

СИМУЛАЦИСКИ МОДЕЛ НА СИСТЕМОТ ЗА РАНО ПРЕДУПРЕДУВАЊЕ КАЈ РАКЕТНИТЕ СИСТЕМИ ЗА ПВО

Сашо Гелев¹, Стојче Десковски², Зоран Гацовски³

¹ Воена академија “Генерал Михаило Апостолски” Скопје, Република Македонија, sasogelev@yahoo.com,

² Технички факултет – Битола, stodes@mt.net.mk,

³ Факултет за општествени науки – Скопје, zgacovski@yahoo.com,

Абстракт - Во трудот се презентира симулациски модел на системот за рано предупредување кај ракетните системи за ПВО. Проблемот на гаѓање воздушни цели претставува доста сложена задача која во секој конкретен ракетен систем за ПВО ја решава системот за управување со огнот. За да може системот за управување на огнот на време и квалитетно да ги одработи своите функции потребно е навремено сигнализирање-известување за опасноста која доаѓа до единиците. Таа задача-функција ја извршува системот за рано предупредување. Од квалитетот и брзината на извршените задачи на системот за рано предупредување зависи дали ракетниот систем ќе биде во состојба квалитетно да ја изврши својата задача, односно да ја уништи целта. Во трудот е разработен алгоритам кој врз основа на проценката ситуацијата во воздушниот простор врши распределба на целите по ракетните системи. Симулацискиот модел е изведен во MATLAB. Во трудот е прво објаснет општо системот за противвоздушна одбрана, а потоа е даден детален опис на системот за рано предупредување. Во понатамошниот дел е разработен алгоритмот со fuzzy logic. На крајот е дадено објаснување на добиените резултати. Целта на изработка на овој труд е во тоа да се изврши автоматизација и намали времето на тревожење на ракетните системи поради настанатата ситуација во воздушниот простор, бидејќи тревожењето на ракетните системи би се извршувало автоматски без учество на човечкиот фактор, во истиот момент, без каснење.

Клучни зборови - ракетен систем, противвоздушна одбрана, рано предупредување, симулациски модел, систем на управување со оган, симулациски модел, самоводење, водење и управување.

1. ВОВЕД

Ракетниот систем за ПВО претставува множество на функционално поврзани противавионски ракети и уреди на земјата кои обезбедуваат откривање и континуирано следење на избраната (избраните) цел (цели) за гаѓање. Основна задача на РС ПВО е да се спречи непријателот да се вмеша во водењето на копнените операции од воздух. Ова подразбира откривање и уништување авиони што летаат со брзини и над 1Ма (Мах) на височини и над 15.000 метри или бавнодвижечки хеликоптери и далечински пилотирани возила-ДПВ (Remotely Piloted Vehicles - RPVs) кои може да летаат многу ниско до земјата. За уништување цели во воздушниот простор кои имаат широк дијапазон на брзини на движење и висини на летот нужни се соодветни РС ПВО кои ефикасно можат да дејствуваат по цели со одредени карактеристики и услови на лет.

Основната задача РС ПВО може да ја изврши доколку се остварат голем број на фактори кои се од техничка и тактичка природа. Техничките фактори зависат од самиот систем, додека тактичките зависат од правилната работа и постапка на послугата која ракува со системот.

Систем за рано предупредување кој е дел од системот за ПВО ги обавува следните функции: врши навремено откривање и најавување на сите опасности од воздушниот простор (ВоП), има постојан увид за состојбата во ВоП на приодите и во зоната на операциите на ракетниот систем за ПВО, врз основа на увидот во состојбата во ВоП да можат да се вршат проценки и донесуваат одлуки во врска со влијанието на дејствата од ВоП на тековната и наредните задачи на ракетниот систем за ПВО.

2. ЕЛЕМЕНТИ НА ПВО

Противвоздушната одбрана општо ги опфаќа следните елементи:

- Рано предупредување (*РПР*);
- Активни мерки на ПВО – активна ПВО (*АкПВО*) и
- Пасивни мерки на ПВО – пасивна ПВО (*ПсПВО*).

Наведените елементи се релативно самостојни и специфични во поглед на организирањето и изведувањето. Меѓутоа, функционирањето на еден зависи од функционирањето на другиот. Нивната меѓусебна усогласеност обезбедува живавост и ефикасност на другиот елемент.

Според тоа, ПВО чини една целина и е јасно детерминирана со функцијата и ефикасноста на нејзините елементи.

2.1. Рано предупредување (РПР)

Раното предупредување подразбира организација на мерки за навремено откривање на воздушната опасност и известување на сите единици за воздушната опасност. *РПР* во секоја единица се организира со сопствени сили и средства и со потпир на органите за *РПР* на претпоставената команда.

Раното предупредување треба да се организира со цел:

- навреме да се откријат и најават сите опасности кои и се закануваат на единицата од ВоП;
- да има постојан увид на состојбата во ВоП на приодите и во зоната на операциите на единицата;
- врз основа на увидот во состојбата во ВоП да можат да се вршат проценки и донесуваат одлуки во врска со влијанието на дејствата од ВоП на тековната и наредните задачи на единицата.

Секоја бригада и помала единица не е оспособена во потполност за свои потреби самостојно да прибира податоци за состојбата во ВоП. Затоа мора да се пополнува со соодветни сили и средства, кои ќе овозможуваат добивање на податоци од повисоките единици на командата на Копнената војска (Ков) и Военото воздухопловство и противвоздушната одбрана (ВВ и ПВО). За следење на ситуацијата во воздух на командното место (КМ) на бригадата се одредува тим на обучени луѓе од секцијата за координација на ПВО од батаљонот ПВО.

Со тимот за координација за ПВО во бригадата раководи офицер за ПВО, а негови задачи се:

- во соработка со офицерот за ВВ и ПВО во бригадата да се следат и навремено да се најавуваат летовите на сопствената авијација,
- постојано следење на ситуацијата во воздух преку бран за известување (БИ) од претпоставената команда и од оперативниот центар на военото воздухопловство и противвоздушната одбрана (ОЦ на ВВ и ПВО),
- известување на потчинетите единици на бригадата за летот и дејствата на непријателската авијација (авиони и хеликоптери) на приодите и во зоната на дејства на бригадата.

РПР во бригадата овозможува навремено следење на состојбата во ВоП и известување до единиците за опасноста од ВоП. Врз основа на тие податоци, командата и нејзините единици преземаат соодветни мерки за активна и пасивна ПВО.

Основни задачи на *РПР* се:

- потполна контрола и навремено откривање и следење на непријателските нападни средства од ВоП на приодите и во одбранбената рамка на пешадиската бригада (*џбр*);
- идентификација на целите во ВоП и известување на единиците за опасноста од ВоП;
- управување со огнот на борбените средства за ПВО по откриените цели во ВоП;
- остварување на содејство на ПВО со повисоките и соседните единици;
- благовремено најавување на летовите на сопствената авијација за единиците на бригадата;
- обезбедување на прегледност на состојбата во ВоП врз основа на изложените податоци;

За реализација на овие задачи, потребно е работата на органите-елементите на *РПР* во бригадата да биде непрекината, што значи дека **во секое време треба** да се обезбеди навремено откривање и најава на непријателската авијација до единиците. Реализирањето на задачите мора да биде плански организирано, бидејќи само на тој начин е можна рационална употреба на силите и средствата за *РПР*.

За да можат задачите правовремено и плански да се извршат, во бригадата мора да постојат соодветни единици, органи и средства.

Основни органи кои овозможуваат успешно функционирање на *РПР* во *џбр* се:

- Центар за следење на ситуацијата во воздух - (ЦССВ), на главното командно место (ГКМ) на *џбр*;
- Сензорски набљудувачки станици - (СНСџ) или визуелни набљудувачки станици (ВНСџ), од составот на батаљонот ПВО, само доколку се распоредени во зоната на операции на *џбр*;
- Истакнати набљудувачи - (ИсН) – во непосредна близина на позициите каде се распоредени единиците ПВО,
- Набљудувачи на воздушниот простор - (НВП) – на позициите (КМ) на единиците за ПВО, како и во реоните (КМ) на сите други единици.

3. ФАЗИ-ПРАВИЛОВ СИСТЕМ ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ТРЕВОЖЕЊЕТО НА РАКЕТНИТЕ СИСТЕМИ

Во ова поглавје е опишан фази-правилониот систем, што во зависност од влезните параметри што ја дефинираат самата местоположба на целта (**D**-далечина и **B**-азимут), се одредува ракетниот систем, односно ракетните системи кои треба да се истревожат за да може успешно са се изврши задачата “Уништување на целта”. Овие параметри може да се добијат од разни извори: радарски системи, истурени набљудувачници, набљудувачи на воздушниот простор, соседни единици, или на било кој друг начин).

Во продолжение е дадена базата на правила, со која се одредува тревожењето на ракетните системи во зависност од далечината на наоѓање на целта и азимутот на појавување.

```

IF B is 'RS1' and D is 'blisku' THEN
    output is 'mf1'
IF B is 'RS2' and D is 'blisku' THEN
    output is 'mf2'
IF B is 'RS3' and D is 'blisku' THEN
    output is 'mf3'
IF B is 'RS4' and D is 'blisku' THEN
    output is 'mf4'
IF B is 'RS1-2' and D is 'blisku' THEN
    output is 'mf5'
IF B is 'RS2-3' and D is 'blisku' THEN
    output is 'mf6'
IF B is 'RS3-4' and D is 'blisku' THEN
    output is 'mf7'
IF B is 'RS4-1' and D is 'blisku' THEN
    output is 'mf8'
IF B is 'RS1' and D is 'rel. blisku' THEN
    output is 'mf1'
IF B is 'RS2' and D is 'rel. blisku' THEN
    output is 'mf2'
IF B is 'RS3' and D is 'rel. blisku' THEN
    output is 'mf3'
IF B is 'RS4' and D is 'rel. blisku' THEN
    output is 'mf4'

```

```

IF B is 'RS1-2' and D is 'rel. blisku' THEN
    output is 'mf5'
IF B is 'RS2-3' and D is 'rel. blisku' THEN
    output is 'mf6'
IF B is 'RS3-4' and D is 'rel. blisku' THEN
    output is 'mf7'
IF B is 'RS4-1' and D is 'rel. blisku' THEN
    output is 'mf8'
IF B is 'RS1' and D is 'daleku' THEN
    output is 'mf9'
IF B is 'RS2' and D is 'daleku' THEN
    output is 'mf10'
IF B is 'RS3' and D is 'daleku' THEN
    output is 'mf11'
IF B is 'RS4' and D is 'daleku' THEN
    output is 'mf12'
IF B is 'RS1-2' and D is 'daleku' THEN
    output is 'mf9'
IF B is 'RS2-3' and D is 'daleku' THEN
    output is 'mf10'
IF B is 'RS3-4' and D is 'daleku' THEN
    output is 'mf11'
IF B is 'RS4-1' and D is 'daleku' THEN
    output is 'mf12'

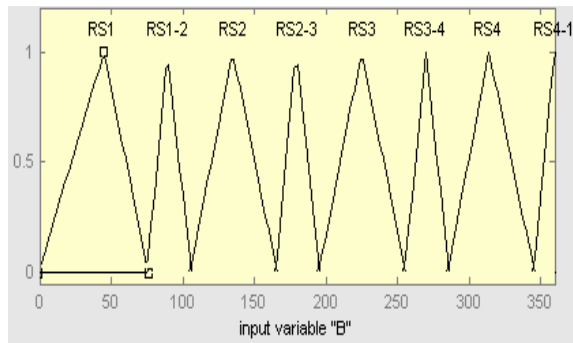
```

Како што може да се забележи од базата на правила постојат 8 функции на припадност на варијаблата азимут. Во зависност од азимутот на кој се појавува одредена цел, односно кон кој ракетен систем се движи одредена цел во воздушниот простор така се дефинира и функцијата на припадност. На пример: функцијата на припадност RS2 значи дека целта се движи кон ракетниот систем 2, или функцијата на припадност RS2-3 значи дека целта се движи и кон ракетниот систем 2 и кон ракетниот систем 3.

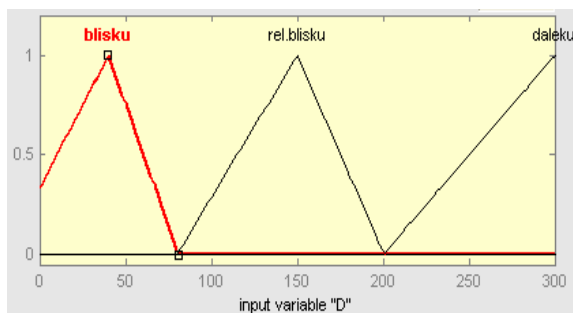
За варијаблата далечина се дефинирани три функции на припадност. Првата функција е дефинирана како блиску со значење дека е многу опасна и мора да се дејствува по нејзе. Дејството може да биде со еден ракетен систем или со два ракетни системи за ПВО, што зависи од азимутот на појавување на целта. Втората функција на припадност на далечината е дефинирана како релативно блиску, Целта е опасна ама може да се случи и да не дејствуваме кон оваа цел бидејќи се наоѓа на релативно блиску растојание од нас што значи дека може да се оддалечи и да не дојде до реонот на употреба на ракетниот систем.

Третата функција на припадност е дефинирана како далеку. Целта се наоѓа далеку од објектот на одбрана. Сепак на одреден број на ракетни системи (во чиј реон на употреба е можно да дојде целта) и се испрака предупредување дека целта е на пат кон нив што значи да се преземат одредени мерки на подготовка бидејќи целта може но не мора да дојде до реонот на употреба на ракетните системи.

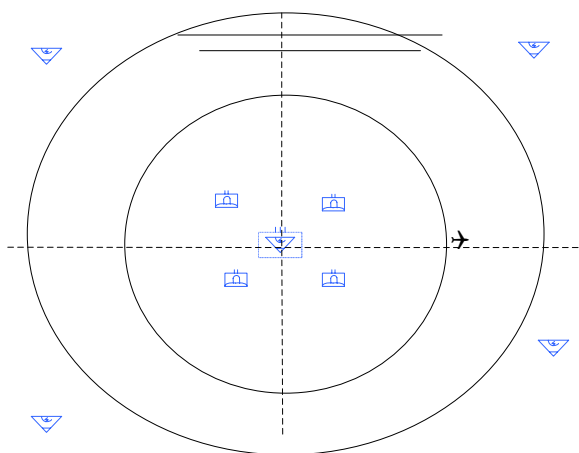
Функциите на припадност на варијаблите азимут **B** и далечина **D** се од триаголен облик (Сл. 1 и Сл.2) со лингвистички вредности: $B = \{RS1, RS1-2, RS2, RS2-3, RS3, RS3-4, RS4, RS4-1\}$, $D = \{blisku, rel.blisku, daleku\}$, а цврстите множества на нивните вредности се во следните интервали: $B = [0^0, 360^0]$, $D = [0, 300 \text{ km}]$.



Сл. 1 Функција на припадност на азимутот на целиа B.



Сл. 2 Функција на припадност на далечината до целиа D



Сл.3 Начелна шема на распоред на системот за ПВО на земјиштето

На Сл.3 е прикажана начелна шема на распоред на ракетните системи на земјиштето. Како што може да се забележи ракетните системи се распоредени симетрично во однос на објектот кој го бранат. На шемата се дадени и неколку набљудувачки радары кои работат за потребите воопшто за системот за ПВО, Пок-

рај набљудувачките радары информации за состојбата во воздушниот простор се добива и од истурени набљудувачници, обични набљудувачи на воздушниот простор кој ги има во составот на секоја единица, од населението итн.

На наредната слика е прикажан прозорецот преку кој во програмата се внесуваат податоците за целта: **D**-далечина и **B**-азимут.

Сл.4 Прозорец за внес на податоци за целиа

На Сл. 5 е прикажан еден симулациски резултат добиен со евалуација на горенаведената база на правила со што е добиен еден резултат односно едно тревожење на ракетен систем во зависност од влезните параметри на системот.

Сл.5 Еден сигнал за тревога

Врз основа на автоматски добиениот сигнал за тревога самиот (односно самите) ракетен (ракетни) систем презема одредени мерки пропишани според правилата на борбена употреба на единиците за навремено дејствување кон доделената цел.

4. ЗАКЛУЧОК

Во овој труд е презентирана една симулација која што е прикладна за рано предупредување на ракетните системи за противвоздушна одбрана при појава на непријателска цел во воздушниот простор.

За таа цел, ние применивме интелигентен фази-правилон систем во процесот на управување со огнот кај овие борбени системи. Како предмет на разгледување е земен системот за автоматско управување со огнот кај лесните и средни против-авионски ракетни комплекти (ПАРК) за ПВО.

Во трудот прво се наведени основните поими за системот за рано предупредување кај лесните и средните ПАРК. Понатаму за сите

релевантни параметри на системот за рано предупредување одредени се и дефинирани лингвистички варијабли во соодветни домени, како и множество правила и логика на заклучување со база на знаење, што го дефинираат фази-правилониот систем за одлучување. Во трудот е презентираан резултат за цел во доаѓање, но со аналогна постапка се добиваат и резултатите за цели во заминување.

Многу значаен фактор во овој труд е тоа што за цело време додека целта се наоѓа во воздушниот простор ракетните системи се во состојба на чекање(стенд бај), без зрачење на енергија во воздушниот простор со што на непријателот му се оневозможува да ги открие позициите на ракетните системи за ПВО и да дејствува по нив.

Воведувањето на фази-правилониот систем претставува нов концепт во ракувањето со ракетните системи за ПВО. Фази-логичкиот пристап внесува едноставност во дизајнот преку систем на правила кој ја поврзува далечината и азимутот на целта со тревожењето на ракетните системи.. Идните напори би биле насочени кон хардверска имплементација на поставениот систем и негово поврзување со реален ПАРК ПВО.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Dimirovski, G.M. "Foundations of digital fuzzy-knowledge-base control" Institute of Automation and Systems Engineering at the Faculty of EE SS Cyril and Methodius University Skopje 1995.
- [2] Десковски С. "Самоводење и ракетни системи за ПВО", Скопје 2004.
- [3] Пересада. С.А. "Зенитни ракетни комплекси" Военное Издателство МО СССР. Москва 1973.
- [4] Zadeh, L.A. "The role of fuzzy logic in the management of uncertainty in expert systems" Fuzzy Sets and Systems, 11: pp 199-221. Elsevier Science Publishers B.V. North-Holland 1983.
- [5] Knezevic S. "Teorija gadjanja vodjenim raketama zemlja-vazduh" Vojno izdavacki zavod. Beograd 1980.
- [6] Мохенски Д, Димировски Г. и Десковски С. "Фази правилон систем за определување на зоните на лансирање кај лесните противавионски лансирни комплекси ПВО. V национална конференција со меѓународно учество ЕТАИ'2000 А-94-А99, Охрид 2000.
- [7] Неупокоев. Ф.К. "Стрелба Зенитними ракетама", Военное Издателство МО СССР. Москва 1970.
- [8] Мальгин А.С. "Управљање ватром ракетним системима ПВО". Военное Издателство МО СССР. Москва 1978.
- [9] Berenji, H.R. "Fuzzy logic controllers" In R.R. Yager and L.A. Zadeh, editors. An Introduction to Fuzzy Logic Applications in Intelligent Systems, Kluwer Academic Publishers. 1991.
- [10] Гелев С., Десковски С. и Гацовски З. "Симулациски модел за одредување на зоните на лансирање кај ракетните системи за противвоздушна одбрана. VI национална конференција со меѓународно учество ЕТАИ'2003 А Охрид 2003.

Summary

SIMULATION MODEL FOR EARLY WARNING FOR AIR DEFENSE MISSILES

Saso Gelev¹, Stojce Deskovski², Zoran Gacovski³

¹ Voena akademija “General Mihailo Apostolski” Skopje, Republika Makedonija
sasogelev@yahoo.com,

² Tehnicki fakultet –Bitola stodes@mt.net.mk,

³ Fakultet za opstestveni nauki - Skopje zgacovski@yahoo.com.

Abstract: In this paper we present a simulation model of the system for early warning for anti-aircraft defense missiles. The problem of shooting flying targets is very complex, which in real missile systems for anti-aircraft defense is solved by the fire control system. It is of utmost importance for this system to efficiently conduct its function and to signalize the danger for the units. This is done by the early warning system. It depends on the quality and speed of the early warning system whether the defense system will efficiently do its job, i.e. whether it will destroy the target. The paper focuses on an algorithm which after assessing the situation in the air allocates the targets per missile. The simulation model is developed in MATLAB. The paper first focuses on the general description of the air defense system, followed by a detailed description of the early warning system. Further in the paper, the focus is on the development of the algorithm with fuzzy logics. Finally there is an explanation of the given results. The aim of this paper is to administer an automation and to reduce the warning time of the defense missiles due to the situation in the air. In this way, the warning of the defense missiles would be done automatically without using the human factor and without delay.

Keywords: missile system, air defense, early warning, fire control system, simulation model.