

MATRIX OF TARGETING FOR AIR DEFENCE FORCE

Stoyan N. Chanev

Abstract: Formation of matrix of targeting for air defence force allows distribution of incoming target stream with certain density toward different surface-to-air missile systems presented as mass service systems. This distribution is able to estimate the effectiveness of particular parts of the whole system.

Keywords: matrix of targeting, surface-to-air missile system, mass service system, effectiveness

МАТРИЦА НА ЦЕЛЕРАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ГРУПИРОВКА ЗА ПВО

Стоян Н. Чанев

тоян Н. Чанев

"Vasil Levski" National Military University, "Artillery, Air-defence and Communication and Information Systems" Faculty, "Air Defence" Department; town of Shumen

При представяне на групировка за противовъздушна отбрана (ПВО) като съвкупност от последователно или паралелно действащи системи за масово обслужване (СМО) /зрк за близко действие с далечна граница на зоната за поражение до 10 км. се разглеждат като СМО с откази, а тези с по-големи възможности по разстояние – като СМО с ограничено време за чакане/ е необходимо да се определят входните данни за всяка една СМО, т.е. плътността на входящия поток от заявки/въздушни цели да се раздели на плътност на потоци към всеки зрк, средна скорост и височина на полета на целта в съответния поток. За тази цел следва да се извърши целеразпределение (ЦР) към зрк.

За избиране на най-добрия вид ЦР и постигане на най-висока ефективност, се отчитат:

- пропускателната способност на командните пунктове (КП), броя на боеготовите зрк и техните възможности за унищожаване на цели;
- характера, построението и продължителността на налета;
- относителната важност на целите;
- екстраполираните курсове на целите и курсовите параметри относно стартовите позиции на зрк;
- правилата за назначаване на зрк и броят на ракетите за поразяване на целта в зависимост от нейния параметър, условията на стрелбата и запаса от ракети.

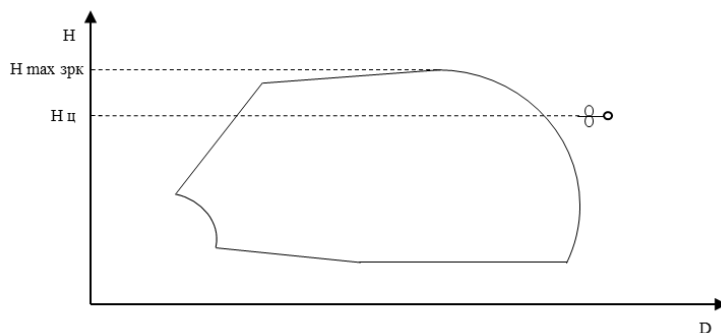
Когато зрк е представен като СМО с отчитането на пълнодостъпността на системата по курсов параметър и респективно редуциране на целевите канали вземащи участие в отразяването на въздушния удар на противника параметъра на ВЦ може да не се отчита.

Основен вид целеразпределение в групировката за ПВО се явява централизираното целеразпределение (ЦЦР). ЦЦР се използва при достоверно откриване на целите на необходимото разстояние и при неголяма плътност на налета, когато командирът може своевременно да поставя огнени задачи. При ЦЦР силите и средствата за ПВО обстрелват по-голям брой цели, което води до повишаване на броя на унищожените цели и намаляване средния разход на ракети.

Основните стратегии при целеразпределение с автоматизирани системи за бойно управление се определят от възможностите за математическо моделиране по различни показатели на ефективност на стрелбата при решаване на конкретна задача на целеразпределение и от целите които са поставени пред групировката.

ЦЦР по математическото очакване на броя поразени цели е целесъобразно да се използва в случаите, когато вероятните загуби нанесени на прикривания обект се приемат за пропорционални на проникналите до него въздушни цели, като се отчита тяхната важност. На създадената групировка е поставена задача да унищожи максимален брой цели, т.е. командирът се стреми да обс-

треля колкото е възможно по-голям брой цели. За целта е необходимо да се извърши ЦР осигуряващо максимално пребиваване на ВЦ в зоните за поражение на зрк и пълно използване на бойните им възможности (в случая – пространствени). В [4] са представени възможностите, които предлага Матлаб и е удачно да се използват при симулации.



Фиг. 1. Вертикално сечение на ЗП на зрк

На фиг.1 е показано вертикално сечение на зоната за поразяване (ЗП) на зрк. Вижда се, че времепребиваването на ВЦ в ЗП на зрк е функция от височината на полета на целта, а в по-голяма степен и от скоростта ѝ.

Нека въведем понятията:

g_{ij}^h – показател на височината на i -тата цел относно j -тата СМО (зрк);

g_{ij}^v – показател на скоростта на i -тата цел относно j -тата СМО (зрк).

Определянето на g_{ij}^h , характеризиращ досегаемостта на СМО (зрк) по височина се извършва по формулата:

$$(1) \quad g_{ij}^h = 4 \frac{H_{гpi}}{H_{maxj}} \left(1 - \frac{H_{гpi}}{H_{maxj}} \right),$$

където $H_{гpi}$ – височина на полета на i -тата цел (групова);

H_{maxj} – максимална височина на досегаемост на j -тата СМО (зрк).

Определянето на g_{ij}^v , характеризиращ досегаемостта на СМО (зрк) по скорост се извършва по аналогичен начин:

$$(2) \quad g_{ij}^v = 4 \frac{V_{гpi}}{V_{maxj}} \left(1 - \frac{V_{гpi}}{V_{maxj}} \right),$$

където $V_{гpi}$ – скорост на полета на i -тата цел (групова);

V_{maxj} – максимална скорост на досегаемост на j -тата СМО (зрк).

Необходимо е да се изведе обобщен показател, който ще отчита едновременно скоростта и височината на полета на i -тата цел относно j -тата СМО (зрк).

$$(3) \quad G_{ij} = k_1 g_{ij}^v + k_2 g_{ij}^h,$$

където: k_1 и k_2 – теглови коефициенти на скоростта и височината на полета на целта, като $k_1 + k_2 = 1$ и се избират така, че да се приоритизират факторите оказващи влияние върху ефективността на стрелбата. Тъй като част от ЗП е нееднородна по височина, а скоростта на целта оказва по-осезаемо влияние на времепребиваването на ВЦ в цялата ЗП определяме $k_1 = 0,6$ и $k_2 = 0,4$

Матрицата за ЦР е от вида:

$$(4) \quad G_{nm} = \begin{matrix} & \begin{matrix} G_{11} \cdots & G_{1j} \cdots & G_{1n} \\ \cdots & \cdots & \cdots \end{matrix} \\ \begin{matrix} G_{i1} \cdots & G_{ij} \cdots & G_{in} \\ \cdots & \cdots & \cdots \end{matrix} & \\ \begin{matrix} G_{m1} \cdots & G_{mj} \cdots & G_{mn} \end{matrix} & \end{matrix}$$

Стойността на елементите ѝ е правопрпорционална на ефективността на стрелбата по цел с даден номер от точно определен зрк.

Пример:

В таблица 1 е показан модел на удар на ВП, изграден на база на моделиране действията на групите с различно предназначение и състав в различни диапазони от височини и скорости

Таблица 1

Налет на ВП - вид, цел/предн., състав, последов.на д-ие, височина и скорост на групите							
№	Вид	Цел/Предназначение	Ед.	Дв.	Четв.	H_i [km]	V_i [km/min]
1	ударна	с-ма ПВО			1	0,35	12,38
2	ударна	с-ма ПВО			1	0,71	16,33
3	ударна	с-ма ПВО			1	0,42	12,29
4	демонстр. д-ия	с-ма ПВО			1	1,65	16,89
5	демонстр. д-ия	с-ма ПВО			1	1,59	19,84
6	разузн. и РЕВ	с-ма ПВО			1	5,53	36,00
7	ударна	б-ни от 1-ва поз.			1	0,46	13,79
8	ударна	на уч. за пробив			1	0,31	12,72
9	ударна	адн на с-то в напр. на гл. удар			1	0,98	13,95
10	ударна	ради на групировката на СВ			1	0,57	15,79
11	РЕВ (EW)	с-ма ПВО		1		3,04	23,15
12	патрулно съпр.	изтр. прикритие		1		2,52	28,68
13	патрулно съпр.	изтр. прикритие		1		9,88	36,00
14	доразузнаване	р-не в р-на ударите		1		7,25	36,00
Усреднени показатели			0	4	10	2,52	20,99

В таблица 2 са изведени количествените показатели на удара.

Таблица 2

Ешелон за пробив на ПВО			Фронт на удара на ВП		
Групи	$t_{\text{инт.пво}} = 0,5$		Групи	Δl_j	L_ϕ
6	$t_{\text{нпво}} = 3$		3	2	5
$t_{\text{инт.еш}} = 3$					
Ударен ешелон			Оперативно построение на налета на ВП		
Групи	$t_{\text{инт.уд}} = 1$	$N_{\text{сам}}$	Групи	$t_n = t_{\text{нпво}} + t_{\text{инт.еш}} + t_{\text{ну}}$	λ_n
6	$t_{\text{н.уд}} = 5$	48	14	11	4,28

$t_{\text{инт.пво}}$ – интервал [min] между групите в ешелона за пробив на ПВО;

$t_{\text{н.пво}}$ – продължителност на удара [min] на ешелона за пробив на ПВО;

$t_{\text{инт.еш}}$ – интервал [min] между ешелона за пробив на ПВО и ударния ешелон;

$t_{\text{инт.уд}}$ – интервал [min] между групите в ударния ешелон;

$t_{\text{н.уд}}$ – продължителност на удара [min] на ударния ешелон;

t_n – продължителност на удара [min] на ВП;

λ_n – плътност на входящия поток от заявки (ВЦ) към групировката за ПВО.

Групировката за ПВО е построена на база на три разнородни зрк с отчитане на принципите и изискванията към системата за ПВО, а така също и със задачите за изпълнение и бойните възможности на отделните компоненти (таблица 3).

Таблица 3

$\begin{matrix} \text{п-л} \\ \text{Тип зрк} \end{matrix}$	$H_{\max}$ [km]	$V_{\max}$ [km/m]
I тип	5	21
II тип	14	42
III тип	18	48

В таблици 4, 5 и 6 са изчислени показателите по височина и скорост, а така също и елементите на матрицата на ЦР (обобщен показател) съгласно формули (1÷3). Когато дадена ВЦ е извън досегаемостта на зрк се получават отрицателни стойности.

Таблица 4

Изчисляване на $-g_{ij}^h$ $g_{ij}^h = 4 * (H_{гpi} / H_{\max j}) * [1 - (H_{гpi} / H_{\max j})]$			
$\begin{matrix} \text{зрк} \\ \text{№ на гр.} \end{matrix}$	I тип	II тип	III тип
1	0,2598	0,0973	0,0761
2	0,4849	0,1915	0,1507
3	0,3101	0,1173	0,0919
4	0,8842	0,4157	0,3329
5	0,8689	0,4037	0,3230
6	-0,4678	0,9558	0,8512
7	0,3310	0,1258	0,0986
8	0,2322	0,0864	0,0676
9	0,6298	0,2602	0,2057
10	0,4049	0,1566	0,1230
11	0,9526	0,6806	0,5621
12	1,0000	0,5899	0,4811
13	-7,7169	0,8306	0,9904
14	-2,6040	0,9988	0,9620

Таблица 5

Изчисляване на $-g_{ij}^v$ $g_{ij}^v = 4 * (V_{гpi} / V_{\max j}) * [1 - (V_{гpi} / V_{\max j})]$			
$\begin{matrix} \text{зрк} \\ \text{№ на гр.} \end{matrix}$	I тип	II тип	III тип
1	0,9680	0,8315	0,7656
2	0,6913	0,9506	0,8980
3	0,9708	0,8281	0,7621
4	0,6291	0,9618	0,9123
5	0,2095	0,9969	0,9699
6	-4,8980	0,4898	0,7500
7	0,9019	0,8821	0,8190
8	0,9552	0,8446	0,7792
9	0,8921	0,8873	0,8246
10	0,7462	0,9384	0,8830
11	-0,4520	0,9895	0,9988
12	-1,9987	0,8662	0,9619
13	-4,8980	0,4898	0,7500
14	-4,8980	0,4898	0,7500

Таблица 6

Изчисляване на елементите на матрицата по обобщен показател - G_{ij}			
$G_{ij} = (k_1 * g_{ij}^v) + (k_2 * g_{ij}^h)$			
зрк № на гр.	I тип	II тип	III тип
1	0,6847	0,5378	0,4898
2	0,6087	0,6470	0,5991
3	0,7065	0,5438	0,4940
4	0,7312	0,7434	0,6806
5	0,4733	0,7596	0,7111
6	-3,1259	0,6762	0,7905
7	0,6736	0,5796	0,5308
8	0,6660	0,5413	0,4945
9	0,7872	0,6364	0,5771
10	0,6097	0,6257	0,5790
11	0,1099	0,8659	0,8241
12	-0,7992	0,7556	0,7696
13	-6,0255	0,6261	0,8462
14	-3,9804	0,6934	0,8348

Обобщения показател с максимална стойност за всеки ред приема стойност единица (дадената ВЦ се разпределя за съответния зрк), а останалите – стойност нула (таблица 7).

Чрез матрицата на ЦР входящият поток от ВЦ към групировката за ПВО се разделя на три потока към трите типа зрк, осигурявайки максимално използване на бойните им възможности и времепребиваване на ВЦ в зоните им за поразяване. Тези потоци имат усреднени показатели, които се различават от посочените в таблица 1 и се явяват входни за различните СМО (зрк), което позволява да се оцени бойната им ефективност (таблица 8). В противен случай следва да се преизчислят бойните им възможности спрямо еталонни такива, което неминуемо ще доведе до обобщени оценки на оперативните възможности на групировката за ПВО, които в определени ситуации могат да се отличават значително от реалните.

Таблица 7

Матрица на целеразпределението			
зрк № на гр.	I тип	II тип	III тип
1	1	0	0
2	0	1	0
3	1	0	0
4	0	1	0
5	0	1	0
6	0	0	1
7	1	0	0
8	1	0	0
9	1	0	0
10	0	1	0
11	0	1	0
12	0	0	1
13	0	0	1
14	0	0	1
$\Sigma N_{сам}$	20	18	10
$\lambda_{нi}$	1,78	1,60	0,89

Таблица 8

Средни показатели на налета (по зрк)			
зрк и-ли	$\lambda_{нi}$	$H_{cp} [km]$	$V_{cp} [km/min]$
I тип	1,78	0,50	13,03
II тип	1,60	1,51	18,40
III тип	0,89	6,29	34,17

$\lambda_{нi}$ – плътност на потока от заявки (ВЦ) към $j^{тия}$ тип зрк.

Изводи:

1. Матрицата на ЦР позволява разделянето на входящия поток от заявки (ВЦ) към изграждащите групировката за ПВО разнородни зрк, което позволява представянето ѝ като последователни или паралелно действащи СМО с цел оценка на бойната ѝ ефективност, която се явява първостепенна от оперативните способности на групировката.

2. Разделянето на потока от заявки на отделни потоци с определени плътности и средни стойности на височините и скоростите на целите позволява да се оцени приноса на всеки компонент от групировката към бойната ѝ ефективност и да се вземат обосновани решения относно състава и бойния ред.

Литература:

1. Атанасов А., Необходими оперативни възможности на групировка за ПВО при прикритие на обекти от критичната инфраструктура, В. Търново, 2012.

2. Митрев Д, Димитров Д., Основи на управлението на огъня на зенитните подразделения, ВА, Шумен, 2003.

3. Кругликов С., Методика решения задачи многофакторного целеразпределения в автоматизированной системе управления, Журнал „Доклады БГУИР“, бр. 5, 2013.

4. Стоянова В., Възможности на Матлаб за работа с изображения, Сборник от научни трудове, фак. „А, ПВО и КИС“, Шумен, 2014 , ISSN 1314-1953, стр.250-256