

**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. generała broni K. Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA

**JAWNE**  
SŁUŻBOWEGO

Egz. Nr 0030

mjr dypl. Tadeusz KROPIOWSKI  
mjr dypl. Kazimierz SAŁAS

**Temat: METODYKA OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI  
BOJOWYCH ARTYLERII RAKIETOWEJ OPK**  
(Skrypt wykładu)



REMBERTÓW

WRZESIEŃ

**ARCHIWUM**  
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ  
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Świerczewskiego  
833621

11/3  
**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. generała broni K. Świerczewskiego

---

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA

**JAWNE**  
ŚLUBOWEGO

~~SECRET~~  
Egz. Nr 0030

11

mjr dypl. Tadeusz KROPIOWSKI  
mjr dypl. Kazimierz SAŁAS

**Temat: METODYKA OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI  
BOJOWYCH ARTYLERII RAKIETOWEJ OPK**  
(Skrypt wykładu)



---

REMBERTOW

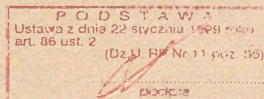
WRZESIEŃ

**ARCHIWUM**  
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ  
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Świerczewskiego  
833621

A K A D E M I A   S Z T A B U   G E N E R A L N E G O  
im.gen.broni K.Swierczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA

**JAWNE**  
SLUZBOWEGO



~~XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX~~

Egz.Nr ....0030

"ZATWIERDZAM"  
SZEF KATEDRY WOJSK OPK

płk dr Jan UCHANSKI

Dnia ..... 1964 r.



mjr dypl. Tadeusz KROPIOWSKI

mjr dypl. Kazimierz SALAS

METODYKA OKRESLANIA MOŻLIWOSCI BOJOWYCH ARTYLERII  
RAKIETOWEJ OPK

Skrypt wykładu

*pod. przed 12657*

WARSZAWA-REMBERTOW

wzrost **ARCHIWUM** 1964 r.  
**SIBLIOTKI SZKOLENIOWE**  
**KADEMII SZTABU GENERALNEGO**  
im. gen. broni K. Swierczewskiego  
**833621**

TRESC ZAGADNIEN

W S T E P

	str.
I. MOŻLIWOSCI BOJOWE ARTYLERII RAKIETOWEJ OPK	3
1. Czynniki określające możliwości bojowe artylerii rakiety- wej OPK	3
2. Możliwości ogniowe artylerii raketowej OPK	4
3. Możliwości osłony	17
4. Możliwości osiągnięcia gotowości bojowej i możliwości wykonywania manewru artylerii raketowej OPK.	21
II. OKRESLANIE MOŻLIWOSCI BOJOWYCH PODODDZIAŁOWI ODDZIAŁOW ARTYLERII RAKIETOWEJ OPK	22
1. Określanie możliwości ogniowych dywizjonu ogniowego	22
2. Określanie możliwości ogniowych pułku artylerii rakiety- wej OPK.	32
3. Określanie możliwości osłony	40
<u>ZAKONCZENIE.</u>	41

W S T E P

Właściw<sup>e</sup>~~ym~~ wykorzystani<sup>e</sup> pododdziałów i oddziałów artylerii raketowej OPK jest możliwe jedynie w oparciu o głęboką znajomość ich możliwości bojowych. Dlatego też niezwykle ważnym zagadnieniem jest znajomość <sup>omniane</sup> metody określania tych możliwości.

W skrypcie ~~podawane~~ są możliwości bojowe i metodyka ich określenia w oparciu o zestaw SA-75M i pocisk W-750W.

Skrypt nie wyczerpuje całości tematu, ponieważ wiele zagadnień nie zostało uzasadnionych ze względu na brak danych odnośnie wpływu szeregu czynników na możliwości bojowe; brak materiałów odnośnie strzelań doświadczalnych oraz ze względu na to, iż metody określania możliwości bojowych oraz czynników od których one zależą mogą być różne.

I. MOŻLIWOSCI BOJOWE ARTYLERII RAKIETOWEJ OPK

1. Czynniki określające możliwości bojowe artylerii raketowej OPK.

Pod poj<sup>ciem</sup> możliwości bojowych artylerii raketowej OPK należy rozumieć jej zdolność do wykonywania zadań bojowych w walce z nieprzyjacielem powietrznym.

Do głównych czynników, które składają się na możliwości bojowe artylerii raketowej OPK, należą:

- możliwości ogniowe,
- możliwości osłony obiektów lub rejonów,
- możliwości osiągnięcia gotowości bojowej,
- możliwości wykonywania manewru.

Na możliwości bojowe artylerii raketowej wpływają również:

- odporność sprzętu i ugrupowania artylerii na działalność nieprzyjaciela,
- możliwości zastosowania ładunków jądrowych,
- charakter celu powietrznego i stosowany manewr obronny.

Z powyższego można wyciągnąć wniosek, że aby określić możliwości bojowe należy przede wszystkim znać czynniki, które składają się na te możliwości.

## 2. Możliwości ogniowe artylerii raketowej OPK

Termin "możliwości ogniowe" artylerii raketowej OPK wyraża jej zdolność do niszczenia maksymalnej ilości celów powietrznych z wymaganym prawdopodobieństwem w określonym odstępie czasu.

Podobnie jak możliwości bojowe, możliwości ogniowe artylerii raketowej zależą od wielu czynników, z których najważniejszymi są:

- skuteczność strzelania,
- niezawodność eksploatacyjna sprzętu.
- rozmiary strefy ognia tj. przestrzeni, w której następuje niszczenie celów powietrznych,
- wydajność ogniowa,
- zapas pocisków na stanowiskach ogniowych i możliwości ich uzupełniania w czasie walki.

Możliwości ogniowe zależą również od charakteru nalotu środków napadu powietrznego nieprzyjaciela, poziomu wyszkolenia bojowego i zgrania obsłóg, ich stanu moralno-politycznego, a także od stopnia gotowości bojowej pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych artylerii raketowej OPK.

Istotny wpływ na możliwości ogniowe wywiera również ugrupowanie bojowe. Tylko prawidłowo ugrupowane pododdziały, oddziały lub związki taktyczne mogą w pełni wykorzystać swoje możliwości ogniowe.

Dla uzyskania pełnego obrazu możliwości ogniowych artylerii raketowej WOPK należy kolejno rozpatrzyć główne czynniki, od których te możliwości zależą.

### a/ Skuteczność strzelania.

Określając skuteczność strzelania należy rozróżniać skuteczność strzelania jednego dywizjonu i skuteczność strzelania oddziału /związku taktycznego/ w ugrupowaniu bojowym.

Dla dywizjonu ogniowego /dla jednego zestawu/ wskaźnikami skuteczności strzelania są:

- prawdopodobieństwo rażenia celu /przy strzelaniu do celu pojedynczego/;
- nadzieja matematyczna oczekiwanej ilości zniszczonych samolotów lub innych obiektów powietrznych wchodzących w skład celu grupowego;
- nadzieja matematyczna oczekiwanej ilości zniszczonych celów, jeżeli określa się skuteczność niszczenia środków napadu powietrznego w określonym czasie.

Wskaźnikiem skuteczności strzelania oddziałów i związków taktycznych artylerii raketowej jest nadzieja matematyczna oczekiwanej ilości zniszczonych celów /samolotów, samolotów-pocisków itp./.

Ponieważ skuteczność strzelania oddziałów i związków taktycznych zależy od skuteczności strzelania dywizjonów, w pierwszej kolejności celowo jest rozpatrzyć wskaźniki skuteczności strzelania dywizjonu /zestawu/.

Skuteczności strzelania artylerii raketowej OPK nie ocenia się na podstawie wyników jednego lub kilku strzelań, ponieważ uzyskany w ten sposób wynik posiada charakter przypadkowy i może się znacznie różnić od wyniku rzeczywistego.

Aby uzyskać rezultaty zbliżone do rzeczywistych ocenę należy przeprowadzić na podstawie dużej ilości strzelań w różnorodnych warunkach.

W ten sposób określane jest prawdopodobieństwo <sup>rażeń</sup> ~~niszczenia~~ nia celu jednym lub kilkoma pociskami a uzyskany wynik przyjmuje się za podstawę do określania oczekiwanej skuteczności strzelań.

Gdy jest pewność, że cel zostanie zniszczony, wartość prawdopodobieństwa rażenia wynosi 1; mniejsze, prawdopodobieństwo jest oczywiście ułamkiem dziesiętnym.

Przyjmuje się, że prawdopodobieństwo rażenia celu jest dostatecznie wysokie wówczas, gdy jego wartość równa się  $0,9 \div 0,95$ .

Dlatego też, cele powietrzne należy zwalczać taką ilością

pocisków, która zapewnia uzyskanie wymaganej wartości prawdopodobieństwa rażenia.

Dla różnych typów pocisków, jak również dla pocisków jednego typu lecz naprowadzanych w różnych warunkach, prawdopodobieństwo ~~rażenia~~ celu może mieć różną wartość.

Tak na przykład dla pocisku W-750W wartość prawdopodobieństwa ~~rażenia~~ celu wynosi średnio  $0,66-0,77$ .<sup>x/</sup>

Prawdopodobieństwo rażenia celu kilkoma /n/ pociskami /P<sub>n</sub>/ oblicza się ze wzoru:

$$P_n = 1 - [1-p_1/ \cdot 1-p_2/ \dots 1-p_n/]$$

gdzie:

p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub>, p<sub>n</sub> - prawdopodobieństwo rażenia celu pierwszym, drugim, n - tym pociskiem.

Jeżeli w czasie strzelania dla każdego kolejnego pocisku wartość prawdopodobieństwa rażenia celu nie ulega zmianie tzn. gdy p<sub>1</sub> = p<sub>2</sub> = ... = p<sub>n</sub> wówczas prawdopodobieństwo rażenia celu n - pociskami /P<sub>n</sub>/ można obliczyć ze wzoru:

$$P_n = 1 - 1-p_1/n$$

gdzie:

p<sub>1</sub> - prawdopodobieństwo rażenia celu jednym pociskiem.

n - ilość pocisków.

Potrzebną ilość pocisków /n/ dla uzyskania wymaganego prawdopodobieństwa rażenia celu można określić ze wzoru:

$$n = \frac{\lg /1 - P_n/}{\lg /1 - p_1/}$$

gdzie: n - potrzebna ilość pocisków,

P<sub>n</sub> - wymagane prawdopodobieństwo rażenia celu;

p<sub>1</sub> - prawdopodobieństwo rażenia celu jednym pociskiem.

Posługując się tymi wzorami określa się jeden ze wskaźników skuteczności strzelania zestawu - prawdopodobieństwo rażenia celu.

x/ Posobiye po izuczeniju prawik strielby ZUR sistiemy - 75.  
Wydanie 1963.

Drugi wskaźnik skuteczności strzelania zestawu to nadzieja matematyczna oczekiwanej ilości zniszczonych celów. Wskaźnik ten wyraża skuteczność strzelania do celu grupowego oraz świadczy o skuteczności strzelania do wielu celów zwalczanych przez artylerię raketową.

Nadzieję matematyczną ilości zniszczonych celów /NMc/ można obliczyć ze wzoru:

$$NMc = \sum_{i=1}^r /P_n/i$$

gdzie:

$P_n$  - prawdopodobieństwo rażenia "i" - tego celu "n" pociskami,  
r - ilość celów.

Określając skuteczność strzelania uwzględnia się również charakter środków napadu powietrznego.

Istotny wpływ na skuteczność strzelania wywiera m.i. manewr celu, stosowanie zakłóceń oraz ewentualne prowadzenie ognia do pocisku w czasie jego lotu do celu.

Stosowanie przez środki napadu powietrznego wymienionych przeciwdziałań, obniża prawdopodobieństwo rażenia celu, w związku z tym, określając prawdopodobieństwo rażenia celu należy uwzględniać współczynniki wyrażające wpływ poszczególnych form przeciwdziałania na strzelanie artylerii raketowej.

W zasadzie dowódca pododdziału czy oddziału artylerii raketowej nie jest w stanie określić wartości tych współczynników zwłaszcza w warunkach, kiedy strzelań nie prowadzono lub zwalczano małą ilość celów. W tej sytuacji wartości poszczególnych współczynników przyjmuje się takie, jakie są udostępniane dowódcom na podstawie strzelań doświadczalnych.

Tak na przykład przyjmuje się, że współczynnik uwzględniający wpływ zakłóceń /Kz/ wynosi  $0,5 - 0,7^{x/}$ .

Współczynnik uwzględniający wpływ manewru celu przeciwniczej do niego rakiecie / $K_M$ / przyjmuje się równy:

- dla 1-go pocisku 0,7;

- dla 2-go i 3-go poc. 0,95.

x/ Wartości poszczególnych współczynników podano na podstawie notatek wykładów w Akademii ZSRR.

Współczynnik uwzględniający przeciwdziałanie ogniowe celu na pocisk  $K_0$  również posiada różną wartość dla poszczególnych pocisków i tak:

- dla 1-go pocisku 0,6;
- dla następnych pocisków /2 i 3/ - 1,0.

Wyżej podane wartości poszczególnych współczynników są jednak orientacyjne i nie należy ich przyjmować jako wartości stałe i obowiązujące.

Określając skuteczność strzelania oddziału ustala się nadzieję matematyczną ilości zniszczonych celów, która zależy od ilości strzelań oraz od prawdopodobieństwa rażenia celu przez strzelające pododdziały a także od dokładności kierowania ogniem i wskazywania celów. W ogólnym przypadku nadzieję matematyczną oczekiwanej ilości zniszczonych celów przez oddział /związek/  $NM_{c\text{ oddz.}}$  określa się wg wzoru:

$$NM_{c\text{ oddz.}} = M_{\text{strz}} \cdot P \cdot K_D$$

gdzie:

- $M_{\text{strz}}$  - ilość strzelań
- $P$  - prawdopodobieństwo rażenia celu przez dywizjony biorące udział w strzelaniu,
- $K_D$  - współczynnik uwzględniający dokładność dowodzenia i kierowania ogniem.

Nadzieję matematyczną oczekiwanej ilości zniszczonych celów przez oddział /związek taktyczny/ artylerii raketowej OPK można również określić ze wzoru:

$$NM_{c\text{ oddz.}} = \sum_{i=1}^r NM_{c/i/}$$

gdzie:

- $NM_{c/i/}$  - nadzieja matematyczna oczekiwanej ilości zniszczonych celów przez "i" dywizjon
- $r$  - ilość dywizjonów ogniowych.

0,66  
6,8  
0,528  
0,528  
0,528

b/ Niezawodność eksploatacyjna sprzętu.

Wskaźnikiem, który charakteryzuje niezawodność zestawu jest współczynnik niezawodności eksploatacyjnej  $/K_E/$  i wyraża on prawdopodobieństwo funkcjonowania aparatury zestawu w czasie przygotowania do strzelania i podczas prowadzenia ognia.

Współczesny poziom produkcji nie zabezpiecza absolutnej pewności pracy tak skomplikowanego sprzętu jakim jest zestaw rakietowy. Podczas pracy aparatury, nawet w warunkach systematycznych i dokładnie przeprowadzanych prac okresowych, mogą powstawać uszkodzenia. Zmniejszają one dokładności naprowadzania pocisków na cele, przy czym mogą powstać i takie uszkodzenia, które całkowicie uniemożliwiają wykonanie zadania bojowego.

Współczynnik niezawodności eksploatacyjnej zestawu  $/K_E/$  można określić ze wzoru:

$$K_E = \frac{M - M_u}{M}$$

gdzie:

M - ogólna ilość strzelań

$M_u$  - ilość strzelań, w czasie, których zaistniały niesprawności aparatury.

Podobnie jak współczynniki uwzględniające charakter celu, również i współczynnik niezawodności eksploatacyjnej zestawu winien być uwzględniany przy określaniu skuteczności strzelania.

Dla zestawu SA-75M i pocisku W-750W współczynnik niezawodności eksploatacyjnej  $/K_E/$  wynosi 0,8 - 0,95.

Po uwzględnieniu współczynnika niezawodności eksploatacyjnej prawdopodobieństwo rażenia celu zmniejsza się i dla tego zestawu oraz pocisku, przy zwalczaniu celu o powierzchni odbicia równej  $1 m^2$  kształtuje się w granicach  $x/$  - jak w tabeli:

x/ Posobię po izuczeniju prawik strielby ZUR sistiemy - 75.

Wydanie 1963 r.

Warunki strzelania	Prawdopodobieństwo rażenia celu przy strzelaniu		
	1 rakieta	2 raketami	3 rakiet.
Cel bez zakłóceń radioelektronicznych. Metoda naprowadzania - - połowiczne prostowanie. Sledzenie celu - automatyczne Vc=420 m/sek.	0,66-0,77 0,68 - 0,79	0,87-0,92	0,93-0,96

Należy jednak mieć na uwadze to, że w warunkach działań bojowych współczynnik niezawodności eksploatacyjnej będzie niższy, ponieważ warunki eksploatacji będą gorsze niż w okresie pokojowym.

Z powyższego można wyciągnąć następujące zasadnicze wnioski:

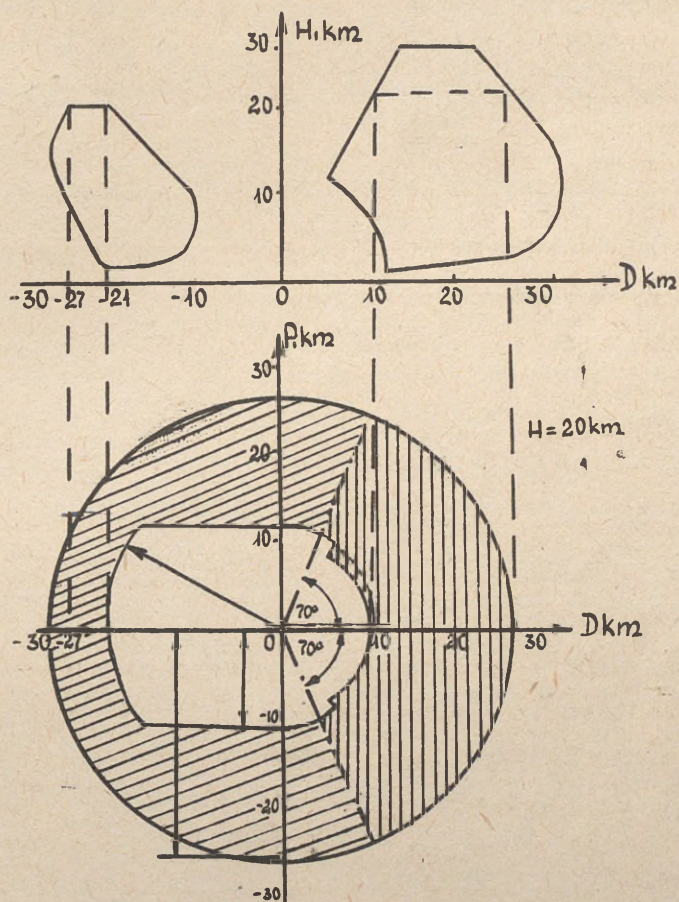
- określając możliwości ogniowe artylerii raketowej należy uwzględnić współczynnik niezawodności eksploatacyjnej zestawu,
- im wyższy współczynnik niezawodności eksploatacyjnej zestawu tym wyższa skuteczność strzelania, wobec czego należy dążyć do uzyskania bezwzględnej pewności działania całego zestawu.

#### c/ Strefa ognia.

Strefa ognia jest to przestrzeń w granicach, której następuje niszczenie celów powietrznych raketami. Strefa ta posiada odpowiednie rozmiary i granice. Poza granicami strefy ognia istnieje ewentualna możliwość niszczenia celu jednakże prawdopodobieństwo jest małe i dlatego, oceniając możliwości ogniowe, należy brać pod uwagę tylko strefę ognia.

Istotny wpływ na możliwości ogniowe posiada głębokość strefy ognia. Jest ona różna, a zależy od typu zestawu i pocisku oraz od wysokości i parametru kursu celu.

Na rys. nr 1 pokazana jest płaska strefa ognia jednego z zestawów artylerii raketowej OPK.



Rys.1. Płaska strefa ognia zestawu SA-75M /pocisku W-750W/  
Im większa jest głębokość strefy ognia /odległość od dalszej do bliższej granicy strefy/ tym większą ilością pocisków można ostrzelać cel powietrzny, a więc i większe są możliwości ogniowe.

Ponadto głębsza strefa ognia pozwala na zwalczanie celów lecących w mniejszych odstępach czasu, ponieważ po zniszczeniu jednego celu można ostrzelać kolejne cele zanim zdążą one wyjść ze strefy ognia.

d/ Wydajność ogniowa.

Pod pojęciem "wydajność ogniowa" należy rozumieć ilość pocisków wystrzelonych w określonym czasie.

Wydajność ogniowa może być różna w zależności od typu zestawu i powinna być tym większa, im mniejsze jest prawdopodobieństwo rażenia celu jednym pociskiem. Nie oznacza to jednak, że duża wydajność ogniowa nie jest wymagana przy dużym prawdopodobieństwie rażenia celu.

W ogólnym przekroju, na wydajność ogniową wpływają możliwości stacji naprowadzania w zakresie śledzenia celów i naprowadzania pocisków oraz możliwości wyrzutni.

W zestawie SA-75M stacja naprowadzania pocisków umożliwia jednoczesne naprowadzanie na cel jednego, dwóch lub trzech pocisków, jest to uzależnione od tego, że stacja posiada trzy kanały naprowadzania pocisków i jeden kanał śledzenia celu. Ograniczenia te, są uwarunkowane względami konstrukcyjnymi, a przy ich określaniu niewątpliwie brano pod uwagę to, że prawdopodobieństwo rażenia celu dwoma lub trzema pociskami jest wystarczająco wysokie. Nie ma więc potrzeby zużywać większej ilości pocisków do jednego celu zważywszy, że ich ilość w dywizjonie ogniowym jest ograniczona.

Ponieważ minimalny odstęp między startem kolejnych pocisków w zestawie SA-75M wynosi 6 sek, dywizjon ogniowy jest w stanie wystrzelić jeden, dwa lub trzy pociski w czasie odpowiednio: 1, 6 i 12 sek. Po przeprowadzeniu startu tych pocisków i doprowadzeniu ich do miejsca spotkania z celem, można dokonać startu kolejnych: jednego, dwóch lub trzech pocisków z takim samym odstępem czasu jak poprzednio. Cykl ten można powtarzać pod warunkiem, że na wyrzutniach znajdują się gotowe do startu pociski.

Wydajność ogniową zależy od czasu trwania cyklu strzelania /Tc/, który składa się z czasu potrzebnego na ostrzelanie jednego celu /Ts/ oraz z czasu przeniesienia ognia na cel następny /Tp/.

$$T_c = T_s + T_p$$

Czas strzelania do celu powietrznego /od momentu startu pierwszego pocisku do chwili spotkania ostatniego pocisku z celem/  $T_S$  może być różny w zależności od wartości:

- $t_{st}$  - czasu startu pocisku z wyrzutni,
- $t_p$  - czasu lotu pocisku do punktu spotkania z celem,
- $t_i$  - odstępu czasu między kolejnymi startami pocisków.

Podobnie czas przeniesienia ognia  $T_p$  może być różny i zależy od sumy czasu potrzebnego na:

- wydanie komendy do przeniesienia ognia  $t_k$ ,
- naprowadzenie anteny stacji naprowadzania pocisków na cel  $t_n$ ,
- uchwycenie celu  $t_u$ ,
- przygotowanie danych początkowych do strzelania  $t_{pd}$ .

Dla zestawu SA-75M i pocisku W-750W poszczególne czasy podane są w tabelce:<sup>x/</sup>

$T_S$			$T_{po}$			
$t_{st}$	$t_p$	$t_i$	$t_k$	$t_n$	$t_u$	$t_{pd}$
2 sek.	47 sek.	6 sek.	5 sek.	11 sek.	7 sek.	40 sek.

Ze względu na to, że czasy strzelania i przeniesienia ognia są różne, cykl strzelania nie jest stały i zależy od konkretnej sytuacji bojowej oraz sposobu prowadzenia ognia.

Dla zestawu SA-75M cykl strzelania  $T_c$  obliczony z uwzględnieniem wyszczególnionych wyżej czasów wynosi: <sup>xx/</sup>

x/ Uczeńnoje posobije po izuczeniju prawil strielby ZUR sistiemy - 75. Wydanie 1962 r.

xx/ - tamże.

Sytuacja bojowa	Strzelanie prowadzi się		
	1 pociskiem	2 pociskami	3 pociskami
drugi cel widoczny na wskaźnikach SNP.	56 sek	68 sek	80 68 sek
drugi cel niewidoczny, dane przygotowane wg RSWP.	72 sek	78 sek 84	84 sek 96
drugi cel niewidoczny dane przygotowywane wg SNP	112 sek	118 sek 124	124 sek 136

Jak wynika z danych zawartych w powyższej tabeli, czas trwania cyklu strzelania wynosi około 1-2 min. Oznacza to, że w zależności od sytuacji bojowej po upływie 1-2 min. od chwili rozpoczęcia strzelania do jednego celu można rozpocząć zwalczanie celu następnego.

Jeżeli kolejne cele wchodzą w strefę ognia z odstępami czasowymi  $\Delta t$ , przy czym  $\Delta t \geq T_c$ , wówczas istnieje możliwość niszczenia poszczególnych celów na dalszej granicy strefy ognia.

W wielu przypadkach sytuacji bojowej odstępów czasowe między celami są mniejsze od czasu cyklu strzelania /  $\Delta t < T_c$ /. Istnieje wówczas możliwość zwalczania kolejnych celów przez wykorzystanie głębokości strefy ognia i czasu przebywania celu w strefie startu. Możliwość ta istnieje głównie przy jednorazowym przenoszeniu ognia.

W tym przypadku określa się minimalny odstęp czasowy  $\Delta t_{\min}$  przy którym można niszczyć następny cel. Jeżeli w zaistniałej sytuacji powietrznej  $\Delta t \geq \Delta t_{\min}$  wówczas dywizjon może niszczyć oba cele.

Minimalny odstęp czasowy pozwalający na przeniesienie ognia określa się ze wzoru:

$$\Delta t_{\min} = T_c + t_{i2} - T_{ps_2}$$

gdzie:  $T_c$  - czas cyklu strzelania /dla konkretnej sytuacji bojowej/

~

$t_{i_2}$  - sumaryczny odstęp czasu między startami kolejnych pocisków, którymi należy zwalczać drugi cel.

$T_{ps2}$  - czas przebywania drugiego celu w strefie startu

$\Delta t$  - odstęp czasowy między 1 i 2 celem.

Szczegółowo zagadnienie to ujęte jest w zasadach strzelania przeciwlotniczymi pociskami kierowanymi.<sup>x/</sup>

Jak już zaznaczono, na wydajność ogniową wpływają możliwości wyrzutni. Polega to na tym, że mimo iż stacja naprowadzenia pocisków jest w stanie naprowadzać kolejne pociski, strzelania prowadzić nie można jeżeli na wyrzutniach nie ma załadowanych i przygotowanych do startu pocisków. Dlatego też, określając wydajność ogniową, należy uwzględniać możliwości wyrzutni danego zestawu.

W skład zestawu SA-75M wchodzi sześć wyrzutni. Są one połączone parami z trzema kanałami naprowadzania pocisków<sup>xx/</sup>. Na każdej wyrzutni może się znajdować tylko jeden pocisk. Kolejne pociski należy dostarczać na samochodach transportowo załadowczych z ukryć, załadować na wyrzutnię i przygotować do startu. Na wykonanie tych czynności potrzebny jest określony czas i tak:

- czas dowiezienia pocisku z ukrycia do wyrzutni - około 1,5 - 2 min.
- czas załadowania pocisku na wyrzutnię około 1-2 min.
- czas na przygotowanie aparatury pocisku do startu - 2 min.

Łączny czas jaki upłynie od chwili startu pocisku z danej wyrzutni do przygotowania na niej następnego pocisku  $T_w$  wynosi 5-6 min.

Tak więc możliwości wyrzutni ograniczają wydajność ogniową, ponieważ w czasie prowadzenia ognia z nateżeniem na jakie pozwala stacja naprowadzania pocisków, mogą nastąpić przerwy w strzelaniu spowodowane brakiem gotowych do startu pocisków.

x/ Posobije po izuczeniju prawil strelby ZUR sistemy - 75.  
Wyd. 1963 str. 68 - 74.

xx/ 1 i 2 wyrzutnia - pierwszy kanał  
3 i 4 wyrzutnia - drugi kanał  
5 i 6 wyrzutnia - trzeci kanał.

$2 + 4 + 5 = 59 \text{ sek.}$

e/ Zapas pocisków na stanowisku ogniowym i możliwości ich uzupełnienia w czasie walki.

Rozpatrując możliwości ogniowe artylerii raketowej, należy brać pod uwagę możliwości dostarczania pocisków do dywizjonu ogniowego oraz możliwości przechowywania odpowiedniego zapasu pocisków na stanowisku ogniowym.

Ilość pocisków znajdujących się na stanowisku ogniowym może być różna.

W skład zestawu SA-75M wchodzi sześć wyrzutni. Na każdej wyrzutni może być załadowany tylko jeden pocisk. W związku z tym maksymalna ilość pocisków na wyrzutniach wynosi sześć sztuk. Dywizjon posiada również określoną ilość samochodów transportowo-załadowniczych /etatowo sześć + jeden zapasowy/ a na każdym z nich może znajdować się jeden pocisk.

Zatem na stanowisku ogniowym dywizjonu ogniowego wyposażonego w ten zestaw może znajdować się ilość pocisków w ilości równej sumie wyrzutni i samochodów transportowo-załadowniczych /12 sztuk/. Pozostałe pociski mogą być przechowywane w magazynach lub w dywizjonach technicznych, skąd dostarczane są na stanowisko ogniowe. Możliwości ich dowozu zależne są od możliwości przygotowania pocisków przez dywizjony techniczne oraz od odległości i prędkości ich przewozu. Odległości stanowisk ogniowych od dywizjonu technicznego mogą być rzędu 10-50 km. Prędkość kolumn z pociskami zależy od jakości nawierzchni drogi, a także od pory doby i roku. Przyjmuje się, że średnia prędkość marszu wynosi:

30-35 km/godz. po szosach

15-25 km/godz. po drogach gruntowych.

Dąży się jednak, by czas dostarczania pocisków był jak najkrótszy. Możliwości w tym zakresie określa się z zasady na podstawie uzyskanych praktycznie czasów.

Również możliwości przygotowania pocisków przez dywizjon techniczny określa się praktycznie przez sprawdzenie potoku technologicznego. Przy określaniu możliwości przygotowania pocisków przez dywizjon techniczny można korzystać z następującego

WZGONA:

$$T_K = T_1 + \frac{K}{n} - 1/T_{\max}$$

gdzie:  $T_K$  - czas trwania pracy konieczny dla przygotowania  
K pocisków,  
 $T_1$  - czas trwania pracy konieczny dla przygotowania  
pierwszego pocisku,  
K - ilość przygotowywanych pocisków,  
 $T_{max}$  - czas trwania pracy na stanowisku potoku technolo-  
gicznego, na którym wymagana jest najdłuższa  
operacja,  
n - ilość potoków technologicznych.

Ilość pocisków jaką może przygotować dywizjon w określo-  
nym czasie oblicza się z wozoru, który uzyskuje się po prze-  
kształceniu poprzedniego wyrażenia:

$$K = \frac{T_K - T_1}{T_{max}} + 1 \cdot n;$$

Wydajność dywizjonu technicznego -  $W_{dt}$  / ilość pocisków  
przygotowywanych w ciągu godziny/ określa się z wozoru:

$$W_{dt} = \frac{60 / K - 1 /}{T_K - T_1} ;$$

Aby określić wydajność dywizjonu technicznego należy  
znać ilość przygotowanych pocisków, czas pracy konieczny dla  
ich przygotowania oraz czas trwania pracy nad przygotowaniem  
pierwszego pocisku.

### 3. Możliwości osłony.

Artyleria raketowa OPK osłania obiekty, rejony lub  
najważniejsze kierunki spodziewanych nalotów środków napadu  
powietrznego. W związku z tym dowódcę i sztab interesują  
możliwości osłony danego obiektu /rejonu, kierunku/ przez od-  
dział lub związek taktyczny artylerii raketowej. Możliwości  
te zależą od charakteru działań środków napadu powietrznego,  
ilości dywizjonów oraz ich ugrupowania, a także od możliwości  
osłony przez poszczególne dywizjony ogniowe.

Możliwości osłony dywizjonu zależą od rozmiarów strefy ognia. Im większa jest strefa ognia, tym większą przestrzeń może osłaniać dany dywizjon.

Jednym z głównych wskaźników możliwości osłony jest promień osłony /rys.2/. Jest to odległość od granicy osłanianego obiektu do rubieży na której mogą być niszczone cele powietrzne lecące na ten obiekt z dowolnego kierunku. Tą rubież stanowi w zasadzie dalsza granica strefy ognia. Ponieważ przyjmuje się jednak, że dla zapewnienia wysokiego prawdopodobieństwa ~~z~~ zniszczenia celu powietrznego konieczny jest start kilku pocisków, zatem można przyjąć, że rubież osłony znajduje się na odległości mniejszej od obiektu niż dalsza granica strefy ognia poszczególnych dywizjonów ogniowych o odległość równą  $S_{min}$ , którą przeleci cel w czasie dokonywania startu wymaganej ilości pocisków.

$$S_{min} = V_c / n-1/ \cdot t_1$$

gdzie:

$V_c$  - prędkość celu

$n$  - ilość pocisków

$t_1$  - odstęp czasowy między startem kolejnych pocisków.

Dla zestawu SA-75M przyjmuje się zwykle wartości

$$V_c = 420 \text{ m/sek}; n = 3; t_1 = 6 \text{ sek.}$$

Stąd  $S_{min} = 5 \text{ km.}$

Uwzględniając wartość  $S_{min}$  promień osłony  $R_{osł}$  określa się dla konkretnego ugrupowania bojowego z "Planu osłony obiektu" przy czym wartość jego winna wynosić

$$R \leq R_{osł} \leq R_{ub} + /d_{D/H}/ - S_{min};$$

gdzie:

$R$  - odległość rubieży wykonania zadania  $/R_{wz}/$  od obiektu.

$R_{ub}$  - promień ugrupowania bojowego,

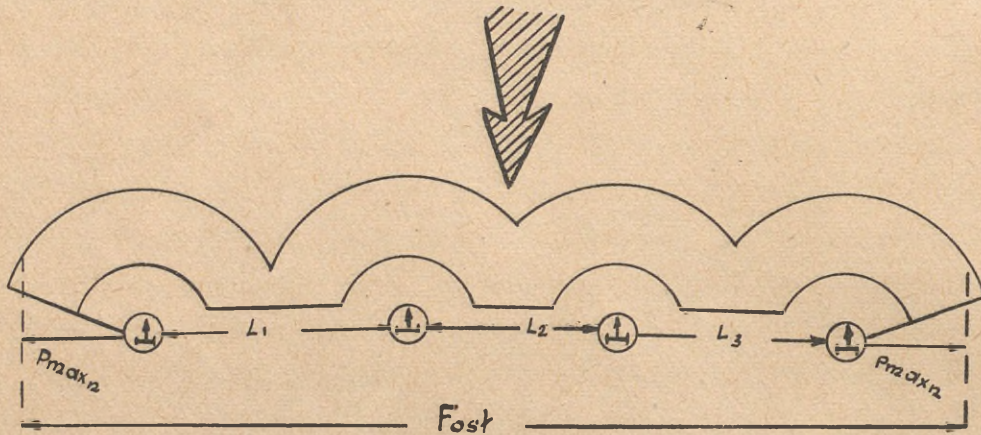
$d_{D/H}$  - rzut poziomy odległości do dalszej granicy strefy ognia dla przyjętej wysokości.



Wskazany jest, aby promień osłanianego rejonu /obszaru/  $R'_{osł}$  był większy od promienia obiektu ponieważ w tym przypadku powierzchnia osłanianego obszaru  $S_{osł}$  jest większa od powierzchni obiektu.

Jeżeli natomiast  $R'_{osł} = R_{ob}$  wówczas  $S_{osł} = S_{ob}$ .

Organizując osłonę obiektów wydłużonych, albo kiedy artyleria raketowa ugrupowana jest liniowo /na rubieży/ określa się front osłony  $/F_{osł}/$  Rys.nr 3.



Rys.3. Front osłony  $/F_{osł}/$

Szerokość tego frontu można określić ze wzoru:

$$F_{osł} = 2P_{max_n} + \sum L_i$$

gdzie:  $P_{max_n}$  - maksymalny parametr przy jakim może być ostrzelany cel n - pociskami zapewniającymi wymagane prawdopodobieństwo zniszczenia celu.

L - odstęp między sąsiednimi dywizjonami.

Jeżeli odstęp między sąsiednimi dywizjonami są jednakowe wówczas:

$$F_{osł} = 2P_{max_n} + /N-1/ \cdot L$$

gdzie:

N - ilość dywizjonów, pozostałe symbole - jak wyżej.

W przypadku rozmieszczenia wszystkich dywizjonów na maksymalnych odległościach:

$$F_{osł} = 2P_{\max_n} \cdot N$$

Zakłada się przy tym, że odstęp między dywizjonami  $L_i \leq 2P_{\max_n}$

#### 4. Możliwości osiągnięcia gotowości bojowej i możliwości wykonywania manewru artylerii raketowej OPK.

W wojskach OPK wymaga się, aby czasy osiągania gotowości bojowej były jaknajkrótsze. W artylerii raketowej, czasy te zależą głównie od właściwości technicznych sprzętu raketowego i poziomu wyszkolenia obsług. Utrzymywanie wszystkich pododdziałów artylerii raketowej w ciągłej gotowości do prowadzenia ognia jest trudne do osiągnięcia, w związku z tym ustala się kilka stopni gotowości bojowej. Różnice między poszczególnymi stopniami gotowości bojowej polegają na tym, że czasy przejścia z danego stopnia do pełnej gotowości bojowej/gotowości do prowadzenia ognia/są różne.

Przyjmuje się zasadę, że im wyższy stopień gotowości tym krótszy jest ten czas.

Dla różnych typów zestawów czasy osiągania gotowości bojowej mogą być różne. Dla zestawu SA-75 M czas przejścia z gotowości nr 2<sup>x/</sup> do gotowości nr 1 wynosi 6 lub 11 min w zależności od tego czy aparatura zasilona jest energią elektryczną z sieci przemysłowej czy z własnych elektrowni. Określając ten czas uwzględnia się głównie:

- czas uruchomienia źródeł zasilania,
- czas włączenia stacji naprowadzania pocisków i całego zestawu,
- czas na przeprowadzenie kontroli funkcjonowania aparatury zestawu.

---

x/ Dywizjon ogniowy pełniący dyżur bojowy znajduje się w gotowości Nr 2.

Możliwości manewru artylerii raketowej zależą również od właściwości technicznych sprzętu, stopnia wyszkolenia i zgrania obsłóg oraz od warunków atmosferycznych, terenu i odległości na jaką manewr jest przeprowadzany.

Ogólny czas konieczny na wykonanie manewru obejmuje sumę czasu potrzebnego na zwijanie, rozwijanie i przygotowanie do strzelań sprzętu oraz wykonanie marszu.

Ze względu na to, że zagadnienie manewru artylerii raketowej opracowane jest oddzielnie, w skrypcie tym nie zostało ono rozwinięte.

## II. OKRESLANIE MOŻLIWOSCI BOJOWYCH PODODDZIAŁÓW I ODDZIAŁÓW ARTYLERII RAKETOWEJ OPK

Określając możliwości bojowe artylerii raketowej w zakresie zwalczania środków napadu powietrznego ocenia się przede wszystkim:

- możliwości ogniowe pododdziałów i oddziałów;
- możliwości osłony obiektów.

Ponieważ możliwości bojowe artylerii raketowej OPK zależą od możliwości pododdziałów, dlatego celowe jest ustalenie w pierwszej kolejności możliwości bojowych pododdziałów, a następnie możliwości oddziałów lub związków taktycznych.

W skrypcie przedstawiony jest sposób określania możliwości bojowych w oparciu o zestaw SA-75M i pocisk W-75OW.

### 1. Określanie możliwości ogniowych dywizjonu ogniowego.

Określając możliwości ogniowe dywizjonu w pierwszym rzędzie ocenia się możliwości zestawu w zakresie:

- jednoczesnego prowadzenia ognia do kilku celów;
- możliwości przenoszenia ognia na kolejne cele oraz czasu, w ciągu którego dywizjon wyczerpuje swe możliwości w zależności od sposobu prowadzenia ognia;
- skuteczności strzelania.

Sposób określania możliwości dywizjonu w zakresie jednoczesnego prowadzenia ognia polega w zasadzie na tym, że uwzględnia się ilość kanałów śledzenia celu w stacji naprowadzania pocisków.

SNP zestawu SA-75M posiada jeden kanał śledzenia celu oraz trzy kanały naprowadzania pocisków. Oznacza to, że przy pomocy tego zestawu można zwalczać jednocześnie tylko jeden cel jednym, dwoma lub trzema pociskami.

Możliwości przenoszenia ognia na kolejne cele określa się analitycznie wykorzystując czas cyklu strzelania  $T_c$  lub sposobem graficznym.

Zagadnienie to przedstawiają poniższe przykłady:

Przykład: Określić możliwości jednorazowego przeniesienia ognia jeżeli w strefie<sup>e</sup> ognia dywizjonu wchodzi dwa cele z odstępem czasowym  $\Delta t = 1$  min. Czas przebywania ~~celu~~ w strefie startu każdego celu  $T_{ps} = 30$  sek. Cele lecą z jednego kierunku i widoczne są na wskaźnikach naprowadzania SNP. Każdy cel należy niszczyć seriami po dwa pociski.

Rozwiązanie:

I. Określa się cykl strzelania dla przyjętych warunków

a/ czas prowadzenia ognia do pierwszego celu wynosi: <sup>x/</sup>

$$T_s = t_{st} + t_p + t_i$$

$$T_s = 2 + 47 + 6 = 55 \text{ sek.}$$

b/ czas przeniesienia ognia

$$T_p = t_k + t_n + t_u + t_{pd}$$

$$T_p = 0 + 0 + 7 + 0 = 7 \text{ sek.}$$

Stąd:  $T_c = T_s + T_p$ ;

$$T_c = 55 + 7 = 62 \text{ sek.}$$

Oznacza to, że po 62 sek od chwili startu pierwszego pocisku do pierwszego celu można dokonać startu pocisku do celu następnego.

-----  
x/ Znaczenie symboli str.12÷13

Minimalny odstęp czasowy między celami wchodzącymi w strefę ognia dywizjonu, przy którym istnieje możliwość niszczenia celów seriami po dwa pociski w warunkach przyjętych w zadaniu, wynosi:

$$\Delta t_{\min} = /T_c + t_{i2} / - T_{ps}, x/$$

$$\Delta t_{\min} = 62' + 6 - 30 = 38 \text{ sek.}$$

Ponieważ  $\Delta t = 60$ , a  $\Delta t_{\min} = 38 \text{ sek.}$ , czyli

$$\Delta t > \Delta t_{\min};$$

istnieje więc możliwość niszczenia każdego z celów serią dwóch pocisków.

Jeden ze sposobów graficznego określania możliwości kolejnego zwalczania celów przedstawiony jest na poniższym przykładzie.

Przyjęto warunki, że:

- czas cyklu strzelania  $T_c = 2 \text{ min.}$
- czas ponownego załadowania wyrzutni  $T_w = 5 \text{ min.}$
- na stanowisku ogniowym znajduje się 1 jo /12 sztuk pocisków/.

Możliwości dywizjonu w tych warunkach przedstawione są w poniższych tabelach:

a/ gdy każdy cel ostrzeliwany jest 1 pociskiem.

Nr kanału	Wy-rzutnia	0	2'	4'	6'	8'	10'	12'	14'	15'	18'	20'	22'	24'
I	1-sza			⚡				⚡						
	2-ga				⚡			⚡		⚡				
II	3-cia					⚡			⚡		⚡			
	4-ta						⚡			⚡		⚡		
III	5-ta							⚡		⚡			⚡	
	6-ta								⚡		⚡			⚡

x/ Objaśnienie wzoru str. 14-15

b/ gdy każdy cel ostrzeliwany jest serią 2 pocisków.

Nr kanału	Wyrzutnia	Czas min.							
		0'	2'	4'	6'	8'	10'	12'	
I	1-sza								
	2-ga								
II	3-cia								
	4-ta								
III	5-ta								
	6-ta								

c/ gdy każdy cel ostrzeliwany jest serią 3 pocisków.

Nr kanału	Wyrzutnia	Czas min.											
		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	
I	1-sza												
	2-ga												
II	3-cia												
	4-ta												
III	5-ta												
	6-ta												

UWAGA: W tabeli b i c, dla uproszczenia nie uwzględniono odstępu czasowego /6 sek./ między startami kolejnych pocisków w serii.

LEGENDA: | - start pierwszego pocisku z wyrzutni,  
S - gotowość do startu drugiego pocisku,  
|| - start drugiego pocisku z wyrzutni.

Analizując przedstawione tabele można określić, że jeżeli dywizjon ogniowy posiada na 50 12 pocisków wówczas jest on w stanie:

- a/ - w ciągu 24 min ostrzelać 12 celów lecących w odstępach nie mniejszych niż 2 min. Możliwości zestawu w tym przypadku zależą od możliwości SNP oraz od ilości pocisków.
- b/ - w ciągu 12 min ostrzelać 6 celów lecących w odstępach 2 min. Również w tym przypadku możliwości zestawu zależą od możliwości SNP oraz od ilości pocisków.
- c/ - w ciągu 9 min. ostrzelać 4 cele lecące w odstępie 2-3 min. W tych warunkach możliwości zestawu zależą nie tylko od możliwości SNP i ilości pocisków, lecz również od możliwości wyrzutni.

W tabelach nie są jednak uwzględnione możliwości wynikające z wykorzystania głębokości strefy ognia.

Należy również zaznaczyć, że w czasie strzelań mogą powstać trudności w szybkim dostarczaniu pocisków do wyrzutni, niemożliwości przeprowadzenia startu z powodu wejścia wyrzutni w strefę zakazu startu itp. dlatego w praktyce możliwości ogniowe mogą być niższe.

Z możliwościami przenoszenia ognia łączy się czas w ciągu którego dywizjon może wyczerpać swe możliwości. Czas ten jest różny i zależy od charakteru nalotu, ogólnego zapasu pocisków, czasu trwania cyklu strzelania i ilości pocisków wystrzelonych do każdego celu.

Minimalny czas, w ciągu którego dywizjon ogniowy może wyczerpać swoje możliwości ogniowe  $T_{\min}$  można określać na podstawie poprzednio przedstawionych tabel lub ze wzoru:

$$T_{\min} = T_c \cdot \frac{N_p}{n_p}$$

gdzie:

- $T_c$  - czas cyklu strzelania
- $N_p$  - ogólna ilość pocisków w dywizjonie ogniowym,
- $n_p$  - ilość pocisków wystrzelonych w czasie jednego cyklu strzelania.

Przykład: Określić czas w ciągu którego dywizjon wyczerpie swoje możliwości ogniowe jeżeli:

- $T_c = 2$  min.
- $N_p = 12$  szt.
- $n_p = 2$  szt.

Rozwiązanie:

$$T_{\min} = 2 \cdot \frac{12}{2} = 12 \text{ min.}$$

Otrzymany wynik  $T_{\min} = 12$  min. odpowiada więc wynikowi otrzymanemu sposobem graficznym /tabela b/.

W wielu przypadkach wymagana jest znajomość ilości celów jaką może ostrzelać dany dywizjon w czasie nalotu.

Ilość tę można obliczyć ze wzoru:

$$N_{cdo} = \frac{t_n + T_{ps}}{T_c} + 1$$

gdzie:

- $N_{cdo}$  - ilość celów, którą może ostrzelać dywizjon ogniowy,
- $t_n$  - czas trwania nalotu /odstęp czasu od momentu wejścia pierwszego celu w strefę startu do momentu wejścia do tej strefy celu ostatniego/,
- $T_{ps}$  - czas przebywania celu w strefie startu,
- $T_c$  - czas cyklu strzelania.

Określając możliwości dywizjonu według powyższego wzoru zakłada się, że posiada on wystarczającą ilość pocisków.

Aby określić ilość celów, które mogą być ostrzelane przez dywizjon ogniowy do pełnego wyczerpania zapasu pocisków / $N_c/p$ // można posłużyć się wzorem:

$$N_{c/p} = \frac{N_p}{n_p}$$

gdzie:  $N_p$  - ilość gotowych pocisków w dywizjonie,  
 $n_p$  - średnia ilość pocisków wystrzelonych do jednego celu.

Przykład:

Określić możliwość niszczenia środków napadu powietrznego, jeżeli nalot trwa 30 min, dywizjon posiada dwie jednostki ognia /24 pociski/ i czas cyklu strzelania  $T_c$  wynosi trzy minuty. Średnia ilość pocisków na jeden cel - dwa. Czas przebywania celu w strefie startu  $T_{ps}$  = 1 min.

Rozwiązanie.

$$a/ N_c = \frac{30 + 1}{2} + 1 = 15,5 + 1 = 16,5 = 16 \text{ celów}$$

$$b/ N_{c/p} = \frac{24}{2} = 12.$$

Odpowiedź:

Dywizjon ogniowy jest w stanie zwalczać 12 celów ostrzeliwując każdy z tych celów dwoma pociskami.

Gdy cele ostrzeliwać 1-2 pociskami wówczas dywizjon byłby w stanie ostrzelać 16 celów.

Określanie skuteczności strzelania dywizjonu ogniowego wymaga aby w pierwszej kolejności obliczyć prawdopodobieństwo rażenia celu w różnych warunkach ponieważ stanowi ono podstawę do obliczenia nadziei matematycznej oczekiwanej ilości zniszczonych celów.

W warunkach działań bojowych dowódcę i sztab interesuje wartość prawdopodobieństwa rażenia celu w konkretnej i określonej sytuacji powietrznej. W związku z tym należy uwzględnić zasadnicze czynniki, które wpływają na skuteczność strzelania.

W ten sposób określone prawdopodobieństwo rażenia celu będzie bardziej realne i zbliżone do faktycznego. Prawdopodobieństwo rażenia celu jednym pociskiem  $p_1$  określa się ze wzoru:

$$p_1 = p_0 \cdot K_E \cdot K_Z \cdot K_M \cdot K_0 = 0,6 \text{ dla } p_0 = 1$$

gdzie:

- $P_0$  - prawdopodobieństwo rażenia celu w idealnych warunkach,
- $K_E$  - współczynnik niezawodności pracy całego zestawu,
- $K_Z$  - współczynnik uwzględniający wpływ zakłóceń na skuteczność strzelania,
- $K_M$  - współczynnik uwzględniający wpływ manewru celu na skuteczność strzelania,
- $K_0$  - współczynnik uwzględniający przeciwdziałanie ogniowe celu na pocisk.

Poszczególne współczynniki mają różne wartości w granicach od 0 do 1.

W większości przypadków poszczególne cele dywizjon ognio-  
wy niszczy kilkoma pociskami, dlatego też należy znać również  
prawdopodobieństwo rażenia celu różną ilością pocisków.

Prawdopodobieństwo rażenia "i" - tego celu "n" pociskami określa się ze wzoru:

$$P_{n_i} = 1 - /1-p_1/ \cdot /1-p_2/ \cdot \dots \cdot /1-p_n/$$

gdzie:  $p_1, p_2, p_n$  - prawdopodobieństwo rażenia celu pierwszym,  
drugim, "n" - tym pociskiem z uwzględnieniem  
podanych wyżej współczynników.

Prawdopodobieństwo rażenia celu można również określić ze  
wzoru:

$$P_{n_i} = 1 - /1-p_1/ ^n$$

Wzór ten można stosować gdy  $p_1 = p_2 = p_n$  tj gdy prawdopodobieństwo rażenia celu każdym pociskiem jest jednakowe.

#### Przykład.

Określić prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego  
trzema pociskami. Cel stosuj~~o~~cego zakłócenia i manewr przeciw-  
artyleryjski. Prawdopodobieństwo rażenia celu w idealnych warunkach

wynosi  $p_0 = 0,8$ , a poszczególne współczynniki mają wartości:

$$K_E = 0,95; K_Z = 0,6; K_{M1} = 0,7;$$

$$K_{M2} = K_{M3} = 0,95.$$

Rozwiązanie.

dla 1-go pocisku: -  $p_1 = p_0 \cdot K_E \cdot K_Z \cdot K_{M1} \cdot K_0$ ;

$$p_1 = 0,8 \cdot 0,95 \cdot 0,6 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,3192;$$

dla 2-go i 3-go pocisku:

$$- p_2 = p_3 = p_0 \cdot K_E \cdot K_Z \cdot K_{M2};$$

$$p_2 = p_3 = 0,8 \cdot 0,95 \cdot 0,6 \cdot 0,95 \cdot 1 = 0,4132.$$

dla 3-ch pocisków: -  $P_3 = 1 - \sqrt[3]{(1-p_1) \cdot (1-p_2) \cdot (1-p_3)}$

$$P_3 = 1 - \sqrt[3]{(1-0,3192) \cdot (1-0,4132) \cdot (1-0,4132)}$$

$$P_3 = 1 - 0,2273.$$

$$P_3 = 0,77.$$

W warunkach zadania prawdopodobieństwo rażenia celu trzema pociskami wynosi 0,77, /77 %/.

Określenie nadziei matematycznej oczekiwanej ilości zniszczonych przez dywizjon celów  $N_{Mc}$  w ogólnym przypadku jest skomplikowane.

Nadzieję matematyczną oczekiwanej ilości zniszczonych celów  $N_{Mc}$  w czasie strzelań dywizjonu ogniowego można określić ze wzoru:

$$N_{Mc} = \sum_{i=1}^n \frac{P_n}{i}$$

gdzie:  $P_n$  - prawdopodobieństwo zniszczenia „i” - tego celu „n” pociskami.

Przykład.

Określić nadzieję matematyczną oczekiwanej ilości zniszczonych samolotów jeżeli w strefę ognia dywizjonu wchodzi kolejno pięć samolotów i każdy z nich ostrzeliwany jest następującą ilością pocisków:

cel pierwszy - dwoma,  
cel drugi - trzema,  
cel trzeci - jednym  
cel czwarty - trzema  
cel piąty - trzema,

prawdopodobieństwo rażenia celu jednym pociskiem  $p_1 = 0,6$ .

Rozwiązanie:

Wykonując powyższe zadanie celowo jest korzystać ze wzorów:

$$P_{n_i} = 1 - 1 - p_1^n$$
$$NM_c = \sum_{i=1}^r P_{n_i} / i.$$

Dla celu pierwszego:

$$P = 1 - 1 - 0,6^2$$
$$P = 1 - 0,16 = 0,84.$$

Dla celu drugiego:

$$P = 1 - 1 - 0,6^3$$
$$P = 1 - 0,064 = 0,93.$$

Dla celu trzeciego:

$$P = p_1 = 0,6$$

Dla celu czwartego:

$$P = 1 - 1 - 0,6^3$$
$$P = 1 - 0,064 = 0,93$$

Dla celu piątego:

$$P = 1 - 1 - 0,6^3$$
$$P = 1 - 0,064 = 0,93.$$

$$NM_5 = 0,84 \cdot 1 + 0,93 \cdot 1 + 0,6 \cdot 1 + 0,93 \cdot 1 + 0,93 \cdot 1;$$

$$NM_5 = 4,23 = 4.$$

Odpowiedź Dywizjon jest w stanie zniszczyć 4 cele.

Istnieje również wzór na podstawie którego określa się nadzieję matematyczną ilości zniszczonych celów przez dywizjon ogniowy do wyczerpania określonego zapasu pocisków.

$$NM_c = \frac{N_p}{n_p} \cdot P_n$$

gdzie:

- $N_p$  - ilość pocisków w dywizjonie ogniowym
- $n_p$  - średnia ilość pocisków wystrzelonych do jednego celu
- $P_n$  - prawdopodobieństwo rażenia celu "n" pociskiem.

Znajomość możliwości ogniowych każdego z dywizjonów pozwala przystąpić do określania możliwości ogniowych pułku, brygady lub dywizji. Należy jednak pamiętać, że możliwości ogniowe określa się dla konkretnego ugrupowania bojowego i określonego charakteru działań środków napadu powietrznego.

## 2. Określanie możliwości ogniowych pułku<sup>x/</sup> artylerii raketowej OPK.

Podstawą do określania możliwości ogniowych pułku są możliwości dywizjonów ogniowych wchodzących w skład jego ugrupowania bojowego.

Możliwości ogniowe pułku określać można wg schematu, jaki przyjęto dla określania możliwości dywizjonu ogniowego.

Tak więc określa się:

- możliwości jednoczesnego prowadzenia ognia do kilku celów,
- możliwości niszczenia celów kolejno lecących,
- czas w ciągu którego pułk może wyczerpać swe możliwości ogniowe,
- skuteczność strzelania.

Możliwości jednoczesnego niszczenia kilku celów przez pułk zależą od ilości dywizjonów i charakteru nalotu środków napadu

x/ Dotyczy równocześnie brygady i dywizji artylerii raketowej  
OPK.

powietrznego. Metoda określenia potencjonalnych możliwości jest prostą. Pułk może równocześnie zwalczać maksymalnie taką ilość celów ile posiada dywizjonów ogniowych. Jest to możliwe wówczas, gdy w strefie ognia każdego z dywizjonów znajduje się inny cel /pojedynczy lub grupowy/.

Minimalna ilość celów, które może zwalczać pułk odpowiada możliwościom jednego dywizjonu. Rzeczywiste możliwości jednoczesnego niszczenia określonej ilości celów można określić na podstawie przyjętego ugrupowania bojowego oraz konkretnej sytuacji powietrznej przez porównanie założonej sytuacji z zasięgiem stref ognia poszczególnych dywizjonów.

Aby określić możliwości niszczenia celów kolejno lecących należy znać głębokość stref ognia, czas przebywania celów w tych strefach oraz możliwości przenoszenia ognia na kolejne cele przez każdy dywizjon ogniowy.

Pułk artylerii raketowej OPK w czasie zwalczania nalotu może ostrzelać określoną ilość celów:  $N_{c_{oddz}}$

$$N_{c_{oddz}} = N_{cdo_1} + N_{cdo_2} + \dots + N_{cdo_n};$$

gdzie:

$N_{cdo_{1,2,n}}$  - ilość celów, którą mogą ostrzelać poszczególne dywizjony.

Jeżeli możliwości tych dywizjonów są jednakowe, ilość ostrzeliwanych celów przez pułk można obliczyć ze wzoru:

$$N_{c_{oddz}} = \left( \frac{t_n + T_{ps}}{T_c} + 1 \right) \cdot n$$

gdzie:  $t_n$ ,  $T_{ps}$  i  $T_c$  - jak na str. 27

$n$  - ilość dywizjonów.

#### Przykład:

Określić możliwości niszczenia środków napadu powietrznego jeżeli nalot trwa 10 min, pułk posiada 4 dywizjony ogniowe a czas cyklu strzelania wynosi 2 min. Czas przebywania celu w strefie startu również wynosi 2 min.

Rozwiązanie

$$Nc_{\text{oddz}} = \frac{10 + 2}{2} + 1/ \cdot 4 = 6 + 1/ \cdot 4 = 28.$$

Odpowiedź:- Pułk jest w **stałe** zwalczać 28 celów.

Czas, w ciągu którego pułk może wyczerpać swe możliwości jest praktycznie trudny do określenia, można natomiast określić minimalny czas, w którym mogą być wyczerpane możliwości ogniowe w zależności od sposobu prowadzenia ognia, charakteru nalotów i ilości posiadanych pocisków.

Jeżeli dywizjony prowadzą ogień równocześnie, wówczas czas ten określa się ze wzoru:

$$T_{\text{min/p/}} = T_c \cdot \frac{N_p}{n_p}$$

gdzie:

$T_c$  - czas cyklu strzelania

$N_p$  - ogólna ilość pocisków w pułku

$n_p$  - średnia ilość pocisków wystrzelonych do jednego celu.

Natomiast, gdy dywizjony prowadzą ogień kolejno, minimalny czas wyczerpania możliwości ogniowych jest proporcjonalny do ilości dywizjonów ogniowych,  $/N_{do}/$  i określany jest według wzoru:

$$T_{Kmin} = T_c \frac{N_p}{n_p} \cdot N_{do};$$

Ponieważ powyższe wzory nie uwzględniają możliwości uzupełniania dywizjonów ogniowych w pociski, wobec tego minimalny czas, w ciągu którego pułk wyczerpie swoje możliwości ogniowe i zużyje posiadane pociski, będzie dłuższy od obliczonego.

Wskaźnikiem skuteczności strzelania pułku jest nadzieja matematyczna oczekiwanej ilości zniszczonych celów  $/NMc_{\text{oddz}}/$ , którą określać można z następującego wzoru:

$$NMc_{\text{oddz}} = M_{\text{strz}} \cdot P \cdot K_D$$

gdzie:

$M_{\text{strz}}$  - ilość strzelań prowadzonych w określonych warunkach;

P - prawdopodobieństwo rażenia celu przez dywizjony biorące udział w strzelaniu;

$K_D$  - współczynnik uwzględniający wskazywanie celów i kierowanie ogniem.

Przykład.

Obliczyć nadzieję matematyczną ilości zniszczonych celów jeżeli pułk prowadzi sześć strzelań podczas których prawdopodobieństwo rażenia każdego celu  $P = 0,8$ .

Współczynnik  $K_D = 0,95$ .

Rozwiązanie.

$$NM_{c_{\text{oddz}}} = 6 \cdot 0,8 \cdot 0,95 = 4,56$$

Odpowiedź: Pułk jest w stanie zniszczyć około pięć celów.

Oczekiwaną ilość zniszczonych celów przez pułk  $/N_{c_{\text{oddz}}}/$  w czasie zwalczania nalotu można również określić na podstawie innego wzoru. Wzór ten jest następujący:

$$N_{c_{\text{oddz}}} = N_{do} \cdot K_{do} \cdot \frac{N_p}{n_p} \cdot P_n$$

gdzie :

$N_{do}$  - ilość dywizjonów ogniowych;

$K_{do}$  - stosunek ilości dywizjonów odpierających nalot do ich ogólnej ilości;

$N_p$  - średnia ilość pocisków na SO dywizjonu ogniowego;

$n_p$  - ilość pocisków wystrzelonych do jednego celu;

$P_n$  - prawdopodobieństwo rażenia celu dla "n" pocisków.

Przykład.

Określić oczekiwaną ilość zniszczonych celów jeżeli:

$$N_{do} = 8$$

$$K_{do} = 0,75$$

$$N_p = 12$$

$$n = 3$$

$$P_n = 0,84.$$

$$N_{c_{\text{oddz}}} = 8 \cdot 0,75 \cdot \frac{12}{3} \cdot 0,84 = 20 \text{ celów.}$$

Aby można było korzystać z powyższych wzorów dla określania skuteczności strzelania należy uwzględnić charakter nalotu środków napadu powietrznego i konkretne ugrupowanie pułku, bowiem w zależności od charakteru działań środków napadu powietrznego może się zmieniać ilość strzelań prowadzonych przez ugrupowanie pułku i różne będą prawdopodobieństwo rażenia tych celów.

Oceniając możliwości ugrupowania bojowego określa się możliwość niszczenia środków napadu powietrznego lecących z określonym natężeniem. Ocenia się przy tym możliwości tego ugrupowania w niszczeniu środków napadu powietrznego z różnych kierunków. Rozpatruje się dwa warianty:

- a/ gdy cele lecą z jednego kierunku,
- b/ gdy cele lecą jednocześnie z różnych kierunków.

Dla określenia możliwości ogniowych ugrupowania w czasie odpierania nalotu z jednego kierunku wykorzystuje się "pas działania ogniowego", którego szerokość wzdłuż frontu równa się wielkości podwojonego maksymalnego parametru kursu celu /dla danego zestawu/.

Jeżeli ilość dywizjonów ogniowych, posiadających możliwości jednoczesnego ostrzeliwania celów w danym pasie, równa się "n", a cykl strzelania dywizjonu ogniowego "T<sub>c</sub>", to ugrupowanie może niszczyć cele lecące z danego kierunku z natężeniem nalotu równym "U".

~~Wzrost~~ ~~U~~

$$U = \frac{1}{T_c} \cdot n$$

Przy czym U - natężenie nalotu, ~~U~~ określa się ~~U~~ ze wzoru:

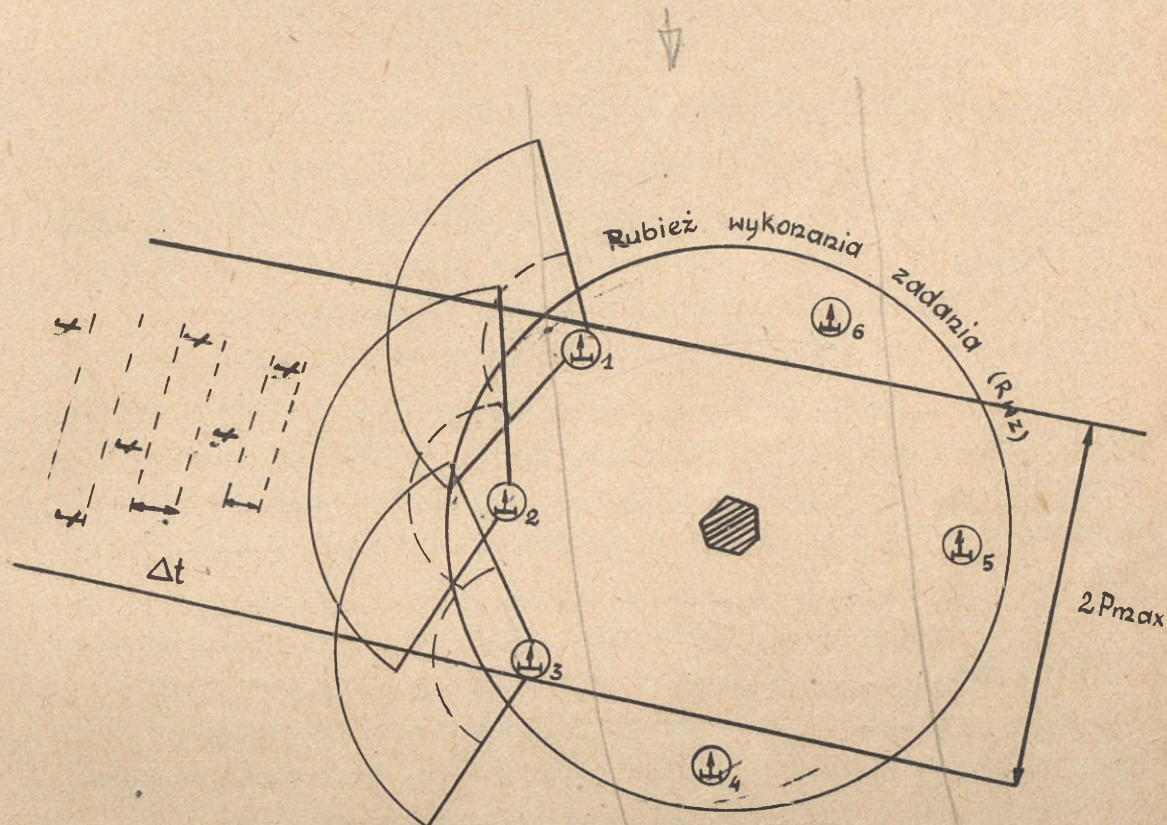
$$U = \frac{Kn}{t_n}$$

W którym Kn - ilość celów biorących udział w nalocie  
t<sub>n</sub> - czas trwania nalotu.

Możliwości niszczenia celów przez konkretne ugrupowanie bojowe można rozpatrzyć na poniższym przykładzie.

Przykład:

Sześć dywizjonów ogniowych ugrupowanych jest jak na rys.4



Rys. 4. Odpieranie nalotu z jednego kierunku.

Na SO dywizjonów ogniowych znajduje się po jednej jednostce ognia pocisków. Nieprzyjaciel wykonuje na obiekt nalot grupą 6 samolotów lecących na wysokości 10 km. Odstępy między samolotami w grupie wynoszą 1 minutę  $\Delta t$ . Cykl strzelania  $T_c = 3$  min. Ocenić możliwości odparcia nalotu przez ugrupowanie bojowe.

Rozwiązanie.

Podczas odparcia tego nalotu w pasie działań ogniowych rozmieszczone są 1, 2, 3, 5 dywizjony ogniowe, z tego strefy ognia 1, 2 i 3 dywizjonu znajdują się przed rubieżą wykonania zadania.

Zę wzoru:

$$U = \frac{1}{T_c} \cdot n$$

można określić, że artyleria raketowa w tym pasie działania może niszczyć cele lecące z natężeniem jeden samolot na minutę ponieważ:

$$U = \frac{1}{3} \cdot 3 = 1$$

Odpowiada to natężeniu samolotów lecących w warunkach zadania.

Aby zapewnić wysoką skuteczność strzelania, każdy samolot należy ostrzelać serią trzech pocisków w związku z tym, dla zniszczenia wszystkich samolotów w grupie należy mieć 18 pocisków. Każdy dywizjon niszczący po 2 samoloty rozchodzi 6 pocisków. Można z powyższego wyciągnąć wniosek, że ugrupowanie jest w stanie odeprzeć nalot grupy 12 samolotów lecących z tego kierunku, jeżeli natężenie nalotu będzie wynosiło 1 samolot na minutę, ponieważ wymienione dywizjony posiadają łącznie 36 pocisków. Dalej możliwości ogniowe 1, 2 i 3 dywizjonu ogniowego będą zależeć od zabezpieczenia ich w pociski.

Dla oceny możliwości ogniowych ugrupowania bojowego w czasie odpierania nalotu dokonywanego jednocześnie z kilku kierunków sumuje się możliwości ugrupowania na poszczególnych kierunkach, których szerokość równa się szerokości pasa oddziaływania ogniowego. Określa się przy tym ilość dywizjonów ogniowych, która może wziąć udział w odpieraniu nalotu oraz maksymalne natężenie nalotu w którym dane ugrupowanie może niszczyć wszystkie cele powietrzne lecące z dowolnego kierunku.

Ilość dywizjonów ogniowych potrzebnych do ostrzelania wszystkich celów biorących udział w nalocie w pasie działania ogniowego, określa się zę wzoru:

$$n = \frac{Kn}{tn} \cdot T_c$$

lub

$$n = U \cdot T_c$$

gdzie:

- n - ilość dywizjonów;
- $K_n$  - ilość celów biorących udział w nalocie;
- $t_n$  - czas trwania nalotu;
- $T_c$  - czas cyklu strzelania;

Znając potrzebną ilość dywizjonów dla zwalczania celów lecących z określonym natężeniem  $\frac{K_n}{t_n}$  w pasie działania ogniowego określa się wymaganą ilość dywizjonów "N" dla zorganizowania okrężnej i równomiernej osłony obiektu przed środkami napadu powietrznego z dowolnego kierunku.

$$N = \frac{n}{2P_{max_3}} \cdot L_{ugr}$$

gdzie:

- n - ilość dywizjonów ogniowych, które winny brać udział w niszczeniu celów powietrznych w danym pasie działania,
- $P_{max_3}$  - maksymalny parametr kursu celu przy jakim może być on ostrzelany serią trzech pocisków /w km/.
- $L_{ugr}$  - długość rubieży ugrupowania bojowego dywizjonów ogniowych w km.

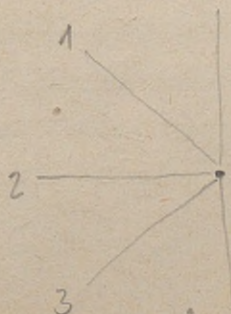
#### Przykład.

Określić konieczną ilość dywizjonów ogniowych dla zorganizowania okrężnej obrony obiektu jeżeli oczekuje się nalotów środków napadu powietrznego równocześnie z dowolnego kierunku o natężeniu 1 samolot na min. ~~10~~, a cykl strzelania wynosi 2 min.

Długość rubieży ugrupowania bojowego dywizjonów ogniowych wynosi 160 km, a  $P_{max_3}$  wynosi 20 km.

#### Rozwiązanie.

a/  $n = U \cdot T_c$   
 $n = 1 \cdot 2 = 2.$



*ppth strazaryk*

W pasie działania ogniowego należy mieć dwa dywizjony ogniowe.

$$b/ \quad N = \frac{n}{2P_{\max_3}} \cdot L_{\text{ugr}}$$

$$N = \frac{2}{2 \cdot 20} \cdot 160 = 8$$

Odpowiedź:

Dla zorganizowania okrężnej obrony obiektu przed nalotami w warunkach powyższego zadania potrzeba 8 dywizjonów ogniowych.

3. Określenie możliwości osłony.

Możliwości osłony obiektów przez artylerię raketową określa się najpierw w odniesieniu do dywizjonu ogniowego, a następnie ustala się jakie możliwości osłony posiada dane ugrupowanie artylerii raketowej.

Metoda określania możliwości osłony może być taka jak w niżej podanym przykładzie:

Przykład:

Pułk artylerii raketowej OPK osłania obiekt. Przewiduje się działanie środków napadu powietrznego na wysokościach  $H_1$  i  $H_2$  km o prędkości  $V_c$  km/godz. Określić możliwości osłony tego obiektu. W pierwszym rzędzie określa się odległość rubieży wykonania zadania od obiektu  $R_1$  i  $R_2$  dla wysokości  $H_1$  i  $H_2$  oraz przyjętej prędkości  $V_c$ .

Na podstawie odległości rubieży wykonania zadania od obiektu i wielkości strefy ognia w płaszczyźnie poziomej dla określonej wysokości ugrupowuje się odpowiednio dywizjony ogniowe wokół obiektu.

Analizując to ugrupowanie określa się na jakich wysokościach i przy jakich prędkościach pułk jest w stanie osłaniać samodzielnie obiekt zachowując wokół niego przed rubieżą wykonania zadania ciągłą strefę ognia.

Jeżeli okaże się, że przed rubieżą wykonania zadania między sąsiednimi strefami ognia nie ma łączności, wówczas określa się w jakim stopniu zapewniona jest osłona obiektu. Stosunek długości osłanianej rubieży wykonania zadania do jej całkowitej długości daje w rezultacie wynik w ilu procentach osłaniany jest dany obiekt.

Możliwości osłony obiektów można również określać analitycznie na podstawie wzorów podanych w skrypcie wykładu na temat: "Organizacja, uzbrojenie i zasady bojowego wykorzystania artylerii raketowej OPK" nr bibl.tajn. 00267/W.

ZAKOŃCZENIE.

W zakończeniu należy podkreślić, że skrypt nie wyczerpuje możliwych sposobów określania tak możliwości bojowych w ogóle jak i możliwości ogniowych w szczególności.

Materiał zawarty w skrypcie powinien ułatwić zrozumienie sposobu określania poszczególnych czynników składających się na możliwości bojowe artylerii raketowej OPK i stanowi jedynie tylko pomoc do zajęć praktycznych na temat: "Określanie możliwości bojowych artylerii raketowej OPK."

Wydrukowano w 30 egz.

Egz. Nr 1-30 - Bibl.spec.znacz.

Wyk.: mjr dypł. KROPIOWSKI

Druk. A. ZGÓDKA

Nr ks. 99427

Dnia 11.09.64r.