



Grey Scale #13



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

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

im. gen. broni K. Świerczewskiego

KATEDRA OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

JAWNE



Egz. Nr 1

płk dypl. Józef ZABŁOTNI

WSKAŹNIKI SKUTECZNOŚCI
I EKONOMICZNOŚCI ZWALCZANIA
CEŁÓW POWIETRZNYCH PRZEZ
ARTYLERIĘ PRZECIWLOTNICZĄ

(Skrypt)

9837

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

32830

WARZAWA

MARZEC

1967



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

im. gen. broni K. Świerczewskiego

KATEDRA OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

JAWNE

[REDACTED]

Egz. Nr 1

ppłk dypl. Józef ZARŁOTNI

WSKAŹNIKI SKUTECZNOŚCI
I EKONOMICZNOŚCI ZWALCZANIA
CEŁÓW POWIETRZNYCH PRZEZ
ARTYLERIĘ PRZECIWLOTNICZĄ

(Skrypt)

9837

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

32830

WARSZAWA

MARZEC

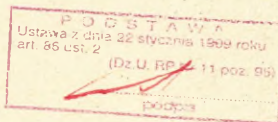
1967

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. generała broni Karola Świerczewskiego

KATEDRA OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

Przekł. prof. 12657.

JAWNE
SLUŻBOWEGO



Ppłk dypl. Józef ZABŁOTNI

WSKAŹNIKI SKUTECZNOŚCI I EKONOMICZNOŚCI ZWALCZANIA CEŁÓW
POWIETRZNYCH PRZEZ ARTYLERIĘ PRZECIWLOTNICZĄ

/Skrypt/



WARSZAWA

marzec

1967 r.

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

232830

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. generała broni Karola Świerczewskiego

KATEDRA OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

"ZATWIERDZAM"
SZEFE KATEDRY OPL

płk dr W. KOSTRZEWSKI

Ppłk dypl. Józef ZABIOTNI

WSKAŹNIKI SKUTECZNOŚCI I EKONOMICZNOŚCI ZWALCZANIA CEŁÓW
POWIETRZNYCH PRZEZ ARTYLERIĘ PRZECIWLOTNICZĄ

WARSZAWA

marzec

1967 r.

T R E Ś Ć

=====

WSTĘP

1. Wskaźniki skuteczności strzelania i czynniki wpływające na ich wielkości liczbowe
2. Określanie możliwości ogniowych oddziału artylerii przeciwlotniczej
 - A. Metoda określania możliwości ogniowych według ilości "salw" i R_1
 - B. Przybliżone metody określania możliwości ogniowych oddziału według średniego prawdopodobieństwa zestrzelenia celu przez baterię

ZAŁĄCZNIKI.

Pod pojęciem skuteczności jakiegokolwiek broni rozumie się zazwyczaj prawdopodobieństwo wykonania przez nią zadania bojowego w określonych warunkach jej użycia. Ponieważ w różnych warunkach prawdopodobieństwo to przybierać może różne wartości, a różnorodnych warunków użycia broni na polu walki jest nieskończenie wiele, zagadnienie skuteczności broni nie daje się określić jednoznacznie. Tak więc przy ocenie skuteczności broni dąży się do wyznaczenia pewnych przeciętnych wartości wskaźników skuteczności dla pewnych typowych i najbardziej reprezentatywnych warunków jej użycia.

Wybór najkorzystniejszego wariantu działania dokonany w oparciu o wskaźniki skuteczności /na przykład prawdopodobieństwo lub nadzieja matematyczna/ nie oznacza jeszcze, że w danym konkretnym przypadku rozwiązanie okaże się z pewnością najlepsze. Daje nam jedynie pewność, że stosowanie takiego właśnie rozwiązania w tego rodzaju sytuacjach, średnio da najlepsze wyniki. W poszczególnych przypadkach wynik może okazać się nianajlepszy, chociaż powinno to mieć miejsce stosunkowo rzadko i tym rzadziej im stopień pewności będzie większy. Zwiększając w odpowiednich granicach wydatek sił, interesujący nas przypadkowy rezultat możemy zmienić w praktyczną pewność /przy odpowiednio dużej ilości doświadczeń/.

Znajomość wskaźników skuteczności pozwala nam ocenić co w danej sytuacji, przy dysponowanym potencjale da się osiągnąć i co powinniśmy posiadać oraz jak działać, aby osiągnięcie żądanego rezultatu można uważać za praktycznie pewne.

Publikacje na temat wskaźników skuteczności strzelania artylerii przeciwlotniczej są na ogół skąpe . Wynika to stąd, że po pierwsze - rozpatrywać je należy oddzielnie dla różnych warunków, po drugie - obliczenia powinny być sprawdzone doświadczalnie, a możliwości takiego sprawdzania w warunkach pokojowych są ograniczone i kosztowne. W tej mierze

najbardziej miarodajne źródło stanowią dane statystyczne z okresu wojny^{x/}, lecz i te również szybko się deaktualizują na skutek nieustannego, szybkiego rozwoju zarówno środków napadu powietrznego, jak i środków obrony przeciwlotniczej.

Rozpatrując różnorodne problemy dotyczące zasad użycia i sposobów działania środków napadu powietrznego oraz środków obrony przeciwlotniczej, jesteśmy zmuszeni choćby do przybliżonej oceny skuteczności strzelania artylerii przeciwlotniczej. Często powołujemy się na dane z okresu minionej wojny lub opieramy się na bez wątpienia słusznych, lecz nader ogólnikowych stwierdzeniach, na przykład: że zestrzelenie pojedynczego samolotu zapewnia ogień 2-3 baterii małego kalibru, czy też wystrzelenie około 600 pocisków średniego kalibru i t.p.^{xx/}.

Tego rodzaju uogólnienia są jednak w wielu przypadkach niewystarczające. Są to wprawdzie w pewnym sensie wskaźniki przeciętne, lecz odnoszą się do dogodnych warunków strzelania, przy których możliwości ogniowe sprzętu są praktycznie w pełni wykorzystane. Takie wskaźniki skuteczności osiąga się bowiem przy normalnych warunkach pracy przelicznika i pełnej dokładności pomiarów bieżących współrzędnych celu, strzelaniu na całym kursie w strefie ostrzału przy przeciętnym parametrze kursu, bez przeciwdziałania nieprzyjaciela i t.p.

x/ Według danych zachodnich na jeden zestrzelony samolot przypadało:

- 2000 pocisków 88 mm /Niemcy 1943 - 44/;
- 365 pocisków 90 mm /USA w czasie działań w Europie/;
- 700 pocisków 105 mm /Niemcy 1943-1944 r./;
- 400 pocisków 128 mm /Niemcy/.

Dane zaczerpnięto z pracy M.P. Idatte "Efektywność strzelań przeciwlotniczych".

xx/ Według danych uzyskanych w czasie strzelań doświadczalnych przeprowadzonych w ZSRR w r. 1954 zużycie amunicji na jeden zestrzelony samolot wynosi:

- dla 57 mm armat - 800 pocisków;
- dla 85 mm armat - 600 pocisków;
- dla 100mm armat - 400 pocisków.

W tej sytuacji trudno dziś mówić o jakiejś ogólnej przeciętnej skuteczności strzelania o jakimś jednolitym, powszechnym wskaźniku kalkulacyjnym. Nie rezygnując z pewnych przeciętnych wartości wskaźników skuteczności strzelania, trzeba je jednak określać dla najbardziej typowych warunków strzelania.

I. Wskaźniki skuteczności strzelania i czynniki wpływające na ich wielkości liczbowe

Najważniejszymi wskaźnikami skuteczności strzelania artylerii przeciwlotniczej są:

- prawdopodobieństwo zestrzelenia /zniszczenia / celu-w odniesieniu do pojedynczego samolotu;
- nadzieja matematyczna ilości zestrzelonych celów w odniesieniu do celów grupowych /grupy samolotów/.

Odpowiadają one na pytanie, jakie mamy szanse zestrzelenia pojedynczego samolotu oraz ile średnio należy spodziewać się zestrzelonych samolotów przy zwalczaniu celu grupowego. Wskaźniki te pozwalają ocenić szanse odparcia nalotu, a ponadto stanowią punkt wyjścia dla szeregu różnorodnych kalkulacji.

Oprócz powyższych wskaźników skuteczności strzelania duże znaczenie ma również wskaźnik ilościowy, który w zagadnieniach taktyczno-operacyjnych, gdy ma się do dyspozycji konkretny sprzęt i stoi się w obliczu konkretnych sytuacji, służy do analizy problemów efektywnego wykorzystania posiadanego sprzętu i oceny jego ekonomiczności.

W artylerii przeciwlotniczej najważniejszym wskaźnikiem ilościowym ekonomiczności strzelania jest: nadzieja matematyczna zużycia amunicji na jeden zestrzelony samolot, czyli średnia oczekiwana ilość pocisków, jakie należy wystrzelić, aby zestrzelić samolot.

Metody obliczania wskaźników skuteczności strzelania, a przede wszystkim jednostkowego prawdopodobieństwa zestrzelenia pojedynczego samolotu są dość skomplikowane i pracochłonne. Metody są bardzo różnorodne /analityczne, analityczno-doświadczalne, doświadczalne/. W przypadku artylerii przeciwlotniczej najczęściej stosowana jest metoda analityczno-doświadczalna, gdzie bez określenia doświadczalnie pewnych parametrów /na przykład błędów wypracowania nastaw $\beta\gamma$, $\beta\beta$, βz , mocy rażącej pocisków, możliwości poszczególnych elementów celu i t.p./ nie można obliczyć prawdopodobieństwa zestrzelenia celu.

Skuteczność strzelania baterii /działa/ artylerii przeciwlotniczej najogólniej rzecz biorąc zależy od następujących czynników:

- dokładności rozwiązania zadania spotkania pocisku z celem /błędów strzelania/;
- czasu przebywania celu w strefie ostrzału /czasu trwania strzelania/;
- szybkostrzelności dział /wydajności ogniowej/;
- wielkości wrażliwej powierzchni celu przy strzelaniu mk /współczynnika objętościowego przy strzelaniu sk/;
- mocy rażącej pocisków /odłamków/;
- stopnia wrażliwości celu na działanie pocisku /odłamków/.

Cztery pierwsze czynniki decydują o prawdopodobieństwie trafienia w cel, dwa ostatnie o prawdopodobieństwie rażenia celu w przypadku jego trafienia. Wszystkie czynniki łącznie decydują o wartości liczbowej prawdopodobieństwa ze-strzelania celu powietrznego.

Z wymienionych wyżej czynników jedynie wydajność ogniowa /szybkostrzelność/ sprzętu i moc rażąca pocisku /odłamków/ są znane zawczasu. Odnośnie pozostałych czynników można jedynie mieć przypuszczenia, ponieważ zależą one od rodzaju celu i charakteru jego ruchu względem strzelającej baterii, a tym samym od możliwości i decyzji przeciwnika.

Dokładność rozwiązania zadania spotkania pocisku z celem zależy od wartości liczbowych sumarycznych błędów strzelania, które są wynikiem następujących błędów^{x/}:

- rozrzutu technicznego dział;
- przesunięcia dział względem środka SO /przy strzelaniu z PUAZO/;
- określenia i uwzględnienia czasu ładowania dział /w sk/;
- określenia i uwzględnienia /nieuwzględnienia/ warunków balistycznych i meteorologicznych;
- określenia i nastawienia czynników ruchu celu /tylko przy strzelaniu z celownikiem/;

x/ Dokładne omówienie błędów strzelania znajduje się w podręcznikach "Zasady strzelania art.plot mk i sk".

- wypracowania współrzędnych wyprzedzonych.

Wartości liczbowe tych błędów zależą od balistycznych właściwości dział, typu przelicznika /celownika/, sposobu określenia bieżących współrzędnych celu, odległości strzelania /D/, parametru kursu /P/, wysokości /H/, prędkości celu /V_c/ i t.p. Od wielkości sumarycznych błędów oraz błędów systematycznych, które również towarzyszą strzelaniu zależy dokładność rozwiązania zadania spotkania.

Czas przebywania celu w strefie ostrzału zależy od jego prędkości /V_c/, wysokości lotu /H/, parametru kursu /P/ oraz strefy ograniczenia ze względu na możliwości celowania /R_{WB} i D_{PWP}/. Średni czas przebywania celu w strefie ostrzału /czas strzelania/ można obliczyć przy pomocy wzoru:

$$T_{sr} = \frac{1,5 R}{V_c} \quad /1/$$

gdzie: R - promień płaskiej strefy ostrzału w m;

V_c - prędkość celu w m/sek;

Szybkostrzelność dział. Praktyczna szybkostrzelność dział uzależniona jest od czasu trwania wystrzału /czas między strzałami w artylerii przeciwlotniczej mk^x/ i czasu przerw między seriami /salwami/. Stąd też praktyczna szybkostrzelność dział 57 mm wynosi około 50-60 strzałów na minutę, a dział 85 mm przy odstępie strzelania 5 sek - 12-13 strzałów na minutę. Średnią ilość wystrzelonych pocisków przez dział przy strzelaniu do celu lecącego z określoną prędkością można obliczyć ze wzoru:

$$n_{sr} = \frac{1,5 R \cdot Q}{V_c} \quad /2/$$

gdzie: n_{sr} - średnia ilość wystrzelonych pocisków;

R - promień płaskiej strefy ostrzału w km;

V_c - prędkość celu w km/min;

Q - praktyczna szybkostrzelność - strzałów/min.

x/ w sk czas ten równa się zero.

Wielkość wrażliwej powierzchni celu przy strzelaniu nie jest stała, lecz zmienia się wraz z zmianą położenia celu na jego kursie i jest funkcją kątów wyznaczających kierunek wektora prędkości względnej. Powierzchnia wrażliwa jest częścią całkowitej powierzchni samolotu. Współczesne samoloty myśliwsko-bombowe charakteryzuje to, że około 80 % całkowitej powierzchni jest bezwzględnie wrażliwa /kabina pilota, silniki, zbiorniki paliwa, stery, urządzenie elektroniczne - w całym samolocie i t.p./. Przy strzelaniu rozpryskowym liczy się przede wszystkim na rażenie celu odłamkami granatu, którego rozprysk nastąpi w pobliżu celu. Zagadnienie zatem sprowadza się do określenia objętości obszaru rażenia W , w którym, skoro tylko cel i rozprysk znajdą się jednocześnie, nastąpi rażenie celu. Objętość W spełnia przy obliczaniu prawdopodobieństwa zestrzelenia celu przy strzelaniu rozpryskowym tę samą rolę co stosunek wrażliwej powierzchni celu do wymaganej liczby trafień $\frac{S}{G}$ przy strzelaniu uderzeniowym. Objętość W zależy przede wszystkim od prędkości względnej pocisku.

Moc rażąca pocisków /odłamków/. Podstawową charakterystyką prawa rażenia przy strzelaniu uderzeniowym jest średnia wymagana ilość trafień - w . W oparciu o doświadczenia i teoretyczne obliczenia stwierdzono, że samolot myśliwsko-bombowy zostanie zniszczony jeżeli uzyska się bezpośrednio trafienie we wrażliwe powierzchnie 1 pociskiem $G = 1$, bombowy - 2-3 pociskami. Przy strzelaniu średniego kalibru moc rażącą odłamków charakteryzuje prawo rażenia przy strzelaniu rozpryskowym $G(x, y, z)$, wartość ta zmienia się ze zmianą odległości rozprysku od celu /jeżeli $x = y = z = 0$, to $G(x, y, z) = 1$ - cel rażony, przy $x = y = z > 50$ m - $G(x, y, z) = 0$.

Jeśli znane jest nam prawdopodobieństwo zestrzelenia celu działem /baterią/, to możemy określić prawdopodobieństwo zestrzelenia celu przy k -krotnym powtórzeniu doświadczenia.

Jeśli prawdopodobieństwo zestrzelenia celu w każdym doświadczeniu jest jednakowe, to łączne prawdopodobieństwo /załącznik 4/ oblicza się ze wzoru:

$$R_{n,k} = 1 - /1 - R_{n_1}/^k \quad /3/$$

gdzie: $R_{n,k}$ - prawdopodobieństwo zestrzelenia celu przy strzelaniu k baterii /dział/ przy założeniu, że $R_{n_1} = R_{n_1} = R_{n_2} = \dots$ i t.d.

Jeżeli prawdopodobieństwo zestrzelenia w każdym doświadczeniu posiada różne wartości, to łączne prawdopodobieństwo oblicza się ze wzoru:

$$R_{n,k} = 1 - \prod_{i=1}^k /1 - R_{n_i}/ \quad /4/$$

gdzie: $R_{n_i} \neq R_{n_1} \neq R_{n_2} \neq \dots$ i t.d.

Przykład 1. Parametry ruchu celu są takie, że prawdopodobieństwo zestrzelenia celu dla wszystkich baterii jest jednakowe i wynosi 0,26. Obliczyć prawdopodobieństwo zestrzelenia celu dywizjonem à 3 baterie.

$$R_{n,k} = 1 - /1 - 0,26/3 = 1 - 0,74^3 = 1 - 0,405 = 0,595$$

Przykład 2. Parametry ruchu celu względem ugrupowania dywizjonu art.plot. są takie, że prawdopodobieństwo zestrzelenia celu dla poszczególnych baterii wynosi :

$$R_{n,1} = 0,324; R_{n,2} = 0,621; R_{n,3} = 0,118.$$

Obliczyć prawdopodobieństwo zestrzelenia celu przy ześrodkowaniu ognia.

$$R_{n,k} = 1 - [1 - 0,324/ \cdot /1 - 0,621/ \cdot /1 - 0,118/] = 1 - /0,676 \cdot 0,379 \cdot 0,882/ = 1 - 0,226 = 0,774.$$

Rozwiązanie równania wykładniczego /3/ ze względu na "k" daje praktyczny wzór pozwalający obliczyć jaką ilość baterii należy użyć do strzelania do jednego celu, aby osiągnąć zamierzone prawdopodobieństwo zestrzelenia celu

$$k = \frac{\lg /1 - R_{n,k}/}{\lg /1 - R_{n,i}/} \quad /5/$$

gdzie: $R_{n,k}$ - zamierzone prawdopodobieństwo zestrzelenia celu /najczęściej zakłada się wartość 0,9-0,95 tzw. prawdopodobieństwo pewne/;

$R_{n,i}$ - prawdopodobieństwo zestrzelenia celu przez jedną baterię.

Minimum baterii, które należy użyć do strzelania można obliczyć ze wzoru:

$$k_m = \frac{1}{R_{n,i}} \quad /6/$$

Przykład 3. Prawdopodobieństwo zestrzelenia celu jedną baterią wynosi : $R_{n,i} = 0,30$. Ile należy zaangażować baterii do strzelania, aby osiągnąć prawdopodobieństwo zestrzelenia celu równe 0,9.

$$1/ \quad k = \frac{\lg /1 - 0,9/}{\lg /1 - 0,3/} = \frac{\lg 0,1}{\lg 0,7} = \frac{1,00000}{1,84510} =$$

$$= \frac{-1}{-0,1549} = 6,4 \text{ bat.}$$

$$2/ \quad k_m = \frac{1}{0,30} = 3,33 \text{ bat.}$$

Zdarza się, że dane o prawdopodobieństwie zestrzelenia odnoszą się do większej liczby środków / $k > 1$ /, a do pewnych kalkulacji potrzebne są prawdopodobieństwa jednostkowe /dla $k=1$ / lub też średnie prawdopodobieństwa jednostkowe. Do ich obliczenia posłużyć się można odpowiednio przekształconym wzorem /3/, z którego prawdopodobieństwo jednostkowe różna się:

$$R_{n,i} = 1 - \sqrt[k]{1 - R_{n,k}} \quad /7/$$

Przykład 4. Prawdopodobieństwo zestrzelenia celu baterią 6-działową wynosi 0,26. Obliczyć prawdopodobieństwo zestrzelenia celu jednym działem.

$$R_{n,dz} = 1 - \sqrt[6]{1 - 0,26} = 1 - \sqrt[6]{0,74} = 1 - 0,951 = 0,049.$$

Nadzieja matematyczna ilości zestrzelonych samolotów przy strzelaniu jednej lub kilku baterii do celu pojedynczego równa się liczbowo prawdopodobieństwu zestrzelenia tego celu:

$$A_k = R_{n,k} \quad /8/$$

a przy strzelaniu do celu grupowego w składzie kilku samolotów równa się sumie nadziei matematycznych zestrzelenia poszczególnych samolotów w grupie:

$$A_{k,v} = \sum_{j=1}^v A_{k,j} \quad /9/$$

gdzie: v /ni/ - ilość samolotów w grupie;

$A_{k,j}$ - nadzieja matematyczna zestrzelenia j -tego samolotu w grupie.

Przykład 5. Prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu czołowego przez baterię $R_{n_1} = 0,20$, a pozostałych samolotów w kluczu: $R_{n,j} = 0,01$. Obliczyć nadzieję matematyczną zestrzelenia samolotów przy strzelaniu do klucza $v = 4$ samoloty / jednej baterii i trzech baterii.

$$1/ A_{k,v} = 0,20 + 3 \cdot 0,01 = 0,23 \text{ samolotu.}$$

$$2/ A_{k,v} = [1 - (1 - 0,2)^3] + 3 [1 - (1 - 0,01)^3] = 0,512 + 3 \cdot 0,03 = 0,602 \text{ samolotu.}$$

Jeśli nadzieja matematyczna zestrzelenia poszczególnych samolotów w grupie jest jednakowa $A_{k,j}$ może być w przybliżeniu jednakowa przy strzelaniu do grupy samolotów

w szyku zwartym, tzn. gdy odstępy w szereg i w głąb nie przekraczają wymiarów samolotów/, tzn.

$$A_{k,1} = A_{k,2} = A_{k,3} = \dots = A_{k,j} = \dots = A_{k,v}, \text{ to}$$

$$A_{k,v} = v \cdot A_k \quad /10/$$

Przykład 6. Nadzieja matematyczna zestrzelenia dowolnego samolotu w grupie wynosi 0,4. Grupa składa się z 8 samolotów. Obliczyć $A_{k,v}$.

$$A_{k,v} = 8 \cdot 0,4 = 3,2 \text{ samoloty.}$$

Aby obliczyć nadzieję matematyczną zużycia amunicji przypadającą na jeden zestrzelony samolot, należy ustalić rzeczywiste zużycie amunicji przez baterię /k baterii/ przy strzelaniu do jednego celu lub we wszystkich strzelaniach. Wartość tę ustala się w oparciu o praktyczną szybkostrzelność dział /wzór 2/ i normy ogniowe, /można również przyjmować średnią wartość rzeczywistego zużycia pocisków w czasie strzelania, na przykład dla 57 mm działa około 25 pocisków i dla 85 mm działa - 10 pocisków/.

Przy strzelaniu "k" baterii rzeczywiste zużycie amunicji przy strzelaniu do jednego celu będzie równe:

$$n_k = n \cdot f \cdot k \quad /11/$$

gdzie: n - rzeczywiste zużycie amunicji przy strzelaniu działą;

f - ilość dział w baterii;

k - ilość strzelających baterii.

Znając wartości A_k , $R_{n,k}$ i n_k możemy obliczyć nadzieję matematyczną zużycia amunicji na jeden zestrzelony samolot.

$$N_k = \frac{n_k}{R_{n,k}}$$

lub

$$N_k = \frac{n_k \cdot N_c \max}{A_k} \quad x/$$

**

/12/

x/ Wzór ten może przyjąć postać $N_k = \frac{n_k}{A_k}$ lecz będzie to rozpatrywanie zagadnienia względem jednego zestrzelenia.
xx/ Wzory /12/ są wzorami przybliżonymi.

Przykład 7. Obliczyć nadzieję matematyczną zużycia amunicji na jeden strącony samolot przy strzelaniu pułku /4 bat. à 6 dział/ 57 mm, jeżeli $R_{n,k} = 0,48$, $V_c = 250$ m/sek; promień płaskiej strefy ostrzału $R = 5200$ m. Pułk posiada 1 jo na działo.

$$1/ \quad n_{\text{śr}} = \frac{1,5 \cdot 5,2 \cdot 5,0}{15} = 26 \text{ pocisków}$$

$$n_k = 26 \cdot 6 \cdot 4 = 624 \text{ pociski}$$

$$N_k = \frac{624}{0,48} = 1300 \text{ pocisków /dla jednego strzelania/}$$

2. Określanie możliwości ogniowych oddziału artylerii przeciwlotniczej

Przy podejmowaniu decyzji do osłony określonych wojsk i obiektów na polu walki, dowódca oddziału artylerii przeciwlotniczej powinien być zorientowany w możliwościach ogniowych oddziału. Znajomość chociażby w przybliżeniu możliwości ogniowych oddziałów artylerii przeciwlotniczej ułatwia dowódcom podejmowanie decyzji i wykorzystanie ich na polu walki.

W ogólnym rozumieniu pojęcie możliwości ogniowych oddziału artylerii przeciwlotniczej wyraża zdolność zadania określonych strat nieprzyjacielowi powietrznemu przy danym konkretnym ugrupowaniu bojowym, określonych warunkach nalotów i określonym zapasie amunicji lub ogólne orientacyjne, jeśli nie bierzemy pod uwagę konkretnego ugrupowania bojowego.

Ocenę możliwości ogniowych rozpatruje się z punktu widzenia ilości ostrzelanych celów powietrznych oraz ilości oczekiwanych zestrzeleń. Ocenę taką przeprowadza się w oparciu o podstawowe wskaźniki skuteczności strzelania wymienione w punkcie 1.

Możliwości ogniowe oddziału zależą od: skuteczności strzelania pododdziałów, zaopatrzenia materiałowo-technicznego pododdziałów/amunicja, remonty sprzętu i t.p./, przystosowania sprzętu do pracy w warunkach zakłóceń, ciągłej łączności. Natomiast skuteczność strzelania będąca podstawową charakterystyką możliwości ogniowych oddziału zależy od możliwości technicznych sprzętu, ugrupowania bojowego, ilości baterii gotowych do strzelania i charakterystyki ruchu celu /patrz punkt 1/. Oprócz wartości dotyczących charakterystyk ruchu celu wszystkie są znane wcześniej, ten ostatni czynnik możemy przypuszczać.

Oceniając możliwości ogniowe oddziału trzeba przyjąć najbardziej prawdopodobne hipotezy odnośnie działania celów powietrznych jako typowe i dla nich określać

możliwości ogniowe. Tymi podstawowymi wartościami, charakteryzującymi działanie celów powietrznych, mogą być: wysokość lotu, prędkość, kierunki podejścia do obiektu ataku, sposoby ataku, skład celów, odstęp między celami, czas trwania nalotu i t.p.

Najczęściej oblicza się możliwości ogniowe dla przeciętnych warunków ugrupowania, a gdy czas pozwala - dla konkretnego ugrupowania i dla różnych wariantów działania nieprzyjaciela powietrznego. Najprościej jest określać możliwości ogniowe przy zwalczaniu pojedynczych celów i w warunkach polowych najbardziej celowe.

Określanie możliwości ogniowych w warunkach polowych musi opierać się na zawczasu opracowanych wykresach i tabelach, w których podane są gotowe wartości prawdopodobieństw zestrzelenia celu salwą /serią/ baterijną dla różnych warunków strzelania /lub co najmniej dla przeciętnych - średnich/.

Istnieje szereg metod określania możliwości ogniowych mniej lub więcej dokładnych, jak również prostych lub skomplikowanych. Poniżej zostaną omówione metody, przy pomocy których można określać możliwości ogniowe oddziały artylerii przeciwlotniczej.

A. Metoda określania możliwości ogniowych według ilości salw i R_1

Metoda ta umożliwia w stosunkowo prosty sposób określenie prawdopodobieństwa zestrzelenia celu pojedynczego lub nadzieję matematyczną ilości zestrzelonych samolotów przy odpieraniu kolejnych nalotów celów pojedynczych /przy dużym rozśrodkowaniu par i kluczy jest to słuszne/.

W metodzie zakłada się niezależność "salw" /strzałów^x/ baterijnych oraz przyjmuje się prawdopodobieństwo x / W bateriach sk strzelanie prowadzi się salwami przy $\tau_s = 5$ sek, natomiast w bateriach mk prowadzi się ogień seriami krótkimi lub długimi. Dla uproszczenia zagadnienia można również strzelanie mk rozpatrywać jako salwowe z odstępem 1-1,2 sek, co odpowiada 60-50 strzałów na minutę. Z zasady przyjmuje się dla naliczania ilości strzałów odstęp 1,2 sek.

zestrzelenia celu salwą jako funkcję tylko jednego argumentu - czasu lotu pocisku $/t/$. Uproszczenia te powodują zawyżenie otrzymanych w ten sposób wartości prawdopodobieństwa o około 10-15 % względem wartości rzeczywistej, lecz biorąc pod uwagę nieznanne z awczasu parametry ruchu celu, nie będzie to miało zasadniczego znaczenia.

Wiemy, że łączne prawdopodobieństwo zestrzelenia celu można przedstawić w postaci funkcji prawdopodobieństw poszczególnych "salw":

$$R_{k,n} = 1 - \prod_{i=1}^n /1 - R_i/$$

gdzie: $R_{k,n}$ - prawdopodobieństwo zestrzelenia celu przy strzelaniu "k" baterii i sumarycznej ilości salw "n";

R_i - prawdopodobieństwo zestrzelenia celu i-tą salwą baterijną.

Wyrażenie $/1 - R_i/$ można przedstawić w postaci $e^{\ln/1-R_i/}$. Z teorii rachunku przybliżonego wiadomo, że dla R_i znacznie mniejszych od jedności

$$\ln /1 - R_i/ \approx -R_i$$

stąd

$$R_{k,n} = 1 - e^{-\sum_{i=1}^n R_i} \quad /13/$$

Aby obliczyć prawdopodobieństwo zestrzelenia celu pojedynczego przy pomocy wzoru /13/ należy określić łączną ilość salw "n" i prawdopodobieństwo " R_i " dla każdej z nich. Dla uproszczenia obliczeń wszystkie salwy /na kursie/ dzieli się według grup czasu lotu pocisku /1 do S/ i dla każdej grupy określa się średnią wartość R_i /załącznik nr 2 tab.

1,2,3/ tzn.:

$$\sum_{i=1}^S R_i = / \sum_1^k n_1 \cdot R_1 / + / \sum_1^k n_2 \cdot R_2 / + \dots + / \sum_1^k n_i \cdot R_i / + \dots + / \sum_1^k n_s \cdot R_s / \quad /14/$$

- gdzie: $\sum_1^k n_i$ - sumaryczna ilość salw przy strzelaniu "k" baterii i i-tej grupie czasu lotu pocisku,
 R_i - średnie prawdopodobieństwo zestrzelenia celu dla salw przypadających na i-tą grupę czasu lotu pocisku,
 n_i - ilość salw przypadająca na i-tą grupę czasu lotu pocisku przy strzelaniu baterii,
 i - 1, 2, 3,, s - kolejne grupy czasowe.

Przykład 1. Obliczyć wykładnik potęgowy $\sum_{i=1}^S R_i$, jeżeli

według grafika /dla $V_c = 200$ m/sek/ poszczególne baterie dywizjonu mk /bat. 8 dz./ mogą wystrzelić:

t	b_1	b_2	b_3	$\sum_1^3 n_i$
10-8	3	3	3	$\sum_1^3 n_1 = 9$
8-6	5	4	3	$\sum_1^3 n_2 = 12$
6-4	3	5	0	$\sum_1^3 n_3 = 8$

Z załącznika nr 2 tab.2 odczytujemy dla

$$\sum_1^k n_i \text{ wartości } \sum_1^k n_i \cdot R_i$$

t	10-8	8-6	6-4	$\sum_{i=1}^S R_i = \sum_{1}^n R_i$
$\sum_{i=1}^k n_i R_i$	0,0414	0,0792	0,0792	0,1998 \approx 0,2

Posługując się tabelą funkcji e^{-x} ^{*/} /gdzie - x = $-\sum_{i=1}^S R_i$ / sporządzamy wykres lub tabelę /załącznik nr 3a i 3b/, z których na podstawie obliczonego wykładnika potęgowego " $-x$ " określamy prawdopodobieństwo zestrzelenia celu pojedynczego - $R_{k,n}$.

Przykład 2. Według danych przykładu 1, wartość

$$\sum_{i=1}^S R_i = 0,2. \text{ Obliczyć } R_{k,n}.$$

$$R_{k,n} = 1 - e^{-\sum_{i=1}^n R_i} = 1 - e^{-0,2} = 1 - 0,8187 = 0,1813.$$

Do określania ilości salw sporządza się grafiki /patrz załącznik nr 7/ dla określonej prędkości celu i wysokości lotu /dla każdego kalibru oddzielnie/. Jeśli mamy grafiki opracowane tylko dla jednej prędkości celu, a obliczenia wykonujemy dla innej, to rzeczywiste zużycie amunicji oraz wykładnik potęgowy $-x$ mnożymy przez współczynnik K_V /załącznik nr 6 tab. 3/. Jeśli grafik wykonano dla V_{c1} a obliczenia chcemy wykonać dla V_{c2} , to

$$K_V = \frac{V_{c1}}{V_{c2}} \quad /15/$$

i odwrotnie.

x/ Załącznik nr 5.

Przykład 3. Obliczyć współczynnik transformacji K_V , jeśli wykres sporządzono dla $V_{c1} = 200$ m/sek, a obliczenia wykonujemy dla $V_{c2} = 300$ m/sek i odwrotnie.

$$K_V = \frac{V_{c1}}{V_{c2}} = \frac{200}{300} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$K_V = \frac{V_{c2}}{V_{c1}} = \frac{300}{200} = \frac{3}{2} = 1,5.$$

Przykład 4. W warunkach przykładu 1, obliczyć n_k i $R_{k,n}$ dla $V_c = 300$ m/sek.

1/ dla bat. 1

$$n_1 \cdot f = 13 + 5 + 3 \cdot 8 = 88 \text{ poc.}$$

2/ dla bat. 2

$$n_2 \cdot f = 13 + 4 + 5 \cdot 8 = 96 \text{ poc.}$$

3/ dla bat. 3

$$n_3 \cdot f = 13 + 3 \cdot 8 = 48 \text{ poc.}$$

$$4/ \quad n_{k/200/} = \sum_1^k n_i \cdot f =$$

$$= 88 + 96 + 48 = 222 \text{ poc.}$$

$$n_{k/300/} = n_{k/200/} \cdot K_V = 222 \cdot 0,67 = 149 \text{ poc.}$$

$$5/ \quad \sum_1^S R_i / 300/ = \sum_1^S R_i / 200/ \cdot K_V =$$

$$= 0,1998 \cdot 0,67 \approx 0,13$$

$$6/ \quad R_{k,n(200)} = 1 - e^{-0,13} = 1 - 0,8781 = 0,1219$$

Możliwości ogniowe w odpiernaniu nalotu kilku celów pojedynczych zwalczanych kolejno określa nadzieja matematyczna ilości zestrzelonych celów obliczona według wzoru /9/.

Jeśli mamy określone rzeczywiste zużycie amunicji w jednym strzelaniu $/n_k/$, to przy określonym zapasie amunicji możemy określić ilość strzelań lub inaczej maksymalną ilość celów, jaką oddział może ostrzelać:

$$N_{c_{max}} = \frac{f \cdot m \cdot /j.o/}{n_k} \quad /16 a/$$

lub

$$N_{s_{max}} = \frac{f \cdot m /j.o/}{n_k} \cdot \nu \quad /16 b/$$

- gdzie: $N_{c_{max}}$ - maksymalna ilość ostrzelanych celów /maksymalna ilość strzelań/;
 m - ilość jednostek ognia na działo;
 $j.o$ - jednostka ognia /200 - mk, 150 - sk/;
 $N_{s_{max}}$ - maksymalna ilość ostrzelanych samolotów przy przeciętnym składzie grup ν samolotów.

Przykład 5. W warunkach przykładu 1 obliczyć maksymalną ilość ostrzelanych celów /ilość strzelań/ jeżeli dywizjon posiada 1 j.o na działo. A przeciętny skład grup $\nu = 4$ samoloty.

$$N_{c_{max}} = \frac{24 \cdot 200}{333} = \frac{4800}{333} \approx 14,4 \text{ celów /strzelań/}$$

$$N_{s_{max}} = \frac{24 \cdot 200}{333} \cdot 4 = 14,4 \cdot 4 \approx 58 \text{ samolotów}$$

$$A_k = 14,4 \cdot 0,295 = 4,3 \text{ samolotu}$$

/jeżeli wprowadzimy do wzoru /9/ współczynnik kierowania ogniem $K_{k.o} = 0,9$, to

$$A_k = 4,3 \cdot 0,9 = 3,87 \approx 4 \text{ samoloty.}$$

/Kompleksowy przykład obliczenia możliwości ogniowych tą metodą podano w załączniku nr 8/.

B. Przybliżone metody określenia możliwości ogniowych oddziałów według średniego prawdopodobieństwa zestrzelenia celu przez baterię

Metoda ta zakłada, że prawdopodobieństwo zestrzelenia celu pojedynczego jest jednakowe dla wszystkich strzelających baterii $R_{n,k} = 0,2 + 0,3/$, to znaczy nie uwzględnia się konkretnego ugrupowania bojowego oddziału /wzór 3/, załącznik nr 4/. Drugi element niezbędny do określenia możliwości ogniowych, rzeczywista wydajność ogniowa, jest określana dwojako.

W pierwszej wersji zakłada się średnią praktyczną wydajność ogniową dział /około 25 strzałów dla 57 mm armat i około 10 dla 85 mm armat/, nie biorąc pod uwagę ani prędkości lotu, ani wysokości i wymiarów płaskiej strefy ostrzału.

W drugiej wersji praktyczną wydajność ogniową określa się dla konkretnych warunków strzelania, to znaczy dla średniej drogi celu w strefie ostrzału na konkretnej wysokości i z konkretną prędkością lotu /patrz wzór 2//.

O ile w pierwszej wersji możemy określić możliwości ogniowe przy określonym zapasie amunicji i w stosunku do działania nieprzyjaciela w przeciągu długiego czasu /np. doby/, to w drugiej wersji możemy określić takie jak i w pierwszej oraz w stosunku do krótkotrwałych nalotów i z uwzględnieniem norm ogniowych /patrz załącznik nr 6, tab.1 i 2/.

Przykład 1. Obliczyć możliwości ogniowe pułku 57 mm /4 baterie à 6 dział/, jeżeli $R_{n,i} = 0,26$; $n=25$ strzałów, bateria posiada po 1 j.o na dział, $K_{k,0} = 0,9$.

$$1/ k = \frac{1}{R_{n,i}} = \frac{1}{0,26} = 3,9 \approx 4 \text{ bat.}$$

$$2/ R_{n,k} = 1 - /1 - R_{n,i}/^k = 1 - /1 - 0,26/4 = 0,7$$

$$3/ n_k = n \cdot f \cdot k = 25 \cdot 6 \cdot 4 = 600 \text{ pocisków /na 1 strzel./}$$

$$4/ N_{c_{max}} = \frac{f \cdot m \cdot /j.o/}{n_k} = \frac{24 \cdot 200}{600} =$$

$$= 8 \text{ celów /strzelań/}$$

$$5/ A_k = N_{c_{max}} \cdot R_{n,k} \cdot K_{k.0} =$$

$$= 8 \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 5 \text{ samolotów}$$

$$6/ N_k = \frac{n_k \cdot N_{c_{max}}}{A_k} = \frac{f \cdot m \cdot /j.o/}{A_k} =$$

$$= \frac{4800}{5} = 960 \text{ pocisków}$$

Przykład 2. Określić możliwości ogniowe pułku 57 mm/4 bat.
à 6 dział/:

- a/ przy odpieraniu nalotów trwających 10 min;
b/ dla zapasu amunicji równym 1 jo na dział;
jeżeli samoloty nieprzyjaciela działają na wy-
sokości 1000 m z prędkością 250 m/sek,
 $R_{n,i} = 0,2$, a $K_{k.0} = 0,9$.

a/ Przy odpieraniu nalotów trwających 10 minut

$$1/ k = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ bat. /posiadane 4 baterie/;}$$

$$2/ R_{n,k} = 1 - /1 - 0,2/^{1/4} = 0,59;$$

$$3/ n = \frac{1,5 \cdot R \cdot Q}{v_c} = \frac{1,5 \cdot 5,9 \cdot 50}{15} =$$

$$= 29 \text{ pocisków;}$$

$$4/ N_{c_{max}} = \frac{N}{n} = \frac{110}{29} = 3,8 \text{ celów /strzelań/;}$$

$$5/ A_k = 3,8 \cdot 0,59 \cdot 0,9 = 2 \text{ samoloty;}$$

$$6/ n_k = 29 \cdot 6 \cdot 4 = 696 \text{ pocisków /na jedno strzelanie/;}$$

$$7/ N_k = \frac{696 \cdot 3,8}{2} = \frac{2645}{2} = 1322 \text{ pociski};$$

b/ dla zapasu amunicji równego 1 j.o na działo:

$$1/ N_{c_{\max}} = \frac{24 \cdot 200}{696} = 6,9 \text{ celów};$$

$$2/ A_k = 6,9 \cdot 0,59 \cdot 0,9 = 3,7 \text{ samolotów};$$

$$3/ N_k = \frac{4800}{3,7} = 1300 \text{ pocisków}$$

Najważniejszymi wskaźnikami przy określaniu możliwości ogniowych są $R_{n,k}$; A_k i N_k , przy czym wartość A_k może być obliczona przy braniu pod uwagę współczynnika $K_{k,0}$ lub też nie /jeśli współczynnik ten jest bliski 1 można go pominąć/. Jeżeli znamy wartość N_k to A_k możemy obliczyć /dla przypadku rozpatrywania możliwości według zapasu amunicji/ ze wzoru:

$$A_k = \frac{f \cdot m / \text{j.o.}}{N_k} \quad /17/$$

Przykład 3. Wartość $N_k = 800$ pocisków. Obliczyć A_k przy strzelaniu dywizjonu /3 bat. à 8 dział/ jeżeli zapas amunicji wynosi 1 j.o na działo

$$A_k = \frac{24 \cdot 200}{800} = \frac{4800}{800} = 6 \text{ celów}$$

Wartość N_k można obliczać biorąc pod uwagę rzeczywiste zużycie amunicji n_k na jedno strzelanie, bardziej wiarogodny jest wynik jeżeli będziemy brali sumaryczne zużycie amunicji w czasie $N_{c_{\max}}$ strzelań, to znaczy $/n_k \cdot N_{c_{\max}} /$.

Wykonano 30 egz.
egz.nr 1-30 -bibl.tajna
wyk.pplk Zabłotni
druk.I.B.dn. 13.03.1967 r.
nr ks.masz.0489/WW
kor.A.J.

OPRACOWAŁ:
ADIUNKT KATEDRY OPL

pplk dypl. Józef ZABŁOTNI

ZALACZNIKI

Czasz lotu pocisku 57 mm armaty plot

H	500	1000	2000	3000	4000	5000	H
500	0,8	1,4	2,7	4,5	6,7	9,4	500
1000	1,3	1,7	3,0	4,7	6,8	9,6	1000
1500	1,9	2,3	3,4	5,1	6,9	10,0	1500
2000	2,7	3,0	4,0	5,6	7,3	10,6	2000
2500	3,3	3,8	4,7	6,3	7,8	11,3	2500
3000	4,4	4,7	5,6	7,2	8,5	12,8	3000
3500	5,5	5,8	6,7	8,2	9,4	13,2	3500
4000	6,7	7,0	7,9	9,4	10,4	14,4	4000
4500	8,1	8,3	9,2	10,7	11,6	-	4500
5000	9,6	9,8	10,7	12,2	12,9	-	5000
5500	11,25	11,4	12,3	13,8	14,4	-	5500
6000	13,0	13,2	14,1	-	-	-	6000

Wartości promieni płaskich stref ostrzału Tab. 2

H /m/	500	1000	2000	3000	4000	5000
R /m/	4000	5900	5600	5200	4500	3400

xx/ Załącznik nr 1 jest opracowany celem ułatwienia pracy przy sporządzaniu grafików do określania ilości salw w grupach czasu lotu pocisku.

Tab.3

Wartości $R_{\omega\beta}$ i $D_{p\omega p}$ dla $V_c = 200$ m/sek. $\frac{\text{m}}{\text{sek.}}$

H/m/	500	1000	2000	3000	4000	5000
$R_{\omega\beta}$	250	250	250	250	250	250
$D_{p\omega p}$	330	-	-	-	-	-

Tab.4

Czasy lotu pocisku 85 mm z zap. T-5

$\frac{H}{D_p}$	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	$\frac{H}{D_p}$
1000	1,6	2,0	3,3	5,0	7,0	9,3	12,1	-	-	1000
1500	2,3	2,6	3,7	5,3	7,3	9,6	12,5	15,7	19,6	1500
2000	3,0	3,3	4,3	5,8	7,8	10,0	12,9	16,2	20,2	2000
2500	3,8	4,0	5,0	6,5	8,4	10,6	13,4	16,8	20,9	2500
3000	4,7	4,9	5,8	7,2	9,1	11,3	14,1	17,5	21,6	3000
3500	5,7	5,9	6,7	8,0	9,9	12,1	14,9	18,3	22,4	3500
4000	6,7	6,9	7,7	9,0	10,8	13,1	15,8	19,2	23,4	4000
4500	7,8	8,0	8,8	10,1	11,9	14,1	16,9	20,3	24,5	4500
5000	9,0	9,2	10,0	11,3	13,1	15,3	18,1	21,5	25,8	5000
5500	10,3	10,5	11,4	12,6	14,4	16,6	19,4	22,8	27,3	5500
6000	11,8	12,0	12,8	14,0	15,8	18,0	20,8	24,3	29,0	6000
6500	13,4	13,5	14,3	15,5	17,2	19,5	22,3	25,9	30,9	6500
7000	15,0	15,1	15,9	17,1	18,8	21,1	24,0	27,8	33,3	7000
7500	16,7	16,8	17,6	18,8	20,5	22,8	25,7	29,8	-	7500
8000	18,4	18,6	19,4	20,6	22,3	24,6	27,7	31,4	-	8000
8500	20,2	20,4	21,2	22,4	24,2	26,6	29,1	-	-	8500
9000	21,6	22,0	23,1	24,2	26,3	27,3	-	-	-	9000

x/ Wartości $R_{\omega\beta}$ i $D_{p\omega p}$ są wprost proporcjonalne do V_c .

Tab.5

Wartości promieni płaskich stref ostrzału

H/m/	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
R /m/	4000	6500	9000	8900	8800	8700	8300	7500	6300

Tab.6

Wartości $R_{\omega\beta}$ i $D_{p\omega p}$ dla $V_c = 200$ m/sek. $\frac{x}{\beta}$

H/m/	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
$R_{\omega\beta}$	550	550	550	550	550	550	550	550	550
$D_{p\omega p}$	1100	1400	1400	-	-	-	-	-	-

x/ Wartości $R_{\omega\beta}$ i $D_{p\omega p}$ są wprost proporcjonalne do V_c .

Wartości $\sum_1^k n_i \cdot R_i$ dla 57 mm baterii /6 dział z P-60/

t/sek/	12-10	10-8	8-6	6-4	4-2	2-1
$\sum_1^k n_i$	$\sum_1^k n_i \cdot R_i$					±/
1	0,0024	0,0034	0,0050	0,0074	0,0130	0,0186
2	0,0048	0,0068	0,0100	0,0148	0,0260	0,0372
3	0,0072	0,0102	0,0150	0,0222	0,0390	0,0558
4	0,0096	0,0136	0,0200	0,0296	0,0520	0,0744
5	0,0120	0,0170	0,0250	0,0370	0,0650	0,0930
6	0,0144	0,0204	0,0300	0,0444	0,0780	0,1116
7	0,0168	0,0238	0,0350	0,0518	0,0910	0,1302
8	0,0192	0,0272	0,0400	0,0592	0,1040	0,1488
9	0,0216	0,0306	0,0450	0,0666	0,1170	0,1674
10	0,0240	0,0340	0,0500	0,0740	0,1300	0,1860
11	0,0264	0,0374	0,0550	0,0814	0,1430	0,2046
12	0,0288	0,0408	0,0600	0,0888	0,1560	0,2232
13	0,0312	0,0442	0,0650	0,0962	0,1690	0,2418
14	0,0336	0,0476	0,0700	0,1036	0,1820	0,2604
15	0,0360	0,0510	0,0750	0,1110	0,1950	0,2790
16	0,0384	0,0544	0,0800	0,1184	0,2080	0,2976
17	0,0408	0,0578	0,0850	0,1258	0,2210	0,3162
18	0,0432	0,0612	0,0900	0,1332	0,2340	0,3348
19	0,0456	0,0646	0,0950	0,1406	0,2470	0,3534
20	0,0480	0,0680	0,1000	0,1480	0,2600	0,3720
21	0,0504	0,0714	0,1050	0,1554	0,2730	0,3906
22	0,0528	0,0748	0,1100	0,1628	0,2860	0,4092
23	0,0552	0,0782	0,1150	0,1702	0,2990	0,4278
24	0,0576	0,0816	0,1200	0,1776	0,3120	0,4464
25	0,0600	0,0850	0,1250	0,1850	0,3250	0,4650
26	0,0624	0,0884	0,1300	0,1924	0,3380	0,4836
27	0,0648	0,0918	0,1350	0,1998	0,3510	0,5022
28	0,0672	0,0952	0,1400	0,2072	0,3640	0,5208
29	0,0696	0,0986	0,1450	0,2146	0,3770	0,5394
30	0,0720	0,1020	0,1500	0,2220	0,3900	0,5580
31	0,0744	0,1054	0,1550	0,2294	0,4030	0,5766
32	0,0768	0,1088	0,1600	0,2368	0,4160	0,5952
33	0,0792	0,1122	0,1650	0,2442	0,4290	0,6138
34	0,0816	0,1156	0,1700	0,2516	0,4420	0,6324
35	0,0840	0,1190	0,1750	0,2590	0,4550	0,6510
36	0,0864	0,1224	0,1800	0,2664	0,4680	0,6696

±/ R_i jest wartością średnią orientacyjną.

1	2	3	4	5	6	7
37	0,0888	0,1258	0,1850	0,2738	0,4810	0,6882
38	0,0912	0,1292	0,1900	0,2812	0,4940	0,7068
39	0,0936	0,1326	0,1950	0,2886	0,5070	0,7254
40	0,0960	0,1360	0,2000	0,2960	0,5200	0,7440

Tab. 2

Wartości $\sum_1^k n_i \cdot R_i$ dla 57 mm baterii /8 dział z P-6-60/

t/sek/	12-10	10-8	8-6	6-4	4-2	2-1
$\sum_1^k n_i$	$\sum_1^k n_i \cdot R_i$					
1	0,0031	0,0046	0,0066	0,0099	0,0173	0,0247
2	0,0062	0,0092	0,0132	0,0198	0,0346	0,0494
3	0,0093	0,0138	0,0198	0,0297	0,0519	0,0741
4	0,0124	0,0184	0,0264	0,0395	0,0692	0,0988
5	0,0155	0,0230	0,0330	0,0495	0,0865	0,1235
6	0,0186	0,0276	0,0396	0,0594	0,1038	0,1482
7	0,0217	0,0322	0,0462	0,0693	0,1211	0,1729
8	0,0248	0,0368	0,0528	0,0792	0,1384	0,1976
9	0,0279	0,0414	0,0594	0,0891	0,1557	0,2223
10	0,0310	0,0460	0,0660	0,0990	0,1730	0,2470
11	0,0341	0,0506	0,0726	0,1089	0,1903	0,2717
12	0,0372	0,0552	0,0792	0,1188	0,2076	0,2964
13	0,0403	0,0598	0,0858	0,1287	0,2249	0,3211
14	0,0434	0,0644	0,0924	0,1386	0,2422	0,3458
15	0,0465	0,0690	0,0990	0,1485	0,2595	0,3705
16	0,0496	0,0736	0,1056	0,1584	0,2768	0,3952
17	0,0527	0,0782	0,1122	0,1683	0,2941	0,4199
18	0,0558	0,0828	0,1188	0,1782	0,3114	0,4446
19	0,0589	0,0874	0,1254	0,1881	0,3287	0,4693
20	0,0620	0,0920	0,1320	0,1980	0,3460	0,4940
21	0,0651	0,0966	0,1386	0,2079	0,3633	0,5187
22	0,0682	0,1012	0,1452	0,2178	0,3806	0,5434
23	0,0712	0,1058	0,1518	0,2277	0,3979	0,5681
24	0,0744	0,1104	0,1584	0,2376	0,4152	0,5928
25	0,0775	0,1150	0,1650	0,2475	0,4325	0,6175
26	0,0805	0,1196	0,1716	0,2574	0,4498	0,6422
27	0,0837	0,1242	0,1782	0,2673	0,4671	0,6669
28	0,0868	0,1288	0,1848	0,2772	0,4844	0,6916
29	0,0899	0,1334	0,1914	0,2871	0,5017	0,7163
30	0,0930	0,1380	0,1980	0,2970	0,5190	0,7410

1	2	3	4	5	6	7
31	0,0961	0,1426	0,2046	0,3063	0,5363	0,7657
32	0,0992	0,1472	0,2112	0,3168	0,5536	0,7904
33	0,1023	0,1518	0,2178	0,3267	0,5709	0,8151
34	0,1054	0,1564	0,2244	0,3366	0,5882	0,8398
35	0,1085	0,1610	0,2310	0,3465	0,6055	0,8645
36	0,1116	0,1656	0,2376	0,3564	0,6228	0,8892
37	0,1147	0,1702	0,2442	0,3663	0,6401	0,9139
38	0,1178	0,1748	0,2508	0,3762	0,6574	0,9386
39	0,1209	0,1794	0,2574	0,3861	0,6747	0,9633
40	0,1240	0,1840	0,2640	0,3960	0,6920	0,9880

Wartości $\sum_{i=1}^k n_i \cdot R_i$ dla 85 mm baterii / 8 dział./

t/sek	30-25	25-20	20-16	16-14	14-12	12-10	10-8	8-6	6-4	4-2
$\sum_{i=1}^k n_i$	$\sum_{i=1}^k n_i \cdot R_i$									
	*/									
1	0,0042	0,0074	0,0150	0,0200	0,0245	0,0289	0,0330	0,0360	0,0382	0,0400
2	0,0084	0,0148	0,0300	0,0400	0,0490	0,0578	0,0660	0,0720	0,0764	0,0800
3	0,0126	0,0222	0,0450	0,0600	0,0735	0,0867	0,0990	0,1080	0,1146	0,1200
4	0,0168	0,0296	0,0600	0,0800	0,0980	0,1156	0,1320	0,1440	0,1528	0,1600
5	0,0210	0,0370	0,0750	0,1000	0,1225	0,1445	0,1650	0,1800	0,1910	0,2000
6	0,0252	0,0444	0,0900	0,1200	0,1470	0,1734	0,1980	0,2160	0,2292	0,2400
7	0,0294	0,0518	0,1050	0,1400	0,1715	0,2023	0,2310	0,2520	0,2674	0,2800
8	0,0336	0,0592	0,1200	0,1600	0,1960	0,2312	0,2640	0,2880	0,3056	0,3200
9	0,0378	0,0666	0,1350	0,1800	0,2205	0,2601	0,2970	0,3240	0,3438	0,3600
10	0,0420	0,0740	0,1500	0,2000	0,2450	0,2890	0,3300	0,3600	0,3820	0,4000
11	0,0462	0,0814	0,1650	0,2200	0,2695	0,3179	0,3630	0,3960	0,4202	0,4400
12	0,0504	0,0888	0,1800	0,2400	0,2940	0,3468	0,3960	0,4320	0,4584	0,4800
13	0,0545	0,0962	0,1950	0,2600	0,3185	0,3757	0,4290	0,4680	0,4966	0,5200
14	0,0588	0,1036	0,2100	0,2800	0,3430	0,4046	0,4620	0,5040	0,5348	0,5600
15	0,0630	0,1110	0,2250	0,3000	0,3675	0,4335	0,4950	0,5400	0,5730	0,6000
16	0,0672	0,1184	0,2400	0,3200	0,3920	0,4624	0,5280	0,5760	0,6112	0,6400
17	0,0714	0,1258	0,2550	0,3400	0,4165	0,4913	0,5610	0,6120	0,6494	0,6800
18	0,0756	0,1332	0,2700	0,3600	0,4410	0,5202	0,5940	0,6480	0,6876	0,7200
19	0,0798	0,1406	0,2850	0,3800	0,4635	0,5491	0,6270	0,6840	0,7258	0,7600
20	0,0840	0,1480	0,3000	0,4000	0,4900	0,5780	0,6600	0,7200	0,7640	0,8000

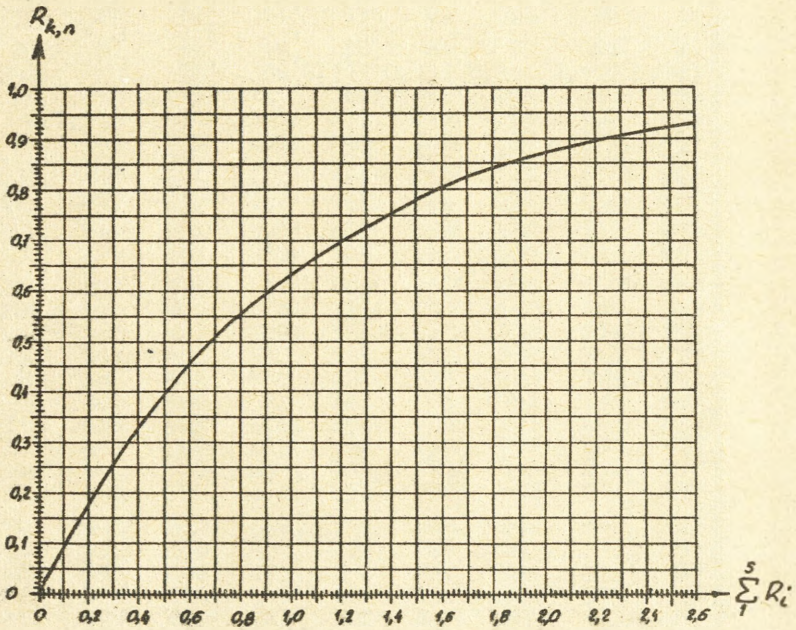
*/ R_i jest wartością średnią orientacyjną.

Wartości $R_{k,n} = 1 - e^{-x}$ /gdzie $x = \sum_{i=1}^n R_i$

x	R _{k,n}	x	R _{k,n}	x	R _{k,n}	x	R _{k,n}	x	R _{k,n}	x	R _{k,n}	x	R _{k,n}	x	R _{k,n}	x	R _{k,n}
0,01	0,0100	0,31	0,2666	0,61	0,4536	0,91	0,5975	1,21	0,7018	1,51	0,7791	1,81	0,8367	2,11	0,8788	2,41	0,9102
0,02	0,0198	0,32	0,2739	0,62	0,4621	0,92	0,6015	1,22	0,7048	1,52	0,7813	1,82	0,8380	2,12	0,8800	2,42	0,9111
0,03	0,0296	0,33	0,2811	0,63	0,4674	0,93	0,6054	1,23	0,7077	1,53	0,7835	1,83	0,8396	2,13	0,8812	2,43	0,9120
0,04	0,0392	0,34	0,2882	0,64	0,4727	0,94	0,6094	1,24	0,7106	1,54	0,7856	1,84	0,8412	2,14	0,8823	2,44	0,9128
0,05	0,0488	0,35	0,2953	0,65	0,4780	0,95	0,6133	1,25	0,7135	1,55	0,7878	1,85	0,8428	2,15	0,8835	2,45	0,9137
0,06	0,0582	0,36	0,3023	0,66	0,4831	0,96	0,6171	1,26	0,7163	1,56	0,7899	1,86	0,8443	2,16	0,8847	2,46	0,9146
0,07	0,0676	0,37	0,3093	0,67	0,4883	0,97	0,6209	1,27	0,7192	1,57	0,7920	1,87	0,8459	2,17	0,8858	2,47	0,9154
0,08	0,0769	0,38	0,3161	0,68	0,4934	0,98	0,6247	1,28	0,7220	1,58	0,7940	1,88	0,8474	2,18	0,8870	2,48	0,9163
0,09	0,0861	0,39	0,3229	0,69	0,4984	0,99	0,6284	1,29	0,7247	1,59	0,7961	1,89	0,8489	2,19	0,8881	2,49	0,9171
0,10	0,0952	0,40	0,3297	0,70	0,5034	1,00	0,6321	1,30	0,7275	1,60	0,7981	1,90	0,8504	2,20	0,8898	2,50	0,9179
0,11	0,1042	0,41	0,3363	0,71	0,5084	1,01	0,6358	1,31	0,7302	1,61	0,8001	1,91	0,8519	2,21	0,8903	2,51	0,9187
0,12	0,1131	0,42	0,3430	0,72	0,5132	1,02	0,6394	1,32	0,7329	1,62	0,8021	1,92	0,8534	2,22	0,8914	2,52	0,9195
0,13	0,1219	0,43	0,3495	0,73	0,5181	1,03	0,6430	1,33	0,7355	1,63	0,8041	1,93	0,8549	2,23	0,8925	2,53	0,9203
0,14	0,1306	0,44	0,3560	0,74	0,5229	1,04	0,6465	1,34	0,7382	1,64	0,8060	1,94	0,8563	2,24	0,8935	2,54	0,9211
0,15	0,1393	0,45	0,3624	0,75	0,5276	1,05	0,6501	1,35	0,7408	1,65	0,8080	1,95	0,8577	2,25	0,8946	2,55	0,9219
0,16	0,1479	0,46	0,3687	0,76	0,5323	1,06	0,6535	1,36	0,7433	1,66	0,8099	1,96	0,8591	2,26	0,8956	2,56	0,9227
0,17	0,1563	0,47	0,3740	0,77	0,5360	1,07	0,6570	1,37	0,7459	1,67	0,8118	1,97	0,8605	2,27	0,8967	2,57	0,9235
0,18	0,1647	0,48	0,3812	0,78	0,5416	1,08	0,6604	1,38	0,7484	1,68	0,8136	1,98	0,8619	2,28	0,8977	2,58	0,9242
0,19	0,1730	0,49	0,3874	0,79	0,5462	1,09	0,6638	1,39	0,7509	1,69	0,8155	1,99	0,8633	2,29	0,8987	2,59	0,9250
0,20	0,1813	0,50	0,3935	0,80	0,5507	1,10	0,6671	1,40	0,7534	1,70	0,8173	2,00	0,8647	2,30	0,8997	2,60	0,9257
0,21	0,1894	0,51	0,3995	0,81	0,5551	1,11	0,6704	1,41	0,7559	1,71	0,8191	2,01	0,8660	2,31	0,9007	2,61	0,9265
0,22	0,1975	0,52	0,4055	0,82	0,5596	1,12	0,6737	1,42	0,7583	1,72	0,8209	2,02	0,8673	2,32	0,9017	2,62	0,9272
0,23	0,2055	0,53	0,4114	0,83	0,5640	1,13	0,6770	1,43	0,7607	1,73	0,8227	2,03	0,8687	2,33	0,9027	2,63	0,9279
0,24	0,2134	0,54	0,4173	0,84	0,5683	1,14	0,6802	1,44	0,7631	1,74	0,8245	2,04	0,8700	2,34	0,9037	2,64	0,9286
0,25	0,2212	0,55	0,4231	0,85	0,5726	1,15	0,6834	1,45	0,7654	1,75	0,8268	2,05	0,8713	2,35	0,9046	2,65	0,9293
0,26	0,2289	0,56	0,4288	0,86	0,5768	1,16	0,6865	1,46	0,7678	1,76	0,8280	2,06	0,8725	2,36	0,9056	2,66	0,9301
0,27	0,2366	0,57	0,4345	0,87	0,5810	1,17	0,6896	1,47	0,7701	1,77	0,8297	2,07	0,8738	2,37	0,9065	2,67	0,9307
0,28	0,2442	0,58	0,4401	0,88	0,5852	1,18	0,6927	1,48	0,7734	1,78	0,8314	2,08	0,8751	2,38	0,9074	2,68	0,9314
0,29	0,2513	0,59	0,4457	0,89	0,5893	1,19	0,6958	1,49	0,7756	1,79	0,8330	2,09	0,8763	2,39	0,9084	2,69	0,9321
0,30	0,2592	0,60	0,4512	0,90	0,5934	1,20	0,6988	1,50	0,7769	1,80	0,8347	2,10	0,8775	2,40	0,9093	2,70	0,9328

Wykres do określenia wartości

$$R_{k,n} = 1 - e^{-\sum_{i=1}^k R_i}$$



Załącznik 4

Wartość funkcji $R_{n,k} = 1 - 1 - R_{n,i} / k$

$R_{n,i}$	k=2	k=3	k=4	k=5	k=6	k=7	k=8	k=9	k=10
0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010
0,002	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0,003	6	9	12	15	18	21	24	27	30
0,004	8	12	16	20	24	28	32	36	39
0,005	10	15	20	25	30	34	39	44	48
0,006	12	18	24	30	36	41	47	53	58
0,007	14	21	28	34	41	48	55	61	68
0,008	16	24	32	39	47	55	62	70	77
0,009	18	27	36	44	53	61	70	78	86
0,01	20	30	39	49	58	68	77	86	96
0,02	40	59	78	96	114	132	149	168	183
0,03	59	87	115	141	167	192	216	240	263
0,04	78	115	151	185	217	249	279	307	335
0,05	97	143	185	226	265	302	337	370	401
0,06	116	169	219	266	310	352	390	427	461
0,07	135	196	252	304	353	398	440	480	516
0,08	154	221	284	341	394	442	486	528	566
0,09	172	246	314	376	432	483	530	572	611
0,10	190	271	334	410	469	522	570	613	651
0,11	208	295	373	442	503	558	606	650	688
0,12	226	319	400	472	536	591	640	684	722
0,13	243	342	427	502	566	623	672	714	752
0,14	260	364	453	530	595	652	701	743	779
0,15	278	386	478	556	623	679	728	769	803
0,16	295	407	502	582	649	705	752	792	825
0,17	311	428	525	606	673	729	775	813	845
0,18	328	449	548	629	696	751	796	832	863
0,19	344	469	570	651	718	771	815	850	879
0,20	360	488	590	672	738	790	832	866	893
0,21	376	507	610	692	757	808	848	880	905
0,22	392	525	630	711	775	824	863	893	917
0,23	407	543	648	729	792	840	876	905	927
0,24	422	561	666	746	807	854	886	915	936
0,25	438	578	684	763	822	867	900	925	944
0,26	453	595	700	778	836	879	910	933	951
0,27	467	611	716	793	849	890	919	941	957
0,28	482	627	731	807	861	900	928	948	963
0,29	496	642	746	820	872	909	935	954	968
0,30	510	657	760	832	882	918	942	960	972

Wartość funkcji $R_{n,k} = 1 - 1 - R_{n,1}^k$

$R_{n,1}$	k=2	k=3	k=4	k=5	k=6	k=7	k=8	k=9	k=10
0,31	0,524	0,661	0,773	0,844	0,892	0,926	0,949	0,965	0,976
0,32	538	686	786	855	901	933	954	969	979
0,33	551	699	798	865	910	939	959	973	982
0,34	564	712	810	875	917	945	964	976	984
0,35	578	725	821	884	925	951	968	979	986
0,36	591	738	832	893	931	956	972	982	988
0,37	603	750	842	901	937	961	975	985	990
0,38	616	762	852	908	943	965	978	986	992
0,39	628	773	862	916	948	969	981	988	993
0,40	640	784	870	922	953	972	983	990	994
0,41	652	795	879	929	958	975	985	991	995
0,42	664	805	887	934	962	978	987	993	996
0,43	675	815	894	940	966	980	989	994	996
0,44	686	824	902	945	969	983	990	995	997
0,45	697	834	908	950	972	985	992	995	997
0,46	708	843	915	954	975	987	993	996	998
0,47	719	851	921	958	978	988	994	997	998
0,48	730	859	927	962	980	990	995	997	999
0,49	740	867	932	966	982	991	995	998	999
0,50	750	875	938	969	984	992	996	998	999
0,51	760	882	942	972	976	993	997	999	
0,52	770	889	947	975	988	994	997	999	
0,53	779	896	951	977	989	995	998	999	
0,54	788	903	955	979	991	996	998	999	
0,55	798	909	959	982	992	997	999		
0,56	806	915	963	984	993	997	999		
0,57	815	921	966	985	994	998	999		
0,58	824	926	969	987	995	998	999		
0,59	832	931	972	989	996	998	999		
0,60	840	936	974	990	996	998	999		
0,62	856	945	979	992	997	999			
0,64	870	953	983	994	998	999			
0,66	884	961	987	995	998	999			
0,68	898	967	990	997	999				
0,70	910	973	992	998	999				
0,72	922	978	994	998	999				
0,74	932	982	995	999					
0,76	942	986	997	999					
0,78	952	989	998	999					
0,80	960	992	998	999					
0,82	968	994	999						
0,84	974	996	999						
0,86	980	997	999						
0,88	986	998	999						
0,90	990	999							
0,95	998	999							

Tabela wartości funkcji $e^{-x} / x = \sum_1^s R_i /$

x	e^{-x}	x	e^{-x}	x	e^{-x}
0,000	1,0000	0,35	0,7047	1,70	0,1827
0,005	0,9950	0,40	0,6703	1,80	0,1653
0,010	0,9900	0,45	0,6376	1,90	0,1496
0,015	0,9851	0,50	0,6065	2,00	0,1353
0,020	0,9802	0,55	0,5769	2,1	0,1225
0,025	0,9753	0,60	0,5488	2,2	0,1108
0,030	0,9704	0,65	0,5220	2,3	0,1003
0,035	0,9656	0,70	0,4966	2,4	0,0907
0,040	0,9608	0,75	0,4724	2,5	0,0821
0,045	0,9560	0,80	0,4493	2,6	0,0743
0,050	0,9512	0,85	0,4274	2,7	0,0672
0,055	0,9465	0,90	0,4066	2,8	0,0608
0,060	0,9418	0,95	0,3867	2,9	0,0550
0,065	0,9371	1,00	0,3679	3,0	0,0498
0,070	0,9324	1,05	0,3499	3,5	0,0302
0,075	0,9277	1,10	0,3329	4,0	0,0183
0,080	0,9231	1,15	0,3166	4,5	0,0111
0,085	0,9185	1,20	0,3012	5,0	0,0067
0,090	0,9139	1,25	0,2865	5,5	0,0041
0,095	0,9094	1,30	0,2725	6,0	0,0025
0,100	0,9048	1,35	0,2592	6,5	0,0015
0,15	0,8607	1,40	0,2466	7,0	0,0009
0,20	0,8187	1,45	0,2346	7,5	0,0006
0,25	0,7786	1,50	0,2231	8,0	0,0003
0,30	0,7408	1,60	0,2013	9,0	0,0001

Tabela przeliczeń prędkości celu

m/sek	km/min.	km/godz.	Liczba Macha
150	9,0	540	0,45
160	9,6	676	0,48
170	10,2	612	0,51
180	10,8	648	0,54
190	11,4	684	0,57
200	12,0	720	0,60
210	12,6	756	0,63
220	13,2	792	0,66
230	13,8	828	0,69
240	14,4	864	0,72
250	15,0	900	0,75
260	15,6	936	0,78
270	16,2	972	0,81
280	16,8	1008	0,84
290	17,4	1044	0,87
300	18,0	1080	0,90
310	18,6	1116	0,93
320	19,2	1152	0,96
330	19,8	1188	0,99
340	20,4	1224	1,02
350	21,0	1260	1,05

Załącznik nr 7

Tab.1

Dopuszczalny reżim ognia dla armat przeciwlotniczych 57 mm

Czas trwania strzelania	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	30 min.	1 godz.
Liczba wystrzałów	50	60	65	80	110	130	200	330

Tab.2

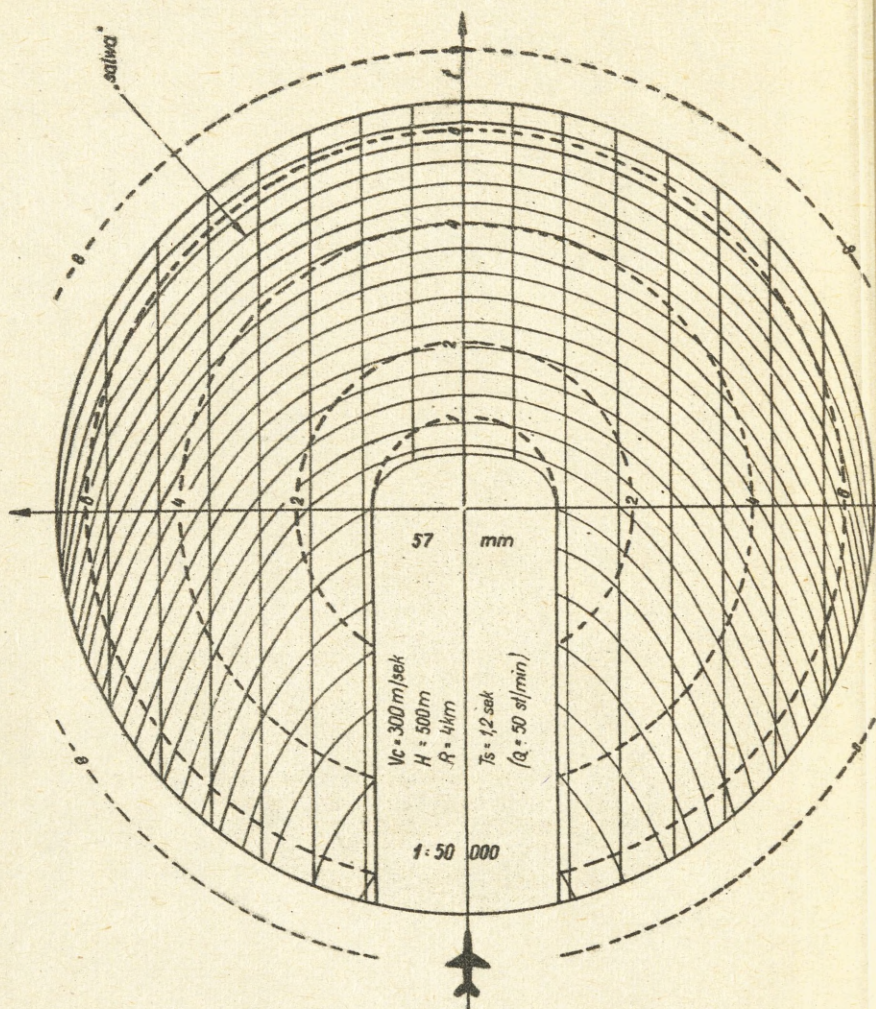
Dopuszczalny reżim ognia dla armat przeciwlotniczych 85 mm
wzór 1939 r.

Czas trwania strzelania	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	30 min.	1 godz.	2 godz.	3 godz.
Liczba wystrzałów	12	24	36	45	51	55	65	110	180	240

Tab. 3

Współczynniki transformacji K_v

współczynnik		v_c	150	200	250	300	350
		K_v	$v_{c1} = 200$ m/sek/	1,33	1	0,8	0,67
K_v	$v_{c1} = 300$ m/sek/	2	1,5	1,2	1	0,86	



Grafik do określenia ilości "salw" w grupach czasu lotu pocisku

Dla płaskiej strefy ostrzału w danej H rozwiązuje się zadanie spotkania pocisku metodą graficzną /do sporządzenia grafiku w załączniku nr 1 podane są odpowiednie tabele czasu lotu pocisku, promieni płaskich stref ostrzału, promieni stref ograniczeń/.

Przykład: Obliczyć możliwości ognio-
we pułku artylerii przeciwlotniczej
mk przy osłonie mostów /ugrupowanie pułku jak rysunek na
str. 45 /jeśli przewiduje się ataki na most pociskami Bullpup
GAM-12-C z wysokości do 1000 m i odległości do 6 km oraz z lo-
tu nurkowego z manewru. Prędkość samolotów do 250 m/sek. Bate-
rie posiadają po 1 J.o. na działo. $K_{k.o} = 0,8$.

Rozwiązanie: 1/ Określenie przy pomocy grafiku ilości "salw"
/dla $V_c = 300$ m/sek/ na poszczególnych kierunkach:

W_1 - atak pociskami kierowanymi

t	ζ_1				ζ_2				ζ_3				
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_1	b_2	b_3	b_4	b_1	b_2	b_3	b_4	$\sum_{i=1}^k n_i$
10-8	3	3	3	-	3	3	3	-	-	-	-	-	9
8-6	5	4	3	-	4	4	3	-	-	-	-	-	11
6-4	3	5	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-	10
4-2	-	5	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-	10
2-1	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
Σ	11	19	6	-	19	17	6	-	-	-	-	-	-
$\Sigma \cdot f$	66	14	36	-	114	102	36	-	-	-	-	-	-
$\sum_{i=1}^k n_i \cdot f /$													216
$n_k / 250 /$													252
$\# /$													302
$\# / n_k / 250 /$													180
$\# / n_k / 250 / = n_k / 300 / \cdot K_v$													150

W_2 - atak z lotu nurkowego

t	ρ_1				$\sum_{i=1}^k n_i$	ρ_2				$\sum_{i=1}^k n_i$	ρ_3				$\sum_{i=1}^k n_i$
	b_1	b_2	b_3	b_4		b_1	b_2	b_3	b_4		b_1	b_2	b_3	b_4	
10-8	3	3	3	3	12	3	3	3	3	12	4	2	3	3	12
8-6	5	4	4	-	13	4	5	4	1	14	-	-	4	4	8
6-4	6	5	5	-	16	5	5	5	-	15	-	-	5	5	10
4-2	6	5	4	-	15	5	10	4	-	19	-	-	5	5	10
2-1	-	4	-	-	4	4	-	-	-	4	-	-	-	4	4
n	20	21	16	-	-	21	23	16	4	-	4	2	17	21	-
n · f	120	126	96	18	-	126	138	96	24	-	24	12	102	126	-
$\sum_{i=1}^k \frac{n_i \cdot f_i}{n_i}$	360					384					264				
$n_k / 250 /$	432					460					317				

2/ Obliczenie prawdopodobieństwa zestrzelenia samolotu na poszczególnych kierunkach

/obliczenie $\sum_{i=1}^S R_i$ i $R_{n,k}$ /

t	W ₁			W ₂		
	e ₁	e ₂	e ₃	e ₁	e ₂	e ₃
10-8	0,0306	0,0306	0,0204	0,0408	0,0408	0,0408
8-6	0,0600	0,0550	0,0350	0,0650	0,0700	0,0400
6-4	0,0600	0,0750	0,0375	0,1200	0,1125	0,0750
4-2	0,0650	0,1300	0,0650	0,1950	0,2470	0,1300
2-1	0,0372	0,0372	0,0372	0,0744	0,0744	0,0744
$\sum_{i=1}^S R_i / 300 /$	0,2528	0,3278	0,1951	0,4952	0,5447	0,3602
$\sum_{i=1}^S R_i \text{ \%/ } 250 /$	0,30336	0,39936	0,23412	0,59424	0,65364	0,43224
$R_{n,k}$	0,260	0,330	0,210	0,440	0,475	0,345

3/ Obliczenie średnich wskaźników skuteczności strzelania /wg 1 strzelania/

Wskaźniki	W ₁	W ₂	Ogólna
$R_{n,k_{sr}}$	0,26	0,42	0,34
$n_{k_{sr}}$	247	403	325
$N_{k_{sr}}$	950	959	954

$$\text{\%/} \sum_{i=1}^S R_i / 250 / = \sum_{i=1}^S R_i / 300 / \cdot K_v$$

4/ Obliczenie maksymalnej ilości celów, które może ostrzelać pułk przy danym zapasie amunicji:

$$N_{s_{\max}} = \frac{24 \cdot 200}{325} \approx 15 \text{ celów /samolotów/}$$

5/ Obliczenie nadziei matematycznej ilości zestrzelonych celów

$$A_{k, \text{sam}} = 15 \cdot 0,34 \cdot 0,8 \approx 4 \text{ samoloty.}$$

6/ Obliczenie nadziei matematycznej zużycia amunicji na jeden zestrzelony samolot /we wszystkich strzelaniach/

$$N_k = \frac{325 \cdot 15}{4} = \frac{4800}{4} = 1200 \text{ pocisków.}$$

Ugrupowanie bojowe plutku art. plot 57mm
(do przyktadu)

