)$$

При оцінці співвідношення частин різного ступеня готовності в угрупованні ППО суттєвим фактором є ресурс особового складу $L_{\text{ос}}$ та обмеження по витратах на утримання угруповань ППО в мирний час – Z . Будемо вважати відомими чисельність особового складу частини повного складу – L_n , частин резерву різної черги – L_{C1} , L_{C2} відповідно. Сумарна чисельність особового складу угруповання ППО не повинна перевищувати його визначену дозволена чисельність (ресурс особового складу)

$$K_n \cdot L_n + K_{C1} \cdot L_{C1} + K_{C2} \cdot L_{C2} \leq L_{\text{ос, доз}}. \quad (6)$$

При відомих витратах на утримання частин повного складу Z_n , частин резерву різної черги – Z_{C1} , Z_{C2} відповідно, сумарні витрати на утримання не повинні перевищувати припустимих (дозволенних)

$$K_n \cdot Z_n + K_{C1} \cdot Z_{C1} + K_{C2} \cdot Z_{C2} \leq Z_{\text{доз}}. \quad (7)$$

Система нерівностей (5) – (7) визначає раціональне співвідношення частин різного ступеня готовності у складі угруповання ППО, при якому гарантується необхідний бойовий потенціал угруповання при обмеженнях ресурсу особового складу та витрат на утримання угруповання ППО. Тому розв'язання цієї системи нерівностей дає можливість обґрунтувати раціональний склад угруповання ППО при відомих показниках бойових потенціалів частин різного типу.

В подальшому під раціональним складом угруповання ППО розуміється такий його склад (співвідношення частин різного ступеня готовності), при якому забезпечуються: максимальний бойовий потенціал угруповання ППО при заданих (дозволенних) витратах на його утримання у мирний час та ресурсу особового складу або мінімальні витрати на утримання угруповання у мирний час та ресурс особового складу при забезпеченні рівня бойового потенціалу не нижче необхідного. При вирішенні цього завдання можуть враховуватися і інші фактори, які обумовлюють додаткові обмеження на її вирішення. Так, наприклад, може бути задана загальна кількість частин у складі угруповання ППО. В цьому випадку повинно бути введено додаткове обмеження у вигляді рівності

$$K_n + K_{C1} + K_{C2} = K. \quad (8)$$

Якщо обмежена кількість частин деякого типу, наприклад, кількість частин повного складу, при-

значеного для відбиття раптового удару чергових сил повітряного противника, то це також може бути враховано відповідним обмеженням:

$$K_n = K_{n \text{ зад}}. \quad (9)$$

Обмеження можуть торкатися частин інших типів. Склад угруповання ППО буде раціональним, якщо досягається екстремум деякого показника, наприклад, максимум бойового потенціалу, або мінімум особового складу або витрат на утримання угруповання в мирний час.

Раціональний склад угруповання ППО, який забезпечує задані характеристики, визначається розв'язанням відповідної системи нерівностей (5) – (7), рівностей (8), (9) (далі системи (5) – (9)). Тому завдання обґрунтування раціонального складу угруповання ППО при обмеженні ресурсів зводиться до розв'язування системи (5) – (9). Слід зауважити, що фізично реалізує рішення характеризується позитивними цілочисельними значеннями змінних, тобто:

$$K_n \geq 0, K_{C1} \geq 0, K_{C2} \geq 0. \quad (10)$$

Корисно також відмітити, що через лінійність нерівностей–обмежень, як показано в теорії лінійного програмування, раціональним рішенням системи (5) – (9) є граничні точки множинності раціональних рішень цієї системи. Рішення цієї системи можна здійснити двома способами: аналітичним (матричним) та графоаналітичним. Найбільш наочним є графоаналітичний спосіб розв'язування системи (5) – (9). Пояснення цього способу наведено на рис. 1.

Для графоаналітичного розв'язання завдання, тобто розв'язання системи (5) – (9) введемо прямокутну систему координат простору невідомих із координатними осями K_n , K_{C1} , K_{C2} .

Із умови фізичної реалізуєності (10) випливає, що рішення системи (5) – (9) може знаходитись тільки в першому, тобто в позитивному квадранті простору (K_n , K_{C1} , K_{C2}). Розглянемо одну з нерівностей, наприклад нерівність (5)

$$K_n \cdot P_n + K_{C1} \cdot P_{C1} + K_{C2} \cdot P_{C2} \geq P_{\text{необх}}$$

Обмежимося частковим випадком рівності

$$K_n \cdot P_n + K_{C1} \cdot P_{C1} + K_{C2} \cdot P_{C2} = P_{\text{необх}}. \quad (11)$$

Рівняння (11) задає в просторі змінних (K_n , K_{C1} , K_{C2}) площину. Назвемо її для стислості площиною необхідного бойового потенціалу та визначимо $P_{\text{необх}}$. Для побудови площини необхідного бойового потенціалу $P_{\text{необх}}$ приведемо рівняння (11) до класичного вигляду рівняння площини у відрізках на осях:

$$\frac{K_n}{P_{\text{необх}}/P_n} + \frac{K_{C1}}{P_{\text{необх}}/P_{C1}} + \frac{K_{C2}}{P_{\text{необх}}/P_{C2}} = 1. \quad (12)$$

Площина $P_{\text{необх}}$ відсікає на координатних осях (K_n , K_{C1} , K_{C2}) відрізки $P_{\text{необх}}/P_n$, $P_{\text{необх}}/P_{C1}$, $P_{\text{необх}}/P_{C2}$. Кожний з цих відрізків має конкретну фізичну суть. Відрізок $P_{\text{необх}}/P_n$, який відсікається площиною заданого бойового потенціалу на координатній осі K_n , характеризує мінімальну кількість частин повного складу в угрупованні ППО, необхідних для досягнення необхідного бойового потенціалу. Аналогічно, відрізки $P_{\text{необх}}/P_{C1}$, $P_{\text{необх}}/P_{C2}$, які відсікаються площиною необхідного бойового поте-

нціалу на осях K_{C1} , K_{C2} визначають мінімальне число частин резерву різної черги, потрібного для досягнення необхідного бойового потенціалу.

Площина $\Pi_{необх}$ розділяє простір змінних ($K_{п}$, K_{C1} , K_{C2}) на два напівпростори. У точках напівпростору під площиною $\Pi_{необх}$ нерівність (5) не виконується. В точках площини $\Pi_{необх}$ і над нею нерівність (5) виконується. Тому рішення системи (5) – (9) може лежати тільки в площині $\Pi_{необх}$ і над нею. При цьому, в силу умови фізичної реалізуємості (10), воно може лежати в позитивному квадранті.

Звернемося до нерівності (6). Розглянемо граничний випадок нерівності $K_{п} \cdot L_{п} + K_{C1} \cdot L_{C1} + K_{C2} \cdot L_{C2} = L_{ос.доз}$. (13)

Рівняння (13) задає в просторі змінних ($K_{п}$, K_{C1} , K_{C2}) площину, яку по аналогії назвемо площиною ресурсу особового складу і позначимо $L_{ос.доз}$. Для побудови площини ресурсу особового складу наведемо рівняння (13) до рівняння в відрізках на осях:

$$\frac{K_{п}}{L_{ос.доз} / L_{п}} + \frac{K_{C1}}{L_{ос.доз} / L_{C1}} + \frac{K_{C2}}{L_{ос.доз} / L_{C2}} = 1. \quad (14)$$

Площина ресурсу особового складу $L_{ос.доз}$ відсікає на координатних осях ($K_{п}$, K_{C1} , K_{C2}) відповідні відрізки ($L_{ос.доз}/L_{п}$, $L_{ос.доз}/L_{C1}$, $L_{ос.доз}/L_{C2}$). Кожний з цих відрізків визначає максимальну можливу кількість частин відповідного типу, яку може бути сформовано при заданому ресурсі особового складу $L_{ос.доз}$. Площина ресурсу особового складу розділяє простір змінних ($K_{п}$, K_{C1} , K_{C2}) на два напівпростори. В точках над площиною $L_{ос.доз}$ нерівність (6) не виконується. В точках площини $L_{ос.доз}$ і під нею нерівність (6) виконується. Тому рішення цієї нерівності може розміщатися тільки в площині і під площиною $L_{ос.доз}$, а з урахуванням умови фізичної реалізуємості, в першому позитивному квадранті.

Таким чином, в силу нерівностей (5), (6) рішення системи (5) – (9) може знаходитись в позитивному квадранті змінних ($K_{п}$, K_{C1} , K_{C2}) над площиною $\Pi_{необх}$ і під площиною $L_{ос.доз}$.

Лінія перетину площин $\Pi_{необх}$ і $L_{ос.доз}$ визначається розв'язанням системи рівнянь (11), (13)

$$\left. \begin{aligned} K_{п} \cdot \Pi_{п} + K_{C1} \cdot \Pi_{C1} + K_{C2} \cdot \Pi_{C2} &= \Pi_{необх} \\ K_{п} \cdot L_{п} + K_{C1} \cdot L_{C1} + K_{C2} \cdot L_{C2} &= L_{ос.доз} \end{aligned} \right\}$$

Врахуємо далі нерівність (7). Розглянемо граничний випадок нерівності

$$K_{п} \cdot Z_{п} + K_{C1} \cdot Z_{C1} + K_{C2} \cdot Z_{C2} = Z_{доз}. \quad (15)$$

Рівняння (15) задає в просторі ($K_{п}$, K_{C1} , K_{C2}) площину, яку по аналогії назвемо площиною обме-

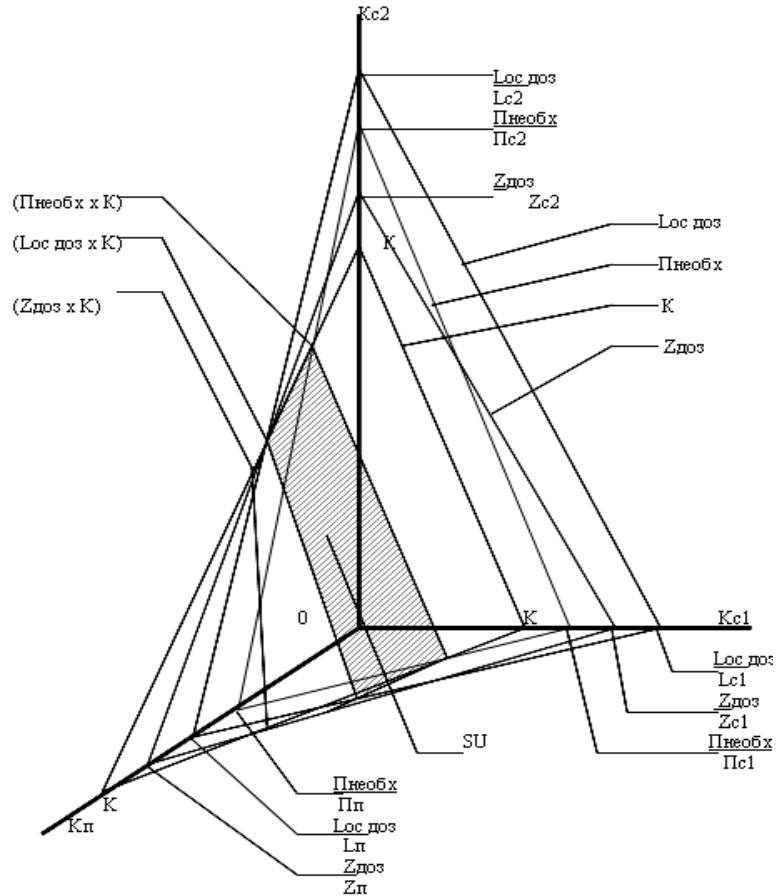


Рис. 1. До обґрунтування раціонального складу угруповань ППО. Рішення системи умов-нерівностей (рівностей) графічним методом лінійного програмування (пояснення)

ження витрат $Z_{доз}$. Рівняння цієї площини у відрізках на осях має вигляд

$$\frac{K_{п}}{Z_{доз}/Z_{п}} + \frac{K_{C1}}{Z_{доз}/Z_{C1}} + \frac{K_{C2}}{Z_{доз}/Z_{C2}} = 1. \quad (16)$$

Площина $Z_{доз}$ відсікає на координатних осях ($K_{п}$, K_{C1} , K_{C2}) відповідні відрізки ($Z_{доз}/Z_{п}$, $Z_{доз}/Z_{C1}$, $Z_{доз}/Z_{C2}$). Кожний з цих відрізків визначає максимальне можливе число частин відповідного типу у складі угруповання ППО із умов обмеження витрат на оборону. Площина обмеження $Z_{доз}$ розподіляє простір ($K_{п}$, K_{C1} , K_{C2}) на два напівпростори. В точках над площиною $Z_{доз}$ нерівність (7) не виконується. В точках площини $Z_{доз}$ і під нею ця нерівність виконується. Враховуючи це, рішення системи нерівностей (5, 7), яке фізично реалізується, знаходиться в позитивному квадранті над площиною $\Pi_{необх}$ і під площиною $L_{ос.доз}$ та $Z_{доз}$.

Лінія перетину площин $\Pi_{необх}$ та $Z_{доз}$ визначається системою рівнянь (11, 15)

$$\left. \begin{aligned} K_{п} \cdot \Pi_{п} + K_{C1} \cdot \Pi_{C1} + K_{C2} \cdot \Pi_{C2} &= \Pi_{необх} \\ K_{п} \cdot Z_{п} + K_{C1} \cdot Z_{C1} + K_{C2} \cdot Z_{C2} &= Z_{доз} \end{aligned} \right\}$$

Лінія перетину площин $L_{ос.доз}$ та $Z_{доз}$ визначається системою рівнянь (13, 15)

$$\left. \begin{aligned} K_{п} \cdot Z_{п} + K_{C1} \cdot Z_{C1} + K_{C2} \cdot Z_{C2} &= Z_{доз} \\ K_{п} \cdot L_{п} + K_{C1} \cdot L_{C1} + K_{C2} \cdot L_{C2} &= L_{ос.доз} \end{aligned} \right\}$$

По аналогії з розглянутими нерівностями легко врахувати любе додаткове обмеження при обґрунтуванні раціонального складу угруповання ППО.

Наприклад, при обмеженні загальної кількості частин у складі угруповання ППО врахуємо рівняння (8). Це рівняння задає в просторі (K_n, K_{C1}, K_{C2}) площину, яку назвемо площиною обмеження кількості частин K . Запишемо рівняння цієї площини у відрізках на осях:

$$K_n / K + K_{C1} / K + K_{C2} / K = 1.$$

Легко переконатися, що вона відсікає на осях (K_n, K_{C1}, K_{C2}) відрізки, рівні заданій кількості частин у складі угруповання ППО.

Рішення системи (5) – (8), яке фізично реалізується, знаходиться у площині K в першому квадранті між площинами необхідного бойового потенціалу $P_{необх}$, ресурсу особового складу $L_{ос, доз}$ та обмеження витрат $Z_{доз}$.

Область можливих рішень системи (5) – (8) позначимо через SU (склад угруповання). Межі області SU – лінії перетину відповідних площин і відзначаються відповідними системами рівнянь.

Множинність точок області SU може бути порожньою (коли система (5) – (8) не має розв'язання), містити одну точку (коли система (5) – (8) має єдине правильне рішення) або містити нескінченну множинність точок. Множинність цілочисельних рішень містить конкретну множинність точок.

Кожній точці області SU відповідають певні значення прийнятих показників: бойового потенціалу P , чисельності особового складу $L_{ос}$, витрат на утримання та підготовку до бойових дій угруповання ППО в мирний час Z .

У зв'язку з цим визначення раціонального складу угруповання ППО може здійснюватись по одному із загальноприйнятих критеріїв: максимуму бойового потенціалу, мінімуму витрат на утримання угруповань і підготовку їх до бойових дій в мирний час, або чисельності особового складу. Необхідно також відзначити, що раціональне рішення (визначення раціонального складу угруповання ППО) буде знаходитися на межі області можливих рішень. Надалі, при дослідженні складу угруповань ППО, можливо використовувати аналітичний метод рішення задачі за допомогою системи комп'ютерної математики (програми "Mathcad Professional"), що дозволяє із високою точністю (точністю визначення вихідних даних) вирішувати задачі лінійного програмування.

Висновки

Таким чином, в статті обґрунтовано та показано, що визначення раціонального складу угруповань ППО в мирний час при ресурсних обмеженнях в сучасних умовах доцільно проводити по узагальненому показнику – бойовому потенціалу угруповання ППО, що характеризує можливу ступінь виконання бойової задачі. Як обмеження, при цьому, обрані

допустимі витрати на утримання угруповань ППО в мирний час, а також обмеження по чисельності особового складу. При визначенні раціонального складу угруповань ППО враховується не тільки сам бойовий потенціал угруповання, але і ступінь його реалізації, який залежить від та рівня підготовки особового складу.

Тому, як часткові показники дослідження обрані: математичне очікування числа знищених цілей за час удару повітряного противника (до використання одного боєкомплекту ракет або боєприпасів), а також коефіцієнт, що враховує ступінь реалізації вогневих можливостей.

Запропонована методика дозволяє провести аналіз складу угруповань ППО за ступенями бойової готовності військ, оцінити його за результатами досліджень і, таким чином, вирішити принципове питання дослідження – обґрунтування раціонального співвідношення складових визначеного угруповання ППО мирного часу в умовах ресурсних обмежень.

Запропонована методика є гнучкою і універсальною. Вона може бути застосовна для проведення аналогічних досліджень і для інших видів ЗС. Здавши в методику вхідні дані і сформулювавши математично умови задачі, визначивши критерії оптимізації, можна обґрунтувати раціональне співвідношення складових угруповань ППО інших видів ЗС у мирний час з урахуванням ресурсних обмежень.

Список літератури

1. Біла книга 2007. Оборонна політика України // Військо. – 2008. – №2(92). – 119 с.
2. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Сов. Радио, 1972. – 550 с.
3. Жуков Г.П. Военно-экономический анализ и исследование операций. Часть I. Военно-экономический анализ / Г.П. Жуков, С.Ф. Викулов. – М.: Воен. фин.-эконом. факультет при МФИ, 1981. – 259 с.
4. Неупокоев Ф.К. Противовоздушный бой / Ф.К. Неупокоев. – М.: Воениздат, 1989. – 261 с.
5. Зимин Г.В. Справочник офицера противовоздушной обороны / Г.В. Зимин, С.К. Бурмистров. – М.: Советское радио, 1978. – 431 с.
6. Неупокоев Ф.К. Стрельба зенитными ракетами / Ф.К. Неупокоев. – М.: Воениздат, 1991. – 343 с.
7. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Сов. радио, 1972. – 550 с.
8. Городнов В.П. Методика прогноза эффективности группировок родов войск ПВО / В.П. Городнов. – Х.: ХВУ, 1999. – 32 с.
9. Єрмошин М.О. Оцінка ефективності бойових дій зенітних ракетних військ / М.О. Єрмошин, Г.А. Дробах. – Х.: ХВУ, 2004. – 259 с.
10. Торопчин А.Я. Довідник з протиповітряної оборони / А.Я. Торопчин, І.О. Романенко. – Х.: ВАТ «Харків». – 366 с.

Надійшла до редколегії 9.12.2008

Рецензент: канд. військ. наук, проф. В.М. Оленев, Науковий центр БЗ Сухопутних військ, Одеса.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ СООТНОШЕНИЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ ГРУППИРОВОК ПВО СУХОПУТНЫХ ВОЙСК МИРНОГО ВРЕМЕНИ В СООТВЕТСТВИИ С ИХ СТЕПЕНЯМИ БОЕГОТОВНОСТИ В УСЛОВИЯХ РЕСУРСНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

О.Л. Харитонов

В работе предложена методика определения рациональных соотношений составляющих группировок ПВО Сухопутных войск мирного времени в соответствии с их степенями боеготовности, в том числе в условиях ресурсных ограничений. Эта методика позволяет определять обоснованный рациональный состав любых группировок ПВО Сухопутных войск и других видов ВС Украины мирного времени, имеющих задачу по прикрытию войск (сил) в определенное время.

Методика позволяет провести анализ состава группировок ПВО Сухопутных войск мирного времени в соответствии со степенями боеготовности войск в условиях ресурсных ограничений, оценить его по результатам исследований и, таким образом, решить принципиальный вопрос исследования – обоснование рационального соотношения составляющих определенной группировки ПВО Сухопутных войск мирного времени в условиях ресурсных ограничений.

Ключевые слова: группировка, боеготовность, рациональный состав, обоснование, ресурс, ограничения на содержание и подготовку, задача.

METHOD OF DETERMINATION OF RATIONAL CORRELATIONS OF MAKING GROUPMENTS OF AIR DEFENCE OF GROUND FORCES OF PEACE-TIME IN ACCORDANCE WITH THEIR DEGREES OF ALERTNESS IN THE CONDITIONS OF RESOURCE LIMITATIONS

O.I. Haritonov

The method of determination of rational correlations of making groupments of air defence of Ground forces of peace-time is in-process offered in accordance with their degrees of alertness, including in the conditions of resource limitations. This method allows to determine the grounded rational composition of any groupments of air defence of Ground forces and other types of Military Powers of Ukraine of peace-time, having a task on the protection of troops (forces) in set time.

A method allows to conduct the analysis of composition of groupments of air defence of Ground forces of peace-time in accordance with the degrees of alertness of troops in the conditions of resource limitations, to estimate it on results researches and, thus, decide the of principle question of research is a ground of rational correlation of constituents of certain groupment of air defence of Ground forces of peace-time in the conditions of resource limitations.

Keywords: groupment, alert, rational composition, ground, resource, limit on maintenance and preparation, task.