

Grey Scale #13



DANES-PICTA.COM

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP
im. generała broni Karola Świerczewskiego

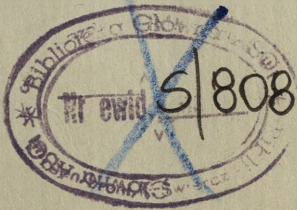
ODDZIAŁ — 2, KATEDRA — 31

4

ppłk dr inż. Roman KULCZYCKI

PROJEKT

**ZASTOSOWANIE TEORII MASOWEJ OBSŁUGI
DO OCENY EFEKTYWNOŚCI ODPARCIA NALOTU
PRZEZ ODDZIAŁ (ZT) WR OPK**



4203

WARSZAWA

LUTY

1975



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP
im. generała broni Karola Świerczewskiego

ODDZIAŁ — 2, KATEDRA — 31

4

ppłk dr inż. Roman KULCZYCKI

PROJEKT

**ZASTOSOWANIE TEORII MASOWEJ OBSŁUGI
DO OCENY EFEKTYWNOŚCI ODPARCIA NALOTU
PRZEZ ODDZIAŁ (ZT) WR OPK**



4203

ppłk dr inż. Roman Kulczycki

PROJEKT

ZASTOSOWANIE TEORII MASOWEJ OBSŁUGI DO OCENY EFEKTYWNOŚCI
ODPARCIA NALOTU PRZEZ ODDZIAŁ /ZT/ WR OPK



Zastosowanie teorii masowej obsługi do oceny efektywności odparcia nalotu przez oddział /ZT/ WR OPK.

Dowódcy oddziału /ZT/ Wojsk Rakietowych Obrony Powietrznej Kraju, którym powierzono na obszarze PRL obronę określonych obiektów powinni mieć już teraz w czasie pokoju /przed nalotem/ ocenić efektywność będących w ich dyspozycji ugrupowań bojowych w odpieraniu nalotu.

Dokonanie takiej oceny jest problemem bardzo skomplikowanym i rozwiązanie go metodami konwencjonalnymi praktycznie jest niemożliwe.

Rozwiązania należy szukać nowoczesnymi metodami matematycznymi. Najbardziej przydatne do tego celu są metody statystyczne oraz teoria masowej obsługi. Metody statystyczne w których część zadań jest rozwiązywana sposobami heurystycznymi a część algorytmicznymi, wymagają zastosowania do obliczeń maszyn matematycznych. Konieczne jest również opracowanie złożonych algorytmów i programów.

W niniejszej pracy opisana jest metoda oceny efektywności oparta na teorii masowej obsługi. Umożliwia ona rozwiązanie problemu może mniej dokładnie aniżeli przy pomocy metod statystycznych ale za to istnieje możliwość wykorzystania jej przez każdego dowódcę oddziału /ZT/ bez konieczności użycia do tego celu złożonych algorytmów i programów.

Metoda ta w zależności od rodzaju ugrupowania oddziału /ZT/ oraz charakterystyki nalotów celów pozwala rozwiązać następujące typy interesujących nas zadań:

- ocenić efektywność odparcia nalotu przez oddział /ZT/ wyposażony w jednorodny zestaw rakietowy ugrupowany w jednym rzucie /zadanie typu "A"/;
- ocenić efektywność odparcia nalotu przez oddział /ZT/ wyposażony w jednorodny zestaw rakietowy ugrupowany w kilku rzutach /zadanie typu "B"/;

Przy czym przyjmuje się że środki jednorodne to te, których cykl strzelania " t_c " i prawdopodobieństwo zestrzelenia celu jedną rakieta " P_c " w przybliżeniu są sobie równe.

Do rozwiązania poszczególnych typów zadań proponuje się stosować odpowiednio jeden z dwóch algorytmów:

1. Algorytm do rozwiązania zadania typu "A"

a/ określ dane początkowe:

n /szt/ - liczbę zestawów raketowych biorących udział w odparciu nalotu z ocenianego kierunku;

t_c /min/ - średni cykl strzelania zestawów raketowych;

P_c - średnie prawdopodobieństwo z jakim może być zniszczony każdy cel przez zestawy raketowe biorące udział w odparciu nalotu;

N /szt/ - spodziewaną w nalocie liczbę samolotów;

$\lambda \left[\begin{array}{l} \text{max.} \\ \text{min.} \end{array} \right]$ - intensywność nalotu.

b/ oblicz wskaźniki efektywności:

1^0 - prawdopodobieństwo przepuszczenia przez zestawy raketowe celów skierowanych na bronione obiekty z ocenianego kierunku.

$$P_p = \frac{\alpha^n}{n!} \cdot \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k}{k!}} ;$$

gdzie:

α - średnia liczba celów wlatujących w strefę ognia dywizjonów ogniowych w czasie t_c

$$\alpha = \frac{\lambda}{\nu} ; \quad \nu = \frac{1}{t_c}$$

k - liczba dywizjonów ogniowych biorący udział w odparciu nalotu na ocenianym kierunku.

2^0 - prawdopodobieństwo ostrzelenia każdego celu uczestniczącego w nalocie:

$$P_o = 1 - P_p ;$$

3° - prawdopodobieństwo zestrzelenia celów uczestniczących w nalocie:

$$P_z = P_0 \cdot P_c ;$$

4° - oczekiwaną liczbę celów ostrzelanych w nalocie:

$$M_0 = N \cdot P_0 ;$$

5° - oczekiwaną liczbę celów zestrzelonych w nalocie:

$$M_z = N \cdot P_z ;$$

6° - oczekiwaną liczbę celów, która przerwie obronę na ocenianym kierunku:

$$M_p = N / (1 - P_z) ;$$

7° - oczekiwaną liczbę dywizjonów ogniowych zajętych strzelaniem w czasie odpierania nalotu:

$$M_k = \sum_{k=1}^n k P_k ;$$

gdzie:

$$P_k = \frac{\frac{d^k}{k!}}{\sum_{k=0}^n \frac{d^k}{k!}} ;$$

8° - średni czas tracony przez zestawy raketowe na odparcie nalotu:

$$\Delta T \% = \frac{M_k}{n}$$

9° - czas trwania nalotu:

$$T_p = \frac{N}{\lambda} ;$$

10° - liczbę celów możliwą do ostrzelania przez każdy zestaw raketowy:

$$n_0 = \frac{N \cdot P_0}{n}$$

c/ Przeanalizuj obliczone wskaźniki efektywności i oceń efektywność odparcia nalotu przez oddział /ZT/ na badanym kierunku.

Przykład 1

Złożony obiekt na kierunku północno-zachodnim jest broniony przez 6 jednorodnych zestawów raketowych / $n=k=6$ /

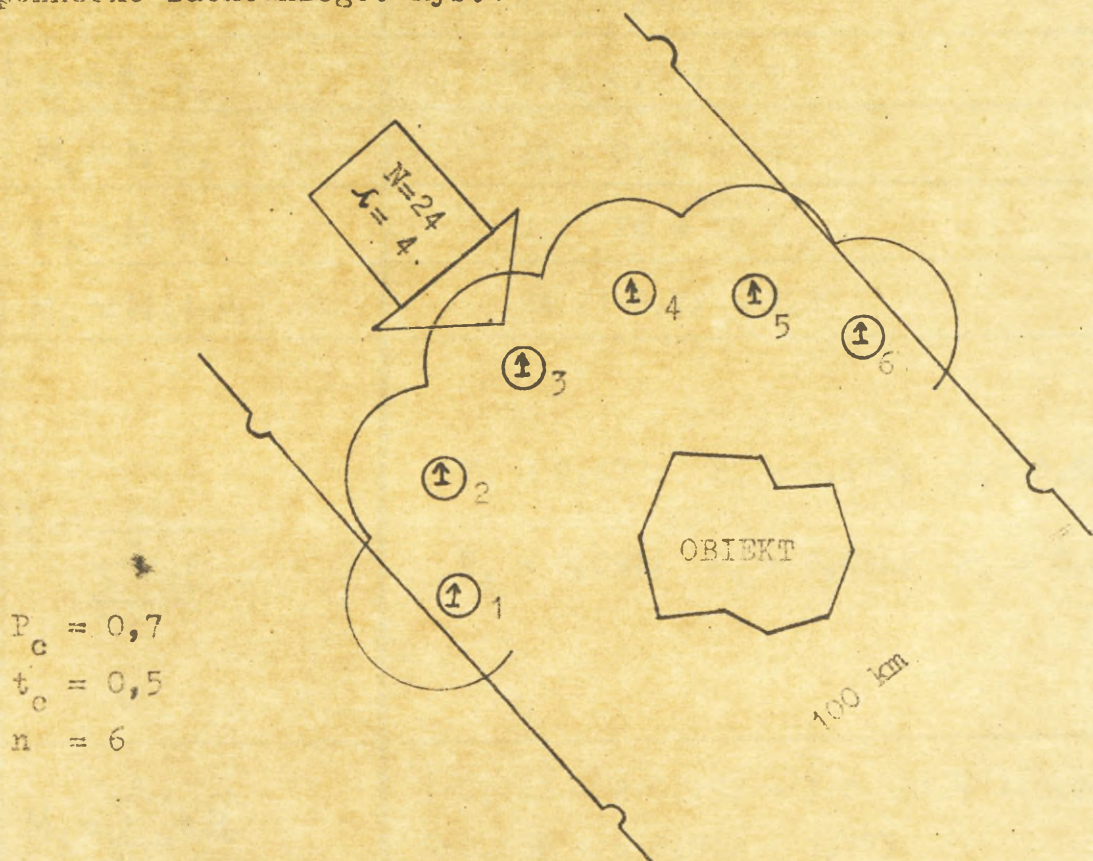
Przewiduje się że przeciwnik powietrzny na tym kierunku wykona nalot 24 samolotami / $N=24$ / z intensywnością $\lambda=4$ samoloty/1min.

Sredni cykl strzelania każdego zestawu raketowego $t_c=0,5$ min.

Srednie prawdopodobieństwo zniszczenia celu przez każdy zestaw raketowy, trzema raketami w warunkach zakłóceń $P_c=0,7$.

Zadanie do rozwiązania:

Oceń efektywność osłony złożonego obiektu z kierunku północno-zachodniego. Rys.1



Rys.1 Ugrupowanie bojowe związku taktycznego WR OFK w obronie złożonego obiektu na kierunku północno-zachodnim. /wariant/

BLANKIET DO ROZWIĄZANIA ZADANIA TYPU "A"

/środkki jednorodne w jednym rzucie/

Lp.	WZORY DO OBLICZEŃ	DANE POZATKOWE				
		N= 24	λ= 4	n= 6	t _c = 0,5	P _c = 0,7
1.	$\lambda = 1 : t_c$	1 : 0,5				
2.	$\mathcal{L} = \lambda : \lambda$	4 * 0,5 = 2 samoloty				
3.	$P_p = \frac{\frac{\lambda^n}{n!}}{\sum_{k=0}^n \frac{\lambda^k}{k!}}$	$\frac{2^6}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6} = 0,012$ $\frac{2^0}{0!} + \frac{2^1}{1!} + \frac{2^2}{2!} + \frac{2^3}{3!} + \frac{2^4}{4!} + \frac{2^5}{5!} + \frac{2^6}{6!}$				
4.	$P_0 = 1 - P_p$	1 - 0,012 = 0,99				
5.	$P_z = P_0 \cdot P_c$	0,99 * 0,7 = 0,7				
6.	$M_0 = N \cdot P_0$	24 * 0,99 = 24				
7.	$M_z = N \cdot P_z$	0,7 * 24 = 16,8				
8.	$M_p = N(1 - P_z)$	24 / 1 - 0,7/ = 7,2				
9.	$P_k = \frac{k!}{\sum_{k=0}^n \frac{\lambda^k}{k!}}$	$P_1 = 0,272; P_2 = 0,272; P_3 = 0,181;$ $P_4 = 0,091; P_5 = 0,036; P_6 = 0,012$				
10.	$M_k = \sum_{k=1}^n k \cdot P_k$	1 * 0,272 + 2 * 0,272 + 3 * 0,181 + 4 * 0,091 + 5 * 0,036 + 6 * 0,012 = 1,975				
11.	$\Delta T\% = M_k : n$	1,975 : 6 = 33%				
12.	$T_p = N : \mathcal{L}$	24 : 4 = 6				
13.	$N_0 = (N \cdot P_0) : n$	/24 * 0,99/ : 6 = 4				

2. Algorytm do rozwiązania zadania typu "B"

a/ określ dane początkowe

- $\langle t_c, P_c, N, \lambda \rangle$ tak jak dane początkowe do algorytmu dla zadania typu "A"

- n_i - liczbę zastawów raketowych w i-tym rzucie.

b/ oblicz wskaźniki efektywności:

1° - Prawdopodobieństwo przepuszczenia przez zestawy raketowe znajdujące się w i - rzutach celów skierowanych na broniony obiekt z ocenianego kierunku:

$$P_i = \frac{\frac{\lambda^{n_1} \lambda^{n_2} \dots \lambda^{n_i}}{n_1! n_2! \dots n_i!}}{\sum_{k=0}^{n_1+n_2+\dots+n_i} \frac{\lambda^k}{k!}}$$

2° - Pozostałe wskaźniki efektywności $\langle P_o, P_z, M_z, M_p, M_k, \Delta T \%, T_p, n_o \rangle$ oblicza się według wzorów 2° - 11° przedstawionych w algorytmie dla zadania typu "A"

c/ Przeanalizuj obliczane wskaźniki efektywności i oceń efektywność odparcia nalotu przez oddział /ZT/ na badanym kierunku.

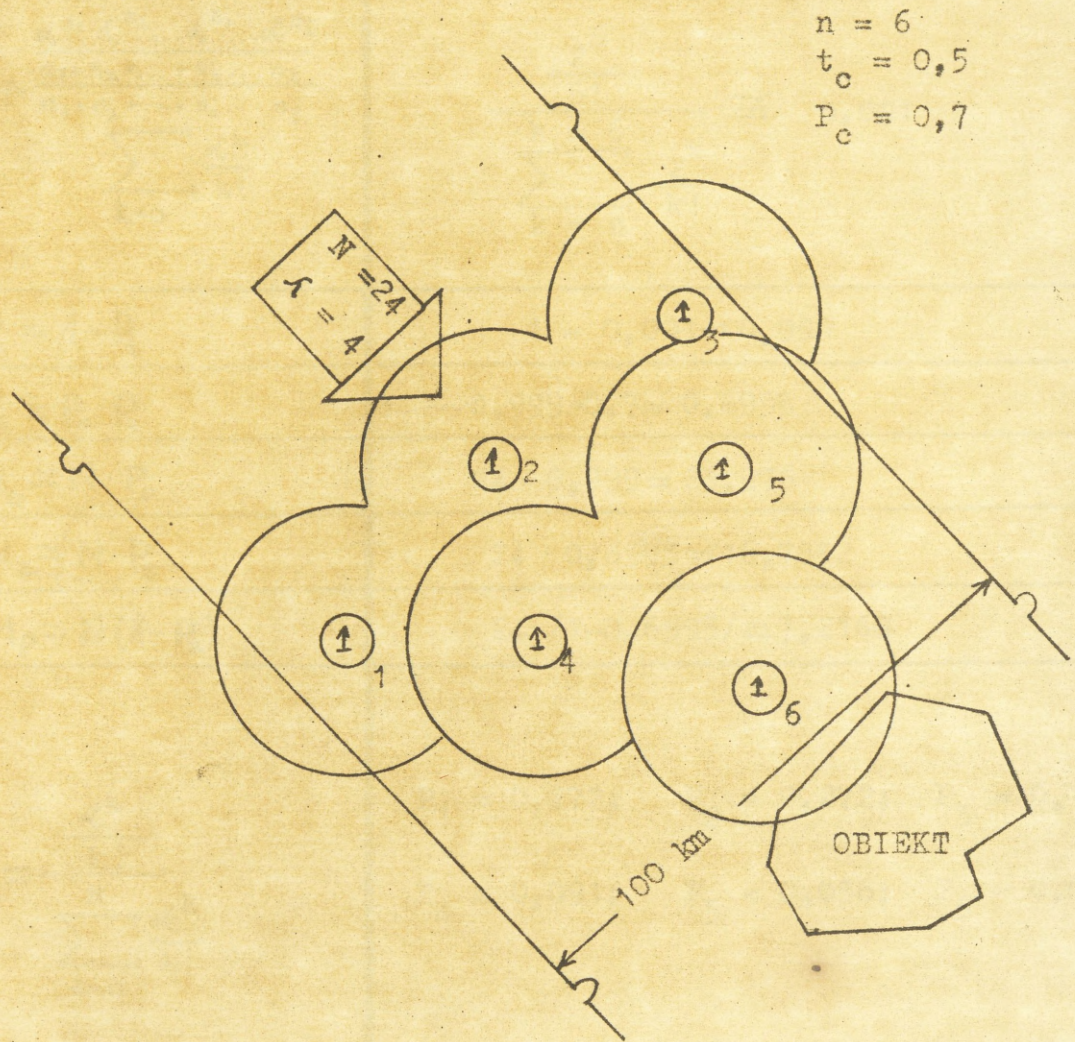
Przykład 2

Decyzją wyższego przełożonego obiekt z zadania 1, który był dotychczas osłaniany przez jednorodne zestawy raketowe ugrupowane w jednym rzucie, postanowiono bronić z zagrożonego kierunku zestawami raketowymi ugrupowanymi w trzech rzutach. W pierwszym rzucie ugrupowano 3 zestawy raketowe, w drugim 2 w trzecim 1.

Warunki nalotu oraz możliwości środków obrony jak w zadaniu 1.

Zadanie do rozwiązania:

- ocenić efektywność osłony złożonego obiektu z kierunku północno - zachodniego:



Rys. 2 Położenie zastawów rakietowych po zmianie ugrupowania.

BLANKIET DO ROZWIĄZANIA ZADANIA TYPU "B"
/środkci jednorodne w "I" rzutach/

Lp.	WZORY DO OBLICZEŃ	DANE POZĄTKOWE				
		N= 24	$\lambda = 4$	n= 6	$t_c = 0,5$	$P_c = 0,7$
1	$\bar{v} = \lambda : t_c$	1 : 0,5 = 0,5				
2	$d = \lambda : \bar{v}$	4 : 0,5 = 2				
3	$P_{pi} = \frac{d^{n_1} \cdot d^{n_2} \cdot \dots \cdot d^{n_i} \cdot \dots \cdot d^{n_r}}{n_1! \cdot n_2! \cdot \dots \cdot n_i! \cdot \dots \cdot n_r!}$ $\sum_{k=0}^{\infty} \frac{d^k}{k!}$	$\frac{2^6}{6!} \cong 0,001$ $\sum_{k=0}^{\infty} \frac{2^k}{k!}$				
4	$P_0 = 1 - P_i$	1 - 0,001 \approx 0,999				
5	$P_z = P_0 \cdot P_c$	0,999 \cdot 0,7 \approx 0,6993				
6	$M_0 = N \cdot P_0$	24 \cdot 0,999 \approx 23,976				
7	$M_z = N \cdot P_z$	24 \cdot 0,6993 \approx 16,7832				
8	$M_p = N(1 - P_z)$	24 / 1 - 0,6993 / \approx 7,2168				
9	$P_k = \frac{\frac{d^k}{k!}}{\sum_{k=0}^{\infty} \frac{d^k}{k!}}$	$P_1 = 0,272; \quad P_2 = 0,272; \quad P_3 = 0,181;$ $P_4 = 0,091; \quad P_5 = 0,036; \quad P_6 = 0,012.$				
10	$M_k = \sum_{k=1}^n k \cdot P_k$	$1 \cdot 0,272 + 2 \cdot 0,272 + 3 \cdot 0,181 + 4 \cdot 0,091 +$ $5 \cdot 0,036 + 6 \cdot 0,012 = 1,975$				
11	$\Delta T \% = M_k : n$	1,975 : 6 \approx 33				
12	$T_p = N : \lambda$	24 : 4 = 6				
13	$N_0 = (N \cdot P_0) : n$	/24 \cdot 0,99 / : 6 = 4				

Przedstawiona w pracy metoda może być z powodzeniem również zastosowana do oceny możliwości systemu naprowadzania lotnictwa myśliwskiego na cele powietrzne, oceny wydajności systemu radiolokacyjnego w śledzeniu celów powietrznych jak również do oceny efektywności ugrupowania jednostek zakłócających.

Praktyczne zastosowanie tej metody do ilościowo - jakościowej oceny efektywności w tych problemach da w efekcie zawsze lepsze rozwiązanie od najlepszych otrzymywanych metodami konwencjonalnymi.

Literatura:

1. Podstawy badań operacji w technice wojskowej - J.B. Czujew
2. Teoria powietrznego strzelania - B.C. Pugaczew
3. Co to jest teoria masowej obsługi - A.U. Prochorow
4. Metody badań operacji - F.M. Morz



