

# Військово-технічні проблеми

УДК 623.4.011

О.Ф. Галицький

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗРАХУНКУ ЦИКЛУ СТРІЛЬБИ ЗРК МАЛОЇ ДАЛЬНОСТІ

У статті проводиться аналіз особливостей стрільби ЗРК малої дальності (МД). Акцентується увага на етапі безпосередньої підготовки стрільби. Порівнюються існуюча і модифікована структури рішення задач безпосередньої підготовки стрільби. Розглядаються особливості розрахунку циклу стрільби ЗРК МД у сучасних умовах і методика її розрахунку.

**Ключові слова:** ЗРК МД, цикл стрільби, безпосередня підготовка стрільби, зони поразки ЗРК, модифікована структура рішення задач безпосередньої підготовки стрільби.

### Вступ

**Постановка проблеми і аналіз літератури.** Основу парку озброєння ЗРВ України складають зенітні ракетні комплекси, що були прийняті на озброєння у 80-х роках минулого століття. Слід зазначити, що така ситуація характерна для практично усіх розвинутих країн, хоча напрямку модернізації і переоснащення на більш сучасні ЗРК зараз приділяється велика увага. Але крім розвитку техніки досить значні зміни відбуваються у тактиці бойового застосування ЗРК.

У роботі [1] було поставлено питання відповідності основних нормативних документів [2, 3] і навчальних посібників [4], які регламентують бойове застосування ЗРК МД, сучасним умовам ведення бойових дій. В окремих випадках виконання всіх положень [2, 3] може привести до ускладнення обстрілу повітряних цілей і збільшенню робітного часу ЗРК. Бойове застосування ЗРК і його теорія недостатньо корелюються, що взагалі є тривожним симптомом.

Проблемні питання теорії бойового застосування ЗРК МД, у роботі [1], умовно розділені на три групи.

1. Неоднозначне тлумачення тактико-технічних характеристик ЗРК у нормативних документах, які регламентують бойове застосування ЗРК.

2. Наявність неточностей у методиках розрахунку ряду основних характеристик бойових можливостей ЗРК.

3. Відсутність науково-обґрунтованого підходу до питань ведення бойової роботи ЗРК у сучасних умовах.

**Мета статті.** Спираючись на результати, отримані у роботі [1] розглянути особливості розрахунку циклу стрільби ЗРК МД у сучасних умовах.

### Основна частина

У роботі [2] циклом стрільби  $\tau_{\text{цн}}$  називається час, затрачений цільовим каналом (СВУ) на обстріл однієї повітряної цілі  $\tau_{\text{стрн}}$  і перенос вогню на наступну ціль  $\tau_{\text{пер}}$ :

$$\tau_{\text{цн}} = \tau_{\text{стрн}} + \tau_{\text{пер}}. \quad (1)$$

Час обстрілу містить тривалість усіх операцій від моменту натискання кнопки «ПУСК» для пуску першої ракети до закінчення оцінювання результату пуску останньої ракети. При стрільбі однією ракетою, або чергою з  $n$  ракет час обстрілу визначається з виразу:

$$\tau_{\text{стрн}} = \tau_{\text{ст}} + \tau_{\text{рл}} + \tau_{\text{нр}}(n-1) + \tau_{\text{спост}}, \quad (2)$$

де  $\tau_{\text{ст}}$  – час проходження старту першої ракети;

$\tau_{\text{рл}}$  – час польоту першої ракети до точки зустрічі з ціллю;

$\tau_{\text{нр}}$  – інтервал часу між пусками ракет у черзі;

$\tau_{\text{спост}}$  – час на оцінювання результату обстрілу повітряної цілі, відрахований від моменту підриву останньої ракети в черзі.

Час  $\tau_{\text{рл}}$  може бути визначений з рис. 1. Час переносу вогню  $\tau_{\text{пер}}$  на наступну ціль відраховується від моменту натискання кнопки «СБРОС» до натискання кнопки «ПУСК» для обстрілу нової повітряної цілі і визначається за формулою:

$$\tau_{\text{пер}} = \tau_{\text{скід}} + \tau_{\text{безп.підг}}, \quad (3)$$

де  $\tau_{\text{скід}}$  – час повернення систем, що стежать у вихідне положення;

$\tau_{\text{безп.підг}}$  – час безпосередньої підготовки стрільби (БПС) по наступній повітряній цілі.

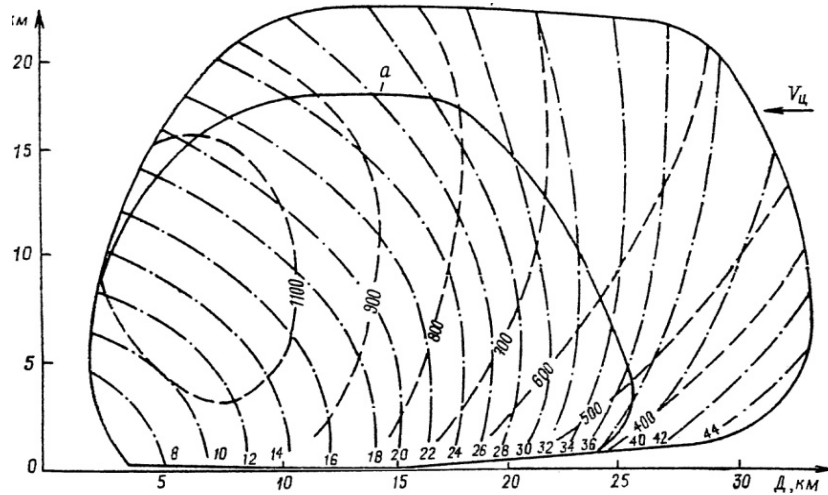


Рис. 1. Вертикальний перетин зони поразки ЗРК МД

В існуючих методиках розрахунку циклу стрільби [3] час  $\tau_{\text{скід}}$  беруть рівним 0,1с. Але слід зауважити, що при самостійному пошуку цілей СВУ у відповідальному секторі час  $\tau_{\text{скід}}$  буде значно вище. Це викликано тим, що після закінчення стрільби по цілі пускова установка (ПУ) залишається орієнтованою у напрямку точки зустрічі ракети з ціллю. Розворот ПУ в напрямку центра сектора відповідальності здійснюється обслугою у ручному режимі, що викликає додаткові витрати часу. Слід відмітити, що в існуючих нормативних документах [2, 3] не визначено методики розрахунку  $\tau_{\text{безп.підг.}}$ . Спробу визначити порядок розрахунку  $\tau_{\text{безп.підг.}}$  зроблено у учебному посібнику [4]. Час безпосередньої підготовки стрільби було визначено таким чином:

– при отриманні цілеуказування з КП дивізіону

$$\tau_{\text{безп.підг.}} = \tau_{\text{овз}} + \tau_{\text{п}} + \tau_{\text{ргс}} + \tau_{\text{цос}} ; \quad (4)$$

– при веденні самостійних бойових дій

$$\tau_{\text{безп.підг.}} = \tau_{\text{п}} + \tau_{\text{ргс}} + \tau_{\text{цос}} , \quad (5)$$

де  $\tau_{\text{овз}}$  – час отримання вогневої задачі і відпрацювання СВУ цілеуказування (ЦВ) з КП дивізіону;

$\tau_{\text{п}}$  – час пошуку, виявлення, розпізнавання і захоплення цілі на супроводження, розпізнавання в різних умовах обстановки;

$\tau_{\text{ргс}}$  – час вибору і призначення режиму захоплення цілі при стрільбі з ПЗУ;

$\tau_{\text{цос}}$  – час рішення задач цифровою обчислювальною системою.

Загальний час пошуку і захоплення повітряної цілі на супроводження СВУ  $\tau_{\text{п}}$  може бути визначений з виразу [3]

$$\tau_{\text{п}} = \tau_{\text{цв}} + \tau_{\text{в}} + \tau_{\text{доп}} + \tau_{\text{зах}} , \quad (6)$$

де  $\tau_{\text{цв}}$  – час включення апаратури прийому цілеуказування і розвороту антени у напрям на повітряну ціль;

$\tau_{\text{в}}$  – час виявлення повітряної цілі після відпрацювання приводами, що стежать, координат цілеуказування;

$\tau_{\text{доп}}$  – час додаткового пошуку;

$\tau_{\text{зах}}$  – час захоплення цілі на автосупроводження.

До розрахунку  $\tau_{\text{безп.підг.}}$  згідно (4) – (6) є ряд зауважень, які пов'язані у першу чергу з тим, що структура рішення задач БПС, викладена у роботах [2 – 4], не відповідає сучасним вимогам. Безпосередня підготовка стрільби ЗРК МД починається з моменту одержання вогневої задачі з командного пункту зенітного ракетного дивізіону (із ПБУ) або ухвалення рішення командиром зенітної ракетної батареї (командиром СВУ) на обстріл повітряної цілі і закінчується натисканням кнопки ПУСК. Безпосередня підготовка стрільби включає [2]:

1) отримання вогневої задачі або вибір повітряної цілі при самостійному ухваленні рішення на її обстріл;

2) пошук, виявлення і розпізнавання повітряної цілі;

3) визначення характеру радіозавад і їхньої інтенсивності;

4) вмикання апаратури захисту від радіозавад і відлаштування від них;

5) захоплення повітряної цілі на супроводження і уточнення її належності;

6) визначення типу супроводжуваної повітряної цілі;

7) вибір пускового пристрою для стрільби;

8) переведення обраних пускових пристроїв і ракет у режим «Ціль»;

9) вибір методу наведення ракет;

10) визначення вихідних даних для стрільби;

11) призначення витрати ракет, виду вогню й інтервалів між пусками ракет;

12) визначення моменту пуску ракет; 13). визначення можливості повторного обстрілу повітряної цілі.

Задачі, які вирішуються під час БПС можливо згрупувати у п'ять функціональних блоків: I. Пошук цілі і отримання первинної радіолокаційної інформації. II. Аналіз завадової обстановки і оптимізація структури і режимів роботи РЛС СВУ. III. Захоплення цілі на супроводження і одержання вторинної радіолокаційної інформації. IV. Підготовка пускових пристроїв і ЗКР до пуску. V. Визначення вихідних даних і вирішення задачі підготовки стрільби. Структура вирішення задач БПС приведена на рис. 2.

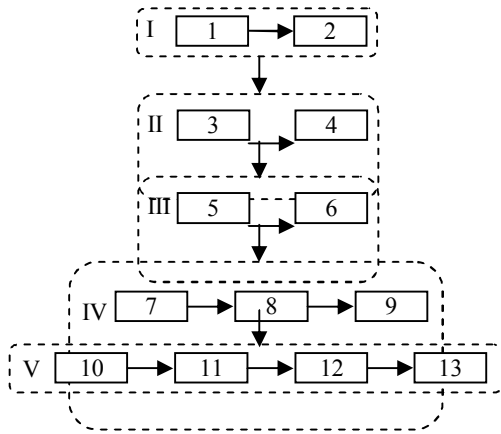


Рис. 2. Структура вирішення задач БПС

Існуючі підходи до визначення задач БПС і послідовності їх вирішення призводять до погіршення якості вирішення завдань підготовки стрільби і збільшення часу який буде затрачено на БПС у сучасних умовах. По-перше, згідно з існуючим алгоритмом, підготовка пускових пристроїв і ЗКР до пуску (блок IV) здійснюється після захоплення цілі на супроводження, що приводить до збільшення  $\tau_{\text{безп.підг.}}$  на час переведення ракет у режим "Ціль" (14 с). Далі, п. 9 невирішений по суті. В ЗРК МД не здійснюється вибір методу наведення. В системі наведення ЗКР завжди використовується модифікований пропорційний метод наведення. Змінюються тільки його параметри і режими роботи апаратури ЗРК. Тому більш вірно говорити про наявність трьох способів стрільби:

- з захопленням цілі РГС у повітрі (основний);
- з захопленням цілі РГС до старту;
- з використанням методу "Спецтраекторія".

Крім того, необхідно скорегувати послідовність вирішення деяких задач БПС.

На рис. 3 приведено модифіковану структуру вирішення задач БПС.

Для наочності модифіковані задачі наведені під новими номерами: 14). переведення ЗКР на пускових пристроях СВУ і ПЗУ у режим «Ціль» і розворот ПУ у напрямку цілі; 15). визначення характеру радіозавад і їхньої інтенсивності для радіолокаційних засобів СВУ; 16). розворот пускових пристроїв СВУ і ПЗУ у положення для стрільби; 17). визначення характеру радіозавад і їхньої інтенсивності для РГС ЗКР; 18). визна-

чення вихідних даних для стрільби і оцінка можливості повторного обстрілу повітряної цілі; 19). призначення способу стрільби, витрат ракет, виду вогню й інтервалів між пусками ракет.

У посібнику [3] приводяться часи циклу стрільби при централізованому управлінні (65 с) і при самостійному пошуку цілей СВУ у відповідальному секторі (60 с). Приводячи такі дані, автори змушують нас прийти до висновку про те, що централізоване управління погіршує бойові можливості ЗРК. Хоча досвід навчань і бойових стрільб ЗРК "БУК-М1" однозначно свідчить про переваги централізованого управління від ПБУ.

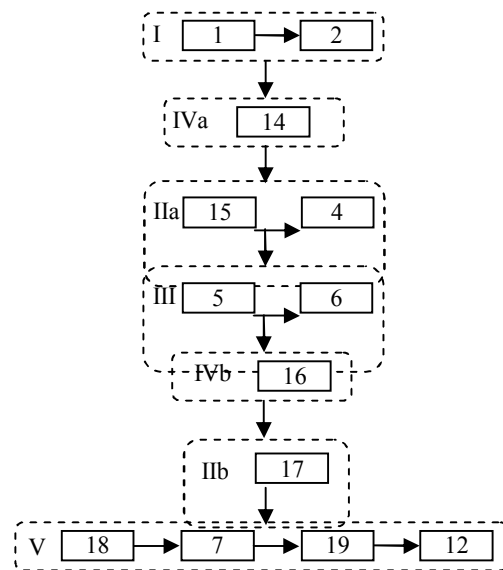


Рис. 3. Модифікована структура рішення задач БПС

Аналізуючи модифіковану структуру вирішення задач БПС слід відзначити, що у СВУ має місце двох-етапна процедура пошуку-захоплення цілі. Спочатку пошук ведеться у великому секторі  $120^\circ \times 6^\circ$ , а потім в "зоні 10" –  $10^\circ \times 6^\circ$  здійснюється захоплення цілі. При прийманні ЦУ від ПБУ пошук одразу ведеться в "зоні 10", що дає значну економію часу. При автономній роботі СВУ у відповідальному секторі мінімальний час пошуку цілі визначається часом одного перегляду великої зони  $120^\circ \times 6^\circ$ , крім цього ще необхідно витратити аналогічний час на впізнання цілі. Інакше, як "прикрим", не можна назвати нестиковку між переліком заходів БПС [2] і алгоритмом бойової роботи розрахунку СВУ, що описаний в додатку [2]. В перелік задач БПС "забули" вставити пункт про необхідність розвороту ПУ в напрямку виявленої цілі. При веденні СБД розворот ПУ виконується обслугою у ручному режимі (що вимагає досить великого часу, який не враховується при розрахунках). При ЦВ розворот ПУ здійснюється автоматично.

Далі, переведення ЗКР у режим «Ціль» здійснюється під час виконання операцій по захопленню

цілі на супроводження, до вибору пускового пристрою для стрільби. Тому включення режиму "Ціль" здійснюється як для ракет на СВУ так і на ПЗУ одночасно після виявлення цілі. Включення тумблеру "Ціль" на СВУ призводить також до формування команди "Виявлення цілі", що надходить на ПБУ.

Операції по аналізу завадової обстановки для РЛС СВУ і ЗКР, виходячи з побудови апаратури ЗРК необхідно проводити також у дві фази, розділені за часом. Аналіз наявності завад РГС ЗКР здійснюється у першу чергу на ПЗУ після захоплення цілі на супроводження СВУ. А ось вплив завад на РГС і оцінка можливості стрільби у таких завадах здійснюється на СВУ (рис. 3. п. 17). Зміни, внесені до блоку V (рис. 3) стосуються уточнення поняття "спосіб стрільби" та тим фактом, що визначення можливості повторного обстрілу повітряної цілі потрібно робити до визначення витрат ракет.

Проведений аналіз послідовності вирішення задач БПС дозволяє стверджувати, що різниця між централізованим керуванням і СБД не полягає тільки у часі отримання вогневого завдання  $\tau_{овз}$  (вирази (4) – (5), як визначено у навчальному посібнику [4]. Далі, при БПС відсутня задача вибору і призначення режиму захоплення цілі при стрільбі з ПЗУ. Крім, того всі задачі блоку IV (підготовка пускових пристроїв і ЗКР до пуску) здійснюються паралельно з вирішенням інших задач, тому не впливають на загальний час БПС.

Згідно з проведеним аналізом і існуючими нормативами час безпосередньої підготовки стрільби може бути визначено наступним чином:

– при одержанні цілеуказування з КП дивізіону

$$\tau_{безп.підг.} = \tau_{цв} + \tau_{10} + \tau_3 + \tau_{втц} + \tau_{вдс}, \quad (7)$$

– при веденні самостійних бойових дій

$$\tau_{безп.підг.} = \tau_{120} + \tau_{пу} + \tau_3 + \tau_{втц} + \tau_{вдс}, \quad (8)$$

де  $\tau_{120}$  – час пошуку і впізнання цілі в секторі  $120^\circ \times 6^\circ$ ;

$\tau_{10}$  – час пошуку і впізнання цілі в секторі  $10^\circ \times 6^\circ$ ;

$\tau_{пу}$  – час розвороту ПУ в напрямку цілі;

$\tau_3$  – час захоплення цілі;

$\tau_{втц}$  – визначення типу цілі;

$\tau_{вдс}$  – час визначення вихідних даних і рішення задачі підготовки стрільби.

## Висновки

У статті розглянуто особливості ведення стрільби ЗРК МД. Сумісне використання виразів (1) – (3), (7) – (8) і використання модифікованої структури рішення задач безпосередньої підготовки стрільби складають методіку розрахунку циклу стрільби ЗРК малої дальності у сучасних умовах бойового використання.

## Список літератури

1. Галицький О.Ф. Проблемні питання вивчення бойового використання зенітних ракетних комплексів / А.Б. Скорик, О.Д. Флоров, А.С. Кирилюк // Навч.-виховн. процес: Методика, досвід, проблеми: наук.-метод. зб. – Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2009. – № 2 (112). – С. 14-19.

2. Правила стрільби на зенітних ракетних комплексах військової ПВО. Ч. 6. ЗРК «БУК-М1». – М.: Воениздат, 1986. – 280 с.

3. Пособие по изучению правил стрельбы на зенитных ракетных комплексах войск ПВО сухопутных войск. Часть 6. ЗРК «БУК-М1» («БУК»). – М.: Воениздат, 1988. – 120 с.

4. Мартинчук О.О. Бойове використання ЗРК БУК-М1: навч. посіб. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил, 2007. – 100 с.

Надійшла до редколегії 9.10.2012

**Рецензент:** канд. техн. наук, проф. М.А. Шершнев. Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСЧЕТА ЦИКЛА СТРЕЛЬБЫ ЗРК МАЛОЙ ДАЛЬНОСТИ

О.Ф. Галицкий

*В статье проводится анализ особенностей стрельбы ЗРК МД. Акцентируется внимание на этапе непосредственной подготовки стрельбы. Сравняются существующая и модифицированная структуры решения задач непосредственной подготовки стрельбы. Рассматриваются особенности расчета цикла стрельбы ЗРК МД в современных условиях и методика ее расчета.*

**Ключевые слова:** ЗРК МД, цикл стрельбы, непосредственная подготовка стрельбы, зона поражения ЗРК, модифицированная структура решения задач непосредственной подготовки стрельбы.

## ANALYSIS OF PECULIARITIES OF CALCULATION FIRING CYCLE OF SHORT-RANGE AIR DEFENSE SYSTEM

O.F. Galitsky

*The article analyzes the characteristics of fire ADS SR. Attention is focused on the immediate phase of the preparation of fire. Compares the existing and modified structure solving the immediate firing of the preparation. The features of the calculation of firing cycle ADS SR in modern conditions and method of calculation.*

**Keywords:** ADS SR, firing cycle, the immediate preparation of fire, the affected area air defense system, modified structure solving the immediate preparation of fire.