



10 (8765422 33222) (49)
4444 22 45678910 32 50

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

KATEDRA OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

JAWNE

174

~~SECRET~~
~~SECRET~~

Egz. Nr 2
2

plk doc. dr St. PIURO
plk dr M. ZAKRZEWSKI

**ODPIERANIE ZMASOWANEGO NALOTU PRZECIWNIA
POWIETRZNEGO PRZEZ SYSTEM OBRONY
PRZECIWLOTNICZEJ**



41363

BIBLIOTEKA NAUKOWA AGG WP
Archiwum Biuletynów Specjalnych
Nr ewid. _____

WARSZAWA

GRUDZIEŃ

1972



10 (87654 22 33 222) (49)
4444 22 33 222
4 5 6 7 8 9 10

30 50

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

KATEDRA OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

JAWNE

174

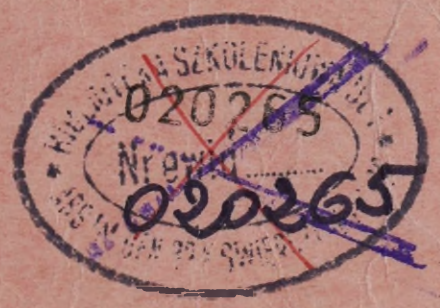
~~_____~~ 2

~~_____~~

Egz. Nr 2
2

płk doc. dr St. PIURO
płk dr M. ZAKRZEWSKI

**ODPIERANIE ZMASOWANEGO NALOTU PRZECIWNKA
POWIETRZNEGO PRZEZ SYSTEM OBRONY
PRZECIWLOTNICZEJ**



~~_____~~
41363

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP
Archiwum Biuletynów Specjalnych
Nr ewid. _____

PRZEKLASYFIKOWANO
Protokół Nr 12657



PODSTAWA
Ustawa z dnia 22 stycznia 1949 roku
nr 26 ust. 2
(Dz. U. RP Nr 11 poz. 95)
.....
podpis

Egz. Nr ...2

ODPIERANIE ZMASOWANEGO NALOTU PRZECIWNIKA POWIETRZNEGO PRZEZ SYSTEM OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ WOJSK OPERACYJNYCH

I. CHARAKTERYSTYKA ZMASOWANYCH NALOTÓW

Koncepcja zmasowanego użycia lotnictwa do niszczenia ważnych obiektów, rozmieszczonych na terytorium przeciwnika, nie stanowi nowości zarówno w teorii, jak i praktyce wojennej. Już w 1921 r. generał Giulio Douhet w swym słynnym dziele "Panowanie w powietrzu" pisał: "Armia powietrzna stanowi poważną siłę ofensywną w stosunku do celów rozmieszczonych na ziemi, siłę ofensywną, którą można rzucić w granicach promienia jej działania na każdy punkt leżący na lądzie lub morzu z prędkością przewyższającą prędkość wszelkich innych środków... Stąd wynika zasada pierwsza: a r m i i p o w i e t r z n e j n a l e ż y u ż y w a ć w m a s i e. Jest to zasada całkowicie identyczna z podstawową zasadą wojny lądowej i morskiej. Napady powietrzne osiągają maksymalny materialny i moralny skutek, podobnie jak wszelkie inne rodzaje napadów, wtedy gdy są skupione w przestrzeni i czasie".

Koncepcję tę rozwijały sztaby wojsk lotniczych różnych krajów w okresie międzywojennym. Znalazła ona również szerokie praktyczne zastosowanie w drugiej wojnie światowej i wielu konfliktach lokalnych po jej zakończeniu.

Oto kilka przykładów w tej mierze.

W uderzeniu na Pearl Harbor w dniu 7 grudnia 1941 r. brał udział 353 samoloty japońskie, które działały w dwóch falach. Atak pierwszej fali w składzie 183 samolotów /40 torpedowych, 51 szturmowych, 49 bombowych, 43 myśliwskich/ trwał 30 minut.

BIBLIOTEKA NADKOWA ASO WP
Archiwum Biuletynów Specjalnych

41363

Po piętnastominutowej przerwie druga fala w składzie 170 samolotów /80 szturmowych, 54 torpedowo-bombowych, 36 myśliwskich obezwładniała cele w ciągu 65 minut. W wyniku uderzenia zatopiono cztery okręty, a dwanaście uszkodzono; zniszczono 188 samolotów, a dalszych 159 nie nadawało się do użytku; życie straciło 2403 osoby, a 1178 odniosło rany.

Zarówno Niemcy w czasie ofensywy lotniczej na Wielką Brytanię, jak i alianci w okresie strategicznego bombardowania III Rzeszy i wsparcia działań własnych wojsk lądowych często wykonywali naloty, w których uczestniczyła duża ilość samolotów. Tak np. w dniu 13 lutego 1945 r. w uderzeniu na Drezno brało udział 800 bombowców - RAF. Następnego dnia miasto ^{zostało} zaatakowało ^{na} blisko 1350 amerykańskich ^{nie} ~~supereffortec~~ osłanianych przez 900 samolotów myśliwskich, a w dniu 15 lutego ^{nie} 1100 amerykańskich bombowców. Uderzające samoloty ugrupowane były w kilku podążających za sobą falach. W skład każdej z nich wchodziło do 300 maszyn. W wyniku tych uderzeń centrum miasta zmieniono w gruzy, zabito 25 tysięcy ludzi, a dalszych 30 tysięcy raniono.

W czasie konfliktu zbrojnego na ~~Bliżni~~ Wschodzie lotnictwo izrealskie wykonało w pierwszym dniu wojny dwa zmasowane naloty celem zniszczenia lotnictwa ZRA. W czasie pierwszego nalotu zaatakowano 19 lotnisk. Nalot trwający 2 godziny 50 minut wykonały samoloty w kilku rzutach. Samoloty pierwszego rzutu zaatakowały jednocześnie dziewięć głównych baz lotniczych. Podczas gdy samoloty te dokonywały uderzeń, samoloty drugiego rzutu znajdowały się w drodze, a trzeciego startowały z lotnisk. W drugim zmasowanym uderzeniu obezwładniono w podobny sposób 23 arabskie bazy lotnicze. W wyniku obu uderzeń zniszczono

374 samoloty, 23 stacje radiolokacyjne i kilkanaście wyrzutni rakietowych.

Wymagania te będą realizowane w ramach planu wojennego na lata 1955-1960, z uwzględnieniem potrzeb na lata 1961-1965.

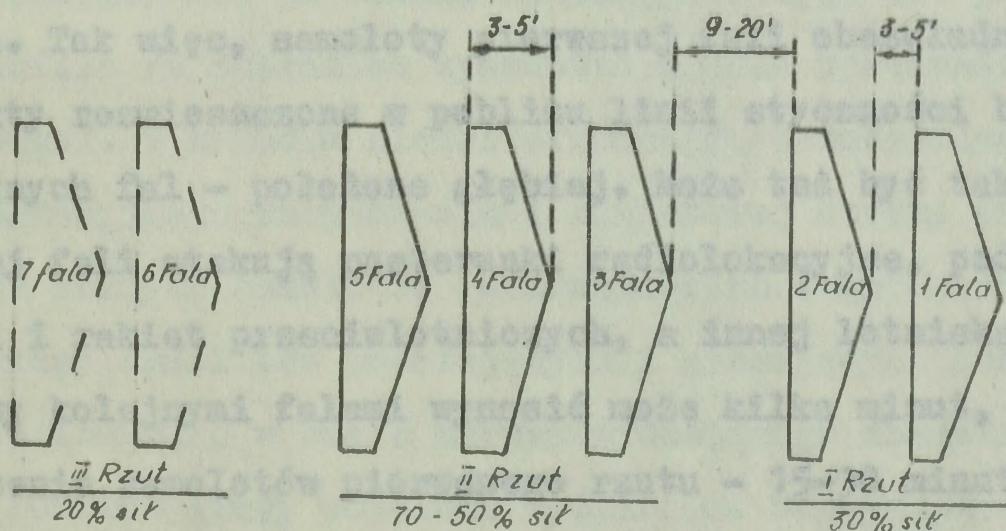
W wypadku konfliktu zbrojnego na Europejskim Teatrze Wojny należy się liczyć ze znaczącymi uderzeniami lotnictwa przeciwnika zarówno na obiekty położone na obszarze kraju, jak i w strefie działań wojsk operacyjnych. Celem tych uderzeń, w odniesieniu do terytorium kraju, będzie po sparaliżowaniu systemu obrony powietrznej unicestwienie podstawowych obiektów przemysłowych, sparaliżowanie komunikacji, obowładnienie organów administracji państwowej oraz osłabienie woli walki społeczeństwa. Natomiast zasadniczym celem znaczących uderzeń na obiekty położone w strefie działań wojsk operacyjnych będzie unicestwienie lotnisk i środków przenoszenia broni jądrowej, głównych sztabów wojsk, składów materiałowych i innych ważnych obiektów, co stworzy warunki do przejścia inicjatywy i pozwoli pomyślnie przeprowadzić zaplanowane operacje na lądzie.

W warunkach wojny jądrowej główne zadanie w zakresie niszczenia podstawowych obiektów przeciwnika spoczywać będzie na broni rakietowej. Niemniej w dalszym ciągu należy liczyć się z tym, że przeciwnik nie zrezygnuje z zastosowania znaczących uderzeń lotniczych w decydujących okresach operacji. Szczególnie spodziewać się ich należy na obiekty ruchome /manewrowe/ w strefie operacyjnej oraz na niektóre obiekty na obszarze kraju, jako uzupełnienie uderzeń broni rakietowo-jądrowej. ~~Uzupełnienie takie będzie konieczne w celu unicestwienia obiektów niedostatecznie obowładnionych i nieopieczonych dla uderzeń bronią jądrową.~~

Należy podkreślić, że w warunkach wojny prowadzonej przy użyciu konwencjonalnych środków, zmasowane naloty lotnictwa spełniać będą zasadniczą rolę w realizacji wymienionych wyżej celów.

Stąd też, należy oczekiwać, że mogą one być częstym zjawiskiem. Będą one w tych warunkach, podobnie jak w czasie drugiej wojny światowej, stanowić element składowy operacji powietrznych.

Uważa się, że typowy zmasowany nalot w strafie działań wojak operacyjnych składać się może z kilku, zwykle 2-3 rzutów, a każdy rzut z 2-3 fal.



Rys. nr 1. Wariant zmasowanego nalotu

W nalocie ^{wykonanym} takim, w pasie związku operacyjnego uczestniczyć może do 200 samolotów przeciwnika, a w pasie wyłaznego związku operacyjnego - dwukrotnie więcej.

Zadaniem pierwszego rzutu^{x/}, będzie najczęściej oberwładnienie środków obrony przeciwloteicznej - lotnictwa myśliwskiego.

x/ W rozważaniach nie rozpatruje się zmasowanego nalotu lotnictwa przeciwnika, którego celem jest uzyskanie lokalnej przewagi /panowania/ w powietrzu.

rakiet przeciwlotniczych, artylerii przeciwlotniczej i w ~~pierwszej~~ ^{radiolokacyjnej} kolejności posterunków wykrywania radiolokacyjnego. ~~osłaniających sąsiednie obiekty na polu bitwy.~~ W skład tego rzutu wchodzić może około 30 % sił uczestniczących w nalocie. Jeśli więc w nalocie uczestniczy 200 maszyn, w skład tego rzutu wejdzie do 60 samolotów myśliwsko-bombowych, działających z reguły na małych i bardzo małych wysokościach i wykonujących uderzenia z zaskoczenia, w składzie małych /2-4 samoloty/ i średnich /8-12 samolotów/ grup. ~~Obiektami uderzeń tych grup będą posterunki radiolokacyjne, pododdziały rakiet i artylerii przeciwlotniczej na stanowiskach ogniowych oraz lotniska.~~ Podział tego rzutu na fale podyktowany może być położeniem i charakterem obiektów ataku. Tak więc, samoloty pierwszej fali obeszczadniać mogą obiekty rozmieszczone w pobliżu linii styczności bojowej, a kolejnych fal - położone głębiej. Może też być tak, że samoloty jednej fali atakują posterunki radiolokacyjne, pododdziały artylerii i rakiet przeciwlotniczych, a innej lotniska. Odstęp pomiędzy kolejnymi falami wynosić może kilka minut, a łączny czas uderzenia samolotów pierwszego rzutu - 15-30 minut. W końcu ugrupowania bojowego pierwszego rzutu lecą zazwyczaj samoloty rozpoznawcze, ^{konformacja} działające na korzyść drugiego rzutu /rozpoznanie kontrolne i bezpośrednie/.

Uderzenie drugiego rzutu rozpoczyna się po kilkunastu minutach od zakończenia uderzenia wykonywanego przez ^{ru} pierwszy rzut. Rzut ten z zasady jest najsilniejszy - około 50-70 % sił - i spełnia podstawową rolę w nalocie. Jego zadaniem jest zniszczenie /silne obeszczadnienie/ zasadniczego celu ataku, którym może być: zgrupowanie uderzeniowe związku operacyjnego w czasie

rozwijania i wprowadzania do bitwy; wojska odpierające przeciwdzierzenie odwodów operacyjnych nieprzyjaciela lub ^broniące ważnych kierunków operacyjno-strategicznych, siły operacyjnego desantu powietrznego i morskiego w czasie załadowania, formowania, przelotu /przejścia morzem i lądowanie/ itp. Samoloty drugiego rzutu wykonują z reguły uderzenia w składzie trzech fal po kilkadziesiąt maszyn w każdej. Trzon tego rzutu stanowią samoloty myśliwsko-bombowe działające w małych i średnich grupach /4-8-16/. W zależności od stopnia obezwładnienia środków OPL przez pierwszy rzut, działać one mogą na wysokościach chroniących je przed skutecznym ogniem środków obrony przeciwlotniczej małego kalibru /zasięgu/ lub na bardzo małych, stosując lot poziomy o zmiennym profilu /z nabraniem wysokości w celu wykonania ataku z lotu nurkowego/. W wypadku niedostatecznego obezwładnienia systemu radiolokacyjnego rozpoznania i raketowej obrony przeciwlotniczej, na korzyść samolotów uderzeniowych tego rzutu działać mogą grupy samolotów pozorujących i stosujących zakłócenia radioelektroniczne, a w razie niewystarczającego obezwładnienia lotnisk, również grupy osłonowe myśliwców. Odstęp czasowy pomiędzy grupami samolotów kolejnych fal drugiego rzutu wynosi kilka minut, a obiektami ich ataku mogą być różne lub nawet te same cele. Samoloty drugiego rzutu mogą przenosić bomby jądrowe, a ich konwencjonalne uzbrojenie ^{yw} dostosowane jest do charakteru obiektów ataku /broń pokładowa, bomby, miny, pociski raketowe, napalm itp/. W ślad za ostatnią falą tego rzutu lecą, podobnie jak w przypadku pierwszego rzutu, samoloty rozpoznawcze, które prowadzą rozpoznanie kontrolne i ewentualnie bezpośrednie na korzyść kolejnego, trzeciego rzutu.

Trzeci rzut w zmasowanych nalotach nie zawsze występuje. Organizuje się go w tych okolicznościach, kiedy samoloty drugiego rzutu nie są w stanie obezwładnić zasadniczego obiektu ataku lub gdy w ramach zmasowanego nalotu obciążenia się wielkie zgrupowanie wojsk i obiektów przeciwnika. Tak więc, trzeci rzut może potęgować wysiłki drugiego rzutu lub uderzać na inne ważne, jeszcze nie atakowane obiekty. W rzucie tym występują najczęściej 1-2 fale, w których skład wchodzi do 50 % samolotów biorących udział w nalocie.

Przytoczonego opisu zmasowanego nalotu nie należy traktować szablonowo. Taktyka lotnictwa państw zachodnich preferuje bowiem zasady wariantowania sposobów działań i dostosowywania ich do istniejących na danym TDW warunków. Tak więc, samoloty biorące udział w zmasowanym nalocie mogą pokonywać istniejący system OPL przeciwnika na szerokim lub wąskim froncie, względnie w sposób kombinowany. Pokonywanie systemu OPL na szerokim froncie jest typowe dla tych wypadków, kiedy atakuje się zaskoczenia, jednocześnie dużą liczbę obiektów rozmieszczonych na dość znacznym obszarze, w niedużej odległości od linii styczności bojowej wojsk, np. w wypadku uderzenia na główne siły związku operacyjnego znajdującego się w styczności z przeciwnikiem. Pokonywanie systemu OPL na wąskim froncie stosuje się najczęściej, ^{lowas} gdy planuje się zniszczenie kilku blisko siebie rozmieszczonych, ważnych obiektów na głębokich tyłach i gdy bezpieczeństwo samolotów uderzeniowych wymaga różnorodnego ich zabezpieczenia /osłony przez LM, stosowania zakłóceń w wybranym pasmie, wykonania lotów pozornych itp/. Metoda wykonywania zmasowanych nalotów na wąskim froncie ma tę ważną zaletę, że po obezwład-

nieniu środków OPL przeciwnika przez ~~samolety~~ pierwszy = rzut, samoloty kolejnych rzutów i fal w zasadzie nie napotykają przeciwdziałania systemu OPL w pasie ^{swego} przelotu.

Smacowany nalot może być również wykonany z jednego lub kilku, zazwyczaj dwóch-trzech kierunków. Kierunki nalołów warunkowane są basowaniem lotnictwa biorącego w nim udział, terenem oraz wymaganiami natury operacyjno-taktycznej. W wypadku wykonywania nalołu na kilku kierunkach, na każdym z nich działa oddzielny rzut lub fala. Na każdym kierunku nalołów samoloty przeciwnika lecą po kilku-kilkunastu trasach przelotów, w oddzielnych zgrupowaniach /kolumny, klacze/, wykonując najczęściej odrębne zadania bojowe. Częstość zjawiskiem w taktyce działań lotnictwa jest lot po wspólnej trasie do najbardziej wysuniętej rubieży wykrywania radiolokacyjnego przeciwnika, z następnym rozdzieleniem się samolotów na kilka ~~oddzielnych~~ kierunków, które wyprowadzają na obiekty ataku.

Różny może być także skład samolotów biorących udział w smacowanym nalocie. Uszczelnione to jest od stopnia i rodzaju zabezpieczenia działań bojowych grup uderzeniowych. W nalocie może brać udział, obok samolotów uderzeniowych, które stanowią trzon nalołu, znaczna ilość samolotów rozpoznawczych, samolotów stępczących zakłócenia, obsługujących naziemne środki OPL, pozorujących i myśliwskich.

Reasumując, smacowany nalot uważać naloły taki, w którym udział bierze znaczna liczba samolotów wykonujących jedno zadanie operacyjne lub operacyjno-strategiczne w krótkim czasie. Czas trwania smacowanego nalołu nie jest ściśle określony. Zwykle on jednak w granicach nie dłuższych niż kilka godzin.

Krótki czas nalotu zwiększa jego intensywność, wyrażającą się liczbą samolotów w jednostce czasu, co z kolei bardzo poważnie utrudnia działalność środków OPL w czasie odpierania nalotów. Zwiększenie gęstości nalotu uzyskuje się przez zmniejszenie odstępów pomiędzy grupami, falami i rzutami samolotów.

Jest rzeczą oczywistą, że końcowym efektem zmasowanego nalotu są straty, jakie poniosą wojska i inne ważne atakowane obiekty, jak również osłaniające je oddziały i pododdziały OPL. Jeżeli chodzi o te ostatnie, to wydaje się, że główne swe uderzenia przeciwnik powietrzny skieruje przeciwko systemowi radiolokacyjnego rozpoznania i oddziałom rakiet przeciwlotniczych małego i średniego zasięgu i niektórym lotniskom lotnictwa myśliwskiego. Niszcząc posterunki radiolokacyjne przeciwnik powietrzny będzie miał na celu opóźnić lub uniemożliwić zebranie danych o nalocie oraz utrudnić realizację naprowadzania lotnictwa myśliwskiego. Obezwładnienie oddziałów rakiet przeciwlotniczych małego i średniego zasięgu ma zapewnić swobodę działania grup uderzeniowych na trasach przelotu i w rejonie obiektów ataku. Biorąc pod uwagę ilość samolotów przewidywanych do uderzenia na środki obrony przeciwlotniczej należy przyjąć, że przeciwnik powietrzny w wyniku uderzenia pierwszego rzutu będzie w stanie wyeliminować z walki do 50 % posterunków radiolokacyjnych i do 20-30 % pododdziałów rakiet przeciwlotniczych małego i średniego zasięgu, 1-2 lotniska lotnictwa myśliwskiego. Znacznie mniejsze straty w wyniku tego uderzenia poniosą oddziały artylerii przeciwlotniczej i inne małokalibrowe środki OPL. Na przeszkodzie skutecznego obezwładnienia tych środków stoi duża ich liczba, znaczne roz-

środkowanie i stosunkowa nieduża efektywność lotnictwa w niszczeniu tego rodzaju obiektów.

Straty poniesione przez wojska operacyjne w wyniku przeprowadzenia przez lotnictwo przeciwnika nalotu zmasowanego mogą być duże w sensie ilości zniszczonego sprzętu, jak i niemożliwości wykorzystania przez nie posiadanych sił w nakazanym miejscu i czasie /np. w wyniku zniszczenia przepraw/. Określenie ich rzeczywistych strat jest o tyle trudne, że w rachubę wchodzi tu zmienne losowe, które uniemożliwiają ustalenie konkretnych rezultatów. Należy je więc określać w oparciu o teorię prawdopodobieństwa i dostępne, orientacyjne normy użycia lotnictwa przeciwnika do niszczenia typowych obiektów na plu walki. Kierując się tymi przesłankami można zakładać, że samoloty uderzeniowe wchodzące w skład drugiego i ewentualnie trzeciego rzutu nalotu mogą obawładnić blisko kilkaset czołgów lub innych pojazdów mechanicznych, kilka przepraw na szerokich przeszkodach wodnych i kilka stanowisk dowodzenia szczebla operacyjnego, kilkadziesiąt baterii artylerii i wiele innych obiektów. Należy przyjąć, że w wyniku tego rodzaju uderzenia związek operacyjny może utracić zdolność bojową na okres od kilku do kilkunastu godzin w warunkach wykorzystywania przez lotnictwo przeciwnika broni konwencjonalnej lub też może dojść do jego całkowitego rozbicia, jeżeli użyte zostaną środki masowego rażenia. Stąd też problem zorganizowanego odpierania zmasowanych nalotów lotnictwa nieprzyjaciela we współczesnych warunkach nabiera kapitalnego znaczenia.

II. UDZIAŁ WOJSK OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ W ODPIERANIU ZMASOWANYCH NALOTÓW LOTNICTWA PRZECIWNIKA WYKONYWANYCH NA TERYTORIUM KRAJU

Pierwszy i nawet kolejne zmasowane naloty mogą zastać oddziały OPL wojsk operacyjnych na terytorium własnego /sojuszniczego/ kraju, tj. wtedy, gdy osiągają pełną gotowość do prowadzenia działań bojowych lub maszerują w ugrupowaniu związków operacyjnych do rejonu wyjściowego. W tej sytuacji główny ciężar walki z lotnictwem przeciwnika i odpowiedzialność za jej organizację ciąży na Wojskach Obrony Powietrznej Kraju. Również odpieranie zmasowanych nalotów ^{supremacji} przeciwnika prowadzi się zgodnie z planem i zasadami wykorzystania tych wojsk. Niemniej z uwagi na stopień zagrożenia wojsk operacyjnych, wojska OPL związków taktycznych i operacyjnych powinny uczestniczyć w odpieraniu zmasowanych nalotów przeciwnika w tym okresie, prowadząc osłonę ważnych ze swego punktu widzenia obiektów. Ich działalność bojowa przebiega w takim wypadku w ramach działań systemu OPK i jest z nimi ściśle skoordynowana. Jest to zresztą zgodne z podstawową zasadą obrony przeciwlotniczej - koncentracji wysiłku środków OPL. Odnośnie do realizacji tej zasady ścierają się ze sobą dwa przeciwstawne poglądy, z których jeden głosi konieczność pełnego zaangażowania wojsk OPL w odparciu pierwszego i kolejnych zmasowanych nalotów przeciwnika skierowanych na obszar kraju - drugi zaś wykorzystanie do tego celu tylko ich części, mając na uwadze przyszłe zadania systemu OPL w strefie operacyjnej, co wiąże się z koniecznością ich szybkiego przegrupowania do rejonu wyjściowego. Problem ten jest niewątpliwie dyskusyjny i wymaga głębszych badań. ^{wojsk OPL i OPK.}

Bezsprzecznym wydaje się jednak to, że pokojowa dyslokacja oddziałów OPL wojsk operacyjnych powinna odpowiadać potrzebom wojennym, zwłaszcza pierwszych dni wojny. Dyslokacja ta musi więc stwarzać sprzyjające warunki do szybkiego i sprawnego przejścia tych oddziałów do osłony wytypowanych już w czasie pokoju obiektów oraz sprawnego włączenia się do systemu OPK, zanim nastąpi pierwsze zmasowane uderzenie lotnictwa przeciwnika. Mając to na uwadze garnizony stałe tych oddziałów powinny znajdować się w pobliżu wybranych obiektów /grup obiektów/ osłony. Inaczej przedstawia się zagadnienie bazowania operacyjnego lotnictwa myśliwskiego. Powinno ono być skoordynowane z planami użycia lotnictwa myśliwskiego OPK do walki z zmasowanymi uderzeniami przeciwnika powietrznego w pierwszych kilkunastu - kilkudziesięciu godzinach wojny.

Innym równie oczywistym wymaganiem jest to, by oddziały OPL wojsk operacyjnych reprezentowały wysoki stopień gotowości mobilizacyjnej i bojowej. Wysoki stopień gotowości mobilizacyjnej jest nieodzownym warunkiem pełnego włączenia ich sił do walki z pierwszym zmasowanym nalotem lotnictwa przeciwnika, który, jak wiadomo, wykonany może być z zaskoczenia. Wysoki stopień gotowości bojowej sprzyja osiągnięciu pożądaných rezultatów w walce z pierwszym uderzeniem lotnictwa nieprzyjaciela. Z uwagi na to, troską dowództw wszystkich szczebli odpowiedzialnych za obronę przeciwlotniczą, powinno być konsekwentne kształtowanie czynników warunkujących tę gotowość. Jednym z nieodzownych czynników w tej mierze jest między innymi prowadzenie wspólnych treningów i ćwiczeń wojsk OPL i OPK.

Zrozumiałe jest również, że włączenie środków OPL wojsk operacyjnych do działania w systemie OPK odbywać się powinno na podstawie z góry opracowanych planów. Plany te powinny ujmować czas, miejsce i sposób włączenia oraz sposoby działania oddziałów OPL w systemie OPK, głównie zaś pułków rakiet przeciwlotniczych. Nie-mniej oczywiste jest, że plan przewidujący udział wojsk OPL w działaniach systemu OPK winien być zsynchronizowany z planem przegrupowania wojsk operacyjnych do rejonów wyjściowych.

Konkretnych rozwiązań w tym względzie może być wiele. Wydaje się, że kompanie /posterunki/ radiolokacyjne wchodzące w skład wojsk OPL, w warunkach wykonywania przez lotnictwo przeciwnika, zmasowanego nalotu mogłyby spełnić rolę posterunków odwodowych, i to - drugiej kolejności. Decyduje o tym duża trwałość systemu radiolokacyjnego rozpoznania wojsk OPK. Wydaje się też, że pododdziały radiotechniczne wojsk OPL pozostawać mogą w dwóch stopniach gotowości, jeśli chodzi o ich włączenie do pracy w systemie OPK. Część z tych pododdziałów, będąca w niższym stopniu gotowości, nie byłaby skrepowana, jeśli idzie o wykonanie marszu zgodnie z planami przegrupowania i rozwinięcia wojsk operacyjnych w przyszłym rejonie działań. Włączenie ich do pracy w systemie OPK odbywałoby się na podstawie z góry ustalonych sygnałów w doraźnie wybranym rejonie. Inne natomiast pododdziały, o wyższym stopniu gotowości, pozostawałyby w rejonach przewidywanego włączenia do pracy w stanie zwiniętym lub rozwiniętym. Zaszeregowanie poszczególnych pododdziałów radiotechnicznych do wymienionych stopni gotowości ustala się na podstawie ogólnej sytuacji operacyjno-taktycznej i przewidywanych potrzeb.

Lotnictwo wyświadcza wojsk operacyjnych w czasie bazowania na terytorium kraju podporządkowuje się w zakresie jego bojowego wykorzystania do walki z nalotami zmasowanymi, odpowiednim stanowiskom dowodzenia wojsk OPK. Działa ono w tym czasie według koncepcji i zasad obowiązujących w danym rejonie.

Co się tyczy wykorzystania na obszarze kraju oddziałów rakiet przeciwlotniczych, artylerii przeciwlotniczej i małokalibrowych środków OPL wojsk operacyjnych w odpioraniu zmasowanych nalotów podczas przegrupowania, to najczęściej zwalczają one lotnictwo przeciwnika osłaniając ważne z punktu widzenia wojsk operacyjnych obiekty. Wydaje się, że wykorzystanie tych oddziałów na terytorium osłanianym przez wojska OPK opierać się powinno na przestrzeganiu dwóch podstawowych zasad, z których pierwsza mówi, że każdy pododdział /oddział/ OPL działa w ramach swego oddziału, związku taktycznego lub operacyjnego na rzecz osłony jego wojsk, a druga nakazuje prowadzenie walki z samolotami przeciwnika w każdej dogodnej do tego sytuacji.

Pieczą nad koordynacją wyników wojsk OPL współdziałających z systemem OPK w zwalczaniu zmasowanych nalotów przeciwnika sprawują grupy operacyjne szefostwa wojsk OPL rozmieszczone na odpowiednich stanowiskach dowodzenia wojsk OPK. Ponadto poszczególne oddziały OPL mają możliwość włączenia się w tym celu do zorganizowanej uprzednio radiowej sieci współdziałania wojsk OPL z systemem OPK, zaś oddziały rakiet przeciwlotniczych muszą wysłać swoich przedstawicieli na najbliższe stanowisko dowodzenia systemu OPK.

III. PLANOWANIE I ORGANIZACJA ODPIERANIA NALOTU ZMASOWANEGO PRZEZ SYSTEM OPL WOJSK OPERACYJNYCH

Nie wdając się w szczegóły natury teoretycznej, walkę pomiędzy lotnictwem ^{nieprzyjaciela} przeciwnika prowadzącym zmasowany nalot, a siłami i środkami odpierającymi ten nalot traktować można jako grę dwustronną o wyniku zerowym, w której stawką jest żywotność interesujących obie strony obiektów. Miejsce, czas i sposoby wykonania zmasowanego nalotu wyrażają strategię strony działającej zaczepnie. Strategie te są wynikiem gruntownych przemyśleń i szczegółowego planowania, a ich podstawowym celem - zadanie maksymalnych strat obiektom /wojskom operacyjnym/ przeciwnika przy poniesieniu stosunkowo niewielkich strat własnych. W tej sytuacji przeciwstawienie tak dokładnie zorganizowanemu działaniu, jakim jest zmasowany nalot, działania nieskoordynowanego i nieujętego w szczegółowy plan użycia sił i środków przewidzianych do odparcia tego nalotu skazywałoby stronę broniącą się na niechybną i dotkliwą w skutkach porażkę. Oczywiście staje się więc, że i druga strona uczestnicząca w tej grze winna posiadać własne strategie działania. Ich cel, to zadanie maksymalnie dotkliwych strat stronie atakującej.

W grze tej jako pierwszy wykonuje ruch ^{nieprzyjaciela} przeciwnik - tj. prowadzi zmasowany nalot według jednego z wielu możliwych w danych warunkach wariantów /strategii/ działania. Z kolei system obrony przeciwlotniczej musi posiadać z góry przygotowany taki plan działania, który zapewni odpowiednią, optymalną w danych warunkach, ripostę na dowolny wariant ataku lotnictwa przeciwnika.

Wypracowanie optymalnego wariantu działania w zakresie odpierania zmasowanego nalotu przeciwnika to nic innego jak wnikliwe planowanie, którego celem jest ustalenie skutecznego, a jednocześnie ekonomicznego sposobu działania systemu OPL w tej mierze. Wypracowuje się go w oparciu o istniejące warunki położenia taktyczno-operacyjnego i założone warianty działania przeciwnika powietrznego. Planowanie to obejmuje pracę koncepcyjną sztabu organizującego obronę przeciwlotniczą wojsk w zakresie odparcia nalotu. Jego efektem jest opracowany i zatwierdzony przez wyższego przełożonego plan działania /użycia/ sił i środków OPL na wypadek wykonania przez przeciwnika zmasowanego nalotu. Plan ten jest załącznikiem do planu obrony przeciwlotniczej danego związku. Na treść planu składają się problemy związane z wykryciem nalotu zmasowanego i oceną zagrożenia, oraz ustaleniem składu sił przewidzianych do jego odparcia, efektywności i sposobu ich działania.

Dane dotyczące nalotu zmasowanego uzyskać można z rozpoznania: agenturalnego, radiowego, powietrznego - prowadzonego przez własne lotnictwo nad terenem wroga - oraz radiolokacyjnego. Wszystkie te źródła informacji mogą uprzedzić organy kierujące obronę przeciwlotniczą bezpośrednio przed nalotem przeciwnika. Otrzymane dane posłużyć mogą dowódcy bezpośrednio kierującemu odpieraniem nalotu zmasowanego w celu poczynienia odpowiednich kroków w zakresie zwalczania samolotów przeciwnika. Mając to na uwadze szefostwa wojsk OPL szczebli operacyjnych powinny sprecyzować swoje wymagania pod adresem tych organów rozpoznania, które stanowią niejako zewnętrzne źródła informacji i ponadto zorganizować odpowiednio własny system rozpoznania radiolokacyjnego i wzrokowego.

W planie odparcia zmasowanego nalotu przeciwnika, obok informacji określających sposoby i terminy otrzymywania danych z wszystkich dostępnych źródeł rozpoznania, powinien być przedstawiony również szczegółowy sposób działania organicznego systemu rozpoznania radiolokacyjnego, tj. sposób rozwinięcia i działania zasadniczych i odwodowych posterunków radiolokacyjnych. W tej mierze należy też ustalić terminy i sygnały wykorzystania utajnionych pasm promieniowania, reżimy pracy, sposoby zwalczania zakłóceń itp.

Danych przydatnych do opracowania w planie odparcia zmasowanego nalotu sągadnień dotyczących lotnictwa przeciwnika dostarczyć mogą jedynie: rozpoznanie agenturalne i dotychczasowe doświadczenia w dziedzinie walki z samolotami przeciwnika. Dane te pozwalają na ustalenie możliwych wariantów nalotów, a więc składu, ugrupowania i taktyki lotnictwa biorącego udział w nalocie oraz prawdopodobnych obiektów i skutków uderzeń. Podczas ustalania takich parametrów, jak: czas i miejsce /obiekty/ oraz siła uderzenia przeciwnika kierujemy się planując odpieranie zmasowanego nalotu, nie tylko informacjami ze źródeł rozpoznania, lecz także logiką, w myśl której przeciwnik będzie organizował naloty w czasie i w miejscu o decydującym znaczeniu dla bitwy lądowej lub morskiej celem uzyskania sukcesu operacyjnego.

Po rozpatrzeniu prawdopodobnego zamiaru i najbardziej prawdopodobnych wariantów działania przeciwnika powietrznego w nalocie zmasowanym ustala się położenie, stan i możliwości bojowe sił i środków OPL, które mogą wziąć udział w walce z nim. Bierze się w tym wypadku pod uwagę wyłącznie siły i środki szczególne operacyjne o znacznym zasięgu działania, a więc lotnictwo myśliwskie, rakiety przeciwlotnicze średniego i małego

zasięgu oraz posterunki wykrywania radiolokacyjnego. Reszta środków OPL są z rozważań eliminowane. Planowanie ich użycia jest nie celowe, ponieważ w czasie trwania nalotu zmniejszonego nie ma możliwości dokonania manewru ich ogniem według decyzji ośrodka kierowania OPL armii /frontu/. Ponadto ostrzeliwać one będą tylko te nieliczne cele, które wejdą w ich niewielki zasięg ognia. Tak więc mimo tego, że biorą one aktywny udział w walce ze zmniejszonym nalotem ich wpływ na koncepcję odparcia tego nalotu jest nikły.

Oceniając położenie środków OPL określa się ich aktualne i przewidywane bazowanie /agrupowanie/ w stosunku do obiektów celony i prawdopodobnych kierunków nalotów przeciwnika. Określając ich stan bierze się pod uwagę: w lotnictwie myśliwskim - ilość i jakość samolotów ich gotowość bojową oraz stan pilotów; w rakietach przeciwlotniczych - ilość i rodzaj sprawnych wyrzutni, stacji naprowadzania rakiet i przygotowanych pocisków, a w wojskach radiotechnicznych - ilość i rodzaj posterunków oraz stacji radiolokacyjnych. W odniesieniu do wszystkich środków określa się stan zapotrzebowania w środki żywiące walkę, a więc amunicję /rakiety/ i materiały pełne, stan techniczny sprzętu oraz stopień gotowości bojowej /np. ilość samolotów dyżurnych w strzale lub na lotnisku/.

Określając możliwości aktywnych środków OPL, bierze się pod uwagę ich skuteczność ogniową w aspekcie ilości jednocześnie i kolejno ostrzeliwanych celów i zdolność do przeniesienia ognia z jednego celu na drugi. Możliwość ta określa ją walory techniczne sprzętu, zapotrzebowanie w amunicję, poziom wyszkolenia obsługi oraz parametry lotu celów powietrznych. Ważnymi przydatnymi przy planowaniu odparcia nalotu zmniejszonego, oprócz prawdopodobieństwa rażenia samolotów przeciwnika przez parę

/klucz/ samolotów myśliwskich, jedną, dwie lub trzy rakiety przeciwlotnicze są: w lotnictwie myśliwskim - czas dyżurowania na lotnisku i w strefie, czas odtwarzania gotowości bojowej przez parę /klucz/ samolotów oraz możliwe rubieże przechycenia celów powietrznych ze stref dyżurowania i lotnisk; w rakietach przeciwlotniczych - czas strzelania i przeniesienia ognia oraz czas załadowania rakiet na wyrzutnie. Oceniając możliwości bojowe rakiet przeciwlotniczych określa się również ilość i stopień elaboracji rakiet oraz ich urzutowanie. W przewidywaniu odpierania zmasowanych nalotów celowe jest zwiększać ustalone normy i posiadać oprócz możliwie największej liczby rakiet w pododdziałach ogniowych pewną ilość dodatkowych, zelaborowanych, rakiet załadowanych na środki transportowe, które byłyby rozmieszczone w ukryciach usytuowanych w pobliżu zaopatrywanych pododdziałów. Możliwości ogniowe środków OPL przedstawia się na planie odparcia zmasowanego nalotu przeciwnika w postaci nadziei matematycznej ilości zniszczonych samolotów.

Rozważając możliwości bojowe środków rozpoznania radiolokacyjnego ustala się ilość i rozmieszczenie posterunków radiolokacyjnych pozostających w gotowości do wczesnego wykrycia zmasowanego nalotu przeciwnika oraz potrzebnych do ciągłego jego śledzenia i naprowadzania własnego lotnictwa myśliwskiego; określa się reżim ich pracy /śledzenie okrężne - sektorowe oraz dyskretność podawania danych/ oraz czas, miejsce i sposób włączenia do pracy posterunków odwodowych, jak też metodę wykorzystania zastępczych źródeł informacji /posterunki radiolokacyjne lotnictwa myśliwskiego, sąsiednich systemów OPL, oraz stacje radiolokacyjne oddziałów OPL/. Parametrami przydatnymi w

planowaniu użycia pododdziałów radiotechnicznych w przewidywaniu nalotu zmasowanego przeciwnika są: zasięgi /rubieże/ wykrywania celów powietrznych na poszczególnych wysokościach ich lotu oraz możliwości w zakresie ilości jednoczesnego śledzenia celów i naprowadzania własnych myśliwców na cele powietrzne.

Podstawową czynnością w zakresie planowania odparcia zmasowanego nalotu jest wybór najlepszego sposobu działania /najlepszej strategii/ systemu OPL na okres walki. Aby wyboru tego nie dokonywać w oparciu o często zawodną intuicję, należy w tym celu posłużyć się odpowiednimi metodami, których dostarczają badania operacyjne. Pozwoli to dowódcy ocenić, który z kilku możliwych wariantów działania systemu OPL w warunkach możliwości wykonania przez przeciwnika nalotu zmasowanego kilkoma najbardziej prawdopodobnymi sposobami jest najlepszy, powziąć odpowiednią decyzję i poczynić właściwe przedsięwzięcia natury organizacyjnej.

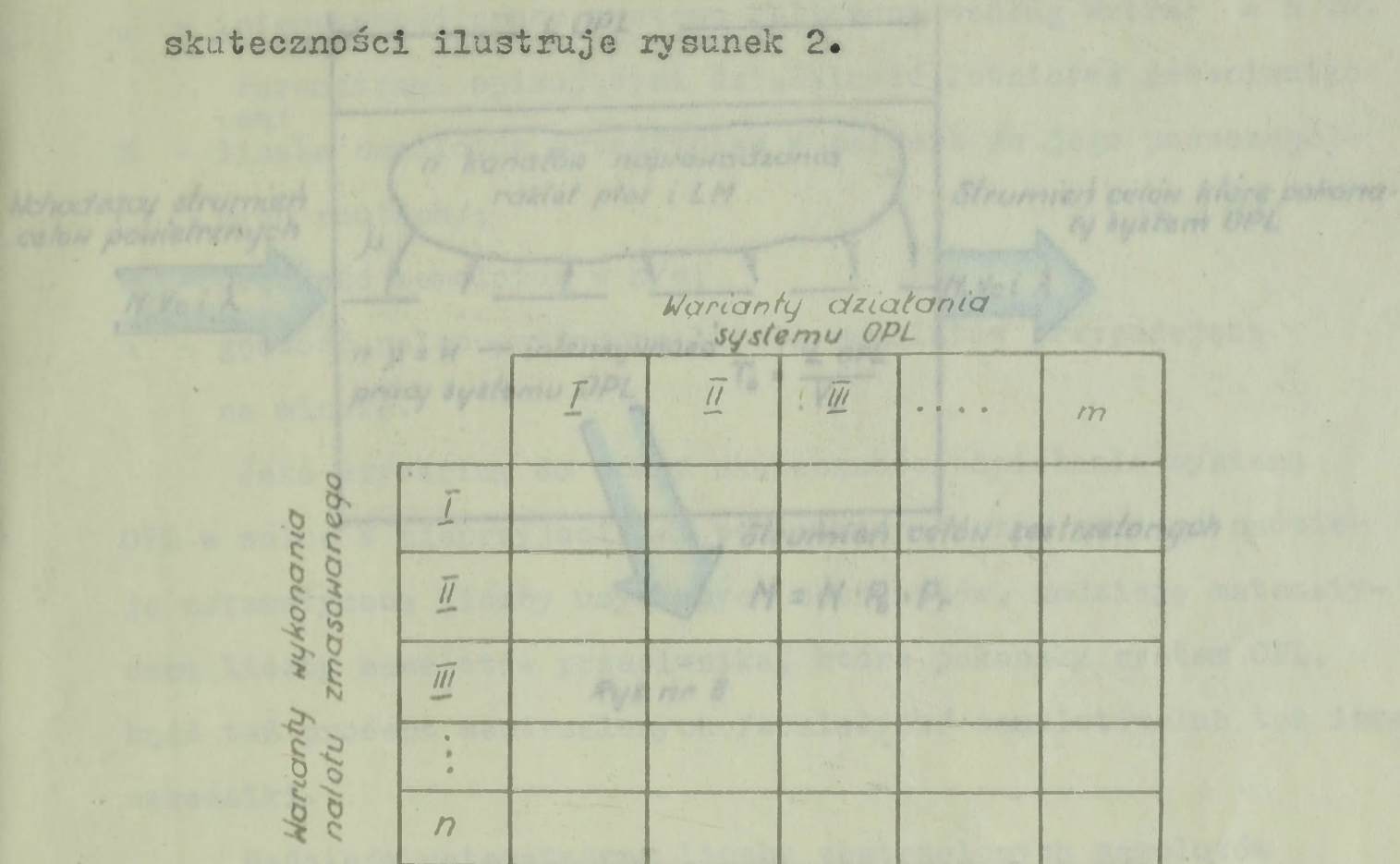
Chociaż w walce z samolotami przeciwnika mogą uczestniczyć różnorodne oddziały OPL, niemniej - jak wykazują przeprowadzone badania - wyboru najlepszego sposobu odparcia nalotu zmasowanego celowe jest dokonywać wyłącznie z punktu widzenia użycia i działania tylko dwóch podstawowych środków w systemie OPL, tj. rakiet przeciwlotniczych średniego i małego zasięgu i lotnictwa myśliwskiego. Uzasadnia się to tym, że te właśnie środki z uwagi na swój zasięg, będą w stanie zwalczać w trakcie nalotu wszystkie lub większość samolotów przeciwnika i że ogniem ich można dowolnie - w określonych granicach - manewrować.

Dokonując wyboru sposobu walki z nalotem zmasowanym należy sobie odpowiedzieć na następujące pytania:

- jak zorganizować kierowanie lotnictwem myśliwskim i raketami przeciwlotniczymi ?
- czy do walki z samolotami przeciwnika wprowadzić lotnictwo myśliwskie i rakiety przeciwlotnicze równocześnie, czy kolejno ?
- który ze środków powinien działać pierwszy, jeśli podjęto decyzję o kolejnym ich wprowadzaniu ?
- co zrobić, by działania bojowe każdego ze środków OPL były optymalne ?
Co się tyczy sposobu zorganizowania kierowania w systemie OPL na okres odpierania nalotu zmasowanego, to należy ocenić, która z dwóch metod dowodzenia - centralizacja i decentralizacja - powinna w tym wypadku znaleźć zastosowanie. Wydaje się jednak, iż nie ma konieczności każdorazowego określenia najlepszej dla danych warunków działania systemu OPL metody kierowania ogniowego, bowiem analiza wzorów matematycznych opracowanych dla warunków skoordynowanego /a więc centralizacji dowodzenia/ i nieskoordynowanego /tj. decentralizacji dowodzenia/ podziału wysiłku ogniowego środków OPL daje w tym wypadku jednoznaczną odpowiedź, która dotyczy wszystkich możliwych sytuacji na polu bitwy. Otóż kierowanie scentralizowane jest w porównaniu z zdecentralizowanym tym skuteczniejsze, im wyższe jest jednostkowe prawdopodobieństwo zestrzelenia celu powietrznego przez środki, którymi się kieruje. Poczynając od wartości prawdopodobieństwa zestrzelenia samolotu przez dany środek przeciwlotniczy w granicach 0,40-0,45 korzyści, jakie zapewnia kierowanie scentralizowane, stają się coraz większe, a więc tym samym jasno przesądzają o konieczności jego stosowania zawsze i wszędzie, gdzie tylko można stworzyć ku temu właściwe warunki.

System OPL do walki ze zmasowanym nalotem angażuje naziemne środki przeciwlotnicze i lotnictwo myśliwskie. Ugrupowanie bojowe naziemnych środków OPL jest jednoznacznie zdeterminowane ugrupowaniem osłanianego związku operacyjnego i jako takie ma w pewnym przedziale czasowym charakter statyczny, a ~~ich~~ ograniczona manewrowość wyklucza jakąkolwiek możliwość dokonywania w nim zmian na czas walki z nalotem zmasowanym. Jednym zatem ^yśrodkiem, którym system OPL może manewrować w celu odparcia nalotu pozostaje lotnictwo myśliwskie. W tej sytuacji wyłaniają się trzy sposoby użycia lotnictwa myśliwskiego: przed ugrupowaniem bojowym /zasięgiem ognia/ oddziałów rakiet przeciwlotniczych za nim lub w jednej wspólnej strefie. Który z tych trzech wariantów kolejności wprowadzenia lotnictwa myśliwskiego do walki lub - co jest równoznaczne - wariantów działania całego systemu OPL, jest w danej sytuacji najkorzystniejszy - oto podstawowy problem, jaki należy rozstrzygnąć w ramach planowania odparcia zmasowanego nalotu przeciwnika. Rozwiązanie tego problemu jest na ogół proste, choć narazie może zająć właściwym sztabom sporo czasu. Mianowicie sprowadza się ono do oceny skuteczności każdego z możliwych wariantów działania systemu OPL rozpatrywanych na tle najbardziej prawdopodobnych sposobów działania przeciwnika powietrznego i następnie dokonania wyboru najlepszego z nich. Ogólna ilość rozpatrywanych wariantów jest równa liczbie wszystkich możliwych kombinacji. Jeśli np. w trakcie oceny nieprzyjaciela powietrznego dojdziemy do wniosku, iż może on wykonywać nalot trzema sposobami i że z drugiej strony system OPL ma możliwość przeciwstawienia się tym nalotom wedle trzech wariantów, to ogółem należy zbadać działanie systemu OPL ze względu na jego skuteczność w dziewięciu przypadkach, wpisując otrzymane

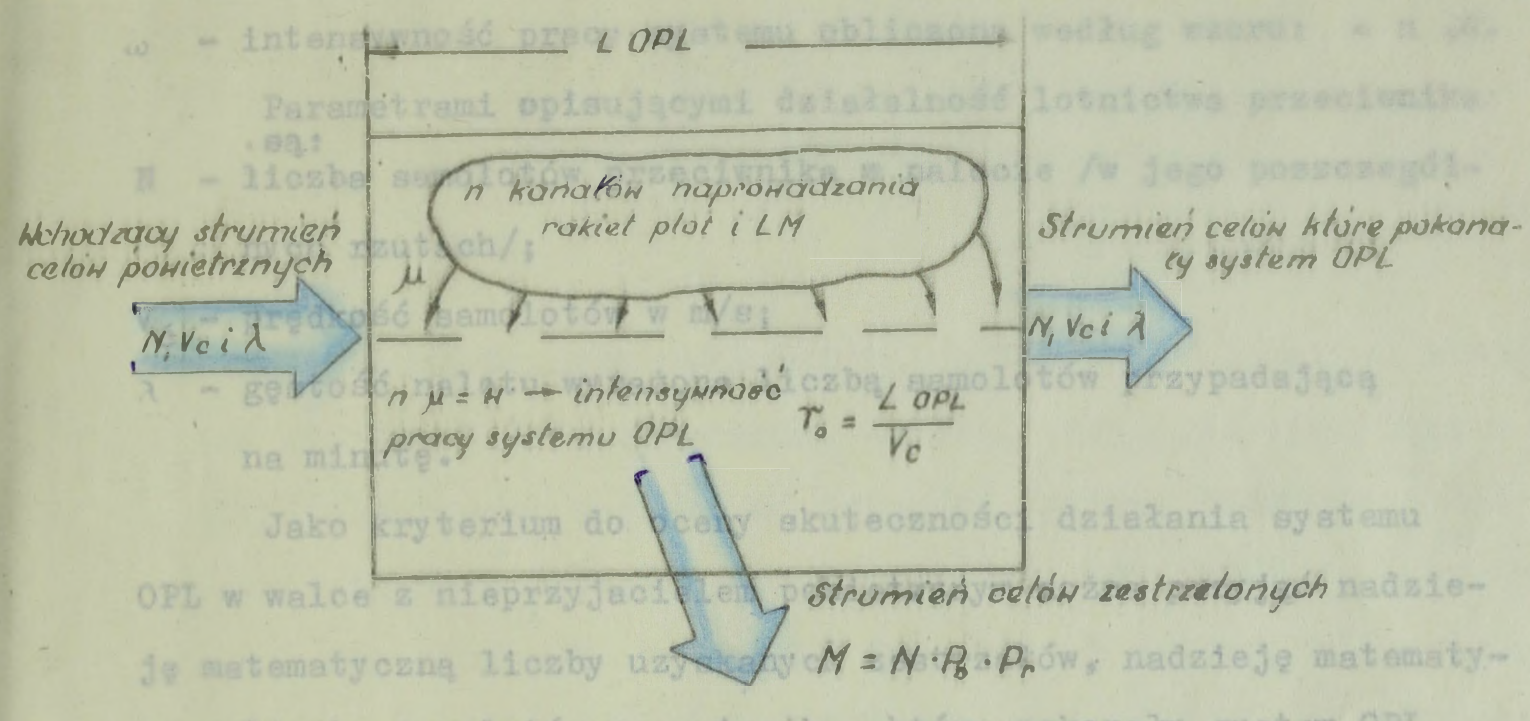
rezultaty do matrycy skuteczności. Ogólną postać matrycy skuteczności ilustruje rysunek 2.



Rys. nr 2

Ocenę skuteczności działania systemu OPL według ustalonych wariantów prowadzi się metodą analityczną, korzystając z odpowiednich wzorów zaczerpniętych z teorii masowej obsługi. Traktuje się bowiem system OPL jako system masowej obsługi, a samoloty przeciwnika w składzie zgrupowania wykonującego nalot jako strumień klientów, którzy muszą być przezeń obsłużeni, tj. ostrzelani /zniszczeni/.

Ideę tę obrazuje rysunek 3.



Rys. nr 3

bądź też procent zestrzelonych /ocalałych/ samolotów lub też inne wskaźniki.

Nadzieję matematyczną liczby zestrzelonych samolotów przeciwnika. Ocena skuteczności działania systemu OPL według ustalonych wariantów poprzedza się obliczeniem niezbędnych parametrów charakteryzujących z jednej strony, sprawność tego systemu, z drugiej zaś - sprawność działania lotnictwa przeciwnika. Do parametrów opisujących działalność systemu OPL należą:

n - liczba kanałów naprowadzania wyrzutni i rakiet przeciwlotniczych; tnicze i lotnictwo myśliwskie;

P_c - cykl strzelania /naprowadzania/ wyrażony w minutach;

μ - odwrotność cyklu strzelania wyrażona wzorem: $\mu = \frac{1}{P_c}$;

τ_0 - czas przebywania celu powietrznego w strefie ognia środków OPL wyrażony w minutach; $\tau_0 = \frac{L_{OPL}}{V_c}$;

γ - odwrotność czasu przebywania celu powietrznego w strefie ognia systemu OPL wyrażona wzorem: $\gamma = \frac{1}{\tau_0}$;

ω - intensywność pracy systemu obliczona według wzoru: $\omega = n \cdot \mu$.

Parametrami opisującymi działalność lotnictwa przeciwnika są:

N - liczba samolotów przeciwnika w nalocie /w jego poszczególnych rzutach/;

V_c - prędkość samolotów w m/s;

λ - gęstość nalotu wyrażona liczbą samolotów przypadającą na minutę.

Jako kryterium do oceny skuteczności działania systemu OPL w walce z nieprzyjacielem powietrznym można przyjąć nadzieję matematyczną liczby uzyskanych zestrzałów, nadzieję matematyczną liczby samolotów przeciwnika, które pokonały system OPL, bądź też procent zestrzelonych /ocalonych/ samolotów lub też inne wskaźniki.

Nadzieję matematyczną liczby zestrzelonych samolotów przeciwnika oblicza się według wzoru:

$$M = N \cdot P_o \cdot P_r$$

gdzie: N - liczba samolotów przeciwnika;

P_o - prawdopodobieństwo ostrzelania /obsługi/ każdego samolotu wchodzącego w strefę działania systemu OPL;

P_r - prawdopodobieństwo rażenia samolotu przez rakiety przeciwlotnicze i lotnictwo myśliwskie;

$P_z = P_o \cdot P_r$ - prawdopodobieństwo zestrzału.

Dla obliczenia P_o stosuje się cztery różne wzory.

O zastosowaniu właściwego spośród nich decyduje stosunek $\frac{\lambda}{\omega}$, gdzie λ - gęstość nalotu, a ω - intensywność działania środków systemu OPL. Otóż przy stosunku $\frac{\lambda}{\omega}$ bliskim jedności P_o oblicza się według wzoru:

$$P_0 = 1 - \frac{\beta}{\lambda} \cdot \frac{\frac{\lambda^n}{n!} \sum_{s=1}^{\infty} \frac{s \lambda^s}{\prod_{m=1}^s (n+m\beta)}}{\sum_{k=0}^n \frac{\lambda^k}{k!} + \frac{\lambda^n}{n!} \sum_{s=1}^{\infty} \frac{\lambda^s}{\prod_{m=1}^s (n+m\beta)}} \quad /I/$$

Dla ułatwienia obliczeń P_0 według wzoru I celowo posługiwać się specjalnie opracowaną tabelą, odejmując wyczytaną z niej każdorazowo wartość od jedności /patrz: Podstawy badań operacyjnych w technice wojskowej, wyd. MON, 1968 r., str.460/.

Gdy stosunek ω — wynosi dwa, trzy i więcej, nie uwzględnia się nierównomierności działania systemu OPL i P_0 obliczamy ze wzoru:

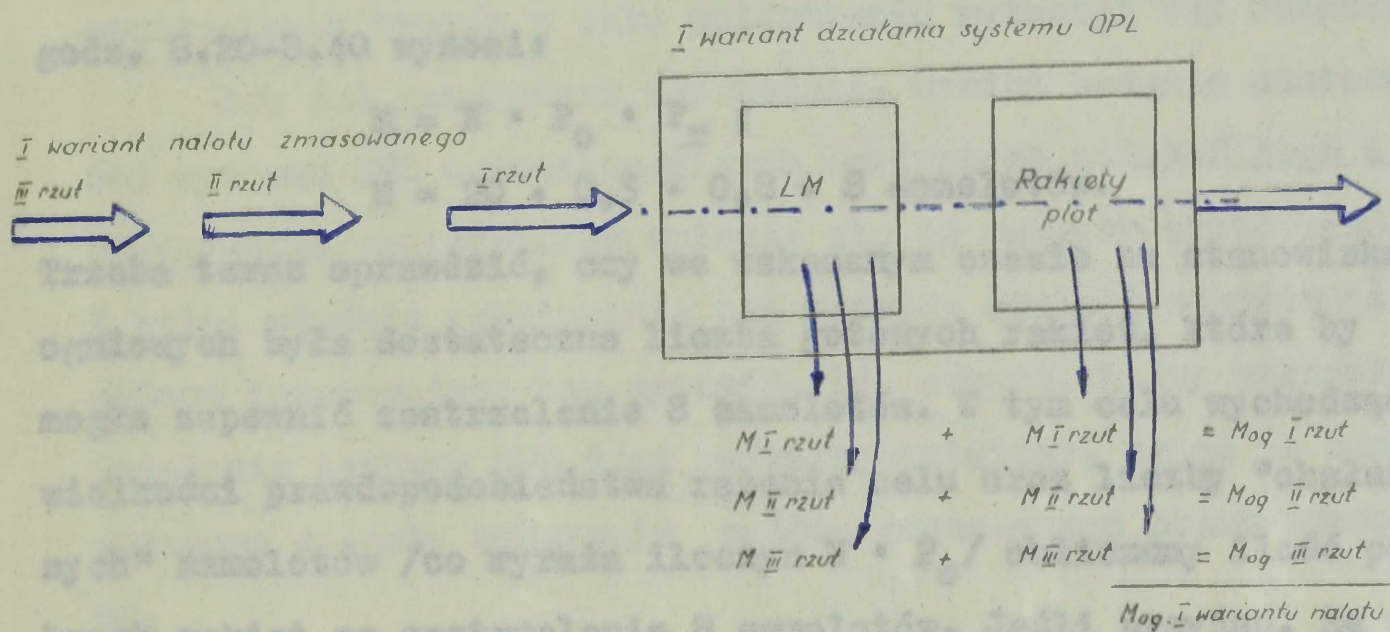
$$P_0 = \frac{\omega}{\lambda} \quad \text{----- /II/}$$

Może też mieć miejsce wypadek odwrotny, kiedy $\lambda \ll \omega$, to wówczas obliczamy nie P_0 , lecz P_z według dwóch następujących wzorów:

$$P_z = 1 - e^{-\frac{\omega}{\lambda} \ln(1-P_r)} \quad \text{----- /III/, gdy dowodzenie jest scentralizowane;}$$

$$\text{lub } P_z = 1 - e^{-\frac{\omega}{\lambda} P_r} \quad \text{----- /IV/, gdy dowodzenie jest zdecentralizowane.}$$

Sposób /kolejność/ obliczenia nadziei matematycznej liczby zestrzelonych samolotów w dowolnym wariacie nalotu przeciwnika przez system OPL funkcjonujący według jednego z założonych sposobów działania lub - co równoznaczne - metodę określenia skuteczności systemu w każdym z przyjętych, jako możliwy przypadek jego działania ilustruje rysunek 4.



Rys. nr 4

Obliczając skuteczność systemu OPL w przyjętym wariantcie jego działania w stosunku do każdego rzutu samolotów rozpatrywanego wariantu nalotu przeciwnika musimy każdorazowo uwzględnić liczbę rakiet przeciwlotniczych i samolotów myśliwskich, jakimi w danym wycinku czasowym /czasie przelotu danego rzutu samolotów przez strefę ognia OPL/ dysponują kanały obsługi występujące w systemie OPL, czego wyżej przedstawione wzory nie biorą pod uwagę. W przeciwnym wypadku obliczona skuteczność będzie teoretyczna i niezgodna z rzeczywistymi możliwościami systemu.

Inaczej mówiąc musimy zweryfikować obliczoną nadzieję matematyczną liczby zestrzelonych samolotów przeciwnika ze względu na ilość rakiet /myśliwców/ będących w dyspozycji

kanałów obsługi w interesującym nas wycinku czasowym, wprowadzając do niej następnie - jeśli trzeba - odpowiednią poprawkę.

Dla przykładu niech skuteczność zgrupowania rakiet przeciwlotniczych w stosunku do III rzutu w nalocie przeciwnika w godz. 8.20-8.40 wynosi:

$$M = N \cdot P_0 \cdot P_r ;$$

$$M = 20 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 8 \text{ samolotów.}$$

Trzeba teraz sprawdzić, czy we wskazanym czasie na stanowiskach ogniowych była dostateczna liczba gotowych rakiet, która by mogła zapewnić zestrzelenie 8 samolotów. W tym celu wychodząc z wielkości prawdopodobieństwa rażenia celu oraz liczby "obsłużonych" samolotów /co wyraża iloczyn $N \cdot P_0$ / obliczamy ilość potrzebnych rakiet na zestrzelenie 8 samolotów. Jeśli przyjąć, że prawdopodobieństwo rażenia celu 0,8 osiągamy przy dwóch rakietach wystrzelonych do tego samego celu, to łatwo stwierdzić, iż w naszym przykładzie na zestrzelenie 8 samolotów trzeba mieć rakiet:

$$I = N \cdot P_0 \cdot 2;$$

$$I = 20 \cdot 0,5 \cdot 2 = 20 \text{ rakiet.}$$

Jeśli więc w godz. 8.20-8.40 zgrupowanie OPL dysponowało 20 i więcej rakietami, liczbę 8 zestrzelonych samolotów traktujemy jak jako zweryfikowaną, rzeczywistą. Jeśli natomiast było ich mniej, to wprowadzamy odpowiednią poprawkę. W naszym przypadku jako zweryfikowaną wielkość M musimy przyjąć 5,6 samolotów, bowiem przy pomocy tej liczby rakiet można ostrzelać tylko 7 celów. Mnożąc tę liczbę przez $P_r = 0,8$ uzyskujemy $M = 5,6$ samolotów. Tak prowadzona weryfikacja obliczonych wielkości charakteryzujących skuteczność systemu OPL w odniesieniu do poszczególnych

rzutów w nalocie przeciwnika umożliwi poznanie krytycznych punktów w czasie walki systemu, jeśli idzie o zapas rakiet przeciwniczych i myśliwców pozostających w gotowości nr 1 lub dyżurujących w powietrzu oraz wskaże na możliwość poczynienia ewentualnych kroków w celu polepszenia sytuacji tej dziedzinie.

Jak już zaznaczono poprzednio, wyniki badania skuteczności systemu OPL w poszczególnych wariantach działań jego i przeciwnika powietrznego wpisuje się do matrycy skuteczności. Z kolei właśnie rozwiązanie tej matrycy udzieli odpowiedzi na główne interesujące nas pytanie, tj. wskaże, który wariant działania systemu OPL jest najkorzystniejszy, mając na uwadze założone sposoby wykonania nalotu zmasowanego przez przeciwnika.

Rozwiązania tego dokonujemy w oparciu o teorię gier strategicznych. W tej mierze przeprowadza się początkowo analizę otrzymanej matrycy skuteczności o wymiarach $m \times n$ i przez stopniową eliminację z niej najbardziej niekorzystnych strategii dochodzi się do matrycy 2×2 , która daje się bardzo łatwo i szybko rozwiązać sposobem analitycznym lub graficznym. Rozwiązanie matrycy skuteczności o wymiarach 2×2 może wskazać na konieczność stosowania bądź jednego z dwóch wariantów działania systemu OPL jako optymalnego, bądź też na konieczność stosowania równocześnie dwóch wariantów działania w sposób mieszany /w odpowiednio ustalonej proporcji/. Jak w praktyce stosować optymalną strategię mieszaną wskazuje również teoria gier strategicznych.

W rezultacie wykorzystania metod matematycznych z zakresu teorii obsługi masowej i gier strategicznych otrzymujemy odpowiedź na to, jak prowadzić walkę ze zmasowanym nalotem, by uży-

w stosunku do przeciwnika osiągnąć określone cele.

skazać najwyższe efekty oraz co trzeba w praktyce zrobić, aby zapewnić sobie osiągnięcie tych rezultatów.

Plan odparcia zmasowanego nalotu przeciwnika może składać się z części graficznej i opisowej.

W części graficznej uwidacznia się:

- ogólny schemat przewidywanych wariantów nalotu z wykazaniem podziału na rzuty, fale i grupy samolotów, kierunków i tras lotu celów powietrznych, zadań poszczególnych grup z podziałem na uderzeniowe, obezwładniające i mylące system OPL, zakłócające urządzenia radioelektroniczne i prowadzące osłonę myśliwską;
- prawdopodobne rejony i obiekty uderzeń lotnictwa nieprzyjaciela;
- bazowanie lotnictwa myśliwskiego, strefy dyżurowania i kierunki jego użycia oraz rubieże wprowadzenia do walki;
- ugrupowanie rakiet przeciwlotniczych z podaniem strefy osłony i dalszej granicy strefy ognia;
- ugrupowanie wojsk radiotechnicznych z wykreśleniem rubieży wykrycia samolotów przeciwnika na wybranych wysokościach ich lotu.

W tabelach i na wykresach stanowiących legendę do graficznej części planu przedstawia się:

- ogólne wyliczenia prawdopodobnej ilości samolotów przeciwnika biorących udział w nalocie;
- narastanie ilości celów powietrznych i własnych myśliwców w czasie trwania nalotu;
- ogólną gęstość samolotów przeciwnika;
- uzbrojenie i możliwości lotnictwa biorącego udział w nalocie w stosunku do prawdopodobnych obiektów uderzeń;

- prawdopodobne profile lotu poszczególnych fal i grup samolotów przeciwnika;
- możliwości środków OPL w zwalczaniu i prowadzeniu celów powietrznych na poszczególnych kierunkach;
- graficzny plan wykorzystania lotnictwa myśliwskiego;
- grafik dyżurów bojowych naziemnych środków OPL;
- plan zaopatrzenia w amunicję /rakiety/.

W opisowej części planu podaje się wskazówki dyrektywne odnośnie do sposobu działania systemu OPL oraz wojak /obiektów/ w czasie odpierania zmasowanego nalotu lotnictwa przeciwnika, sygnały współdziałania i inne dane, których nie przedstawiono w części graficznej. Omawiana część planu obejmuje:

- ogólny zamiar i przewidywany plan działania lotnictwa przeciwnika wykonującego zmasowany nalot;
- zamiar OPL w zakresie odpierania zmasowanego nalotu;
- kolejność wprowadzenia środków OPL do walki z nalotem zmasowanym;
- zadania poszczególnych środków OPL;
- warunki, źródła i sposoby zdobywania i rozprzestrzeniania danych o zmasowanym nalocie;
- warunki, warianty, sposoby i sygnały współdziałania pomiędzy sąsiednimi systemami OPL oraz pomiędzy siłami i środkami OPL wewnątrz systemu;
- zakres i ograniczenia co do prowadzenia działalności bojowej;
- sposoby i przewidywane terminy likwidacji skutków uderzeń przeciwnika, odtwarzania gotowości bojowej i przejście na zapasowe stanowiska;

przypadku działania one według zawieszonych opracowanych instrukcji i wytycznych.

- warunki, środki i sposoby materiałowo-technicznego i medycznego zaopatrzenia wojsk odpierających zmasowane uderzenia przeciwnika powietrznego;
- stanowiska i sposoby kierowania.

Opracowany i zatwierdzony plan odparcia zmasowanego nalotu lotnictwa przeciwnika stanowi podstawę do organizacji walki z tego rodzaju działaniami. Organizacja ta obejmuje fazę wstępną i bezpośrednią. W fazie wstępnej, która znacznie wyprzedza nalot, stawia się oddziałom OPL zadania w zakresie sposobu zwalczania poszczególnych rzutów, fal i grup samolotów, wydaje wytyczne odnośnie do zabezpieczenia działań pod względem bojowym i materiałowo-technicznym oraz organizuje współdziałanie pomiędzy siłami i środkami systemu OPL przewidzianymi do walki z nalotem zmasowanym.

Faza bezpośredniej organizacji w zakresie odpierania zmasowanego nalotu rozpoczyna się z chwilą otrzymania pierwszych danych o jego wykryciu i śledzeniu. W fazie tej zespół kierujący odparciem zmasowanego nalotu podnosi stopień gotowości bojowej podległych środków OPL, informuje je o działalności nieprzyjacielskich samolotów i wydaje niezbędne zarządzenia natury zabezpieczającej działanie systemu OPL.

Następna faza - to walka z lotnictwem przeciwnika. Walką tą kieruje przygotowane zawczasu do tego celu stanowisko kierowania obroną przeciwlotniczą związku operacyjnego. Kierowanie może mieć charakter scentralizowany lub zdecentralizowany. Zdecentralizowanie kierowania odparciem nalotu zmasowanego nie oznacza bynajmniej bezładnego działania środków OPL. W takim przypadku działają one według zawczasu opracowanych ustaleń i wytycznych.

Po zakończeniu walki z nalotem zmasowanym przeciwnika dokonuje się bezwzględnie oceny przeprowadzonych działań bojowych systemu OPL, analizuje się ich wyniki i ustala wskazówki dotyczące działania tego systemu w kolejnych starciach z lotnictwem wroga.

Powyższe rozważania nie wyczerpują w pełni problematyki, jaką jest walka systemu OPL wojsk operacyjnych z zmasowanymi przeciwnika powietrznego. Niemniej mogą one być potraktowane jako punkt wyjścia do pełnego opracowania tego niezmiernie istotnego w obecnych warunkach tematu.

Przedstawiony w załączniku przykład ilustruje metodę określania optymalnego wariantu działania systemu OPL na wypadek walki ze zmasowanym nalotem lotnictwa przeciwnika.

PRZYKŁAD

określenia optymalnego wariantu działania systemu OPL podczas odpierania zmasowanego nalotu lotnictwa nieprzyjaciela.

1. Zalotone warianty zmasowanego nalotu i działania systemu obrony przeciwlotniczej

1.1. Dla łatwiejszego zrozumienia przydatności wywodów teoretycznych /zawartych w pierwszej części opracowania/ do ustalenia optymalnego sposobu działania systemu OPL

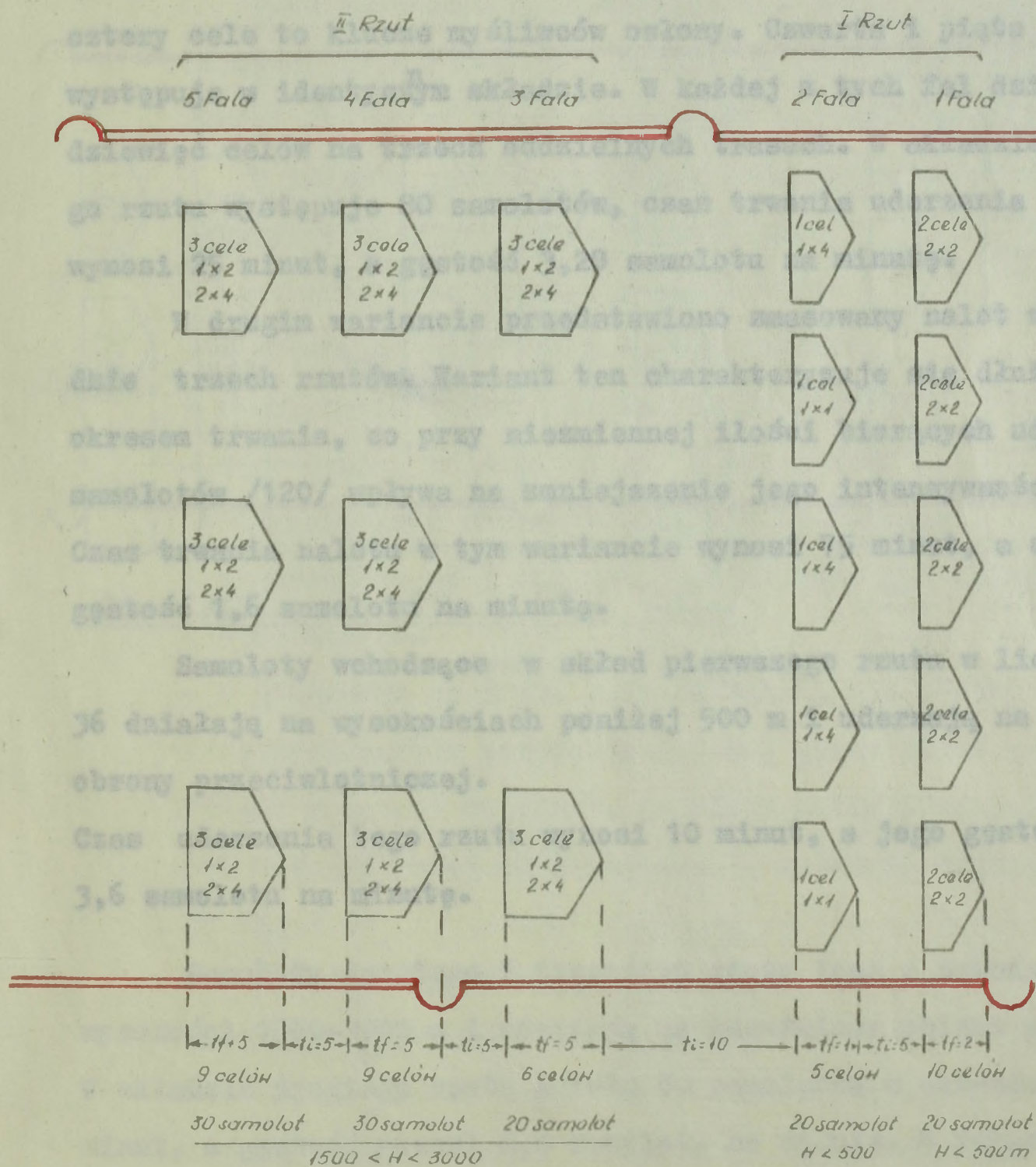
w walce z nalotami zmasowanymi przedstawia się poniżej rozwiązanie przykładowe. W przykładzie przyjęto dwa uproszczone warianty działania lotnictwa przeciwnika; w każdym z nich występuje ta sama liczba samolotów, wynosząca 120 maszyn. Różne są natomiast: czas trwania nalotu, gęstość /ilość samolotów w jednostce czasu/ i uruchomienie samolotów na poszczególnych trasach.

W wariantcie pierwszym przedstawiono zmasowany nalot w składzie dwóch rzutów. Wariant ten charakteryzuje się stosunkowo krótkim okresem trwania uderzenia i prowadzony jest z dużą intensywnością.

Czas trwania nalotu^w wariantcie wynosi 43 minuty, a ogólna gęstość 2,79 samolotu na minutę.

Pierwszy rzut nalotu składa się z dwóch fal i uderza na środki systemu OPL. Samoloty tego rzutu lecą na wysokościach mniejszych niż 500 m, a więc niedogodnych dla działania lotnictwa myśliwskiego. Zarówno samoloty pierwszej, jak i drugiej fali działają na pięciu oddzielnych trasach z tym, że w pierwszej fali działa dziesięć, a w drugiej pięć oddzielnych celów.

Ogólnie w skład pierwszego rzutu wchodzi 40 samolotów, w tym 10 rozpoznawczych i 30 uderzeniowych. Czas trwania uderzenia pierwszego rzutu zamyka się w 8 minutach, a gęstość wynosi 5 samolotów na minutę.



Zmasowany nalot (wariorant nr1)

Drugi i równocześnie ostatni rzut tego nalotu składa się z trzech fal i wykonuje uderzenie na zasadniczy obiekt, którym jest zgrupowanie uderzeniowe armii. Samoloty tego rzutu działają w przedziale wysokości 1500-3000 m.

W trzeciej fali występuje sześć celów działających na dwóch trasach. Dwa cele to prary samolotów rozpoznawczych. Pozostałe cztery cele to klucze myśliwców osłony. Czwarta i piąta fala występuje w identycznym składzie. W każdej z tych fal działa po dziewięć celów na trzech oddzielnych trasach. W składzie drugiego rzutu występuje 80 samolotów, czas trwania uderzenia wynosi 25 minut, a gęstość 3,20 samolotu na minutę.

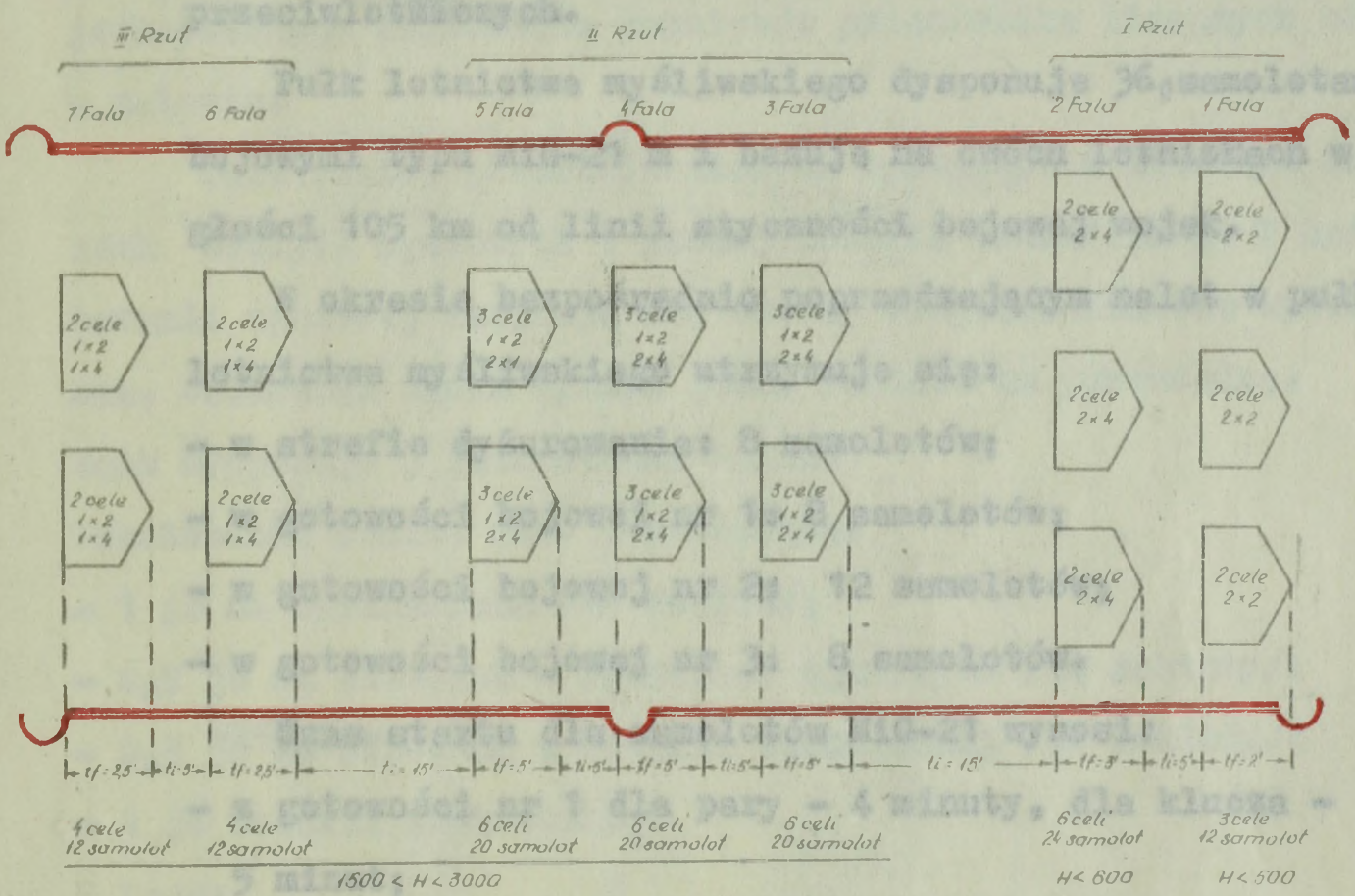
W drugim wariacie przedstawiono zmasowany nalot w składzie trzech rzutów. Wariant ten charakteryzuje się dłuższym okresem trwania, co przy niezmiennej ilości biorących udział samolotów /120/ wpływa na zmniejszenie jego intensywności. Czas trwania nalotu w tym wariacie wynosi 75 minut, a ogólna gęstość 1,6 samolotu na minutę.

Samoloty wchodzące w skład pierwszego rzutu w liczbie 36 działają na wysokościach poniżej 500 m i uderzają na środki obrony przeciwlotniczej.

Czas uderzenia tego rzutu wynosi 10 minut, a jego gęstość 3,6 samolotu na minutę.

Samoloty drugiego i trzeciego rzutu leca w przedziale wysokości 1500-3000 m i uderzają na zasadniczy obiekt ataku. W składzie drugiego rzutu działa 80 samolotów w okresie 25 minut, a gęstość wynosi 3,2 samolotu na minutę. W ramach trzeciego rzutu występuje 24 samoloty, które uderzają w czasie 10 minut. Gęstość wynosi więc 2,4 samolotu na minutę.

1.2. W celu dalszego rozwoju, na wojna która przetrwała jest wykonanie przez przeciwnika znaczących zmian / według podanych wyżej wariantów / do realizacji obrony przeciwnika czas angażuje się pułk lotnictwa myśliwskiego i pułk zwiastów przeciwników.



Zmasowany nalot (wariant nr 2)

z gotowości nr 2 dla par 12 minut, dla klasa - 18 min. Czas odwołania gotowości bojowej przez klasę samolotów MiG-21 m wynosi 80 minut. Samoloty pułku pozostające w gotowości bojowej nr 3 odwołują gotowość bojową od 30 minut.

Samoloty drugiego i trzeciego rzutu lecą w przedziale wysokości 1500-3000 m i uderzają na zasadniczy obiekt ataku. W składzie drugiego rzutu działa 60 samolotów w okresie 25 minut, a gęstość wynosi 2,4 samoloty na minutę. W ramach trzeciego rzutu występuje 24 samoloty, które uderzają w czasie 10 minut. Gęstość wynosi więc 2,4 samoloty na minutę.

1.2. W pasie działania armii, na wojska której przewidywane jest wykonanie przez przeciwnika zmasowanych nalotów /według podanych wyżej wariantów/ do realizacji obrony przeciwlotniczej angażuje się pułk lotnictwa myśliwskiego i pułk rakiet przeciwlotniczych.

Pułk lotnictwa myśliwskiego dysponuje 36 samolotami bojowymi typu MiG-21 m i bazuje na dwóch lotniskach w odległości 105 km od linii styczności bojowej wojsk.

W okresie bezpośrednio poprzedzającym nalot w pułku lotnictwa myśliwskiego utrzymuje się:

- w strefie dyżurowania: 8 samolotów;
- w gotowości bojowej nr 1: 8 samolotów;
- w gotowości bojowej nr 2: 12 samolotów;
- w gotowości bojowej nr 3: 8 samolotów.

Czas startu dla samolotów MiG-21 wynosi:

- z gotowości nr 1 dla pary - 4 minuty, dla klucza - 5 minut;
- z gotowości nr 2 dla pary 12 minut, dla klucza - 18 min.

Czas odtworzenia gotowości bojowej przez klucz samolotów MiG-21 m wynosi 80 minut. Samoloty pułku pozostające w gotowości bojowej nr 3 odtwarzają gotowość bojową od 30 minut.

Prawdopodobieństwo zniszczenia celu lecącego w przedziale wysokości 1500-3000m przez pojedynczy samolot MiG-21 - wynosi 0,55. Średni czas cyklu naprowadzania pary samolotów myśliwskich ze strefy dyżurowania $T_c = 3$ minuty.

W realizacji naprowadzenie lotnictwa myśliwskiego na cele powietrzne udział biorą trzy radiolokacyjne posterunki

naprowadzenia. Są to, dla pierwszego wariantu użycia sił i środków OPL RPW-1,2,3, a dla drugiego - RPW 3,4 i 5. Przyjmując, że można z każdego RPW naprowadzić dwie grupy wyśliwców na dwa cele powietrzne uzyskuje się w lotnictwie myśliwskim sześć kanałów jednoczesnego zwalczania samolotów przeciwnika biorących udział w nalocie.

Pułk rakiet przeciwlotniczych występuje w składzie czterech baterii ogniowych i jednej baterii technicznej. W każdej baterii ogniowej znajdują się estery trójprzewodnicowe wyrzutnie. Jednostka ognia wynosi jedna rakietą na przewodnicę.

Pułk dysponuje 3 jednostkami ognia.

Urządzenie rakiet jest następujące:

- 1 jo na wyrzutniach /48 rakiet/;
- 0,5 jo na STZ-ach w bateriach ogniowych /24 rakiety/;
- 0,5 jo na STZ-ach w baterii technicznej /24 rakiety/;
- 1 jo baterii technicznej.

Z tego:

- 6 w stanie zalaborowanym;
- 42 w stanie niezalaborowanym.

Wydajność alakeracji 4 rakiety w ciągu godziny.

Przeładowanie trzech rakiet z STZ-u na wyrzutnię zajmuje 7 minut.

Baterie ogniowe pułku w chwili rozpoczęcia nalotu przeciwnika znajdują się w gotowości bojowej nr 1.

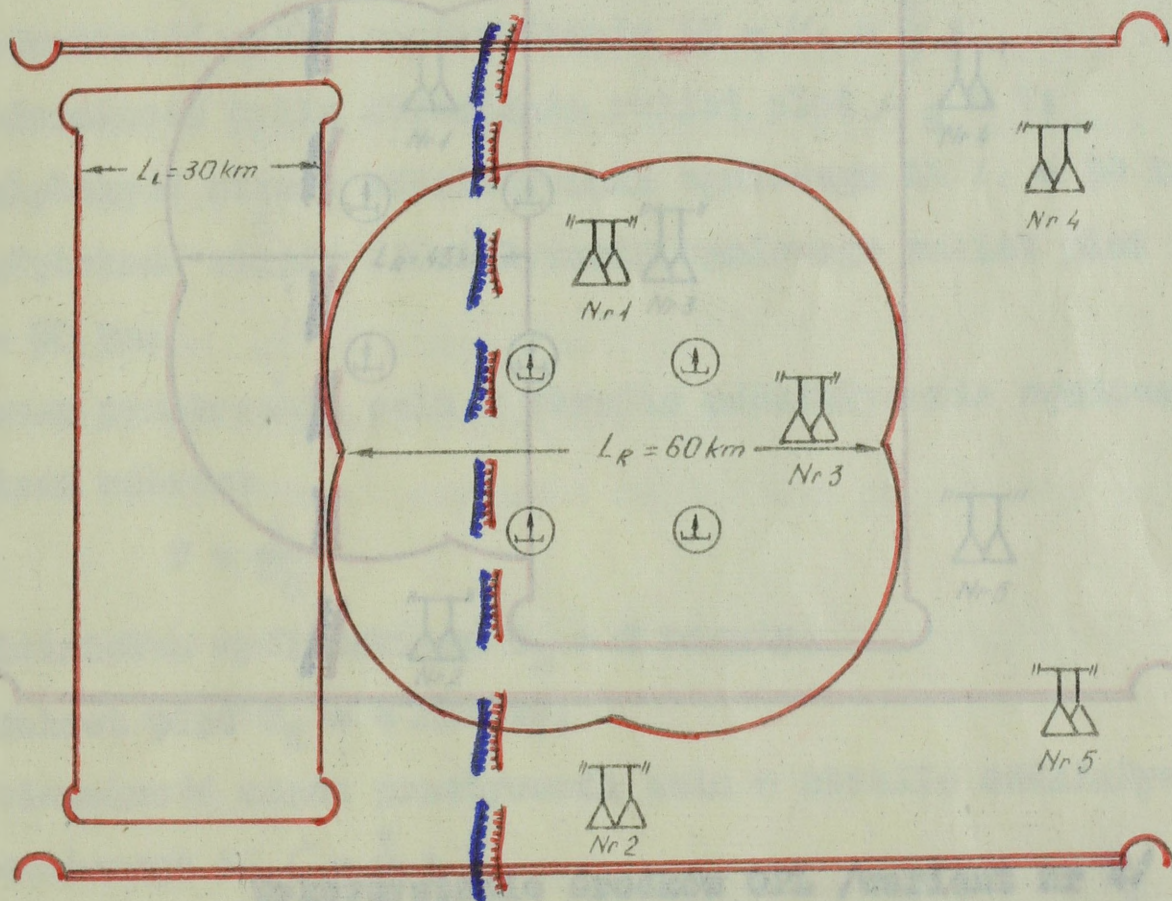
Czas cyklu strzelania $T_{C_R} = 1$ minuta. Prawdopodobieństwo

rażenia celu jedną rakietą wynosi $P_{R_1} = 0,7$; dwiema rakietami

- $P_{R_2} = 0,9$. Pułk rakiet przeciwlotniczych w składzie czterech

baterii ogniowych reprezentuje cztery kanały jednoczesnego zwalczania samolotów przeciwnika. Dodając do tego sześć kanałów, jakimi dysponuje lotnictwo myśliwskie, otrzymujemy ogółem dziesięć kanałów, jednoczesnego zwalczania samolotów przeciwnika w systemie OPL armii do odparcia zmasowanego nalotu lotnictwa przeciwnika.

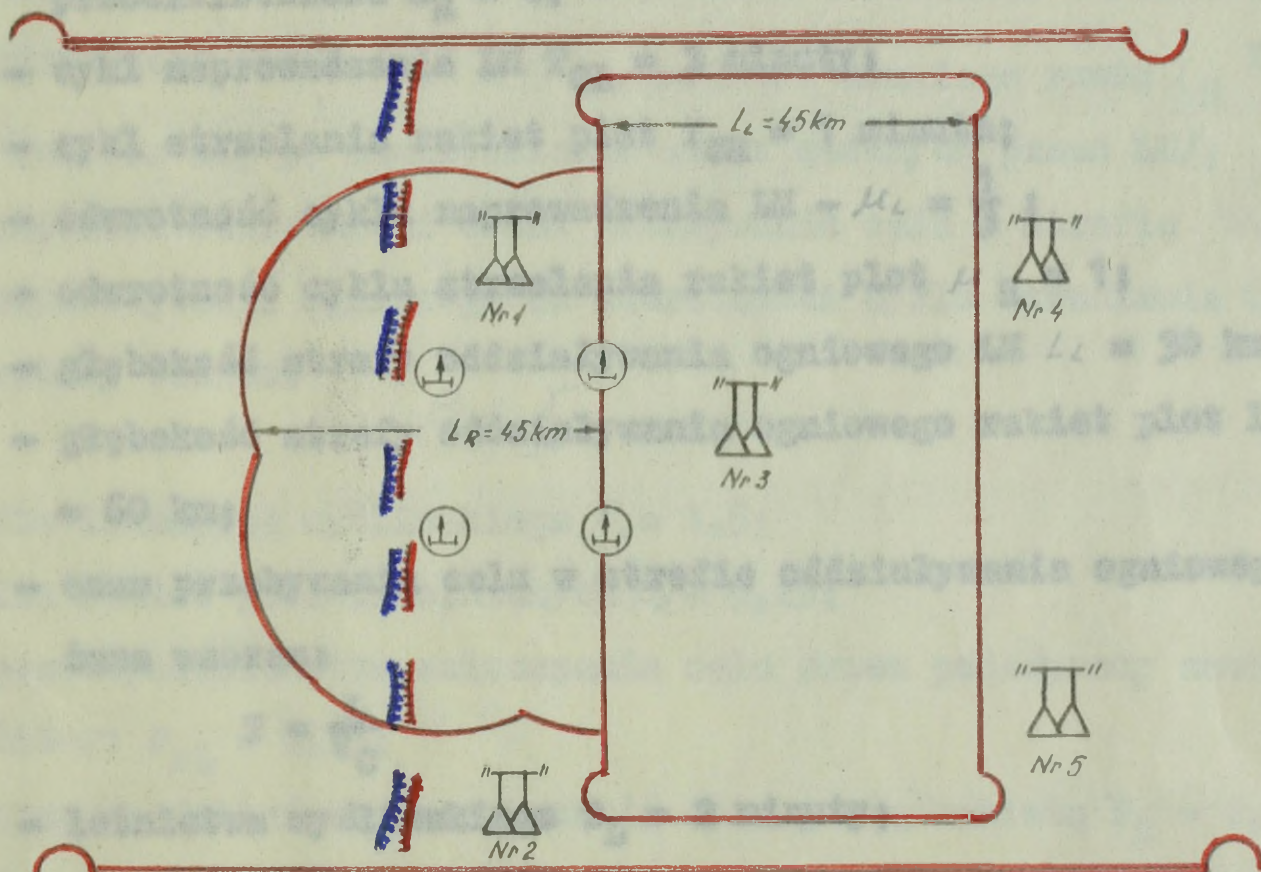
W przykładowym rozwiązaniu zakłada się dwa warianty wykorzystania wymienianych środków OPL armii.



Wykorzystanie środków OPL /wariant nr 1/

W wariantcie pierwszym lotnictwo myśliwskie działa przed strefą ognia rakiet przeciwlotniczych, a w wariantcie drugim za strefą ognia rakiet. W związku z powyższym należy rozpatrzyć i ocenić cztery możliwe warianty działania lotnictwa i systemu OPL, jak to ilustruje poniższa matryca.

samoloty	Ugrupowanie systemu OPL	
	wariant nr 1	wariant nr 2
wariant nr 1	1.1	1.2
wariant nr 2	2.1	2.2



Wykorzystanie środków OPL /wariant nr 2/

2. Ustalenie wstępnych danych do wariantu 1.1

Zgodnie z rozdziałem III przystępujemy do ustalenia następujących danych niezbędnych do obliczeń:

- prędkość samolotów przeciwnika $V_0 = 15 \text{ km/min}$;
- ogólna ilość samolotów przeciwnika $N = 120$;
- ilość samolotów w składzie pierwszego rzutu $N_1 = 40$;

- ilość samolotów w składzie drugiego rzutu $N_2 = 80$;
- ogólna gęstość nalotu $\lambda = 3$ s/m;
- gęstość samolotów w pierwszym rzucie $\lambda^I = 5$ s/m;
- gęstość samolotów w drugim rzucie $\lambda^{II} = 3$ s/m;
- liczba kanałów jednoczesnego naprowadzenia LM $\mu_L = 6$;
- liczba kanałów jednoczesnego zwalczania celów przez rakiety przeciwlotnicze $n_R = 4$;
- cykl naprowadzania LM $T_{CL} = 3$ minuty;
- cykl strzelania rakiet plot $T_{CR} = 1$ minuta;
- odwrotność cyklu naprowadzenia LM $\mu_L = \frac{1}{3}$;
- odwrotność cyklu strzelania rakiet plot $\mu_R = 1$;
- głębokość strefy oddziaływania ogniowego LM $L_L = 30$ km;
- głębokość strefy oddziaływania ogniowego rakiet plot $L_R = 60$ km;
- współczynnik $\beta_L = 1,5$;
- czas przebywania celu w strefie oddziaływania ogniowego wyrażona wzorem:
$$T = \frac{L}{V_C}$$
- lotnictwa myśliwskiego $T_L = 2$ minuty; rakiet $T_R = 0,7$ minuty;
- raket plot $T_R = 4$ minuty;
- odwrotność czasu przebywania celu w strefie oddziaływania ogniowego LM $\gamma_L = \frac{1}{2}$;
- odwrotność czasu przebywania celu w strefie oddziaływania ogniowego rakiet plot $\gamma_R = \frac{1}{4}$;
- intensywność pracy systemu OPL wyrażona wzorem:
$$\omega = n \cdot \mu$$
- dla lotnictwa myśliwskiego 2;
- dla rakiet przeciwlotniczych 4;

- średnia liczba celów przybywających do strefy oddziaływania ogniowego w średnim czasie niezbędnym do ostrzelania przez kanał jednego celu.

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$$

- dla lotnictwa myśliwskiego podczas zwalczania samolotów pierwszego rzutu $\alpha_L^I = 15$ i samolotów drugiego rzutu $\alpha_L^{II} = 9$;
- dla rakiet przeciwlotniczych podczas zwalczania samolotów pierwszego rzutu $\alpha_R^I = 5$ i samolotów drugiego rzutu α_R^{II} - /oblicza się po uwzględnieniu strat zadanych przez IM/;
- stosunek odwrotności czasu przebywania celu w strefie oddziaływania ogniowego do odwrotności cyklu strzelania wyrażony wzorem:

$$\beta = \frac{\gamma}{\mu}$$

- dla lotnictwa myśliwskiego $\beta_L = 1,5$;
- dla rakiet przeciwlotniczych $\beta_R = 0,25$;
- prawdopodobieństwo zniszczenia celu przez pojedynczy samolot MiG-21 $P_{rL} = 0,55$;
- prawdopodobieństwo zniszczenia celu jedną rakietą $P_R = 0,7$ dwoma $P_R = 0,9$.

3. Wzory pomocnicze

Efektywność systemu OPL w danym wariancie działania przeciwnika powietrznego i użycia środków OPL określamy drogą obliczenia nadziei matematycznej ilości zestrzelonych samolotów przeciwnika ustalonej dla każdego rzutu nalotu i każdego środka OPL oddzielnie.

Kolejność pracy jest następująca:

T_{RLS} - wyrażone czasem wyprzedzenie przez pole radiolokacyjne strefy oddziaływania ogniowego

$$T_{RLS} = \frac{D_{RLS/H/} \pm L}{V_c}$$

gdzie:

$D_{RLS/H/}$ - zasięg wykrywania RLS na danej wysokości;

L - odległość odsunięcia RLS od przedniej granicy strefy oddziaływania ogniowego;

V_c - prędkość samolotów npla;

T_r - czasowa rozpiętość ugrupowania samolotów odpowiedniego rzutu;

T_i - odstęp czasowy pomiędzy kolejnymi rzutami nalotu;

T - czas pokonania przez pojedynczy samolot npla strefy oddziaływania ogniowego np. :

$$T_L = \frac{L_L}{V_c}$$

e/ Podział czasu dyspozycyjnego T_{OPL} na czas relacji systemu T_w i czas obsługi T_o .

$$T_{OPL} = T_w + T_o$$

gdzie: T_w - przedział czasu od wykrycia samolotów czołowej fali nalotu do wejścia do strefy oddziaływania ogniowego samolotów podlegających obsłudze;

T_o - przedział czasu od wejścia do wyjścia ze strefy oddziaływania ogniowego samolotów podlegających obsłudze:

$$T_w = T_r + T$$

g/ Obliczenie ilości samolotów /raket/, które mogą brać udział
f/ Obliczenie czasów osiągnięcia przez odpowiednie grupy samolo-
tów myśliwskich /raket/ gotowości do walki. Dla lotnictwa
myśliwskiego:

$$T_{LM} = T_G + T_k + T_s + T_d + T_E$$

gdzie: - T_{LM} - przedział czasu od podjęcia decyzji na użycie
LM do osiągnięcia gotowości do walki przez
samoloty myśliwskie;

T_G - czas osiągnięcia gotowości nr 1/2/ na lotnisku;

T_k - czas na obieg informacji i postawienie zadań;

T_s - czas statru;

gdzie: - T_d - czas na nabrnięcie wysokości i dolet do strefy
oddziaływania ogniowego;

T_E - czas manewru w strefie.

Dla raket przeciwlotniczych:

$$T_T = T_G + T_k + T_m + T_z + T_d$$

gdzie: T_T - przedział czasu od podjęcia decyzji na użycie
raket do osiągnięcia przez nie gotowości do
odpalenia;

T_G - czas elaboracji;

T_m - czas martwy/wynika z braku celu do obsługi;
wolnej wyrzutni lub STZ/;

T_z - czas załadowania wyrzutni, STZ-u;

T_d - czas dowozu.

$T_{OPL} < T_L / T_R$ obsługi prowadzić nie mogą.

g/ Obliczenie ilości samolotów /raket/, które mogą brać udział w obsłudze samolotów npla. Dla lotnictwa myśliwskiego:

$$N_L = N_{L/S/} + N_{L/1/} + N_{L/2/} + N_{L/3/}$$

gdzie: N_L - sumaryczna ilość samolotów myśliwskich biorących udział w obsłudze;

$N_{L/S/}$ - ilość samolotów dyżurujących w strefie;

$N_{L/1,2,3/}$ - ilość samolotów myśliwskich pozostających w odpowiednim stopniu gotowości na lotnisku

Dla raket przeciwlotniczych:

$$N_R = N_{R/W/} + N_{R/STZB/} + N_{R/STZT/} + N_{RT}^E + N_{RT}$$

gdzie: - N_R - sumaryczna wartość raket, które mogą brać udział w obsłudze samolotów npla;

$N_{R/W/}$ - ilość raket na wyrzutniach;

$N_{R/STZB/}$ - ilość raket na STZ w bateriach ogniowych;

$N_{R/STZT/}$ - ilość raket na STZ w baterii technicznej;

$N_{R/T}^E$ - ilość zelaborowanych raket w baterii technicznej;

$N_{R/T/}$ - ilość niezalaborowanych raket w baterii technicznej;

Uwaga: Kwalifikacji grup samolotów myśliwskich /raket/ dokonuje się w oparciu o porównanie czasów T_{OPL} oraz $T_L / T_R /$.

W wypadkach gdy $T_{OPL} > T_L / T_R /$ samoloty myśliwskie /rakiety/ mogą brać udział w obsłudze samolotów npla, w wypadkach gdy

$T_{OPL} < T_L / T_R /$ obsługi prowadzić nie mogą.

h/ Określenie jednostkowej wydajności systemu w obsłudze samolotów npla. Jednostkowa wartość wydajności dla rozpatrywanego przykładu jest stała i wynosi:

- dla lotnictwa myśliwskiego - 12 samolotów myśliwskich, w ramach 6 naprowadzeń, realizowanych w trzyciuminutowym cyklu;
- dla rakiet przeciwlotniczych - 8 rakiet przeciwlotniczych w ramach 4 naprowadzeń realizowanych w jednominutowym cyklu.

W ujęciu ogólnym jednostkową wartość wydajności systemu obliczamy ze wzorów:

$$H_L = n_L \cdot F_L$$

$$H_R = n_L \cdot F_R$$

- gdzie: H_L - jednostkowa wartość wydajności systemu;
 n_L - ilość kanałów jednoczesnego oddziaływania;
 F_L/R - ilość samolotów /raket/ naprowadzanych przez jeden kanał w czasie cyklu obsługi.

i/ Określenie ilości możliwych do zrealizowania cykli naprowadzenia:

$$Z = \frac{T_0}{T_c}$$

gdzie: Z - ilość cykli naprowadzenia;

T_0 - czas obsługi;

T_c - cykl naprowadzania /strzelania/.

k/ Określenie ogólnej wydajności systemu w obsłudze samolotów npla.

gdzie: $H_{L/R}$ - ilość faktycznie obsługiwanych przez n_L /rakiety/ samolotów przeciwnika;

Ogólną wartość wydajności systemu obliczamy jako sumę samolotów /raket/ naprowadzanych w możliwych do zrealizowania cyklach:

$$N_L = N_{L/S/} + N_{L/1/} + N_{L/2/} + N_{L/3/}$$

$$N_R = N_{R/W/} + N_{R/STZB/} + N_{R/STZT/} + N_{R/T/}^E + N_{R/T/}$$

Uwaga: W przypadkach kiedy czas reakcji systemu jest równy, większy od czasu osiągnięcia gotowości do walki przez samoloty myśliwskie $/T_W \geq T_{LM}/$ lub od czasu osiągnięcia gotowości przez rakiety $/T_W \geq T_T/$ naprowadzenia można dokonać w dowolnym cyklu.

Natomiast w wypadku gdy $T_W < T_{LM}$ lub $T_W < T_T$ należy określić, w którym cyklu możliwe jest naprowadzenie. Dokonuje się tego przy pomocy wzoru:

$$Z_n > \frac{T_{LM/T/} - T_W}{T_C}$$

gdzie: - Z_n - numer cyklu naprowadzania, w którym możliwa jest realizacja naprowadzenia;

- $T_{LM/T/}$ - czas osiągnięcia gotowości do walki przez samoloty myśliwskie /rakiety/;

- T_C - cykl naprowadzania strzelania.

Samoloty myśliwskie /rakiety/ można naprowadzić gdy $Z_n < Z$ tzn. wtedy, gdy wskazany cykl naprowadzenia mieści się w ogólnej ich ilości.

1/ Obliczenie ilości faktycznie obsługiwanych samolotów npla.

$$N_{OL/R/} = \frac{N_{L/R/}}{K_{L/R/}}$$

gdzie: - $N_{OL/R/}$ - ilość faktycznie obsługiwanych przez LM /rakiety/ samolotów przeciwnika;

- $N_{L/R/}$ - ilość samolotów myśliwskich /raket/gotowych do działania;

- $K_{L/R/}$ - współczynnik określający ilość samolotów /raket/ obsługujących jeden samolot przeciwnika.

2/ Obliczenie nadziei matematycznej ilości niszczonego samolotów przeciwnika wchodzących w skład odpowiedniego rzutu.

$$M_{L/R/} = N_{OL/R/} \cdot P_{rL/R/}$$

gdzie: $M_{L/R/}$ - nadzieja matematyczna ilości zniszczonych samolotów;

$N_{OL/R/}$ - ilość faktycznie obsługiwanych samolotów przeciwnika;

$P_{rL/R/}$ - prawdopodobieństwo rażenia;

3/ Obliczenie sumarycznej wartości nadziei matematycznej ilości zniszczonych samolotów przeciwnika.

$$M_Z = M_L^I + M_L^{II} + M_L^W + M_R^I + M_R^{II} + \dots + M_R^W$$

gdzie: M_L - nadzieja matematyczna ilości zniszczonych samolotów npla przez LM;

M_R - nadzieja matematyczna ilości zniszczonych samolotów npla przez rakiety przeciwnicze.

4. Rozwiązanie zadania dla wariantu 1.1.

A. Lotnictwo myśliwskie.

A1 - włączeniu samolotów pierwszego rzutu.

Lotnictwo myśliwskie nie bierze udziału w zwalczaniu samolotów I rzutu nalotu z uwagi na małą wysokość ich lotu $H < 500$ m/.

$$M_L^I = 0$$

A2 - w swalczaniu samolotów drugiego rzutu.

a/ Korekta wstępnych danych.

Korekty nie dokonuje się, ponieważ lotnictwo myśliwskie wchodzi do walki jako pierwsze.

b/ Obliczenie prawdopodobieństwa obsługi samolotów nieprzyjaciela.

Ponieważ $\frac{\lambda}{\omega} = \frac{3}{2} < 2$ prawdopodobieństwo obsługi P_0 obliczamy przy pomocy wzoru 1.

$$P_0 = 1 - 0,4 = 0,6$$

Uwaga: Wartość $P_{odm} = 0,4$ odczytujemy z tabeli - załącznik nr 1.

Dane wejściowe do tabeli: $n = 6$, $\beta_L^{\bar{L}} = 1,5 \approx 2$, $L_L^{\bar{L}} = 9$.

Na przecięciu 32 wiersza i 11 kolumny odnajdujemy wartość 0,39, którą zaokrąglamy do 0,4.

c/ Obliczenie ilości teoretycznie obsługiwanych samolotów

npla

$$N_{TL} = 80 \cdot 0,6 = 48$$

Wniosek:

obsłużyć

Można obsłużyć 48 samolotów przeciwnika. Pozostałych 32 nie można.

d/ Obliczenie czasu dyspozycyjnego OPL:

1/ Określenie ilości możliwych do zrealizowania cykli naprowadzania

$$T_{OPL} = T_{ALS} + T_{\bar{I}} + T_{\bar{I} \cdot \bar{L}} + T_{\bar{L}} + T_L$$

$$T_{OPL} = 1 + 8 + 10 + 25 + 2 = 46 \text{ minut.}$$

e/ Podział czasu dyspozycyjnego OPL:

$$T_{\bar{W}} = 1 + 8 + 10 = 19 \text{ minut;}$$

$$T_0 = 25 + 2 = 27 \text{ minut}$$

f/ Obliczenie czasów osiągnięcia przez odpowiednie grupy samolotów myśliwskich gotowości do walki.

Posiadamy w dyspozycji:

- 8 samolotów w strefie dyżurowania;
- 8 samolotów w gotowości nr 1 na lotnisku;
- 12 samolotów w gotowości nr 2 na lotnisku;
- 8 samolotów w gotowości nr 3 na lotnisku;

$$T_{LM/S/} = 0 + 3 + 0 + 0 + 2 = 5 \text{ minut}$$

$$T_{LM/1/} = 0 + 3 + 5 + 7 + 2 = 17 \text{ minut}$$

$$T_{LM/2/} = 0 + 3 + 18 + 7 + 2 = 30 \text{ minut}$$

$$T_{LM/3/} = 50 + 3 + 5 + 7 + 2 = 67 \text{ minut}$$

g/ Obliczenie ilości samolotów, które mogą brać udział w obsłudze samolotów npla

$$N_L = 8 + 8 + 12 = 28$$

Uwaga: $T_{OPL} = 46$ minut. W obsłudze samolotów npla mogą brać udział samoloty ze strefy dyżurowania oraz z gotowości nr 1 i 2 na lotnisku.

h/ Jednostkowa wydajność systemu - 12 samolotów myśliwskich w 3-minutowym cyklu naprowadzania.

i/ Określenie ilości możliwych do zrealizowania cykli naprowadzania:

$$z = \frac{27}{3} = 9$$

j/ Określenie ogólnej wydajności systemu:

$$T_w > T_{LM/S/} \text{ i } T_w > T_{LM/1/}$$

$$T_w < T_{LM/2/}$$

$$Z_n > \frac{30 - 19}{3}$$

$$Z_n > \frac{11}{3} \approx 4$$

Wniosek: 3 samolotów myśliwskich ze strefy cyklowania naprowadzić można w 1 cyklu. Z 3 samolotów z gotowości nr 1 tylko 4 można naprowadzić w 1 cyklu /poza jednostkową wartość wydajności systemu/. 4 pozostałe naprowadzić można w 2 i kolejnych cyklach, 12 samolotów z gotowości nr 2 na lotnisku naprowadzić można w 5 i kolejnych cyklach.

$$Z_5 < 3$$

$$5 < 9$$

Wniosek: System jest w stanie wykonać naprowadzenie 28 samolotów myśliwskich.

1/ Obliczanie ilości faktycznie obsługiwanych samolotów npla

$$N_L = \frac{28}{1} = 28 \text{ samolotów.}$$

Wniosek: Z uwagi na zbyt małą ilość samolotów myśliwskich, jakie mogą wziąć udział w walce system jest w stanie obsłużyć nie

48 z teoretycznie możliwych, a tylko 28 samolotów przeciwnika.

2/ Obliczenie nadziosi matematycznej ilości zniszczonych przez III samolotów II rzutu nalotu.

$$N_L^{\text{II}} = 28 \cdot 0,55 = 15$$

B. Rakiety przeciwlotnicze

B1 - w zwalczaniu samolotów I rzutu.

a/ Korekta wstępnych danych.

Korekty nie dokonuje się, ponieważ lotnictwo myśliwskie nie brało udziału w zwalczaniu samolotów I rzutu.

b/ Obliczenie prawdopodobieństwa obsługi. $\lambda = 5$, $\mu = 10$

Ponieważ $\frac{\lambda}{\mu} = \frac{5}{10}$ posługujemy się wzorem 1.

Dane wejściowe do tabeli: $n = 4$, $\beta_R^I = 0,25 \approx 0,5$ $\alpha_R^I = 5$

$$P_0 = 1 - 0,2 = 0,8$$

c/ Obliczenie ilości teoretycznie obsługiwanych samolotów
zpla.

$$K_{TR}^I = 40 \cdot 0,8 = 32 \text{ samoloty}$$

d/ Obliczenie czasu dyspozycyjnego OPL.

$$T_{OPL} = 3 + 8 + 4 = 15 \text{ minut.} \quad T_{OPL} + T_{RLS} + T_r + T_R$$

e/ Podział czasu dyspozycyjnego OPL

f/ Określenie wydajności systemu:

$$T_w = 3 \text{ minuty}$$

$$T_o = 12 \text{ minut}$$

2/ Obliczenie czasów osiągnięcia przez odpowiednie grupy rakiet przeciwniczych gotowości do walki.

Posiadamy w dyspozycji:

- 48 rakiet na wyrzutniach;
- 24 rakiety na STZ w bateriach ogniowych;
- 24 rakiety na STZ w baterii technicznej;
- 6 rakiet zelaborowanych w baterii technicznej;
- 42 rakiety niezalaborowane w baterii technicznej.

$$T_{T/w/} = 0 + 0 + 3 + 0 + 0 = 3$$

$$1/ \quad T_{T/STZB/} = 0 + 0 + 6 + 7 + 0 = 13$$

$$T_{T/STZT/} = 0 + 1 + 0 + 7 + 30 = 38$$

$$T_{T/S/} = 0 + 1 + 0 + 14 + 60 = 75$$

$$T_{T/6/} = 60 + 1 + 0 + 14 + 30 = 105$$

g/ Obliczenie ilości rakiet przeciwlotniczych, które mogą brać udział w obsłudze samolotów npla:

$$N_R = 48 + 24 = 72$$

Uwaga:

$T_{OPL} = 15$ minut. W obsłudze samolotów npla mogą brać udział rakiety z wyrzutni oraz z STZ baterii ogniowych.

h/ Jednostkowa wartość wydajności systemu - 8 rakiet w jednominutowym cyklu naprowadzania.

i/ Określenie ilości możliwych do zrealizowania cykli naprowadzenia:

$$Z = \frac{12}{1} = 12$$

k/ Określenie ogólnej wydajności systemu:

$$T_w = T_{T/w/}$$

$$T_w < T_{T/STZB/}$$

$$Z_n > \frac{13 - 3}{1}$$

$$Z_n > 10$$

Wniosek: System zezwala naprowadzić 24 rakiety z STZ baterii ogniowych w 11 i 12 cyklu. Z uwagi na jednostkową wydajność systemu można naprowadzić jedynie 16 rakiet. 8 rakiet pozostanie na wyrzutniach z powodu braku celów do obsługi.

$$\text{Zatem } N_R = 48 + 16 = 64$$

l/ Obliczenie ilości faktycznie obsługiwanych samolotów npla:

$$N_{OR}^{\bar{t}} = \frac{64}{2} = 32$$

Wniosek: Z obliczeni wynika, że wszystkie samoloty I rzutu teoretycznie podlegające obsłudze zostaną ostrzelane.

z/ Obliczenie nadziei matematycznej ilości zniszczonych samolotów przeciwnika:

$$M_R^I = 32 \cdot 0,9 = 29$$

B2 - w zwalczaniu samolotów II rzutu.

a/ Korekta wstępnych danych.

Z uwagi na straty, jakie zadało LM samolotom II rzutu należy przeprowadzić korektę wartości: $N^{\bar{II}}$, $\lambda^{\bar{II}}$ i $\alpha_R^{\bar{II}}$

$$N_P^{\bar{II}} = N^{\bar{II}} - M_L^{\bar{II}}$$

$$N_P^{\bar{II}} = 80 - 15 = 65$$

$$\lambda^{\bar{II}} = \frac{65}{25} \approx 3 \text{ s/m /nie ulega zmianie/}$$

$$\alpha_R^{\bar{II}} = \frac{3}{4} = 3 \text{ /nie ulega zmianie/}$$

b/ Obliczenie prawdopodobieństwa obsługi samolotów wchodzących do strefy oddziaływania ogniowego.

Ponieważ $\frac{\lambda}{\omega} = \frac{3}{4}$ posługujemy się wzorem 1.

Dane wejściowe do tabeli: $n = 4$, $\beta_R^{\bar{II}} = 0,25 \approx 0,5$, $\alpha_R^{\bar{II}} = 3$

$$P_0 = 1 - 0,075 \approx 0,9$$

c/ Obliczenie ilości teoretycznie obsługiwanych samolotów nieprzyjaciela.

$$N_{TR}^{\bar{II}} = 65 \cdot 0,9 = 58,5 \approx 58$$

d/ Obliczenie czasu dyspozycyjnego OPL

$$T_{OPL} = T_{RLS} + T_r^I + T_i^{\bar{II}} + T_r^{\bar{II}} + T_R$$

$$T_{OPL} = 3 + 8 + 10 + 25 + 4 = 50 \text{ minut.}$$

c/ Podział czasu dyspozycyjnego OPL na czas reakcji systemu i czas obsługi

$$T_w = 21 \text{ minut}$$

$$T_o = 29 \text{ minut}$$

f/ Obliczenie czasów osiągnięcia przez odpowiednie grupy rakiet gotowości do walki.

Posiadamy w dyspozycji:

- 8 rakiet na wyrzutniach;
 - 24 rakiety na STZ w baterii technicznej; strzelanie.
 - 6 rakiet w baterii technicznej w stanie zlaborowanym;
 - 42 rakiety w baterii technicznej w stanie niezalaborowa-
- nych.

$$T_{T/w/} = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0 \text{ minut}$$

$$T_{T/STZ/} = 0 + 1 + 0 + 7 + 30 = 38 \text{ minut}$$

$$T_{T/E/} = 0 + 1 + 0 + 14 + 60 = 75 \text{ minut}$$

$$T_{T/6/} = 60 + 1 + 0 + 14 + 30 = 105 \text{ minut}$$

g/ Obliczenie ilości rakiet, jakie mogą brać udział w obsłudze samolotów npla

$$N_{\bar{R}} = 8 + 24 = 32$$

Uwaga: $T_{OPL} = 50$ minut. W obsłudze samolotów npla mogą brać udział rakiety z wyrzutni i dowiesione z baterii technicznej.

h/ Jednostkowa wartość wydajności systemu - 8 rakiet w jednostkowym cyklu naprowadzenia.

i/ Określenie ilości możliwych do zrealizowania cykli naprowadzenia.

$$Z = \frac{29}{1} = 29$$

k/ Określenie ogólnej wydajności systemu

$$T_w < T_{T/w/}$$

$$T_w > T_{T/STZT/}$$

$$z_n > \frac{38 - 21}{1}$$

$$z_n > 17$$

Wniosek: 24 rakiety dowieszone z baterii technicznej można odpalić w 18, 19 i 20, i kolejnych cyklach strzelania.

Zatem wartość N_R nie ulega zmianie.

$$z_n < z$$

$$17 < 29$$

l/ Obliczenie ilości faktycznie obsługiwanych samolotów przeciwnika.

$$N_{OR}^{\bar{r}} = \frac{32}{2} = 16$$

Wniosek: Z uwagi na brak rakiet gotowych do odpalenia system będzie w stanie obsłużyć nie 32, a tylko 16 samolotów przeciwnika tj. 50 %.

2/ Obliczenie nadziei matematycznej ilości zniszczonych samolotów przeciwnika

$$M_R^{\bar{r}} = 16 \cdot 0,9 = 14$$

C. Określenie sumarycznej wartości nadziei matematycznej ilości zniszczonych samolotów nieprzyjaciela dla wariantu 1.1.

$$M_z = 0 + 15 + 29 + 14 = 58 \text{ samolotów.}$$

5. Rozwiązanie zadania dla pozostałych wariantów.

Rozwiązania zadań dla pozostałych wariantów dokonuje się analogicznie, jak to pokazano wyżej. Dla ułatwienia pracy wskazany jest dane wyjściowe i wyniki obliczeń zestawiać w tabeli - jak zrobiono to dla wariantu 1.1.

Zestawienie danych i wyników do wariantu 1.1.

Wskaźnik	Rzut nalotu		Razem	Uwagi
	I	II		
1	2	3	4	5
N - ilość samolotów npla /szt./	40	80	120	
c - prędkość samolotów npla /km/min/	15	15		
τ - czas trwania nalotu	8	25	43	
τ_i - odstęp między I i II routem			10	
λ - gęstość samolotów /s/m/	5	3	3	
n_L - ilość kanałów jednoczesnego zwalczania celów przez LM	6	6	6	
n_R - ilość kanałów jednoczesnego zwalczania celów przez rakiety	4	4	4	
E_L - jednostkowa wydajność LM	12	12		
E_R - jednostkowa wydajność raket	8	8		
P_{rL} - prawdopodobieństwo rażenia LM	0,55	0,55		
P_{rR} - prawdopodobieństwo rażenia raket	0,9	0,9		

	1	2	3	4	5
K_L -		1	1		
K_R		2	2		
T_{CL} - cykl naprowadzania LM /min/		3	3		
T_{CR} - cykl naprowadzania raket /min/		1	1		
$\mu_L = \frac{1}{T_{CL}}$		$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$		
$\mu_R = \frac{1}{T_{CR}}$		1	1		
L_L - gęstość strefy oddz. ogn. LM		30	30		
L_R - gęstość strefy oddz. ogn. rak.		60	60		
$T_L = \frac{L_L}{V_c}$ /min./		2	2		
$T_R = \frac{L_R}{V_c}$		4	4		
$\gamma_L = \frac{1}{T_L}$		0,5	0,5		
$\gamma_R = \frac{1}{T_R}$		0,25	0,25		
$\omega_L = n_L \cdot \mu_L$		2	2		
$\omega_R = n_R \cdot \mu_R$		4	4		
$\alpha_L = \frac{\lambda}{\mu_L}$		15	9		
$\alpha_R = \frac{\lambda}{\mu_R}$		5	3		
$\beta_L = \frac{\gamma}{\mu_L}$		1,5	1,5		
$\beta_R = \frac{\gamma}{\mu_R}$		0,25	0,25		

	1	2	3	4	5
<u>Wyniki obliczeń:</u>					
N_p - poprawiona wartość ilości samolotów			65		Dotyczy rakiet plot. /wartości λ i α nie ulegają zmianie/.
P_{odm_L} - prawdopodob. odmowy LM		0,2	0,4		
P_{odm_R} - prawdopodob. obsługi rakiet		0,2	0,1		
P_{o_L} - prawdopodob. obsługi LM			0,6		
P_{o_R} - prawdopodob. obsługi rakiet		0,8	0,9		
N_{TL} - ilość teoret. obslug sam.			48	48	
N_{TR} - ilość teoret. obslug sam.		32	58	90	
$T_{OPL/L/}$ - czas OPL LM			46		
$T_{w/L/}$ - czas reakcji LM			19		
$T_{o/L/}$ - czas obsługi LM			27		
$T_{OPL/R/}$ - czas OPL rakiet		15	50		
$T_{w/R/}$ - czas reakcji rakiet		3	21		
$T_{o/R/}$ - czas obsługi rakiet		12	29		
N_L - ilość sam. w 1. o.			28	28	
N_R - ilość rakiet		64	32	96	
Z_L - ilość cykli napr.			9	9	
Z_R - ilość cykli strzel.		12	29	41	

	1	2	3	4	5
N_{OL} - ilość fakt. obszugiwanych sam.			28	28	
N_{OR} - ilość fakt. obszugiwanych sam.		32	16	48	
M_L			15	15	
M_R		29	14	43	
M_Z				58	

6. Ustalenie optymalnego wariantu działania systemu OPL.

Dla określenia optymalnego wariantu działania systemu OPL zestawiamy matrycę wpisując wyniki obliczeń.

		Działanie OPL	
		1	2
Naloty p-ka	1	58	55
	2	60	58

Analiza matrycy wskazuje, że optymalnym sposobem działania dla środków OPL jest I wariant, ponieważ niezależnie od sposobów działania przeciwnika ugrupowanie to gwarantuje uzyskanie lepszych rezultatów $58 > 55$ i $60 > 58$. Mamy więc w tym wypadku przykład konieczności zastosowania czystej strategii działania systemu OPL /nr 1/, jako wariantu optymalnego.

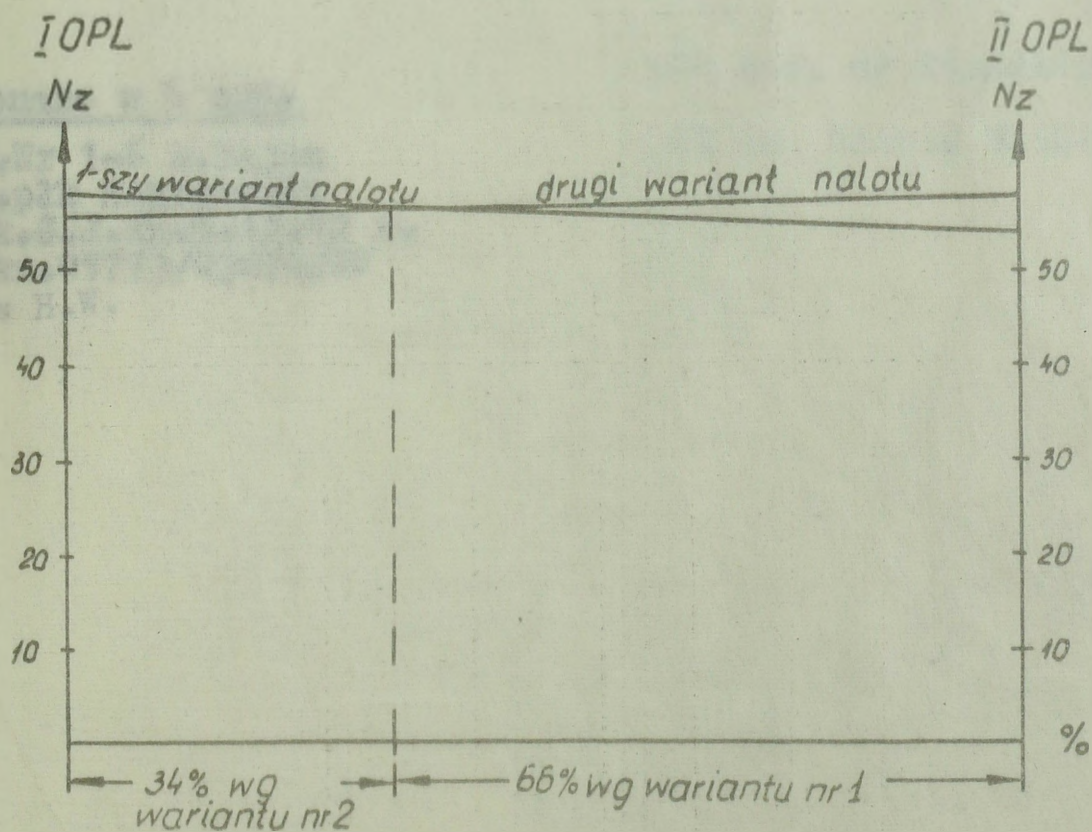
Dla zobrazowania metody postępowania w przypadku uzyskania innych rezultatów przyjmujemy, że matryca rezultatów działań systemu OPL ma postać:

Porównanie wartości przeciwnika na liniach łączących osiągnięte rezultaty działania systemu OPL przy każdym z wariantów nalo- tu przeciwnika słusznym jest rozwiązanie zadania.

OPL

	1	2
1	58	54
2	56	58

Zadanie to najłatwiej rozwiązuje się graficznie, przyjmując na osi rzędnych 100 jednakowych jednostek np.: 100 mm, a na osiach odciętych po jednym milimetrze na każdy zniszczony samolot przeciwnika. Na lewej osi odkładamy rezultaty walki systemu przy zastosowaniu 1-go wariantu działania, a na prawej - rezultaty uzyskane w wyniku stosowania 2-go wariantu działania.



Graficzne rozwiązanie zadania mającego na celu określenie optymalnego sposobu działania systemu OPL

Położenie punktu przecięcia na liniach łączących osiąga-
ne rezultaty działania systemu OPL przy każdym z wariantów nalo-
tu przeciwnika stanowi rozwiązanie zadania.

Mówi ono, że w tym przypadku system OPL nie ma do wyboru czystej strategii, lecz musi stosować strategię mieszaną: w 34 % musi działać według wariantu nr 2, a w 66 % - według wariantu nr 1. W praktycznej działalności wynik ten należy interpretować następująco. Jeśli system OPL w operacji zaszczerpcy przewiduje odparcie np.: trzech zamaszowanych nalotów przeciwnika, to do odparcia jednego z nich powinien zastosować sposób działania nr 2, a w pozostałych - nr 1. Decyzji o wyborze tych wariantów działania dokonuje się losowo.

Załącznik nr 1 - Tabela prawdopodobieństwa odmowy ebażugi.

Wykonano w 6 egz.

Egz. Nr 1-6 B. Tajna
Wyk. ptk Zakrzewski
Druk. J. J. dn. 5.12.72 r.
Nr ks. 01773/03870/WW
Kor. H.W.

BIBLIOGRAFIA:

1. Podstawy badań operacyjnych w technice wojskowej. MON, W-wa 1968 r.
2. W.H. Geweling. Skuteczność bojowa aparatów latających. ASG, W-wa 1966 r.
3. I. Anurejew i A. Tatarowenko. Primenienije matematičeskich metodow w wojennom dziele. Moskwa 1967 r.
4. mjr Czesław Krzemiński "Strategiczne bombardowanie Niemiec w latach 1943-45 oraz ważniejsze zagadnienia obrony powietrznej terytorium kraju", wyd. ASG 1963 r.

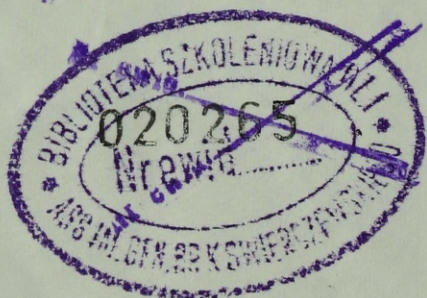
płk doc. dr Stanisław PIURO

płk dr Michał ZAKRZEWSKI

Prawdopodobieństwo odmowy obsługi

n	α		0.75	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	
	β																	
1	0.5	0.164	0.245	0.312	0.490	0.614	0.710	0.755	0.790	0.813	0.840	0.855	0.870	0.901	0.926	0.945	0.960	
		0.190	0.272	0.341	0.520	0.639	0.739	0.779	0.810	0.833	0.855	0.868	0.885	0.910	0.940	0.955	0.965	
		0.210	0.294	0.367	0.555	0.670	0.754	0.793	0.821	0.846	0.866	0.880	0.895	0.920	0.950	0.960	0.967	
		0.234	0.335	0.420	0.604	0.700	0.763	0.800	0.830	0.850	0.870	0.882	0.898	0.924	0.950	0.960	0.967	
		0.256	0.360	0.438	0.610	0.708	0.771	0.807	0.835	0.856	0.876	0.886	0.900	0.925	0.950	0.961	0.967	
		0.285	0.390	0.460	0.630	0.720	0.779	0.813	0.840	0.860	0.880	0.879	0.890	0.902	0.930	0.950	0.962	0.968
		0.320	0.405	0.470	0.632	0.726	0.787	0.819	0.844	0.863	0.880	0.880	0.894	0.904	0.930	0.950	0.962	0.968
		0.5	0.022	0.074	0.225	0.370	0.506	0.567	0.620	0.665	0.665	0.700	0.730	0.76	0.816	0.860	0.897	0.923
		0.75	0.025	0.059	0.248	0.396	0.530	0.590	0.655	0.693	0.693	0.731	0.760	0.785	0.832	0.873	0.904	0.926
		1	0.032	0.067	0.260	0.408	0.540	0.608	0.665	0.710	0.710	0.750	0.780	0.800	0.843	0.885	0.908	0.930
2	0.043	0.089	0.288	0.428	0.550	0.610	0.667	0.715	0.715	0.754	0.782	0.801	0.860	0.895	0.915	0.935		
3	0.051	0.099	0.305	0.440	0.562	0.620	0.670	0.717	0.717	0.755	0.785	0.802	0.865	0.899	0.920	0.935		
5	0.060	0.115	0.326	0.457	0.576	0.630	0.680	0.725	0.725	0.760	0.789	0.805	0.865	0.899	0.920	0.936		
10	0.061	0.120	0.340	0.477	0.595	0.645	0.685	0.727	0.727	0.756	0.790	0.808	0.875	0.903	0.924	0.936		
3	0.5	—	0.007	0.015	0.080	0.180	0.300	0.405	0.480	0.530	0.567	0.600	0.623	0.710	0.788	0.840	0.886	
		—	0.012	0.020	0.087	0.190	0.315	0.435	0.514	0.565	0.601	0.633	0.652	0.735	0.799	0.851	0.890	
		—	0.015	0.023	0.095	0.200	0.330	0.455	0.535	0.585	0.623	0.650	0.673	0.750	0.810	0.860	0.895	
		—	0.016	0.029	0.115	0.225	0.361	0.466	0.540	0.590	0.625	0.658	0.681	0.771	0.835	0.878	0.896	
		—	0.020	0.039	0.123	0.242	0.378	0.481	0.550	0.595	0.636	0.666	0.690	0.774	0.845	0.879	0.897	
		—	0.023	0.046	0.130	0.255	0.390	0.500	0.567	0.615	0.656	0.683	0.706	0.782	0.848	0.880	0.900	
		—	0.027	0.052	0.150	0.281	0.430	0.520	0.680	0.625	0.658	0.688	0.716	0.795	0.853	0.880	0.900	
		0.5	—	0.0026	0.025	0.075	0.148	0.230	0.315	0.390	0.390	0.460	0.515	0.560	0.667	0.740	0.802	0.850
		0.75	—	0.0030	0.035	0.090	0.175	0.257	0.340	0.413	0.413	0.487	0.540	0.585	0.680	0.755	0.810	0.855
		1	—	0.0044	0.038	0.105	0.195	0.280	0.360	0.434	0.434	0.503	0.555	0.600	0.695	0.763	0.820	0.858
2	—	0.0070	0.050	0.130	0.227	0.312	0.390	0.460	0.460	0.515	0.565	0.608	0.715	0.785	0.830	0.864		
3	—	0.0073	0.060	0.140	0.244	0.320	0.395	0.465	0.465	0.525	0.575	0.620	0.720	0.790	0.831	0.866		
5	—	0.0090	0.068	0.160	0.262	0.340	0.411	0.475	0.475	0.538	0.590	0.635	0.730	0.800	0.840	0.868		
10	—	0.010	0.080	0.175	0.285	0.365	0.434	0.495	0.495	0.549	0.600	0.645	0.740	0.802	0.841	0.877		
6	0.5	—	—	—	—	—	0.036	0.085	0.140	0.200	0.263	0.320	0.376	0.490	0.590	0.689	0.782	
		—	—	—	—	—	0.045	0.095	0.155	0.218	0.280	0.343	0.395	0.515	0.610	0.705	0.785	
		—	—	—	—	—	0.050	0.108	0.171	0.235	0.300	0.358	0.415	0.530	0.630	0.714	0.790	
		—	—	—	—	—	0.070	0.129	0.195	0.258	0.325	0.390	0.450	0.570	0.678	0.750	0.800	
		—	—	—	—	—	0.074	0.135	0.200	0.265	0.332	0.396	0.465	0.585	0.700	0.770	0.800	
		—	—	—	—	—	0.085	0.146	0.210	0.275	0.340	0.407	0.475	0.593	0.700	0.771	0.800	
		—	—	—	—	—	0.110	0.175	0.240	0.303	0.365	0.425	0.493	0.610	0.710	0.775	0.800	
		0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		0.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

*ilosc danych
napr. nie smel*



BIBLIOTEKA NAUKOWA ASB WP
Archiwum Biuletynu Zbiornik Specjalny
Nr ewid.

941363