

УДК 355.58

*В'ячеслав Петрович Городнов,
Спартак Юрійович Гогоняц*

УДОСКОНАЛЕНА АНАЛІТИКО-СТОХАСТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОТИПОВІТРЯНОГО БОЮ

Постановка проблеми. Війни кінця ХХ сторіччя принципово відрізнялись від попередніх. Поняття класичної війни, в якій головну роль відігравали сухопутні війська, відійшло в минуле. Змінився характер збройної боротьби, до простору воєнних дій був приєднаний космос. На зміну традиційним засобам боротьби прийшли нові — високоточна зброя і засоби її доставки. Відбулись значні зміни в формах і способах воєнних (бойових) дій. З'явилися нові поняття, такі як повітряна наступальна операція, повітряно-наземна наступальна операція, в яких головну роль стали відігравати засоби повітряного нападу (ЗПН) [1, 2]. Основний тягар в боротьбі із ЗПН покладається на зенітні ракетні війська (ЗРВ), як основний носій бойового потенціалу сил і засобів протиповітряної оборони (ППО).

Приклад війн в зоні Перської затоки (1991 р.) і Югославії (1999 р.) розкрив характерні ознаки та особливості протиборства ЗПН та ЗРВ: якісну перевагу ЗПН багатонаціональних сил над вогневими засобами ППО Іраку і Югославії; появу нових способів і тактичних прийомів в протиборстві цих засобів; зростання впливу результатів боротьби за перевагу в повітрі на результати збройної боротьби в цілому [1, 2, 3]. В порівнянні із наземними засобами ППО повітряний противник володіє більш високою мобільністю, відносно вільний у виборі часу, напрямків і способів дій. Все це стало передумовою прагнення повітряного противника щодо досягнення раптовості дій, а з боку ЗРВ, як основного вогневого елемента сил і засобів ППО, обумовило необхідність підтримання підрозділів, частин і з'єднань у високому ступеню готовності до відбиття раптових ударів ЗПН в будь-яких умовах обстановки.

Цей факт привів до формування більш жорстких вимог до ефективності та стійкості зенітного ракетного прикриття (ЗРП)

військ і об'єктів в сучасних операціях, виявив необхідність обґрунтованого підходу до його підготовки і відтворення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Відомо, зенітне ракетне прикриття військ і об'єктів в операціях — це сукупність узгоджених і взаємопов'язаних за метою, завданням, простором і часом бойових дій ЗРВ у взаємодії з силами і засобами ППО видів збройних сил за єдиним замислом і планом у повітряному та космічному просторі, в межах відповідальності угруповання військ (сил) із зосередженням зусиль на визначених напрямках під єдиним керівництвом [4, 5, 6].

Отже бойові дії є основною формою оперативного-тактичного (бойового) застосування військових частин (підрозділів) ЗРВ в операціях угруповань військ (сил), між операціями або самостійно для відбиття повітряних ударів противника і прикриття важливих об'єктів, угруповань військ (сил), а також завдання ураження об'єктам та угрупованням військ (сил) противника. У бойових діях угруповання ЗРВ виконують поставлені завдання веденням протиповітряного бою, в межах виділених боекомплектів зенітних керованих ракет [4, 5]. Протиповітряний бій (ППБ) — є основною формою ведення бойових дій підрозділами, частинами, з'єднаннями ЗРВ і являє собою узгоджене за метою, завданнями, місцем, часом ведення вогню та маневру зенітних ракетних військових частин і підрозділів з метою знищення ЗПН противника, прикриття від його ударів визначених об'єктів та угруповань військ (сил) [4, 5]. Таким чином невід'ємними частинами ППБ, як будь-якого бою є вогонь і маневр.

В той же час аналіз наукових досліджень [5, 6, 7] свідчить про те, що в математичних, аналітичних і імітаційних моделях ППБ, що покладені в основу методик оцінки

ефективності зенітного ракетного прикриття, маневр в ході ППБ не описується як його фізичний елемент. Це породжує протиріччя в теорії даної галузі військової науки між необхідністю урахування впливу основних складових сучасного протиповітряного бою (вогню і маневру) на його результати і наявними моделями, що описують цей процес. Тим самим створюються передумови для зниження об'єктивності прогнозу результатів зенітного ракетного прикриття військ і об'єктів, і як наслідок, зниження рівня його ефективності в операціях.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Виходячи із вище зазначеного, невіршеною задачею в теорії удосконалення зенітного ракетного прикриття військ і об'єктів є недосконалість моделей протиповітряного бою, що призводить до зниження об'єктивності підходу щодо обґрунтування способів прикриття військ і об'єктів від ударів повітряного противника в практиці військ та оцінки їх ефективності.

Отже метою даної роботи є поглиблена формалізація процесу зенітного ракетного прикриття за рахунок урахування маневру зенітного ракетного підрозділу в ході бойових дій і на її основі удосконалення аналітико-стохастичної моделі протиповітряного бою.

Об'єкт — процес протиповітряного бою зенітного ракетного комплексу.

Предмет — моделювання протиповітряного бою зенітного ракетного комплексу.

Викладення основного матеріалу. Як зазначено вище протиповітряний бій — збройне протиборство зенітного ракетного підрозділу (частини, з'єднання) озброєного зенітним ракетним комплексом, зенітною ракетною системою із засобами повітряного нападу противника з метою їх знищення, недопущення виконання завдання або зниження ефективності їх дій по військах і об'єктах прикриття.

Отже розглянемо протиповітряний бій на прикладі зенітного ракетного комплексу.

Основними складовими протиповітряного бою є вогонь зенітними керованими ракетами і маневр силами і засобами. Крім того в ході ППБ здійснюється: розвідка повітряного і наземного противника; радіоелектронна боротьба; бої підрозділів і спеціально призначених груп з наземним противником; проведення заходів по відновленню системи вогню і забезпеченню бою.

Позначимо:

$t_{змп}$ — середній період зміни позиції ЗРК в межах позиційного району;
 $t_{зг}$ — час згорання ЗРК із бойового в похідне положення;
 $t_{мар}$ — час маршу на запасну позицію;
 $t_{зп}$ — час зайняття позиції ЗРК;
 $t_{роз}$ — час розгортання ЗРК із похідного в бойове положення;

$T_{noz,cp}$ — середній час перебування ЗРК на позиції;

t_p — середній період циклу розвідки засобів розвідки противника;

t_i — середня тривалість інтервалу між циклами розвідки засобів розвідки противника;

μ — продуктивність ЗРК;

P_0 — ймовірність виявлення ЗПН засобами розвідки ЗРК;

P^* — ймовірність знищення ЗРК в дуельному бою із ЗПН;

$P_{бкcu}$ — ймовірність безкарного ураження ЗРК;

$P_{свм}$ — ймовірність своєчасного маневру ЗРК;

$P_{ур,м}$ — ймовірність ураження ЗРК на марші;

$P_{рва}$ — ймовірність ураження ЗРК вогневидами засобами ракетних військ і артилерії;

$P_{азу}$ — ймовірність ураження ЗРК типовим авіаційним засобом ураження при умові проведення пуску по ньому;

$P_{зурва}$ — ймовірність ураження ЗРК типовим вогневим засобом ракетних військ та артилерії при умові його обстрілу;

$P_{ен}$ — ймовірність виявлення ЗРК засобами розвідки противника за цикл розвідки;

K_y — коефіцієнт участі ЗРК;

$K_{тг}$ — коефіцієнт технічної готовності ЗРК до маршу;

n_p — кількість циклів розвідки засобів розвідки противника;

ξ — ступінь правдоподібності удаваної позиції;

$N_{уд}$ — кількість удаваних позицій ЗРК;

l_1 — інтенсивність нальоту ЗПН, що діють на напрямку;

$l_{рва}$ — інтенсивність вогневого впливу засобів ракетних військ і артилерії противника, що діють на напрямку;

$\Phi, \Phi_{рва}$ — частка сил і засобів ЗПН і ракетних військ та засобів артилерії відповідно, що може бути призначена для ураження ЗРК в ході бою.

Гіпотези і припущення:

- наслідок ППБ завчасно невідомий (можуть бути знищеними як ЗРК, так і ЗПН);
- ППБ розгортається в часі як випадковий процес, інтервали входу ЗПН в зону ураження випадкові і розподілені показово [7];
- ЗПН в ході бою прагнуть вийти із зони ураження ЗРК, в зоні ураження ЗРК не накопичуються з причин безпеки і обмеженого запасу палива і бойового комплекту на борту [7];
- повітряний противник може діяти групами ЗПН із завчасно невідомим складом (властивість неординарності удару) [7];
- всі ЗПН виявляються своєчасно із ймовірністю виявлення $P_0 \leq 1$ (параметр, що дозволяє врахувати інформаційну взаємодію) із урахуванням коефіцієнта участі ЗРК K_y ;
- ЗПН діють групами, кількість ЗПН в групі $l \geq 1$;

- із загального складу ЗПН можуть бути виділені групи для знищення засобів ППО, кількість ЗПН в групі $l_1 \geq 1$;
- ЗРК має ймовірність ураження повітряної цілі P_y в дуельному бою, продуктивність μ , ймовірність знищення ЗРК P^* . Виходячи із тактики дій повітряного противника і полігонного наряду ЗПН [7] для ураження ЗРК, можна припустити, що у випадку раптової появи ЗПН противника на рубежі виконання завдання ймовірність знищення ЗРК $P^* = 0,2 \div 0,5$, при умові не виявлення частки ЗПН Φ зі складу ЗПН призначених для знищення засобів ППО із загального l_1 , що діє на напрямку, ЗРК може бути уражений із ймовірністю $P_{бкц} = P_{азу} P_{ен}$;
- враховуючи загальновійськовий характер ППБ, ЗРК може бути уражений противником в загальній системі вогневого ураження ударами ракет та вогнем артилерії часткою $\Phi_{рва}$ підрозділів ракетних військ і артилерії із загального складу $l_{рва}$, що діє на напрямку з ймовірністю ураження $P_{рва} = P_{зурва} P_{ен}$;
- маневр на запасну позицію проводиться в межах позиційного району, при цьому зона прикриття об'єкту суттєво не змінюється;

Ймовірність своєчасного маневру ЗРК є характеристикою оперативності маневру в ході ППБ $P_{свм} = 1 - e^{-\frac{T_{рвк}}{t_{зс}}}$

Ймовірність виявлення ЗРК засобами розвідки противника за цикл розвідки за досвідом локальних війн і збройних конфліктів $P_{е1} = 0,5$, при цьому ймовірність виявлення ЗРК за

n_p циклів розвідки $P_{свм} = \frac{1 - (1 - P)^{n_p}}{1 + \xi N_{уд}}$, де $n_p = \frac{T_{ноз.ср}}{t_p + t_i}$ — кількість циклів розвідки [4]. При

зміні позиції ЗРК, ймовірність виявлення ЗРК зменшуються до номінального значення $P_{е1}$.

Для дослідження, за основу обрано аналітико-стохастичну модель протиповітряного бою ретельно описану в [7].

Дана модель удосконалена авторами шляхом введення додаткового стану, що описує процес здійснення маневру ЗРК на запасну позицію в межах позиційного району зенітного ракетного підрозділу з метою виводу з-під можливого удару, або зайняття більш вигідної позиції для ведення протиповітряного бою.

Виходячи із цього ЗРК в ході протиповітряного бою може знаходитись в наступних станах (рис. 1):

S_{000} — зенітний ракетний комплекс “боездатний” і “вільний” (не зайнятий обстрілом повітряної цілі), “не здійснює маневр” (знаходиться на стартовій позиції);

S_{010} — зенітний ракетний комплекс “боездатний” і “зайнятий” обстрілом цілей, “не здійснює маневр” (знаходиться на стартовій позиції);

S_{001} — зенітний ракетний комплекс “боездатний” і “вільний”, “здійснює маневр”;

S_{100} — зенітний ракетний комплекс “небоездатний” (уражений), “вільний” і “не здійснює маневр”.

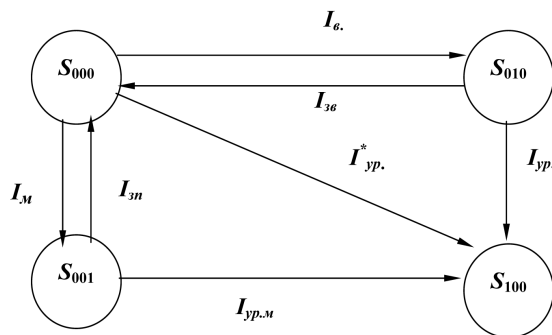


Рис. 1 Граф протиповітряного бою ЗРК

Переходи із стану в стан відбуваються із відповідними інтенсивностями, що характеризують вплив основних факторів на функціональний стан ЗРК в ході ППБ:

$I_{вияв} = I_1 \cdot P_0 \cdot K_y$ — інтенсивність виявлення повітряної цілі (ПЦ). Інтенсивність переходу ЗРК із стану S_{000} у стан S_{010} . Вона відповідає ймовірності виявлення ЗПН із групи, що діє на напрямку, входить в зону ураження ЗРК, своєчасно виявляється штатними засобами розвідки або ЗРК отримує цілевказівку;

$I_{зв} = \mu(1 - P^*) + I_1 \Phi(1 - P_{бкц}) + I_{рва} \Phi_{рва}(1 - P_{рва})$ — інтенсивність звільнення ЗРК. Інтенсивність переходу ЗРК із стану S_{010} у стан S_{000} . Вона відповідає продуктивності ЗРК за умови його не ураження ЗПН в дуельному бою і в загальній системі вогневого ураження, впродовж середнього циклу стрільби ЗРК;

$I_m = \frac{K_{mz}}{\tau_{змн} + t_{зс}} [I_1 \Phi(1 - P_{бкц}) + I_{рва} \Phi_{рва}(1 - P_{рва})] P_{свм}$ — інтенсивність зміни стартової позиції ЗРК. Інтенсивність переходу ЗРК із стану S_{000} у стан S_{001} через період часу, за умови його своєчасного маневру до початку нанесення удару по ньому засобами ураження противника, які призначені для його знищення, що діють на напрямку;

$I_{zn} = \frac{K_{mz}}{t_{map} + t_{zn} + t_{poz}}$ — інтенсивність зайняття стартової позиції ЗРК, яка

спроможна його перевести із стану S_{001} у стан S_{000} за умови його не ураження під час здійснення маневру;

$I_{yp} = \mu P^* + I_1 \Phi P_{бкы} + I_{pва} \Phi P_{pва} P_{pва}$ — інтенсивність ураження ЗРК під час обстрілу ЗПН. Інтенсивність переходу ЗРК із стану S_{010} у стан S_{100} за умови його ураження в дуельному бою з ЗПН стрільби і в загальній системі вогневого ураження впродовж середнього циклу;

$I_{yp.m} = \frac{K_{mz}}{t_{map} + t_{zn} + t_{poz}} P_{yp.m} I_1 \Phi$ — інтенсивність ураження ЗРК в ході маневру. Інтен-

сивність переходу ЗРК із стану S_{001} у стан S_{100} за умови його ураження під час здійснення маневру ЗПН, які призначені для його ураження, що діють на напрямку;

$I_{yp}^* = [I_1 \Phi (1 - P_0) P_{бкы} + I_{pва} \Phi P_{pва} P_{pва}] (1 - P_{свм})$ — інтенсивність безкарного ураження ЗРК.

Інтенсивність переходу ЗРК із стану S_{000} у стан S_{100} за умови не виявлення ЗПН, які призначені для його ураження, із загального складу, що діють на напрямку або вогнем вогневих засобів ракетних військ і артилерії та несвоєчасного маневру ЗРК для виводу з-під удару.

Враховуючи марківський характер ППБ запишемо систему диференціальних рівнянь для визначення ймовірностей станів ЗРК в ході бою [7]:

$$\frac{dP_{000}(t)}{dt} = -(I_e + I_{yp}^* + I_m) P_{000}(t) + I_{zn} P_{001}(t) + I_{ze} P_{010}(t);$$

$$\frac{dP_{001}(t)}{dt} = -(I_{zn} + I_{yp.m}) P_{001}(t) + I_m P_{000}(t);$$

$$\frac{dP_{100}(t)}{dt} = I_{yp}^* P_{000}(t) + I_{yp} P_{010}(t) + I_{yp.m} P_{001}(t);$$

$$P_{000}(t) + P_{010}(t) + P_{001}(t) + P_{100}(t) = 1$$

На початку бою ($t = 0$), коли ЗПН противника відсутні в зоні ураження і ЗРК безздатний, знаходиться на стартовій позиції в готовності до бою:

$$P_{000}(t) = 1; \quad P_{010}(t) = 0; \quad P_{001}(t) = 0; \quad P_{100}(t) = 0$$

Інтегруючи при означених початкових умовах, отримаємо аналітичні рівняння, що описують ймовірності станів ЗРК в протиповітряному бою є аналітико-стохастичною моделлю:

$$P_{000}(t) = \frac{1}{\alpha} [(\lambda_3 - \lambda_2)(\lambda_1 + a)(\lambda_1 + z)e^{\lambda_1 t} - (\lambda_3 - \lambda_1)(\lambda_2 + a)(\lambda_2 + z)e^{\lambda_2 t} - (\lambda_2 - \lambda_1)(\lambda_3 + a)(\lambda_3 + z)e^{\lambda_3 t}];$$

$$P_{010}(t) = \frac{I_e}{\alpha} [(\lambda_3 - \lambda_2)(\lambda_1 + z)e^{\lambda_1 t} - (\lambda_3 - \lambda_1)(\lambda_2 + a)e^{\lambda_2 t} - (\lambda_2 - \lambda_1)(\lambda_3 + z)e^{\lambda_3 t}];$$

$$P_{001}(t) = \frac{I_m}{\alpha} [(\lambda_3 - \lambda_2)(\lambda_1 + a)e^{\lambda_1 t} - (\lambda_3 - \lambda_1)(\lambda_2 + a)e^{\lambda_2 t} - (\lambda_2 - \lambda_1)(\lambda_3 + a)e^{\lambda_3 t}];$$

$$P_{100}(t) = 1 - \frac{1}{\alpha} [(\lambda_1 + z)(\lambda_1 + a + I_{ze}) + I_m(\lambda_1 + a)(\lambda_3 - \lambda_2)e^{\lambda_1 t} - ((\lambda_2 + z)(\lambda_2 + a + I_{ze}) + I_m(\lambda_2 + a)(\lambda_3 - \lambda_1))e^{\lambda_2 t} + ((\lambda_3 + z)(\lambda_3 + a + I_{ze}) + (I_m)(\lambda_3 + a)(\lambda_2 - \lambda_1))e^{\lambda_3 t}];$$

$$\alpha = \lambda_1^2(\lambda_3 - \lambda_2) - \lambda_2^2(\lambda_3 - \lambda_1) - \lambda_3^2(\lambda_2 - \lambda_1);$$

$$\lambda_1 = \sqrt[3]{-\frac{lh+q}{2} + \sqrt{\left(\frac{lh+q}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{3}\right)^3}} + \sqrt[3]{-\frac{lh+q}{2} - \sqrt{\left(\frac{lh+q}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{3}\right)^3}};$$

$$\lambda_2 = \frac{\sqrt[3]{-\frac{lh+q}{2} + \sqrt{\left(\frac{lh+q}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{3}\right)^3}} + \sqrt[3]{-\frac{lh+q}{2} - \sqrt{\left(\frac{lh+q}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{3}\right)^3}}}{2} +$$

$$+ i\sqrt{3} \frac{\sqrt[3]{-\frac{lh+q}{2} + \sqrt{\left(\frac{lh+q}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{3}\right)^3}} - \sqrt[3]{-\frac{lh+q}{2} - \sqrt{\left(\frac{lh+q}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{3}\right)^3}}}{2} - h;$$

$$\lambda_3 = \frac{\sqrt[3]{-\frac{lh+q}{2} + \sqrt{\left(\frac{lh+q}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{3}\right)^3}} + \sqrt[3]{-\frac{lh+q}{2} - \sqrt{\left(\frac{lh+q}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{3}\right)^3}}}{2} +$$

$$- i\sqrt{3} \frac{\sqrt[3]{-\frac{lh+q}{2} + \sqrt{\left(\frac{lh+q}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{3}\right)^3}} - \sqrt[3]{-\frac{lh+q}{2} - \sqrt{\left(\frac{lh+q}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{3}\right)^3}}}{2} - h;$$

$$h = \frac{a+b+z}{3};$$

$$l = ab + az + bz - I_{zn} I_m - I_{ze} I_e - \frac{(a+b+z)^2}{3};$$

$$q = abz - aI_{zn} I_m - zI_{ze} I_e - \frac{(a+b+z)^3}{27};$$

$$b = I_a + I_{yp}^* + I_m; \quad a = I_{ze} + I_{yp}; \quad b = I_{zn} + I_{yp,m}.$$

Отримані аналітичні рівняння для ймовірностей станів ЗРК в ході ППБ дозволяють:

- визначити математичне сподівання кількості стрільб ЗРК (дуельних боїв із ЗПН) за визначений час;
- визначити математичне сподівання кількості знищених ЗПН за час ППБ;
- обґрунтувати необхідну кількість запасних позицій, визначити періодичність, послідовність та потрібний склад щодо їх зміни при відповідних інтенсивностях нальоту противника;
- визначити ступінь завантаження ЗРК і підготувати вихідні данні для вирішення завдання ціле розподілу.

Висновки. В роботі проведена поглиблена формалізація процесу зенітного ракетного прикриття, сформульовані гіпотези і припущення. В результаті, удосконалена аналітико-стохастична модель протиповітряного бою за рахунок урахування маневру зенітного ракетного комплексу в межах позиційного району, сформульовані умови та інтенсивності переходів у відповідні стани зенітного ракетного комплексу і представлені аналітичні вирази для їх розрахунків.

Використання удосконаленої аналітико-стохастичної моделі протиповітряного бою зенітного ракетного комплексу в ході підготовки і здійснення зенітного ракетного прикриття дозволить більш ретельно ура-

хувати основні фактори, що впливають на ефективність зенітного ракетного прикриття військ і об'єктів в операціях, провести більш об'єктивну оцінку бойових можливостей угруповання зенітних ракетних військ, обґрунтувати способи мобільних дій (тактичні прийоми, побудову, кількісно-якісний склад ешелонів та вогневих засідок) у відповідності вимогам зенітного ракетного прикриття, виходячи із мети, основних завдань і тривалості операції угруповання військ (сил).

Комплексне застосування представленої в роботі моделі протиповітряного бою із існуючими імітаційними моделями бойових дій угруповань зенітних ракетних військ дасть можливість більш об'єктивної оцінки ефективності зенітного ракетного прикриття військ і об'єктів як за етапами операції, так і в цілому. Математична модель може бути використана як основа для розробки штабної математичної моделі протиповітряного бою для використання в практиці військ.

Література

1. Радецький В. Г. Протиповітряна оборона у локальних війнах і збройних конфліктах / В. Г. Радецький, І. С. Руснак, П. В. Щипанський та ін. // НАОУ. — К., 2007. — 254 с.
2. Радецький В. Г. Застосування авіації у локальних війнах і збройних конфліктах / В. Г. Радецький, І. С. Руснак, П. В. Щипанський та ін. // НАОУ. — К., 2007. — 340 с.
3. Єрмо-

- шин **М. О.** Боротьба в повітрі / М. О. Єрмошин, В. М. Федай // ХВУ. — Х., 2004. — 381 с. **4. Неупокоєв Ф. К.** Противовоздушный бой — М. : Воениздат, 1989. — 262 с. **5. Городнов В. П.** Моделивання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку) / В. П. Городнов, Г. А. Дробаха, М. О. Єрмошин, Є. Б. Смірнов, В. І. Ткаченко // ХВУ. — Х., 2004. — 409 с. **6. Торопчин Ф. Я.** Синтез адаптивних структур системи зенітного ракетного прикриття об'єктів і військ та оцінка їх ефективності (теорія, практика, тенденції розвитку) // ХУПС. — Х., 2006. — 348 с. **7. Городнов В. П.** Моделирование боевых действий частей, соединений и объединений войск // ПВО ВИРТА ПВО. — Х., 1987. — 387 с.

Проведен аналіз існуючих моделей зенітного ракетного прикриття військ і об'єктів; проведена углубленна формалізація процесу зенітного ракетного прикриття на прикладі протиповітряного бою зенітного ракетного комплексу; пропонується удосконалену аналітико-стохастичну модель протиповітряного бою з урахуванням маневру зенітного ракетного комплексу.

Ключевые слова:

In article the analysis of existent anti-aircraft cover models is conducted; deep formalization of anti-aircraft cover process is conducted on an example of anti-aircraft fight; it is offered improved analytical-stochastic model of anti-aircraft fight taking into account a manoeuvre of anti-aircraft missile system.

Key words: the anti-aircraft cover, anti-aircraft fight, manoeuvre of anti-aircraft missile system, model of anti-aircraft fight, analytical-stochastic model.