



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP
im. generała broni Karola Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA
KATEDRA TAKTYKI LOTNICZEJ

DO OŻYTKU
SŁOWNICZEGO

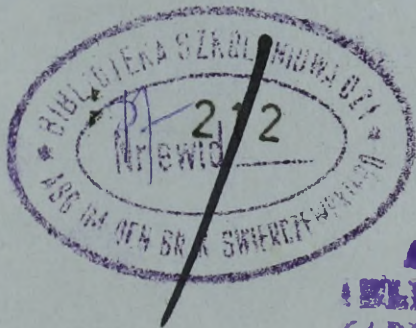
POUJNE

Egz. nr 1

Płk dypl. pil. Józef ŁOWKIEWICZ

**MOŻLIWOŚCI BOJOWE LOTNICTWA
MYŚLIWSKO-SZTURMOWEGO
I LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO**

Skrypt



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

pf 38578

WARSZAWA

CZERWIEC

1975



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP
im. generała broni Karola Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA
KATEDRA TAKTYKI LOTNICZEJ

DO UŻYTKU
SLUPOWEGO

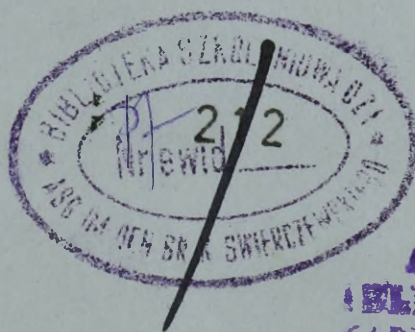
POUFNE

Egz. nr 1

Płk dypl. pil. Józef ŁOWKIEWICZ

MOŻLIWOŚCI BOJOWE LOTNICTWA
MYŚLIWSKO-SZTURMOWEGO
I LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO

Skrypt



pf 38578

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

pf 38578

WARSZAWA

CZERWIEC

1975

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

im. gen. broni K. Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA
KATEDRA TAKTYKI LOTNICTWA

DO UŻYTKU
SLUPOWEGO

~~POUFNE~~

Egz. nr ... 1

"ZATWIERDZAM"

SZEF KATEDRY TAKTYKI LOTNICTWA

/-/ płk doc. dr Jerzy MACHURA

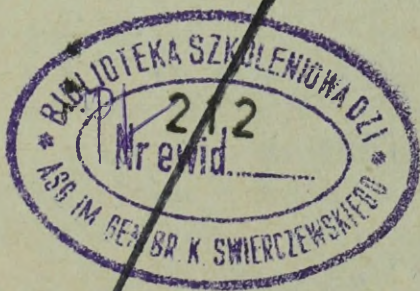
Dnia 20.10.1975 r.

Ameli. nr 12657

płk dypl. pil. Józef ŁOWKIEWICZ

"MOŻLIWOŚCI BOJOWE LOTNICTWA MYŚLIWSKO-SZTURMOWEGO
I LOTNICTWA MYŚLIWSKO-BOMBOWEGO"

Skrypt



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

~~1738578~~

WARSZAWA

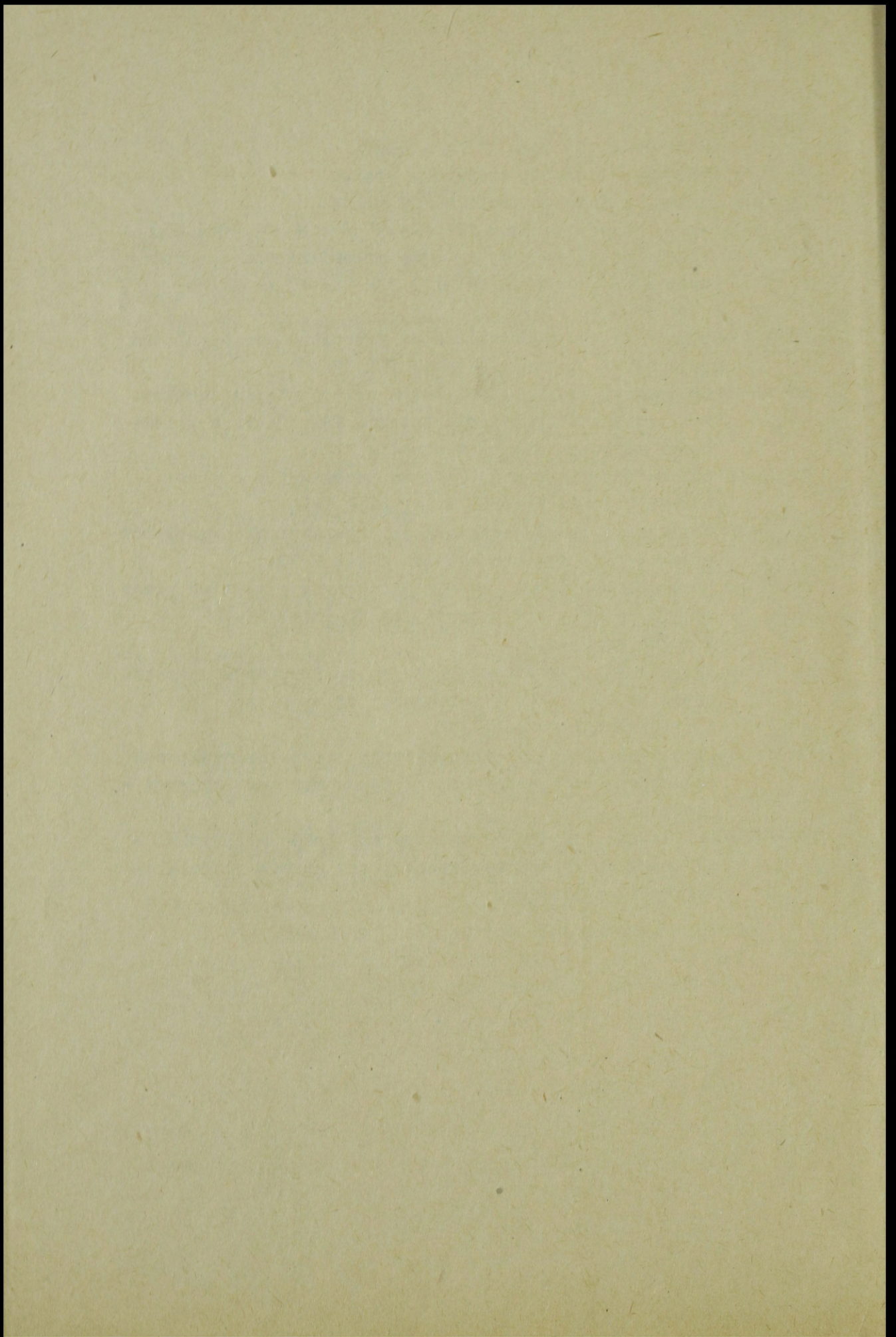
CZERWIEC

1975 r.

	<u>Str.</u>
Wstęp	5
Ogólne pojęcia oraz podstawowe wskaźniki możliwości bojowych IMSz, LMB	8
I. Wskaźniki skuteczności bojowej LMSz i LMB	16
1. Możliwości ogniowe	16
2. Możliwości wyjścia grupy samolotów w rejon atakowanego obiektu działań /odszukanie obiektu/ w celu wykonania ataku bezpośrednio z trasy	18
3. Możliwości pokonania przeciwdziałania środków obrony przeciwlotniczej npla	22
II. Wskaźniki przestrzenne	44
1. Możliwości w zakresie głębokości wykonywanych uderzeń	44
2. Możliwości prowadzenia działań przez LMSz i LMB w trudnych warunkach atmosferycznych i w nocy ..	50
III. Wskaźniki czasowe	54
1. Możliwości czasowe wykonania uderzenia od chwili podania sygnału /wezwania z pola walki/ do momentu wyjścia samolotu /grupy/ na cel	55
2. Możliwości czasowe wykonania powtórnych uderzeń przez tę samą grupę	56
3. Możliwości najwcześniejszego i najpóźniejszego wykonania uderzenia z lotu dziennego	57
4. Natężenie działań bojowych	59
Zakończenie	62
1. Praktyczny sposób wzajemnego oddziaływania wskaźników możliwości bojowych	62
2. Metoda wyboru optymalnych warunków wykonania zadań bojowych	65

ZAŁĄCZNIKI:

- Nr 1 - Obliczenia wielkości "Log /1-P/".
- Nr 2 - Prawdopodobieństwo wykonania ataku.
- Nr 3 - Liczba naziemnych środków OPL w PGA.
- Nr 4-6 - Wykres strefy rażenia PRK "Hawk" dla H=50, 100, 200 m.
- Nr 7-8 - Obliczenia prawdopodobieństwa przeniknięcia samolotów przez strefy rażenia baterii PRK "Hawk" na głębokość "D".
- Nr 9-10 - Obliczenia prawdopodobieństwa przeniknięcia samolotów przez strefę rażenia baterii PRK "Hawk".
- Nr 11-12 - Obliczenia prawdopodobieństwa przeniknięcia samolotów przez strefę rażenia baterii PRK "Hawk" w zależności od czasu pobytu w strefie "t".
- Nr 13-14 - Obliczenia prawdopodobieństwa przeniknięcia przez strefę rażenia baterii dział plot L-60.
- Nr 15-16 - Obliczenia prawdopodobieństwa przeniknięcia samolotów przez strefę rażenia baterii dział L-70.
- Nr 17 - Prawdopodobieństwo przeniknięcia pary samolotów przez strefy rażenia "n" baterii /po 12 dział/ L-70
V = 700 km/godz.
- Nr 18 - Orientacyjne prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu przez jedno dział w zależności od wysokości /H/ i prędkości lotu celu /V/.
- Nr 19-21 - Obliczenia rubieży przechwycenia samolotów myśliwko-szturmowych /rozpoznawczych/ przez myśliwce nieprzyjaciela.
- Nr 22-23 - Obliczenia prawdopodobieństwa samolotów myśliwko-szturmowych /rozpoznawczych/ przez strefę przeciwdziałania myśliwców.



W S T U P

Lotnictwo myśliwsko-szturmowe i myśliwsko-bombowe przeznaczone jest do zwalczania obiektów naziemnych /nawodnych/ na korzyść wojsk lądowych, lotnictwa i marynarki wojennej we współdziałaniu z nimi lub samodzielnie.

Przeznaczenie lotnictwa myśliwsko-szturmowego i myśliwsko-bombowego wynika z potrzeb wojsk lądowych, w tym i powietrzno-desantowych, a także innych rodzajów lotnictwa i marynarki wojennej, w zakresie zwalczania obiektów mających wpływ na przebieg prowadzonych przez nie działań.

Z przeznaczenia lotnictwa myśliwsko-szturmowego i myśliwsko-bombowego wynikają zadania, które można podzielić na następujące grupy:

1. Zadania związane z walką o przewagę w broni rakietowo-jądrowej i lotnictwie.
2. Zadania wsparcia ogniowego wojsk lądowych, w tym i powietrzno-desantowych.
3. Zadania związane z zabezpieczeniem własnych działań i innych rodzajów lotnictwa.

Przełożony każdego szczebla dowodzenia stawiający zadanie bojowe wykonawcy zawsze określa cel działań.

Osiągnięcie celu działań jest równoznaczne z wykonaniem zadania bojowego.

Przez cel działań należy rozumieć rezultat jaki zamierzamy osiągnąć w wyniku wykonania jednego lub kilku uderzeń na dany obiekt. Osiągnięcie celu działań realizowane jest przez wykonanie zadania bojowego.

Dla zapewnienia osiągnięcia celu działań cały wysiłek dowództwa i sztabu winien być skierowany na wybór jak najlepszego sposobu wykonania zadania, doboru właściwego ładunku

bojowego, składu grup, sposobu atakowania celu oraz sposobu zabezpieczenia działań bojowych.

Na każdym szczeblu dowodzenia cel działań bojowych powinien być określony w taki sposób, aby można było wykonać postawione zadanie przy minimum zużycia sił, co między innymi można osiągnąć niszcząc najbardziej żywotne elementy obiektu działań. Na przykład, może się okazać, aby obezwładnić system naprowadzenia i powiadamiania środków OPL nieprzyjaciela, nie trzeba niszczyć wszystkich ośrodków i posterunków naprowadzenia i powiadamiania, a tylko część z nich, bez których system nie będzie mógł pracować. Podobnie żeby zniszczyć posterunek naprowadzania i powiadamiania nie trzeba niszczyć wszystkich radiolokatorów, środków łączności, transportu itd. gdyż może się okazać, że wystarczy zniszczyć tylko dwa spośród trzech radiolokatorów.

W praktyce bardzo często trudno jest określić jednoznacznie w odniesieniu do wielu obiektów, kiedy należy uznać dany cel za zniszczony lub obezwładniony. Na przykład: kiedy należy atakowaną kompanię czołgów uznać za zniszczoną do tego stopnia, że utraciła swoje znaczenie bojowe, czy wtedy, gdy zniszczymy wszystkie czołgi, czy wystarczy zniszczyć jakiś określony procent sił, aby kompania nie była w stanie prowadzić dalszych działań.

Dla celów jednorodnych /kolumny pojazdów, ze sprzętem lub ludźmi, samoloty na stoiskach i inne/ przy stosowaniu artylerijsko-rakietowych środków rażenia "zniszczenie" oznacza pozbawienie zdolności bojowej nie mniej niż 40 % celów pojedynczych według typu rażenia "A", lub 60-70 % według typu - "B", bądź 90 % według typu - "C"; "Obezwładnienie" - 20-25 % celów

według typu "A", lub 40 % według typu "B", bądź 50-60 % według typu "C". "Obezwładnienie na minimum 2 godziny" /dezorganizacja obiektu/ - 10-15 % celów według typu "A", lub 20-30 % według typu "B", bądź 25-35 % według typu "C".

Dla celów niejednorodnych /baterie PRK "HAWK", baterie rakiet operacyjno-taktycznych "PERSHING", "SEREGEANT" i taktycznych - "LANCE", "HONEST JOHN"^{x/} "zniszczenie/razenie typu "A"/oznacza przerwanie funkcjonowania /działania/ celu na czas niek krótszy niż 5 dób; "obezwładnienie"/razenie typu "B"/oznacza przerwanie funkcjonowania obiektu na czas nie krótszy niż 1 doba. "Obezwładnienie na minimum 2 godziny" /razenie typu "C"/ oznacza - dezorganizację obiektu. ^{xx/}

Przy stosowaniu bombowego uzbrojenia przez "zniszczenie" rozumie się zadanie strat nie mniejszych jak 60-70 % zniszczeń w granicach danego celu, natomiast przez "obezwładnienie" - 25-30 % strat.

Reasumując należy stwierdzić, że osiągnięcie celu działań jest równoznaczne z wykonaniem zadania bojowego i związane jest z wydzieleniem określonej ilości sił /samolotolotów/. Więc cel działań bojowych winien być określony w taki sposób, aby można go było osiągnąć przez wykonanie zadania bojowego zużywając minimum sił w celu ekonomicznego wykorzystania możliwości bojowych Lotnictwa Myśliwsko-Szturmowego i Lotnictwa Myśliwsko-Bombowego.

x/ Gdy zwalczamy same radiolokatory baterii PRK "HAWK" traktujemy jako cel jednorodny.

xx/ Płk dypl. nawig. Stefan PAŃŁOWSKI "Wybór i uzasadnienie racjonalnych środków rażenia, warunków i sposobów ich zastosowania podczas zwalczania celów powietrznych i naziemnych", str. 22-24

OGÓLNE POJĘCIA ORAZ PODSTAWOWE WSKAŹNIKI MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH

LMSz i LMB

Przez możliwości bojowe samolotu /grupy/ LMSz i LMB należy rozumieć maksymalny możliwy do osiągnięcia rezultat działań bojowych w konkretnych warunkach sytuacji bojowej.

Na możliwości bojowe LMSz i LMB składają się podstawowe wskaźniki, które można przedstawić w trzech zasadniczych grupach:

I. WSKAŹNIKI SKUTECZNOŚCI BOJOWEJ LMSz i LMB

1. Możliwości ogniowe.
2. Możliwości wyjścia w rejon atakowanego obiektu /odszukanie obiektu/ w celu wykonania ataku bezpośrednio z trasy.
3. Możliwości pokonania przeciwdziałania środków obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela.

II. WSKAŹNIKI PRZESTRZENNE

1. Możliwości w zakresie głębokości wykonywanych uderzeń.
2. Możliwości prowadzenia działań w trudnych warunkach atmosferycznych i w nocy.

III. WSKAŹNIKI CZASOWE

1. Możliwości czasowe wykonania uderzenia od chwili podania sygnału /wezwania z pola walki/ do momentu wyjścia samolotu /grupy/ na cel.
2. Możliwości czasowe wykonania powtórnych uderzeń przez tę samą grupę.
3. Możliwości wykonania najwcześniejszego i najpóźniejszego uderzenia z lotu dziennego.
4. Natężenie działań bojowych.

Na możliwości bojowe wywiera bezpośredni wpływ poziom wyszkolenia bojowego oraz w niewymiernym, ale w istotnym stopniu stan moralno-bojowy personelu latającego. Nie bez znaczenia pozostają też zdolności i umiejętności dowództwa i sztabów oddziałów lotniczych.

Wskaźniki możliwości bojowych pierwszej grupy noszą charakter przypadkowy, określane są wielkościami prawdopodobieństwa zaistnienia danego zdarzenia /pokonanie systemu OPL, wyjście w rejon atakowanego obiektu, odszukanie i zaatakowanie bezpośrednio z trasy z pierwszego nalotu/.

Wskaźniki możliwości bojowych drugiej i trzeciej grupy określane są wielkościami liniowymi /taktyczny promień działania/ lub czasowymi /czasem potrzebnym na przybycie grupy samolotów na cel od chwili wezwania z pola walki, oraz czasem powtórnego uderzenia tych samych grup/. Wymienione wskaźniki drugiej i trzeciej grupy nie mają charakteru przypadkowego /określanego wielkościami prawdopodobieństwa/, określają nam jednoznacznie możliwość, lub niemożliwość wykonania zadania bojowego w danych warunkach. Na przykład: możliwości w zakresie głębokości wykonywanych uderzeń pozwalają nam określić czy w danych warunkach jesteśmy w stanie zwalczać obiekty leżące w określonej odległości od linii styczności bojowej czy też nie.

Warto zauważyć, że możliwości w zakresie głębokości wykonywanych zadań bojowych mogą mieć wpływ na możliwości ogniowe, gdyż może się okazać, że kosztem ładunku bojowego zmuszeni będziemy zabrać zbiorniki dodatkowe z paliwem. /Su - 7 BKŁ zamiast dwóch - cztery zbiorniki dodatkowe/.

Możliwości prowadzenia działań w trudnych warunkach atmosferycznych i w nocy pozwalają nam określić ile załóg w danych wa-

runkach i jakimi grupami /para, klucz/ w zależności od poziomu wyszkolenia jest w stanie wykonać postawione zadanie czy też nie oraz jak widzialność i podatawa chmur wpłynie na możliwości wykonania ataku bezpośrednio z trasy oraz na wybór sposobu atakowania.

Głównymi wskaźnikami możliwości bojowych LMSz i LMB są jednak wskaźniki skuteczności bojowej /pierwsza grupa/, ponieważ wykonanie zadania bojowego łączy się głównie z wykonaniem następujących etapów lotu, a mianowicie:

- wykonanie lotu po trasie;
- wyjście bezpośrednio z trasy w rejon atakowanego obiektu /odszukanie obiektu/;
- wykonanie ataku i rażenie obiektu będącymi w dyspozycji środkami rażenia.

W każdym z wymienionych etapów lotu grupa samolotów może być narażona na przeciwdziałanie środków OPL nieprzyjaciela, pokonanie których określa się wielkością **prawdopodobieństwa**. Wielkością prawdopodobieństwa określa się też wyjście w rejon obiektu /odszukanie celu/, wykonanie ataku bezpośrednio z trasy oraz rażenie celu.

KRYTERIA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH LMSz i LMB

W zależności od charakteru postawionego zadania i warunków jego wykonania określa się trzy kryteria możliwości bojowych:

1. Prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego, które
określamy ze wzoru:

$$P_{wz} = P_{ra\acute{z}} \cdot P_{OPL} \cdot P_{at} \quad //1/$$

gdzie: P_{wz} - prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego;

$P_{\text{raź}}$ - prawdopodobieństwa rażenia celu;

P_{OPL} - prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania środków OPL /PRK, art. plot i LM/;

P_{at} - prawdopodobieństwo wykonania ataku bezpośrednio z trasy. / $P_{\text{at}} = P_{\text{wykr}} \cdot P_{\text{utr. warunków lotu}}$ /

Prawdopodobieństwo wykonania zadania jest iloczynem takich zdarzeń jak prawdopodobieństwo rażenia obiektu, pokonywania przeciwdziałania środków OPL i wykonania ataku celu bezpośrednio z trasy. Jeśli znamy sposób obliczenia poszczególnych czynników to określenie prawdopodobieństwa wykonania zadania w całości nie przedstawi żadnych trudności.

Warto pamiętać, że w wypadku gdy nawet jeden z czynników podanego wzoru ma małą wartość, to gwałtownie spada prawdopodobieństwo wykonania zadania.

Oczywiście w każdym wypadku należy dążyć do tego, aby prawdopodobieństwo to było możliwie duże. Osiągnąć można to przez zapewnienie odpowiedniej wartości poszczególnych czynników, na przykład: przez wykonanie odpowiedniego manewru, wyznaczenie grupy samolotów dla obezwładnienia środków OPL, wysłanie samolotów rozpoznawczych dla oznaczenia celu, lub naprowadzenia grup uderzeniowych, wykonanie kilku strzelań do tego samego obiektu i wiele innych.

2. Średnia oczekiwana wartość liczby zniszczonych pojedynczych obiektów, albo średnia oczekiwana wartość liczby rażonych obiektów, wchodzących w skład obiektu grupowego, która określamy ze wzoru:

$$M/x/ \quad /M \quad v \quad / \quad = \sum_{i=1}^n P_{iwz} \quad /2/$$

gdzie: $M/x/$ - średnia oczekiwana wartość liczby zniszczonych pojedynczych obiektów;

$M/v/$ - średnia oczekiwana wartość liczby rażonych obiektów, wchodzących w skład obiektu grupowego;

P_{iwz} - prawdopodobieństwo wykonania zadania rażenia i-tego celu z n pojedynczych celów wchodzących w skład celu grupowego.

Obliczenie nie sprawi trudności jeśli znamy prawdopodobieństwo wykonania zadania w odniesieniu do każdego pojedynczego obiektu.

Na przykład: zwalczamy obiekt składający się z 5 pojedynczych celów.

$n = 5$	$P_{iwz/3/} = 0,75$
$P_{iwz/1/} = 0,85$	$P_{iwz/4/} = 0,65$
$P_{iwz/2/} = 0,80$	$P_{iwz/5/} = 0,60$

Wówczas $M/x/ = 0,85 + 0,80 + 0,75 + 0,65 + 0,60 = 3,65$.

Co oznacza, że spośród 5 celów obezwładniamy - 3,65 celów.

3. Bojowa liczba samolotów niezbędna do wykonania zadania bojowego z założonym /zadany/ prawdopodobieństwem gwarancyjnym, która określa się ze wzoru:

$$N_b = \frac{\log /1 - P_g/}{\log /1 - P_{wz/}} \quad /3/$$

gdzie: N_b - bojowa liczba samolotów niezbędna do wykonania zadania bojowego;

P_g - prawdopodobieństwo gwarancyjne wykonania zadania bojowego;

P_{wz} - prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego.

Przykład:

$$P_{\text{raź}} = 0,60$$

$$P_{\text{OPL}} = 0,95$$

$$P_{\text{at}} = 0,97$$

$$P_g = 0,80$$

$$N_b = ?$$

Określamy: $P_{\text{wz}} = P_{\text{raź}} \cdot P_{\text{OPL}} \cdot P_{\text{at}} = 0,60 \cdot 0,95 \cdot 0,97 = 0,5529$

Wartość "log /1-P/" - załącznik nr 1

$$\text{Wówczas } N_b = \frac{\log /1-0,80/}{\log /1-0,55/} = \frac{0,6990}{0,3468} = 2,1$$

Bojowa /potrzebna/ liczba samolotów do wykonania zadania z prawdopodobieństwem gwarancyjnym 0,8 wyniesie 2,1 tj. trzeba wydzielić 2 samoloty.

Działania bojowe różnią się od działań poligonowych przede wszystkim tym, że samoloty LMSz i LMB muszą pokonać strefę przeciwdziałania środków OPL i mogą przy tym ponieść pewne straty, ponadto przed atakowaniem często trzeba będzie odszukać obiekt działań, co będzie się wiązało z koniecznością wydzielenia sił do prowadzenia bezpośredniego rozpoznania oraz często - do obezwładnienia środków OPL w rejonie celu. Dlatego możliwości ogniowe poligonowej liczby samolotów wydzielonych do wykonania zadania w warunkach sytuacji bojowej będą niewystarczające. Potrzebna liczba samolotów w tym wypadku do wykonania zadania bojowego w stosunku do poligonowej liczby samolotów musi być większa, ponieważ uwzględnia prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania środków OPL / P_{OPL} /, prawdopodobieństwo wyjścia w rejon atakowanego obiektu /odszukanie obiektu / i wykonanie ataku bezpośrednio z trasy

P_{at} oraz prawdopodobieństwo rażenia obiektu P_{raz} .

Iloczyn tych wielkości składa się na prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego P_{wz} . Należy jednak pamiętać, że najczęściej prawdopodobieństwo wykonania zadania " P_{wz} " będziemy chcieli zwiększyć przez wydzielenie odpowiedniej liczby grup samolotów do zabezpieczenia działań, szczególnie na bezpośrednie rozpoznanie i oznaczenie celu, na zwalczanie naziemnych środków OPL oraz na osłonę przed atakami LM nieprzyjaciela, lub też w wypadku samolotu dokonującego zrzutu bomby jądrowej - na wydzielenie grupy zabezpieczenia celowania.

Naturalnie w takich wypadkach będziemy mieli odpowiednio większe prawdopodobieństwo wykonania ataku bezpośrednio z trasy i pokonania przeciwdziałania środków OPL.

Wydaje się, że we wszystkich wypadkach gdy P_{OPL} spada poniżej 0,9 powinniśmy każdorazowo przeprowadzić analizę zmierzającą do określenia przedsięwzięć mających na celu zwiększenia tego prawdopodobieństwa.

Przy pomocy poznanych obliczeń możemy dokonywać szeregu porównań w celu przeprowadzenia kalkulacji taktycznych. Na przykład: możemy porównać czy bardziej opłaca się wykonać jeden nalot z lotu poziomego przy użyciu uzbrojenia bombardierskiego, licząc się z tym, że prawdopodobieństwo rażenia obiektu będzie mniejsze, ale mniejsze też będzie przeciwdziałanie środków OPL. Czy też wykonać dwa naloty przy użyciu uzbrojenia artyleryjsko-rakietowego uzyskując większe prawdopodobieństwo rażenia obiektu, licząc się z mniejszym prawdopodobieństwem pokonania przeciwdziałania środków OPL i poniesieniem większych strat.

Porównanie to pozwala wybrać optymalne warunki poszukiwania i zwalczania obiektu, aby zapewnić z jednej strony największe prawdopodobieństwo wykrycia i przenikania przez system OPL oraz rażenia obiektu.

Z tego co dotychczas zostało powiedziane wynika, że ustalając kryteria możliwości bojowych braliśmy pod uwagę wskaźniki skuteczności bojowej /pierwsza grupa/, a mianowicie:

- a/ możliwości ogniowe /rażenia obiektu/;
- b/ możliwości pokonania przeciwdziałania środków OPL;
- c/ możliwości wyjścia w rejon atakowanego obiektu
/odszukanie obiektu/ i wykonanie ataku bezpośrednio z trasy.

I. WSKAŹNIKI SKUTECZNOŚCI BOJOWEJ LMSz i LMB

1. Możliwości ogniowe

Możliwości ogniowe LMSz i LMB jest to zdolność rażenia zwalczanego obiektu naziemnego w nakazanym stopniu /zniszczenie, obezwładnienie/ przez określoną liczbę samolotów.

Możliwości ogniowe określone są:

- prawdopodobieństwem rażenia obiektu przez samolot;
- poligonową liczbą samolotów potrzebną do wykonania zadania ogniowego, konkretnymi środkami rażenia z założonym sposobem i warunkami atakowania oraz prawdopodobieństwem gwarancyjnym rażenia obiektu;
- oczekiwanymi wynikami oddziaływania ogniowego przez wyznaczoną liczbę samolotów.

Poligonową liczbą samolotów można określić za pomocą tablic lub wzoru:

$$N_p = \frac{\log /1 - P_g/}{\log /1 - P_{raż}/} \quad /4/$$

gdzie: N_p - poligonowa liczba samolotów;

P_g - prawdopodobieństwo gwarancyjne;

$P_{raż}$ - prawdopodobieństwo rażenia celu.

Gdy będziemy potrzebowali znać prawdopodobieństwo rażenia celu przez pojedynczy samolot /parę, klucz/ można je obliczyć przekształcając wzór 4:

$$\log /1 - P_{raż}/ = \frac{\log /1 - P_g/}{N_p}$$

Poligonowa liczba samolotów stosowana jest dla uzyskania określonego stopnia rażenia celu w warunkach poligonowych, a więc bez uwzględnienia przeciwdziałania środków OPL, prawdopodobieństwa wyjścia do ataku itp.

Poligonowa liczba samolotów jest mniejsza od bojowej liczby samolotów wydzielonych do wykonania zadania bojowego, ponieważ nie uwzględnia sytuacji bojowej tj. ilości możliwych strat samolotów obliczonych z uwzględnieniem dotarcia do celu i wykonania zadania.

Podstawowym wskaźnikiem możliwości ogniowych samolotów LMSz i LMB jest ich zdolność rażenia obiektu określonymi środkami rażenia. Wskaźnik ten może być wyrażony liczbowo przez poligonową ilość samolotów, potrzebną dla uzyskania określonego stopnia rażenia celu z określonym prawdopodobieństwem gwarancyjnym.

Poligonowa liczba samolotów konieczna dla uzyskania określonego stopnia rażenia konkretnego celu zależy od wielu jego parametrów, a głównie od:

- założonego w obliczeniach gwarancyjnego prawdopodobieństwa rażenia celu i stopnia rażenia celu /zniszczyć, obездwładnić/ ;
- charakteru i wymiaru celu;
- rodzaju, ilości i jakości środków rażenia na samolocie;
- sposobów i warunków atakowania celu.

Lotnictwo myśliwsko-szturmowe i lotnictwo myśliwsko-bombowe realizuje ważne zadania taktyczne, a przy stosowaniu broni jądrowej nawet zadania o znaczeniu operacyjnym, gdzie wymagane jest duże prawdopodobieństwo gwarancyjne rażenia celu.

W związku z tym przy obliczaniu poligonowej liczby samolotów, dla właściwego dokonania podziału sił na określone obiekty działań, stosujemy różne prawdopodobieństwa gwarancyjne. Na przykład przy działaniach na obiekty o dużym znaczeniu - szczególnie na

środki przenoszenia broni jądrowej - 0,95. Na obiekty o przeciętnym znaczeniu taktycznym, w zależności od konkretnej sytuacji bojowej - 0,5 lub 0,8.

2. Możliwości wyjścia grupy samolotów w rejon atakowanego obiektu działań /odszukanie obiektu/ w celu wykonania ataku bezpośrednio z trasy

Możliwości wyjścia grupy samolotów bezpośrednio z trasy w rejon obiektu działań w celu wykonania ataku są niewielkie, szczególnie kiedy obiektem działań są cele punktowe, zamaskowane i źle widoczne, co przy małych wysokościach i dużych prędkościach w znacznym stopniu ogranicza skuteczność działań bojowych LMSz i LMB.

Możliwości samolotów LMSz i LMB w zakresie wyjścia na cel przyjęto oceniać na podstawie prawdopodobieństwa wykonania ataku bezpośrednio z trasy /załącznik nr 2/. Na wielkość tego prawdopodobieństwa wpływają w głównej mierze następujące czynniki:

- dokładność naprowadzenia na cel oraz dokładność nawigowania;
- dokładność namiaru współrzędnych;
- dokładność prognozowania położenia celu ruchomego;
- dokładność wzrokowego wykrycia celu;
- możliwości manewrowe samolotu.

Warto nadmienić, że obiekty współczesnego pola walki będą silnie bronione wszelkiego rodzaju środkami OPL, zachodzi więc potrzeba atakowania celów z zaskoczenia, w miarę możliwości bezpośrednio z trasy w jednym nalocie, bez wykonywania dodatkowego manewru, który zmniejsza szansę uzyskania zaskoczenia oraz zwiększa czas przebywania nad celem i może doprowadzić do dodatkowych strat, spowodowanych przeciwdziałaniem środków OPL /załącznik nr 11-12/.

Z wykresów /załącznik nr 2/ wynika, że prawdopodobieństwo wykonania ataku bezpośrednio z trasy zależy w znacznym stopniu od odległości wykrycia obiektu działań. W miarę zmniejszania się odległości wykrycia celu prawdopodobieństwo wykonania ataku bezpośrednio z trasy gwałtownie zmniejsza się. Dużą rolę w zakresie zwiększenia prawdopodobieństwa wykonania ataku bezpośrednio z trasy mogą odegrać następujące przedsięwzięcia:

- zwiększenie odległości wykrycia obiektu /ściślej punktu celowania/, przez oznaczenie celu bombami świetlno-sygnalizacyjnymi, dymnymi;

- wyprowadzenie grupy uderzeniowej w rejon atakowanego obiektu przez parę bezpośredniego /wstępnego/ rozpoznania celu, wskazanie przez radio charakterystycznego obiektu orientacyjnego w pobliżu celu.

Jak widać z wykresu /załącznik nr 2/ zwiększenie prędkości zmniejsza w sposób istotny możliwości wykonania ataku bezpośrednio z trasy, szczególnie jeśli chodzi o atak z lotu poziomego i lotu nurkowego bez stosowania złożonego manewru.

Prawdopodobieństwo wykonania ataku z drugiego nalotu, jeśli cel został wykryty w pierwszym nalocie, w praktyce będzie bliskie jedności. Zwiększenie wysokości poprawia warunki wykrycia celu. Najdogodniejszymi jednak wysokościami wyjścia na cele naziemne, szczególnie o małych wymiarach, przy wykonaniu ataku z lotu poziomego są wysokości rzędu 300-600 m, a przy atakowaniu z lotu nurkowego - wysokości rzędu 600-1000 m.

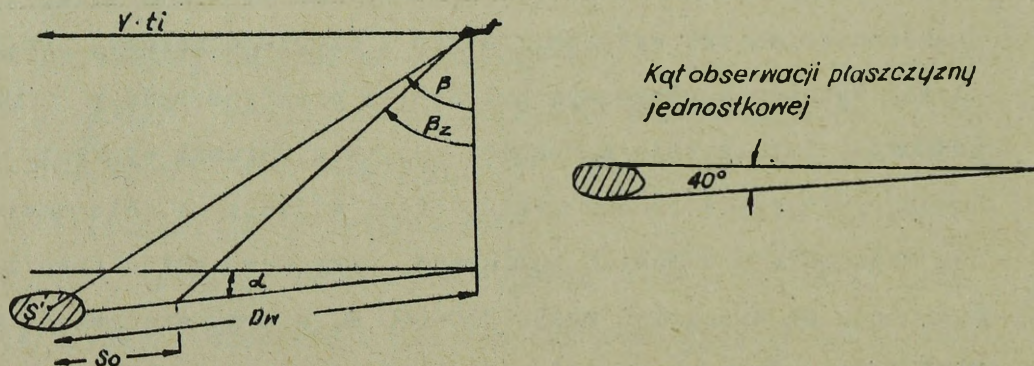
Załogi LMSz i LMB nie będą zazwyczaj posiadały dokładnych danych o miejscu znajdowania się celu, a wyjście na cel może być realizowane z regoły równoległe z samodzielnym poszukiwaniem /wykrywaniem/ i zwalczaniem oraz potęgowaniem uderzeń grup z gotowości bojowej nr 1.

Poszukiwanie celu przez załogę samolotu sposobem wzrokowym, może dać pozytywny rezultat tylko w dzień w zwykłych warunkach atmosferycznych, lub pod chmurami przy wystarczającej widoczności. Wartości prawdopodobieństwa wykrycia celu w warunkach poszukiwania w nakazanym rejonie - zależne będą od czasu poszukiwania, wielkości grupy i wymiarów rejonu poszukiwania.

W praktyce czasem możemy się spotkać z koniecznością określenia prawdopodobieństwa wykrycia obiektu $/P_{\text{wykr}}/$ rozmieszczonego w określonym rejonie $/F/$.

Od wielkości tego prawdopodobieństwa zależec będzie sposób dyżurowania i stopień gotowości bojowej wydzielonych sił do potęgowania uderzeń na wykryte obiekty, jak również przy założonym prawdopodobieństwie wykrycia - ilość sił i sposób organizacji prowadzenia rozpoznania nakazanych obiektów.

W czasie prowadzenia rozpoznania obiektów naziemnych załogi samolotu/grupy/ obserwują teren w ramach pasa skutecznego poszukiwania zapewniającego najlepsze warunki obserwacji przy danej wysokości, prędkości lotu i odległości wykrycia.



Rys. 1. Zależność jednostkowej płaszczyzny "S" od warunków lotu i obserwacji

gdzie: α - kąt kursowy obserwacji;

β_z - kąt wizowania, przy którym następuje zakrycie części obserwowanego obszaru elementami konstrukcyjnymi płatowca;

β - kąt wizowania;

Dw - odległość wykrycia obiektu;

So - droga jaką przebędzie samolot w czasie obserwacji obiektu.

Obserwując teren w granicach kąta stanowiącego połowę najlepszej widzialności /40°/ wzrok obserwatora obejmuje płaszczyznę obserwacji, która stanowi jedną z głównych składników, od których zależeć będzie prawdopodobieństwo poszukiwania obiektów.

Płaszczyzna ta "ślizga się" po obserwowanym terenie w miarę przemieszczania się wzroku wzdłuż trasy lotu samolotu. Okresowo jednak wzrok obserwatora będzie zatrzymywał się na obiektach, które swym kształtem lub barwą będą przypominały obiekt poszukiwany. Zatrzymanie się wzroku będzie trwało tak długo jak długi jest czas niezbędny na jego identyfikację "ti", /patrz powyższy rysunek/.

Jest rzeczą oczywistą, że w czasie identyfikacji obiektu, gdy wzrok zatrzymany na jednym punkcie, pozostała część terenu w tym czasie nie będzie obserwowana. Powstaną więc przerwy /luki/ w ciągłej obserwacji terenu, tym większe, im dłuższy jest czas identyfikacji i większa prędkość lotu.

Prawdopodobieństwo wykrycia obiektu określamy ze wzoru:

$$P_{\text{wykr}} = 1 - \left/ 1 - \frac{n \cdot s \cdot t_p}{F} \right|^m \quad /5/$$

gdzie: P_{wykr} - prawdopodobieństwo wykrycia;

n - ilość samolotów biorących udział w poszukiwaniu;

$S = \frac{\acute{s}}{t_i}$ gdzie: \acute{s} - jednostkowa płaszczyzna obserwacji;

t_i - czas identyfikacji obiektu

/4*12 sek./;

t_p - czas poszukiwania w rejonie o powierzchni "F"

$$t_p = \frac{F}{0,9L} \text{ gdzie } F = t_p \cdot 0,9L \cdot V$$

V - prędkość samolotu rozpoznawczego;

$0,9L_1$ - szerokość pasa skutecznego poszukiwania przejeznanego w jednym nalocie z uwzględnieniem 10 % pokrycia między pasami;

m - wielokrotność przeszukiwania powierzchni "F".

Jeżeli do wzoru 5 zamiast "F" podstawiamy równanie $F=0,9L_1 \cdot V \cdot t_p$ wówczas po skróceniu otrzymamy bardziej uproszczony wzór:

$$P_{\text{wykr}} = 1 - \left(1 - \frac{n \cdot s}{0,9L_1 \cdot V}\right)^m \quad /6/$$

3. Możliwości pokonania przeciwdziałania środków OPL npla

W zwalczaniu samolotów LMSz, LMB mogą brać udział przeciwlotnicze rakiety kierowane, lotnictwo myśliwskie i artyleria przeciwlotnicza oraz środki ogniowe znajdujące się w uzbrojeniu pododdziałów wojsk lądowych/działka kalibru 20mm, WKM,

Możliwości pokonania przeciwdziałania środków OPL npla przez samoloty LMSz i LMB określa się matematyczną wielkością wynikającą ze stosunku ilości samolotów, które przeniknęły do obiektów uderzeń na określoną głębokość do ogólnej ilości samolotów biorących udział w wylocie. Wielkość tego stosunku nazywa się prawdopodobieństwem przenikania, albo prawdopodobieństwem pokonania przeciwdziałania środków OPL npla $/P_{\text{OPL}}/$, które jest miernikiem oceny jego skuteczności i określa się ze wzoru:

$$P_{\text{OPL}} = P_{\text{PRK}} \cdot P_{\text{art.plot}} \cdot P_{\text{LM}} \quad /7/$$

gdzie: P_{PRK} , $P_{\text{art.plot}}$, P_{LM} - prawdopodobieństwo pokonywania przeciwdziałania odpowiednio przeciwlotniczych rakiet kierowanych artylerii przeciwlotniczej oraz lotnictwa myśliwskiego.

Pokonanie systemu OPL npla polegać będzie na wyborze i wykonaniu takich przedsięwzięć, które zapewnią w danych warunkach sytuacji bojowej największą wartość prawdopodobieństwa przeniknięcia samolotów przez system OPL npla, a tym samym zwiększą prawdopodobieństwo wykonania zadania.

a/ Pokonywanie przeciwdziałania PRK

Samoloty LMSz, LMB wykonując lot na wykonanie zadania bojowego będą przelatywały przez rejony, w których położenie PRK "Hawk" npla będzie znane, lub przez rejony, w których położenie tylko części tych środków będzie znane. Może zaistnieć taka skrajna sytuacja, że brak będzie w ogóle danych o aktualnej dyslokacji baterii PRK "Hawk" /pierwsze godziny wojny/.

Dlatego też pokonywanie przeciwdziałania środków OPL npla należy rozpatrywać w dwóch wariantach.

W pierwszym wariantcie - gdy załogi nie dysponują szczegółowymi danymi o rozmieszczeniu środków OPL, a pokonując je kierują się tylko ogólnymi zasadami rozwijania ich przez nieprzyjaciela.

W drugim - gdy załogi posiadają dane o położeniu i typie środków OPL, co pozwala im jeszcze na ziemi wybrać odpowiednie sposoby ich pokonania.

I wariant - gdy załogi nie posiadają danych o rozmieszczeniu środków OPL. Głównym elementem obrony przeciwlotniczej na obszarze PGA są przeciwlotnicze rakiety kierowane "Hawk", liczba ich umożliwia takie rozmieszczenie, aby tworzyły ciągłą strefę obrony najważniejszych elementów ugrupowania bojowego wojsk i obiektów. Rola przeciwlotniczych rakiet kierowanych "Hawk" wynika z możliwości skutecznego zwalczania środków napadu powietrznego poczynając od wysokości 50-100 m.

Z przyjętych kalkulacji liczby naziemnych środków OPL, którymi dysponuje PGA-35 baterii PRK "Hawk" i 48 baterii artylerii przeciwlotniczej /załącznik nr 3/ wynika, że rozmieszczenie ich zgodnie z obowiązującymi normami nie pozwala stworzyć ciągłej strefy ostrzału na całym obszarze, w którym mogą być rozmieszczone wojska PGA w pasie natarcia /obrony/ o szerokości i głębokości 180 km przy ugrupowaniu w dwa rzuty, mając w pierwszym rzucie trzy korpusy armijne.

Przewiduje się, że strefa ciągła będzie zorganizowana dla osłony pierwszorzutowych związków taktycznych na głębokość do 50 km, na co potrzeba będzie 18 baterii PRK. Dla osłony drugich rzutów korpusów i obiektów tyłowych na głębokość od 50 do 100 km nieprzyjaciel może wydzielić 9 baterii PRK, a dla osłony drugich rzutów PGA na głębokość od 100 do 180 km - pozostałych 8 baterii PRK.

Z ogólnej liczby 48 baterii artylerii przeciwlotniczej co najmniej 60 % tj. 29 baterii, będzie osłaniało pierwszorzutowe związki taktyczne na głębokości do 50 km. Około 20 % tj. 10 baterii, może być wydzielone do osłony drugich rzutów korpusów, na głębokości od 50 do 100 km, a pozostałych 9 baterii do osłony korpusu drugorzutowego PGA na głębokości od 100 do 180 km.

Z przeciwdziałaniem podanej liczby środków OPL, spotkaliibyśmy się w przypadku, gdyby wszystkie one znajdowały się na stanowiskach startowych /ogniowych/, lub w położeniu umożliwiającym prowadzenie ognia. Wiadomo jednak, że we współczesnych manewrowych działaniach pewna ich część będzie w ruchu, w związku z czym nie będzie zdolna w ogóle do prowadzenia ognia, lub też w przypadku samobieżnej artylerii plot /L-60/ skuteczność ognia prowadzonego w ruchu będzie znacznie mniejsza.

Biorąc pod uwagę współczesne tempo operacji 40-60 km na dobę oraz zasady rozmieszczenia PRK "Hawk", można określić, że każda bateria będzie musiała przegrupować się jeden raz na dobę. Biorąc pod uwagę czas zwijania i rozwijania, tempo marszu oraz odległość przegrupowania, przegrupowujące się baterie będą wyłączone z działania na okres około 5 - 9 godzin. Uwzględniając średnie tempo prowadzenia działań bojowych można przyjąć, że około 1/4 sił PRK "Hawk" będzie ciągle w trakcie przegrupowania. Ponadto należy wziąć pod uwagę, że część środków OPL nie będzie mogła prowadzić ognia ze względu na poniesione straty oraz konieczność wykonania napraw. W związku z tym w większości opracowań teoretycznych przyjmuje się, że na skutek wymienionych czynników 25 % etatowych środków OPL nie będzie w stanie w danej chwili prowadzić ognia. W związku z tym można przyjąć liczbę naziemnych środków OPL przypadających na 1 km frontu jak w tabeli nr 1.

Liczba ta jest niezbędną dla określenia prawdopodobieństwa pokonania przeciwdziałania naziemnych środków OPL przez samoloty LMSz, LMB wykonujących lot w głąb terytorium nieprzyjaciela w warunkach, gdy nie będą znane miejsca rozmieszczenia poszczególnych baterii PRK "Hawk" i artylerii przeciwlotniczej^{x/}

Tabela nr 1

Głębokość w km		0 - 50	0 - 100	0 - 180
Środki OPL				
PRK	Liczba baterii	13	20	27
	Baterii/km	0,0722	0,1111	0,1500
arb. plot	Liczba baterii	22	29	36
	Baterii/km	0,1222	0,1611	0,2000

x/ płk dr pil. Wojciech ŁEPKOWSKI rozprawa doktorska "Samodzielne poszukiwanie i zwalczanie broni rakietowo-jądrowej przez LMSz i LR w współczesnych warunkach działań bojowych" pt.24 s.98-99.

Znając ogólne zasady rozmieszczenia baterii PRK "Hawk" npla, ich możliwości ogniowe oraz parametry lotu samolotów, mających wpływ na te możliwości, można obliczyć prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania baterii PRK "Hawk" ze wzoru:

$$P_{PRK} = e^{-d} \quad /8/$$

$$d = 1,5 R_{max} \cdot f/D/ \cdot P_{zs} \frac{Z}{n} \cdot B \quad /9/$$

gdzie: R_{max} - maksymalny parametr kursowy baterii w zależności od wysokości /patrz załącznik nr 4-6/;

$f/D/$ - ilość baterii na głębokość D na odcinku frontu o szerokości 1 km /Tabela nr 1/;

P_{zs} - prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu przez PRK;

$$P_{zs} = P_{wykr} \cdot P_{ra\dot{z}} \cdot K_n \cdot K_r \cdot K_d \cdot K_{nz} \cdot K_{nr} \quad /10/$$

UWAGA:

Według wzoru nr 8 można też obliczyć prawdopodobieństwo przeniknięcia samolotów przez strefę rażenia baterii artylerii przeciwlotniczej z tym, że:

$$P_{zs} = P_{wykr} \cdot P_{ra\dot{z}} \cdot K_n \cdot K_d \cdot K_{nz} \quad /11/$$

gdzie: P_{wykr} - prawdopodobieństwo wykrycia samolotów przez radiolokatory w wypadku prowadzenia ognia przez działa L-70, natomiast dla dział L-60 należy przyjąć prawdopodobieństwo wykrycia celu wzrokowo /P ww. - tabela nr 4/;

$P_{ra\dot{z}}$ - prawdopodobieństwo rażenia samolotu przez jedną lub "n" rakiet w serii;

K_n i K_r - współczynniki określające niezawodność pracy naznaczonych urządzeń i aparatury rakiety, każdy - 0,9;

- K_d - współczynnik określający prawdopodobieństwo powzięcia na czas właściwej decyzji przez zespoły dowodzenia - 0,9;
- K_{nz} i K_{nr} - współczynniki określające prawdopodobieństwo radioelektronicznego niezakłócenia urządzeń naziemnych i urządzeń rakiety, każdy - 0,9;
- z - ilość zestawów w baterii mogących samodzielnie prowadzić ogień do celów - dla baterii "Hawk" $z = 2$, jednak przy ostrzeleniu pojedynczego celu /grupy/ stanowiącej jeden cel $z = 1$;
- n - liczba samolotów w grupie
- B - współczynnik uwzględniający wpływ ugrupowania bojowego samolotów w czasie na wielkość prawdopodobieństwa. W wypadku gdy głębokość ugrupowania pary lub klucza nie przekracza 500 m, można przyjąć, że $B = 1,0$.

Wartość współczynnika "B" oblicza się według następującego wzoru:

$$B = \frac{\left/ 1 - \frac{LR}{2 R_{\max}} \right/ \cdot \left/ Te + \frac{Ld}{V} \right/}{N \cdot Te} \quad /12/$$

gdzie: LR i Ld - odpowiednio szerokość i głębokość ugrupowania bojowego;

Te - czas cyklu strzelania baterii;

V - prędkość lotu samolotu myśliwsko-szturmowego /myśliwsko-bombowego/;

N - ilość samolotów w grupie.

UWAGA:

Wzór 12 może być stosowany w wypadku, kiedy odstęp między samolotami LMSz /LMB/ nie przewyższają szerokości strefy ostrzału jednej baterii PRK "Hawk" /lufowej/ art.plot./, a średnie odległości między samolotami /grupy/ wyrażone w czasie nie przewyższają cyklu strzelania.

Wyrażenie $1 - \frac{LR}{2 R_{\max}}$ we wzorze 12, przy pokonaniu przeciwdziałania PRK dla wąskich ugrupowań bojowych zbliża się do 1, dlatego w praktycznych obliczeniach może być opuszczone. Obliczenia i wykresy P_{PRK} na głębokość "D" - załączniki nr 7-8. Obliczenia według wzoru 8, mimo uogólnionych danych przyjętych do obliczeń, pozwalają określić wpływ poszczególnych czynników wykładnika potęgi "e" na możliwości pokonania przeciwdziałania PRK "Hawk" oraz ustalić charakter przedsięwzięć, jakie należy zastosować, aby możliwości te zwiększyć.

Przyjmując dla pojedynczej załogi współczynnik Z, N, B równe jedności można stwierdzić, że zasadniczą rolę w możliwościach pokonania przeciwdziałania PRK "Hawk" odgrywa:

- zmniejszenie maksymalnego parametru kursowego baterii, na którym może ona jeszcze ostrzeliwać cele, to zaś powoduje wyraźny wzrost prawdopodobieństwa pokonania przeciwdziałania PRK;

- zmniejszenie wysokości wpłynie poza tym na zmniejszenie prawdopodobieństwa wykrycia P_{wykr} a tym samym i prawdopodobieństwa rażenia $P_{\text{raź}}$. W efekcie zmniejszy się prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu P_{z8} co pociągnie za sobą wzrost prawdopodobieństwa pokonania przeciwdziałania PRK "Hawk" P_{PRK} .

Podobny, ale mniejszy skutek, można osiągnąć zwiększając prędkość lotu do maksymalnej.

Dla analizy wpływu wysokości lotu pojedynczego samolotu przy głębokości działania 100 km od linii styczności bojowej na prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania PRK "Hawk" posłużyły się obliczeniami zestawionymi w poniższej tabeli..

Tabela nr 2

H lotu /m/	1,5 R /śred. max	f/D/ 20 baterii PRK "Hawk"	P _{zs}			P _{PRK}
			P _{wykr}	P _{raż}	K _r · K _n	
50	12	0,1111	0,17	0,8	0,81	0,86
100	13	"-	0,30	"-	"-	0,75
200	39	"-	0,50	"-	"-	0,24

Jak wynika z przedstawionych danych w tabeli nr 2 największe prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania PRK "Hawk" załoga uzyskuje wykonując lot na wysokości 50-100 m.

W związku z powyższym, w warunkach braku informacji o dyslokacji baterii PRK "Hawk", podstawowym sposobem pokonywania ich przeciwdziałania winno być wykonywanie lotu na wysokości 50-100 m.

Powyżej tych wysokości P_{PRK} gwałtownie spada. Lot na małych wysokościach praktycznie wyklucza możliwość ciągłego śledzenia samolotów przez środki radiotechniczne npla, a więc i możliwość skutecznego strzelania, szczególnie przez PRK "Hawk", oraz wyklucza możliwość naprowadzenia myśliwców.

Długotrwały lot po trasie na wysokości 50-100 m jest trudny do wykonania choćby ze względu na prowadzenie orientacji. W związku z tym istnieje konieczność okresowego zwiększania wysokości.

Lot na wysokości powyżej 100 m nie powinien jednak przekraczać 41 sekund, to jest sumy czasu pasywnego wynoszącego 35 sek.

/wykrycie celu, powzięcie decyzji, przygotowanie danych do odpalenia pocisku/ i czasu lotu pocisku wynoszącego dla PPK "Hawk" do bliższej rubieży 6 sek.

II Wariant - gdy załoga posiada informacje pozwalające określić rozmieszczenie poszczególnych baterii PRK "Hawk".

Załogi samolotów LMSz i LMB w czasie zwalczania obiektów pola walki będą narażone na przeciwdziałanie środków OPL npla w następujących etapach lotu:

- w czasie lotu po trasie do obiektów działań, w rejonie obiektu oraz lotu po trasie powrotnej. Przy czym stopień przeciwdziałania środków OPL będzie wzrastał w miarę wzrostu odległości położenia obiektu od linii styczności bojowej;

- w czasie zwalczania obiektu /niszczenie, obezwładnienie/. W tym wypadku stopień przeciwdziałania środków OPL będzie wzrastał wraz ze wzrostem czasu przebywania grupy w rejonie obiektu działań, a więc w strefie ognia tych środków.

W jednym i w drugim przypadku trzeba będzie obliczyć prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania baterii PRK "Hawk" lub baterii /określonej liczby dział/ artylerii przeciwlotniczej. Prawdopodobieństwo to, aby było zbliżone do rzeczywistych wartości, powinno być obliczone z uwzględnieniem możliwości wszystkich czynników mających wpływ na jego wielkość. Do czynników tych należy zaliczyć:

- prawdopodobieństwo rażenia samolotu przez jedną lub kilka wystrzelonych serią rakiet;

- prawdopodobieństwo wykrycia samolotów;

- wpływ stosowanych zakłóceń radioelektronicznych;

- prawdopodobieństwo powzięcia na czas właściwej decyzji odnośnie zwalczania samolotów;

- wpływ wysokości i prędkości lotu oraz składu i ugrupowania samolotów;

- wpływ sprawności technicznej środków OPL oraz ich ujemnych i dodatnich właściwości.

Prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania baterii PRK "Hawk" przez samolot /grupę/ z uwzględnieniem wymienionych czynników można obliczyć za pomocą wzoru:

$$P_{PRK} = /1 - P_{zs}/^K \quad /13/$$

gdzie: P_{zs} - prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu;

K - współczynnik określający liczbę odpalonych rakiet /seria rakiet/ w czasie przelotu samolotu /grupy/ przez strefę rażenia baterii.

Prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu określamy według wzoru:

$$P_{zs} = P_{wykr} \cdot P_{raž} \cdot K_n \cdot K_r \cdot K_d \cdot K_{nz} \cdot K_{nr} \quad /14/$$

gdzie: P_{wykr} - prawdopodobieństwo wykrycia samolotów;

$P_{raž}$ - prawdopodobieństwo rażenia samolotu i przez jedną lub "n" rakiet w serii;

K_n i K_r - współczynniki określające niezawodność pracy naziemnych urządzeń i aparatury rakiety, każdy - 0,9

K_d - współczynnik określający powzięcie na czas właściwej decyzji przez zespoły dowodzenia - 0,9;

K_{nz} i K_{nr} - współczynniki określające prawdopodobieństwo radioelektronicznego niezakłócenia urządzeń naziemnych i urządzeń rakiety, każdy - 0,9;

Natomiast współczynnik "K" określający ilość odpalonych rakiet obliczamy za pomocą wzoru:

$$K = /1 + \frac{L_s}{V_s \cdot T_e} / \cdot \frac{z}{n} \quad /15/$$

gdzie: L_s - droga samolotu w strefie rażenia baterii;

V_s - prędkość samolotu;

T_e - czas cyklu strzelania będący sumą czasu pasywnego

/ $t_{pas} = 35$ sek./, czasu przeniesienia ognia

/ $t_{po} = 15$ sek./, odstępu między startem rakiet w

serii $/t_{rs} = 5 \text{ sek.}/$ oraz czasu lotu rakiety $/t_r/$ do rubieży spotkania z celem przy średniej prędkości rakiety "Hawk" wynoszącej 600 m/sek.;

z - liczba zestawów baterii mogących samodzielnie prowadzić ogień do celów - dla baterii "Hawk" $z = 2$; jednak przy ostrzelaniu pojedynczego celu /grupy stanowiącej jeden cel/ $z = 1$;

n - liczba samolotów w grupie.

Grupę samolotów stanowiącą jeden cel, można przyjąć, gdy głębokość ugrupowania samolotów w czasie " t_g ", podzielona przez T_e wynosi w przybliżeniu "0", praktycznie więc gdy głębokość ugrupowania nie przekracza 500 m.

Prawdopodobieństwo wykrycia samolotów przez środki radiolokacyjne w zależności od wysokości lotu ustalono doświadczalnie. Wynosi ona dla lotu na wysokości 100 m - 0,30, na wysokości 200 m - 0,50 oraz na wysokości 1000 m i wyżej - około 1,0. Obliczyć je można według następującego wzoru:

$$P_{\text{wykr}} = 1 - e^{-H \cdot 0,00364} \quad /16/$$

gdzie: P_{wykr} - prawdopodobieństwo wykrycia samolotów przez środki radiotechniczne;

H - wysokość lotu w metrach;

0,00364 - współczynnik ustalony drogą doświadczalną.

Obliczone według powyższego wzoru prawdopodobieństwo wykrycia samolotów na poszczególnych wysokościach lotu wynosi:

Tabela nr 3

H lotu /m/	50	100	200	300	400	500	800	1000
P_{wykr}	0,17	0,30	0,50	0,75	0,80	0,83	0,93	0,99

Obliczenia i wykresy P_{PRK} "Hawk" w strefie rażenia - załącznik nr 9 i 10.

Prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania baterii PRK "Hawk" w zależności od czasu t przebywania samolotów w strefie ostrzału baterii, można obliczyć wg wzoru:

$$P_{PRK} = e^{-a} \quad /17/$$

$$a = \frac{t}{T_e} \cdot P_{zsb} \cdot \frac{z}{n} \quad /18/$$

Obliczenia i wykresy P_{PRK} "Hawk" w zależności od czasu pobytu w strefie rażenia - załącznik nr 11 i 12/.

Ze wzoru 13 wynika, że wartość prawdopodobieństwa pokonania przeciwdziałania PRK "Hawk" $/P_{PRK}/$ w tym wypadku określa prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu $/P_{zsb}/$ i ilość startów rakiet w kierunku samolotu $/K/$. Na prawdopodobieństwo zestrzelenia wpływa wielkość prawdopodobieństwa wykrycia, które z kolei wpływa na wartość prawdopodobieństwa rażenia. Zwiększenie ilości startu rakiet $/K/$ zwiększy prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu, a tym samym zmniejszy prawdopodobieństwo przeniknięcia samolotu $/P_{PRK}/$ przez strefę ostrzału. Zwiększenie prędkości przelotu powoduje zmniejszenie czasu przebywania samolotu w strefie ostrzału oraz zwiększenie czasu lotu rakiety do celu, co w konsekwencji prowadzi do zwiększenia się czasu cyklu strzelania. Ponadto czas przebywania samolotu w strefie ostrzału na dużym parametrze jest znacznie mniejszy niż na małym. W konsekwencji prowadzi to do zmniejszenia ilości odpalanych rakiet $/K/$ w czasie przelotu przez strefę ostrzału.

Wnioski:

1. Zasadniczy wpływ na wielkość prawdopodobieństwa pokonania przeciwdziałania PRK "Hawk" ma wysokość lotu i związane z nim prawdopodobieństwo wykrycia samolotów.

2. Bardzo skutecznym przedsięwzięciem zwiększającym prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania PRK "Hawk" jest manewr przeciwrakietowy polegający na zmianie wysokości i prędkości lotu oraz kursu /zmniejsza $P_{\text{raź}}$ /.
3. Strefy rażenia PRK "Hawk" należy pokonywać na maksymalnych parametrach kursowych baterii, minimalnych wysokościach i dużych prędkościach lotu.

b/ Prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania artylerii przeciwlotniczej

Prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania artylerii przeciwlotniczej oblicza się według podobnego wzoru jak dla PRK:

$$P_{\text{art plot}} = 1 - P_{\text{zs}}^{\frac{z}{n}} \quad /19/$$

Z tym, że:

$$P_{\text{zs}} = P_{\text{wykr}} \cdot P_{\text{raź}} \cdot K_n \cdot K_d \cdot K_{nz} \quad /20/$$

gdzie: P_{wykr} - prawdopodobieństwo wykrycia samolotów przez radiolokatory w wypadku prowadzenia ognia przez działa L-70, natomiast dla działa L-60 należy przyjąć prawdopodobieństwo wykrycia celu wzrokowo /P ww. - tabela nr 4/;

$P_{\text{raź}}$ - prawdopodobieństwo rażenia celu przez baterię lub określoną liczbę dział baterii;

K - znaczenie poszczególnych współczynników "K" - jak dla PRK, z tym że w wypadku dział L-60 nie przyjmuje się współczynnika K_{nz} ;

z - przyjmujemy równe - "1" /cała bateria strzela do pary lub klucza, każdy inny podział nie zmienia rezultatów obliczeń/.

Rezultaty obliczeń prawdopodobieństwa wzrokowego wykrycia samolotów ilustruje poniższa tabela:

Tabela nr 4

V km/godz.	500	700	900	1100
P _w	0,60	0,43	0,32	0,16

Obliczenia prawdopodobieństwa rażenia samolotów LMSz i LMB ogniem dział artylerii przeciwlotniczej są skomplikowane i pracochłonne, w związku z tym wykonano je na EMC.

Rezultaty obliczeń oraz wykresy prawdopodobieństwa pokonania przeciwdziałania artylerii przeciwlotniczej /P_{art plot}/ - załączniki nr 13-17.

Jak wynika z obliczeń i wykresów, to czynniki wpływające na prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania artylerii przeciwlotniczej npla, jak również wynikające z nich przedsięwzięcia są podobne jak w dla PRK "Hawk".

Należy jednak podkreślić, że prawdopodobieństwo zestrzelenia przez działko L-60, lub działko 20 m/m w stosunku do PRK jest niskie. Jedynie działka L-70 wyróżniają się wyższą wartością tego składnika.

Z obliczeń wynika, że prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu przez działko 40 m/m rośnie do 1000 m, a przez działko 20 mm - do 500 m. Dalszy wzrost wysokości lotu celu od podanych wyżej wartości powoduje spadek prawdopodobieństwa zestrzelenia /załącznik nr 18/.

Większe prędkości przelotu samolotu wpływają również na zmniejszenie prawdopodobieństwa zestrzelenia samolotu szczególnie przy wzrokowym wykrywaniu celów i prowadzeniu ognia za pomocą celowników optycznych. W tym wypadku wraz ze wzrostem prędkości lotu wzrasta wymagana odległość wykrycia celów /umożliwiają-

ca otwarcie ognia w nakazanym czasie/, a wraz z nią maleje prawdopodobieństwo wykrycia, a więc i prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu również.

Żeby uzyskać $P_{\text{art plot}} = 0,9$ prędkość lotu winna być utrzymana co najmniej w granicach 700 km/godz. możliwe to jest raczej dla samolotów LMB.

Zwiększanie prędkości lotu już w strefie ostrzału jest mało skuteczne z racji zbyt powolnego rozpędzania samolotu za czas lotu pocisku /na małych wysokościach nie przekracza 3-5 sek./.

Pokonywanie stref ostrzału artylerii przeciwlotniczej winno być wykonywane na bardzo małych wysokościach, lub na wysokościach zbliżonych do maksymalnej odległości skutecznego ognia, z możliwie maksymalną prędkością lotu.

Jednak ze względu na niewielką odległość prowadzenia skutecznego ognia tych dział, najskuteczniejszy sposób ich pokonania polega na omijaniu stref ostrzału przez zmianę kierunku lotu, lub w celu wyjścia ze stref ostrzału, czy też nabór wysokości większej od skutecznej odległości strzelania.

Skutecznym manewrem w strefie ostrzału jest manewr kursem, który powinien być wykonany poprzez kolejne energiczne skręty o $15-20^\circ$.

Aby utrudnić przeciwnikowi celowanie manewry samolotu powinny nie być symetryczne i jednakowe, a prostolinijne odcinki między skrętami nie powinny przekraczać 6-10 sek. Im mniejsza odległość od strzelającej baterii, tym częstsze powinny być skręty i większe kąty przechylenia.

c/ Pokonywanie przeciwdziałania LM

Możliwości pokonania przeciwdziałania LM npla uzależnione są od możliwości przechwycenia przez myśliwce npla samolotów w czasie ich lotu do obiektów działań, lub w czasie ich atakowa-

nia. W niektórych wypadkach w czasie lotu po trasie może się okazać, że przechwycenie jest niemożliwe, a wówczas prawdopodobieństwo przeniknięcia należy przyjąć równe jedności.

Ponieważ jednak samoloty IMSz, LMB będą przez określony czas przebywały w rejonie obiektu działań, w związku z czym możliwości przechwycenia będą się zwiększały wraz ze wzrostem czasu przebywania nad celem.

Punktem wyjścia będzie więc obliczenie rubieży przechwycenia $/S_{pl}/$ własnych samolotów przez myśliwce npla w wypadku dyżurowania na lotnisku lub w strefach. Skoro dyżurowanie myśliwców na lotniskach ma charakter ciągły, to dyżurowanie w powietrzu odbywa się okresowo i z reguły towarzyszy realizacji szczególnie ważnych przedsięwzięć przez wojska lądowe, albo też organizowane jest w celu zapewnienia osłony obszarów, które z różnych przyczyn nie mogą być osłaniane przez naziemne środki OPL.

Przyjęte założenia, sposób obliczania rubieży przechwycenia z lotniska odległego o 170 km i strefy dyżurowania odległej o 60 km od linii styczności bojowej oraz wykresy - załącznik nr 19-21.

Jeżeli przedstawione rubieże przechwycenia porównamy ze średnią odległością stanowisk startowych rakiet taktycznych i operacyjno-taktycznych od linii styczności bojowej, która wynosi dla systemu "Honest John" - 10 km. Dla "Sergeant" i "Lance" - 50 km i dla "Pershing" - 120 km, to okaże się, że tylko w niektórych wypadkach samoloty nasze będą przechwytywane przez myśliwce npla przed dolotem do obiektu działań. Ilustruje to poniższa tabela zestawiona dla wysokości 100 m.

Tabela nr 5

V sam LMSz, LMB	Przechwylenie ze strefy dyżurowania w powietrzu				Przechwylenie z dyżurowania na lotnisku			
	Spl w styczn.	HJ	S i L	P	Spl w stos. do linii styczn. boj.	HJ	S i L	P
500 700	58	$\frac{48}{4'10''}$	$\frac{8}{45''}$	$\frac{-62}{-7'20''}$	110	$\frac{100}{8'35''}$	$\frac{60}{5'10''}$	$\frac{-10}{-1'10''}$
700 900	70	$\frac{60}{4'}$	$\frac{20}{1'20''}$	$\frac{-50}{-6'15''}$	132	$\frac{122}{6'10''}$	$\frac{82}{5'30''}$	$\frac{12}{48''}$
900 1100	84	$\frac{74}{4'}$	$\frac{34}{1'50''}$	$\frac{-36}{-1'26''}$	150	$\frac{140}{7'40''}$	$\frac{100}{5'30''}$	$\frac{20}{1'38''}$
1100 1300	97	$\frac{87}{4'}$	$\frac{47}{2'10''}$	$\frac{-23}{-1'15''}$	168	$\frac{158}{7'15''}$	$\frac{118}{5'30''}$	$\frac{40}{2'13''}$

W tablicy cyfry ze znakiem "-" oznaczają, że samoloty własne zostaną przechwycone przed dolotem do obiektu, w pozostałych wypadkach wskazują, w jakim czasie myśliwce nieprzyjaciela przybędą do rejonu obiektu działań po przybyciu tam samolotów myśliwsko-szturmowych lub myśliwsko-bombowych.

Jak wynika z przedstawionych w tablicy wielkości, przechwylenie samolotów LMSz i LMB na trasie lotu do rejonu obiektu działań przez myśliwce npla, nawet z położenia dyżurowania w powietrzu, możliwe jest jedynie w odniesieniu do rejonu rozmieszczenia pocisków "Pershing".

Natomiast przechwycenie w rejonie obiektu działań będzie zawsze możliwe gdy czas pobytu w nim własnych samolotów będzie dłuższy od czasu potrzebnego na przybycie tam myśliwców.

Ilość ataków, jaka może być przeprowadzona przez grupę samolotów myśliwsko-szturmowych /myśliwsko-bombowych/ wykonujących lot na małej wysokości, z reguły nie przekracza jednego, gdyż powtórne naprowadzenie grupy na ten sam cel jest zazwyczaj niemożliwe.

W wypadku realizacji przechwytywania przez myśliwce z położenia dyżurowania na lotniskach samoloty prowadzące zwalczanie pocisków "Honest John", "Sergeant" i "Lance" mogą być przechwytywane przez nie więcej jak jedną grupę myśliwców. Jednoczesne wysłanie kilku grup jest mało prawdopodobne, a odległość rejonów stanowisk startowych rakiet od lotnisk myśliwców jest tak duża, że kolejna grupa samolotów myśliwskich nie zdąży przybyć przed wykonaniem zadania przez samoloty LMSz i LMB.

Natomiast w wypadku pocisków "Pershing", rejony rozmieszczenia których oddalone będą średnio o 50 km od lotnisk myśliwców, które mogą przybyć tam po 6-8 min. /czas lotu 2-4 min i $t_{\Sigma} = 4$ min./.

Tak więc gdy czas atakowania pocisków "Pershing" przekroczy 8-10 min. należy się liczyć z możliwością zaatakowanie samolotów myśliwsko-szturmowych /rozpoznawczych/ nawet przez dwie grupy myśliwców npla.^{x/}

Prawdopodobieństwo przeniknięcia samolotów przez strefę przeciwdziałania LM npla / P_{LM} / można obliczyć według wzoru:

$$P_{LM} = 1 - P_{zs}^{K'} \quad /21/$$

Natomiast prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu / P_{zs} / obliczamy korzystając ze wzoru:

$$P_{zs} = P_{wykr} \cdot P_{napr} \cdot P_{ra\dot{z}} \cdot K'_{sr\ napr} \cdot K_{nz} \quad /22/$$

gdzie: P_{wykr} - prawdopodobieństwo wykrycia samolotów;

P_{napr} - prawdopodobieństwo naprowadzenia na wykryty cel - 0,8;

$P_{ra\dot{z}}$ - prawdopodobieństwo rażenia samolotu ogniem pocisków rakietowych - 0,8, ogniem działek - 0,3;

$K'_{sr\ napr}$ - współczynnik określający prawdopodobieństwo bezawaryjnej pracy naziemnych środków naprowadzenia - 0,9 oraz urządzeń /uzbrojenia/ na pokładzie samolotu - 0,9;

K_{nz} - współczynnik określający prawdopodobieństwo niezakłócenia środków naprowadzenia i łączności - 0,9;

K' - liczba ataków wykonanych do każdego samolotu
LMSz, LMB. .

x/ Płk dr pil. Wojciech Łepkowski rozprawa doktorska "Samodzielne poszukiwanie i zwalczanie broni rakietowo-jądrowej przez LMSz i LR we współczesnych warunkach działań bojowych", pt 24, str. 111-113.

Szczegółowe dane dotyczące przyjętych wielkości obliczeń oraz rezultaty obliczeń prawdopodobieństwa pokonania przeciwdziałania LM nieprzyjaciela - załącznik nr 22-23.

Zmniejszenie prawdopodobieństwa wykrycia, ataku i rażenia wpływa na wzrost prawdopodobieństwa pokonania przeciwdziałania LM npla $/P_{LM}/$. Można to osiągnąć poprzez:

- lot na małej wysokości;
- lot na dużej prędkości;
- manewrowość samolotu.

Na prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania LM wywierają także wpływ wartości stosunku $/K/$ i ilości atakujących myśliwców npla $/n/$ do ilości własnych samolotów $/N/$ $/K = \frac{n}{N} /$.

Z obliczeń wynika, że prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania LM npla przez pojedynczy samolot znacznie maleje wraz ze wzrostem ilości przeciwdziałających samolotów myśliwskich. Zwiększenie ilości własnych samolotów powoduje istotny wzrost prawdopodobieństwa pokonania przeciwdziałania LM npla.

Dla utrudnienia naprowadzenia myśliwców celowym jest wykonywanie lotu na małych wysokościach. W tych warunkach, przeciwnik ma niepełne pole naprowadzenia będzie otrzymywał tylko oderwane dane o miejscu i kierunku lotu samolotów.

Manewr prędkością wpływa na przesunięcie możliwych rubieży wprowadzenia do walki w głąb terytorium npla.

Manewr kursem, w celu utrudnienia naprowadzenia myśliwców przeciwnika na samoloty LMSz i LMB nie jest korzystny, ponieważ wydłuża drogę lotu samolotów oraz zwiększa czas przebywania nad terytorium przeciwnika.

Manewr wysokością lotu w celu uniknięcia spotkania z samolotem myśliwskim powinien rozpoczynać się w odległości nie większej niż wynosi odległość wykrywania pokładowych stacji radiolokacyjnych $/25-30 \text{ km}/$.

Celem manewru przeciwyśliwskiego jest zerwanie ataku, lub obniżenia skuteczności strzelania przez samoloty myśliwskie przeciwnika. Manewr przeciwyśliwski przesuwą rubież przechwycenia w głąb terytorium nieprzyjaciela. Skuteczność tego manewru zależy od jego wczesnego i energicznego wykonania.

Manewr przeciwyśliwski samolotów LMSz /LMB/, wykonywany w czasie atakowania przez myśliwce przeciwnika pod małymi kątami kursowymi z przechyleniem $60-70^{\circ}$, obniża prawdopodobieństwo wykonania ataku o 50 %, z pochyleniem 45° - tylko o 5 %, a jeśli atak wykonywany jest pod dużymi kątami kursowymi to skuteczność jego wzrasta.

Ataki myśliwców na małej wysokości charakteryzują niewielką odległością strzelania /1,5-2,5 km rakietami kierowanymi i nie więcej 1-1,2 km z działek lub rakietami niekierowanymi/. Celem manewru przeciwyśliwskiego jest niedopuszczenie wejścia myśliwca przeciwnika w strefę możliwych ataków co możemy osiągnąć przez energiczny skręt w stronę atakowanego myśliwca. Jeśli tego nie uda się osiągnąć, to należy dążyć poprzez wykonywany manewr do maksymalnego zmniejszenia skuteczności strzelania myśliwców przeciwnika.

Skręt wykonywany w stronę myśliwca z dużym przeciążeniem powoduje wyjęcie samolotu myśliwskiego ze strefy możliwych ataków ze względu na powstanie przeciążeń uniemożliwiających wykonanie ataku. Manewr należy rozpoczynać w odległości od myśliwca nie większej niż 2-3 km tzn. w odległości większej niż odległość strzelania o 20-25 %. Manewr należy wykonywać tak długo, dopuki myśliwce przeciwnika nie znajdą się w strefie dużych sylwetek 3/4-4/4.

Jeżeli samolot LMSz /LMB/ nie zdoła w sfekcie manewru zerwać atak myśliwca /poprzez niedopuszczenie go do strefy

możliwych ataków/ to powinien kontynuować manewr, zwiększając przeciążenie w celu niedopuszczenia do odpalenia rakiet /otwarcia ognia z działek pokładowych/, lub zmniejszając ich skuteczność o ile nastąpi odpalenie.

Najskuteczniejszy jest jednak manewr kombinowany wysokością, prędkością i kursem.

II. WSKAŹNIKI PRZESTRZENNE

1. Możliwości w zakresie głębokości wykonywanych zadań.

Przez możliwości w zakresie głębokości wykonywanych zadań należy rozumieć odległość na jaką samolot lub grupa samolotów LMSz, LMB może wykonać uderzenie w głąb terytorium npla /licząc od linii styczności bojowej/ i powrócić na lotnisko startu, lub inne lotnisko bazowania.

Możliwości te zależą od:

- taktycznego promienia działania samolotu /grupy/ na danej wysokości;
- oddalenia lotnisk bazowania, od linii styczności bojowej. /LMSz - 80+120 km; LMB - 100+150 km/.

Przybliżenie tych lotnisk do linii styczności bojowej zwiększyłoby głębokość wykonywanych uderzeń, ale z uwagi na to, że lotniska te muszą być rozmieszczone poza zasięgiem rakiet taktycznych i częściowo operacyjno-taktycznych jest to niemożliwe. Doraźne zwiększenie głębokości wykonywanych uderzeń przez zmianę bazowania możliwe jest dzięki wykorzystaniu lotnisk wysuniętych /podskokowych/.

Taktyczny promień działania zależy od aerodynamicznych i napędowych charakterystyk samolotu, zabieranego wariantu środków rażenia, możliwości podwieszania zbiorników dodatkowych, składu grupy oraz wysokości i prędkości lotu.

Duży wpływ na wielkość taktycznego promienia działania, a co za tym idzie - na głębokość wykonywanych uderzeń, wywiera wysokość i prędkość lotu. Dlatego odpowiedni ich dobór w istotny sposób może wpłynąć na zwiększenie taktycznego promienia działania, jednak możliwości te są niewielkie, szczególnie

Taktyczne promienie działań grup samolotów LMSz i LMB
/na użytek wykładowców i słuchaczy ASG w celach szkoleniowych/

Typ s-tu	Ładunek bojowy	Prędkość lotu		Taktyczny promień działania w km		Kilometry zużycie paliwa		
		Rodzaj prędkości	Vp km/h	Vr km/h	para		klucz eskadra	
1	2	2	4	5	6	7	8	10
			Wysokość 50 m					
	2x zbiorniki dodatkowe z paliwem plus 2xUB-16-57 /powrót ze zbiornikami i zasobnikami/	0,9 V _{max}	712	722	154	150	140	3,78
		V _{max}	600	608	176	169	156	3,12
		V _{max} zas	485	490	180	174	160	3,04
		V _{max} dł.	320	320	150	143	131	3,66
			Wysokość 150 m					
		0,9 V _{max}	712	725	159	151	140	3,46
		V _{max} zas.	600	610	178	170	158	3,10
		V _{max} dł.	485	487	188	179	166	2,94
			320	321	154	147	135	3,60
			Wysokość 500 m					
		0,9 V _{max}	901	725	165	158	146	3,34
		V _{max} zas.	600	620	184	175	160	3,01
		V _{max} dł.	470	485	195	186	172	2,82
			320	326	162	155	143	3,40
			Wysokość 50 m					
	2x zbiorniki dodatkowe z paliwem plus 100kg /powrót ze zbiornikami i dodatkowymi/	0,9 V _{max}	712	722	182	174	161	3,48
		V _{max} zas	600	608	193	185	171	2,57
		V _{max} dł.	485	490	197	189	174	3,12
			320	321	156	150	139	2,56
			Wysokość 150 m					
		0,9 V _{max}	712	722	183	175	162	3,04
		V _{max} zas	600	608	195	187	173	2,55
		V _{max} dł.	485	490	201	193	178	3,10
			320	322	160	153	142	2,54
			Wysokość 500 m					
		0,9 V _{max}	712	722	183	175	162	3,46
		V _{max} zas	600	608	195	187	173	2,55
		V _{max} dł.	485	490	201	193	178	3,10
			320	322	160	153	142	2,54

W obliczeniach uwzględniono:

- zapas paliwa w zbiornikach zasadniczych $Q_c=1120$ kg oraz zapas paliwa ze zbiornikami dodatkowymi $Q_c=1740$ kg;
- 10% zapasu nawigacyjnego od całkowitej obliczeniowej ilości paliwa oraz większe zużycie paliwa ze względu na lot w grupie samolotów dla klucza $K=0,97$ dla eskadry K-9,93;
- start parami co 20 sek., zbiórka metodą dopędzenia $V_1=490$ km/h, $V_2=722$ km/h.

Ugrupowanie: kolumna kluczy, odstęp pomiędzy kluczami 500 m, klucze w ugrupowaniu zwartym, Czas zwierania klucza 423, czas eskadry 161 s;

ładowanie parami co 30 s, przy użyciu paliwa w locie po kręgu 22 kg/min.

ład klucza - 4,5 min.

ład, esk. - 6,5 min.;

zapas paliwa w pracy nad celem w ciągu 5 min, z tego 3 min. praca na V_{max} i 2 min. na 0,9 V_{max} ;

Uwaga:

W wypadku startu i wznoszenia z dopalaniem taktycznym promień działania maluje średnio około 10 km.

Obliczenie wykonano na podstawie:

- podręcznika "Nawigatorskie zabezpieczenia działań lotniczych" wydanie DWL 1970 r., nr bibl. 014829;
- "Informator Lotniczo-techniczny cz. I", wyd. ASG 1965 r., nr bibl. 07016;
- skryptu płk. doc. dr nawig. Romana DWORAKA "Taktyczny promień działania i długość trwania lotu", wyd. ASG nr bibl. 023183.

Dane podane w mianowniku przyjęto jak dla Lim-5 bez podwie-szenia uzbrojenia i z podwie-szeniem uzbrojenia.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2x zbiorniki dodatkowe z paliwem plus 2x bomby 100 kg / powrót ze zbiornikami /	0,9 V max	701	188	181	170	3,34			
		750	203	194	180	2,50			
		600	211	202	187	3,01			
	V max zas.	470	170	163	156	2,42			
		606	326	328	3,4				
	V max dż.	320	320	3,09					
	4 bomby / 2x 250 kg plus 2x 100 kg / powrót bez bomb /	0,9 V max	712	91	89	85	3,48		
			750	99	96	92	2,38		
			600	101	98	94	3,12		
		V max zas.	485	80	77	74	2,29		
616			320	302	3,04				
V max dż.		320	302	3,05					
2x bomby 250 kg plus 2x UB-16-57 / powrót z zbiornikami /		0,9 V max	712	92	89	85	3,46		
			750	100	97	93	2,37		
			600	103	100	96	3,1		
		V max zas.	485	81	78	75	2,28		
	615		320	302	3,60				
	V max dż.	320	302	3,05					
	2x zbiorniki dodatkowe z paliwem plus 2x bomby 100 kg / powrót z zbiornikami /	0,9 V max	708	100	97	93	2,4		
			750	101	98	94	2,33		
			600	104	101	97	3,06		
		V max zas.	475	83	81	77	2,24		
612			325	303	2,88				
V max dż.		320	303	2,23					
2x bomby 250 kg plus 2x UB-16-57 / powrót z zbiornikami /		0,9 V max	701	93	90	86	3,33		
			750	100	97	93	2,28		
			600	100	97	93	3,01		
		V max zas.	470	88	85	81	2,2		
	610		326	307	2,82				
	V max dż.	320	307	2,19					
	2x bomby 250 kg plus 2x UB-16-57 / powrót z zbiornikami /	0,9 V max	712	87	84	80	3,48		
			796	94	92	88	2,69		
			600	96	93	86	3,12		
		V max zas.	485	76	74	71	2,56		
620			320	321	3,04				
V max dż.		320	321	3,36					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
				Wysokość 150 m						
		0,9 v _{max}	$\frac{712}{795}$	$\frac{722}{800}$	87	85	81	$\frac{3,46}{2,67}$		
			$\frac{600}{650}$	$\frac{608}{655}$	95	92	88	$\frac{3,1}{2,54}$		
		v _{max} zas.	$\frac{485}{610}$	$\frac{490}{615}$	98	95	91	$\frac{2,94}{2,53}$		
		v _{max} dł.	$\frac{320}{320}$	$\frac{320}{322}$	77	75	72	$\frac{3,60}{3,32}$		
				Wysokość 300 m						
		0,9 v _{max}	$\frac{706}{794}$	$\frac{725}{805}$	89	86	83	$\frac{3,4}{2,63}$		
			$\frac{600}{650}$	$\frac{615}{660}$	97	94	89	$\frac{3,06}{2,48}$		
		v _{max} zas.	$\frac{475}{608}$	$\frac{486}{615}$	100	97	93	$\frac{2,88}{2,47}$		
		v _{max} dł.	$\frac{320}{320}$	$\frac{324}{324}$	80	78	74	$\frac{3,48}{3,21}$		
				Wysokość 500 m						
		0,9 v _{max}	$\frac{701}{750}$	$\frac{725}{768}$	90	86	83	$\frac{3,33}{2,44}$		
			$\frac{600}{650}$	$\frac{620}{665}$	96	93	89	$\frac{3,01}{2,42}$		
		v _{max} zas.	$\frac{470}{606}$	$\frac{485}{620}$	100	97	93	$\frac{2,82}{2,39}$		
		v _{max} dł.	$\frac{320}{320}$	$\frac{326}{328}$	80	78	74	$\frac{3,4}{3,09}$		

WYKONAŁ
STARSZY WYKŁADOWCA KATEDRY
PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

T. Pawlak
ppłk dypl. nawig. Tadeusz PAWLAK

Typ s-tu	Ładunek bojowy	Wariant obciążenia	Warunki lotu						U w a g i		
			V _p = 740 km/h H = 100+300 m			V _p = 740 km/h H = 400+600 m					
			kilome- trowe zużycie paliwa	Taktyczny promień działania w km			kilome- trowe zu- życie pa- liwa	Taktyczny promień działania w km			
	para	klucz	eskadra		para	klucz	eskadra				
SU - 7 BKL / 4 pkty podwieszeń/	4 x bomby 250 kg	grupa "b"	C _{k1} = 4,93 C _{k2} = 4,55	168	158	132	C _{k1} = 4,79 C _{k2} = 4,46	165	155	131	C _{k2} - dotyczy zużycia paliwa w locie powrotnym. W obliczeniach uwzględniono:
	4 x MB-16-57 /powrót z zasobnikami/	grupa "b"	C _{k1} = 4,93 C _{k2} = 4,89	162	152	127	C _{k1} = 4,79 C _{k1} = 4,75	160	150	127	- ciężar właściwy paliwa $\rho = 0,775 \text{ g/cm}^3$ - zbiorników zasadniczych = 3900 l; - 7 % zapas techniczny ze względu na tolerancje w zużyciu paliwa wynikające z regulacji silnika; - 10% zapasu nawigacyjnego do całkowitej obliczeniowej ilości paliwa oraz większe zużycie paliwa ze względu na lot w grupie s-tów dla klucza K=0,97, dla eskadry K=0,93;
	2xbomby 250 kg plus 2xUB-16-57 /powrót z zasobnikami/	grupa "b"	C _{k1} = 4,93 C _{k2} = 4,72	164	155	129	C _{k1} = 4,93 C _{k2} = 4,62	160	150	127	- start parami samolotów co 20 s; - zbiórka metodą dopędzania V ₁ = 620 km/h, V ₂ = 740 km/h,
	2xziorniki dodatkowe z paliwem po 600 l plus 2x bomby 250 kg /powrót ze zbiornikami dodatk./	grupa "c"	C _{k1} = 5,23 C _{k2} = 4,72	247	240	230	C _{k1} = 5,11 C _{k2} = 4,62	252	245	234	Ugrupowanie: kolumna kluczy ostep pomiędzy kluczami 2000 m, klucze w ugrupowaniu zwartym. Czas zwierania klucza 1 min.43 s. Czas zwierania eskadry 6 min.17 s;
	2xziorniki dodatkowe z paliwem po 600 l plus 2xUB-16-57 /powrót ze zbiornikami dodatkowymi i zasobnikami/	grupa "e"	C _{k1} = 5,23 C _{k2} = 4,89	243	236	226	C _{k1} = 5,11 C _{k2} = 4,75	249	242	232	- lądowanie pojedynczo co 30 s, przy zużyciu paliwa w locie po kręgu 50 kg/min. t _{ład pary} - 5 min.;
	2xziorniki dodatkowe z paliwem po 600 l plus 1BA		C _{k1} = 5,23 C _{k2} = 4,72	240	-	-	C _{k1} = 5,11 C _{k2} = 4,62	239	-	-	t _{ład klucza} - 6 min.;

Do obliczenia wykonano na podstawie instrukcji nr bibl.ASG 015449 "Samolot Su-7 SKL z silnikiem AI-7F-1-200. Zasięgi długotrwałości lotu" wydanie DWL 1971 r. oraz skrypt płk doc.dr nawig. Roman DWORAK "Taktyczny promień działania, zasięg i długotrwałość lotu", wyd.ASG nr bibl.023163.

Wykonał zespół oficerów Katedry Przedmiotów Specjalnych:
płk dypl. nawig. Stefan PAWŁOWSKI
ppłk dypl. nawig. Tadeusz PAWŁAK

gdy nad terytorium nieprzyjaciela należy wykonywać lot na małych wysokościach, zachodzi wówczas konieczność zabierania dodatkowych zbiorników z paliwem, a to się wiąże z ograniczeniem wyboru ładunku bojowego, a tym samym i możliwości ogniowych samolotu /np. gdy Su-7 BKŁ zamiast dwóch musi zabrać 4 dodatkowe zbiorniki/.

Przykładowe zależności taktycznego promienia działania od zabieranego ładunku bojowego oraz składu grup ilustruje tabela nr 6.

2. Możliwości prowadzenia działań bojowych przez LMSz i LMB w trudnych warunkach atmosferycznych i w nocy

Możliwości działań LMSz i LMB w trudnych warunkach atmosferycznych i w nocy ograniczone są wymaganiami w zakresie wzrokowej widoczności lub niewidoczności zwalczanego obiektu oraz określone są minimalnymi podstawami chmur dla różnej wielkości grup przy których może być atakowany obiekt.

Trudne warunki atmosferyczne i noc ograniczają możliwości bojowe LMSz i LMB ponieważ:

- na pokładzie samolotu SU-7 BKŁ oraz Lim-6 bis nie ma urządzeń zapewniających odszukanie i rażenie celu bez jego wzrokowej widoczności, lub bez widoczności obiektów orientacyjnych w pobliżu celu;

- niemożliwe jest wykonanie bardziej skomplikowanych manewrów w rejonie celu;

- ograniczony jest skład grupy wykonującej zadanie.

Tak więc działania bojowe lotnictwa myśliwsko-szturmowego i myśliwsko-bombowego w dzień w trudnych warunkach atmosferycznych i w nocy możliwe są:

- 1/ gdy zapewniona jest wzrokowa widoczność celu lub obiektów orientacyjnych w pobliżu celu;

- 2/ gdy skład grupy nie przekracza para-klucz;

- 3/ gdy wykonanie ataku celu z lotu poziomego, lub ze zniżeniem pod kątem w zasadzie nie przekracza 5-10°.

Minimalne warunki atmosferyczne /podstawa chmur, widzialność/ przy których możliwe jest wykonywanie ataku podczas zwalczania obiektów naziemnych, zależą głównie od:

- poziomu wyszkolenia załóg;
- składu grup biorących udział w uderzeniu;
- sposobu i warunków atakowania;
- stosowanych środków rażenia;
- możliwości urządzeń celowniczych.

Najmniejsze wymagania jeśli chodzi o minimalne warunki atmosferyczne, występują przy atakowaniu obiektu z lotu poziomego. Przy atakowaniu obiektu z lotu nurkowego wymagania te są większe i rosną wraz ze wzrostem kąta nurkowego.

Zwiększenie prędkości lotu, lub składu grup, zwiększa wymagania w odległości wykrycia obiektu oraz zakłada konieczność zwiększenia minimalnie - dopuszczalnych warunków atmosferycznych.

Atak bezpośrednio z trasy w warunkach ograniczonej widzialności i niskiej podstawy chmur jest w zasadzie niemożliwy, ponieważ większość obiektów działań LMSz i LMB może być wykryta nawet w zwykłych warunkach atmosferycznych dopiero z odległości 5-6 km, w związku z tym atakowanie w trudnych warunkach atmosferycznych możliwe jest z zasady po wykonaniu dodatkowego manewru.

Atakowanie obiektów w składzie grupy możliwe jest przy bardziej dogodnych warunkach atmosferycznych niż przyjęte dla pojedynczego samolotu z uwagi na mniejsze możliwości manewrowe grupy.

W trudnych warunkach atmosferycznych przy wysokości dolnej podstawy chmur 400-500 m i widzialności 5-6 km największą grupą, która może skutecznie wykonać atak na obiekt naziemny jest klucz samolotów.

Atakowanie obiektu naziemnego z lotu wznoszącego możliwe jest przy podstawie chmur i widzialności zapewniającej wyjście samolotu na obiekt w locie poziomym. Wysokość górnej podstawy

chmur nie ogranicza możliwości wykonania ataku, jeśli pilot jest wyszkolony w wykonywaniu figur według przyrządów.

Dodatnią stroną działania LMSz i LMB w trudnych warunkach atmosferycznych jest obniżona skuteczność przeciwdziałania środków OPL npla, a zwłaszcza LM. W tych warunkach jest celowe prowadzenie działań sposobem samodzielnego poszukiwania i zwalczania obiektów naziemnych pojedynczymi samolotami i małymi grupami działającymi na małych wysokościach.

Działania bojowe LMSz i LMB w nocy możliwe są tylko w zwykłych warunkach atmosferycznych, szczególnie w jasne, księżycowe noce, kiedy naturalny horyzont jest dobrze widoczny.

Bez widoczności naturalnego horyzontu pilot nie jest w stanie odszukać obiektu, gdyż całą uwagę musi skupić na pilotowaniu samolotu wg przyrządów.

W dogodnych warunkach w nocy możliwe jest atakowanie obiektu z lotu poziomego, wznoszącego, a nawet nurkowego z zastosowaniem bomb, ognia z działek i pocisków raketowych.

W jasne księżycowe noce samoloty myśliwsko-szturmowe i myśliwsko-bombowe mogą atakować obiekty, które są dobrze widoczne z wysokości potrzebnej dla wykonania ataku. Do takich obiektów można zaliczyć przeprawy, mosty, stacje kolejowe, osiedla, lotniska i inne obiekty dobrze widoczne na tle otaczającego terenu.

Bombardowanie z lotu poziomego można wykonać tak samo jak w dzień. Ataki z lotu nurkowego - najlepiej wykonywać przy mniejszych prędkościach wprowadzenia w nurkowanie pod kątami nie większymi jak 30° . Kierunek ataku powinien być dobierany w taki sposób, ażeby wyprowadzenie z nurkowania następowało w kierunku jaśniejszej strony horyzontu, co w znacznym stopniu ułatwia pilotowi utrzymanie przestrzennego położenia samolotu.

LMSz i LMB może również prowadzić działania bojowe na obiekty naziemne o świcie lub o zmroku, bowiem w tych warunkach najłatwiej jest uzyskać zaskoczenie oraz spotkać minimalne przeciwdziałanie LM i środków OPL nieprzyjaciela.

Pod względem warunków wykonania ataków na obiekty naziemne działania o świcie i o zmroku niczym się nie różnią od działań w dzień przy ograniczonej widzialności.

III. WSKAŹNIKI CZASOWE

Możliwości czasowe wykonywanych uderzeń określane są wielkością czasu od momentu postawienia zadania /podanie sygnału/ do momentu wyjścia samolotów na cel oraz wielkością czasu potrzebnego na wykonanie powtórnego uderzenia, a także natężeniem, czyli możliwością wykonania określonej liczby lotów w przedziale czasu /okres, doba, dzień, noc/.

Częstotliwość uderzeń wykonywanych przez LMSz i LMB zależy od wielu czynników, do głównych z nich należy zaliczyć:

- stopień gotowości bojowej;
- czas potrzebny na konkretyzację zadania;
- warunki bazowania /odległość lotnisk od linii styczności bojowej, odległość stref rozśrodkowania samolotów od drogi startowej, dopuszczalna prędkość kołowania/;
- czas kołowania /holowania/ i startu samolotów;
- czas dolotu do celu;
- czas działań nad celem;
- czas lotu od celu;
- czas lądowania i odtwarzania gotowości bojowej.

W celu utrzymania ciągłej gotowości bojowej oraz szybkiego przybycia do rejonu celu w LMSz i LMB ustalono trzy stopnie gotowości bojowej:

Gotowość bojowa nr 1 - samoloty są w pełni przygotowane do lotu, znajdują się w pobliżu miejsca startu w gotowości do natychmiastowego uruchomienia silników, wykołowania i startu. Personel latający znajduje się w samolotach, a personel techniczny obok samolotów.

Zadanie bojowe załogom zostało postawione /istnieje możliwość jego skonkretyzowania w powietrzu/. Dla wylotu klucza po

otrzymaniu sygnału potrzeba 5-7 min., eskadry - 10-12 min.

Gotowość bojowa nr 2 - samoloty znajdują się na stoiskach lub w pobliżu drogi startowej w pełni przygotowane do lotu. Personel latający i techniczny znajduje się obok samolotów lub w ukryciach na lotnisku. Zadanie bojowe zostało postawione /istnieje możliwość jego skonkretyzowania przed lotem/. Dla przejścia w gotowość nr 1 potrzeba średnio dla pary 4 min. Klucza - 5 min., eskadry - 10 min.

Gotowość bojowa nr 3 - samoloty znajdują się na stoiskach przygotowane do lotu. Ogólny charakter zadań znany jest personelowi latającemu. Konkretyzacja zadań może nastąpić bezpośrednio przed startem lub w powietrzu. Personel latający i techniczny znajduje się w rejonie lotniska. Dla przejścia do gotowości bojowej nr 2 potrzeba nie mniej niż 15-20 min.

1. Możliwości czasowe wykonania uderzenia od chwili podania sygnału /wezwania z pola walki/ do momentu wyjścia samolotu /grupy/ na cel, określane są wielkością czasu od momentu powzięcia decyzji o wylocie do momentu wykonania uderzenia.

Czas ten oblicza się według następującego wzoru:

$$t_w = t_p + t_c; \quad /23/$$

$$t_p = t_d + t_s + t_{uk}; \quad /24/$$

gdzie: t_w - czas wykonania uderzenia;
 t_p - czas pasywny;
 t_c - czas startu i lot do celu;
 t_d - czas na powzięcie decyzji /2 min./;
 t_s - czas na przekazanie sygnału na start /2 min./;
 t_{uk} - czas uruchomienia silników i kołowanie.

Wzór powyższy jest aktualny dla wypadku, gdy zadanie bojowe jest skonkretyzowane przed podaniem sygnału na start lub w powietrzu.

W wypadku konkretyzacji zadania przed startem czas wyjścia na cel zwiększy się o czas niezbędny na konkretyzację zadania. Konkretyzacja zadania dla eskadry zajmuje średnio 10 min. Czasy wyjścia na cel dla różnych grup samolotów LMSz i LMB z różnych stopni gotowości bojowej i miejsc rozmieszczenia samolotów podany jest w tabeli nr 7 i 8.

2. Możliwości czasowe wykonania powtórnych uderzeń przez tę samą grupę, określane są wielkością czasu, który można określić według następującego wzoru:

$$t_{pu} = t_w + t_{pc} + t_{oc} + t_l + t_g; \quad /25/$$

gdzie: t_{pu} - czas powtórnego uderzenia;
 t_{pc} - czas przebywania nad celem;
 t_{oc} - czas lotu od celu;
 t_l - czas lądowania;
 t_g - czas odtwarzania gotowości bojowej.

Czas przebywania nad celem $/t_{pc}/$ zależy od składu grup, ilości nalotów na cel i sposobu manewru. Przy wykonaniu dwóch nalotów czas przebywania nad celem może wynosić dla pary /klucza/ 3-4 min., dla eskadry 5-6 min.

Czas lotu od celu $/t_{oc}/$ zależy od jego odległości od lotniska bazowania oraz prędkości lotu.

Czas lądowania $/t_l/$ zależy od składu grupy, sposobu manewru do lądowania, sposobu lądowania /pojedynczo, parami, kluczami/ i odstępów czasowych lądowania. Podczas lądowania parami z odstępem czasowym 30 sek. czas lądowania może wynosić dla klucza - 5 min., dla eskadry - 8 min.

Czas odtwarzania gotowości bojowej t_g zależy od wielu czynników i średnio może wynosić:

a/ dla klucza samolotów Lim-6 bis - 30-40 min.; dla eskadry - 40-60 min., dla pułku - 2 godziny;

b/ dla klucza samolotów SU-7BKŁ - 1-1,5 godziny, dla eskadry - 1,5-2 godz., dla pułku - 2,5-3 godzin.

3. Możliwości wykonania najwcześniejszego i najpóźniejszego wykonania uderzenia z lotu dziennego zależą od tych samych czynników co częstotliwość wykonywanych uderzeń, z tym że w pierwszym wypadku początek startu samolotów limituje astronomiczny czas świtu, w drugim wypadku - zakończenie lądowania przed zapadnięciem zmroku.

Czas najwcześniejszego uderzenia z lotu dziennego oblicza się wg wzoru:

$$T_{w/\acute{s}w/} = T_{\acute{s}witu} - t_w \quad /26/$$

gdzie: $T_{w/\acute{s}w/}$ - astronomiczny czas wykonania najwcześniejszego uderzenia z lotu dziennego;

$T_{\acute{s}witu}$ - astronomiczny czas świtu.

Możliwości czasowe wykonania najpóźniejszego uderzenia z lotu dziennego oblicza się ze wzoru:

$$T_{w/zmr/} = T_{zmroku} - /t_{pc} + t_{oc} + t_c/ \quad /27/$$

gdzie: $T_{w/zmr/}$ - astronomiczny czas wykonania najpóźniejszego uderzenia z lotu dziennego;

T_{zmroku} - astronomiczny czas zmroku.

Tabela nr 7

Czas wykonania uderzenia w minutach przez LMSz z różnych stopni gotowości bojowej^{x/}

Skład grupy	Miejsce samolotów	Gotowość bojowa	Czas pasywny	Czas od podjęcia decyzji do momentu uderzenia na cel odległy od linii styczności bojowej	
				50 km	100 km
para	w rejonie drogi startowej	1	7	21	26
	w strefach rozśrodkowania	1	10	24	29
2		14	28	33	
klucz	w rejonie drogi startowej	1	8	24	29
	w strefach rozśrodkowania	1	11	27	32
		2	16	32	37
eskadra	w rejonie drogi startowej	1	10	29	34
	w strefach rozśrodkowania	1	13	32	37
		2	23	42	47

x/ Tabele opracowano dla następujących danych:
 powzięcie decyzji - 2 min., przekazanie sygnału - 2 min. uruchomienie silników i wykołowanie na drogę startową: para - 3 min., kluczem - 4 min., eskadrą - 6 min. /ze strefy rozśrodkowania para - 6 min., klucz - 7 min., eskadra - 9 min./, start para - klucz - 1 min., eskadra - 2 min., zbiórka na dopędzeniu dla klucza - 2 min., dla eskadry ze skretem o 180° - 4 min. Odległość bazowania od linii styczności bojowej dla LMSz - 80 km, LMB - 100 km. Prędkość lotu Lim - 6 bis - 600 km/godz., dla SU - 7 BKŁ na H = 100-300 m - 720 km/godz.

Czas wykonania uderzenia w minutach przez LMB
z różnych stopni gotowości bojowych

Skład grupy	Miejsce samolotów	Gotowość bojowa	Czas pasywny	Czas od podjęcia decyzji do momentu uderzenia na cel odległy od linii styczności bojowej		
				50 km	100 km	150 km
para	w rejonie drogi startowej	1	7	21	25	29
	w strefie rozśrodkowania	1	10	24	28	32
		2	23	37	41	45
klucz	w rejonie drogi startowej	1	9	24	28	32
	w strefie rozśrodkowania	1	12	27	31	35
		2	25	40	44	48

Z tabel wynika, że małe grupy LMSz /para - klucz/ z gotowości bojowej nr 1 mogą wykonać uderzenie na cel położony w odległości 50-100 km od linii styczności bojowej po 21-30 minutach od momentu otrzymania sygnału. Natomiast z gotowości bojowej nr 2 czas ten wynosi się od 28-37 minut. Odpowiednio w LMB z gotowości bojowej nr 1 - 21-28 minut, z gotowości bojowej nr 2 - 23-44 minuty.

4. Natężenie działań bojowych lotnictwa myśliwsko-szturmowego i lotnictwa myśliwsko-bombowego jest to ilość lotów

bojowych /samolotolotów/ planowanych do wykonania przez załogę, oddział i związek taktyczny w ciągu doby /dnia, nocy/ lub za pewien okres czasu.

Natężenie działań bojowych lotnictwa myśliwsko-szturmowego i lotnictwa myśliwsko-bombowego charakteryzują normy natężenia bojowego na załogę i normy natężenia bojowego na oddział i związek taktyczny.

Norma natężenia bojowego na załogę jest to ilość lotów bojowych, które załoga ma wykonać w ciągu doby /dnia, nocy/.

Na podstawie doświadczeń ustalono, że normalne natężenie działań bojowych wynosi: w dzień - dwa loty bojowe na załogę, a podczas zwiększonego natężenia - trzy loty na załogę. Podczas działań w nocy normalne natężenie wynosi 1-2 loty na załogę. W zasadzie ze zwiększonym natężeniem bojowym samoloty LMSz i LMB mogą prowadzić działania bojowe w ciągu kolejnych dwóch dni.

Jednak w niektórych wypadkach, a szczególnie w początkowym okresie wojny, działania ze zwiększonym natężeniem mogą trwać dłużej, a nawet może zaistnieć potrzeba, wykonanie więcej niż trzech lotów na załogę.

Norma natężenia bojowego dla oddziałów i związków taktycznych jest to ilość samolotów wykonywanych przez nie w ciągu doby /dnia, nocy/ lub za pewien okres czasu /okres prowadzenia operacji/ i określana jest w eskadrolotach lub pułkotelotach.

Norma natężenia bojowego oddziału, związku taktycznego w okresie czasu zależy głównie od: normy natężenia bojowego na załogę, składu bojowego oddziału /związku taktycznego/ i stopnia przeciwdziałania środków obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela /straty bojowe/.

Uwzględniając powyższe czynniki, natężenie bojowe oddziału /związku taktycznego/ można obliczyć według wzoru:

$$N_w = n / \frac{1 - P^{td_n}}{1 - P} / \quad /28/$$

- gdzie: N_w - ilość samolotolotów na dzień operacji /norma natężenia bojowego, na oddział lub związek taktyczny/;
 n - ilość samolotów w oddziale /związku taktycznym/ na początku operacji;
 P - prawdopodobieństwo powrotu samolotów po wykonaniu zadań bojowych;
 t - norma natężenia bojowego na załogę;
 d_n - kolony dzień działań bojowych, poczynając od pierwszego dnia operacji.

Z powyższego wzoru wynika, że ilość samolotolotów w procesie prowadzenia działań bojowych szybko zmniejsza się w zależności od t i d_n .

Obliczenia wykonane dla operacji prowadzonej w ciągu 10-12 dób wykazują /dla wypadku gdy stany jednostek nie są uzupełniane/, że norma natężenia bojowego za operację będzie nie- dużo większa od 200 samolotolotów dla pułku i 600 samolotolotów dla dywizji.

Ilość samolotolotów w kolejnych dniach operacji ulega zmniejszeniu w wyniku zmniejszenia się stanu oddziałów i związków taktycznych.

Jednak należy mieć na uwadze, że przeciwdziałanie środków obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela w kolejnych dniach operacji może być mniejsze w wyniku ponoszonych przez nie strat.

Z A K O Ń C Z E N I E

1. Praktyczny sposób wzajemnego oddziaływania wskaźników
możliwości bojowej

Przełożony każdego szczebla dowodzenia, stawiający zadanie wykonawcy, zawsze określa cel działań. Osiągnięcie celu działań jest równoznaczne z wykonaniem zadania, w związku z tym cel działań realizowany jest przez wykonanie zadania bojowego. O wykonaniu zadania decydują możliwości bojowe posiadanych sił. Przez możliwości bojowe należy rozumieć maksymalny możliwy do osiągnięcia rezultat działań bojowych w konkretnych warunkach sytuacji bojowej.

Na możliwości bojowe składają się wskaźniki skuteczności bojowej LMSz i LMB, wskaźniki przestrzenne oraz czasowe. Możliwości bojowe określają trzy kryteria: Prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego, średnia oczekiwana wartość liczby zniszczonych /obezwładnionych/ pojedynczych obiektów oraz bojowa liczba samolotów /par, kluczy/ niezbędnych do wykonania zadania bojowego z uwzględnieniem przeciwdziałania środków OPL.

Głównymi wskaźnikami możliwości bojowych są wskaźniki skuteczności bojowej ponieważ wykonanie zadania bojowego realizuje się przez wykonanie trzech podstawowych etapów lotu bojowego, na które składa się lot po trasie, wyjście w rejon obiektu /odszukanie celu/ wykonanie ataku i rażenie celu.

Na każdym etapie lotu samoloty mogą napotkać przeciwdziałanie środków OPL. Możliwości pokonania przeciwdziałania środków OPL oraz wyjście na cel bezpośrednio z trasy w celu wykonania ataku i rażenie celu mają charakter przypadkowych zdarzeń i określane są wielkościami prawdopodobieństwa.

Natomiast wskaźniki przestrzenne, lub czasowe nie mają charakteru przypadkowego, określane są wielkościami liniowymi, lub czasowymi oraz stopniem wykszolenia personelu latającego i określają nam jednoznacznie możliwość lub niemożliwość wykonania zadania bojowego w danych warunkach. Warto podkreślić że niektóre wskaźniki należące do drugiej i trzeciej grupy mogą mieć wpływ na wskaźniki skuteczności bojowej, jak na przykład: konieczność zabierania dodatkowych zbiorników kosztem ładunku bojowego, ograniczone możliwości działań w trudnych warunkach atmosferycznych lub w nocy z uwagi na brak wyszkolonego personelu latającego.

Możliwości ogniowe LMSz i LMB określają zdolności rażenia zwalczanego obiektu naziemnego w nakazanym stopniu przez określoną liczbę samolotów i mogą być wyrażone prawdopodobieństwem rażenia, lub poligonową liczbą samolotów.

Poligonowa liczba samolotów potrzebna do rażenia celu w określonym stopniu /zniszczenie, obez władnienie/ nie uwzględnienia przeciwdziałania środków OPL. Natomiast bojowa liczba samolotów potrzebna do wykonania zadania bojowego uwzględnia prawdopodobieństwo ataku, przeciwdziałanie środków OPL i jest większa od poligonowej liczby samolotów, ponieważ uwzględnia możliwe straty w dotarciu do celu i podczas jego atakowania.

Prawdopodobieństwo wyjścia w rejon atakowanego obiektu bezpośrednio z trasy, w celu wykonania ataku jest niewielkie, ponieważ zależy od prędkości lotu i odległości wykrycia obiektu działań. W celu jego zwiększenia stosuje się różnego rodzaju przedsięwzięcia polegające na zwiększeniu odległości wykrycia obiektu, a ściślej punktu celowania, przez oznaczenie celu bombami świetlno-sygnalizacyjnymi oraz wyprowadzenie grupy uderzeniowej w rejon atakowanego obiektu przez parę bezpośredniego /wstępnego/ rozpoznania.

Zwiększenie wysokości poprawia warunki wykrycia celu. Najdogodniejsze wysokości, które zapewniają wyjście na cele naziemne z lotu poziomego bezpośrednio z trasy są rzędu 300-600 m, a przy atakowaniu z lotu nurkowego - 600-1000m. Możliwości w zakresie głębokości wykonywanych zadań zależą od taktycznego promienia działania samolotu /grupy samolotów/ na określonej wysokości i prędkości lotu oraz od oddalenia lotnisk bazowania od linii styczności bojowej.

Doraźne zwiększenie głębokości wykonywanych uderzeń możliwe jest przez wykorzystanie lotnisk wysuniętych /podskokowych/, albo zabieranie większej ilości dodatkowych zbiorników /w przypadku SU-7 BKŁ/ kosztem ładunku bojowego.

Możliwości czasowe wykonywanych uderzeń określane są wielkością czasu od momentu postawienia zadania przez dowódcę ogólnowojskowego /podania sygnału/ do momentu wyjścia samolotów na cel z określonego stopnia gotowości bojowej.

Możliwości czasowe powtórnego uderzenia zależą od wielu czynników, a głównie od warunków bazowania i czasu odtwarzania gotowości bojowej.

W warunkach współczesnego pola walki i manewrowego charakteru działań bojowych, możliwości czasowe odgrywają dużą rolę i bezpośrednio rzutują na częstotliwość wykonywanych uderzeń. Ponadto, częstotliwość wykonywanych uderzeń ograniczają normy natężenia bojowego, które są podyktowane w zasadzie wydolnością załóg. Natężenie jest to ilość lotów bojowych /samolotów/ planowanych do wykonania przez załogę, oddział i związek taktyczny w ciągu jakiegoś okresu czasu /dzień, noc, doba, okres operacji/.

Doświadczalnie ustalono normalne natężenie na załogę: w dzień - 2 loty bojowe, a zwiększone natężenie - 3 loty. Natomiast, w nocy 1-2 loty na załogę. Zwiększone natężenie nie może trwać dłużej jak w ciągu dwóch kolejnych dni.

2. Metoda wyboru optymalnych warunków wykonania zadań bojowych

W zwalczaniu samolotów LMSz i LMB mogą brać udział PRK "Hawk", lotnictwo myśliwskie, artyleria przeciwlotnicza oraz środki ogniowe znajdujące się w uzbrojeniu pododdziałów wojsk lądowych /działka 20 mm; KM 12,7 mm/.

Miernikiem oceny skuteczności pokonania OPL jest prawdopodobieństwo przeniknięcia samolotów przez system OPL nieprzyjaciela.

Szczególnie groźnym środkiem przeciwdziałania LMSz i LMB spośród dysponowanych przez przeciwnika środków OPL są PRK "Hawk",

które tworzą ciągłą strefę ognia i posiadają stosunkowo wysokie prawdopodobieństwo rażenia /0,8/ w porównaniu do artylerii przeciwlotniczej, która tworzy obronę obiektową.

Pokonanie systemu OPL npla poletać musi na wyborze i wykonaniu takich przedsięwzięć, które zapewnią w danych warunkach sytuacji bojowej największą wartość prawdopodobieństwa pokonania środków OPL nieprzyjaciela, a w związku z tym wzrośnie prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego.

Z obliczeń wynika, że w warunkach braku informacji o dyslokacji baterii PRK "Hawk", największe prawdopodobieństwo pokonania

ich przeciwdziałania załoga uzyskuje wykonując lot na wysokości 50-100 m, powyżej tych wysokości prawdopodobieństwo pokonania

przeciwdziałania gwałtownie spada. Natomiast w warunkach

kiedy załoga posiada informacje pozwalające określić rozmiesz-

czenie poszczególnych baterii PRK "Hawk", wówczas można je

obejść. Gdy obejście ich jest nie możliwe, wówczas strefy

rażenia PRK "Hawk" należy pokonywać na maksymalnym parametrze kursowym baterii, minimalnych wysokościach i dużych prędkościach lotu. Bardzo skutecznym przedsięwzięciem zwiększającym prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania PRK "Hawk" jest manewr przeciwrakietowy polegający na zmianie wysokości i prędkości lotu oraz kursu, co skutecznie wpływa na obniżenie prawdopodobieństwa rażenia samolotów. Zmniejszanie wysokości lotu powoduje zmniejszenie odległości oraz prawdopodobieństwa wykrycia celu środkami radiolokacyjnymi baterii, co z kolei wpływa na zmniejszenie promienia strefy skutecznego zasięgu ognia.

Zmniejszenie wysokości i zwiększenie prędkości lotu ogranicza ilość angażowanych sił i środków OPL w skutecznym przeciwdziałaniu celom powietrznym.

Obliczenia wykazują, że opłacalny przyrost prawdopodobieństwa przypada od prędkości powyżej 900 km/godz., co jest możliwe tylko dla samolotów naddźwiękowych. Należy podkreślić, że element lotu związany z wysokością jest jednym z głównych parametrów, wpływających na stopień prawdopodobieństwa pokonania OPL. Optymalne wysokości dla pokonania OPL przy locie na odległość 100 km wynoszą dla pary - 50-100 m, dla klucza 100-200 m i dla eskadry - 150-300 m.

Obrona przeciwlotnicza nieprzyjaciela ma decydujący wpływ na wybór sposobu działań bojowych, warunków, lotu, określania składu sił i rodzaju ugrupowania.

Oprócz wyboru wysokości i prędkości lotu oraz kursowego parametru lotu celu, skuteczność OPL można zmniejszyć całym szeregiem przedsięwzięć organizowanych przez odpowiednie sztaby, takie jak: obezwładnienie lub niezaczenie środków OPL /w wypadku działania większych grup LMSz i LMB/, wytwarzanie skomplikowanej sytuacji

w OPL nieprzyjaciela przez zaplanowane manewry, stosowanie biernych i czynnych zakłóceń odpowiedniej intensywności systemu radiotechnicznego nieprzyjaciela.

Oprócz wymienionych przedsięwzięć organizowanych przez wyższe szczeble dowodzenia z powodzeniem powinny być stosowane taktyczne sposoby pokonania OPL przez samolot /grupę/ polegające na wyborze najwygodniejszego ugrupowania, najwygodniejszej trasy oraz stosowanie przydatnych w określonej sytuacji bojowej manewrów: przeciwrakietowego, przeciwmysliwskiego i przeciwartyleryjskiego.

Dobór odpowiedniego ugrupowania polega na jednoczesnym stosowaniu dużej ilości małych grup samolotów w celu zmniejszenia ilości środków OPL nieprzyjaciela zaangażowanych do przeciwdziałania temu ugrupowaniu /rozpylenie wysiłku/ oraz na wyeliminowaniu prawdopodobieństwa zestrzelenia jedną rakieta lub salwą kilku samolotów. W celu wyeliminowaniu jednoczesnego trafienia dwóch samolotów jedną rakieta konwencjonalną odstęp i odległości winny być 60-80 m na 150-200 m. Odstępy pomiędzy poszczególnymi grupami powinny być mniejsze niż cykl strzelania baterii PRK "Hawk" i artylerii lufowej co umożliwi pokonanie przeciwdziałanie tych środków.

Wybór trasy winien polegać na spełnieniu następujących warunków: szybkiego dokonania odszukania celu, wykonania skutecznego ataku oraz poniesienia najmniejszych strat od ognia OPL nieprzyjaciela. W wyborze trasy szczególnie należy uwzględniać rejony gdzie są obezwładnione środki OPL, lub wojska przeciwnika są w odwrocie, omijanie silnie bronionych obiektów, skrócenie czasu przebywania nad terytorium nieprzyjaciela, wykorzystanie warunków terenowych /lasy, bagna, jeziora/ i rzeźby terenu oraz rejonów skażonych dla maskowania lotu.

Stosowanie manewrów przeciwko środkom OPL ma na celu zwiększenie prawdopodobieństwa pokonania OPL i dotarcie do celu z minimalnymi stratami.

Manewr przeciwartyleryjski winien polegać na zmianie kursu, wysokości i prędkości lotu, należy go rozpoczynać przed wejściem w strefę skutecznego ognia, dzięki czemu osiąga się obniżenie skuteczności ognia do 50 %.

Zmiana kursu powinna być taka, aby powodowała błędy w celowaniu większe niż wielkość elipsy rozrzutu pocisków jednego działka przeciwlotniczego /250-500 m/ i eliminowała trafienie samolotu odłamkami wystrzelonego pocisku /50-100 km/. Zmiana kursu musi być powtarzana co 6-15 sek., odpowiada to czasowi potrzebnemu na wprowadzenie nowych wstępnych danych do urządzenia kierującego ogniem baterii.

Manewr winien być wykonywany energicznie z przechyleniem $60-70^{\circ}$ z przeciążeniem równym 4-5 g.

Wykonany w ten sposób manewr obniża skuteczność ognia baterii artylerii przeciwlotniczej o 30-40 %.

Manewr przeciwrakietowy należy stosować w strefie wykrywania /wskazywania celu/ oraz w strefie ognia skutecznego /strefie rażenia/. Cel stosowania manewru polega na skomplikowaniu warunków podjęcia decyzji na otwarcie ognia /dotyczy wstępnych danych do odpalenia pocisku i naprowadzenia go na cel powietrzny/.

Typowe manewry przeciwrakietowe mogą być następujące:

- przelot przez strefę wykrywania danej baterii ze zmianą kursu o $30-60^{\circ}$ do strefy skutecznego ognia sąsiedniej baterii, stwarzając tym samym niekorzystne warunki prowadzenia ognia dla tej baterii;
- rozejście grupy na pary, lub pojedyncze samoloty i wejście do strefy rażenia baterii na maksymalnym parametrze

kursowym, komplikując tym samym warunki strzelania danej baterii.

Wykonanie manewru "nożyce" począwszy od rubieży odpalania pocisku raketowego utrudnia naprowadzenie pocisku na cel i zmusza obsługę baterii do zmiany decyzji, lub do jej niedokładności w rozpoczęciu prowadzenia ognia. Utrudnia to punktualne w czasie odpalenie rakiety i wpływa na niedokładność naprowadzania pocisku na cel przez powodowanie silnych drgań urządzeń automatycznego śledzenia celu.

Manewr z przeciążeniem równym 4 g, na średnich wysokościach w ostatnich 5 sek. spotkania pocisku z celem powoduje, że odległość przejścia pocisku raketowego obok celu jest większa niż odległość zapracowania niekontaktowego zapalnika głowicy. Jednak skuteczność manewru zmianą kursu /z pochYLENIEM równym 70° do 10-15 sek. lotu poziomego/ jest niewielka jeśli nie łączy się go ze zmianą wysokości.

Manewr przeciwnyśliwski wykonywany powinien być na rubieży przechwycenia, lub wówczas, gdy atakujący samolot myśliwski jest na krzywej ataku. Celem manewru przeciwnyśliwskiego jest zerwanie ataku, lub obniżenie skuteczności strzelania przez samolot myśliwski nieprzyjaciela. Manewr przeciwnyśliwski powoduje też przesunięcie rubieży przechwycenia w głąb terytorium nieprzyjaciela.

Skuteczność manewru przeciwnyśliwskiego zależy od jego wczesnego i energicznego wykonania. Podczas naprowadzania samolotu myśliwskiego pod małymi kątami kursowymi, wykonywany manewr przeciwnyśliwski z przechYLENIEM 60-70° obniża prawdopodobieństwo ataku o 50 %, natomiast z przechYLENIEM 45° obniża tylko o 5 %, natomiast przy naprowadzaniu myśliwca do ataku pod dużymi kątami kursowymi skuteczność jego wzrasta.

Najskuteczniejszym manewrem przeciwnyśliwskim w strefie naprowadzenia atakujących samolotów i podczas ich zbliżania się na odległość 25-30 km jest energiczny skręt w stronę atakujących samolotów nieprzyjaciela. Skuteczny jest też manewr wysokością lotu, umożliwia on wyjście ze strefy widzialności radiolokatorskiej stacji. Stosować go należy na odległościach nie większych niż wynosi zasięg stacji radiolokacyjnej myśliwca tj. 25-30 km.

Największe efekty daje manewr kombinowany łączący w sobie zmiany kursu, wysokości i prędkości lotu.

Na małych wysokościach skuteczny ogień samolotów myśliwskich nieprzyjaciela musi być prowadzony na małych odległościach.

Odpalenie niekierowanych pocisków raketowych i strzelanie z działek wykonuje się na odległościach 1000 /1200/ m, a kierowanych pocisków raketowych na odległości 1500-2500 m. W związku z tym manewr przeciwnyśliwski ma tu szczególne znaczenie i polega na niedopuszczeniu do prowadzenia skutecznego ognia. Można to osiągnąć przez wykonanie manewru kursem i wysokością w stronę atakującego samolotu myśliwskiego z maksymalnym przeciążeniem. Celem tego manewru jest wyprowadzenie atakujących myśliwców poza obszar możliwych ataków w strefę dużych przeciążeń, aby nie były zdolne do wykonania ataku i prowadzenia skutecznego ognia.

BIBLIOGRAFIA:

1. Płk dypl. pil. Wojciech LEPKOWSKI rozprawa doktorska:
"Samodzielne poszukiwanie i zwalczanie broni rakietowo-
jądrowej przez lotnictwo myśliwsko-szturmowe i rozpozna-
wcze we współczesnych warunkach działań bojowych".
2. Biuletyn informacyjny nr 4/1/57 z 1957 r.
3. "Podstawy taktyki - Lotnictwo myśliwsko-szturmowe i myśli-
wsko-bombowe".
4. "Zasady i możliwości pokonania OPL nieprzyjaciela przez
IIB" /tłumaczenie z podręcznika radzieckiego "Taktika istre-
bitelno-bombardierowocznoj awiacji"/.
5. "Pokonanie systemu obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela
przez załogę rozpoznawczą w strefie działań bojowych"
/materiał pomocniczy do szkolenia kpt. pil. Janusz Kamiński/.
6. Ppłk dypl. Zenon Goźdź - "Organizacja, zasady użycia i możli-
wości ogniowe przeciwlotniczych pocisków kierowanych głównymi
państw NATO".
7. Płk dypl. nawig. Stefan Pawłowski "Praca szefa strzelania
powietrznego pułku i dywizji lotniczej podczas organizacji
i prowadzenia działań bojowych".
8. Podręcznik "Taktika istrebitechno-bombardierowocznoj awiacji".
9. Płk dypl. nawig. Stefan Pawłowski "Wybór i uzasadnienie racjo-
nalnych środków rażenia, warunków i sposobów ich zastosowania
podczas zwalczania celów powietrznych i naziemnych".
10. DML "Zbiór materiałów pomocniczych do szkolenia lotniczego.
Część I".

Wyk. w 120 egz.

Egz. nr 1-120-bibl.gł.OZS

Wyk. płk LOWKIEWICZ

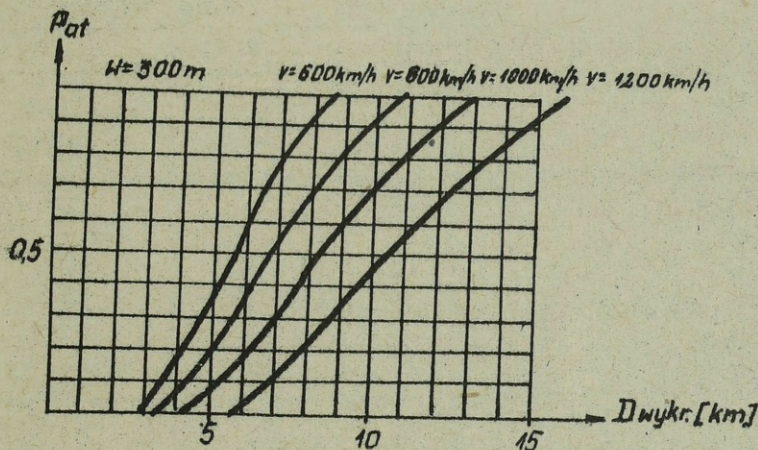
nr ks. pf-929/pf-2651/WW.

kor. - autor

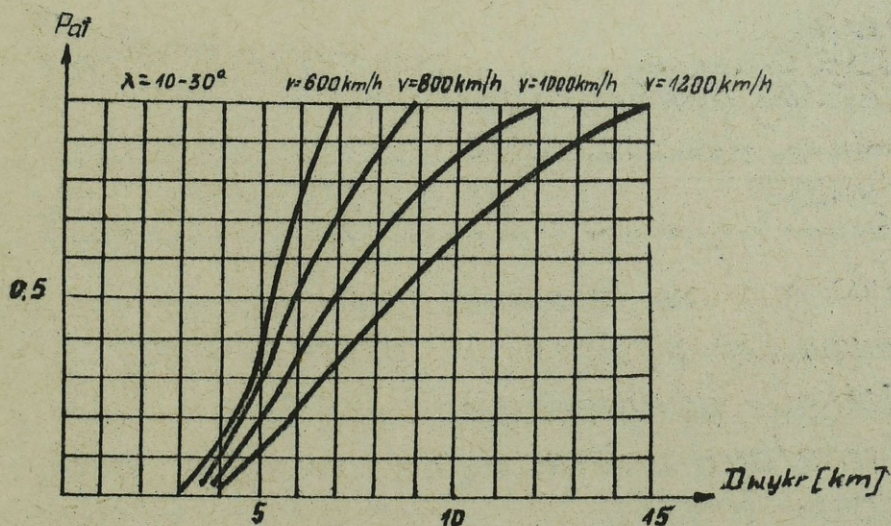
Obliczenia wielkości "log /1-P/"

P	log /1-P/	P	log /1-P/	P	log /1-P/
0,10	0,0458	0,40	0,2218	0,70	0,5229
11	0,0506	41	0,2291	71	0,5376
12	0,0555	42	0,2366	72	0,5528
13	0,0605	43	0,2441	73	0,5686
14	0,0655	44	0,2518	74	0,5850
15	0,0706	45	0,2596	75	0,6021
16	0,0757	46	0,2676	76	0,6198
17	0,0809	47	0,2757	77	0,6383
18	0,0862	48	0,2840	78	0,6576
19	0,0915	49	0,2924	79	0,6778
0,20	0,0969	0,50	0,3010	0,80	0,6990
21	0,1024	51	0,3098	81	0,7212
22	0,1079	52	0,3188	82	0,7447
23	0,1136	53	0,3279	83	0,7696
24	0,1192	54	0,3372	84	0,7959
25	0,1249	55	0,3468	85	0,8239
26	0,1308	56	0,3565	86	0,8539
27	0,1367	57	0,3665	87	0,8861
28	0,1427	58	0,3768	88	0,9208
29	0,1487	59	0,3872	89	0,9586
0,30	0,1549	0,60	0,3979	0,90	1,0000
31	0,1612	61	0,4089	91	1,0458
32	0,1675	62	0,4202	92	1,0969
33	0,1739	63	0,4318	93	1,1549
34	0,1805	64	0,4437	94	1,2218
35	0,1871	65	0,4559	95	1,3010
36	0,1938	66	0,4685	96	1,3979
37	0,2007	67	0,4815		
38	0,2076	68	0,4949		
39	0,2147	69	0,5086		

PRAWDOPODOBIEŃSTWO WYKONANIA ATAKU



1. Pravidopodobieństwo wykonania ataku z lotu poziomego



2. Pravidopodobieństwo wykonania ataku z lotu nurkowego

Liczba naziemnych środków DPL w PGA

Nazwa jednostki	Liczba PRK		Liczba artylerii plot			
	baterii	wyrzutni	baterii		dział	
			L-80 i L-70	m-61	L-80 i L-70	m-61
1 KA /NB/ 12 paplot 22 paplot 36 pr „Thunderbird” wzmocnienie 3 x paplot	5	24	3 3 9		36 36 108	
1 KA /NZ/ 1,3,7,11 dział 51,53,56 dyn. „HAWK” wzmocnienie 2 x dział	12	72	12 6		204 102	
1 KA /B/ 31 dział w dywizjach 43, 62 dyn. „HAWK”	8	48	3	3	36	36
1 KA (H) 15, 25, 45 dział 3, 4, 5 dyn. „HAWK”	12	72	9		108	
RAZEM	35	216	45	3	630	36

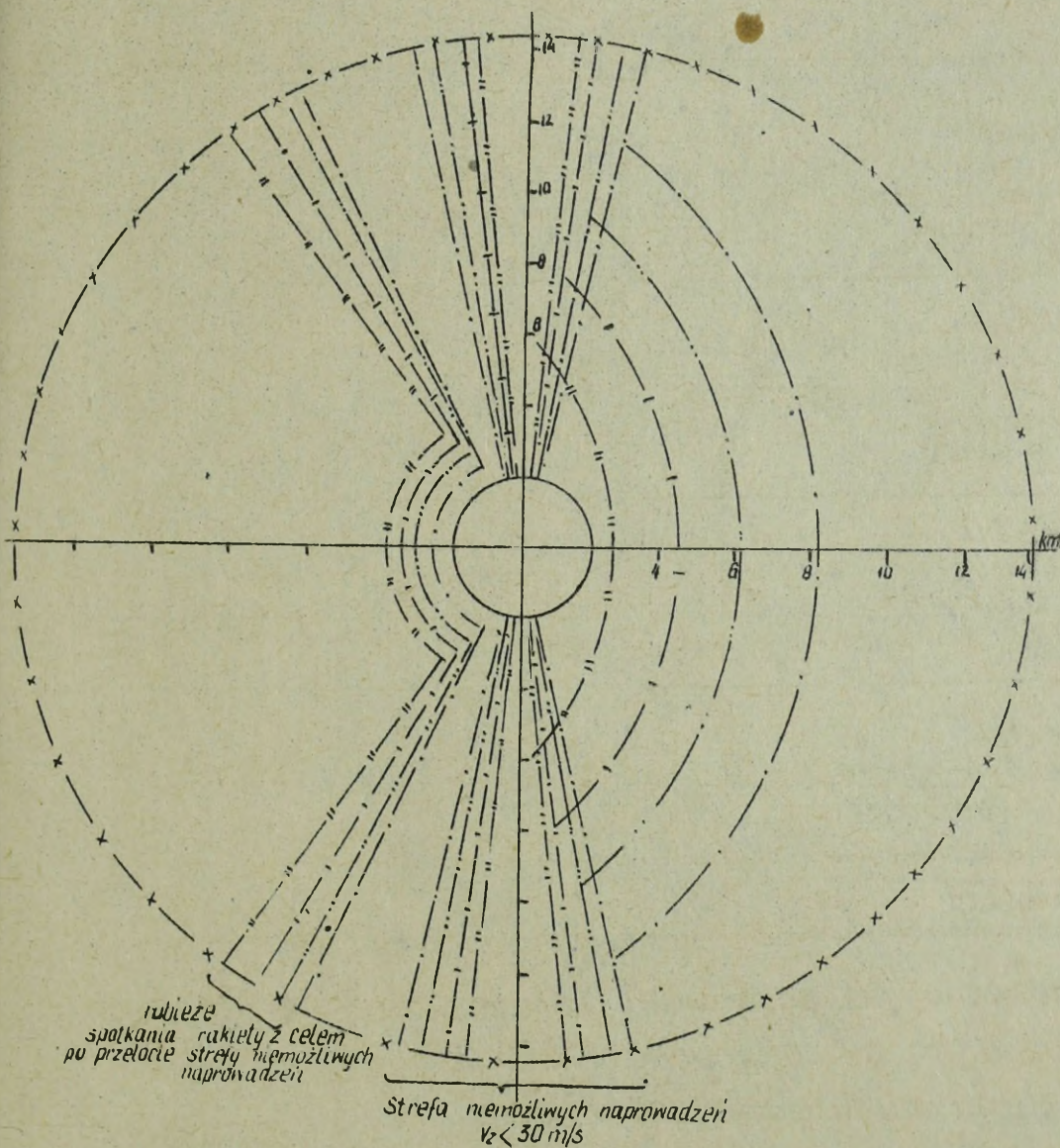
Opracowano na podstawie: kompendium sił zbrojnych
Kompendium sił zbrojnych, NATO z 1974r.

Biuletynu wywiadowczego z 1974r.

Informatora o składzie sił zbrojnych Wielkiej
Brytanii z 1974r.

WYKRES
strefy rażenia PRK „Hawk”

$H_{lotu} = 50m$ $D_w = 15km$ $t_{pas} = 35s$ $V_{sr} \text{ rakiety} = 600m/s$



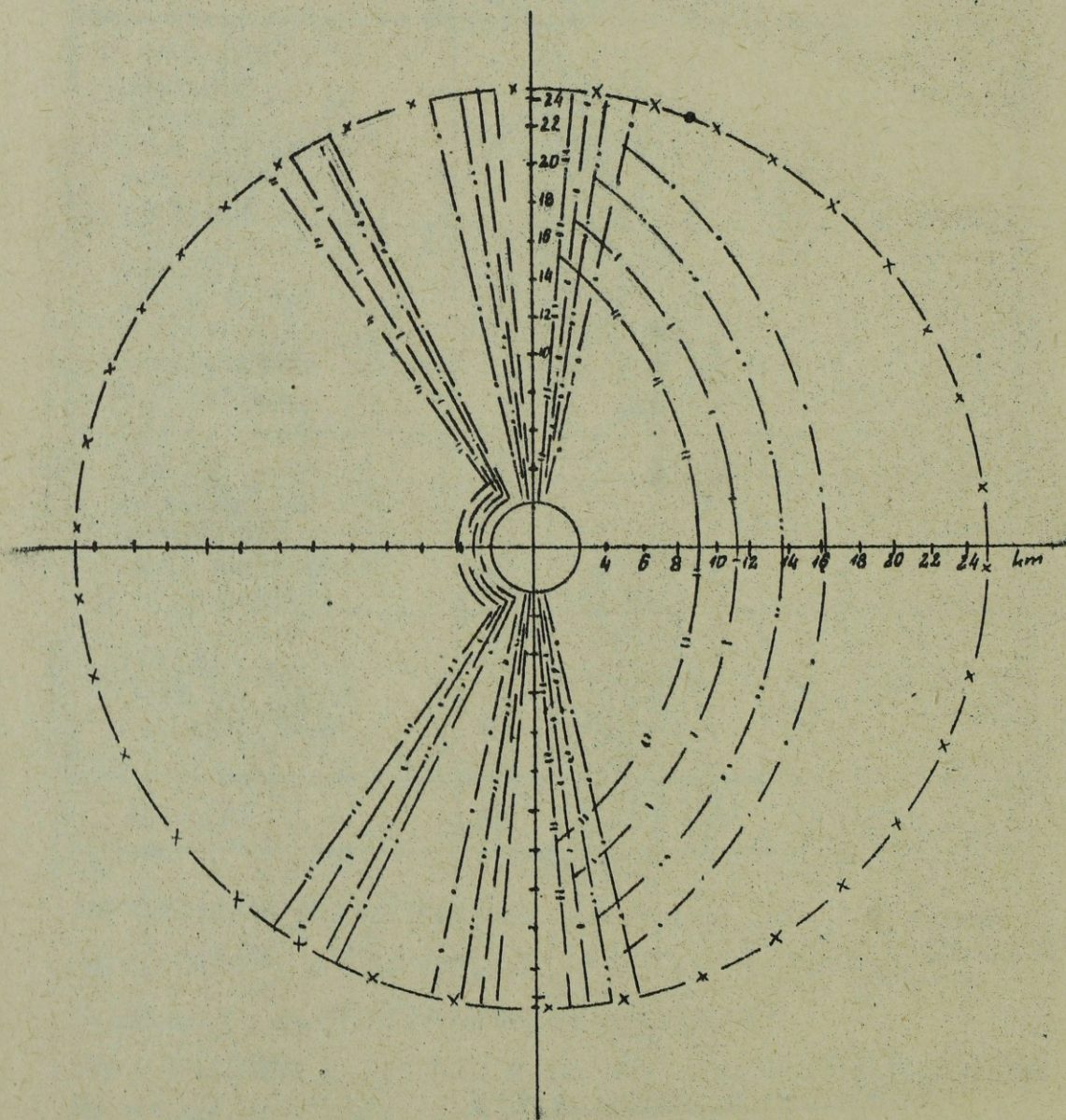
LEGENDA:

do wykresów w załącznikach 4-6

- x — x — rubieże wykrycia samolotów przez radiolokatory baterii
- — — — — rubieże spotkania pierwszej rakiety z celem dla $V_s = 500 km/h$
- - - - - " " " " " " dla $V_s = 700 km/h$
- - - - - " " " " " " dla $V_s = 900 km/h$
- - - - - " " " " " " dla $V_s = 1100 km/h$
- - - - - maksymalny zasięg skutecznego ognia

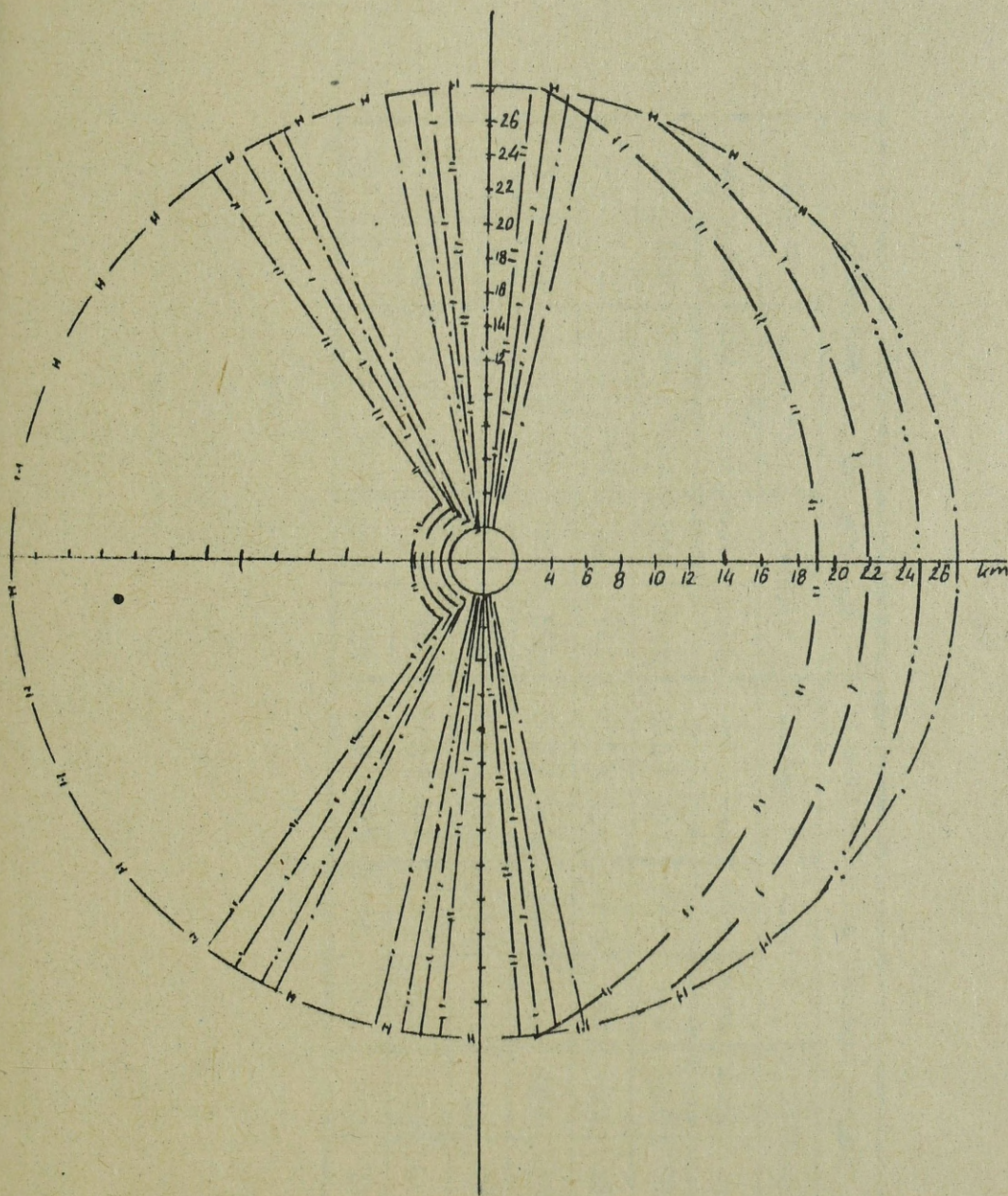
WYKRES
strefy rażenia PRK „Hawk”

Hlotu=100m, $D_w=25$ km $t_{pas}=35$ s, V_{sr} rakiety=600m/s



WYKRES
strefy rażenia PRK „Hawk”

Wzrost = 200m, D_w = 40km t_{pas} = 35s, V_{sr} rakiety = 600m/s



OBLICZENIA

prawdopodobieństwa przeniknięcia samolotów przez strefy rażenia baterii PRK „HAWK” na głębokość „D”

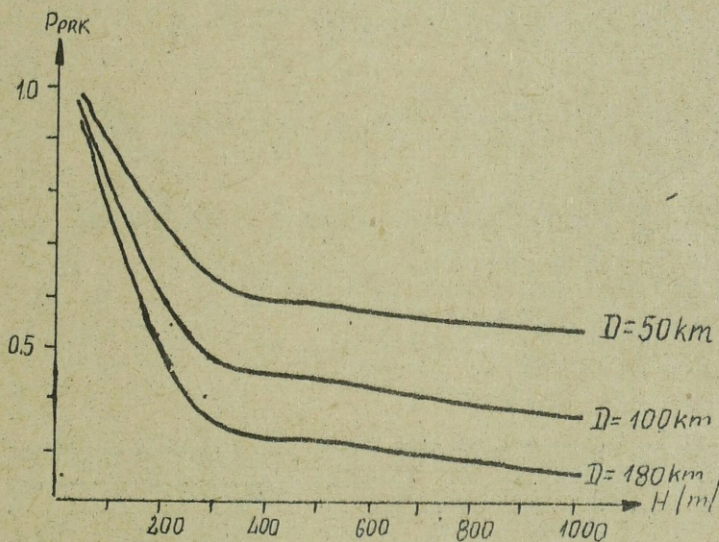
$$P_{PRK} = e^{-\alpha}; \alpha = 1,5 R_{K \max} \cdot f/D \cdot \rho_{zs} \frac{z}{n} \cdot B; B \approx 1,0$$

H [m]	P _{max} przy odpaleniu po jednej rakiecie						P _{max} przy odp. po dwie rakieety					
	D=50 km		D=100 km		D=180 km		D=50 km		D=100 km		D=180 km	
	para	klucz	para	klucz	para	klucz	para	klucz	para	klucz	para	klucz
50	0.98	0.99	0.97	0.98	0.96	0.98	0.97	0.98	0.95	0.97	0.93	0.96
100	0.92	0.96	0.89	0.94	0.84	0.92	0.89	0.94	0.83	0.91	0.77	0.88
200	0.81	0.90	0.72	0.85	0.64	0.80	0.73	0.85	0.61	0.78	0.54	0.71
300	0.73	0.83	0.61	0.78	0.52	0.72	0.62	0.78	0.47	0.69	0.36	0.64
500	0.70	0.84	0.58	0.76	0.48	0.69	0.58	0.76	0.44	0.66	0.32	0.57
1000	0.65	0.81	0.52	0.73	0.44	0.64	0.53	0.72	0.37	0.61	0.26	0.51

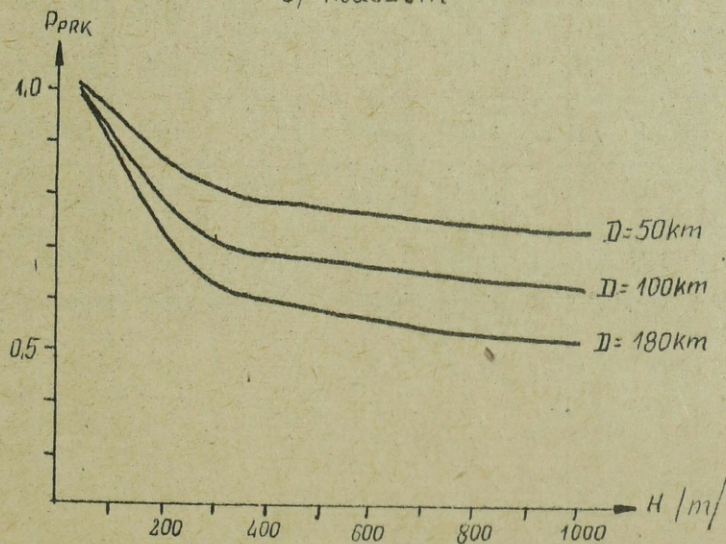
Prawdopodobieństwo przeniknięcia samolotów
przez strefy rażenia baterii PRK „Hawk”
na głębokość „D”

(baterie odpalają po dwie rakiety)

a) parą



b) kluczem



OBLICZENIA
prawdopodobieństwa przeniknięcia samoloty przez strefę rażenia
baterii PRK „Hawk”

$$P_{PRK} = (1 - P_{zs})^k; \quad P_z = P_{wr} \cdot P_{raz} \cdot K_r \cdot K_n \cdot K_d \cdot K_{nz};$$

$$k = 1 + \frac{L_s}{V_s \cdot T_c} \cdot \frac{Z}{n}; \quad T_c = t_{pas} + t_{po} + t_{rs} + t_r = 35 + 15 + 5 + t_r;$$

$$L_s = L \cdot \eta - \text{przyjęta dla } 0.5 R_{kmax}; \quad \eta = 1.0114$$

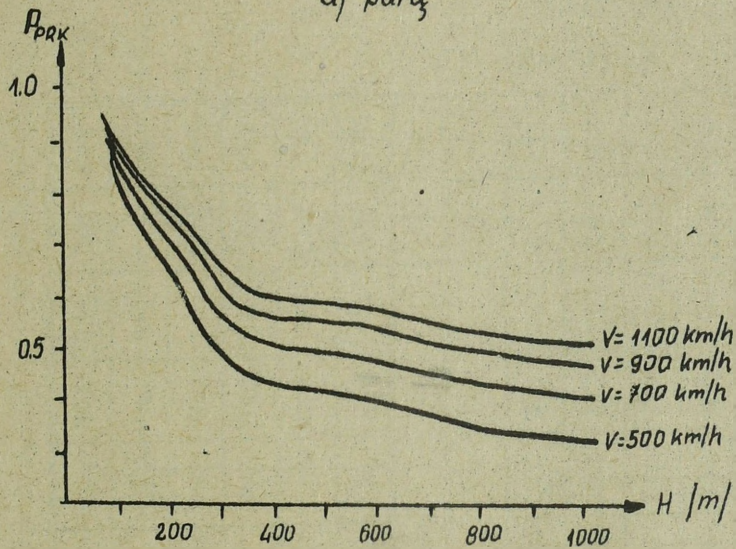
P_{raz} jedną rakieta z uwzględnieniem manewru s-tu $|\Delta S_{sr}| = 14.42 / 0.48$

P_{raz} dwiema raketami - $P_{raz}^2 = 1 - |1 - P_{raz}|^2 = 0.73$

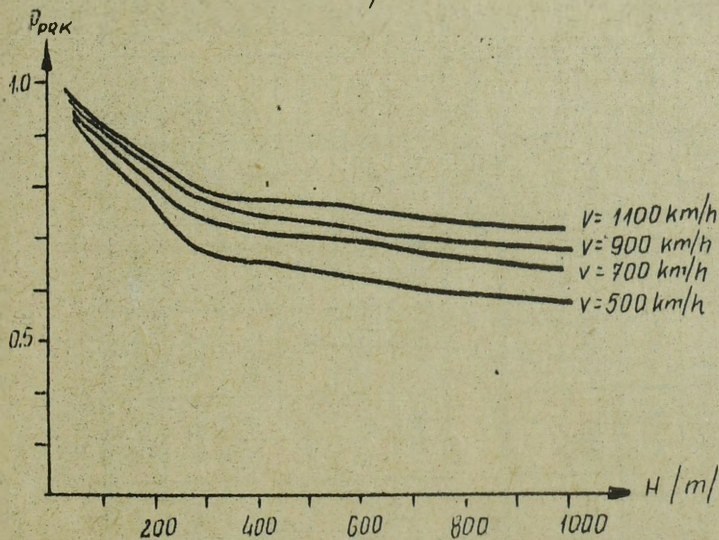
H /m/	P_{max} przy odpaleniu po dwie rakiety							
	para				kluź			
	500	700	900	1100	500	700	900	1100
50	0.90	0.92	0.93	0.93	0.95	0.96	0.96	0.97
100	0.76	0.81	0.83	0.85	0.88	0.90	0.91	0.92
200	0.61	0.67	0.72	0.75	0.78	0.82	0.85	0.86
300	0.46	0.53	0.58	0.62	0.68	0.73	0.77	0.79
500	0.41	0.48	0.54	0.57	0.64	0.70	0.73	0.76
1000	0.32	0.40	0.46	0.50	0.57	0.63	0.67	0.71

Prawdopodobieństwo przeniknięcia samolotów
przez strefę rażenia baterii PRK „Hawk”
odpalającej po dwie rakiety do celu

a) parą



b) kluczem



OBLICZENIA
prawdopodobieństwa przeniknięcia samolotów przez
strefę rażenia baterii PRK „HAWK” w zależności od czasu
pobytu w strefie „t”

$$P_{PRK} = e^{-a}; \quad a = \frac{t}{T_C} \cdot P_{20} \cdot \frac{Z}{n}$$

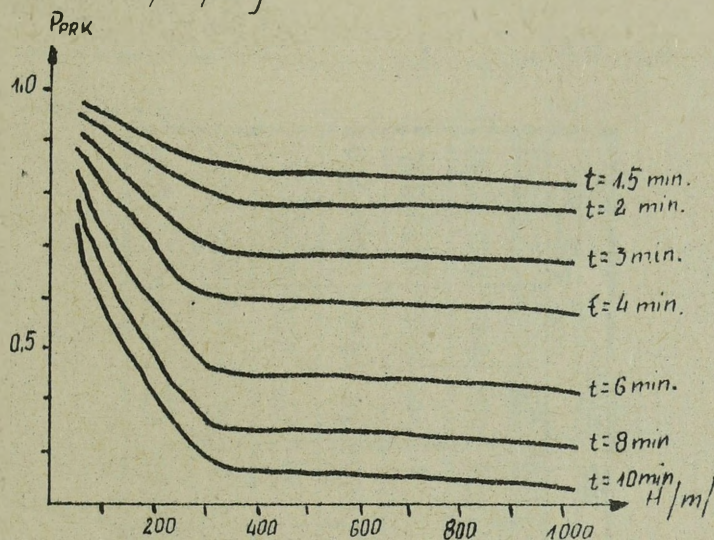
dla $t = 1 \text{ min}$ $P_{PRK} = 10$ gdyż $t < T_C$

H [m]	P _{PRK} przy odpaleniu po jednej rakiecie													
	dla pary					dla klucza								
	1.5	2	3	4	6	8	10	1.5	2	3	4	6	8	10
50	0.96	0.95	0.93	0.91	0.88	0.83	0.80	0.98	0.98	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89
100	0.94	0.92	0.89	0.86	0.79	0.74	0.68	0.97	0.96	0.94	0.92	0.89	0.86	0.83
200	0.91	0.88	0.83	0.78	0.69	0.62	0.54	0.95	0.94	0.91	0.88	0.83	0.79	0.74
300	0.88	0.84	0.77	0.70	0.59	0.50	0.42	0.94	0.92	0.88	0.84	0.77	0.70	0.65
500	0.87	0.83	0.76	0.69	0.57	0.48	0.40	0.93	0.91	0.87	0.83	0.76	0.69	0.63
1000	0.86	0.82	0.75	0.67	0.55	0.45	0.37	0.93	0.90	0.86	0.82	0.75	0.67	0.62
H [m]	P _{PRK} przy odpaleniu po dwie rakieły													
	dla pary					dla klucza								
	1.5	2	3	4	6	8	10	1.5	2	3	4	6	8	10
50	0.95	0.93	0.90	0.86	0.82	0.76	0.71	0.97	0.96	0.95	0.93	0.90	0.88	0.84
100	0.92	0.86	0.84	0.79	0.71	0.63	0.56	0.96	0.94	0.92	0.89	0.84	0.79	0.75
200	0.87	0.83	0.76	0.69	0.57	0.48	0.40	0.93	0.91	0.87	0.85	0.76	0.69	0.63
300	0.83	0.77	0.67	0.58	0.45	0.34	0.27	0.90	0.88	0.82	0.77	0.67	0.58	0.51
500	0.81	0.75	0.65	0.57	0.43	0.33	0.25	0.90	0.87	0.81	0.75	0.65	0.57	0.50
1000	0.79	0.74	0.64	0.55	0.40	0.30	0.22	0.89	0.86	0.80	0.74	0.64	0.55	0.45

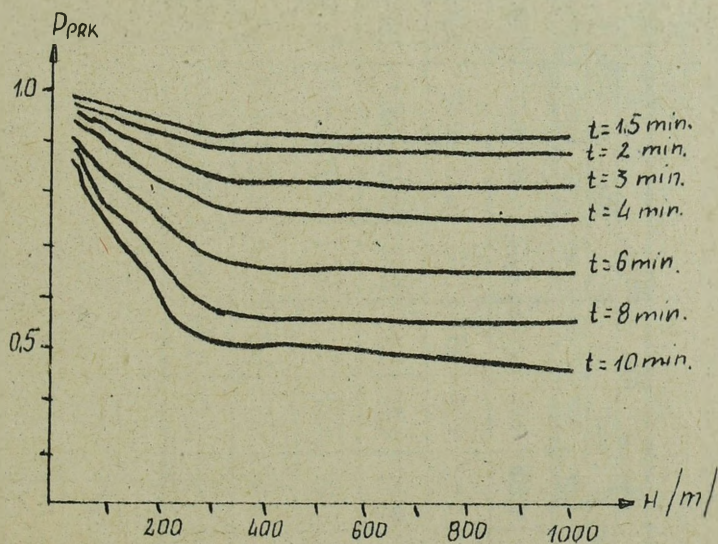
Prawdopodobieństwo przeniknięcia samolotów przez
strefę rażenia baterii PRK „Hawk” w zależności od
czasu pobytu w strefie „t”

(bateria odpala po dwie rakiety)

a) pary



b) klucza



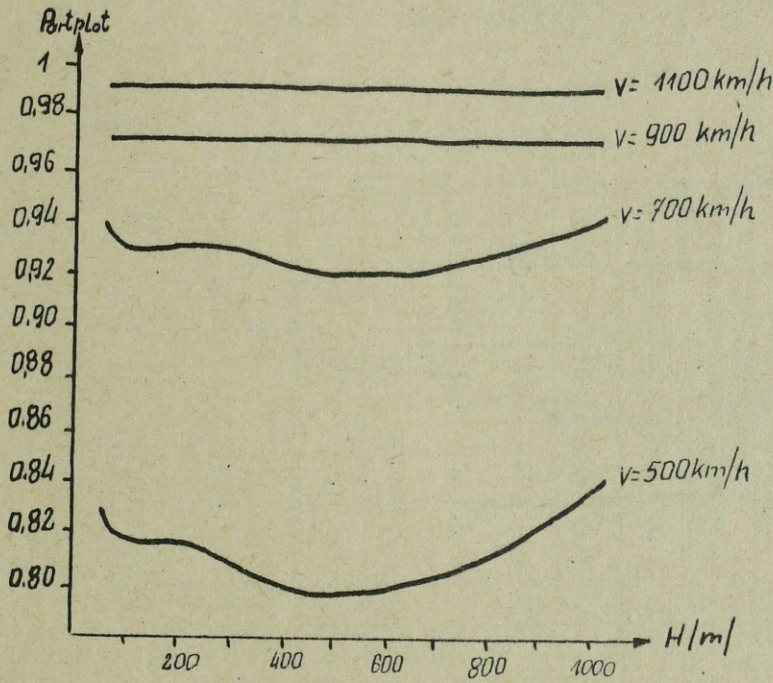
OBLICZENIA
prawdopodobieństwa przeniknięcia przez strefę racenia
baterii dual plot L-60

$$P_{\text{art. plot}} = 1 - P_{25}^{\frac{2}{3}}; \quad P_{25} = P_{\text{raz}} \cdot P_{\text{nw}} \cdot K_n \cdot K_d$$

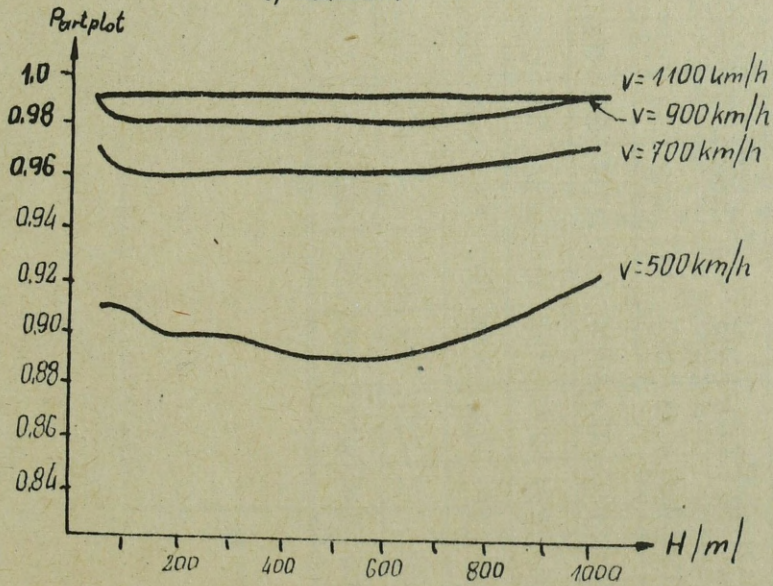
H /m/	Partplot dla pary						Partplot dla klucza					
	dla 8 dział			dla 12 dział			dla 8 dział			dla 12 dział		
	500	700	900	1100	500	700	900	1100	500	700	900	1100
50	0.87	0.96	0.98	0.99	0.83	0.94	0.97	0.99	0.93	0.98	0.99	0.99
100	0.87	0.95	0.98	0.99	0.82	0.93	0.97	0.99	0.93	0.97	0.99	0.99
200	0.86	0.95	0.98	0.99	0.82	0.93	0.97	0.99	0.93	0.97	0.99	0.99
300	0.85	0.95	0.97	0.99	0.81	0.93	0.97	0.99	0.92	0.97	0.99	0.99
500	0.84	0.94	0.97	0.99	0.80	0.92	0.97	0.99	0.92	0.97	0.99	0.99
1000	0.88	0.96	0.98	0.99	0.84	0.94	0.97	0.99	0.94	0.98	0.99	0.99

Prawdopodobieństwo przeniknięcia samolotów przez
strefę rozenia baterii (12 dział) L-60

a) parą



b) kluczem



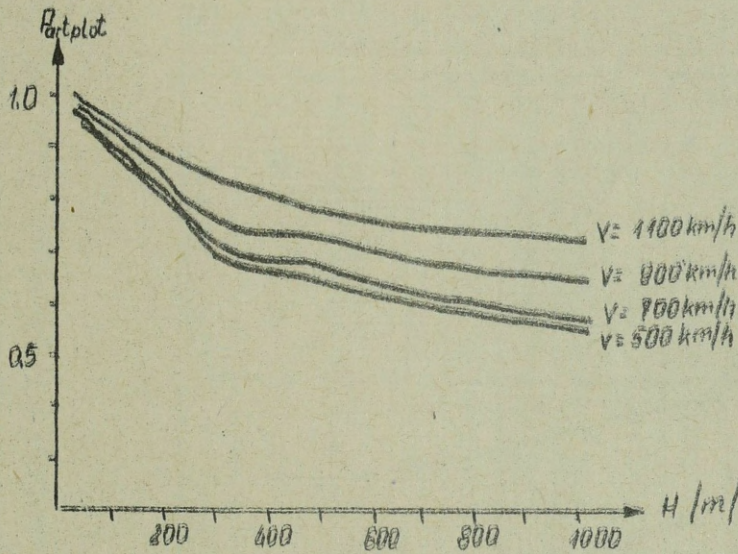
OBLICZENIA
prawdopodobieństwa przeniknięcia samolotów przez
strefę rażenia baterii dział plot L-70

$$P_{\text{art. plot}} = 1 - P_{25}^{\frac{Z}{n}}; \quad P_{25} = P_{\text{raz}} \cdot P_{\text{wyk}} \cdot K_n \cdot K_d \cdot K_{nz}$$

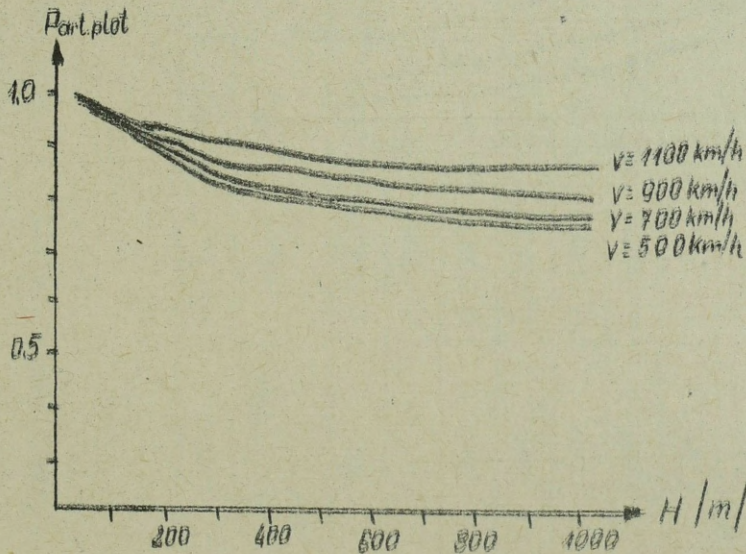
H [m]	Portplot						dla pary						Portplot						dla klucza									
	dla 8 dział			dla 12 dział			dla 700			dla 900			dla 1100			dla 500			dla 700			dla 900			dla 1100			
	500	700	900	1100	1400	1100	900	700	500	700	900	1100	1400	1100	900	700	500	700	900	1100	1400	1100	900	700	500	700	900	1100
50	0.94	0.95	0.96	0.97	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98
100	0.89	0.91	0.93	0.94	0.88	0.89	0.89	0.88	0.88	0.91	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96
200	0.81	0.84	0.87	0.90	0.80	0.81	0.81	0.80	0.80	0.84	0.87	0.87	0.87	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.89	0.89	0.89	0.90	0.93
300	0.69	0.74	0.79	0.84	0.68	0.70	0.74	0.68	0.68	0.74	0.82	0.82	0.82	0.83	0.86	0.86	0.86	0.86	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.82	0.84	0.86	0.86	0.90
500	0.64	0.68	0.76	0.82	0.62	0.65	0.70	0.62	0.62	0.70	0.75	0.75	0.75	0.80	0.83	0.83	0.83	0.83	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.79	0.80	0.84	0.87	0.87
1000	0.55	0.62	0.70	0.77	0.53	0.55	0.62	0.53	0.53	0.62	0.70	0.70	0.70	0.74	0.78	0.78	0.78	0.78	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.73	0.75	0.79	0.84	0.84

Prawdopodobieństwo przeniknięcia samolotów przez
strefę rażenia baterii (12 dział) L-70

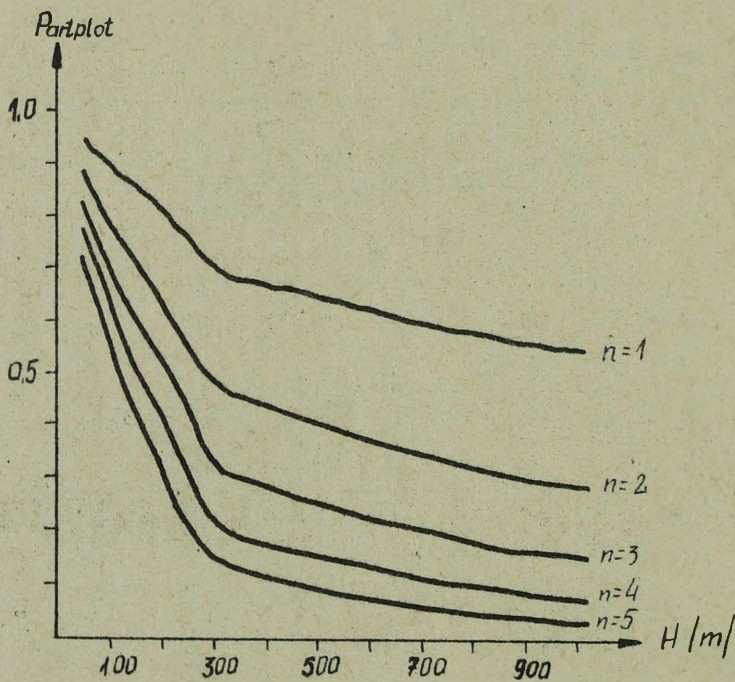
a) parą



b) kluczem



Prawdopodobieństwo przeniknięcia pary samolotów
przez strefy rażenia „n” baterii (po 12 dział) L-70
v = 700 km/h



Orientacyjnie prawdopodobieństwo zestrzelenia samolotu przez jedno działo w zależności od wysokości (H) i prędkości lotu celu (V)

Typ działka	M-85 /12,7 mm/		L/85 /20 mm/		L/60 /40 mm/		L/70 /40 mm/	
	200	250	200	250	200	250	200	250
V /m/sek/ H /m/								
50	0,00306	0,00275	0,00261	0,00228	0,01308	0,01083	0,05558 ^x	0,04656 ^x
100	0,00346	0,00304	0,00286	0,00244	0,01380	0,01050	0,10104	0,06412
200	0,00401	0,00349	0,00334	0,00278	0,01552	0,01139	0,17926	0,14735
300	0,00430	0,00373	0,00368	0,00295	0,01660	0,01209	0,28340	0,23324
500	0,00461	0,00383	0,00148	0,00331	0,01884	0,01291	0,32997	0,25994
1000	0,00337	0,00296	0,00389	0,00315	0,01838	0,01253	0,39692	0,31137
1500	-	-	0,00263	0,00223	0,01415	0,00991	0,03463	0,26977
2000	-	-	0,00138	0,00122	0,01110	0,00787	0,28751	0,22226
3000	-	-	-	-	0,00537	0,00393	0,15055	0,11453

x/ wartość prawdopodobieństwa dla L-70 jest po uwzględnieniu prawdopodobieństwa wykrycia

Obliczenia

rubieży przechwycenia samolotów myśliwsko-szturmowych
/rozpoznawczych/ przez myśliwce nieprzyjaciela

$$S_p = \frac{D+d - V_r / (t_\xi + t_{man}) + n \cdot S_H}{1+n} - \frac{a+d-d_0}{m-1} + d$$

D - odległość wykrycia celu liczona od miejsca znajdowania się samolotów myśliwskich npla

a - maksymalny błąd naprowadzenia w odległości = 6 km

d - średnia odległość naprowadzania = 3 km

d₀ - odległość strzelania / odpalenia rakiet / = 1 km

V_m - większa od V_r o 200 km/h

t_ξ = z got. boj. nr 1 przy wykorzystaniu systemu 412L = 4 min / obieg informacji 1 min, podjęcie decyzji 1 min, start 2 min /

t_{man} = 1 min / ze strefy dwie minuty / ; t_{pas} = 1 min.

n · S_H do H = 1000 m = 0

$$m = \frac{V_m}{V_r}; \quad n = \frac{V_r}{V_m};$$

- rozmieszczenie posterunków wykrywania i naprowadzania npla, 15 km od linii styczności.

V w km/h	n	m
500	0.91	1.4
700	0.78	1.28
900	0.82	1.22
1100	0.95	1.18

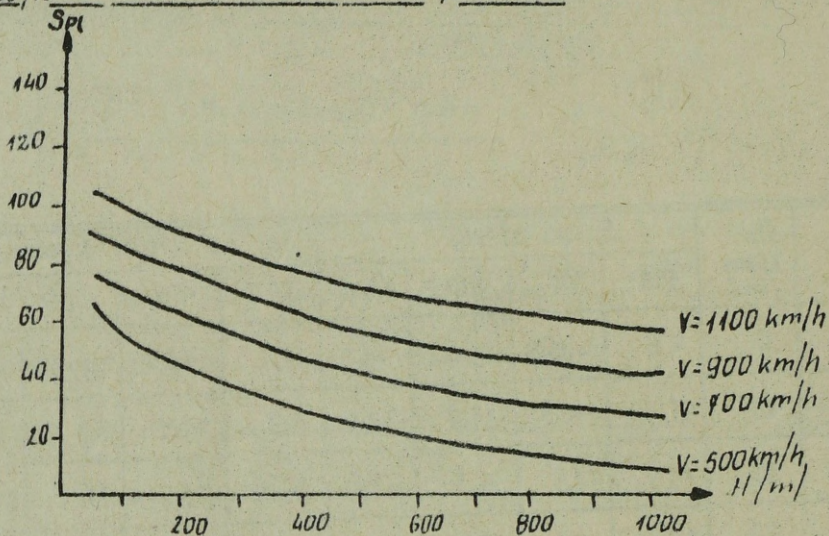
a) z lotniska odległego 170 km od linii styczności

H [m]	Dw 15 km [km]	S _p od lotniska				S _{pL} od linii styczności			
		500	700	900	1100	500	700	900	1100
50	0	53.8	32.9	14.5	-3.4	116.2	137.1	155.5	173.4
100	10	59.7	38.5	20.0	2.0	110.3	131.5	150.0	168.0
200	25	68.5	47.0	28.3	10.1	104.5	123.0	144.7	159.9
300	40	77.2	55.4	36.5	18.2	92.8	114.6	133.5	151.8
500	60	88.9	66.6	47.5	27.0	81.1	103.4	122.5	143.0
1000	85	103.5	80.7	61.2	42.5	66.5	89.3	108.8	127.5

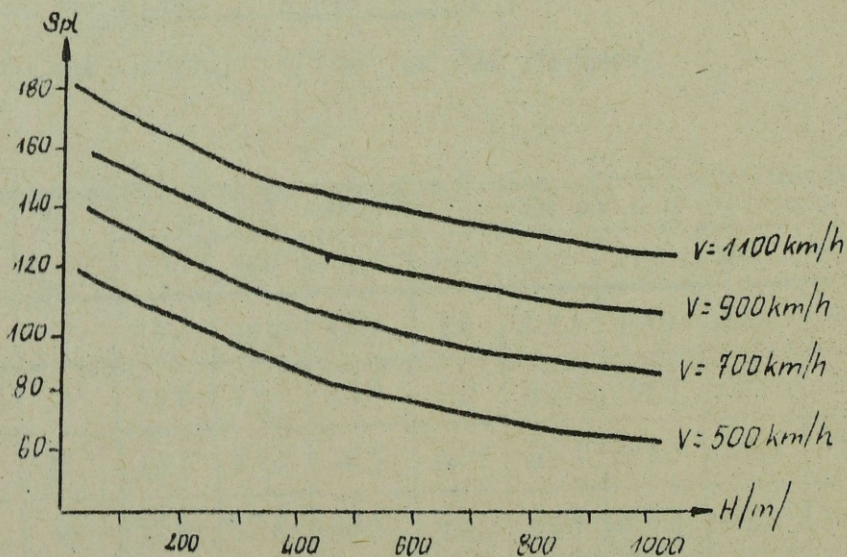
b) ze strefy dyżurowania odległej 60km od linii styczności

H [m]	Dw 15km [km]	Sp od strefy				Spl od linii styczności			
		500	700	900	1100	500	700	900	1100
50	0	-8	-15,8	-29,4	-43	68	75,8	89,4	103,0
100	10	5,1	-10,3	-23,9	-37,6	56	70,3	83,9	97,6
200	25	13,9	-1,8	-15,7	-29,5	46,1	61,8	75,7	89,5
300	40	22,6	6,6	-7,5	-21,4	37,4	53,4	67,5	81,4
500	60	34,4	17,9	3,5	-10,6	25,6	42,1	56,5	70,6
1000	85	48,9	31,9	17,3	2,9	11,1	28,1	42,7	57,1

1. Rubieże przechwycenia własnych samolotów przez myśliwce
nieprzyjaciela działające w promieniu w strefach położonych
w odległości 60 km od linii styczności.



2. Rubieże przechwycenia własnych samolotów przez myśliwce
nieprzyjaciela działające w gotowości nr 1 na lotniskach
położonych w odległości 170 km od linii styczności.



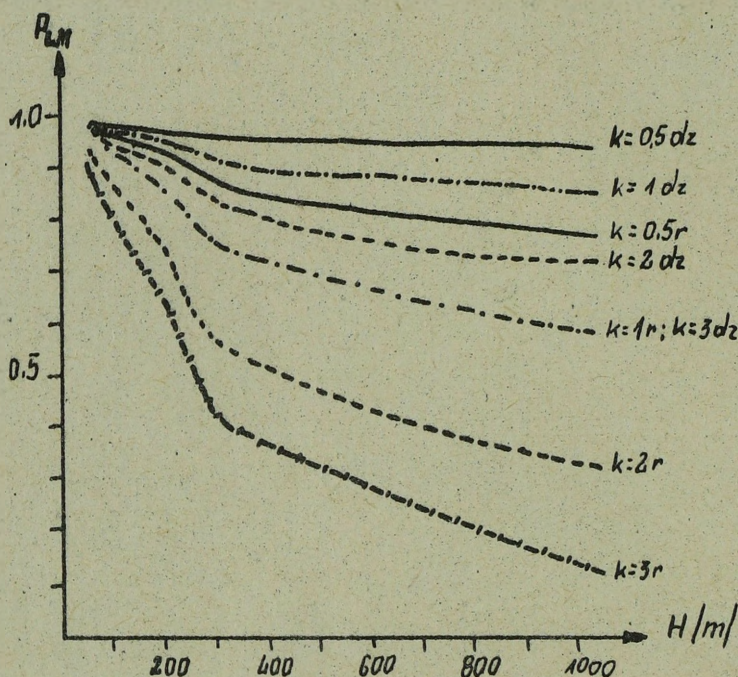
Obliczenia
prawdopodobieństwa przeniknięcia samolotów myśliwsko-szturmowych
rozpoznawczych / przez strefę przeciwdziałania myśliwców npla

$$P_{Lm} = (1 - P_{25})^k$$

$$P_{25} = P_{wn} \cdot P_{napr} \cdot P_{ot} \cdot P_{oz} \cdot K_{srnapr} \cdot K_{nz}; \quad K_{srnapr} = 0.84; \quad K_{nz} = 0.9$$

H [m]	1-P ₂₅ /k=1.0/		P _m					
	rak.	dział.	k=1		k=2		k=3	
			rak.	dział.	rak.	dział.	rak.	dział.
50	0.97	0.99	0.98	0.99	0.94	0.98	0.91	0.97
100	0.93	0.97	0.96	0.98	0.86	0.94	0.80	0.91
200	0.86	0.95	0.93	0.97	0.74	0.90	0.64	0.86
300	0.75	0.91	0.87	0.95	0.56	0.83	0.42	0.75
500	0.69	0.88	0.83	0.94	0.47	0.77	0.33	0.68
1000	0.58	0.84	0.76	0.92	0.33	0.71	0.19	0.59

Prawdopodobieństwo przeniknięcia samolotów przez strefę
przeciwderatania lotniczego myśliwskiego



LEGENDA:

k - ilość wykonanych ataków do każdego samolotu własnego np $k=0.5$ może oznaczać „ A_n ” przy zaatakowaniu klucza samolotów własnych przez parę myśliwców, lub parę samolotów własnych przez pojedynczego myśliwca i.t.p.

r - oznacza wykonanie strzelania rakietami kierowanymi

dz - oznacza wykonanie strzelania z działek

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

PF 385/8