AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. generała broni K. Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA
KATEDRA WOJSK OPK

[redacted]
Egz. Nr 6

mjr dypl. Ryszard SZTURMOWICZ

METODYKA OKREŚLENIA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKIEGO

(Skrypt)

Biblioteka Akademii Sztabu Gen. im. gen. br. K. Świerczewskiego
Nr Y8669

ARCHIWUM
BIBLIOTEKI
AKADEMII
Nr 27327

27327

WARSZAWA SIERPIEŃ 1966

(68)

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. generała broni K. Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA
KATEDRA WOJSK OPK

[redacted]
Egz. Nr 6

mjr dypl. Ryszard SZTURMOWICZ

METODYKA OKREŚLENIA MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH LOTNICTWA MYŚLIWSKIEGO

(Skrypt)

Biblioteka Szkolna (Nr 1)
Nr Y8669
AON im. gen. br. K. Świerczewskiego

ARCHIWUM
BIBLIOTEKA
AKADEMII
27327

27327

WARSZAWA SIERPIEŃ 1966

A K A D E M I A S Z T A B U G E N E R A L N E G O

im. gen. broni K. Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA

KATEDRA WOJSK OPK

Rwekl. prot. 12357

[redacted] Egz.Nr... 6

"ZATWIERDZAM"
SZEF KATEDRY WOJSK OPK

płk dr Jan UCHAŃSKI

Dnia " " .....1966r.

Mjr dypl. Ryszard SZTURMOWICZ

Metodyka określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego.

/Skrypt/

Biblioteka Szkolna Bl. I
18669
AON im. gen. br. K. Świerczewskiego
ARCHIWUM BIBLIOTEKI AKADEMII
Nr 12/327

W A R S Z A W A - S I E R P I E Ń - 1966r.

Treść skryptu

W s t ę p

I. Podstawowe pojęcia, cele i zadania metodyki określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego.

1. Podstawowe pojęcia określające możliwości bojowe LM.
2. Cele i zadania oceny możliwości bojowych LM.

II. Metodyka określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego.

1. Podstawowy schemat metodyczny.
2. Metodyka określania i obliczania podstawowych wskaźników możliwości bojowych LM.

2.1. Wskaźniki charakteryzujące działania przeciwnika powietrznego.

- Czas przebywania środków napadu powietrznego przeciwnika w strefie oddziaływania bojowego LM.
- Czas trwania nalotu środków napadu powietrznego przeciwnika.
- Gęstość nalotu środków napadu powietrznego przeciwnika.

2.2. Wskaźniki probabilistyczne.

- Prawdopodobieństwo przechwycenia środków napadu powietrznego przez pojedyńczy samolot myśliwski;
- Prawdopobieństwo przechwycenia celu przez grupę samolotów myśliwskich.
- Sredni oczekiwany rezultat działań bojowych Pododdziału i oddziału LM w jednym wylocie.
- Potrzebna ilość sił IM do wykonania zadania.

2.3. Wskaźniki przestrzenne.

- Odległości i zasięgi działania środków LM zaangażowanych w przechwytywaniu celów powietrznych.

- Położenie potrzebnych rubieży wprowadzenia LM do walki.
- Położenie możliwych rubieży wprowadzenia LM do walki.
- Głębokość strefy skutecznego oddziaływania bojowego LM.
- Położenie potrzebnych rubieży rozmieszczenia stacji radiolokacyjnych.
- Położenie stref dyżurowania w stosunku do rubieży wprowadzenia LM do walki.

2.4. Wskaźniki czasowe.

- Czas wprowadzenia do walki pojedyńczego samolotu myśliwskiego, grupy lub oddziału.
- Możliwa ilość naprowadzeń w czasie nalotu środków napadu powietrznego przeciwnika z uwzględnieniem metod teorii masowej obsługi.
- Czas trwania ciągłego dyżurowania w powietrzu /patrolowania/
- Czas startu samolotu /grupy/, pododdziału i oddziału z różnych stopni gotowości bojowej.
- Potrzebna ilość sił LM w poszczególnych stopniach gotowości bojowej.

W s t ę p

Metodyka określania możliwości bojowych LM jest częścią składową teorii skuteczności bojowej, która opiera się na osiągnięciach matematyki, a szczególnie na takich jej rozdziałach, jak teoria prawdopodobieństwa, teoria przypadkowych procesów, teoria masowej obsługi, teoria gier i szeregu innych specjalistycznych teorii matematycznych. Te nowe teorie matematyczne stanowią podstawowy aparat matematyczny umożliwiający rozwiązywanie różnych zadań z zakresu ilościowej analizy i syntezy procesu działań bojowych.

Rozwiązywanie zadań przy pomocy tych teorii wymaga także głębokiej wiedzy z zakresu innych nauk specjalistycznych takich jak: taktyka i sztuka operacyjna oraz węższych specjalności: techniki lotniczej, teorii strzelania powietrznego, nawigacji, radiolokacji itp. Wszystko to nastręcza dość dużo trudności w opanowywaniu tej dziedziny nauki. Jest ona trudna do opanowania i dlatego, że w chwili obecnej istnieje sporo metod umożliwiających rozwiązanie jednego i tego samego zadania. Wyboru metody najbardziej odpowiedniej do rozwiązywania danego zadania może dokonać osoba lub zespół ludzi znających teorię skuteczności bojowej oraz taktykę, sztukę operacyjną i inne dziedziny specjalistyczne w całości.

Istota metodyki określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego zawartej w niniejszym skrypcie polega na określaniu odpowiednich warunków działań bojowych, określaniu i obliczaniu odpowiednich wskaźników możliwości bojowych, na ich ocenie i uogólnieniu w odniesieniu do szczebla oddziału - związku lotnictwa myśliwskiego.

W celu umożliwienia praktycznego wykorzystania przez słuchaczy ASG danego skryptu, przytoczono w nim szereg wykresów ułatwiających zrozumienie rozpatrywanych zagadnień. W zakończeniu skryptu wykresy te są powtórzone w powiększeniu, z większą dokładnością, przy ich pomocy można wykonywać obliczenia niektórych podstawowych wskaźników.

Skrypt nie wyczerpuje całości problematyki z zakresu metodyki określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego.
Zawarta w skrypcie metoda obliczeń dotyczy przede wszystkim podstawowych wskaźników możliwości bojowych pododdziałów, oddziałów i związków lotnictwa myśliwskiego. O metodach obliczeń wskaźników możliwości bojowych pojedynczych samolotów myśliwskich oraz wpływie na ich wartości różnorodnych warunków traktują inne wydawnictwa z którymi słuchacz wykorzystujący niniejszy skrypt uprzednio powinien się zapoznać. Do nich należą: "Skuteczność przechwytywania" /skrypt/ płk dr R. Dworaka; "Podstawy metodyki określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego" /skrypt/ ppłk dypl. T. Małyszko; "Skuteczność bojowa aparatów latających" /podręcznik - tłumaczenie z języka rosyjskiego/ W.N. Geweling.
Wykorzystane w skrypcie dane do rozwiązywania konkretnych przykładów są wielkościami orientacyjnymi i posłużyły jedynie do pokazania metody obliczeń. W innych, konkretnych warunkach dane te będą inne, a więc i końcowe rezultaty obliczeń także będą miały inne wartości.

I. Podstawowe pojęcia, cele i zadania metodyki określania i oceny możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego.

1. Podstawowe pojęcia, określające możliwości bojowe lotnictwa myśliwskiego.

Pod pojęciem "możliwości bojowe lotnictwa myśliwskiego " należy rozumieć rezultat działań możliwy do osiągnięcia przez to lotnictwo w zakresie ilości zniszczonych środków napadu powietrznego przeciwnika w określonych, konkretnych warunkach sytuacji bojowej i atmosferycznej.

Jak wynika z powyższego określenia, możliwości bojowe lotnictwa myśliwskiego są zależne od warunków sytuacji bojowej. Ponieważ sytuacja bojowa jest zmienna, ulegają zmianie także warunki prowadzenia działań bojowych, a co za tym idzie - zmieniają się także możliwości bojowe lotnictwa myśliwskiego. Dlatego też określanie możliwości bojowych na długi okres działań , większy niż jedna doba lub nawet dzień albo noc jest czynnością bardzo skomplikowaną i przy obecnym stopniu automatyzacji obliczeń niemalże niemożliwą. Poza tym trudno jest przewidzieć rozwój sytuacji bojowej na dłuższy okres czasu , a w związku z tym określić warunki prowadzenia działań bojowych, niezbędne do obliczeń.

A więc określanie możliwości ma sens tylko wówczas, kiedy jest określanie warunków sytuacji bojowej, które są między innymi podstawą do obliczeń. Otrzymywane w obliczeniach rezultaty mogą w mniejszym lub większym stopniu odbiegać od ich wartości rzeczywistych ponieważ warunki przyjęte do obliczeń mogą się różnić od faktycznych warunków prowadzenia działań bojowych. Z tego wynika, że rezultat obliczeń uzależniony jest także od zdolności przewidywania osób określających zawczasu warunki działań. Dlatego też końcowe rezultaty obliczeń nie są wielkością stałą. Wielkości te po wniesieniu odpowiednich poprawek mogą ulegać zmniejszeniu lub zwiększeniu . Czynności tej dokonuje dowódca organizujący działania bojowe.

Do podstawowych warunków prowadzenia działań bojowych można zaliczyć:

- okres działań /dzień, noc/;
- warunki atmosferyczne;
- charakter i taktykę działań przeciwnika powietrznego;
- obiekty osłony i ich ważność;
- wydzielone do działań siły LM;
- sytuację skażeń promieniotwórczych;
- system naprowadzania;
- współdziałanie z naziemnymi środkami OP i inne w miarę potrzeby.

Niektóre z wymienionych przykładowo warunków np: obiekt osłony lub system naprowadzania, mogą być znane zawczasu, a wówczas tych warunków nie określa się. Inne znowu warunki np: czy przeciwnik użyje broni jądrowej, czy też nie, mogą być trudne do przewidzenia. W takim przypadku do obliczeń może być przyjęty raz warunek " z użyciem broni jądrowej" i drugi raz warunek "bez użycia broni jądrowej" co z kolei pociągnie za sobą konieczność wykonania dwóch wariantów obliczeń.
Biorąc pod uwagę fakt, że inne warunki też mogą okazać się trudnymi do przewidzenia, może zajść konieczność zwiększenia ilości wariantów obliczeń. Ponadto ilość wariantów obliczeń może się znacznie zwiększać, jeżeli na każdy wariant działań wypływający z warunków działań oblicza się kilka wariantów użycia LM.

Podstawowym, uogólniającym obliczenia każdego wariantu działań bojowych wskaźnikiem możliwości bojowych jest średni oczekiwany rezultat działań bojowych LM /nadzieja matematyczna/. Jest to średnia ilość zniszczonych środków napadu powietrznego przeciwnika w określonych, konkretnych warunkach tj. na rubieżach zapewniających bezpieczeństwo osłanianych obiektów i w okresie czasu działania środków napadu powietrznego przeciwnika z uwzględnieniem konkretnych środków napadu powietrznego

oraz taktyka ich działań w założonych w obliczeniach warunkach atmosferycznych, skażeń promieniotwórczych, zakłóceń elektronicznych itp.

Pozostałe wskaźniki możliwości bojowych IM warunkujące wielkość średniego oczekiwanego rezultatu działań bojowych dzielą się na cztery grupy:

pierwsza - charakteryzująca środki napadu powietrznego przeciwnika i ich taktykę działania;

druga - charakteryzująca skuteczność /efektywność/ działania IM;

trzecia - charakteryzująca przestrzeń działania IM;

czwarta - charakteryzująca czas osiągnięcia oczekiwanego rezultatu działań.

Na wartość poszczególnych wskaźników znaczny wpływ wywiera cały szereg czynników i danych wynikających z warunków działań, posiadanych sił i środków, z ważności wykonywanego zadania, posiadanego zabezpieczenia itp., Do nich zalicza się:

- dane taktyczno - techniczne samolotów własnych i przeciwnika;
- dane taktyczno - techniczne środków naprowadzania i dowodzenia;
- dane taktyczno - techniczne środków zabezpieczenia materiałowo - technicznego;
- poziom przygotowania i morale bojowe personelu latającego własnego i przeciwnika;
- poziom przygotowania składów bojowych stanowisk dowodzenia i punktów naprowadzania IM;
- niezawodność pracy środków technicznych i inne.

Znaczenie poszczególnych czynników i stopień dokładności uwzględniania ich zależy od stopnia ich wpływu na możliwości bojowe IM. Ponadto, zakres uwzględniania tych czynników zależy od stopnia automatyzacji i mechanizacji obliczeń, czasu jakim dysponuje szt. jednostki IM na wykonanie tych obliczeń oraz wiarygodności informacji o tych czynnikach. W toku działań bojowych niektóre

z wymienionych czynników mogą zmieniać swoje wartości, co pociąga za sobą zmianę koncowych rezultatów obliczeń. Dlatego też ważnym przedsięwzięciem jest śledzenie ich zmian i wprowadzenia aktualnych poprawek do pbliczeń tak w toku przygotowania do działań, jak i w toku działań bojowych.

Warunki działań bojowych LM, czynniki i taktyczno-techniczne dane sprzętu zaangażowanego w osłonie oraz środków napadu powietrznego przeciwnika stanowią ogólnie wyjściowe dane do obliczeń.

Wskaźniki możliwości bojowych oraz wyjściowe dane do obliczeń są ściśle ze sobą powiązane, a ich wartości są zależne od siebie. Nie można określić czasu startu samolotu myśliwskiego nie znając położenia potrzebnej rubieży wprowadzenia jego do walki, jak też określić potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki nie znając miejsca znajdowania się obiektu osłony. Nie można też obliczyć średniego oczekiwanego rezultatu działań, abstrahując od konkretnych środków napadu, jakimi dysponuje na danym kierunku przeciwnik i od taktyki ich działań.

A więc, niektóre wskaźniki przestrzenne stają się wyjściowymi danymi do obliczeń wskaźników ~~czasowych, a wskaźniki~~ czasowe wyjściowymi danymi do obliczeń wskaźników przestrzennych. Podobnie wskaźniki charakteryzujące działalność przeciwnika są wyjściowymi danymi do określania średniego oczekiwanego rezultatu działań. Stąd wynika wniosek, że nie można i nie należy zdecydowanie rozgraniczać pojęć, wskaźniki albo dane wyjściowe. Pojęcia te według ich roli i znaczenia w procesie obliczenia są jednakowo ważne, a zmieniają swą nazwę w zależności od metody ich wykorzystania. Pojęcia te wydziela się jedynie w celu ułatwienia metody obliczeń.

2. Cele i zadania oceny możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego.

Celem określania i oceny możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego jest wybór optymalnego wariantu użycia LM poprzez prognozowanie rezultatów działań bojowych w okresie poprzedzającym te działania.

Pod pojęciem optymalnego wariantu działań bojowych należy rozumieć taki sposób użycia sił i środków lotnictwa myśliwskiego, który zapewnia osiągnięcie maksymalnego rezultatu działań /największą ilość zniszczonych środków napadu powietrznego przeciwnika/ w określonym czasie i miejscu. W tym celu do obliczeń przyjmuje się najprawdopodobniejsze warianty działań przeciwnika i oblicza się średni oczekiwany rezultat dla kilku lub więcej wariantów użycia lotnictwa myśliwskiego na każdy wariant działania przeciwnika, wybierając spośród nich na okres działań najkorzystniejszy.

Ogólnie zadania metodyki określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego dzielą się na dwie grupy zadań:

a/ badawcze;

b/ praktyczne.

Pierwsza grupa zadań nosi charakter pracy naukowo-badawczej i jest rozwiązywana w instytutach naukowych i w biurach konstrukcyjnych. Podstawową właściwością tej grupy zadań jest poszukiwanie najbardziej właściwych rozwiązań konstrukcyjnych samolotów myśliwskich i nowych sposobów użycia tych samolotów w ścisłym powiązaniu z właściwościami aktualnie istniejących środków napadu powietrznego przeciwnika i aktualną koncepcją ich użycia. Do rozwiązywania tych zagadnień stosuje się metody ściśle teoretyczne, oparte na analizie matematycznej. Znaczenie tej grupy zadań polega na tym, że ich rozwiązania stanowią podstawowe zadania wyjściowe do rozwiązywania drugiej grupy zadań: praktycznych, rozwiązywanych w oddziałach i związkach lotnictwa myśliwskiego.

Druga grupa zadań jest ściśle związana z praktycznym zastosowaniem bojowym lotnictwa myśliwskiego i jest rozwiązywana w wojskach w trakcie planowania i organizacji działań, jak i w toku ich trwania. O tych tylko zadaniach i metodach ich rozwiązywania będzie traktował niniejszy skrypt.

Tę grupę zadań można również umownie podzielić na dwa zasadnicze zadania:

1/ obliczanie i ocena możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego w okresie przygotowania i organizacji działań bojowych;
2/ określanie możliwości bojowych w toku prowadzenia działań bojowych na podstawie uprzednio przygotowanych obliczeń, wykresów i danych.

Pierwsze zadanie - obliczanie i ocena możliwości zawiera w sobie dwa etapy. Etap pierwszy - wykonywanie obliczeń, etap drugi - analiza i ocena końcowych wartości obliczeń. Do wykonania obliczeń w pierwszym etapie może być zaangażowane szerokie grono oficerów sztabu. Obliczeń dokonuje się na podstawie danych wyjściowych, określonych przez dowódcę i treści zadania bojowego. Dowódca w danych wyjściowych określa także czas i formę w jakiej mogą być przedstawione wyniki obliczeń /tablice, wykresy, schematy i inne/. W drugim etapie, analizę i ocenę wyników dowódca przeprowadza osobiście, uogólnia je, wprowadza w miarę potrzeby poprawki i pobiera decyzję zapewniającą najbardziej skuteczne użycie podporządkowanych sobie sił.

Drugie zadanie - określanie możliwości bojowych w toku prowadzenia działań bojowych polega na określaniu konkretnych elementów decyzji podczas zwalczania środków napadu powietrznego / na szczeblu oddziału/ lub odpieraniu nalotów i niszczeniu celów /na szczeblu związku/.
Do takich elementów decyzji zalicza się :

- ilość sił do zwalczania poszczególnych celów powietrznych;
- lotnisko i czas startu samolotów myśliwskich;
- punkt, z którego będzie się odbywało naprowadzenie;
- rubież wprowadzenia do walki samolotów myśliwskich;
- metoda prowadzenia ognia i sposób wprowadzenia do walki LM.

Rozwiązanie tego zadania powinno zapewniać lotnictwu myśliwskiemu wszystkie warunki w celu pełnego wykorzystania jego właściwości bojowych, a także osiągnięcie założonego uprzednio rezultatu działań. Zadanie to rozwiązywane jest przez personel SD i PN w bardzo krótkim czasie, rzędu 1 - 2 min.

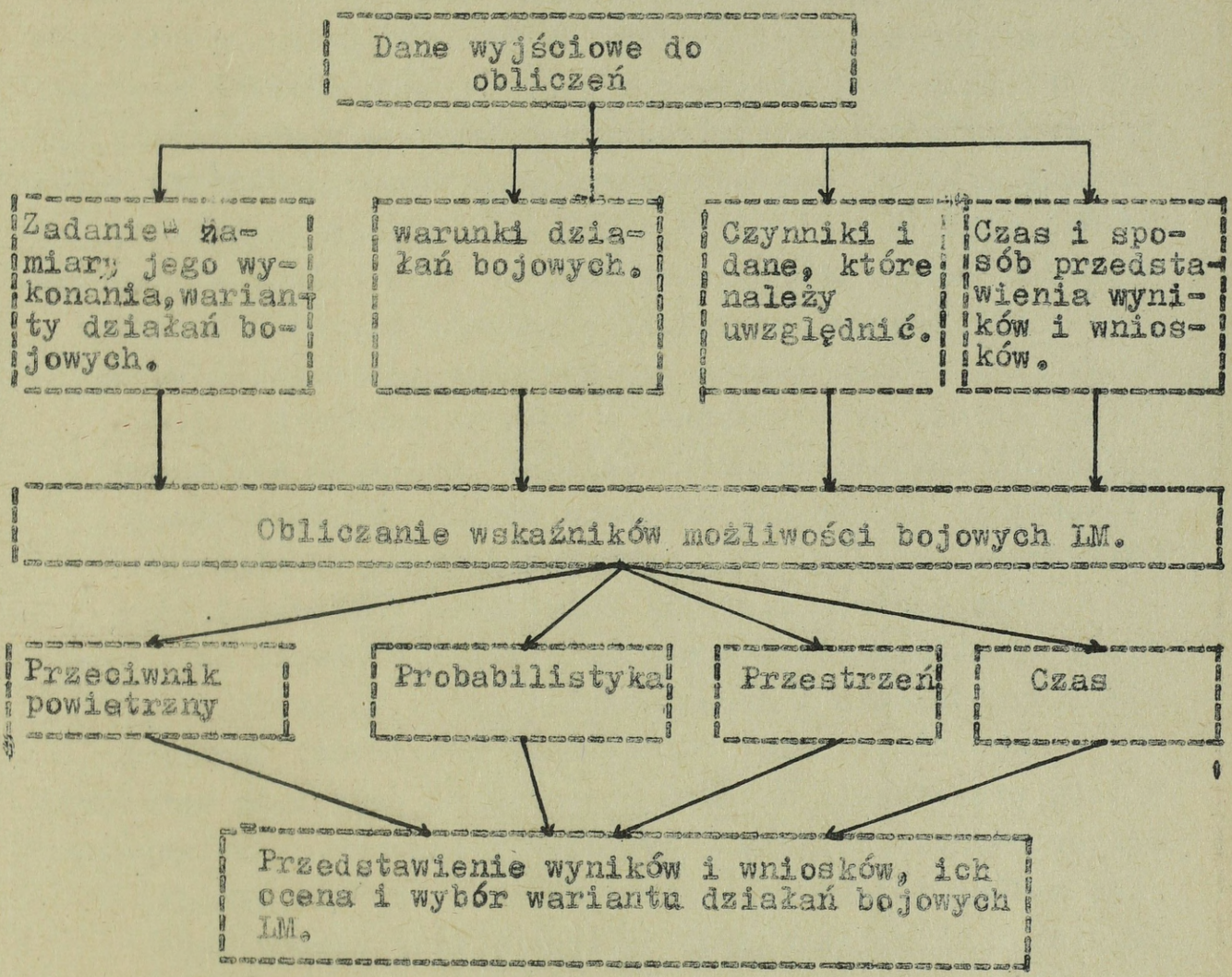
II. Metodyka określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego.

1. Podstawowy schemat metodyczny.

Proces wykonywania obliczeń możliwości bojowych i ocena wyników tych obliczeń są jednym z ważniejszych elementów ogólnego schematu wypracowania uzasadnionej decyzji; są oceną sytuacji z wykorzystaniem matematycznych metod obliczeń. Obliczenia i ich ocenę, podobnie jak ocenę sytuacji wykonują dowódca i jego sztab. Zakres wykonywanych obliczeń uzależniony jest od szczebla dowodzenia, czasu wydzielonego na przygotowanie do działań lub powzięcie decyzji w toku działań oraz stopnia mechanizacji i automatyzacji tych obliczeń. Na szczeblu oddziału oblicza się możliwości pojedynczych samolotów, grup, pododdziałów i oddziałów, na szczeblu związku - oddziałów i związku.

Niezależnie od szczebla dowodzenia, na jakim oblicza się możliwości oraz czasu wydzielonego na wykonanie tych obliczeń schemat metodyczny powinien być następujący:

Schemat nr 1

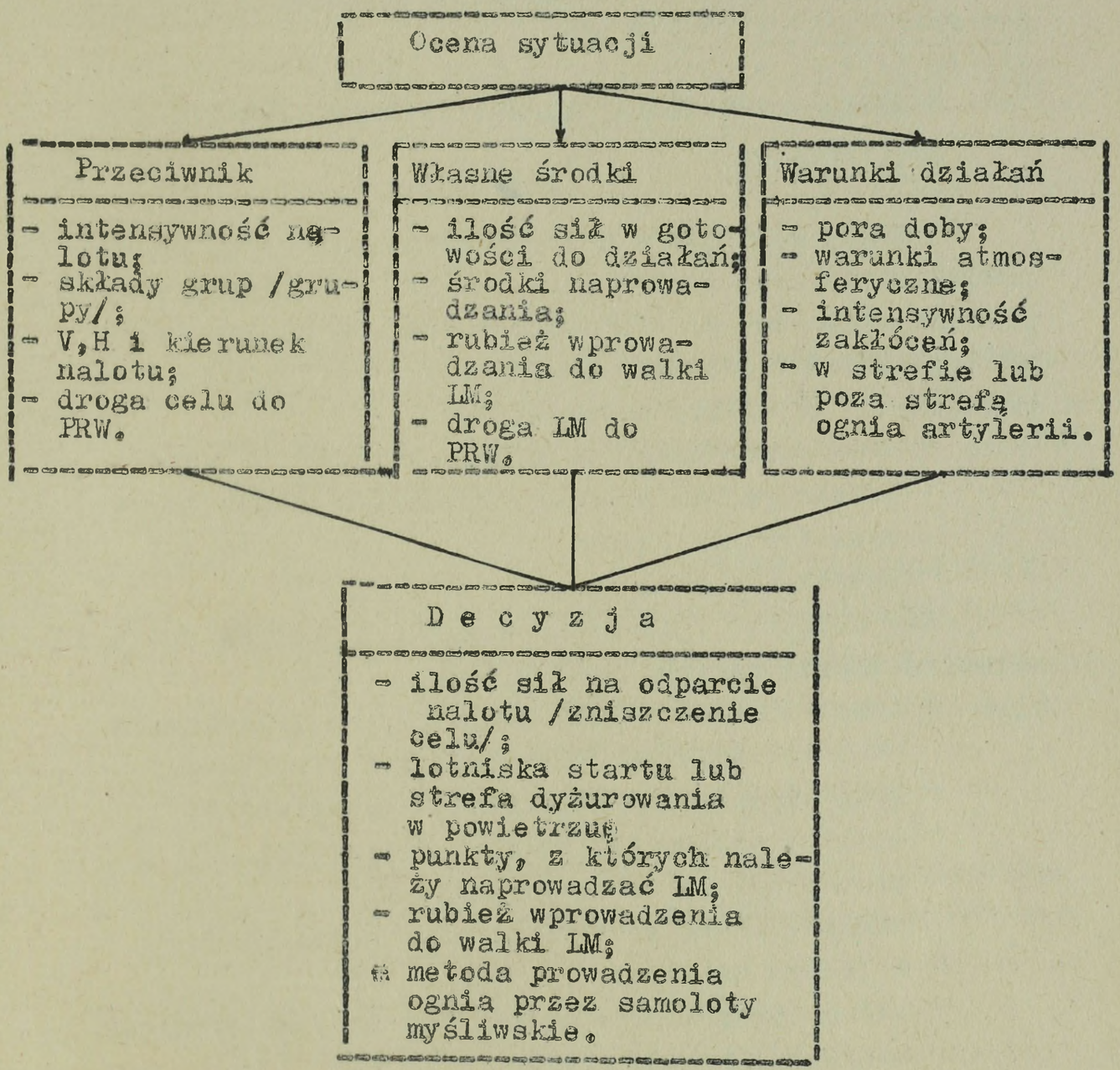


Rys. 1.

Jest to schemat obliczeń dla okresu organizacji działań bojowych. Ponieważ w rezultacie przeprowadzonych obliczeń określony zostaje wariant działań bojowych LM na okres przynajmniej jednego wylotu oddziału, pododdziału lub związku, to i realizacja jego w toku działań powinna być zgodna z założeniami tego wariantu. A więc, jeżeli np: wariant działań bojowych przewiduje wprowadzenie do walki na cel grupowy w składzie dwóch samolotów przeciwnika klucz własnych samolotów myśliwskich, to tyle należy wprowadzić. Jeżeli obliczenia zakładały odpalanie rakiet pojedyńczo do każdego środka napadu powietrznego przeciwnika to tej zasady należy przestrzegać w toku prowadzenia działań bojowych. Inaczej rezultat działań bojowych obliczony /planowany/ będzie się znacznie różnił od faktycznego. Obliczenia według tego schematu dotyczą rozwiązania pierwszego zadania metodyki określania możliwości bojowych, tj:obliczania i oceny możliwości bojowych LM w okresie przygotowania i organizacji działań bojowych.

Zadanie drugie: "Określanie możliwości bojowych w toku prowadzenia działań bojowych na podstawie uprzednio przygotowanych obliczeń, wykresów i danych", rozwiązywane jest według innego schematu. Schemat ten nie wymaga długich i skomplikowanych obliczeń, przy pomocy tego schematu określa się jedynie zawczasu obliczone wartości, wykorzystując w tym celu różnego rodzaju schematy, tabele, wykresy, plansze itp.

Schemat nr 2.



Rys. 2.

W zależności od szczebla oraz stopnia centralizacji dowodzenia zakres decyzji jest różny. Np. na szczeblu związku taktycznego IM decyzja może dotyczyć odparcia nalotu i niszczenia poszczególnych celów /przy małym natężeniu działań/. Na szczeblu oddziału decyzja może dotyczyć niszczenia wskazanych przez nadrzędne SD celów lub grupy celów, względnie przy decentralizacji dowodzenia na szczebel oddziału: samodzielnego niszczenia poszczególnych celów powietrznych.

2. Metodyka określania i obliczania podstawowych wskaźników możliwości bojowych LM.

2.1. Wskaźniki charakteryzujące działania przeciwnika powietrznego.

Grupa wskaźników charakteryzująca środki napadu powietrznego przeciwnika oraz taktykę ich użycia stanowi dane wyjściowe do obliczeńpozostałych grup wskaźników możliwości bojowych LM. Dlatego też wartości tych wskaźników oblicza się w pierwszej kolejności. Do podstawowych wskaźników tej grupy zalicza się:

- czas przebywania celu powietrznego w strefie oddziaływania bojowego lotnictwa myśliwskiego;
- czas trwania nalotu ;
- gęstość nalotu.

Aby obliczyć wymienione wskaźniki dowódca powinien określić szereg danych, takich jak:

- ilość środków napadu powietrznego przeciwnika oraz ich typy na poszczególnych kierunkach;
- przewidywaną taktykę działań przeciwnika;
- możliwe natężenie wylotów na załogę;
- prawdopodobne obiekty działań;
- możliwą ilość środków napadu powietrznego w jednym nalocie;
- składy grup i ugrupowanie bojowe tych środków;
- szerokość frontu nalotu i inne.

Dane te dowódca określa na podstawie konkretnej sytuacji bojowej, otrzymanych dyrektyw, zarządzeń i rozkazów oraz własnego doświadczenia.

Pełną i najbardziej realną ocenę działań przeciwnika można przeprowadzić tylko wówczas, gdy ocenia się go w całości. Taka ocena daje najbardziej obiektywny obraz jego możliwości. Należy jednak zauważyć, że tego rodzaju ocena może być prowadzona jedynie na szczeblach wyższych. Dlatego też niektóre z wymienionych danych oddziały, a niekiedy i związki zaangażowane w osłonie powinny otrzymywać w formie gotowej, np. ilość środków napadu powietrznego przeciwnika oraz ich typy na poszczególnych kierunkach.

W celu określenia wartości uprzednio wymienionych wskaźników można posłużyć się następującą metodą:

1. Czas przebywania celu powietrznego w strefie oddziaływania bojowego lotnictwa myśliwskiego /Tp/.

$$T_p = \frac{S_{wykr} - S_{PRW}}{V_c}; \qquad /1/$$

T_p - czas lotu celu powietrznego od momentu wykrycia jego przez naziemne RLS do momentu znalezienia się jego na rubieży wprowadzenia do walki samolotu myśliwskiego.

gdzie: S_{wykr} - odległość od rubieży wykrycia celu do miejsca znajdowania się IM w km.

S_{PRW} - odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki do miejsca znajdowania się samolotów IM.

V_c - prędkość lotu celu w km/min.

W przypadku gdy nie zachodzi konieczność zniszczenia celu na rubieży nakazanej, /cel przelatuje przez całą głębokość strefy/;

$$T_p' = \frac{L_{o.b.}}{V_c} + T_p \qquad /2/$$

T_p - czas lotu celu od momentu jego wykrycia do momentu wyjścia ze strefy oddziaływania bojowego IM.

gdzie: $L_{o.b.}$ - głębokość strefy oddziaływania bojowego lotnictwa myśliwskiego w km.

2. Czas trwania nalotu /T_{nal}/ oblicza się według wzorów:

$$T_{nal} = T_p + \frac{L_{ugr}}{V_c}; \qquad /3/$$

T_{nal} - czas trwania nalotu od momentu wykrycia pierwszego celu do momentu wyjścia ze strefy oddziaływania bojowego ostatniego celu;

gdzie: L_{ugr} - głębokość ugrupowania środków napadu powietrznego w nalocie.

T_{nal} według wzoru nr 3 oblicza się dla przypadku, w którym odstępy czasowe pomiędzy poszczególnymi celami lub grupami celów są mniejsze lub równe czasowi przebywania celu lub grupy celów w strefie oddziaływania bojowego 1M. /$T_p'' \geqslant t_j$/.

W wypadku , gdy $T_p'' < t_j$/ odstępy czasowe pomiędzy poszczególnymi celami lub grupami celów są większe od czasu przebywania tych celów lub grup celów w strefie oddziaływania bojowego/ T_{nal}' oblicza się według następującego wzoru:

$$T_{nal}' = T_{nal} - \sum_{j=1}^{ngr-1} / t_j - T_p'' / \qquad /4/$$

gdzie: ngr - ilość celów /grup celów/ między którymi odstępc czasowy większy niż T_p'';

t_j - odstęp czasowy między poszczególnymi grupami celów w minutach.

Przykład nr 1.

Obliczyć czas trwania nalotu jeżeli wiadomo, że głębokość ugrupowania środków napadu powietrznego w nalocie wynosi 300 km, V_c =900 km/godz, głębokość strefy bojowego oddziaływania 330 km, S_{wykr} = 120 km, S_{PRW} = 90km, T $T_p'' > t_j$.

Rozwiązanie: /wykorzystuje się wzór nr 3, ponieważ $T_p'' > t_j$/.

$$T_p'' = \frac{330}{15} + \frac{120 - 90}{15} = 22 + 2 = 24 \text{ min.}$$

$$T_{nal} = 24 + \frac{300}{15} = 44 \text{ min.}$$

Czas trwania nalotu, w którym IM jest w stanie oddziaływać wynosi 44 min.

Przykład nr 2.

Obliczyć czas trwania nalotu składającego się z trzech fal z przerwami czasowymi pomiędzy falami 18 min, $L_{ugr} = 600$ km, $V_c = 900$ km/godz, L o.b. = 200 km. $S_{wykr} = 120$ km. $S_{PRW} = 90$ km.

Rozwiązanie:

$$T_p'' = \frac{200}{15} + \frac{120 - 90}{15} = 15 \text{ min}$$

a więc $T_p' < t_j$, ponieważ $T_p'' = 15 < t_j = 18$ m.

wykorzystuje się wzór nr 4.

$$T_{nal}' = / \frac{200}{15} + \frac{120-90}{15} + \frac{600}{15} / = /18-15/ + /18-15/ =$$

$$= 55 - 6 = 49 \text{ min.}$$

Czas trwania nalotu, w którym IM może oddziaływać wynosi 49 min.

3. Gęstość /intensywność/ nalotu.

Wartość tego wskaźnika charakteryzuje dynamikę działań przeciwnika, a tym samym i dynamikę przeciwdziałania IM.

Wartość tego wskaźnika oblicza się z wzoru:

$$\lambda_{nal} = \frac{N_6}{T_{nal}} \qquad /5/$$

gdzie: λ_{nal} - średnia gęstość nalotu /ilość celów w jednostce czasu/;

$N_{c.o.}$ - ilość środków napadu powietrznego uczestniczących w nalocie /jeżeli cele grupowe, to $N_c = n_{gr} \cdot n_{ś}$, gdzie $n_{ś}$ - średnia ilość środków w grupie/;

t_{nal} - czas przelotu wszystkich środków napadu powietrznego przez jedną rubież $\frac{L_{ugr}}{V_c}$ [gdzie: $L_{ugr} = L_{gr} \cdot n_{gr} + d_j/n_{gr} - 1/$].

Podstawiając te wartości do wzoru nr 5 otrzymuje się:

$$\lambda_{nal} = \frac{n_{gr} \cdot n_{ś} \cdot V_c}{L_{gr} \cdot n_{gr} + d_j/n_{gr} - 1/} \qquad /6/$$

gdzie: n_{gr} - ilość grup w nalocie;

L_{gr} - głębokość ugrupowania grupy w km;

d_j - odległość pomiędzy poszczególnymi grupami w km.

Przykład nr 3.

Obliczyć średnią gęstość nalotu przeciwnika jeżeli wszystkie cele są grupowe w składzie /$n_{ś}$/ 4-8 samolotów, ilość grup /n_{gr}/ 20, V_c = 900 km/godz, a odległość pomiędzy poszczególnymi grupami /d_j/ 20-40 km, głębokość ugrupowania grupy /L_{gr}/ 2-4 km.

Rozwiązanie:

$$\lambda_{nal} = \frac{20 \cdot 6 \cdot 15}{3 \cdot 20 + 30\ /20 - 1/} = \frac{1800}{630} \approx 3 \text{ śr/min.}$$

Odpowiedź: średnia gęstość nalotu wynosi 3 środki na minutę.

U w a g a:

Gdy parametrów nalotu nie można określić dokładnie, lub gdy wielkości te podane są w pewnych przybliżonych granicach, wówczas podstawia się do wzoru średnie ich wartości /tak jak w rozwiązanym przykładzie/.

2.2. Wskaźniki probabilistyczne.

Wskaźniki probabilistyczne charakteryzują skuteczność działań bojowych lotnictwa myśliwskiego.
Do podstawowych wskaźników tej grupy zalicza się:

- prawdopodobieństwo przechwycenia /zniszczenia/ środka napadu powietrznego przeciwnika przez pojedynczy samolot myśliwski;
- prawdopodobieństwo przechwycenia celu przez grupę samolotów myśliwskich;
- średni oczekiwany rezultat działań pododdziału i oddziału LM w jednym wylocie;

Znając wartości tych wskaźników można łatwo obliczyć potrzebną ilość sił LM do wykonania zadania.

Przy obliczeniach wymienionych wskaźników wykorzystuje się teorię prawdopodobieństwa i metody statystyczne. Z uwagi na przeznaczenie niniejszego skryptu /zapoznanie słuchaczy z praktycznymi metodami obliczania możliwości bojowych LM/ metody obliczeń tych wskaźników pokazane są w formie uproszczonej, pozwalającej w krótkim czasie i bez znajomości wyższej matematyki otrzymywać wartości poszczególnych wskaźników. Szczegóły i głębsze uzasadnienie teoretyczne wykorzystywanych w skrypcie metod matematycznych, zawarte są w podręczniku W.N. GEWELING pt. "Skuteczność bojowa aparatów latających". Przekład z języka rosyjskiego, Warszawa 1966 r.

1. Prawdopodobieństwo przechwycenia środka napadu powietrznego przez pojedynczy samolot myśliwski.

Metodyka obliczania wartości tego wskaźnika jest głównym ogniwem metodyki określania rezultatów działań bojowych pododdziałów, oddziałów i związków LM.

Wartość tego wskaźnika jest rozpatrywana w granicach taktyczno - technicznych danych osiągalnych przez samolot myśliwski oraz z uwzględnieniem jego właściwości manewrowych i innych.

Każdy lot bojowy samolotu myśliwskiego na przechwycenie można umownie podzielić na kilka etapów:

- naprowadzanie samolotu myśliwskiego na cel powietrzny z wykryciem celu przez pilota włącznie;
- zbliżenie zięcelem po jego wykryciu do momentu zajęcia pozycji wyjściowej do ataku;
- celowanie, prowadzenie ognia i rażenie celu.

Każdy z wymienionych etapów lotu bojowego ma charakter przypadkowy i może zakończyć się powodzeniem lub też niepowodzeniem. Stwarza to możliwość wyrażenia każdego z nich odpowiednim prawdopodobieństwem:

- naprowadzenia - prawdopodobieństwem naprowadzenia /P_n/;
- zajęcie pozycji do ataku - prawdopodobieństwem wyjścia do ataku /P_a/;
- celowania i rażenia - prawdopodobieństwem rażenia /$P_{raż}$/.

Wykorzystując prawo mnożenia prawdopodobieństw, prawdopodobieństwo przechwycenia /zniszczenia/ celu przez pojedynczy samolot myśliwski /P_p/ można określić przy pomocy następującego wzoru:

$$P_p = P_n \cdot P_a \cdot P_{raż} \qquad /7/$$

Wiadomo jednak, że lot na przechwycenie celu może być się odbywać w różnych warunkach sytuacji bojowej, które w wielu wypadkach mogą wywierać decydujący wpływ na przebieg całego procesu przechwycenia, np:

- przeciwnik może zakłócać system wykrywania i naprowadzania;
- przeciwnik może wykonywać manewr we wszystkich etapach lotu samolotu myśliwskiego na przechwycenie;
- przeciwnik może prowadzić ogień obronny do atakującego samolotu myśliwskiego;
- środki biorące udział w przechwyceniu, mimo wysokiej sprawności technicznej, też mogą odmówić w pracy.

Dlatego też obliczenia prawdopodobieństwa przechwycenia powinny uwzględniać możliwie jak najwięcej czynników, które mogą okazywać wpływ na końcowy rezultat przechwycenia. W chwili obecnej przy obliczaniu prawdopodobieństwa przechwycenia wykorzystuje się następujący wzór:

$$P_p = P_n \cdot P_a \cdot P_{raż} \cdot K_{nz} \cdot P_{rpd} \qquad /8/$$

gdzie: K_{nz} - współczynnik niezawodności technicznej sprzętu /samolotu i radiotechnicznych środków naprowadzania/;

P_{rpd} - prawdopodobieństwo pokonania radioelektronicznego przeciwdziałania przeciwnika.

Symbole poszczególnych prawdopodobieństw zawarte we wzorze nr 8 uwzględniają cały szereg czynników, a mianowicie:

Prawdopodobieństwo naprowadzenia /P_n/ uwzględnia:

- manewrowe, wysokościowe i prędkościowe właściwości samolotu myśliwskiego;
- dokładność wykonania komend naprowadzania;
- możliwości prowadzenia obserwacji przestrzeni powietrznej i wykrycia celu z samolotu myśliwskiego;
- właściwości pracy naziemnych środków radiotechnicznych wykrywania i naprowadzania;
- ciągłość pola radiolokacyjnego w miejscu naprowadzania;
- stopień wyszkolenia składu bojowego SD i PN;
- metodyczne błędy podczas naprowadzania itp.

Wartość tego prawdopodobieństwa określa się drogą skomplikowanych analitycznych wyliczeń /metoda stosowana w badaniach naukowych/ i znacznie prostszą - drogą statystyczną. Istota metody statystycznej jest nadzwyczaj prosta, jak wynika z zależności /9/ wystarczy dysponować odpowiednimi danymi statystycznymi.

$$P_n = \frac{n_.}{n} \qquad /9/$$

gdzie: n - ogólna ilość naprowadzeń;
n.- ilość naprowadzeń zakończonych powodzeniem.

Należy jednak mieć na uwadze fakt, że na podstawie pojedynczych naprowadzeń /danych statystycznych z małej ilości doświadczeń - naprowadzeń/ nie można tej metody stosować. Im więcej danych statystycznych tym rezultat bardziej zbliżony do rzeczywistego.
Tabela nr 1 przedstawia wartości prawdopodobieństw naprowadzania i ataku uzyskanych metodą statystyczną w okresie pokojowym.

Tabela nr 1. x/

L.p.	Warunki działań	Typ samolotu	Środki naprowadzania	P_n	P_a
1.	Dzień, średnie i duże H	Lim-5	WOO	0,9	0,95
2.	Dzień, małe H<1000 m	Lim-5	WOO	0,8	0,9
3.	Noc księżycowa	Lim-5p	WOO	0,6	0,6
4.	Średnie i duże H	MiG-21pf	Kaskad	0,9	0,9
5.	H bliskie pułapowi stu	MiG-21pf	Kaskad	0,8	0,9
6.	Małe H, według danych z odległych RLS	Lim-5	Planszet	0,4-0,5	0,5-0,9

Uwaga: Dane zawarte w tabeli nie uwzględniają manewru celu /cel nie manewruje/.

x/ płk Diaczenko, Osnowy mietodiki opriedielenja i ocenki bojewych wozmożnostiej istriebitielej, Wyławnictwo KWWA Monino 1964r.

Prawdopodobieństwo wykonania ataku /P_a/ uwzględnia:

- manewrowe właściwości samolotu myśliwskiego;
- manewr celu;
- taktyczno - techniczne dane samolotu myśliwskiego;
- odległość i sylwetkę celu w momencie jego wykrycia;
- miminalny czas wykonania ataku;
- stopień wyszkolenia pilota;
- sprawność psychofizyczną pilota i inne,

Wartość tego prawdopodobieństwa określa się przy pomocy takich samych metod jak prawdopodobieństwo naprowadzania. /Metody obliczeń tych prawdopodobieństw zawarte są w materiałach wyszczególnionych we wstępie/.

Rodzaj manewru celu podczas jego przechwycenia wywiera duży wpływ na wartość prawdopodobieństwa wykonania ataku, np. podczas zwalczania samolotu typu F-104 przez samolot MiG-21pf z zastosowaniem celownika RP-9-21 przy kącie kursowym celu 150 - 180°, gdy cel wykona manewr w stronę atakującego myśliwca. P_a zmniejszy się do 0,1 - 0,5. Natomiast gdy cel wykona manewr od atakującego / w stronę przeciwną atakującego/ myśliwca wówczas P_a zmniejszy się do 0,4 - 0,5. Jeżeli cel manewruje po wzrokowym jego wykryciu przez pilota wówczas P_a zmniejsza się bardzo nieznacznie i wynosi 0,8 - 0,9.

Srednio, P_a nie powinno zmniejszać się więcej niż o 20 - 30%, jeżeli pilot właściwie reaguje na manewr celu.

Podczas zwalczania bombowców manewrujących P_a zmniejsza się do 0,65 - 0,75.

Prawdopodobieństwo wykonania ataku do śmigłowca lecącego na małej wysokości wynosi około 0,8.

Prawdopodobieństwo rażenia celu /$P_{raż}$/.

Prawdopodobieństwo rażenia celu przez samolot myśliwski jest większe od zera tylko wówczas, gdy pierwsze dwa

etapy lotu tj: naprowadzenie i zajęcie odpowiedniej pozycji wyjściowej do ataku zakończyły się powodzeniem. Wartość tego prawdopodobieństwa oblicza się dla wszystkich typów samolotów myśliwskich i różnych wariantów prowadzenia ognia. Oblicza się je metodą analityczną lub statystyczną, z których każda uwzględnia:

- rodzaj uzbrojenia samolotu myśliwskiego;
- prawdopodobieństwo trafienia jednym pociskiem;
- potrzebną ilość trafień do zniszczenia danego celu;
- ilość wystrzeliwanych do celu pocisków w jednym ataku;
- warunki strzelania /odległość, kąt kursowy celu oraz prędkości i wysokości jego lotu/;
- obronny ogień celu;
- wielkość błędu przy celowaniu;
- metodę prowadzenia ognia i inne czynniki wywierające wpływ na skuteczność strzelania.

Średnie, orientacyjne wartości tego prawdopodobieństwa ilustruje tabela nr 2.

Tabela nr 2

L.p.	Typ stu myśl.	Uzbrojenie	Ilość pocisków t stn.	P raż				Uwagi
				B-52	B-47 i 58	B-57	Myśl. takt. i sty-pocis-ki	
1.	MiG - 21	Rakiety	1	0,8	0,8	0,8	0,8	
			2	0,96	0,96	0,96	0,96	
2.	MiG-19	Rakiety	1/2	0,5/0,75	0,5/0,75	0,5/0,75	0,5/0,75	
		Działka	1 sek.	0,50/0,40	0,5/0,40	0,55/0,4	0,45	z uwzg. og.obr.
3.	Lim-5p	Działka	1 sek.	0,4	0,45	0,55	0,5	z uwzg. og.obr.
4.	Lim-5	Działka	1 sek.	0,45	0,5	0,6	0,55	z uwzg. og.obr.

U w a g a: wartości prawdopodobieństwa rażenia zawarte w tabeli nie uwzględniają manewru celu. Przy manewrze celu wartość ta zmniejsza się średnio o 10 - 20%. Skuteczność ognia obronnego celu uwzględniono tylko dla samolotów typu: B-52, B-47 i B-58.

Współczynnik K_{nz} - niezawodności technicznej sprzętu uwzględnia techniczną niezawodność zestawu środków technicznych biorących udział w przechwyceniu oraz stopień przygotowania stanu osobowego /ludzi/ do pracy bez obniżenia jej skuteczności.
Wartość tego współczynnika dla systemu WP przy współpracy z samolotami typu MiG - 21pf wynosi 0,8-0,9. Dla zwykłego systemu przy współpracy z samolotami Lim-5 i MiG - 19 wynosi 0,9 - 0,95.

Wartość prawdopodobieństwa pokonania radioelektronicznego przeciwdziałania /P_{rpd}/ zależy od odporności na zakłócenia radioelektroniczne zestawu /środki radiolokacyjne i łączności radiowej/ i od umiejętności stosowania przedsięwzięć organizacyjnych w tym zakresie. /Problem ten do chwili obecnej nie jest jeszcze całkowicie zbadany./
Wartości prawdopodobieństwa pokonania radioelektronicznego przeciwdziałania a współczynnika niezawodności technicznej środków ilustruje tabela nr 3 /dane z materiałów radzieckich/.

Tabela nr 3.x/

L.p.	Typy samolotów myśliwskich	Środki r/t. podlegające zakłóceniom	Sposoby walki z zakłóceniami	P_{rpd}	K_{nz}
1.	Lim-5 MiG-19	naziemne RLS	Manewr kanałami i zakresami.	0,85	0,95
2.	Lim-5p MiG-19p	naziemne RLS	Manewr kanałami i zakresami.	0,8	0,9
3.	MiG-19pm	naziemne RLS celonw. r/l.i RS-2n.	Manewr kanałami i zakresami manewr kanałami "Lazur" i kanałami RLS-ASPD.	0,85	0,8

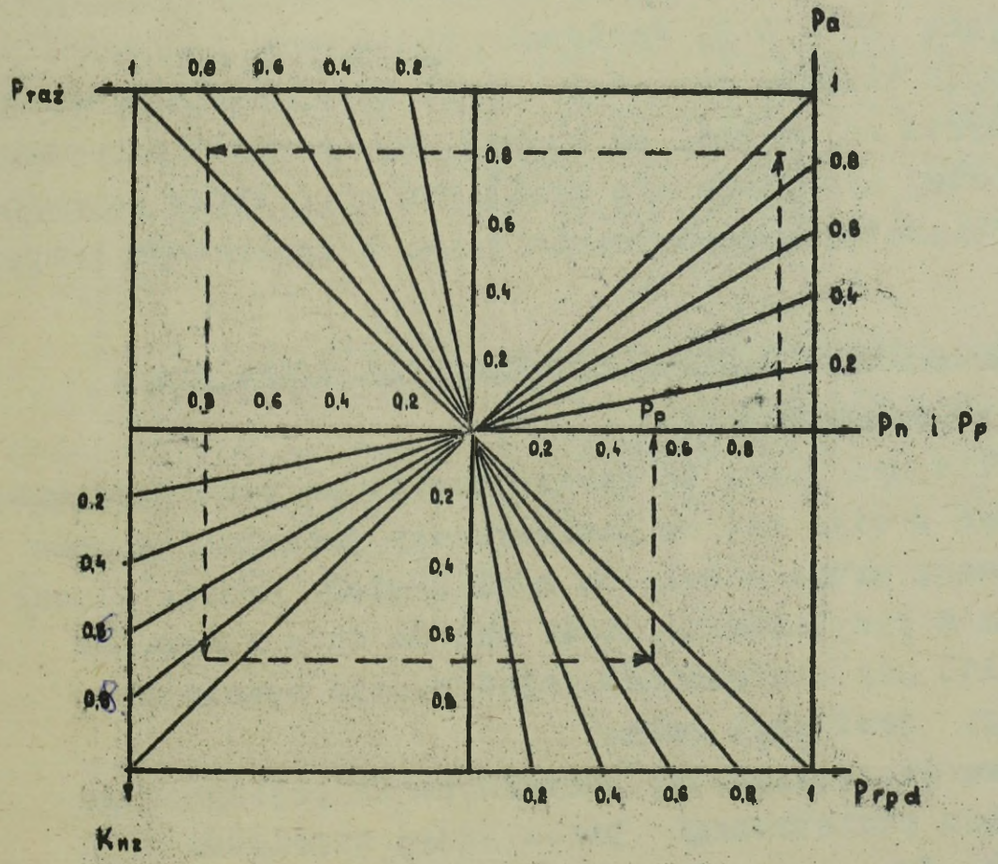
x/ płk Diaczenko, Osnowy mietodiki opriedielenja i ocenki bojewych wozmożnostiej istriebitielej. Wydawnictwo KWWA, Monino 1964r.

Jeżeli podczas pojedyńczego przechwytywania jeden z etapów lotu na przechwycenie zakończy się niepowodzeniem, wówczas prawdopodobieństwo przechwycenia równa się zeru. Jeżeli, natomiast, samolot myśliwski atak wykonał, wówczas prawdopodobieństwo przechwycenia równe jest prawdopodobieństwu rażenia celu.

Rozporządzając wyżej omówionymi wartościami, w prosty sposób, przy pomocy wzoru nr 8 oblicza się prawdopodobieństwo przechwycenia. W celu skrócenia czasu tych wyliczeń można wykonać zawczasu wykres bardzo ułatwiający obliczenia. Sposób posługiwania się wykresem pokazany jest strzałkami.

Wykres nr 1

Wykres do określania wartości Pp



Rys. nr 3.

Przykład nr 4.

Obliczyć prawdopodobieństwo przechwycenia pojedynczego samolotu F-104 przez samolot myśliwski MiG-21pf jeżeli wiadomo, że $P_n = 0,9$; $P_a = 0,9$; $P_{raż} = 0,96$; $P_{rod} = 0,85$ i $K_{nz} = 0,8$.

Rozwiązanie: według wzoru nr 8.

$$P_p = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,96 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 0,528 \approx 0,53$$

Odpowiedź: przy założonych do obliczeń warunkach prawdopodobieństwo zniszczenia samolotu F-104 przez samolot MiG - 21pf wynosi 0,53.

Rozwiązanie według wykresu:

Na osi poziomej "P_n" odszukać wartość 0,9; poprowadzić prostą równoległą do osi pionowej "P_a" do punktu przecięcia się jej z prostą wychodzącą ze środka układu odpowiadającą $P_a = 0,9$. Następnie postępować podobnie, uwzględniając kolejne wartości, aż do zakończenia operacji tj: do powrotu na prostą, od której rozpoczynało się operację. Na tej prostej odczytuje się wynik końcowy, który odpowiada prawdopodobieństwu przechwycenia celu. W konkretnym przypadku 0,53.

2. Prawdopodobieństwo przechwycenia celu przez grupę samolotów myśliwskich.

Wiadomym jest, że bardzo często na przechwycenie pojedynczego środka napadu powietrznego przeciwnika może być skierowana grupa samolotów myśliwskich /para, klucz/ szczególnie w przypadkach, kiedy cel ma duże znaczenie /ważność/ lub gdy skuteczność pojedynczego samolotu myśliwskiego jest zbyt mała.

Prawdopodobieństwo przechwycenia pojedynczego środka napadu powietrznego przez grupę samolotów myśliwskich /P_{pg} / można obliczyć przy pomocy wzoru:

$$P_{pg} = /1 - /1 - P_p/ k \qquad /10/$$

gdzie: k - ilość samolotów myśliwskich o jednakowym P_p przechwytujących pojedynczy środek napadu powietrznego / w ogólnym wzorze $k = -\frac{Nm}{Nc}-$/;

Nm - ilość samolotów myśliwskich ;

Nc - ilość atakowanych przez te samoloty środków napadu powietrznego przeciwnika.

Jeżeli samoloty myśliwskie przechwytujące pojedynczy środek przeciwnika posiadają różne P_p lub też różne warunki wykonania ataku tego samego środka, wówczas wartość tego prawdopodobieństwa oblicza się według wzoru:

$$P_{p\Sigma} = 1 - /1 - P_{p1}/ \ /1 - P_{p2} /...../1 - P_{pn}/ \quad /11/$$

gdzie: P_{p1}, P_{p2} itd - prawdopodobieństwa przechwycenia tego samego środka przez każdy samolot myśliwski z grupy.

Przykład nr 5.

Obliczyć prawdopodobieństwo przechwycenia pojedynczego środka napadu powietrznego przeciwnika przez parę samolotów MiG-21pf dla warunków przykładu nr 4 przy jednakowych warunkach prowadzenia walki przez oba samoloty myśliwskie.

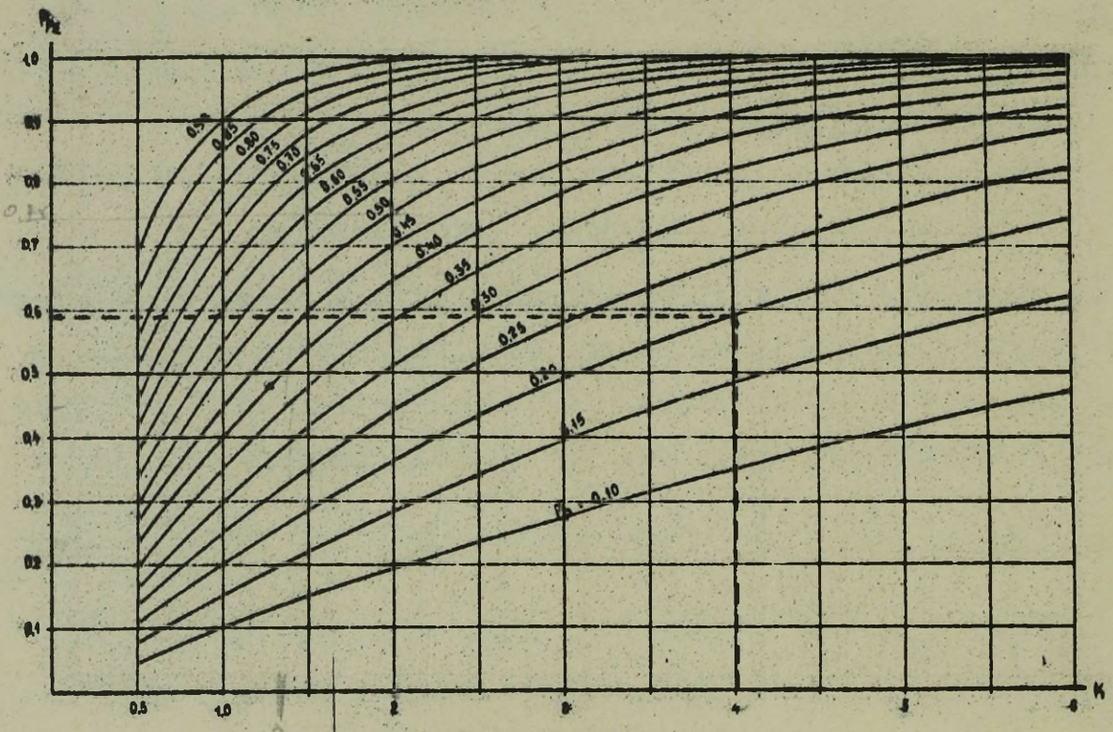
Rozwiązanie:

$$P_{p\Sigma} = 1 - /1-0,53/^2 = 1 - 0,22 = 0,78$$

W celu skrócenia czasu na wykonywanie tego rodzaju obliczeń na podstawie wzoru nr 10 można wykonać wykres zależności $P_{p\Sigma}$ i K od P_p.

Wykres nr 2.

Wykres zależności $P_{p\Sigma}$ od P_p i K



Rys. nr 4.

Przy pomocy tego wykresu obliczenie prawdopodobieństwa sumarycznego nie przedstawia dużych trudności. Należy mieć jednak zawczasu obliczone przy pomocy wykresu nr 1 P_p /prawdopodobieństwo przechwycenia przez pojedynczy samolot myśliwski/ i znać "K" /ilość samolotów myśliwskich przypadająca na każdy środek . Sposób posługiwania się wykresem pokazany jest strzałką z linią przerywaną.

Przy pomocy wykresu nr 2 można także rozwinąć i inne zadanie , np: znając prawdopodobieństwo sumaryczne /$P_{p\Sigma}$ /, które może być nakazane lub określone przy pomocy wykresu nr 3 można określić potrzebną ilość sił LM na przechwycenie, co wyjaśnione zostanie w innym miejscu skryptu.

Przykład nr 6.

Określić /według wykresu nr 2/ sumaryczne prawdopodobieństwo przechwycenia celu przez klucz samolotów Lim-5, jeżeli wiadomo, że $P_p = 0,2$.

Działanie: od linii poziomej wartości "K" wykreślić prostą równoległą do osi $P_{p\Sigma}$ do punktu przecięcia się

z krzywą P_p , a następnie na osi $P_{p\Sigma}$ odczytujemy szukaną wartość $K = 4 \rightarrow P_p = 2 \rightarrow P_{p\Sigma} = 0,58 - P_{p\Sigma}$, w konkretnym przypadku wynosi ona 0,58.

3. Średni oczekiwany rezultat działań pododdziału i oddziału LM w jednym wylocie.

Ilościowa wartość wskaźnika skuteczności bojowej pododdziału i oddziału LM stanowi podstawę do zastosowania metod matematycznych obliczeń przy rozwiązywaniu zadań taktycznych.

Wartość średniego oczekiwanego rezultatu działań bojowych pododdziału i oddziału LM wyraża się zazwyczaj nadzieją matematyczną ilości zniszczonych celów lub środków napadu powietrznego przeciwnika.

Należy jednak pamiętać, że otrzymany tą drogą średni rezultat działań jest wielkością średnią /przeciętną/ zmiennej losowej, która nosi charakter przypadkowy.

Wartość tę oblicza się przy pomocy wzoru:

$$M_c = \sum_{j=1}^{N_c} P_j \qquad /12/$$

gdzie: M_c - średnia oczekiwana ilość zniszczonych celów;

N_c - ilość przechwytywanych celów powietrznych;

P_j - prawdopodobieństwo przechwycenia każdego j-tego środka napadu powietrznego.

Przy jednakowej ważności /znaczeniu/ środków napadu powietrznego oraz jednakowej wartości prawdopodobieństwa przechwytywania ich przez wszystkie przechwytujące samoloty myśliwskie oraz w warunkach, kiedy ilość samolotów myśliwskich jest równa ilości środków powietrznych lub mniejsza /$N_m \leq N_c$/, średnią oczekiwaną

wartość ilości zniszczonych celów oblicza się ze wzoru:

$$M_c = N_m \cdot P_p \quad /13/$$

gdzie: N_m - ilość samolotów myśliwskich wprowadzonych do walki.

Jeżeli ilość samolotów myśliwskich jest większa od ilości środków napadu powietrznego /$N_m > N_c$/, to obliczenia wykonuje się według wzoru:

$$M_c = N_c \left[1 - /1 - P_p/ \frac{N_m}{N_c} \right] \quad /14/$$

gdzie: N_c - ilość atakowanych środków napadu powietrznego.

Analogicznie wykonuje się obliczenia w przypadku kiedy samolot myśliwski może wykonać nie jeden lecz dwa lub więcej ataków. Wówczas zamiast ilości samolotów myśliwskich /N_m/ we wzorach nr 13 i 14 podstawia się ilość ataków, jaką samoloty myśliwskie są w stanie wykonać /n_a/.

Wówczas wzór nr 13 przyjmie postać:

$$M_c = n_a \cdot P_{pa} \quad /15/$$

gdzie: P_{pa} - prawdopodobieństwo przechwycenia celu w jednym ataku / przy odpaleniu jednej rakiety/.

Natomiast wzór 14 będzie miał postać:

$$M_c = N_c \left[1 - /1 - P_{pa}/ \frac{n_a}{N_c} \right] \quad /16/$$

Przykład nr 6.

Obliczyć średnią oczekiwaną ilość przechwyconych środków napadu powietrznego przeciwnika przez 2 MiG-21pf w przypadku kiedy $N_c > N_m$.

Rozwiązanie:

$P_p = 0,53$ /obliczone uprzednio z wykresu nr 1 lub wzoru nr 8/.

$M_c = 12 \cdot 0{,}53 \approx 6$ środków napadu powietrznego.

Przykład nr 7.

Obliczyń średnią oczekiwaną ilość przechwyconych środków napadu powietrznego dla danych z przykładu nr 6 w przypadku kiedy $N_c = 6$ /a więc $N_c < M_m$/.

Rozwiązanie: przy pomocy wzoru nr 14.

$$M_c = 6\left[1 - \sqrt{1 - 0{,}53}^{\frac{12}{6}}\right] = 6 \cdot 0{,}88 \approx 5 \text{ środków.}$$

Przykład nr 8.

Obliczyć średnią oczekiwaną ilość przechwyconych celów powietrznych dla danych z przykładu nr 6, jeżeli każdy samolot myśliwski może wykonać dwa ataki /nieograniczony czas zwalczania celów powietrznych/.

Rozwiązanie:

$$P_{pa} = 0{,}44 \; ; \quad n_a = 24.$$

$$M_c = 0{,}44 \cdot 24 \approx 10 \text{ celów.}$$

Nie zawsze jednak ilość samolotów myśliwskich jest dwukrotnie lub wielokrotnie większa od ilości środków napadu powietrznego. Bardzo często przewaga ta może być półtorakrotna, nieco mniejsza lub większa a wówczas, obliczenia przy pomocy wzorów 14 i 16 będą utrudnione. Aby przyspieszyć i uprościć proces obliczeń wg powyższych wzorów można spporządzić

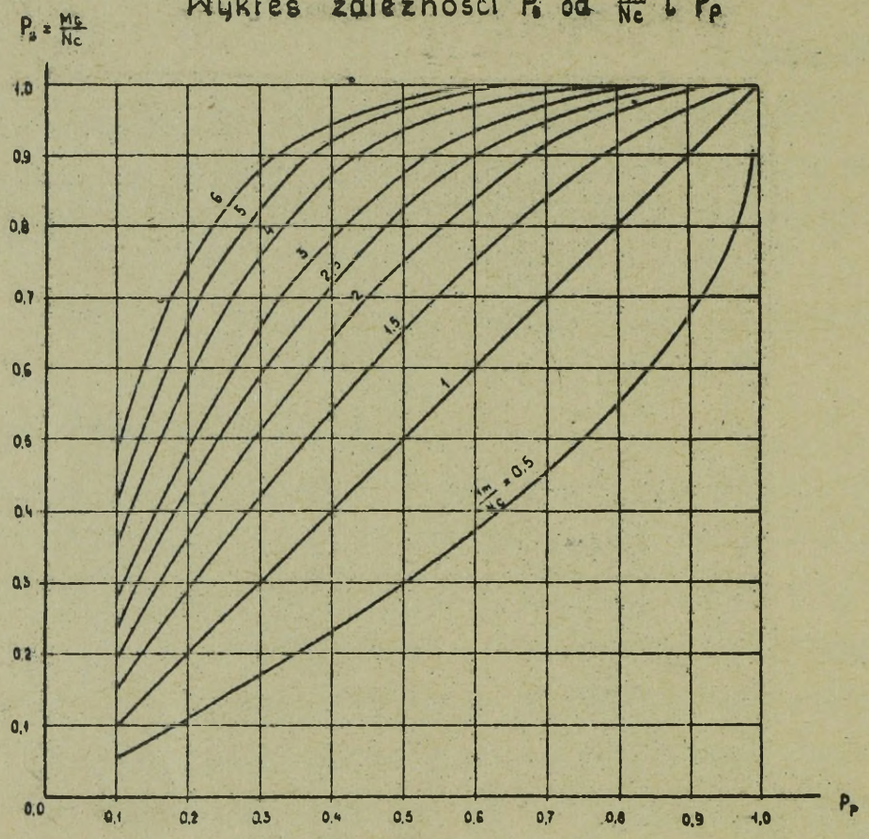
---

wykres pozwalający określić średnie prawdopodobieństwo przechwycenia każdego środka /P_g/, a następnie według wzoru nr 17 obliczyć średnią oczekiwaną ilość przechwyconych środków napadu.

$$M_o = N_o \cdot P_ś \qquad /17/$$

Wykres nr 3.

Wykres zależności $P_ś$ od $\frac{Nm}{Nc}$ i P_p



Rys. nr 5.

Sposób posługiwania się wykresem pokazany jest strzałkami.

Przykład nr 9.

Określić średnią oczekiwaną ilość przechwyconych środków przez 12 samolotów Lim-5, $N_o=5, P_p=0,2$.

Rozwiązanie:
Na wykresie nr 3 odnaleźć $P_ś$, które w danym przypadku wynosi 0,41, a następnie według wzoru nr 17 obliczyć szukaną wartość.

$$M_o = 5 \cdot 0,41 \approx 2 \text{ środki}$$

4. Potrzebna ilość sił lotnictwa myśliwskiego do osiągnięcia nakazanego rezultatu działań.

Znając możliwość przechwytywania celów powietrznych oraz umiejąc określać zawczasu rezultaty działań bojowych IM począwszy od pojedynczego samolotu

myśliwskiego, a skończywszy na wszystkich samolotach jakimi dysponuje dowódca można bez większych trudności określać i obliczać potrzebną ilość sił lotnictwa myśliwskiego do wykonania zadania /zniszczenia odpowiedniej ilości sił przeciwnika w powietrzu/. Jeżeli wiadomo, że:

$$M_o = N_m \cdot P_p \qquad \text{przy} \quad N_o \geqslant N_m$$

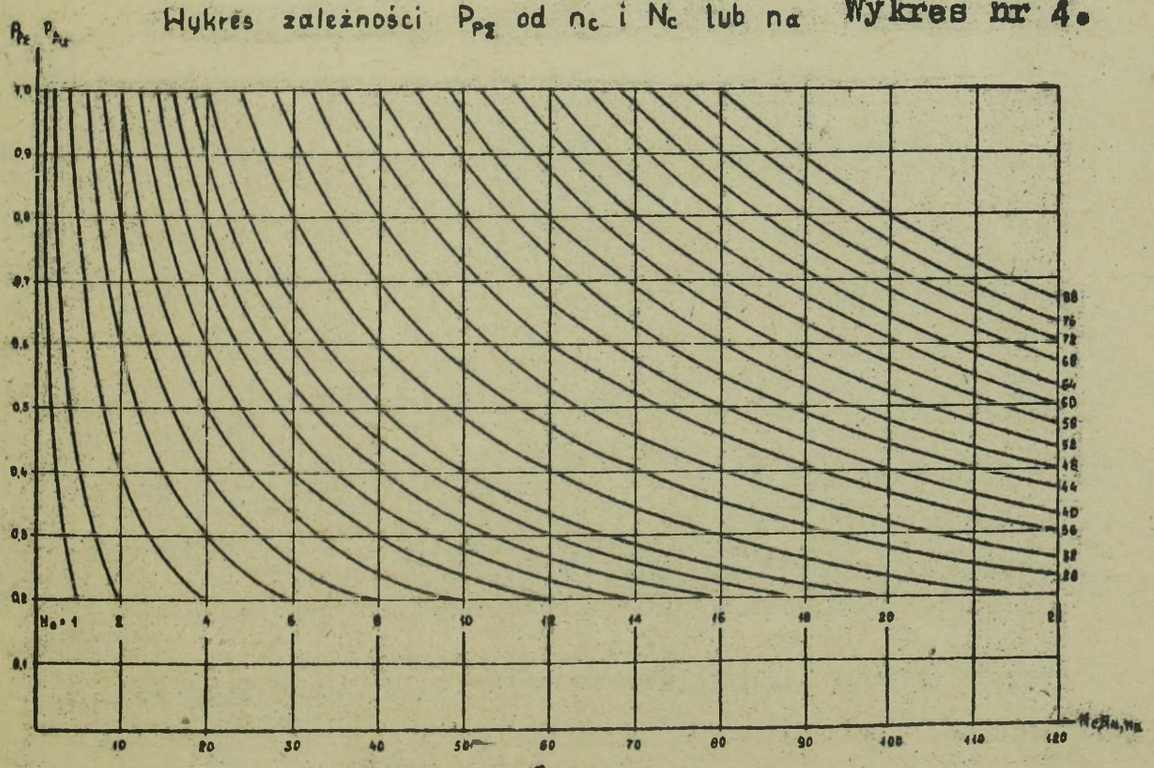
to z przekształcenia wynika, że:

$$N_m = \frac{M_o}{P_p} \qquad /18/$$

/tylko w przypadku, gdy P_p lub $P_{pa} = P_{pz}$/.

Oczywiście, jest to bardzo uproszczone rozwiązanie tego zagadnienia, zasada jednak we wszystkich przypadkach jest ta sama. Ponieważ przy tego rodzaju obliczeniach wykorzystuje się wzory uprzednio rozpatrzone lub ich przekształcenia, to metoda określania potrzebnej ilości sił lotnictwa myśliwskiego będzie pokazana na wykresach nr 2, 3 i 4.

Wykres zależności P_{pz} od n_c i N_c lub na Wykres nr 4.



Rys. nr 6.

Przykład nr 10.

Określić potrzebną ilość sił LM do przechwycenia 20 środków napadu powietrznego przeciwnika, jeżeli wiadomo, że z tej grupy 20 środków wystarczy zniszczyć tylko 80%.

$P_p = 0,5$ i $P_{pa} = 0,4$.

Obliczenia wykonać w dwóch wariantach:

- samoloty myśliwskie wykonują tylko po jednym ataku;
- samoloty myśliwskie wykonują po dwa ataki każdy.

Rozwiązanie:

Określić nakazaną ilość środków do zniszczenia /n_c/

$$n_c = \frac{80 \cdot 20}{100} = 16$$

Odszukać na wykresie nr 4 $P_{p\Sigma}$ według znanych: N_c /na osi poziomej/ i n_c - /krzywa/. Na osi pionowej odczytać $P_{p\Sigma}$. Działanie: $N_c = 20 \rightarrow n_c = 16 \rightarrow P_{p\Sigma} = 0,8$

$P_{p\Sigma} = 0,8$

Następnie na wykresie nr 2 według znanych $P_{p\Sigma}$ i P_p odszukać potrzebną wartość "K", która dla

$P_p = 0,5$ wynosi 2,5

a następnie ilość samolotów myśliwskich według wzoru nr 19.

$$N_m = K \cdot N_c \qquad /19/$$

$N_m = 2,5 \cdot 20 = 50$ samolotów myśliwskich.

dla $P_{pa} = 0,4$ $K = 3,3$;

a stąd $N_m = \frac{3,3 \cdot 20}{2} = 33$ samoloty myśliwskie.

/Cyfra "dwa" w mianowniku oznacza ilość ataków wykonywanych przez każdy samolot myśliwski/.

Przykład nr 11.

Określić potrzebną ilość sił IM do przechwycenia 50% środków napadu powietrznego przeciwnika. Pozostałe dwa wyjściowe jak w przykładzie nr 10.

Rozwiązanie:

dla $P_p = 0,5$ $P_{p\Sigma} = 0,5$ / z wykresu nr 4/

$K = 1$ / z wykresu nr 2/

wówczas $N_m = 1 \cdot 20 = 20$ samolotów myśliwskich ;

dla $P_{pa} = 0,4$ $P_{p\Sigma}$ = bez zmian 0,5

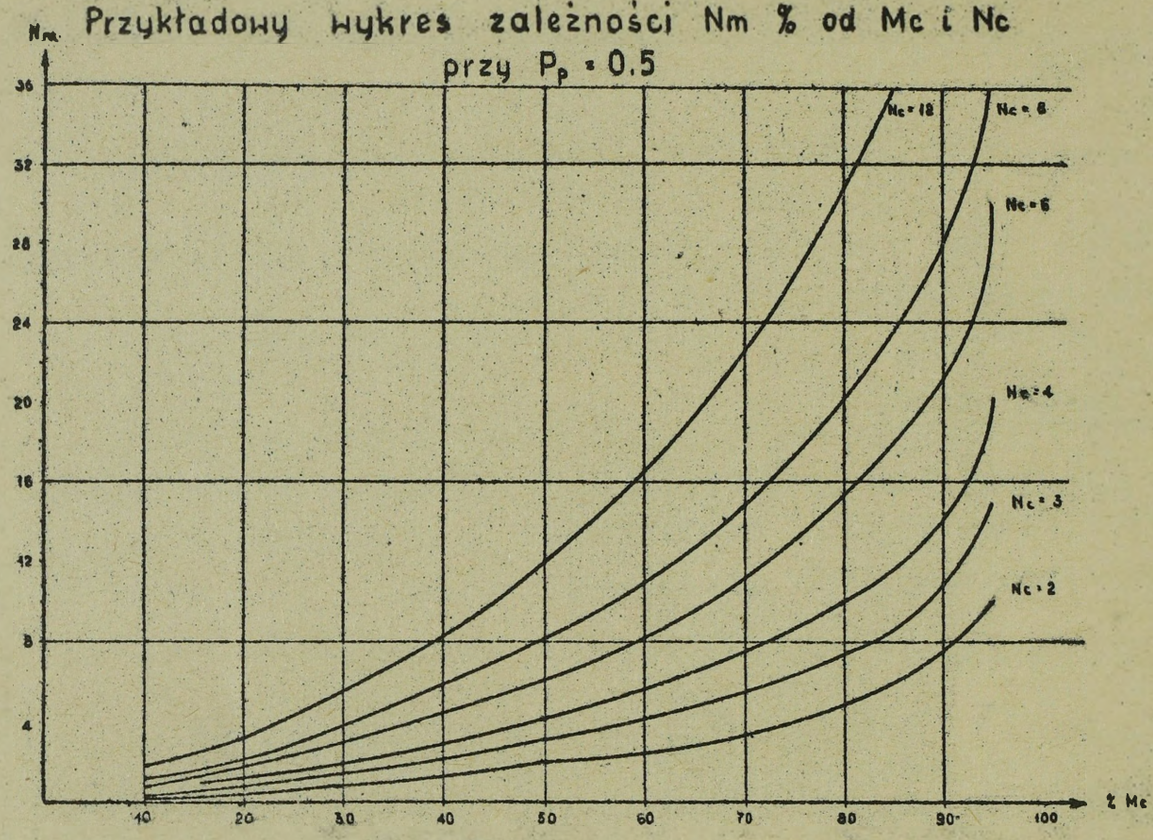
$K = 1,4$

z tego $N_m = \frac{1,4 \cdot 20}{2} = 14$ samolotów myśliwskich.

Z analizy matematycznej potrzebnej ilości sił IM do zniszczenia różnej procentowo ilości sił przeciwnika wynika, że najbardziej racjonalnie wykorzystuje się siły IM wówczas, gdy żądany procent zniszczenia celów powietrznych nie przekracza 70%. Po przekroczeniu tej wartości /70 %/ potrzebna ilość sił IM do wykonania zadania gwałtownie się zwiększa. Na wykresie nr 5 pokazana jest zależność rozchodu sił IM w zależności od ilości środków napadu powietrznego i nakazanego

procentu ich zniszczenia przy jednakowym prawdopodobieństwie każdego samolotu myśliwskiego $P_p = 0,5$.

Wykres nr 5.



Rys. nr 7.

W warunkach działań bojowych, kiedy ilość środków napadu powietrznego znacznie przewyższa ilość sił LM /zmasowany nalot/ lub w okresie planowania i organizacji, do kalkulacji sił LM i określania minimalnej potrzebnej ich ilości można posłużyć się tylko wykresem nr 4.
W tym celu należy znać prawdopodobieństwo przechwycenia środka przez pojedynczy samolot lub grupę samolotów /jeżeli to jest przewidziane w działaniach bojowych/ i ilość sił jakimi dysponuje dana jednostka LM.

Przykład 12.

Określić minimalną potrzebną ilość sił LM do przechwycenia 12 środków napadu powietrznego przeciwnika przy $P_p = 0,5$ i $P_{pa} = 0,4$ /przy odpaleniu rakiety/.

Rozwiązanie przy pomocy wykresu nr 4.

- przy wykonywaniu przez każdy samolot jednego ataku /$P_p = 0,5$/:

$P_{p\Sigma} = 0,5 \longrightarrow n_c = 12 \longrightarrow Nm = 24$ samoloty myśliwskie.

Odpowiedź: do zniszczenia 12 środków powietrznych przeciwnika należy użyć 24 samoloty myśliwskie.

- przy wykonaniu przez każdy samolot dwóch ataków /możliwość przenoszenia ognia na inny środek po uprzednim zniszczeniu środka atakowanego/ obliczenia wykonuje analogicznie;

  $P_{pa} = 0,4 \longrightarrow n_c = 12 \longrightarrow n_a = 30$

  Nm = 30 : 2 = 15 samolotów myśliwskich;

- przy założeniu, że tylko 50% środków może być atakowana z przenoszeniem ognia, a druga połowa bez przenoszenia ognia, tj. do każdego środka w jednym ataku będą odpalane dwie rakiety, wówczas:

  do przechwycenia 6 środków z $P_p=0,5$

  $N_m = 12$ samolotów myśliwskich

  i do przechwycenia pozostałych 6 środków

  z $P_p = 0,4$

  $n_{at} = 15$

  $N_m = 8$

  Razem na wykonanie tego zadania potrzeba 20 samolotów myśliwskich.

Stąd wniosek, że najmniejsza ilość sił do wykonania tego zadania /15 samolotów/ będzie potrzebna przy założonej możliwości przenoszenia ognia / w tym wariancie czas wykonania zadania jest największy, ponieważ samoloty będą dwukrotnie naprowadzane na cele powietrzne.

Natomiast największa ilość sił /24 samoloty/ w wariancie bez przenoszenia ognia. Wariant pośredni /20 samolotów/, gdy część samolotów myśliwskich wykonuje zadanie z przenoszeniem ognia, a część wykonuje swoje zadanie w jednym pierwszym ataku.

2.3. Wskaźniki przestrzenne.

Wskaźniki przestrzenne określają położenie rubieży i wymiary strefy oddziaływania bojowego lotnictwa myśliwskiego w granicach których obliczony uprzednio rezultat /średni oczekiwany rezultat działań/ może być osiągnięty. Wartość tych wskaźników oblicza się przy wykorzystaniu danych i wskaźników innych grup, np: działania przeciwnika /V_c, H_c, profile lotu, głębokość ugrupowania nalotu itp./, probabilistycznych /typy własnych samolotów myśliwskich, składy grup, ich V i H lotu/ oraz czasowych.

Do podstawowych wskaźników przestrzennych zalicza się :

- odległości i zasięgi działania środków zaangażowanych w przechwyceniu;
- położenie potrzebnych rubieży wprowadzenia do walki lotnictwa myśliwskiego;
- położenie możliwych rubieży wprowadzenia do walki lotnictwa myśliwskiego;
- głębokość strefy oddziaływania bojowego lotnictwa myśliwskiego;
- położenie potrzebnych rubieży rozmieszczenia stacji radiolokacyjnych;
- położenie stref dyżurowania w stosunku do rubieży wprowadzenia do walki LM i inne.

1. Odległości i zasięgi działania środków zaangażowanych w przechwyceniu.

Do środków biorących udział w przechwyceniu celów powietrznych przez LM zalicza się: samoloty myśliwskie, radiolokacyjne stacje wykrywania i naprowadzania oraz naziemne radiostacje korespondencyjne do przekazywania komend naprowadzania samolotom znajdującym się

w powietrzu. Zasięg skutecznego działania IM jest zależny od zasięgu wykrywania celów powietrznych przez naziemne RLS oraz od zasięgu łączności radiowej z naprowadzanymi samolotami.

Praktyczny zasięg działania samolotu myśliwskiego lub grupy samolotów myśliwskich limitowany jest taktycznym promieniem ich działania, a przy możliwościach lądowania IM po wykonaniu zadania na innym lotnisku, zasięg ten znacznie się zwiększa.

Taktyczny promień działania /R_T/ samolotu myśliwskiego oblicza się według ideowego wzoru:

$$R_T = \frac{Q_p - /Q_z + Q_H + Q_{zn} + Q_{w.p}/}{2q} + \frac{S_H + S_{zn}}{2}$$

gdzie:

Q_p - łączny zapas paliwa samolotu myśliwskiego na cały lot w [kg];

Q_z - paliwo używane na ziemi do wystartowania włącznie;

G_H - paliwo używane podczas nabierania nakazanej wysokości lotu;

Q_{zn} - paliwo zużywane podczas zniżania, lotu po okręgu i lądowania;

$Q_{w,p}$ - paliwo zużywane w czasie prowadzenia walki powietrznej;

q - kilometrowy rozchód paliwa;

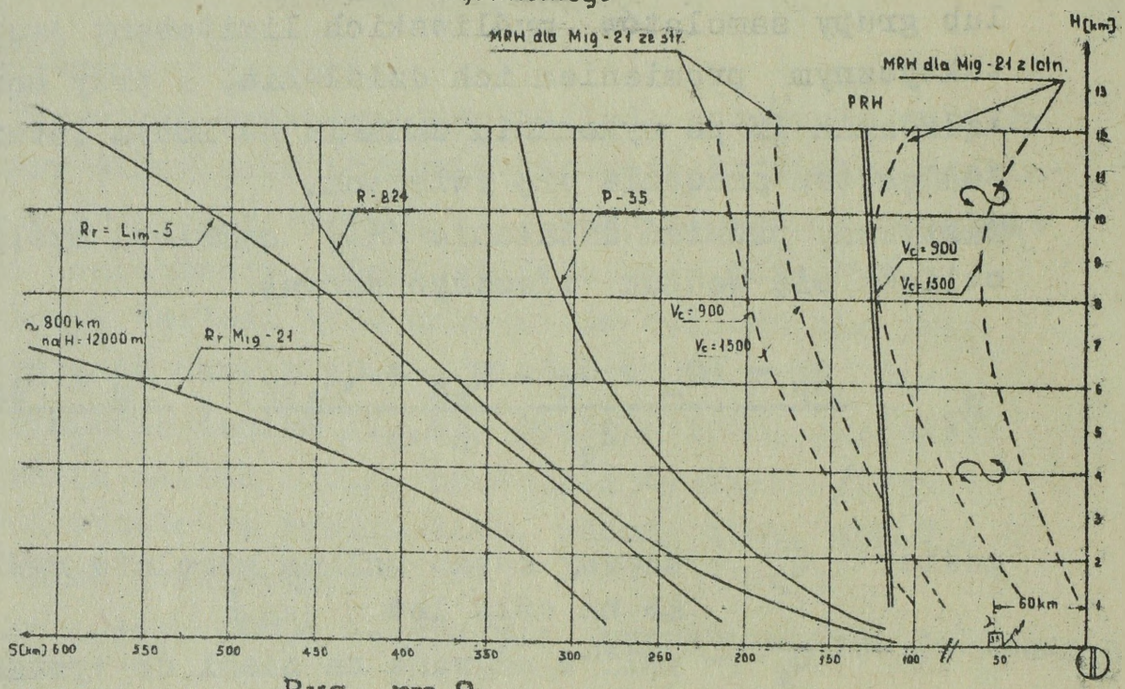
S_H i S_{zn} - droga przebyta przez samolot myśliwski podczas nabierania wysokości i zniżania się /tylko w przypadku kiedy te elementy lotu odbywają się na trasie lotu na przechwycenie/.

Wartości poszczególnych składowych wzorów nr 20 w zależności od typu samolotu i reżimu lotu na przechwycenie zawarte są w instrukcjach zasięgu i długotrwałości lotu samolotów myśliwskich. Ponadto dla różnych wariantów lotu mogą być wprowadzane do wzoru inne dodatkowe dane.

Na wykresie nr 6 przedstawione są średnie wartości zasięgu działania samolotów myśliwskich i środków naprowadzania.

Wykres nr 6.

Wartości podstawowych wskaźników przestrzennych lotnictwa myśliwskiego



Rys. nr 8.

Z wykresu wynika, że zasięg działania samolotu myśliwskiego jest prawie dwukrotnie większy od zasięgu radiotechnicznych środków naprowadzania, a na wysokościach małych różnica ta jest jeszcze większa. Ta i szereg innych okoliczności z tym związanych w niektórych sytuacjach / o czym napisane jest dalej/ znacznie ograniczają zasięg działania współczesnego IM.

2. Położenie potrzebnych rubieży wprowadzenia do walki IM.

Położenie potrzebnych rubieży wprowadzenia do walki IM powinno zapewniać bezpieczeństwo osłanianych obiektów przed rażeniem ich przez środki napadu powietrznego przeciwnika, to znaczy, rubieże te powinny być oddalone na taką odległość od osłanianych obiektów, która zapewnia lotnictwu myśliwskiemu zniszczenie tych środków przed wykonaniem przez nich zadania /zrzutu bomb lub odpaleniu rakiet/. Położenie tej rubieży w stosunku do osłanianego obiektu oblicza się według wzoru:

$$\Delta S'_{PRW} = \frac{a + d - d_o}{m - 1} + d + A + R_b \qquad /21/$$

gdzie:

a - wartość liniowa błędu, powstałego w procesie naprowadzania;

d - nakazana odległość myśliwca do celu na wyjściowej pozycji do ataku;

d_o - odległość odpalenia rakiet lub otwarcia ognia;

m - stosunek prędkości lotu myśliwca do prędkości lotu celu;

A - donośność bomby lub jej nosiciela po uprzednim jego zestrzeleniu przez samolot myśliwski;

R_b - promień rażenia osłanianego obiektu środkiem jądrowym /uwzględnia się tylko w działaniach bojowych przy stosowaniu tej broni/.

Położenie tej rubieży w stosunku do osłanianych obiektów określa się zazwyczaj na szczeblach Związek taktyczny - Armia Lotnicza, gdzie rubieże te oblicza się dla każdego oddziału IM oddzielnie lecz jedną /niekiedy więcej/ dla wszystkich oddziałów broniących danego rejonu. W przypadku, gdy takiej rubieży dowódca oddziału nie otrzyma w zadaniu, wówczas posługując się wzorem nr 21 oblicza ją samodzielnie. Jednak w tym wypadku dowódca oddziału powinien otrzymać w zadaniu miejsce znajdowania się obiektów osłony.

Znając położenie potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki IM w stosunku do osłanianego obiektu dowódca oddziału powinien określić odległość tej rubieży w stosunku do własnego lotniska /lotnisk/. Obliczenie tej odległości jest niezbędne do określenia czasu wyjścia samolotu myśliwskiego na tę rubież. Odległość PRW od lotniska lub strefy dyżurowania przy trasie lotu samolotu myśliwskiego prostopadłej do tej rubieży oblicza się:

$$S_{PRW} = \Delta S_{PRW} + S_{ob} \qquad /22/$$

gdzie:

S_{ob} - odległość od lotniska lub strefy dyżurowania do obiektu osłony.

Jeżeli trasa lotu na przechwycenie przecina PRW pod kątem większym lub mniejszym niż 90^{o}, wówczas:

$$S_{PRW_1} = \frac{S_{PRW}}{\cos \varphi} \qquad /23/$$

gdzie:

φ - kąt zawarty pomiędzy osią trasy lotu na przechwycenie po S_{PRW}, a S_{PRW_1}.

Obliczeń tych można nie wykonywać, jeżeli sytuacja jest przedstawiona na mapie, wówczas wystarczy szukane odległości odczytać z mapy.

Jeżeli w rejonie obrony obiekty podlegające osłonie są urzutowane na znacznej głębokości, lub gdy istnieje możliwość nalotu przeciwnika z kilku kierunków, wówczas oblicza się więcej niż jedną potrzebną rubież wprowadzenia do walki.

3. Położenie możliwych rubieży wprowadzenia do walki lotnictwa myśliwskiego.

Położenie możliwej rubieży wprowadzenia do walki IM charakteryzuje odległość na jakiej może być wprowadzone do walki IM w stosunku do lotniska startu lub strefy dyżurowania w powietrzu w zależności od V_c, H_c, V_m i położenia rubieży wykrycia celu.

Przy założeniu, że cel będzie wykonywał lot w kierunku na lotnisko startu lotnictwa myśliwskiego lub środek strefy dyżurowania w powietrzu odległość tej rubieży można obliczyć ze wzoru:

$$S_w = \frac{D - V_c\,(t_z + t_m) + n\,S_H + d}{1 + n} \qquad /24/$$

Przy zbliżaniu się z celem na kursach przeciwnych oraz

$$S_{w1} = \frac{D - V_c\,t_z + n\,S_H - d}{1 - n}, \qquad /25/$$

gdy zbliżenie z celem odbywa się w czasie pościgu /na dopędzaniu/.

Porównanie położenia potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki z możliwą pozwala określić sposób działań bojowych. Warunkiem przechwytywania celów powietrznych z położenia dyżurowania na lotnisku jest:

$$S_{PRW} < S_w$$

Gdy z porównania tych wartości wynika, że $S_{PRW} > S_w$, wówczas wprowadzenie IM do walki na potrzebnej rubieży jest niemożliwe z położenia dyżurowania na lotnisku. Przy koniecznym wprowadzeniu myśliwców do walki na rubieży potrzebnej, należy stosować sposób przechwytywania z położenia dyżurowania w powietrzu. Ponieważ przy obliczeniach S_{PRW} i S_w nie można założyć jednakowych danych dotyczących taktyki działań przeciwnika /V_c, H_c/, /zmiana tych wartości pociąga za sobą zmianę pozostałych parametrów wzorów 21, 24 i 25, jak też i końcowych rezultatów obliczeń/ koniecznym jest wykonanie szeregu obliczeń dla najbardziej prawdopodobnych wysokości i prędkości lotu celów.

Najbardziej poglądowa forma przedstawienia danych z obliczeń pokazana jest przykładowo na wykresie nr 6. Ponadto, ażeby uniknąć zbyt dużej ilości obliczeń, wystarczy założyć dwie granice prędkości lotu celu /minimalną i maksymalną/ oraz 5 - 6 wysokości lotu celu. Położenie możliwych rubieży wprowadzenia do walki IM przy innych prędkościach lotu celu będą się

znajdowały pomiędzy tymi dwiema. W takiej formie przedstawione potrzebne i możliwe rubieże wprowadzenia do walki IM, z uwzględnieniem rozmieszczenia środków wykrywania i naprowadzania w sposób obrazowy wykazują ograniczenia w odległości działania IM i potrzebę zastosowania tego lub innego sposobu działań bojowych. W Z wykresu nr 6 wynika, że w warunkach kiedy RLS nie może bazować na większej odległości od lotniska startu myśliwców niż 60 km /sytuacja taka będzie miała miejsce w systemie frontowym, a także i w systemie OPK w strefach przygranicznych lub nadmorskich/ , to przy położeniu potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki IM, w odległości 110 km od lotniska /jak na wykresie/ podstawowym sposobem działań bojowych IM musi być dyżurowanie w powietrzu.

4. Położenie stref dyżurowania w stosunku do potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki IM.

Położenie strefy dyżurowania w powietrzu powinno zapewniać wprowadzenie dyżurujących w niej samolotów myśliwskich do walki na rubieży potrzebnej. Warunkiem wprowadzenia do walki samolotu myśliwskiego na rubieży potrzebnej ze strefy dyżurowania jest równość czasów $t_c = t_{myśl.}$ /t_c - czas lotu celu od rubieży wykrycia do rubieży wprowadzenia do walki samolotu myśliwskiego, $t_{myśl.}$ - czas wyjścia samolotu myśliwskiego ze strefy dyżurowania na tę rubież z uwzględnieniem czasu pasywnego/. Odległość środka strefy dyżurowania /S_{str}/ od potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki można obliczyć ze wzoru:

$$S_{str} = m \cdot D_{wykr} - V_m / t_m + t_{pas} / \qquad /26/$$

gdzie:

$$M = \frac{V_m}{V_c};$$

D_{wykr} - odległość rubieży wykrycia na wysokości lotu celu do rubieży wprowadzenia do walki IM;

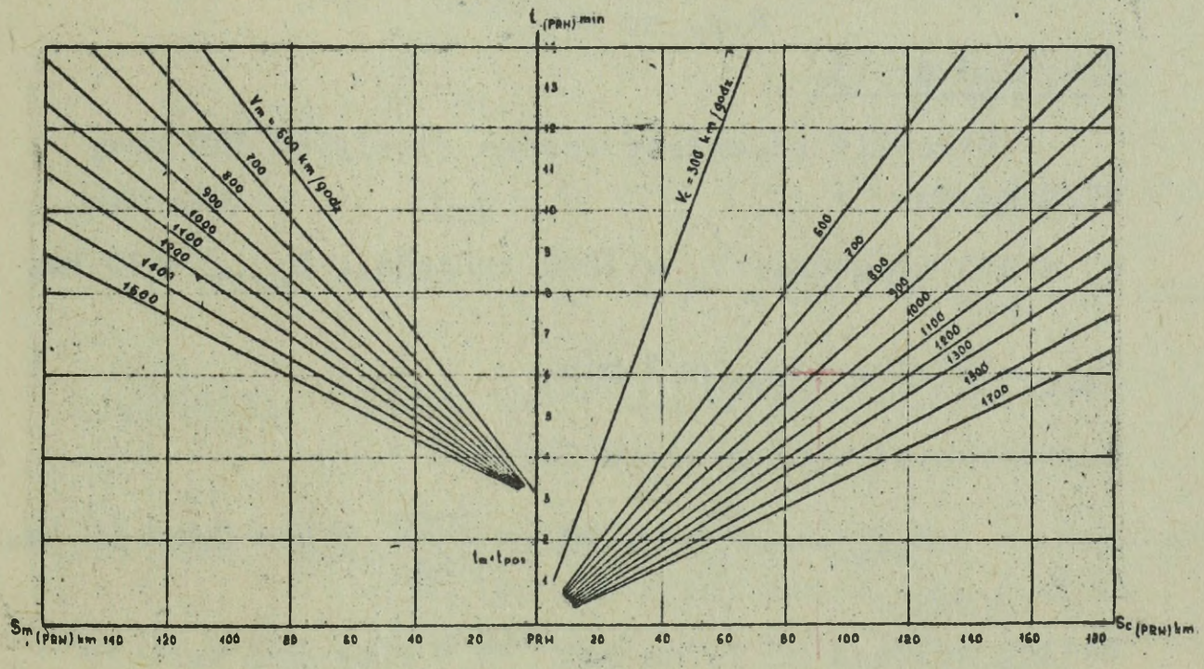
t_{man} - czas trwania manewru samolotu myśliwskiego przy wyjściu ze strefy i przy zajściu w tylną półsferę celu;

t_{pas} - czas trwania obiegu informacji, powzięcia decyzji i przekazania komendy na wyjście ze strefy.

Odległość tę można obliczać przy pomocy wykresu nr 7.

Wykres nr 7.

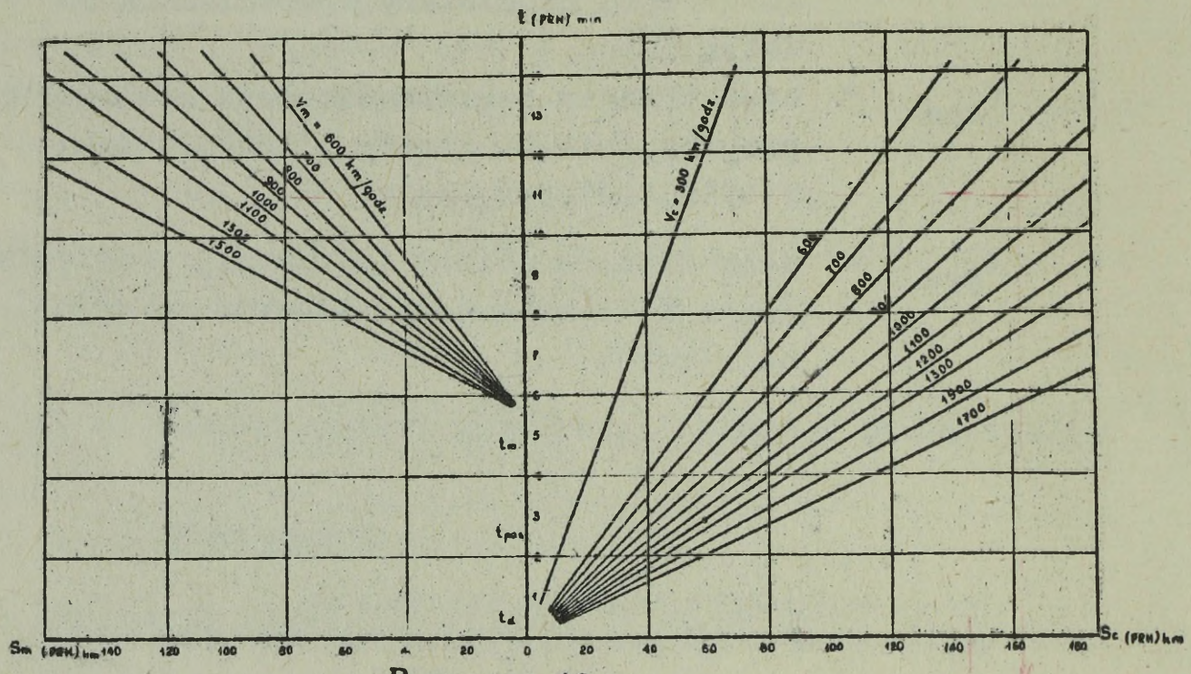
Wykres do określania możliwości wprowadzenia LM do walki na rubieży potrzebnej z położenia dyżurowania w powietrzu



Rys. nr 9.

Wykres nr 8.

Wykres do określania możliwości wprowadzenia do walki I.M na rubieży potrzebnej z położenia dyżurowania na lotniskach.



Rys. nr 10.

Przykład nr 13.

Określić odległość środka strefy od PRW przy wiadomych:

V_c = 900 km/godz., V_m = 1000 km/godz., D_{wykr} = 90 km.

t_{man} = 2 min, t_{pas} = 1 min.

Rozwiązanie: według wzoru 26.

$$S_{str} = \frac{10}{9} \cdot 90 - \frac{1000}{60} / 2 + 1/ = 50 \text{ km.}$$

Według wykresu nr 7: na osi "S_c" odszukać wartość równą D_{wykr} i pociągnąć prostą równoległą do osi "t" do punktu przecięcia się z V_c na osi t_{PRW} odczytać czas przybycia celu na PRW. Dalej przedłużyć prostą do punktu przecięcia się jej z prostą V_m i na osi poziomej $S_{m/PRW/}$ odczytać S_{str}.

D_{wykr} = 90 $\longrightarrow$ V_c = 900 $\longrightarrow$ V_m = 1000 $\rightarrow$ $S_{m/PRW/}$ = S_{str} = 50 km.

A więc wynik taki sam - S_{str} = 50km.

Przy pomocy tego wykresu można także określić potrzebną rubież wykrycia celu przy wiadomym położeniu strefy dyżurowania względnie moment podania komendy samolotom myśliwskim na wyjście ze strefy, ażeby wprowadzenie do walki odbyło się na rubieży potrzebnej.

Przykład nr 14.

Określić czas momentu wyjścia samolotów myśliwskich ze strefy dyżurowania na potrzebną rubież wprowadzenia do walki dla danych:

S_{str} = 40 km / w stosunku do PRW/

V_m = 800 km/godz.

V_c = 600 km/godz.

$S_{c/PRW}$ = 60 km.

Rozwiązanie: $S_{PRW} = 40 \longrightarrow V_m = 800 \longrightarrow T_{PRW} = 6$ min.

$S_c = 60 \longrightarrow V_c = 600 \longrightarrow T_{PRW} = 6$ min.

Odpowiedź: wyjście natychmiast, spotkanie na PRW po 6 minutach.

Przykład nr 15. Wszystkie dane wyjściowe jak w przykładzie nr 14, za wyjątkiem $S_{c/PRW}$, która w tym Przykładzie wynosi 100 km.

Rozwiązanie: samoloty myśliwskie wchodzą na rubież po 6 minutach, cel natomiast wchodzi na rubież po 10 min. Momentem wyjścia myśliwców ze strefy będzie warunek, kiedy cel znajdzie się w odległości od PRW równej 60 km.

Wykres nr 7 pozwala określić w prosty sposób maksymalnie oddaloną rubież wprowadzenia do walki IM ze strefy dyżurowania. Położenie tej rubieży w stosunku do rubieży wykrycia celu powietrznego w zależności od jego prędkości lotu kształtuje się:

przy V_c = 1200 km/godz. - 60 km.

przy V_c = 1500 km/godz. - 75 km.

przy V_c - 900 km/godz.- 45 km.

Miejscem środka strefy dyżurowania w tym przypadku jest rubież wprowadzenia do walki LM, a czas pasywny i czas manewru łącznie nie powinien przekraczać 3 minuty.

5. Położenie potrzebnych rubieżyrozmieszczenia naziemnych stacji radiolokacyjnych.

Położenie potrzebnych rubieży /lub określenie miejsca bazowania/ radiolokacyjnych stacji wykrywania i naprowadzania LM określa się wówczas, jeżeli w rejonie obrony powietrznej znane są miejsca znajdowania się obiektów osłony oraz położenie w stosunku do nich potrzebnych rubieży wprowadzenia do walki LM.

Rubież tę można określić przy pomocy wykresów 7 i 8.

Przykład nr 16.

Określić rubież rozmieszczenia naziemnych RLS w stosunku do potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki LM dla warunków:

- odległość bazowania LM w stosunku do PRW = 80 km /S $S_{m_{PRW}}$/ ;
- ze strefy dyżurowania S m_{PRW} = 40 km;
- średnia prędkość lotu samolotu myśliwskiego podczas wyjścia na PRW wynosi: V_m= 900 km/godz;
- średnia prędkość lotu celu: V_c = 900 km/godz.;
- zasięg wykrycia RLS ÷ S_{RLS} = 130 km/P-35 na H_c = 2000 m/.

Rozwiązanie:

a/ podczas przechwytywania z położenia dyżurowania na lotnisku z gotowości 1 / z wykresu nr 8/:

$Sm_{PRW} = 80 \longrightarrow V_m = 900 \longrightarrow V_c = 900 \longrightarrow S_{cPRW} =$

$= Swykr_{PRW} = 165$ km, skąd położenie rubieży rozmieszczenia RIS w stosunku do PRW /ΔS_{RLS}/ wynosi:

$$\Delta S_{RLS} = S_{RLS} - S_{wykrPRW}$$

$$\Delta S_{RLS} = 130 - 165 = -35 \text{ km}$$

Odpowiedź: rubież rozmieszczenia RIS znajduje się 35 km przed PRW.

b/ Podczas przechwytywania z położenia dyżurowania w strefie / z wykresu nr 7/:

$$Sm_{PRW} = 40 \longrightarrow V_m = 900 \longrightarrow V_c = 900$$

$$\longrightarrow Sc_{PRW} = Swykr_{PRW} = 86 \text{ km.}$$

$$\Delta S_{RLS} = 130 - 86 = 46 \text{ km.}$$

Odpowiedź: rubież rozmieszczenia RIS w tym wypadku znajduje się w odległości 46 km za PRW tj: w miejscu nad którym znajduje się strefa dyżurowania LM.

Kalkulację tego rodzaju należy przeprowadzać, biorąc za podstawę przede wszystkim oczekiwane wysokości lotu celów powietrznych. Tego rodzaju obliczenia i kalkulacje wykonuje się przeważnie w okresie organizacji działań bojowych. Mają one na celu organizację takiego pola wykrywania, które zapewniałoby wprowadzenie do walki LM na rubieżach potrzebnych.

6. Głębokość strefy oddziaływania bojowego LM.

Pod pojęciem strefy oddziaływania bojowego LM należy rozumieć przestrzeń wewnątrz której dany cel powietrzny może być przez to lotnictwo zwalczany. Granice tej strefy są ograniczone promieniem działania samolotów myśliwskich /przy konieczności lądowania na lotnisku startu/, zasięgiem radiolokacyjnego pola wykrywania i naprowadzania oraz zasięgiem łączności radiowej.

Biorąc pod uwagę powyższe ograniczenia, przednia granica strefy oddziaływania bojowego LM będzie możliwa rubież wprowadzenia do walki LM zależna od konkretnego systemu wykrywania i naprowadzania oraz warunków działań bojowych środków napadu powietrznego przeciwnika /V_c, H_c/.

Rubież tę określa się według wzoru nr 24 i 25. Końcową rubież oddziaływania bojowego LM jest z zasady tylna granica danego rejonu obrony powietrznej. Jeżeli tylna granica, rejonu obrony powietrznej nie jest wyznaczona to końcowa rubież oddziaływania bojowego LM wyznacza taktyczny promień działania samolotów myśliwskich bazujących najdalej od potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki. Przestrzeń zawarta pomiędzy tymi rubieżami nazywa się strefą oddziaływania bojowego LM /Lo.b./. Strefa oddziaływania bojowego nie powinna być mniejsza od pola naprowadzania i z zasady powinna się pokrywać z granicami bronionego przez związek LM rejonu.

Pole naprowadzania w rejonie obrony powietrznej składa się z pól poszczególnych punktów naprowadzania LM. Pola naprowadzania sąsiednich punktów naprowadzania zazwyczaj zazębiają się ze sobą. Największy procent zazębienia się pól naprowadzania sąsiednich punktów naprowadzania jest na wysokościach maksymalnego zasięgu wykrywania naziemnych RLS. Głębokość pola naprowadzania /L_{PN}/ jednego punktu naprowadzania nie jest wielkością stałą i zależy od wysokości działań lotnictwa nieprzyjaciela przeciwnika. Wielkość tę dla każdej wysokości określa

się przy pomocy wzoru:

$$L_{PN} = 2 S_{RLS} - V_c / t_{sk} + t_m /; \qquad /27/$$

gdzie: t_{sk} - czas skorygowania kursu celu i samolotu myśliwskiego do punktu rozpoczęcia manewru przy działaniach z położenia dyżurowania w powietrzu/;

t_m - czas trwania manewru samolotu myśliwskiego /wyjście ze strefy i zajście w tylną półsferę celu/.

Położenie najbliższej rubieży wprowadzenia do walki IM w stosunku do rubieży wykrycia celu przez naziemną RLS określa drugi wyraz wzoru 27: $V_c / t_{sk} + t_m /$.

Położenie dalszych rubieży wprowadzenia do walki IM przy naprowadzaniu jednego PN określa droga, jaką przebywa cel w czasie cyklu naprowadzania $/t_{cn}/$:

$$\Delta S_w = V_c \cdot t_{cn} \qquad /28/$$

Wzór 28 jest słuszny w przypadku, kiedy PN wyczerpuje możliwości jednoczesnego naprowadzania dla wyprowadzenia samolotów myśliwskich do walki na rubieży pierwszej, najbliższej rubieży wykrycia celów. Jeżeli możliwości jednoczesnych naprowadzeń przy wyprowadzeniu LM na pierwszej rubieży nie są całkowicie wyczerpane /bardziej typowy przypadek/ wówczas minimalną odległość pomiędzy poprzednią rubieżą, a kolejną określa droga przebyta przez cel w czasie ataku samolotu myśliwskiego $/\Delta S_{w1}/$:

$$\Delta S_{w1} = \frac{/D_p - d_o/V_c}{V_m - V_c} + t_o \cdot V_c \qquad /29/$$

gdzie: ΔSw - droga przebyta przez cel w czasie jednego ataku samolotu myśliwskiego /grupy/;

D_p - odległość wykrycia celu przez pilota;

d_c - odległość odpalenia rakiet /otwarcia ognia/;

t_o - czas obserwacji celu na czas lotu rakiety /czas prowadzenia ognia/.

Uwaga: określanie położeń rubieży według wzorów 28 i 29 jest słuszne przy oddziaływaniu kilku grup samolotów myśliwskich na ten sam cel.

Znajomość odległości pomiędzy poszczególnymi rubieżami wprowadzenia do walki LM oraz głębokości danego pola naprowadzania pozwala określić możliwą ilość tych rubieży dla każdego PN

$$N_{RWW} = \frac{l_{PN}}{\Delta S_w}; \qquad /30/$$

gdzie: N_{RWW} - możliwa ilość rubieży wprowadzenia do walki LM w granicach pola naprowadzania danego PN,

ΔS_w - odległość pomiędzy poszczególnymi rubieżami wprowadzenia do walki LM.

2.4. Wskaźniki czasowe.

2.4.1. Wskaźniki czasowe określają czas w jakim obliczony lub nakazany rezultat działań może być osiągnięty. Wartość tych wskaźników określa się w ścisłym powiązaniu i wykorzystaniu wskaźników charakteryzujących taktykę działań przeciwnika powietrznego, propabilistycznych i przestrzennych. Wskaźniki czasowe charakteryzują także intensywność działań LM.
Do podstawowych wskaźników zalicza się:

- czas wprowadzenia do walki pojedynczego samolotu myśliwskiego, grupy lub oddziału;
- możliwą ilość naprowadzeń LM w czasie nalotu przeciwnika z uwzględnieniem metod teorii masowej obsługi;
- czas trwania ciągłego dyżurowania w powietrzu /patrolowania/ LM;
- czas startu samolotu /grupy/, pododdziału i oddziału z różnych stopni gotowości bojowej;

- potrzebną ilość sił i lotnictwa myśliwskiego w poszczególnych stopniach gotowości w zależności od intensywności działań bojowych.

1. Czas wprowadzenia do walki pojedynczego samolotu myśliwskiego, grupy lub oddziału na jednej rubieży.

Czas wprowadzenia IM do walki na potrzebnej rubieży zależy przede wszystkim od taktyczno- technicznych danych samolotów myśliwskich /V_m , V_y itp/, odległości IM do rubieży wprowadzenia do walki, głębokości radiolokacyjnego pola i czasu obiegu informacji oraz przepustowości systemu naprowadzania /nie dotyczy pojedynczych przypadków/. Czas ten /T_{PRW}/ dla pojedynczego samolotu myśliwskiego lub jednej grupy samolotów myśliwskich wynosi:

$$T_{PRW} = \frac{S_{PRW}}{V_m} + t_{\Sigma} + t_m \qquad /31/$$

gdzie: $t_{\Sigma} = t_{pas} + t_H$ /min./;

t_m - czas wykonania manewru przez samolot myśliwski na rubieży wprowadzenia do walki /podczas przechwytywania ze strefy dyżurowania t_m powinien uwzględniać także czas wykonania manewru w celu wyjścia ze strefy dyżurowania/.

Czas wprowadzenia do walki samolotu myśliwskiego lub grupy, określić można przy pomocy wykresów nr 8 / z położenia dyżurowania na lotnisku/ i nr 7 / z położenia dyżurowania w powietrzu/, wykorzystując w tym celu tylko lewą stronę tych wykresów.
Minimalny czas wprowadzenia do walki różnej ilości oddzielnych samolotów myśliwskich /grup/ na tejże rubieży liczony od momentu wykrycia pierwszego celu określa się przy pomocy wzoru:

$$T_{PRW_{gr}} = \frac{N_{gr} \cdot t_{cn}}{n_{jn}} + /T_{PRW} - t_{cn}/ \qquad /32/$$

gdzie: N_{gr} - ilość samolotów myśliwskich lub grup /podczas działania grupami/;

t_{on} - średni czas trwania cyklu naprowadzania jednego samolotu myśliwskiego lub grupy;

n_{jn} - ilość jednoczesnych naprowadzeń na rozpatrywanej rubieży.

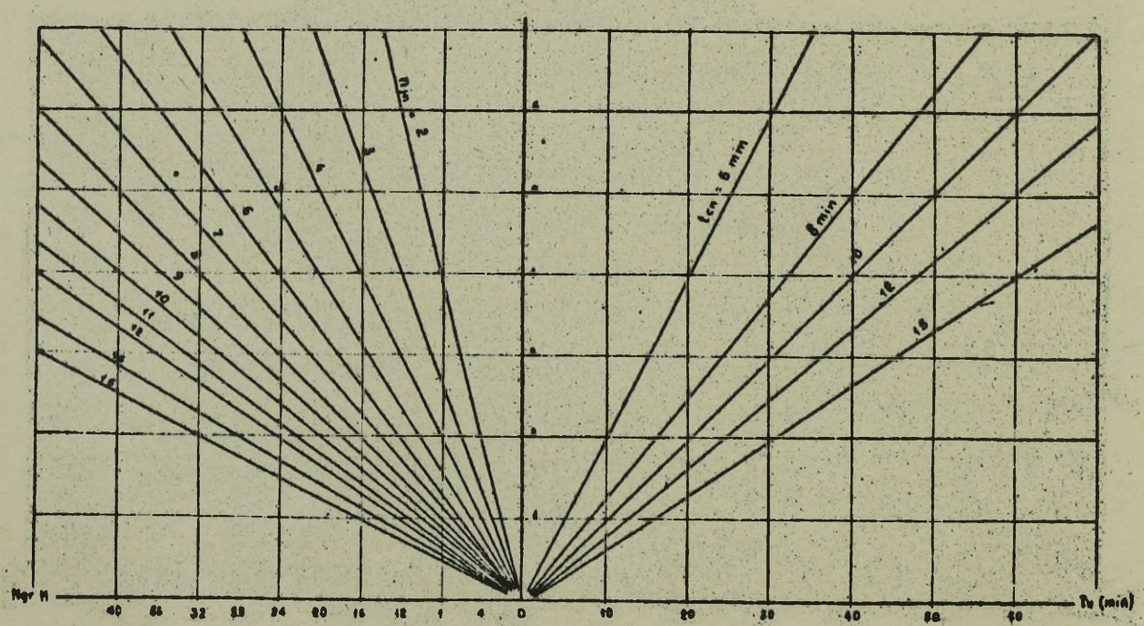
Minimalny czas wprowadzenia do walki określonej ilości LM w strefie naprowadzania dla dowolnego punktu naprowadzania lub kilku punktów naprowadzania oblicza się za wzoru:

$$T_{ww} = \frac{N_{gr} \cdot t_{on}}{n_{jn}} \qquad /33/$$

Obliczenia te można wykonywać także posługując się wykresem nr 9, który przedstawia zależność wzoru nr 33.

Wykres nr 9.

Wykres do określania czasu wprowadzenia do walki LM w zależności od n_{jn}, t_{on} i N_{gr}



Rys. nr 11.

Przykład nr 17.

Obliczyć czas wprowadzenia do walki 24 samolotów myśliwskich działających parami, jeżeli wiadomo, że t_{cn} = 10 min, a n_{jn} = 4.

Rozwiązanie według wzoru nr 33:

$$T_{ww} = \frac{\frac{24}{2} \cdot 10}{4} = 30 \text{ minut.}$$

Rozwiązanie przy pomocy wykresu nr 9:

$$N_{gr} = \frac{24}{2} = 12 \rightarrow n_{jn} = 4 \rightarrow t_{cn} = 10 \text{ min} \rightarrow T_{ww} = 30 \text{ min.}$$

Według wykresu tego można określić także możliwą ilość grup lotnictwa myśliwskiego, jaka może być wprowadzona w pewnym okresie czasu, np: w okresie przelotu środków napadu powietrznego przeciwnika przez rubież wprowadzenia do walki. W tym wypadku czynności wykonuje się w kolejności odwrotnej jak w przykładzie nr 17.

Niekiedy przy obliczeniach czasu wprowadzenia do walki, szczególnie na szczeblach związków LM osłaniających rejon o pewnych rozmiarach, określa się ilość punktów naprowadzania mogących wziąć udział w naprowadzaniu. Szczególnego znaczenia problem ten nabiera przy dużych szerokościach rejonu obrony /B/ i przewidywanym nalocie przeciwnika na wąskim froncie.
Ilość punktów naprowadzania, które mogą być wykorzystane do naprowadzania LM przy nalocie przeciwnika na wąskim froncie /n_{PN}/ można określić z wzoru:

$$n_{PN} = \frac{N_{PN} / 2 \cdot R_n + b_{nal}/}{B}; \qquad /34/$$

gdzie: N_{PN} - ogólna ilość punktów naprowadzania rozmieszczona równomiernie na całej szerokości bronionego rejonu;

R_n - promień naprowadzania IM z jednego punktu naprowadzania;

b_{nal} - szerokość frontu nalotu przeciwnika;

B - szerokość bronionego frontu przez dany związek IM.

Przykład nr 18.

Obliczyć czas wprowadzenia do walki 40 samolotów działających parami, jeżeli wiadomo, że przeciwnik będzie pokonywał obronę na wąskim froncie $b \approx$ 50 km, Szerokość bronionego odcinka B = 300 km. Ilość punktów naprowadzania N_{PN} = 3, możliwości jednoczesnego naprowadzania z każdego PN wynosi 3, promień naprowadzania każdego PN:

przy H_c = 500 m R_n = 50 km,

przy H_c = 6000 R_n = 200 km.

Rozwiązanie:

a/ przy H_c = 500 m

$$n_{PN} = \frac{3\,(100+50)}{300} \approx 1 \text{ PN, a więc } n_{jn} = 3 \text{ naprowadzenia.}$$

$$T_{ww} = \frac{\frac{40}{2} \cdot 10}{3} = 70 \text{ minut}$$

/wynik zawsze należy zaokrąglać do pełnego czasu trwania cyklu naprowadzania w stronę większą/.

b/ przy H_c = 6000 m

$$n_{PN} = \frac{3\,(400+50)}{300} = 3 \text{ PN, } n_{jn} = 9 \text{ naprowadzeń}$$

$$\text{stąd } T_{PRWgr} = \frac{\frac{40}{2} \cdot 10}{9} = 30 \text{ minut.}$$

Z rozwiązanego przykładu wynika, że czas wprowadzenia do walki tej samej ilości lotnictwa myśliwskiego przez jeden i ten sam system naprowadzania zależny jest od wysokości i szerokości nalotu przeciwnika.
Wartość tego wskaźnika ma istotne znaczenie przy porównywaniu jej z wartością wskaźników charakteryzujących działania przeciwnika. Z porównania tych wartości dowódca może określić zawczasu:

- ile sił LM jest w stanie wprowadzić do walki na wyznaczonej rubieży za czas przelotu środków napadu powietrznego przeciwnika przez tę rubież:

$$N_m = \frac{T_p' + \frac{L_{ugr}}{V_c}}{t_{zw}} \cdot n_{jn} \qquad /35/$$

- lub w całej strefie oddziaływania bojowego LM:

$$N_m = \frac{T_{nal}}{t_{cn}} \cdot n_{jn} \qquad /36/$$

- względnie, ile należy zorganizować punktów naprowadzania lub zapewnić jednoczesnych naprowadzeń, ażeby wprowadzić do walki taką ilość sił, która zapewni wykonanie osłony:

$$n_{jn} = \frac{N_m \cdot t_{cn}}{T_p' + \frac{L_{ugr}}{V_c}} \qquad /37/$$

- ponadto, znajomość czasu jakim dysponuje dowódca na wprowadzenie do walki własnego lotnictwa /od momentu wykrycia celu do chwili przylotu jego na rubież wprowadzenia do walki LM /oraz czasu niezbędnego na wprowadzenie LM do walki pozwala określić potrzebne rubieże wykrycia celu/ jeżeli manewr środkami radiotechnicznymi jest możliwy/

względnie określić sposób działań LM - miejsce stref dyżurowania lub też bazowania LM /jeżeli manewr środkami naprowadzania jest niemożliwy/, stawiając warunek ażeby:

$$T_p' \geq T_{PRW},$$

tj: ażeby czas lotu celu od momentu jego wykrycia do momentu dolotu jego do PRW być większy lub równy czasowi wyjścia LM na tę rubież.

2. Możliwa ilość naprowadzeń LM na czas trwania nalotu przeciwnika przy wykorzystaniu metod obliczeń z teorii masowej obsługi.

Obliczanie możliwej ilości naprowadzeń LM przy pomocy wzorów 35 i 36 ma sens jedynie wtedy, gdy poszczególne cele wykonują nalot z jednakową gęstością, gdy przerwy czasowe pomiędzy poszczególnymi celami są mniej więcej jednakowe. W takich przypadkach rezultaty obliczeń według tych wzorów wskazują na maksymalną ilość sił lotnictwa myśliwskiego, która może być wprowadzona do walki. W działaniach bojowych przeciwnik w większości wypadków będzie wykonywał naloty z różną intensywnością i gęstością, z różnymi przerwami czasowymi pomiędzy poszczególnymi celami i grupami celów. Dlatego też celowym jest w tych przypadkach wykonywać obliczenia możliwych ilości wprowadzeń do walki przy pomocy wzorów z teorii masowej obsługi, które tę okoliczność uwzględniają.

Usytuowanie poszczególnych celów, uczestniczących w nalocie rozpatruje się jako prosty potok o rozkładzie Poissona, którego podstawowym parametrem jest intensywność /gęstość/, to znaczy ilość celów przelatujących daną rubież w jednostce czasu / λ /.

Oddział lub związek LM z jego systemem naprowadzania rozpatruje się jako system masowej obsługi z ograniczonym czasem oczekiwania o następujących parametrach:

- średnia oczekiwana wartość /nadzieja matematyczna/ czasu obsługi równoznaczna średniemu czasowi trwania cyklu naprowadzania /m $t_{obsł} = t_{cn}$/;

- średnia wartość czasu oczekiwania na obsługę równoznaczna z czasem przebywania celu w strefie oddziaływania bojowego /m $t_{ocz} = T_p$/;
- ilość kanałów obsługi równoznaczna z ilością jednoczesnych naprowadzeń danego systemu

$$/ n = n_{jn} /.$$

Znając te parametry można przy pomocy wzoru Erlange'a obliczyć prawdopodobieństwo tego, że cel nie będzie obsłużony/samolot myśliwski lub grupa nie będzie naprowadzony na dany cel/, ponieważ wszystkie kanały naprowadzania przy danej intensywności nalotu będą zajęte /P_{odm}/:

$$P_{odm} = \frac{\frac{\alpha^n}{n!}}{\sum_{K=0}^{n} \frac{\alpha^K}{k!}} \qquad /38/$$

gdzie:

α - parametr określony przy pomocy wzoru: $\alpha = \lambda \cdot t_{cn}$;

n - ilość kanałów obsługi /naprowadzania/.

Przy określaniu przepustowości systemu naprowadzania wykorzystuje się jednak nie prawdopodobieństwo odmowy systemu naprowadzania /P_{odm}/, lecz prawdopodobieństwo obsługi - $P_{obsł}$ /prawdopodobieństwo naprowadzenia samolotów myśliwskich na wszystkie zwalczane cele/. Uwzględniając tę okoliczność wzór na prawdopodobieństwo obsługi będzie miał postać:

$$P_{obsł} = 1 - P_{odm}; \qquad /39/$$

A końcowy wzór na przepustowość danego systemu naprowadzania w założonych warunkach:

$$N_m = \lambda \cdot T_{nal} \cdot P_{obsł} ; \qquad /40/$$

gdzie:

N_m - możliwa ilość prowadzeń do walki samolotów myśliwskich /grup/ za okres trwania nalotu /T_{nal}/;

λ - intensywność nalotu przeciwnika.

Przykład nr 19.

Przeciwnik może wykonać nalot, w którym uczestniczyć będzie około 50 celów. Przewidywany czas trwania nalotu, T_{nal} = 60 min. System naprowadzania IM dysponuje 12 kanałami obsługi, średni czas trwania jednego cyklu naprowadzania wynosi 12 minut. Obliczyć, ile naprowadzeń jest w stanie wykonać system naprowadzania na czas trwania nalotu?

Rozwiązanie:

dane wyjściowe:
$n = 12$ kanałów
$T_{nal} = 60$ minut
$N_c = 50$ celów
$t_{cn} = 12$ minut

- obliczyć intensywność nalotu " λ ";

$$\lambda = \frac{N_c}{T_{nal}} = \frac{50}{60} = \frac{5}{6} \text{ cel/min.}$$

- obliczyć parametr " α ";

$$\alpha = \lambda \cdot t_c = \frac{5}{6} \cdot 12 = 10$$

- obliczyć "P_{odm}"

$$P_{odm} = \frac{\frac{\alpha^n}{n!}}{\sum_{K=0}^{n} \frac{\alpha^K}{k!}} = \frac{\frac{10^{12}}{12!}}{\frac{10^0}{0!} + \frac{10^1}{1!} + \frac{10^2}{2!} + \frac{10^3}{3!} + \frac{10^4}{4!} \ldots\ldots \frac{10^{12}}{12!}} =$$

$$\approx 0{,}11.$$

$P_{obsł} = 1 - P_{odm} = 1 - 0,11 = 0,89$

- stąd ostateczna ilość naprowadzeń:

$N_m = \lambda \cdot T_{nal} \cdot P_{obsł} = 0,83 \cdot 60 \cdot 0,89 = 44$ naprowadzeń.

Jeżeli obliczenia wykonywane będą przy pomocy wzoru nr 36 /bez uwzględnienia prawdopodobieństwa obsługi systemu/, wówczas wynik będzie większy lecz mniej realny:

$$N_m = \frac{T_{nal}}{t_{cn}} \cdot n_{jn} = \frac{60}{12} \cdot 12 = 60 \text{ naprowadzeń.}$$

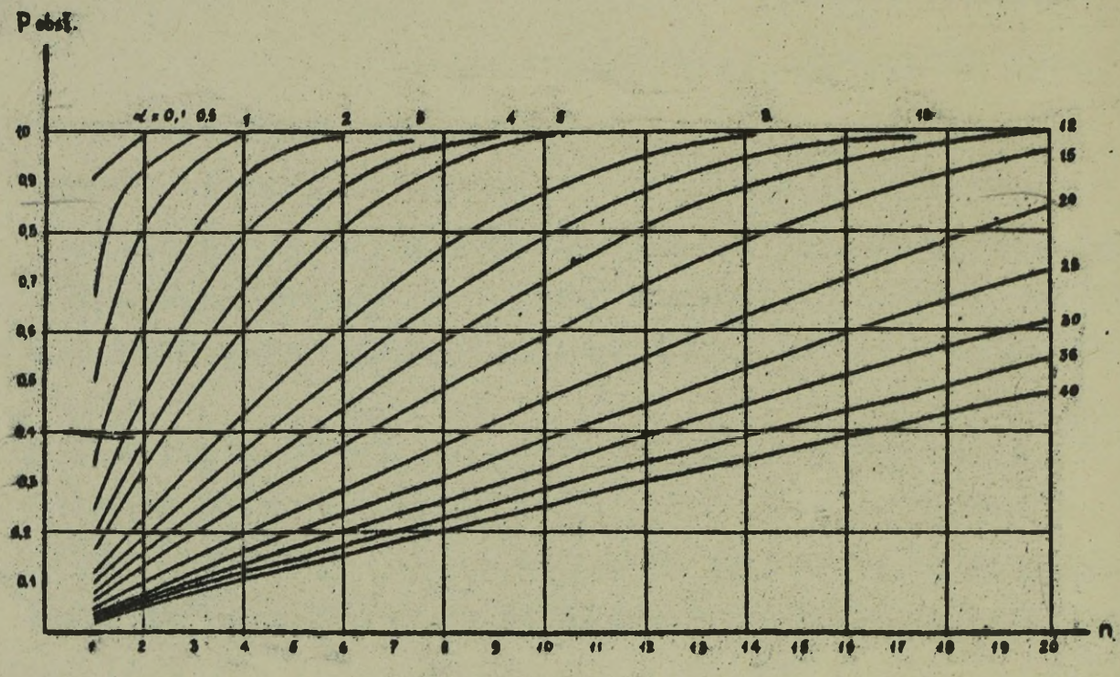
A więc różnica wynosi 16 naprowadzeń. To znaczy, że możliwości systemu w zakresie naprowadzania po uwzględnieniu bardziej realnych warunków działań /uwzględnienie intensywności nalotu/ znacznie się zmniejszają, w konkretnym przykładzie zmniejszyły się o 27%.

Obliczenia możliwej ilości wprowadzeń do walki IM z uwzględnieniem wartości prawdopodobieństwa obsługi jest na ogół proste. Komplikuje obliczenia jedynie wartość "$P_{obsł}$", szczególnie przy znacznych wartościach "n" i "α".

Aby uprościć proces obliczania tego współczynnika można zawczasu przygotować wykres wartości "$P_{obsł}$" w zależności od ilości kanałów /n/ i parametru "α", wykorzystując do tego celu wzór nr 38. Wykres ten pokazany jest na rys. 12.

Wykres nr 10.

Wykres do określania prawdopodobieństwa obsługi systemu naprowadzania w zależności od α i n



Rys. nr 12.

W celu określenia $P_{obsł}$ według wykresu nr 10 wystarczy wiedzieć iloma kanałami obsługi dysponuje system i parametr "α" który określa się z wzoru: $\alpha = \lambda \cdot t_{on}$.

Przykład nr 20.

Określić wartość prawdopodobieństwa obsługi systemu o 20 kanałach dla intensywności nalotu przeciwnika $\lambda = 2$ cele/min. przy $t_{on} = 10$ min.

Rozwiązanie:

- określić parametr "α";

$$\alpha = \lambda \cdot t_{on} = 2 \cdot 10 = 20$$

- określić $P_{obsł}$ na wykresie nr 10:

$$n = 20 \longrightarrow = 20 \longrightarrow P_{obsł} = 0,85;$$

3. Czas trwania ciągłego dyżurowania /patrolowania/ w powietrzu.

Wartość tego wskaźnika nabiera szczególnego znaczenia przy konieczności wprowadzania do walki samolotów

myśliwskich z położenia dyżurowania w powietrzu. Czas długości ciągłego dyżurowania /patrolowania/ w powietrzu oblicza się dla pododdziału, oddziału lub związku LM w powiązaniu z konkretną sytuacją. Możliwy czas trwania okresu ciągłego dyżurowania zależy od:

- typu samolotów myśliwskich wydzielonych do dyżurowania /patrolowania/ ; ich długotrwałości w przebywaniu w powietrzu;
- składu grupy samolotów myśliwskich dyżurujących jednocześnie;
- odległości stref dyżurowania lub patrolowania od lotnisk bazowania LM;
- warunków lotu w strefach /V,H/;
- intensywności działań bojowych przeciwnika i szeregu innych czynników.

Znajomość wartości tego wskaźnika pozwala zawczasu, w okresie wypracowania decyzji na działania bojowe, określić rozchód sił na dyżurowanie w powietrzu, składy grup jednocześnie dyżurujących zmian samolotów myśliwskich, wnioskować o warunkach lotu w strefach lub też miejscu poszczególnych stref w stosunku do lotnisk bazowania.

Czas dyżurowania pojedynczego samolotu myśliwskiego lub pary /t_d/ określa się z wzoru:

$$t_d = \frac{Q_p - Q_\Sigma}{C_h} ; \qquad /41/$$

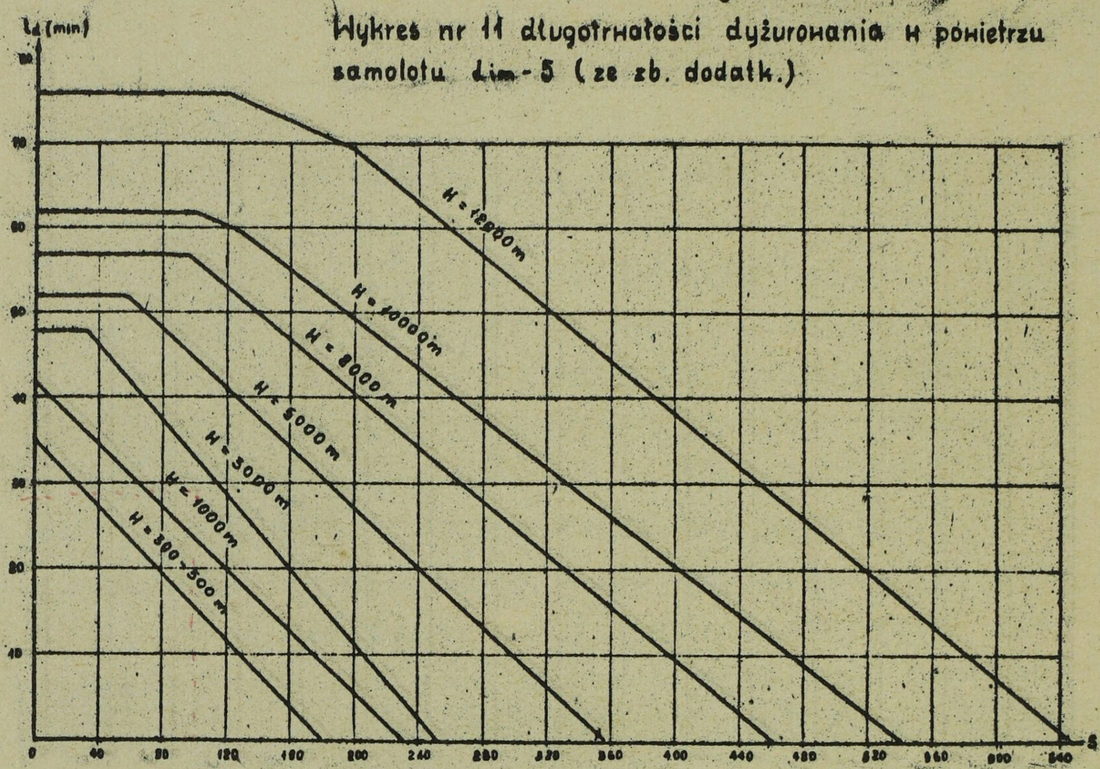
gdzie: Q_p - pełny zapas paliwa we wszystkich zbiornikach samolotu;

Q_Σ - sumaryczna ilość paliwa przeznaczona na: Pracę silnika na ziemi, start, dolot do strefy, walkę powietrzną, powrót na lotnisko oraz lądowanie;

C_h - rozchód paliwa w jednostce czasu w strefie dyżurowania /patrolowania/.

W celu uproszczenia procesu obliczeń czasu dyżurowania pojedynczego samolotu lub pary, wykonuje się zawczasu odpowiednie wykresy dla poszczególnych typów samolotów.

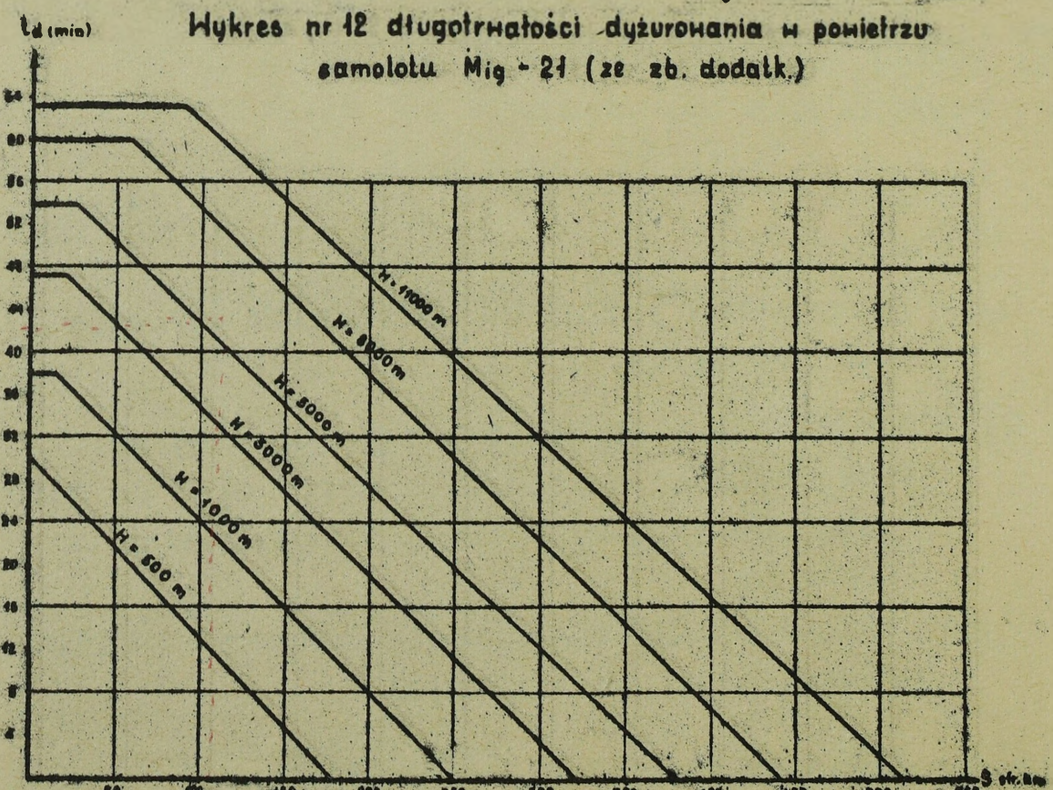
Wykres nr 11



Wykres nr 11 długotrwałości dyżurowania w powietrzu samolotu Lim - 5 (ze zb. dodatk.)

Rys. nr 13.

Wykres nr 12.



Wykres nr 12 długotrwałości dyżurowania w powietrzu samolotu Mig - 21 (ze zb. dodatk.)

Rys. nr 14.

Na rysunkach 13 i 14 pokazane są te wykresy. Przy ich pomocy bardzo szybko i z wystarczającą dokładnością można określić czas dyżurowania pojedynczego samolotu lub pary dla przewidywanej wysokości dyżurowania w odniesieniu do konkretnej odległości strefy w stosunku do lotniska bazowania LM. Ponadto wykresy te pozwalają określić najwygodniejszą wysokość dyżurowania/w wypadku jeżeli nie jest ona limitowana innymi czynnikami/ przy założonym czasie dyżurowania w konkretnej strefie.

Kolejność posługiwania się wykresami przy określaniu czasu dyżurowania samolotu lub pary jest następująca: na współrzędnej poziomej odszukuje się odległość strefy dyżurowania od lotniska /S_{str}/, następnie prowadzi się prostą równoległą do osi ze skałą czasu dyżurowania /t_d/ do punktu przecięcia się z linią odpowiedniej /nakazanej/ wysokości dyżurowania /H/, po czym na osi czasu odczytuje się czas dyżurowania/t_d/. Jeżeli dyżurowanie odbywa się w ugrupowaniu bojowym klucza, wówczas otrzymany wynik opisaną metodą należy pomnożyć przez współczynnik 0,97; podczas dyżurowania eskadrą - przez 0,93 /są to współczynniki uwzględniające większy rozchód paliwa podczas lotu w większym ugrupowaniu bojowym/.

Czas dyżurowania pojedynczego samolotu lub grupy samolotów jest podstawą do określenia czasu ciągłego dyżurowania pododdziału, oddziału i związku /T_{do}/. Czas ten określa przy pomocy wzoru:

$$T_{do} = \frac{N_m}{n_{gr}} , t_d \cdot K_t \qquad /42/$$

gdzie:

N_m - ogólna ilość samolotów lub samoloto-lotów do dyżurowania w powietrzu;

n_{gr} - ilość samolotów myśliwskich dyżurująca w strefie /strefach/ jednocześnie;

K_t - współczynnik dyżurowania w powietrzu, uwzględniający wyprowadzenie myśliwców ze strefy strefy dyżurowania przed upływem pełnego czasu dyżurowania.

Podczas kalkulacji możliwości może zaistnieć także potrzeba określenia ilości sił LM do dyżurowania w nakazanej strefie w pewnym okresie czasu /T_{dl}/. Wartość tę można także wyliczyć w przekształceniu wzoru 42:

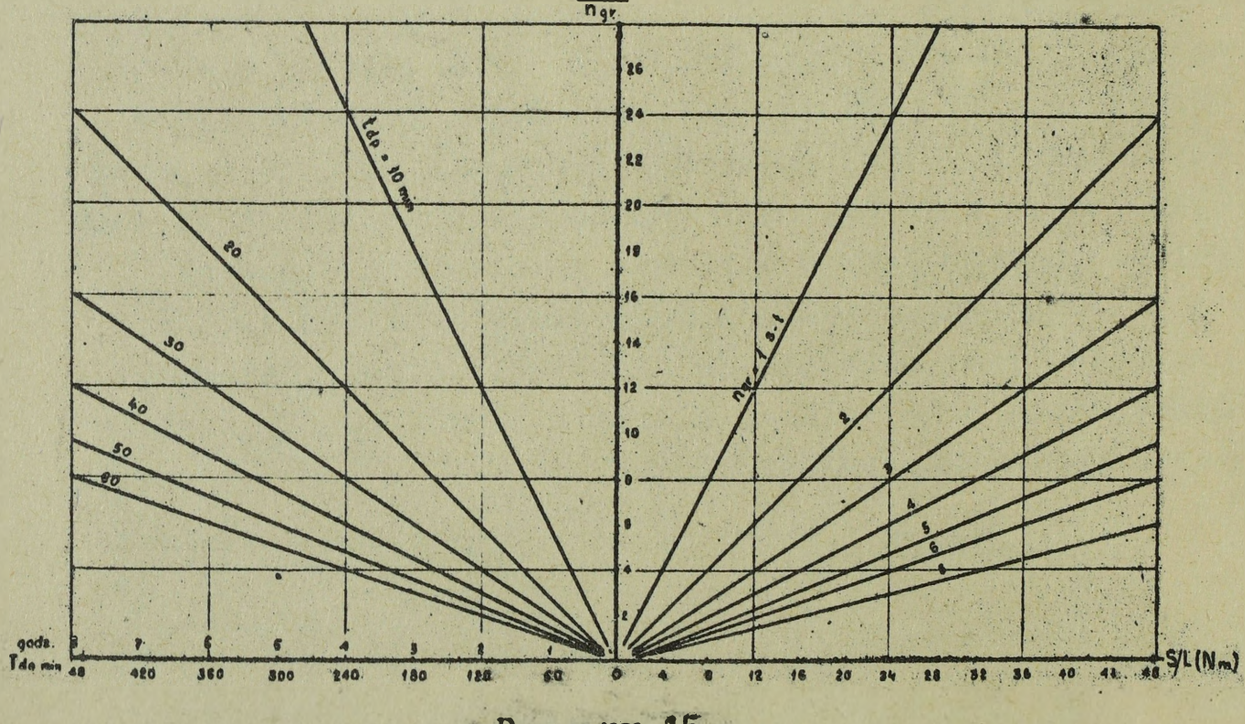
$$N_m = \frac{T_{db} \cdot n_{gr}}{t_d \cdot K_t}, \qquad /43/$$

gdzie: T_{db} - nakazany czas ciągłego dyżurowania w powietrzu.

Posługując się wzorami 42 i 43 można wykonać wykres w pewnym /potrzebnym dla danego szczebla dowodzenia/ zakresie N_m, T_{do}, n_{gr} i t_d. Wykres taki przedstawiony jest na rysunku 15.

Wykres nr 13.

Wykres do określania ciągłego czasu dyżurowania LM w zależności od t_{dp}, n_{gr} i ilości samolotów myśliwskich



Rys. nr 15.

Przykład nr 21.

Określić czas ciągłego dyżurowania oddziału IM w strefie dyżurowania odległej od lotniska. S_{str} = 100km na wysokości 1000 m. Jeżeli wiadomo, że do dyżurowania przeznaczono 40 samolotówlotów na samolotach Lim-5. Skład grupydyżurującej klucz. K_t = 0,8.

Rozwiązanie:

- Określić na wykresie nr 11 czas dyżurowania pary samolotów Lim-5:

S_{str} = 100 km → H_d = 1000 m → t_d = 25 min.

- określić t_d dla klucza:

t_{dKL} = 25 . 0,97 = 24 minuty.

- określić na wykresie nr 13 T_{do}:

S/L = 40 → n_{gr} = 4 → t_d = 24 → T_{do} = 240 min =

= 4 godziny.

- określić czas ciągłego dyżurowania z uwzględnieniem współczynnika K_t:

$T_{do} = T_{do1} \cdot K_t$ = 240 . 0,8 = 192 min. = 3 godz.

= 3 godz. 12 min.

Przykład nr 22.

Określić potrzebną ilość samoloto-lotów MiG-21 do ciągłego dyżurowania w powietrzu na okres T_{do} = 6 godzin. Pozostałe dane do obliczeń:

n_{gr} = 2, S_{str} = 150 km, H_d = 11000 m, K_t=0,8.

Rozwiązanie:

- określić "t_d" z wykresu nr 12:

S_{str} = 150 → H_d = 11000 → t_d = 54 min.

- określić z wykresu nr 13 "$N_{s/l}$":

T_{do1} = 6 → t_d = 54 → n_{gr} = 2 → $N_{s/l}$ = 13,2 s/l.

- określić potrzebną ilość sił do dyżurowania z uwzględnieniem współczynnika K_t:

$$N_{s/l} = \frac{N_{s/l}}{K_t} = \frac{13,2}{0,8} = 16,5$$

po zaokrągleniu otrzymanego rezultatu w stronę zwiększenia sił: $N_{s/l} = 17$ samolotolotów.

4. Czas startu samolotu /grupy/, pododdziału i oddziału z różnych stopni gotowości bojowej.

Wartość tego wskaźnika charakteryzuje minimalny czas trwania startu samolotu /grupy/ lub też pododdziału i oddziału w konkretnych warunkach i sytuacji. Wielkość tego wskaźnika zależy od:

- typu samolotów myśliwskich;
- stopnia gotowości bojowej, w jakiej się znajdują poszczególne samoloty;
- składu grupy jednocześnie startujących samolotów;
- ogólnej ilości startujących samolotów;
- rozmieszczenia samolotów na lotnisku w stosunku do drogi startowej;
- minimalnie dopuszczalnych dla danego lotniska i personelu latającego przerw czasowych pomiędzy kolejno startującymi samolotami;
- warunków atmosferycznych, pory roku, doby i szeregu innych mniej znaczących czynników.

Czas startu pojedynczego samolotu, pary lub klucza od momentu podania sygnału na start do momentu osiągnięcia H = 1000 m z różnych stopni gotowości bojowej przedstawia tabela nr 4.

Tabela nr 4 x/

Czas startu z got./t/	Pora roku / typ stu / pora doby / skład grupy	Lato				Zima			
		Lim - 5		MiG-21		Lim-5		MiG-21	
		dzień	noc	dzień	noc	dzień	noc	dzień	noc
Got.nr 1 /t_1/	para	2	3	3	4	3	4	5	6
	klucz	3	5	4	5	4	5	6	7
Got.nr 2 /t_2/	para	4	6	16	20	6	8	19	23
	klucz	5	8	18	22	8	10	21	25
Got. nr 3 /t/	para	13	17	31	37	17	21	36	42
	klucz	14	19	34	40	18	23	39	45

x/ Instrukcja o pełnieniu dyżurów bojowych i użyciu środków dyżurnych w systemie OPK. Wyd. MON, Warszawa - 1963 r. /dot. s-tów typu Lim-5/ i s-tów MiG-21 Bojewaja gotowność awiacjonnych czastiej - wyd. KWWA - Monino 1961.

W tabeli uwzględniono 5 minut czasu na włożenie ubioru kompensacyjnego przy osiągnięciu gotowości nr 2 i 10 minut na nałożenie hełmu hermetycznego przy osiąganiu gotowości nr 1 /dotyczy samolotu MiG-21/. W celu obliczenia minimalnego czasu startu pododdziału należy znać minimalne dopuszczalne przerwy czasowe pomiędzy startującymi samolotami lub grupami /Δt/ i ilość startujących samolotów lub grup z poszczególnych stopni gotowości bojowej. /Got. nr 1, 2 i 3/.

Obliczenia te można wykonać przy pomocy następujących wzorów:

$$t_{gr1} = \Delta t \ /n - 1/ + t_1 \qquad /44/$$

$$t_{gr2} = \Delta t \ /n - 1/ + t_2 \qquad /45/$$

$$t_{gr3} = \Delta t \ /n - 1/ + t_3 \qquad /46/$$

gdzie:

t_{gr1}, t_{gr2}, t_{gr3} - czas startu samolotów, odpowiednio z gotowości nr 1, 2 i 3 od momentu podania sygnału na start do momentu wystartowania ostatniego samolotu;

Δt - przerwa czasowa przy starcie pomiędzy poszczególnymi samolotami /grupami/ w min;

n - ilość grup lub pojedynczych samolotów;

t_1, t_2, t_3 - odpowiednio czasy startu: pojedynczego samolotu lub grupy jednocześnie startującej /tabela nr 4/ z got. nr 1, 2 i 3.

W celu obliczenia minimalnego czasu startu samolotów znajdujących się w gotowości nr 1 i 2 od momentu podania sygnału na start do momentu wystartowania ostatniego samolotu, znajdującego się w gotowości nr 2 można się posłużyć następującym wzorem:

$$t_{gr1,2} = \Delta t \ /n_1, 2-2/ + t_2 - \Delta t \ /n_1 - 1/ \qquad /47/$$

gdzie: $n_{1,2}$ - suma samolotów lub grup startujących z gotowości nr 1 i 2.

Mogą być potrzebne również wyliczenia minimalnego czasu startu wszystkich samolotów z dowolnego lotniska w przypadku kiedy znajdują się one w różnych stopniach gotowości bojowej tj: 1,2 i 3. Obliczenia takie można wykonać przy pomocy następującego wzoru:

$$t_{gr1,2,3} = \Delta t\,/n_{1,2,3} - 3/ + t_3 - \Delta t/n_{1,2} - 2/ \qquad /48/$$

gdzie:

$n_{1,2,3}$ - suma wszystkich samolotów lub grup samolotów startujących jednocześnie z gotowości nr 1,2 i 3.

Przykład nr 23.

Obliczyć minimalny czas startu samolotów z lotniska, na którym 12 MiG - 21 znajduje się w gotowości nr 1, 12 MiG-21 w gotowości nr 2 oraz 12 MiG-21 w gotowości nr 3.
Warunki startu: Δt = 0,5 min, start - 50% samolotów parami, 50 % pojedynczo.

Rozwiązanie:

- odszukać w tabeli nr 4 t_1, t_2, t_3 dla samolotów MiG-21:

$t_1 = 3$, $t_2 = 16$, $t_3 = 31$ min. /warunki dzienne/;

- określić ilość startujących grup z gotowości nr 1 i 2 oraz ogólnie z gotowości nr 1,2 i 3.

$$n_{1i2} = \frac{n_1 + n_2}{2} + \left(\frac{n_1 + n_2}{2} \cdot 0,5/\right) = \frac{12 + 12}{2} +$$

$$+\left(\frac{12 + 12}{2} \cdot 0,5/\right) = 18 \text{ grup}$$

$$n_{1,2,3} = n_{1,2} + \frac{n_3}{2} + \frac{n_3}{2} \cdot 0,5 = 18 + \frac{12}{2} + \frac{12}{2} \cdot 0,5 =$$

$$= 27 \text{ grup.}$$

- określić przy pomocy wzoru nr 48 czas startu wszystkich samolotów

$$t_{gr\ 1,2,3} = 0,5\ /27 - 3/ + 31 - 0,5\ /18-2/ = 35 \text{ minut.}$$

Takie usytuowanie sił zapewnia wystartowanie wszystkich samolotów z jednego lotniska po 35 minutach od momentu podania sygnału na start.

5. Potrzebna ilość sił lotnictwa myśliwskiego w poszczególnych stopniach gotowości bojowej w zależności od intensywności działań.

Wskaźnik, określający potrzebną ilość sił /samolotów myśliwskich/ w poszczególnych stopniach gotowości bojowej jest jednym z najważniejszych wskaźników tej grupy. Prawidłowe obliczenie jego wartości daje rozwiązanie jednego z podstawowych elementów dycyzji: ile sił utrzymywać w poszczególnych stopniach gotowości bojowej w różnych okresach działań. Wartość tego wskaźnika uzależniona jest głównie od planowanej intensywności działań lotnictwa myśliwskiego. Intensywność działań bojowych lotnictwa myśliwskiego zależy z kolei od intensywności działań przeciwnika powietrznego oraz od roli LM w danym systemie osłony.

Niezależnie od roli LM w osłonie danego rejonu, działania jego powinny być tak zaplanowane i zorganizowane ażeby zapewniały osiągnięcie maksymalnego rezultatu działań, w określonym miejscu / na rubieżach nakazanych/ i w minimalnie krótkim czasie /czas ten nie powinien być dłuższy od czasu przebywania środków napadu powietrznego w strefie oddziaływania bojowego LM./ Rezultat taki osiąga się poprzez wprowadzenie do walki maksymalnej ilości LM a przy nalotach zmasowanych, obowiązkowo, wszystkich zdolnych do lotu samolotów myśliwskich. Zapewnienie takiej działalności LM jest możliwe przy prawidłowym rozplanowaniu i zorganizowaniu rozchodu wysiłku dobowego tego lotnictwa.

Wiadomym jest, że podstawową zasadą użycia środków napadu powietrznego przez przeciwnika na rejon nasycony dużą ilością środków obrony powietrznej jest masowe ich użycie. A więc, duża ich ilość w stosunkowo krótkim czasie, w ograniczonym rejonie.
Przyjmując tę zasadę za prawidłową, błędem jest rozplanowywanie wysiłku lotnictwa myśliwskiego /innych środków obrony powietrznej także/ równomiernie na dzień lub noc działań. Takie średnie natężenie działań może być pojęciem teoretycznym, nigdy podstawą do planowania i organizowania działań /nie zapewnia racjonalnego i skutecznego wykorzystania możliwości LM/ oddziałów i związków LM. Plan rozchodu sił LM na dobę powinien uwzględniać jedno lub dwukrotnie jednoczesne użycie wszystkich sprawnych do lotu samolotów myśliwskich oddziału lub związku w minimalnie krótkim czasie na rubieżach nakazanych lub w całej strefie oddziaływania bojowego LM. Tak zorganizowane działania bojowe charakteryzują się dwoma /ogólnie rzecz biorąc/ okresami:

pierwszy okres - wyczekiwanie maksymalnej ilości sił w położeniu zapewniającym ich użycie na czas trwania nalotu przeciwnika z jednoczesnym prowadzeniem działań o małej intensywności;

drugi okres - odtwarzanie gotowości z jednoczesnym prowadzeniem działań o małej intensywności /poniżej średniego natężenia/.

Potrzebna ilość sił w różnych stopniach gotowości bojowej w zależności od przewidywanej intensywności działań LM oblicza się według następujących wzorów:

$$n_{m1} = \lambda_m / t_2 - t_1 / \qquad /49/$$

$$n_{m2} = \lambda_m / t_3 - t_2 / \qquad /50/$$

$$n_{m3} = N_m - / n_{m1} + n_{m2} / \qquad /51/$$

gdzie:

n_{m1}, n_{m2}, n_{m3} - ilość samolotów myśliwskich odpowiednio w gotowości nr 1, 2 i 3;

λ_m - intensywność działań LM / $\lambda_m = \frac{N_m}{T_{ww}}$ / lub przy konieczności wprowadzenia do walki LM na jednej rubieży

$$/ \lambda_m = \frac{N_m}{T_{PRWgr}} /.$$

Wzory te stosuje się wówczas, gdy sposób działań bojowych z położenia dyżurowania na lotniskach zapewnia wykonanie zadania.

W przypadku konieczności wprowadzenia do walki wszystkich samolotów myśliwskich na jednej rubieży, a samoloty te z położenia dyżurowania na lotniskach nie są w stanie wejść do walki na tej rubieży, wówczas część sił powinna dyżurować w powietrzu.

Potrzebną ilość sił LM jednego dyżurowania w powietrzu oblicza się według wzoru:

$$N_{m\ d.p} = \lambda_m (T_{PRW} - t_c) \qquad /52/$$

gdzie:

$N_{m\ d.p}$ - ilość samolotów myśliwskich dyżurujących w powietrzu jednocześnie;

T_{PRW} - czas wprowadzenia do walki samolotu myśliwskiego /grupy/ na rubieży nakazanej z gotowości nr 1;

t_c - czas lotu celu od rubieży wykrycia do rubieży wprowadzenia do walki LM.

Kalkulacje takie wykonuje się z zasady na szczeblu związku LM, a na szczeblu oddziału tylko w przypadkach samodzielnego działania. Na szczeblu oddziału bardziej typowa jest kalkulacja odpowiedniego stosunku sił pomiędzy n_m, a n_{m2} i n_{m3}.

Przy obliczeniach ogólnej ilości sił "N_m", należy uwzględniać ilość samolotów niezdolnych do działań.

Ponadto, jeżeli działania będą prowadzone grupami samolotów /para, klucz/ należy zamiast N_m przyjmować ilość grup /N_{gr}/.

Przykład nr 24.

Określić potrzebną ilość samolotów myśliwskich w poszczególnych stopniach gotowości bojowej dla DLM w składzie 108 samolotów, z których 2/3 sił to samoloty MiG - 21, a 1/3 sił Lim-5. System zapewnia 12 jednoczesnych naprowadzeń, średni czas trwania cyklu naprowadzania wynosi 10 minut. Działania odbywają się latem, w dzień w zwykłych warunkach atmosferycznych, wprowadzenie do walki parami, bez przeceiowywania na inny cel.

Rozwiązanie:

- określić ilość grup wprowadzanych do walki /n_{gr}/

$$n_{gr} = \frac{108}{2} = 54 \text{ pary}$$

- z tego 1/3 Lim-5 - a więc 18 par i 2/3 MiG-21, a więc 36 par;
- określić możliwy czas wprowadzenia do walki wszystkich samolotów DLM:

$$T_{ww} = \frac{n_{gr} \cdot t_{cn}}{n_{jn}} = \frac{54 \cdot 10}{12} = 45 \text{ po za-}$$

okrągleniu 50 minut;

- określić intensywność działań samolotów MiG-21 i Lim-5:

$$\lambda m_{21} = \frac{36}{50}$$

$$\lambda m_5 = \frac{18}{50}$$

- odszukać z tabeli nr 4 czasy startu t_1, t_2, t_3

t[illegible]-21;

dla MiG-21: t_1 = 3 minuty dla Lim-5: t_1 = 2 minuty
t_2 = 16 min. t_2 = 4 min.
t_3 = 31 min. t_3 = 13 min.

- obliczyć potrzebną ilość sił samolotów MiG-21 w gotowości bojowej nr 1, 2 i 3:

$$n_{m1} = \frac{36}{50} \cdot (16 - 3) = 9 \text{ par MiG-21}$$

$$n_{m2} = \frac{36}{50} \cdot (31 - 16) = 11 \text{ par MiG-21}$$

$$n_{m3} = 36 - (9+11) = 16 \text{ par MiG-21.}$$

- obliczyć potrzebną ilość sił samolotów Lim-5 w gotowości bojowej nr 1, 2 i 3:

$$n_{m1} = \frac{18}{50} \cdot (4 - 2) = 1 \text{ para Lim-5}$$

$$n_{m2} = \frac{18}{50} \cdot (13 - 4) = 4 \text{ pary Lim-5.}$$

$$n_{m3} = 18 - (1 + 4) = 13 \text{ par Lim-5.}$$

Ogólnie DIM powinna posiadać:

- w gotowości nr 1: 20 samolotów w tym 2 Lim-5;
- w gotowości nr 2: 30 samolotów w tym 8 Lim-5;
- w gotowości nr 3: pozostałe siły tj: 58 samolotów.

Taki podział sił według poszczególnych stopni gotowości bojowej zapewni dywizji wprowadzenie wszystkich sił do walki w przeciągu 50 minut.

Przykład nr 25.

Określić potrzebną ilość sił DIM w poszczególnych stopniach gotowości bojowej oraz w powietrzu, gdy zachodzi konieczność wprowadzenia do walki IM na jednej nakazanej rubieży.

T_{PRW} = 12 min. /średnia wartość czasu/,

t_c = 7 min. /także średni czas/.

Pozostałe dane jak w przykładzie nr 24.

Rozwiązanie:

Z danego przykładu wynika, że dyżurowanie w powietrzu jest konieczne, ponieważ $t_c = 7 < T_{PRW} = 12$.

- obliczyć potrzebną ilość samolotów do dyżurowania w powietrzu:

Samolotów MiG-21: $n_{mdp} = \frac{36}{50} / 12-7/ = 4$ pary

Samolotów Lim-5: $n_{mdp} = \frac{18}{50} / 12 - 7/ = 2$ pary

- potrzebna ilość sił w gotowości nr 1 - 2 pozostaje taka sama jak w przykładzie nr 24;
- w gotowości nr 3 pozostanie:

$n_{m3} = 36 - /4 + 9 + 11/ = 12$ par MiG-21

$n_{m3} = 18 - /2 + 1 + 4/ = 11$ par Lim-5.

Ponadto w gotowości nr 3 ilość samolotów może znacznie się zmniejszyć, ponieważ powracające samoloty z dyżurowania w powietrzu, lub wykonywanego zadania będą odtwarzały gotowość bojową.

U w a g a:

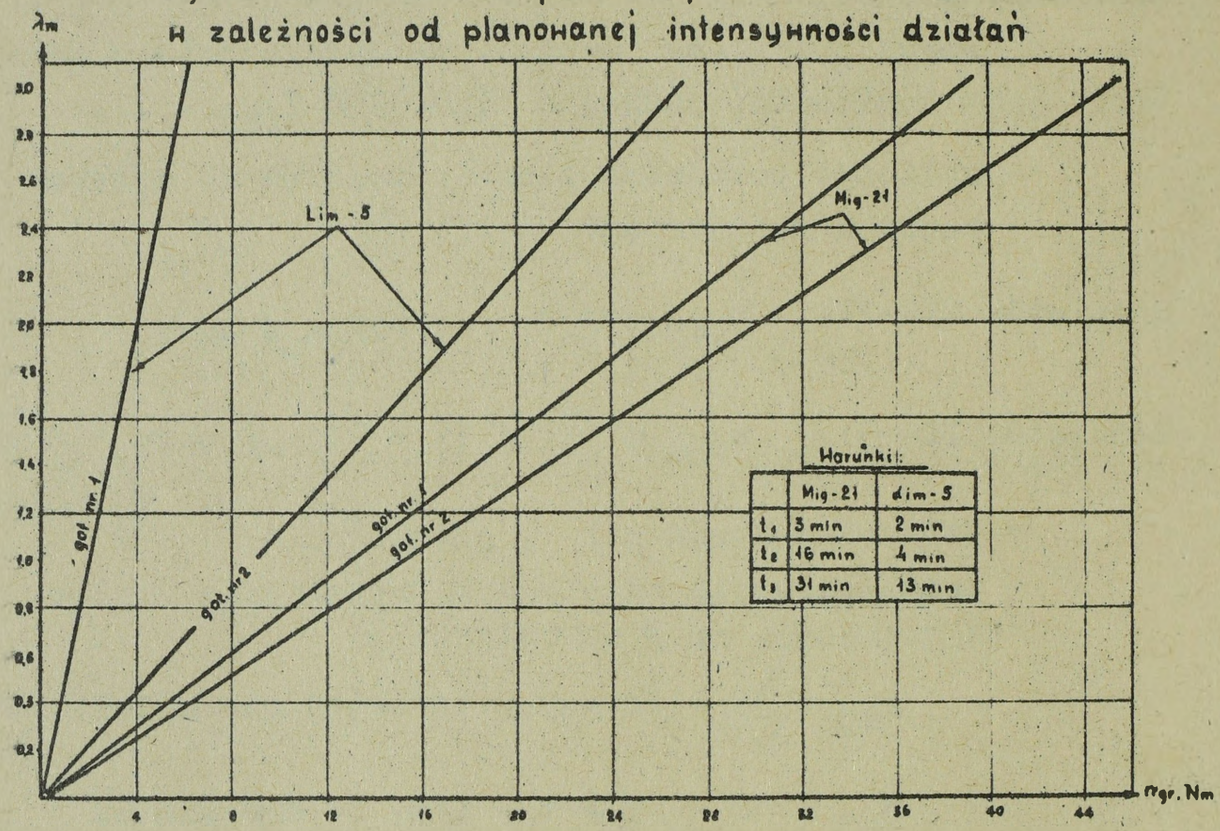
W obliczeniach tych założony jest następujący warunek: sygnał na zmianę stopnia gotowości bojowej przez jedną lub kilka załóg pociąga za sobą bezzwłoczną zmianę w innych stopniach gotowości bojowej. Np: para ze strefy otrzymała komendę na przechwycenie celu powietrznego, wówczas bezzwłocznie para z gotowości nr 1 startuje do strefy dyżurowania, następna para z gotowości nr 2 zajmuje gotowość nr 1, a para z gotowości nr 3 zajmuje gotowość nr 2 /ten warunek wymaga sprawnej organizacji wydawania komend dla załóg

znajdujących się w różnych stopniach gotowości bojowej/.

Wykorzystując wzory nr nr 49 i 50 można wykonań wykres zależności n_{m1} i n_{m2} od t_1, t_2 i t_3 oraz od λm.

Wykres nr 14.

Wykres do określania potrzebnej ilości sił LM w zależności od planowanej intensywności działań



Rys. nr 16.

Według wykresu wyliczenia związane z określeniem potrzebnej ilości sił w gotowości nr 1 i nr 2 wykonuje się bardzo szybko i z dość wysoką dokładnością. Kolejność posługiwania się wykresem jest następująca:

$\lambda m \rightarrow$ got.nr 1 /odpowiedniego typu samolotu myśliwskiego $\longrightarrow n_{m1}$ dla gotowości nr 1

$\lambda m \rightarrow$ got. nr 2 $\rightarrow n_{m2}$ dla gotowości nr 2.

Takich wykresów wykonuje się kilka w zależności od pory doby, ilości typów samolotów /przy różnych t_1, t_2 i t_3/ i pory roku /zima, lato/.

Np: na okres letni, gdy w jednostce lotniczej znajdują się dwa typy samolotów myśliwskich należy wykonać 2 wykresy /na noc i na dzień/.

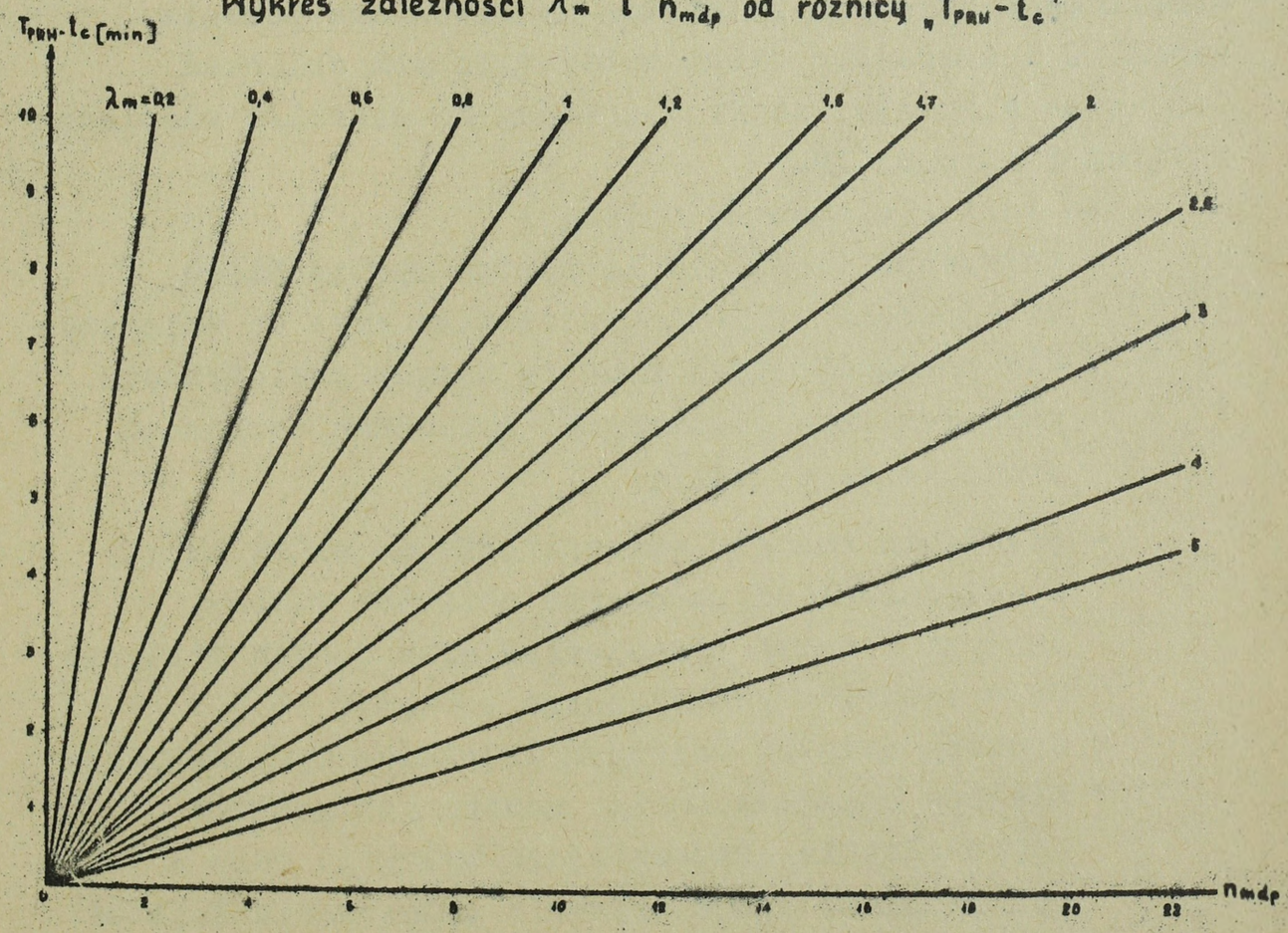
Wykres nr 14 jest wykonany tylko na okres dzienny dla dla samolotów typu Lim-5 i MiG-21 przy użyciu ich

pojedynczo lub parami. Wykres taki pozwala określić właściwy stosunek sił znajdujących się w gotowości nr 1 do ilości sił w gotowości nr 2 w odniesieniu do założonej intensywności działań. W tym celu wystarczy przeprowadzić prostą równoległą do osi "n_m" z punktu o odpowiedniej intensywności działań "λ_m". Rzuty punktów przecięcia się tej prostej z prostymi gotowości bojowej nr 1 i nr 2 na oś n_m daje rozwiązanie /ile w gotowości nr 1 i ile w gotowości nr 2/.

Podobny wykres można wykonać także do określania potrzebnej ilości samolotów myśliwskich w strefach dyżurowania. Wykres taki można wykonać dla dowolnego zakresu intensywności działań / λ /, ilości samolotów myśliwskich /n_{mdp}/ oraz dla dowolnej różnicy czasu pomiędzy czasem wyjścia samolotu myśliwskiego z gotowości nr 1 na PRW /T_{PRW}"/, a czasem lotu celu /t_c/ od rubieży wykrycia do PRW.

Wykres nr 15.

Wykres zależności λ_m i n_{mdp} od różnicy „$T_{PRW}-t_c$"



Rys. nr 17.

Na wykresie widać, że przy różnicy: $T_{PRW} - t_c = 0$, n_{mdp} też równa się "0". W tym wypadku samoloty myśliwskie wychodzą na rubież PRW z położenia dyżurowania na lotnisku, z gotowości nr 1 niezależnie od intensywności działań. Intensywność działań w tym wypadku będzie wpływała jedynie na ilość sił LM w poszczególnych stopniach gotowości bojowej na lotnisku.

x

x x

Określenie możliwości bojowych LM nie jest celem samym w sobie, dlatego i skrypt nie traktuje o samym określaniu możliwości lecz przede wszystkim o ich praktycznym wykorzystaniu, o określaniu na ich podstawie potrzeb, które są elementami uzasadnionej decyzji.

Zawarta w skrypcie metoda określania i oceny możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego pozwala określić i uzasadnić drogą matematycznych obliczeń podstawowe elementy decyzji dowódcy na szczeblu oddział-związek taktyczny LM.

Do takich elementów należą :

- potrzebna ilość sił lotnictwa myśliwskiego do odparcia nalotu przeciwnika oraz do zniszczenia poszczególnych środków napadu powietrznego przeciwnika w założonych uprzednio warunkach prowadzenia działań;
- położenia rubieży wprowadzenia do walki LM w zależności od położenia obiektów osłony, taktyki działań przeciwnika oraz danych taktyczno - technicznych własnego sprzętu;
- sposoby działań bojowych lotnictwa myśliwskiego;
- miejsce rozmieszczenia naziemnych punktów naprowadzania, zapewniające wykrycie celu z takim wyliczeniem, które zapewnia zniszczenie tego celu przez LM przed osłanianym obiektem;
- przepustowość punktów naprowadzania;
- położenie stref dyżurowania w powietrzu;

- potrzebną ilość samolotów myśliwskich w strefach dyżurowania w powietrzu i na lotniskach w różnych stopniach gotowości bojowej, zapewniającą wprowadzenie do walki wszystkich planowanych sił na potrzebnych rubieżach i w planowanym czasie.

OPRACOWAŁ: SPRAWDZIŁ:

mjr dypl.R.SZTURMOWICZ ppłk dypl.T.MAŁYSZKO

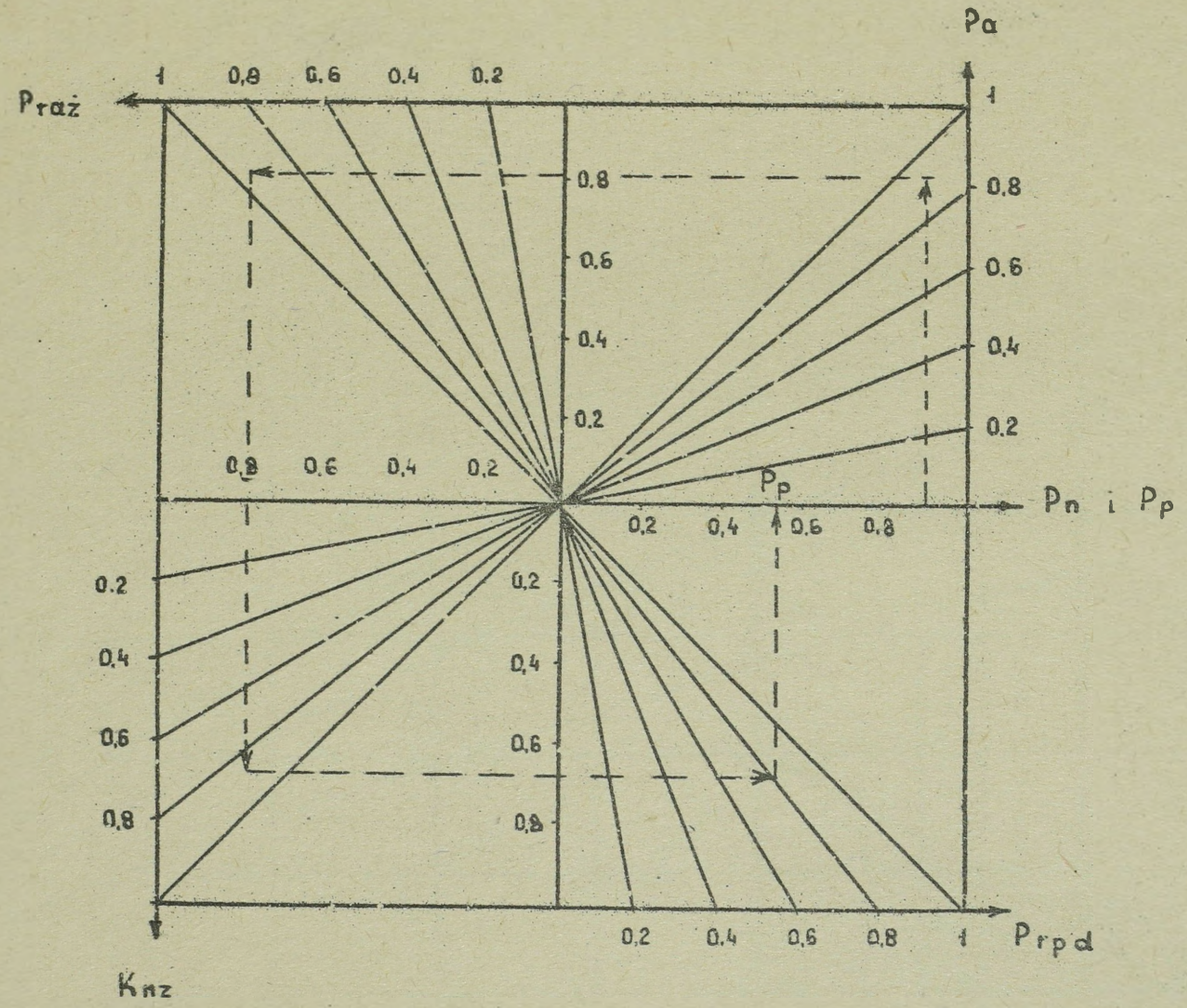
Literatura

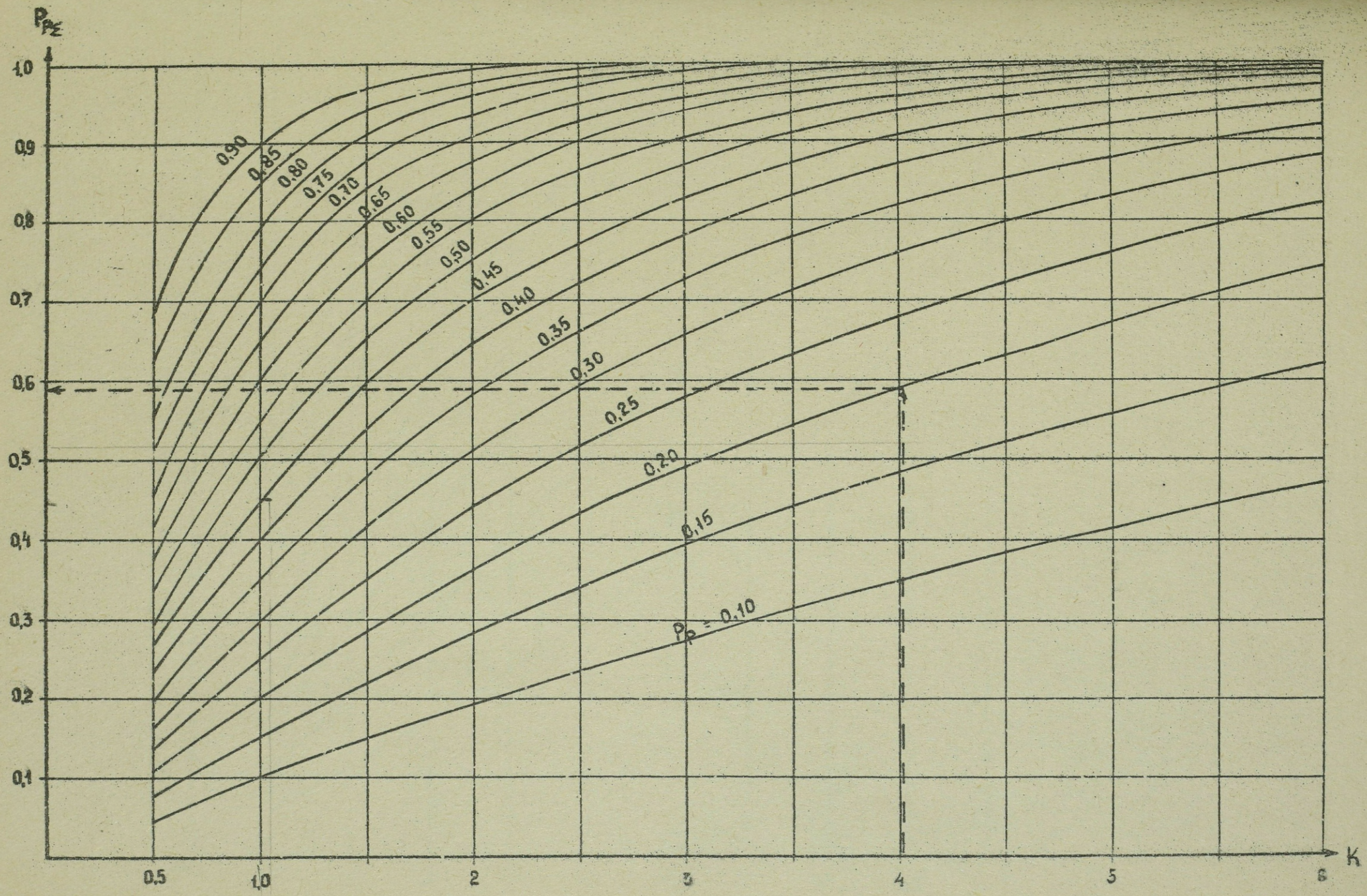
1. E.S.Wencel: "Tieorija wierojatnostiej ". Wydawnictwo GIFL, Moskwa 1962 r.
2. W.N. Geneling: "Skuteczność bojowa aparatów latających" /tłumaczenie z języka rosyjskiego/. Wydawnictwo ASG, Warszawa 1966 r.
3. ppłk dr R. Dworak: "Skuteczność przechwytywania ". Wydawnictwo ASG, Rembertów 1964 r.
4. mjr dypl. T.Małyszko i mjr dypl. R.Szturmowicz :"Podstawy metodyki określania możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego". Wydawnictwo ASG, Rembertów 1964 r.
5. ppłk dr Eugeniusz Grysiewicz: "Zasady określania możliwości przechwycenia". Wydawnictwo ASG, Rembertów 1964 r.
6. płk Diaczenko: "Osnowy mietodiki opriedielenija i ocenki bojewych wozmożnostiej istriebitielej." Wydawnictwo KWWA, Moskwa 1964 r.

Wyk. w 40 egz.

Egz. nr 1 - 40 Bibl.Tajna
Wyk. mjr SZTURMOWICZ
Druk. JM, dn.19.08.1966r.
nr ks. 02307/WW

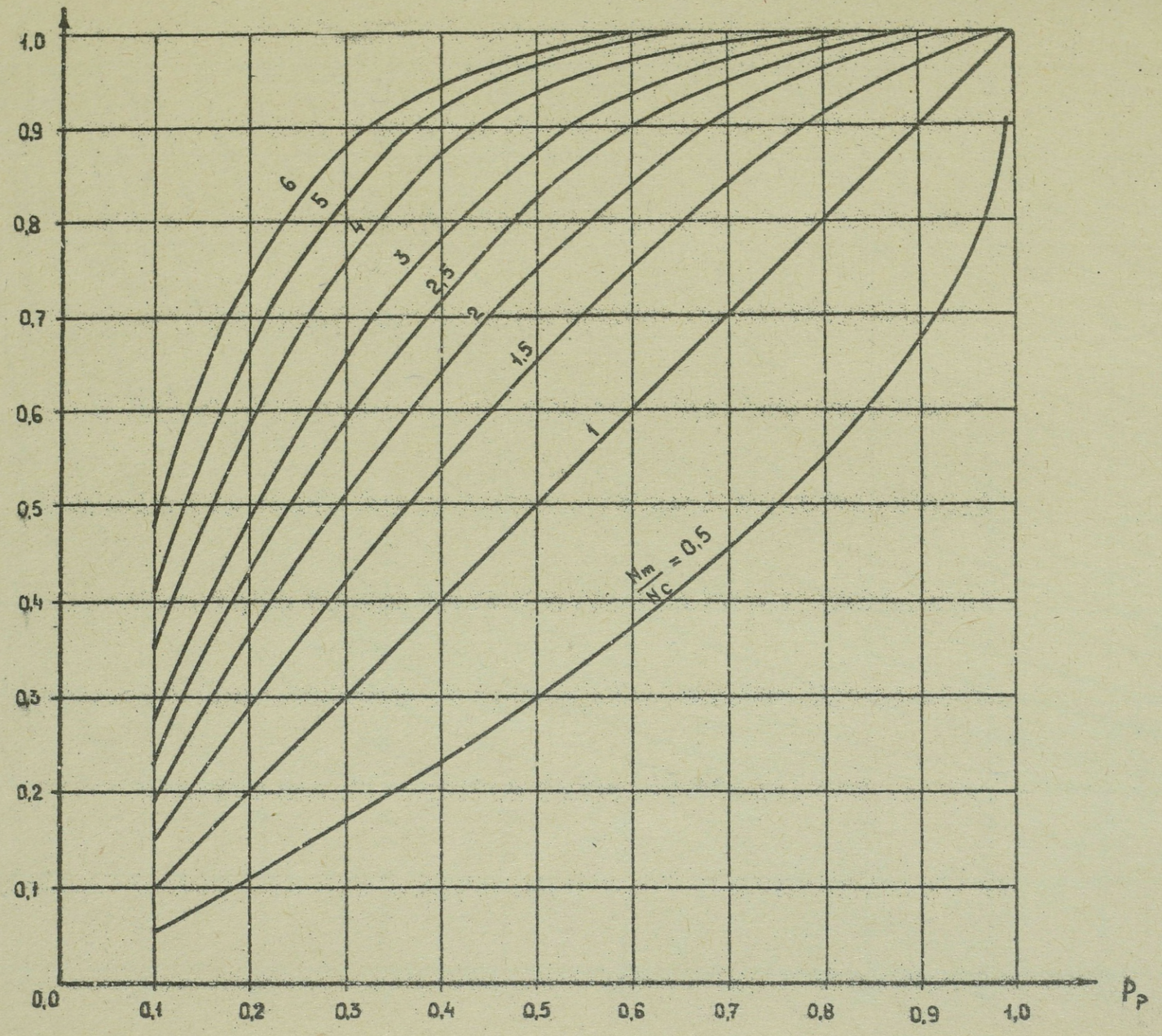
Wykres do określania wartości Pp



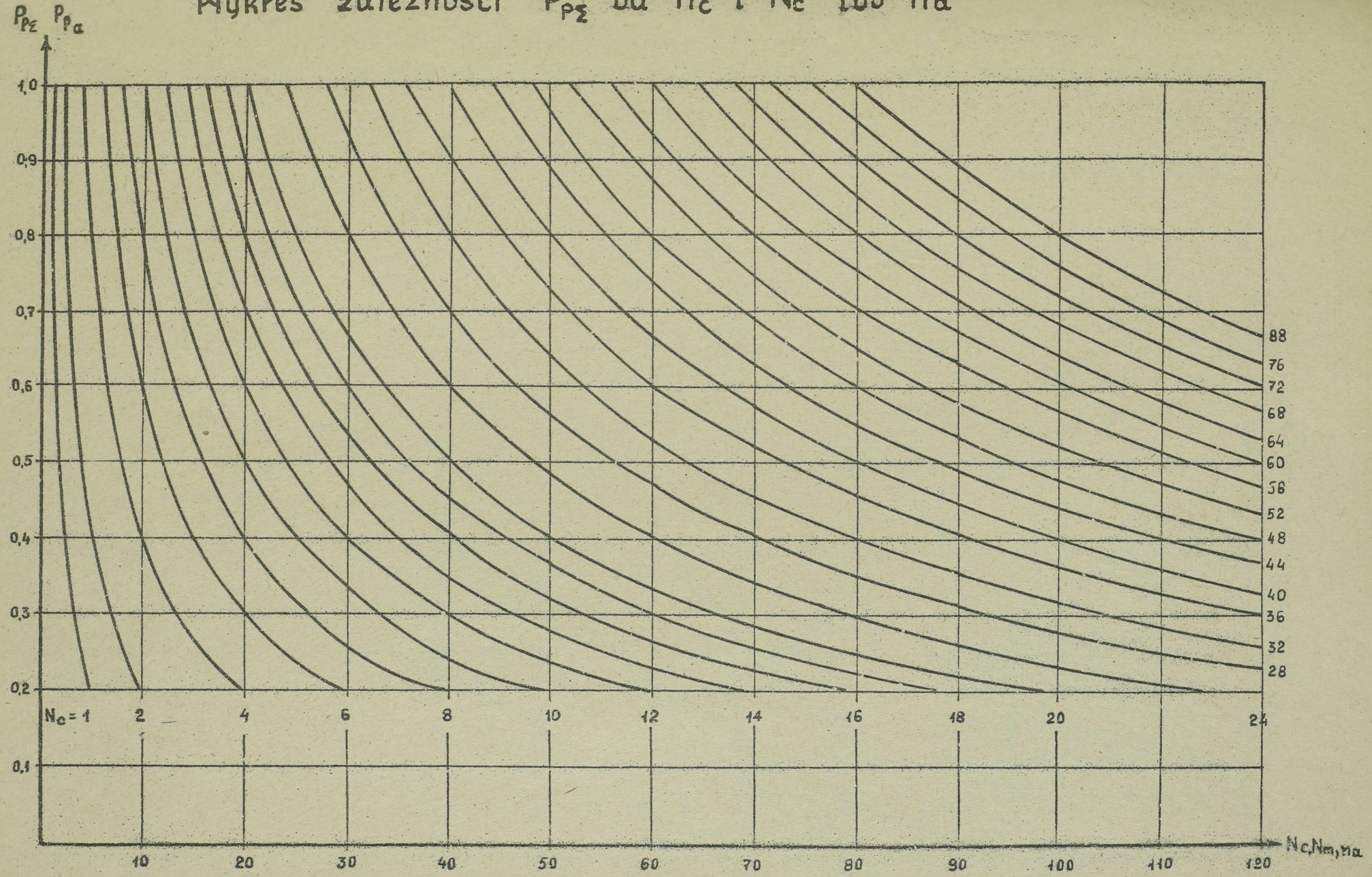

P_{PE}
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0,90
0,85
0,80
0,75
0,70
0,65
0,60
0,55
0,50
0,45
0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
P_P = 0,10
0,5
1,0
2
3
4
5
6
K

Wykres zależności P_s od $\frac{N_m}{N_c}$ i P_p

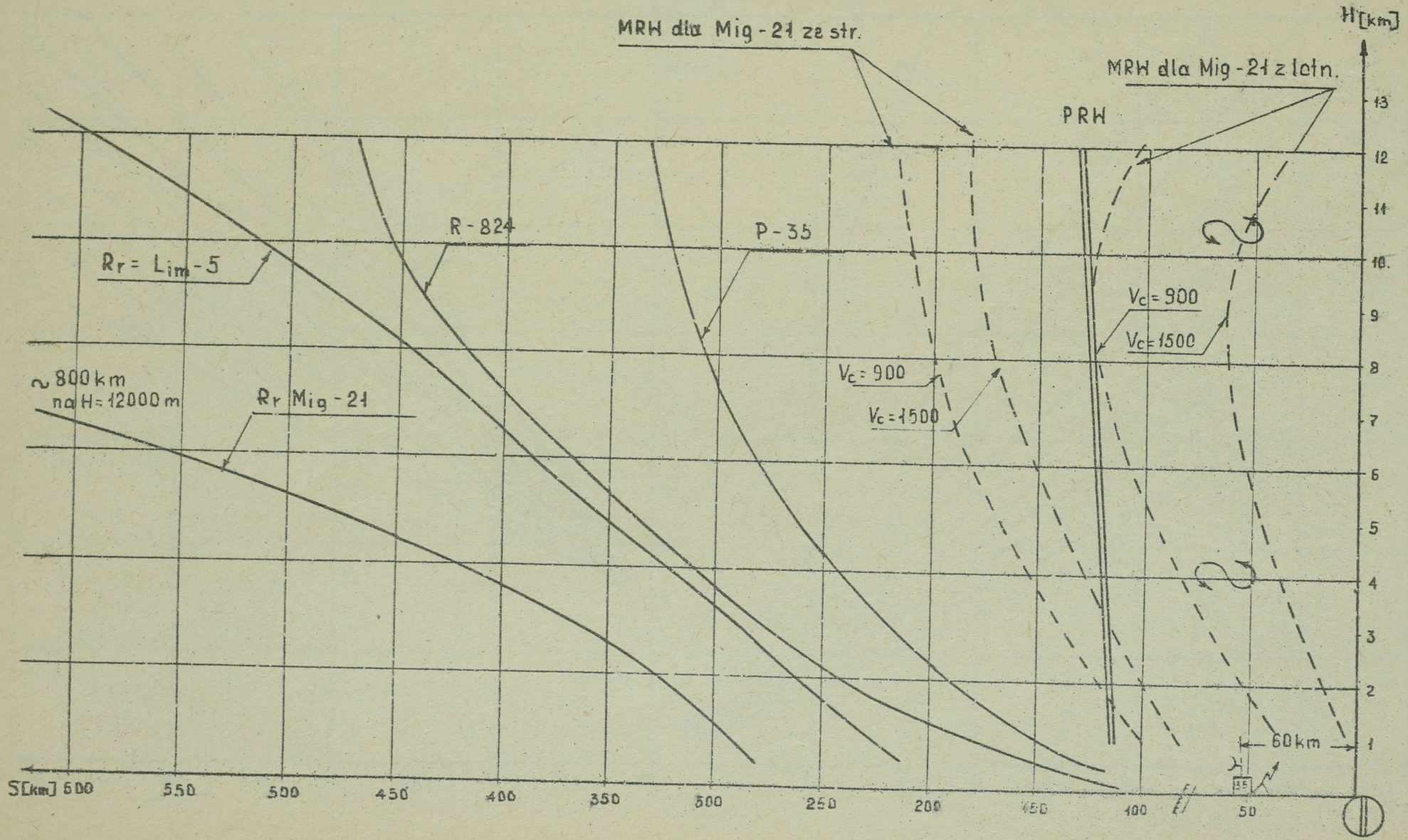
$P_s' = \frac{M_c}{N_c}$



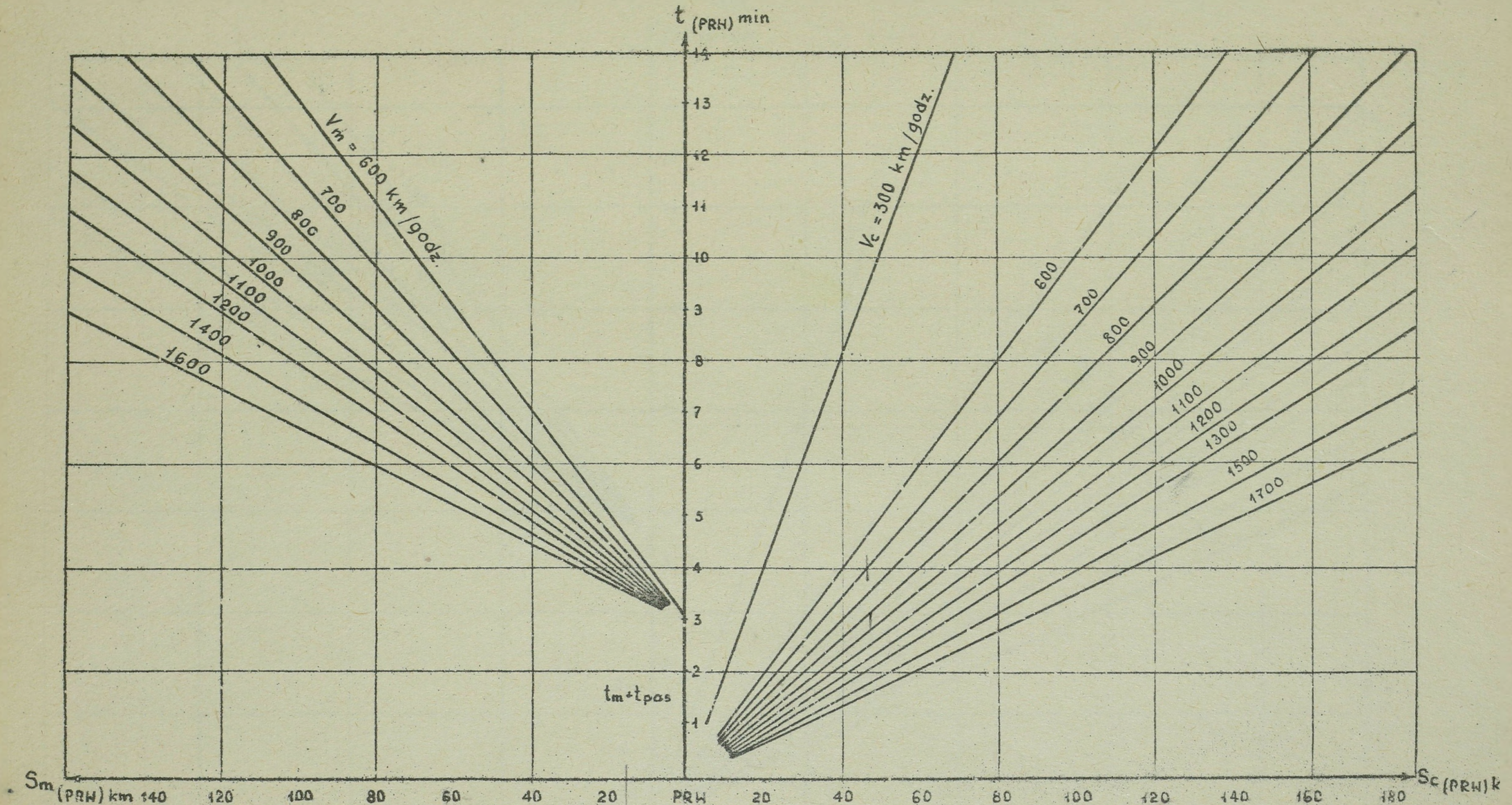
Wykres zależności P_{pz} od n_c i N_c lub n_a



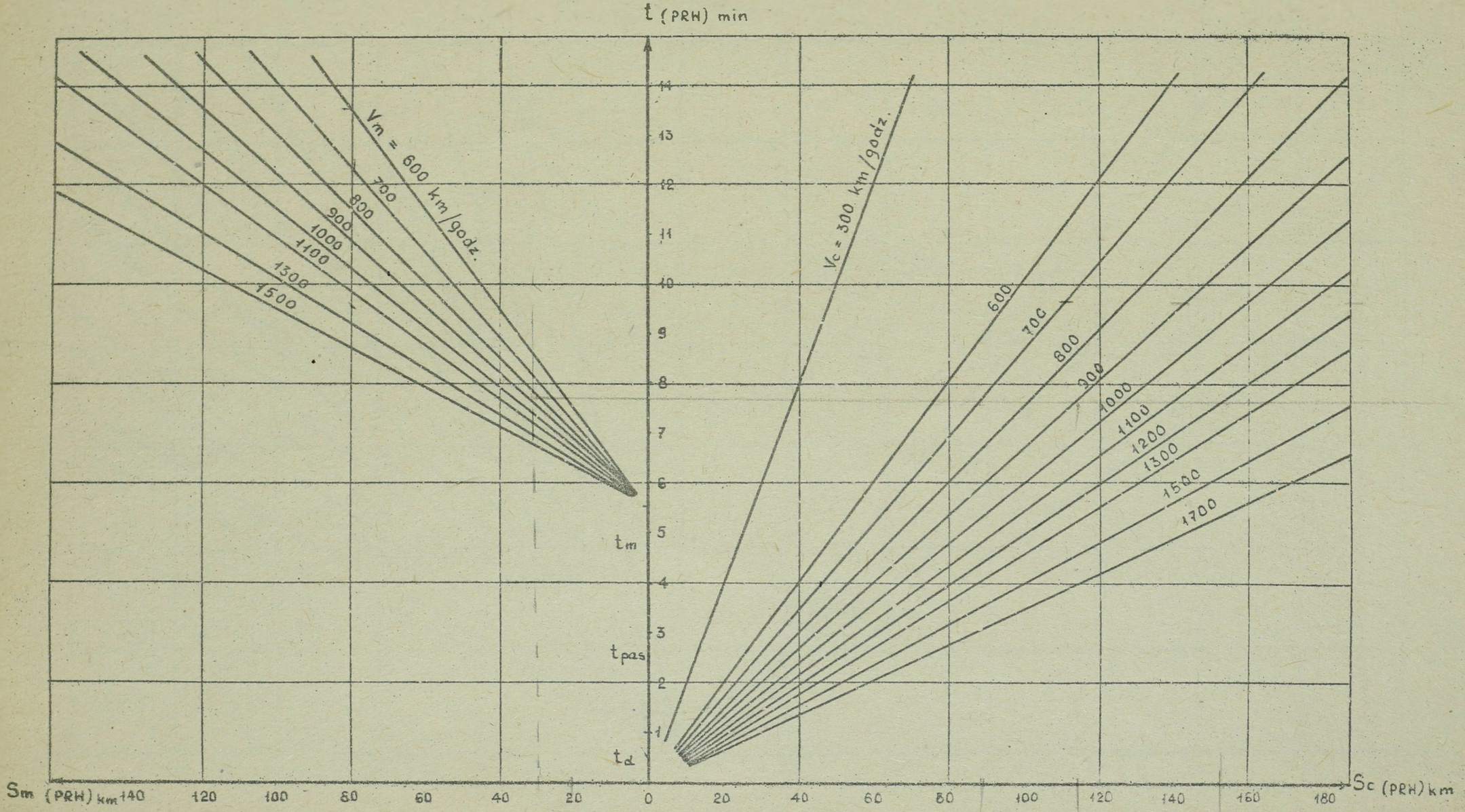
Wartości podstawowych wskaźników przestrzennych lotnictwa myśliwskiego



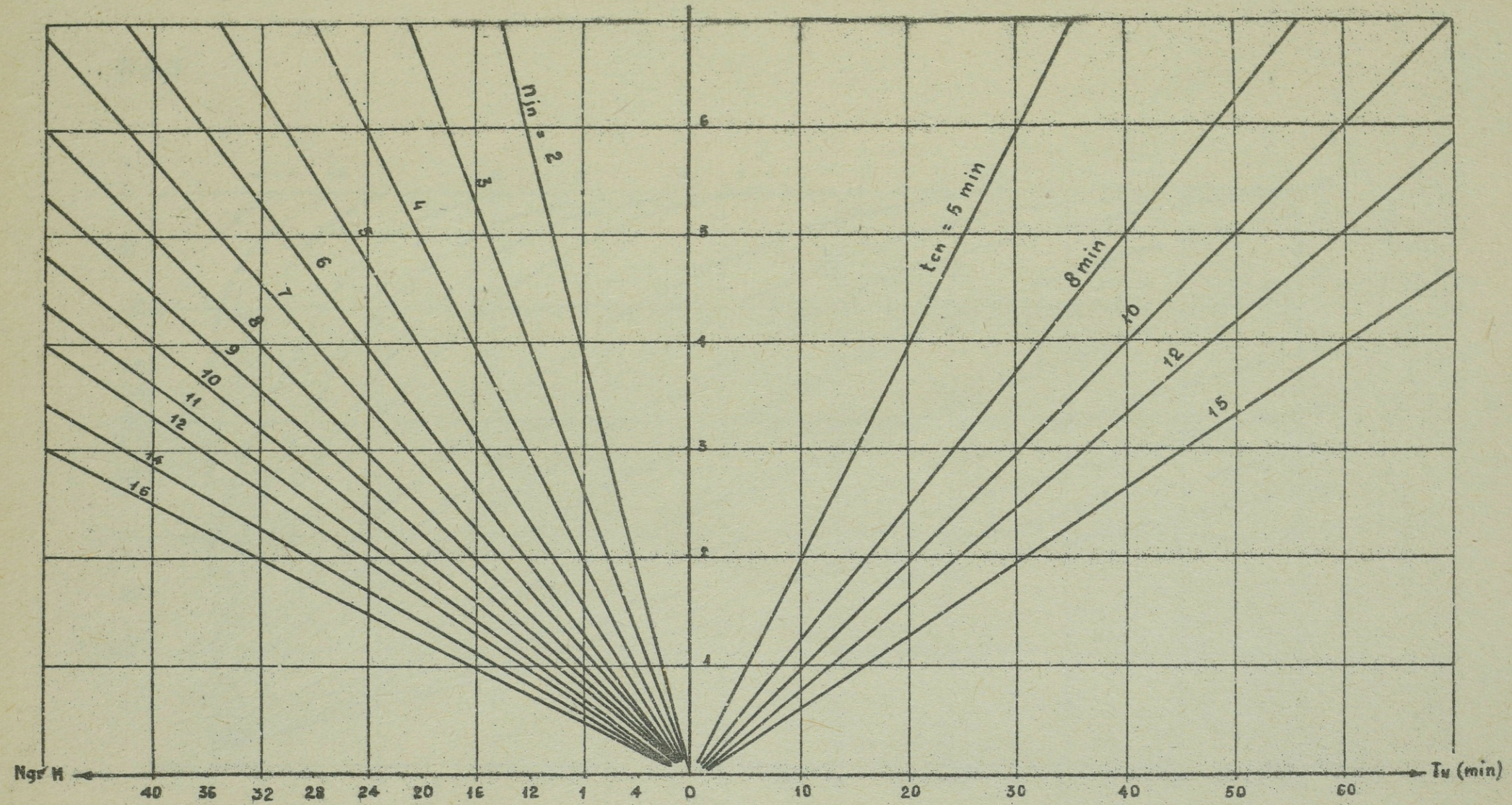
Wykres do określania możliwości wprowadzenia LM do walki na rubieży potrzebnej z położenia dyżurowania w powietrzu



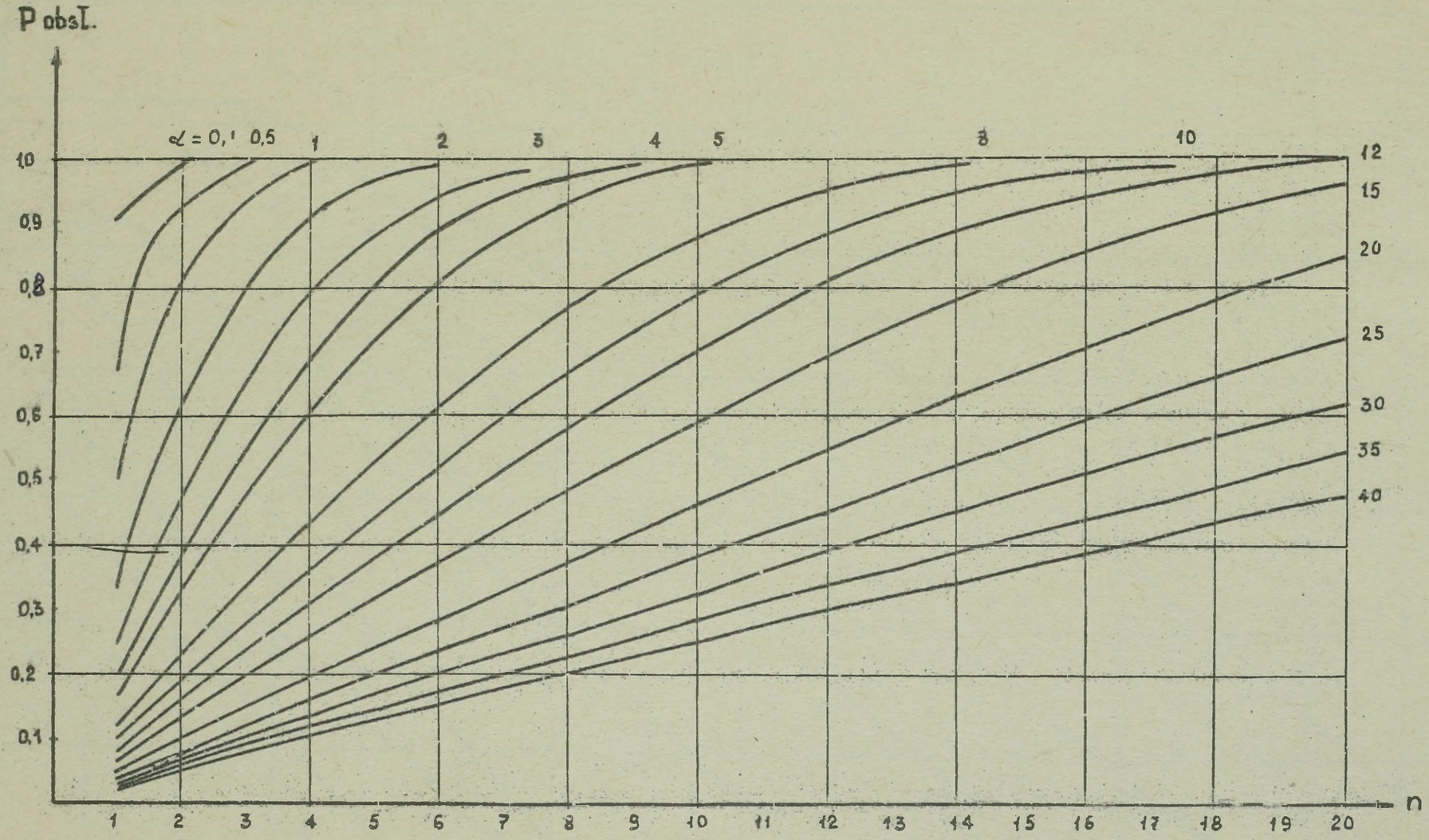
Wykres do określania możliwości wprowadzenia do walki LM na rubieży potrzebnej z położenia dyżurowania na lotniskach.



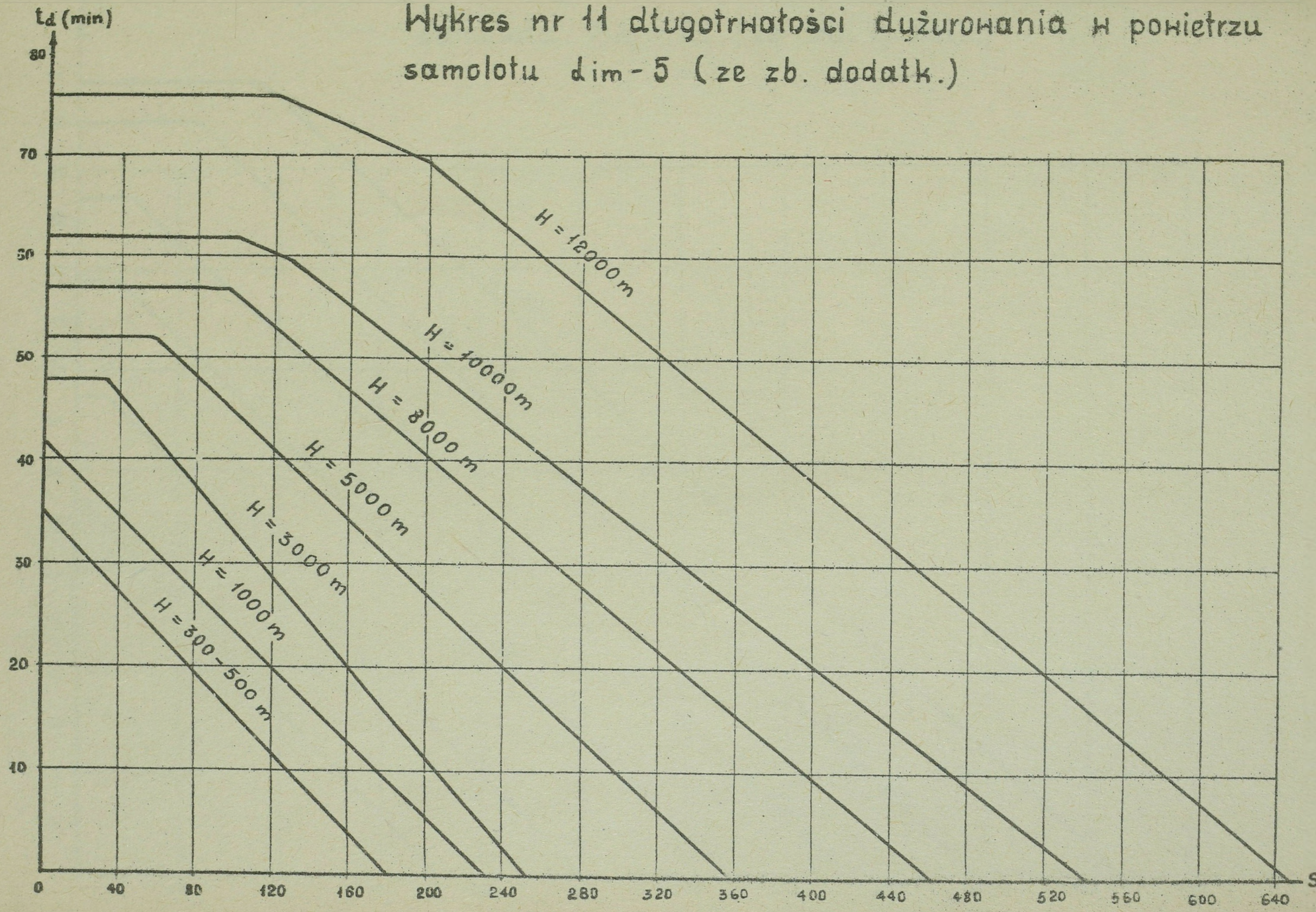
Wykres do określania czasu wprowadzenia do walki LM w zależności od n_{jn}, t_{cn} i N_{gr}



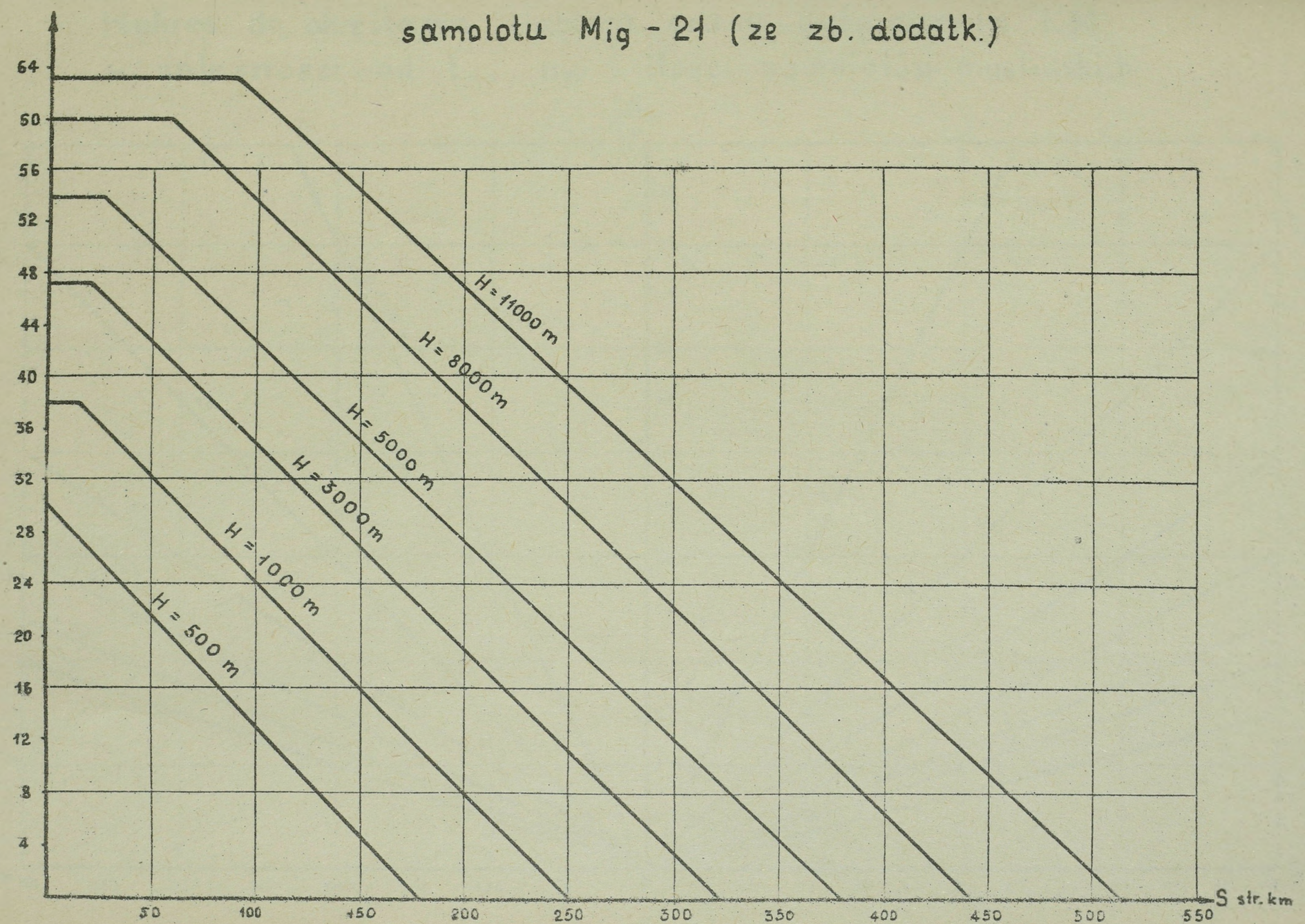
Wykres do określania prawdopodobieństwa obsługi systemu naprowadzania w zależności od α i n



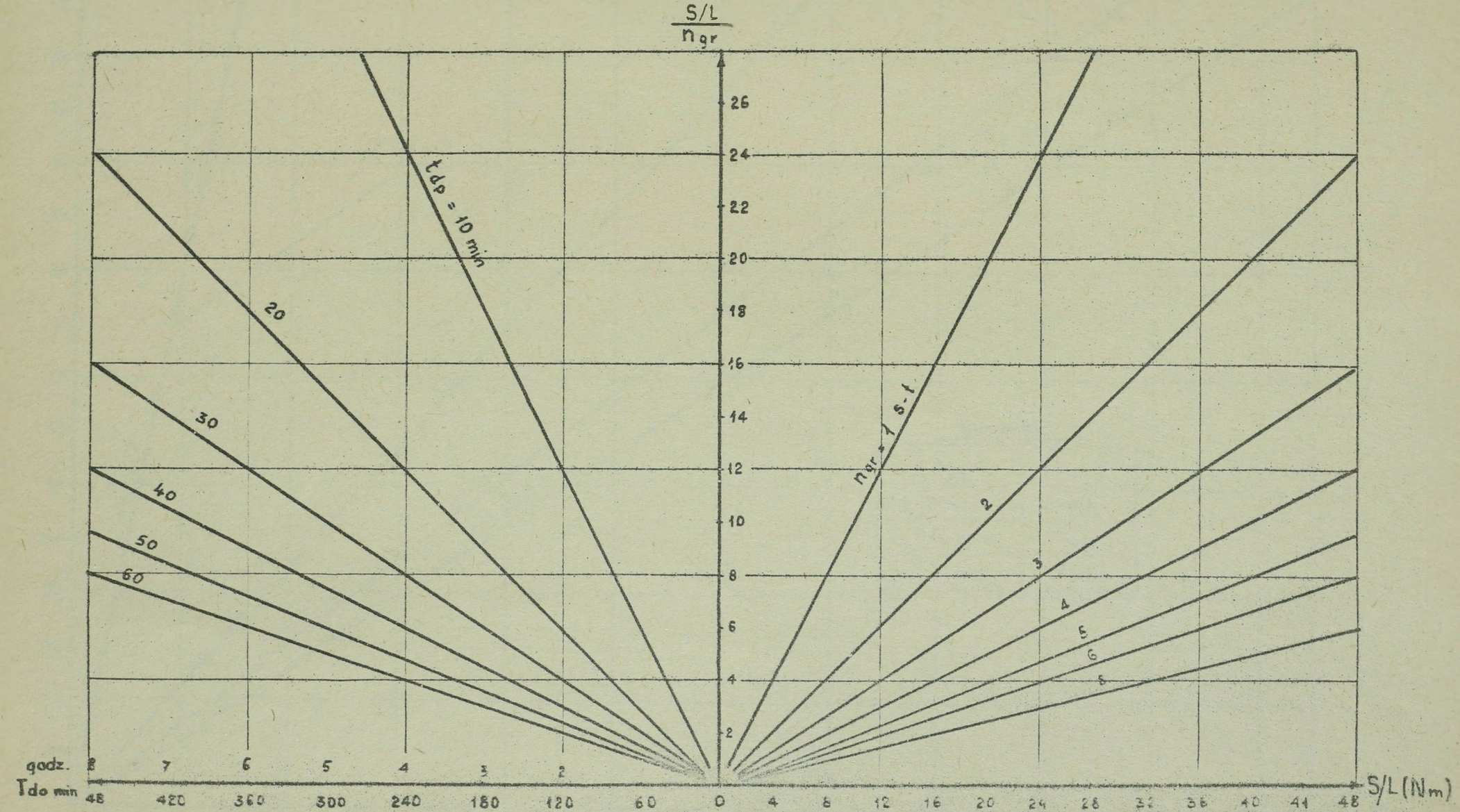
Wykres nr 11 długotrwałości dyżurowania w powietrzu samolotu dim-5 (ze zb. dodatk.)



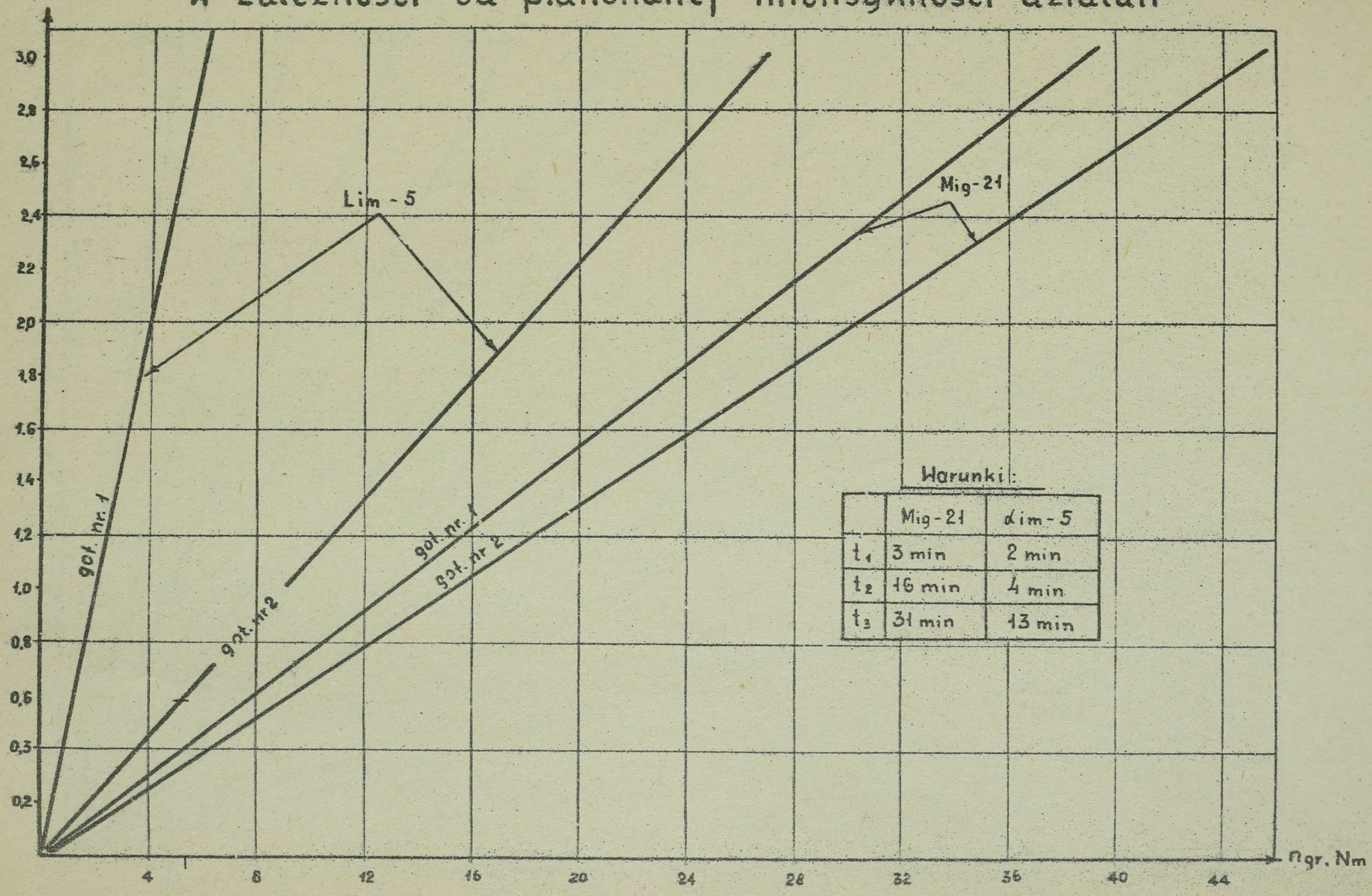
Wykres nr 12 długotrwałości dyżurowania w powietrzu samolotu Mig - 21 (ze zb. dodatk.)



Wykres do określania ciągłego czasu dyżurowania LM w zależności od t_{dp}, n_{gr} i ilości samolotów myśliwskich



Wykres do określania potrzebnej ilości sił LM w zależności od planowanej intensywności działań



Warunki:

	Mig-21	Lim-5
t_1	3 min	2 min
t_2	16 min	4 min
t_3	31 min	13 min

Wykres zależności λ_m i n_{mdp} od różnicy „$T_{PRW} - t_c$"