

Загальні питання

УДК 623.591

В.В. Мегельбей

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ ВИМОГАМ БЕЗПЕКИ ВИБРАНИХ СТАРТОВИХ ПОЗИЦІЙ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ ВІЙСЬК ППО СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК НА ПОЛІГОНІ

У статті запропонована методика оцінки відповідності вимогам безпеки вибраних стартових позицій зенітних ракетних комплексів на полігоні по заданому критерію. Методика дає змогу оцінити вибір стартової позиції на відповідність висунутому критерію з урахуванням вимог керівних документів при потрапленні до зон небезпеки зенітних ракетних комплексів населених пунктів, військових, господарчих та інших об'єктів. В якості критерію для оцінки відповідності вимогам безпеки вибраних стартових позицій використовується критерій прийнятності ризику.

Ключові слова: зенітний ракетний комплекс, зони небезпеки, критерій прийнятності ризику.

Вступ

Постановка проблеми. З анексією Кримського півострова Російською Федерацією та втратою полігону на мисі Чауда, придатного для проведення заходів бойової підготовки частинами (підрозділами) протиповітряної оборони (ППО) Сухопутних військ (СВ) з бойовою стрільбою, гостро постало питання про створення нового полігону для проведення заходів бойової підготовки з бойовими стрільбами. Одним з основних питань при створенні такого полігону є безпека проведення стрільб. В даний час для проведення розрахунків зон небезпеки офіційним документом є Стандартна методика оцінки безпеки проведення військових навчань із застосуванням зброї (далі – Стандартна методика) [1] з доповненнями, що стосуються розрахунків зон небезпеки при застосуванні окремих зразків озброєння зенітних ракетних військ. Проте, щодо розрахунків зон небезпеки, для зенітних ракетних комплексів (ЗРК) військ ППО СВ доповнень до Стандартної методики не існує. Разом з тим, на даний час є актуальним питання пошуку ділянок місцевості для створення перспективного полігону, який би відповідав вимогам Стандартної методики та був придатний для проведення пусків ЗРК військ ППО СВ.

Аналіз останніх публікацій. Основним призначенням Стандартної методики є визначення просторових параметрів зон безпеки, в межах яких забезпечується безпека перебування людей, бойової та іншої техніки, запобігається збиток господарчим та іншим об'єктам при проведенні навчань з бойовими пусками ракет. Розміри полігонів, на яких проводяться навчання, мають розраховуватися з урахуванням визначених за Стандартною методикою просторових параметрів зон небезпеки [1].

Зона небезпеки при проведенні навчань з бойовими пусками ракет – територія, в межах якої перебування людей загрожує їх життю, а бойовій та іншій техніці, господарчим та іншим об'єктам може бути завдано збиток [1]. Як свідчить досвід проведення розрахунків зон небезпеки для ЗРК "Бук М1", С-300П, для більш точного розрахунку меж зони небезпеки потрібно мати математичну модель наведення зенітних керованих ракет (ЗКР) на ціль, а для розрахунків відповідних ймовірностей необхідно знати характеристики надійності станції наведення ракет та бортового обладнання [2, 3]. На теперішній час такі моделі для ЗРК військ ППО СВ не відомі. Проте завдання вибору місць для стартових позицій засобів ППО СВ необхідно вирішувати.

Мета статті. Стаття присвячена розробці методики оцінки відповідності вимогам безпеки вибраних стартових позицій на перспективному полігоні.

Виклад основного матеріалу

Відповідно до Стандартної методики, для визначення просторових параметрів зон небезпеки під час проведення навчань з бойовими пусками ракет попередньо розраховуються розміри зон небезпеки за такими просторовими показниками як дальність та параметр. Розсіювання точок падіння ракет в горизонтальній площині описується еліпсом, межі якого і визначають загальний вигляд зони небезпеки у наземному просторі при пусках ракет конкретного типу. Імовірність падіння ракет у визначений еліпс складає 0,99 [1]. При цьому, стартові позиції ЗРК повинні вибиратися таким чином, щоб в межах зони небезпеки не перебували люди, бойова та інша техніка, господарчі та інші об'єкти. Зважаючи на досить щільну заселеність території України та на значні

розміри зон ураження ЗРК, таку вимогу не завжди вдається виконати. В сучасних умовах розвитку Збройних Сил України необхідний пошук оптимального співвідношення витрат на безпеку проведення заходів з бойової підготовки військ (сил) і можливого збитку від недостатньої захищеності військовослужбовців, цивільних та матеріальних об'єктів від можливого негативного впливу вибуху (падіння) ЗРК. Знайти його можна, якщо задатися певним значенням реально досяжного рівня безпеки (прийнятного ризику) того чи іншого виду діяльності. Приймаючи певний критерій прийнятності ризику, можливо провести оцінку відповідності вимогам безпеки вибраних стартових позицій.

Згідно з порядком розрахунку просторових параметрів зон небезпеки визначеним у Стандартній методиці, розміри зон небезпеки під час пусків ракет можна розрахувати виходячи з основних характеристик зони ураження комплексу (системи) під час стрільби визначеним типом ракети. Максимальне значення $D_{пад}^D$ точок падіння ЗРК в напрямку стрільби становить $3d_{max}$, відхилення в зворотному напрямі та в бокових напрямках від точки стояння ЗРК дорівнює d_{max} – максимальній дальності зони ураження комплексу (системи). Загальний вигляд зони небезпеки у напрямку стрільби на прикладі ЗРК малої дальності представлений на рис. 1 (вісь OY спрямована в напрямку стрільби).

Як правило, під час проведення навчань засобом ППО призначаються дозволені сектори стрільби. Дозволений сектор стрільби вибирається таким чином, щоб жодний населений пункт або інші важливі об'єкти не потрапляли до нього. Для отримання зони небезпеки з урахуванням можливого сектора стрільби ЗРК необхідно побудувати інтегральну зону небезпеки, яка отримується шляхом повороту великої осі еліпсу навколо точки стояння ЗРК у межах визначеного сектору. На рис. 2 представлені інтегральні зони небезпеки ЗРК в дозволеному секторі стрільби 30 та 90° відповідно.

Отримані інтегральні зони небезпеки для відповідних секторів стрільби ЗРК накладаються на карту (електронну або звичайну) з додержанням необхідного масштабу. За допомогою карти визначаються населені пункти, військові, господарчі та інші об'єкти, які попадають до зони не-

безпеки. Імовірність падіння РНП аварійної ракети на населені пункти в зоні небезпеки ЗРК оцінюється наступним чином:

$$P_{НП} = p_{1x1} \cdot S_{\Sigma НП}, \quad (1)$$

де p_{1x1} – щільність ймовірності падіння аварійних ракет на населені пункти; $S_{\Sigma НП}$ – загальна площа населених пунктів в межах зони небезпеки.

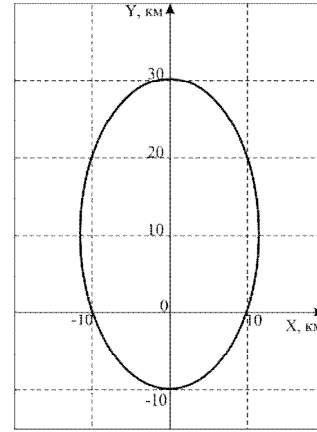


Рис. 1. Загальний вигляд зони небезпеки у напрямку стрільби ЗРК

Умовна щільність ймовірності $p_{1x1/НШ}$ при виникненні нештатної ситуації (НШ) може бути оцінена як:

$$p_{1x1/НШ} = P_e / S_{0,99}, \quad (2)$$

де P_e – ймовірність падіння ракет у визначений еліпс розсіювання точок падіння ракет в горизонтальній площині; $S_{0,99}$ – площа еліпсу розсіювання точок падіння ракет в горизонтальній площині.

В свою чергу, безумовна ймовірність визначається за формулою:

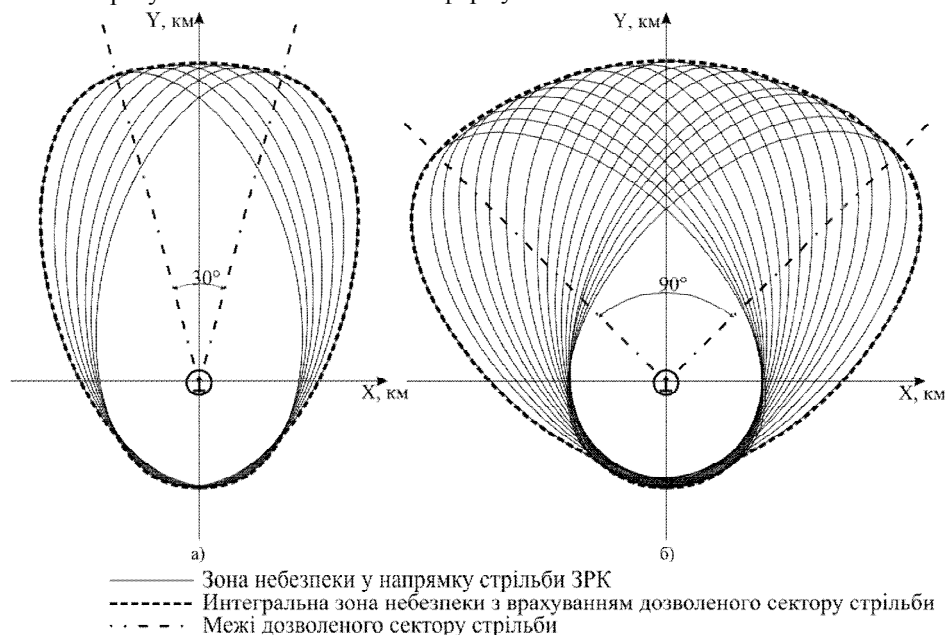


Рис. 2. Інтегральні зони небезпеки ЗРК в дозволеному секторі стрільби 30 та 90°

$$P_{1x1} = P_{1x1}/\text{НШ} \cdot P_{\text{НШ}}, \quad (3)$$

де $P_{\text{НШ}}$ – ймовірність виникнення НШ.

Ймовірність виникнення нештатної ситуації може бути знайдений із виразу:

$$P_{\text{НШ}} = 1 - K_{\text{БГ}}, \quad (4)$$

де $K_{\text{БГ}}$ – коефіцієнт бойової готовності.

Таким чином, з урахуванням виразів (1)–(4) визначення ймовірності падіння $P_{\text{НП}}$ аварійної ракети на населені пункти в зоні небезпеки ЗРК визначається за виразом:

$$P_{\text{НП}} = \frac{P_e}{S_{0,99}} \cdot (1 - K_{\text{БГ}}) \cdot S_{\Sigma\text{НП}}. \quad (5)$$

В виразі (5) складова $\frac{P_e}{S_{0,99}} \cdot (1 - K_{\text{БГ}})$ задає щільність ймовірності падіння аварійних ракет в зоні небезпеки P_{1x1} .

Площа еліпсу розсіювання точок падіння ракет в горизонтальній площині обраховується за відомою формулою [4] $S_{0,99} = \pi ab$ де a та b велика та мала напіввісі еліпсу. Велика піввісь a еліпсу (рис. 1) становить $a = 2d_{\text{д max}}$. Мала піввісь b еліпса визначається при умові $D_{\text{пад}}^{\text{д}} = 3d_{\text{д max}}$ за формулою $b = a / \sqrt{3}$.

Обчислені за виразом (5) ймовірності падіння аварійної ракети на населені пункти, військові, господарчі та інші об'єкти в зоні небезпеки ЗРК перевіряються на відповідність вибраному критерію прийнятного ризику.

Серед підходів, запропонованих для обґрунтування критерійних значень прийнятного ризику слід зазначити метод економічного аналізу безпеки, за-

снований на обліку витрат на забезпечення безпеки і втрат від можливих аварій.

Висновки

Запропонована методика оцінки відповідності вимогам безпеки вибраних стартових позицій ЗРК на полігоні при заданому критерію прийнятного ризику, дещо в спрощеному вигляді, дає можливість оцінити можливість проведення бойових пусків ЗРК з конкретних стартових позицій з огляду на дотримання заходів безпеки.

В подальшому, для більш точного визначення параметрів зон небезпеки для ЗРК військ ППО СВ необхідно створювати імітаційні моделі зенітних керованих ракет, визначити перелік можливих нештатних ситуацій і ймовірностей їх виникнення та проводити моделювання польоту ракет з врахуванням нештатних ситуацій.

Список літератури

1. Стандартна методика оцінки безпеки проведення військових навчань із застосуванням зброї, кн. 1.– К.: ГШ ЗСУ, 2003.– 62 с.
2. Ведмідь О.І. Практичний критерій для розрахунків меж зони небезпеки при стрільбі керованою зброєю на полігонах / О.І. Ведмідь // Системи озброєння і військова техніка. – 2012. – № 2. – С. 26-29.
3. Типові нештатні ситуації та оцінка ризиків їх виникнення при стрільбах ЗРК С-300П / М. В. Бархударян, В.В. Бурцев, О.І. Ведмідь, С.В. Кліменков // Системи озброєння і військова техніка. – 2009. – № 3. – С. 7-10.
4. Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. — М.: Наука., 1986. – 544 с.

Надійшла до редакції 5.10.2015

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

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫБРАННЫХ СТАРТОВЫХ ПОЗИЦИЙ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ВОЙСК ПВО СУХОПУТНЫХ ВОЙСК НА ПОЛИГОНЕ

В.В. Мегельбей

В статье предложена методика оценивания соответствия требованиям безопасности выбранных стартовых позиций зенитных ракетных комплексов на полигоне при заданном критерии. В случае попадания в зоны опасности зенитных ракетных комплексов населенных пунктов, военных, хозяйственных или других объектов методика дает возможность оценить выбор стартовой позиции на соответствие выдвинутому критерию с учетом требований руководящих документов. В качестве критерия для оценки соответствия требованиям безопасности выбранных стартовых позиций используется критерий допустимого риска.

Ключевые слова: зенитный ракетный комплекс, зоны опасности, допустимый риск.

ESTIMATION OF CORRESPONDENCE TO THE SAFETY REQUIREMENTS METHODOLOGY FOR THE CHOSEN START POSITIONS OF ANTI-AIRCRAFT MISSILE COMPLEX OF AIR DEFENSE OF LAND FORCES ON A FIRING GROUND

V.V. Megelbey

The estimation of correspondence to the safety requirements methodology for the chosen start positions of anti-aircraft missile complex on firing ground at the set criterion is proposed in the article. In case of hit in the danger zones of anti-aircraft missile complex settlements, soldiery, economic or other objects the methodology gives an opportunity to estimate the choice of starting position on accordance to the pulled out criterion taking into account the requirements of leading documents. As a criterion for the estimation of accordance the criterion of possible risk is used the requirements of safety of the chosen starting positions.

Keywords: anti-aircraft missile complex, danger zones, allowed risk.