



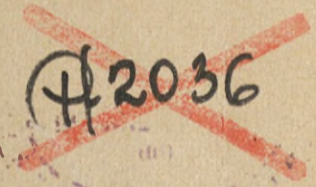
AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK

JAWNE
POUFNE



Egz. Nr



**ANALIZA PRZYDATNOŚCI i WYMAGANIA
TAKTYCZNO-TECHNICZNE WOBEC LOTNICZEGO,
RAKIETOWEGO POCISKU OŚWIETLAJĄCEGO**

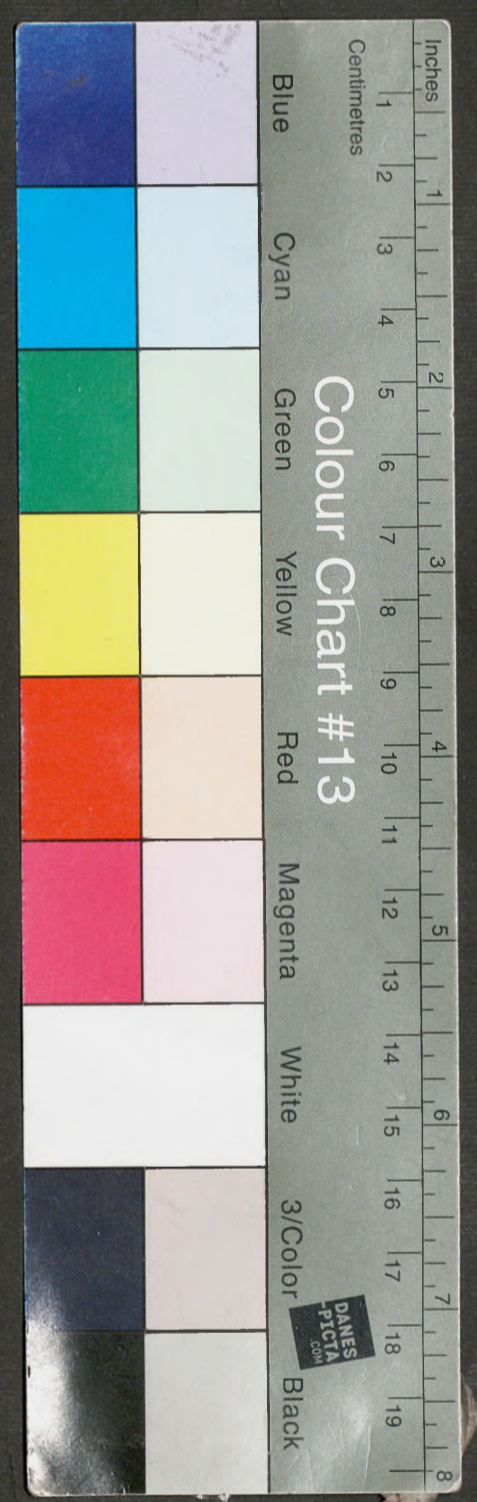


62568

WARSZAWA

LUTY

1986



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK

JAWNE
POUFNE



Egz. Nr 4

~~42036~~

**ANALIZA PRZYDATNOŚCI i WYMAGANIA
TAKTYCZNO-TECHNICZNE WOBEC LOTNICZEGO,
RAKIETOWEGO POCISKU OŚWIETLAJĄCEGO**



WARSZAWA

LUTY

1986

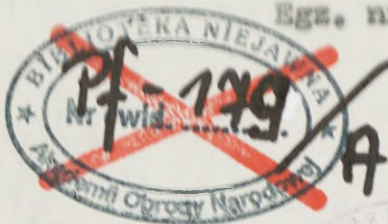
WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK

*Praca na temat: Rozst. pol. wuch 828
z ch 20070228 Anna Kłosa B*

JAWNE

~~POUFNE~~

Egz. nr .4



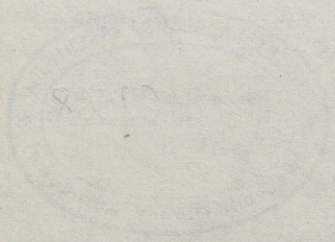
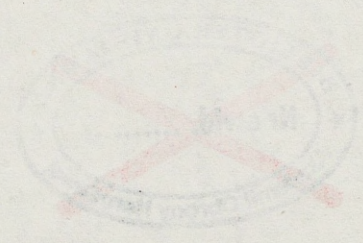
ANALIZA PRZYDATNOŚCI I WYMAGANIA TAKTYCZNO-TECHNICZNE
WOBEC LOTNICZEGO, RAKIETOWEGO POCYSKU OŚWIEFLAJĄCEGO

*Drhricm - POUFNE
13.06.2003 Jan Keliowski*



Opracował zespół w składzie: gen.bryg.pil. Andrzej RYBACKI;
płk prof.dr hab. Wacław SWIĄTNICKI; płk dr Stefan RĘKAS;
płk mgr inż. Józef KOPAŃSKI; płk mgr inż. Ryszard PARADOWSKI
kpt. dypl. Stefan SUCHORA

~~A / 800-75~~



TRESC

	str.
WSTĘP	4
1. ANALIZA PRZYDATNOŚCI TAKTYCZNEJ LOTNICZYCH ŚRODKÓW OŚWIETLAJĄCYCH	8
1.1. Ogólna prognoza przydatności lotniczych środków oświetlających	9
1.2. Uwarunkowania przydatności raketowych pocisków oświetlających do rozpoznania powietrznego	11
1.3. Uwarunkowania przydatności raketowych pocisków oświetlających podczas zwalczania obiektów naziemnych	12
1.4. Uwarunkowania przydatności raketowych pocisków oświetlających do oświetlania pola walki	13
1.5. Uwarunkowania przydatności raketowych pocisków oświetlających do korygowania ognia artylerii ..	14
1.6. Problemy wykorzystania raketowych pocisków oświetlających do wykonywania zadań różnych	15
2. ISTNIEJĄCE ŚRODKI OŚWIETLAJĄCE W ARMIIACH UW I WOJSKACH NATO	17
2.1. Środki oświetlające stosowane w wojskach NATO ..	17
2.2. Środki oświetlające stosowane w armiach państw UW	19
3. UWARUNKOWANIA DETERMINUJĄCE PRZYDATNOŚĆ RAKIETO- WYCH POCISKÓW OŚWIETLAJĄCYCH	26
3.1. Taktyczno-teoretyczne warunki oświetlania obiektów	26
3.2. Możliwe warunki wykonania zadań rozpoznawczych w nocy z wykorzystaniem raketowych pocisków oświetlających	31

3.3. Możliwe warunki wykonania ataku celu z wykorzystaniem oświetlenia raketowymi pociskami oświetlającymi	41
3.4. Możliwe warunki wykonania oświetlenia terenu na korzyść wojsk lądowych	48
3.5. Możliwości wykorzystania raketowych pocisków oświetlających do imitacji celów powietrznych	50
4. WYMAGANIA TAKTYCZNO-TECHNICZNE WOBEC RAKIETOWEGO POCISKU OŚWIETLAJĄCEGO	53
4.1. Wymagania dotyczące charakterystyk ilościowych i przestrzenno-czasowych	53
4.2. Ocena parametrów taktyczno-technicznych raketowego pocisku oświetlającego typu DADAJ	54
4.3. Możliwość stosowania innych raketowych pocisków oświetlających niż DADAJ do oświetlenia pola walki	56
4.4. Dostosowanie nosicieli do przenieszenia środków oświetlających	56
5. WYMAGANIA EKSPLOATACYJNE WOBEC RAKIETOWYCH POCISKÓW OŚWIETLAJĄCYCH	58
5.1. Oznakowanie pocisków	58
5.2. Przygotowanie raketowych pocisków oświetlających do użycia i środki bezpieczeństwa przy obchodzeniu się z nimi	58
WNIOSKI	59
BIBLIOGRAFIA	61
ZAŁĄCZNIK	63

WSTĘP

Niniejsze opracowanie zawiera opis analizy dotyczącej lotniczych środków oświetlających, w tym lotniczych raketowych pocisków oświetlających /RPO/^{1/} oraz wymagań taktyczno-technicznych wobec takich pocisków. Jest to temat opracowany przez zespół autorski wyłoniony z Wydziału Wojsk Lotniczych i OIK Akademii Sztabu Generalnego WP zgodnie ze zleceniem Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych.

Potrzeba opracowania tematu powstała w związku z zamiarem skonstruowania raketowego pocisku oświetlającego dla lotnictwa. Pomyślnicy wyposażenia lotnictwa w RPO oraz osoby, które będą decydowały o ewentualnym sfinalizowaniu pomysłu zdążyły do poznania aspektów taktycznych tego problemu. Potrzeby taktyczne przesądzą o celowości podejmowania określonych działań we wszystkich dziedzinach techniki wojskowej.

W prezentowanej analizie zmierzano do ustalenia przydatności taktycznej RPO, możliwego zakresu i warunków ich stosowania oraz wymagań taktyczno-technicznych wobec takich pocisków.

Idea wykorzystywania przez lotnictwo sztucznego oświetlenia do działań bojowych w nocy nie jest nowa. Lotnicze środki oświetlające masowo stosowano już w II wojnie światowej. Były nimi bomby oświetlające i bomby fotograficzne. Te ostatnie o działaniu błyskowym. Po wojnie próbowano ponadto wprowadzić do użytku rakietę oświetlającą.

Od dłuższego czasu lotnicze środki oświetlające nie były przedmiotem istotnego zainteresowania. Wcześniej znane ograniczenia możliwości tych środków nie zachęcały do wiązania z nimi nadziei. W latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych klasyczne środki oświetlające były coraz mniej dostrzegane w kalkulacjach taktycznych.

^{1/} Przez pojęcie "lotnicze, raketowe pociski oświetlające" rozumie się środki wyrzucane z pokładów samolotów i śmigłowców, posiadające napęd raketowy i ładunki /źródła/ oświetlające.

Od kilkudziesięciu lat rozwijane są pokładowe systemy wykrywania i śledzenia obiektów powietrznych i naziemnych, oparte na różnych technikach zbierania informacji, a nie tylko zdolnościach wzrokowych człowieka. Stworzone pokładowe stacje radiolokacyjne i termowizyjne spełniające swe funkcje niezależnie od oświetlenia wykrywanych obiektów. Prowadzone są prace nad wykorzystaniem światła laserowego do tworzenia obrazów holograficznych /trójwymiarowych/ oraz zbierania informacji z wykorzystaniem fal nadfioletowych.

Osiągnięto duży postęp w powyższych technikach zbierania informacji. Pomimo tego wzrok człowieka nie przestał być potrzebny. Okazuje się, że środki techniczne są bezkonkurencyjne tylko w wykrywaniu i śledzeniu celów powietrznych.

Natomiast inaczej rzecz się ma z obiektami naziemnymi. Obrazy radiolokacyjne i termalne rzeźby oraz pokrycia powierzchni ziemi, a zwłaszcza różnorodnych obiektów taktycznych, nadal nie zapewniają otrzymywania wyczerpujących informacji. Pojawiają się twierdzenia, że osiągnięto kres możliwości w technice zobrazowywania radiolokacyjnego i termalnego obiektów naziemnych. W zasadzie jednomyślnie oceniane są, jako szczególnie przydatne możliwości wzrokowe człowieka. Większość znawców problemu twierdzi, iż niezależnie od stosowania w rozpoznaniu powietrznym środków technicznych, potrzebne są również oczy człowieka. Jeśli uznać słuszność tego twierdzenia to konsekwencją jest konieczność zapewnienia wspomaganie wzroku człowieka w nocy za pomocą sztucznych środków oświetlających.

Udawadnianie tej konieczności jest w zasadzie zbędne. Wątpliwości dotyczą koniecznych środków oświetlających, w sensie ich rodzaju, prognozowanego zakresu i warunków wykorzystywania, parametrów jakimi środki oświetlające powinny się legitymować. Starano się zebrać argumenty uzasadniające bądź negujące celowość wyposażenia lotnictwa w raketowe pociski oświetlające. Problem nie jest oczywisty, bowiem lotnictwo posiada bombę oświetlającą o różnych wagomiarach i sile światła. Przy tym bomby jak i rakiety oświetlające nie stanowią awangardowych środków walki.

Fakt ten zobowiązuje do szczególnej ostrożności przy formułowaniu wniosków. Pamiętając o tym starano się poznać obiektywne czynniki determinujące przydatność RPO. Wyniki analizy i konkluzje prezentuje się w kolejnych rozdziałach opracowania.

W rozdziale 1 zawarto ustalenia dotyczące potrzeb stosowania RPO przez lotnictwo do zabezpieczenia działań wojsk lądowych i potrzeb własnych. Uwzględniono przy tym zadania jakie mogą być wykonywane przy wykorzystaniu rakiet oświetlających.

Przebieg wykorzystywania lotniczych rakiet oświetlających w armiach sojuszniczych i obcych opisano w rozdziale 2. Śledzenie tendencji światowych ma istotne znaczenie dla programowania rozwoju własnych środków walki, także środków zabezpieczenia walki.

Rozdział 3 zawiera opis prognozowanych warunków wykonywania zadań ze sztucznym oświetleniem na współczesnym polu walki. Niezbędne kalkulacje z tym związane umożliwiły określenie danych taktyczno-technicznych jakimi rakiety oświetlające powinny się legitymować aby były przydatne w sensie taktycznym.

Wymagania taktyczno-techniczne wobec lotniczego, rakietowego pocisku oświetlającego zawarto w treści rozdziału 4, a w rozdziale 5 opisano wymagania eksploatacyjne.

Precyzując wymagane parametry taktyczno-techniczne przyszłych RPO starano się zachować umiar. Potrzeby wojsk z reguły znacznie wykraczają poza możliwości ich zaspokajania, zjawisko to występuje także w odniesieniu do środków oświetlających. Zespół miał świadomość, że kategoryczne formułowanie wymagań maksymalistycznych może spowodować upadek problemu. Z drugiej zaś strony nieuzasadnione zaniżenie wymagań prowadzi do zacofania technicznego, daremnego trwonienia sił ludzkich i środków materialnych.

Uznano konieczność stosowania rozwiązań kompromisowych będących rezultatem konfrontacji potrzeb taktycznych z możliwościami ich zaspokajania. Odrzucanie realnie osiągalnych rozwiązań, nawet mniej efektywnych od docelowych ale nierealnych, oceniano jako niewłaściwe.

Założenia powyższe stanowiły swoiste motto stymulujące poczynania autorów prezentowanego opracowania.

1. ANALIZA PRZYDATNOŚCI TAKTYCZNEJ LOTNICZYCH ŚRODKÓW OŚWIETLAJĄCYCH

Przewiduje się, że w ewentualnej wojnie działania bojowe na interesującą nas teatrze działań wojennych prowadzone byłyby z maksymalnym natężeniem i w sposób ciągły^{1/}. Założenie to jest powszechnie uznawane. Wynikają stąd istotne wnioski. Jeżeli działania ciągłe, to prowadzone również w nocy. W zależności od pory roku na noc przypada od 21% do 63% czasu doby. W tym czasie wojska lądowe i lotnictwo muszą wykonywać swe zadania. Nie mogą tego czynić bez widzialności terenu i przeciwnika. Nie ma przy tym istotnego znaczenia za pomocą jakich środków wykrywa się i śledzi nieprzyjaciela. Istotne są efekty a nie środki służące do ich osiągania. Ważne jest również stwierdzenie kolajne. Wojska lądowe posiadają w swym uzbrojeniu szeroką gamę środków oświetlających. Artyleryjskie i moździerzowe pociski oświetlające, wyrzutnie do odpalania raketowych pocisków oświetlających oraz naboje do raketnic indywidualnych /naboje sygnalizacyjne/. Nie wyklucza się przy tym wykorzystywania aktualnie w interesie wojsk lądowych również lotniczych środków oświetlających. Środki oświetlające będzie stosować w działaniach wojennych lotnictwo marynarki wojennej oraz w określonych sytuacjach lotnictwo wojsk OPK.

Stwierdzenie ogólne o użyteczności środków oświetlających nie może zadowolić. Potrzebna jest prognoza stosowania w przyszłości lotniczych środków oświetlających. Ścisłe biorąc chodzi o odpowiedzi na następujące pytania: komu będą potrzebne lotnicze środki oświetlające? do jakich zadań będą nieodzowne lotnicze środki oświetlające? w jakich warunkach mogą być stosowane lotnicze środki oświetlające?

Podczas poszukiwania odpowiedzi na tak postawione pytania analizowano także możliwości wytworzenia nowych środków rozpoznawania terenu i nieprzyjaciela oraz warunki prowadzenia walki w nocy.

^{1/} Prognoza przyszłych działań wojennych /w tym operacji i działań bojowych/ oraz roli poszczególnych rodzajów sił zbrojnych, wojsk i służb /lata 1985-2010/ ASG WP 1983.

Opis rezultatów tych poszukiwań prezentuje się w kolejnych punktach, umieszczając na początku ustalenia, a następnie uzasadnienia tych ustaleń.

1.1. Ogólna prognoza przydatności lotniczych środków oświetlających

W uzbrojeniu lotnictwa znajdują się aktualnie lotnicze bomby oświetlające różnych wagomiarów, naboje błyskowe do wykonywania zdjęć lotniczych w nocy oraz pokładowe naboje sygnalizacyjne. Nie ma pod-
^{aby przypuszczać}staw, że wymienione środki mogą być wycofane z użytku. Ewentualne wprowadzenie do wyposażenia aparatury pokładowej umożliwiającej obserwowanie terenu i nieprzyjaciela w ciemnościach może jedynie zmienić zakres wykorzystywania klasycznych środków oświetlających.

Powyższe stwierdzenia będą prawdziwe pod warunkiem zachowania skuteczności lotniczych środków oświetlających w zmieniających się warunkach działań bojowych wojsk.

Lotnicze bomby oświetlające mogą być skutecznie stosowane przy ich przenoszeniu przez samoloty bojowe. Pożądanego skutku, w tym przypadku, nie można osiągnąć za pomocą śmigłowców. Nosiciel musi zrzucić bomby nad oświetlanym rejonem /obiektem/ na wysokości od kilkuset do kilku tysięcy metrów. Konieczną wysokość zrzutu samolot może osiągać w ciągu kilku sekund, a więc w czasie krótszym od niezbędnego dla odpalenia rakiet przeciwlotniczych nieprzyjaciela. Możliwości takich nie mają śmigłowce, czyli praktycznie całe lotnictwo wojsk lądowych.

W świetle powyższego idea budowy lotniczych rakiet oświetlających wychodzi na przeciw przede wszystkim potrzebom lotnictwa wojsk lądowych. Możliwość odpalania RPO podczas lotu śmigłowców na małych wysokościach i w znacznej odległości od celu rozwiązuje zasadnicze kwestie taktyczne. Tworzy się w ten sposób warunki unikania przez śmigłowce ognia środków przeciwlotniczych nieprzyjaciela, wspierania ogniowego wojsk własnych podobnie jak w dzień, a także oświetlania terenu i obiektów nieprzyjaciela zgodnie z potrzebami wspierania wojsk lądowych.

Ewentualne wprowadzenia rakietowych pocisków oświetlających do uzbrojenia samolotów stworzyłoby nową jakość taktyczną. Załoga samolotu mogłaby wykorzystywać natychmiast skutki odpalonych RPO bez konieczności wykonywania dodatkowego manewru jak to ma miejsce podczas stosowania bomb oświetlających.

Stwierdzono wcześniej, że nie prognozuje się wycofania z uzbrojenia w najbliższej przyszłości klasycznych środków oświetlających. Twierdzenie to uzasadnia szereg argumentów. Nie ma widoków na rychłe wprowadzenie do wyposażenia lotnictwa aparatury rozpoznania nocnego. Z doświadczeń wynika iż nowymi środkami walki zastępuje się stare, ale środki o tym samym przeznaczeniu i właściwościach. Sądzone kiedyś, że rakiety i broń jądrowa wyeliminują potrzebę istnienia lotnictwa oraz artylerii polowej. W związku z pojawieniem się niezwykle skutecznych środków przeciwpancernych zapowiadano zmierzch czołgów. Jak wiadomo rachuby te zawiodły. Podobnie rzecz się ma w dziedzinie aparatury rozpoznania powietrznego. Weszły do użytku w wielu armiach świata pokładowe stacje radiolokacyjne, kamery termalne i telewizyjne, a mimo to pozostały w wyposażeniu tradycyjne aparaty fotograficzne.

Przytoczono przykłady najbardziej symptomatyczne. One i szereg innych służyły do wnioskowania poprzez analogię o dalszej przydatności lotniczych środków oświetlających. Jeżeli uwzględnimy fakt, że istniejące środki mają ograniczoną przydatność taktyczną, to próby budowy lepszych nie można traktować jako działania chybionego.

Uogólniając problem można stwierdzić, że o przydatności taktycznej wszelkich środków walki przesądzają z jednej strony potrzeby wojsk z drugiej zaś możliwości ich zaspokajania.

Rozpatrując potrzeby wojsk lądowych nietrudno wskazać, że rakietowe pociski oświetlające mogą być przydatne do oświetlenia pola walki podczas ataku i w obronie, wskazywania celów i ewentualnie do oslepienia przeciwnika. Lotnictwo wojsk lądowych może wykorzystywać RPO do prowadzenia rozpoznania wzrokowego, oświetlenia obiektów ataku w czasie prowadzenia ognia i korygowania ognia artylerii. Do wykonywania takich samych zadań, z wyjątkiem korygowania ognia artylerii, mogłoby wykorzystywać RPO inne rodzaje lotnictwa frontowego, marynarki wojennej i w ograniczonym zakresie lotnictwo myśliwskie wojsk OPK. Widzi się też możliwość stosowania analizowanych rakiet

jako pułapek cieplnych przeciw rakietom przeciwlotniczym samonaprowadzającym się na źródło promieniowania cieplnego. W wyjątkowych wypadkach RPO możnaby wykorzystywać do podpalania podatnych obiektów i innego dezorganizowania poczynił nieprzyjaciela. Przykładem może być oświetlanie grup śmigłowców przeciwnika w locie dla umożliwienia prowadzenia do nich skutecznego ognia, pozorowanie działań w celu uzyskania zaskoczenia przeciwnika lub jego nekania.

Prognozując przydatność taktyczną RPO miano na uwadze iż będą one umożliwiały wykonywanie kolejno prezentowanych zadań.

1.2. Uwarunkowania przydatności rakietowych pocisków oświetlających do rozpoznania powietrznego

Rozpoznanie powietrzne w nocy z wykorzystaniem rakietowych pocisków oświetlających będą mogły prowadzić załogi śmigłowców i samolotów jeśli rakiety te sprostają określonym wymaganiom taktycznym. Praktycznie rzecz biorąc śmigłowce większość zadań wykonują z nad ugrupowania własnych wojsk lub przenikając na niewielką głębokość nad teren nieprzyjaciela, operując przy tym na małych wysokościach. Wobec tego można stwierdzić, że stosowanie bomb oświetlających przez załogi śmigłowców podczas rozpoznania w nocy, należy traktować jako ewenement. Skoro tak, to każdy rodzaj rakietowych pocisków oświetlających będzie pożądany dla śmigłowców rozpoznawczych. W zależności od zadania, załogi śmigłowców prowadzą w nocy rozpoznanie obiektów oddalonych do 3-4 km. Na taką odległość muszą odpalać rakiety i z tej odległości widzieć rozpoznawane obiekty.

Współczesne samoloty rozpoznawcze, myśliwsko-bombowe, a nawet myśliwskie, są zdolne do przenoszenia od 4-do 20 lotniczych bomb oświetleniowych. Pojedyncze bomby zapewniają natężenie światła około 5-8 milionów kandeli w ciągu 5-7 minut, opadając podczas świecenia z prędkością 5-7 m/s. ocenia się, że nie jest możliwe i celowe dążenie do pozyskania rakiet oświetlających z takimi lub wyższymi parametrami. Obok stosowania bomb świetlnych potrzebne są rakiety oświetlające umożliwiające uzyskiwanie określonych korzyści taktycznych. Ze względu na konieczność działań lotnictwa w strefach ognia różnorodnych środków przeciwlotniczych nieprzyjaciela, możliwości wykonywania zadań w jednym nalocie ma znaczenie nadrzędne. Wiadomo, że w jednym nalocie nie może wykonać zadania rozpoznania w nocy załoga samo-

lotu wyposażonego w bomby oświetlające. Możliwości takie powinny zapewnić rakiety oświetlające. Konieczne jest przy tym aby załoga mogła odpalać rakiety podczas zbliżania do celu i oświetlać cel odległy o 2-4 i więcej kilometrów. Siła światła oraz długotrwałość ciągłego świecenia powinny umożliwić załodze wykrycie, identyfikację oraz określenie współrzędnych rozmieszczenia rozpoznawanych obiektów. Problemy te szerzej przedstawia się w rozdziale 3 niniejszego opracowania.

1.3. Uwarunkowania przydatności raketowych pocisków oświetlających podczas zwalczania obiektów naziemnych

Problema wykonania zadania w jednym nalocie dotyczy także działań ogniowych samolotów i śmigłowców bojowych. Podczas atakowania celów naziemnych załogi samolotów mogą odpalać rakiety kierowane w odległości 4-6 km od celu, odpalać rakiety niekierowane, otwierać ogień z działek lub zrzucić bomby w odległości około 1200-800 m od celu. W wypadku wykorzystywania bomb na śmigłowcach, co może być celowe bardzo rzadko, ich zrzut następowalby w odległości 300-500 m od celu. Pozostałe rodzaje uzbrojenia zapewniają atakowanie celów ze śmigłowców analogicznie jak z samolotów. Atakowany cel załoga musi obserwować przynajmniej 10-15 sekund aby mogła bez znaczącego nawrotu doprowadzić samolot /śmigłowiec/, w czasie 5-8 sekund wykonać przycelowanie i odpalenie pocisków bądź zrzut bomb. Podczas stosowania rakiet wprowadzanych ogólny czas wykonania ataku wydłuży się o około 10-15 sekund i wyniesie łącznie 25-40 sekund. Lecąc po prostej w ciągu tego czasu samolot pokona drogę 5-8 km. Natomiast śmigłowiec bojowy przemieści się w tym czasie o około 2 km. Do wskazanych danych kalkulacyjnych przy bombardowaniu i strzelaniu z działek, także niekierowanymi pociskami raketowymi, trzeba doliczyć wartość liniową donośności /odległość strzelania/.

Jak wynika z powyższych kalkulacji przydatność rakiet oświetlających warunkuje ich konieczny zasięg /donośność/ wymagany dla śmigłowców bojowych co najmniej 3 km, a dla samolotów 6-8 km. Pociski o mniejszym zasięgu nie spełniałyby postulatu niezmiernie ważnego - możliwości atakowania obiektów naziemnych w jednym /pierwszym/ nalocie.

Postulat drugi, oczywisty w swej istocie, to powierzchnia i intensywność oświetlenia. Podczas rażenia celów punktowych potrzebne jest ich rozpoznawanie dodatkowe /poszukiwanie wzrokowe/ na powierzchni co najmniej 4-6 km². Intensywność oświetlenia takiej powierzchni powinna zapewnić wyróżnienie i ciągle śledzenie wzrokowe atakowanego obiektu już od początkowego punktu drogi ataku.

Powiedziano wcześniej, że łączny czas wykonania ataku wyniesie co najmniej 25-40 sekund. Tała norma czasu będzie właściwa dla załóg o najwyższym poziomie wykszolenia i w sprzyjających warunkach atmosferycznych. Do rozważań trzeba przyjmować normy czasu świecenia rakiet oświetlających większe o 100% od czasu minimalnego niezbędnego do wykonania ataku. Wobec tego czas ten wyniesie 50 sekund przy rażeniu obiektu bombami i pociskami niekierowanymi oraz około 70 sekund w wypadku stosowania rakiet kierowanych.

1.4. Uwarunkowania przydatności raketowych pocisków oświetlających do oświetlenia pola walki

Oświetlenie pola walki może być prowadzone w różnych celach i stosownie do tego z odpowiednio wymagany rozmach przestrzennym, czasowym oraz natężeniem światła.

Przeważa pogląd, że oświetlenie pola walki będą prowadziły wojska własne głównie w obronie aby oświetlić nacierającego przeciwnika i zapewnić wyższą skuteczność jego rażenia. Nie neguje się przy tym potrzeby oświetlenia pola walki także w natarciu. W jednym i drugim wypadku zasady oświetlenia różnią się, ale występują też elementy wspólne. Wojska lądowe oczekują od lotnictwa gotowości do oświetlenia pola walki na znacznych powierzchniach, przedpola w pasach o szerokości 2-4 km do 8-12 km i w głąb obrony przeciwnika do 2-4 km. W sporadycznych wypadkach może mieć miejsce oświetlenie oddzielnych obiektów punktowych.

Długotrwałość oświetlenia determinuje niezbędny czas prowadzenia ognia w celu załamania natarcia przeciwnika lub opanowania przez

wojska własne nakazanych rubieży terenowych. Niemożliwe jest ściśle określenie wymaganej długości oświetlenia. Ogólnie można wskazać, że dolną granicę wymaganej długości oświetlenia określa się czasem 10-15 minut. Górna granica potrzeb oświetlenia może wynosić kilkadziesiąt minut, a nawet kilka godzin.

Intensywność oświetlenia powinna zapewniać możliwość obserwowania środków walki przeciwnika przez obserwatora z ziemi na odległość 1-2 km, z powietrza /przewyższenia terenowego/, na odległość 2-4 km. Mówiąc o środkach walki ma się na myśli wszelkie pojazdy, wyrzutnie pocisków raketowych, działa, moździerze, punkty oporu, przeprawy.

Powyższe uwarunkowania wskazują, że środki do oświetlenia pola walki muszą odznaczać się dużą światłością i długim czasem działania. Nie bez znaczenia jest i to, że częste gasnięcie jednych i zapalenie się kolejnych ładunków świetlnych nie sprzyja obserwacji obiektów, może nawet oślepić żołnierzy. Zręczne dotychczas raketowe pociski oświetlające o niewielkiej światłości i krótkim czasie świecenia /kilkadziesiąt sekund/, nie spełniają oczekiwań wojsk w zakresie oświetlenia pola walki.

1.5. Uwarunkowania przydatności raketowych pocisków do korygowania ognia artylerii^{1/}

Zadania korygowania ognia artylerii mogą wykonywać odpowiednio przygotowane załogi samolotów i śmigłowców. Aktualnie nie przygotowuje się załóg samolotów do wykonywania tego typu zadań. Pozostają zatem do rozważań tylko śmigłowce. Zadania korygowania ognia artylerii składają się z następujących elementów: wykrycie obiektu, jego rozpoznanie /czas 3-5 minut/ oraz złożenie meldunku na SD artylerii, podanie komend i obserwacja wybuchów 1-3 salw artylerii /czas na każdą salwę 2-3 minuty/, oraz określenie uchyleń pocisków.

1/ Spotyka się w literaturze określenia zamiennie w rodzaju "wstrzelanie artylerii", "poprawianie ognia artylerii".

Względy taktyczne /ogień środków OPL/ dyktują potrzebę manewrowania śmigłowcem w czasie korygowania^w odległości przynajmniej 2-3 km od ostrzeliwanego celu. Pożądane jest większe oddalenie śmigłowca od celu.

Wskazane warunki wykonywania tego typu zadań umożliwiają określenie wymaganej ilości rakietowych pocisków oświetlających /3 km i więcej/; czasu świecenia ciągłego 6-15 minut lub do 4 cykli świecenia każdy po 3 do 5 minut. Intensywność wymaganego oświetlenia warunkują te same względy które przedstawiono w punkcie 1.4.

1.6. Problem wykorzystania rakietowych pocisków oświetlających do wykonywania zadań różnych

Stosowanie środków oświetlających podczas wykonywania typowych zadań przedstawiono w punktach 1.1. - 1.5. Ponadto dostrzega się możliwości wykorzystania rakietowych pocisków oświetlających do takich zadań jak: wzniesienie pożarów, oślepienie przeciwnika, neutralizacja rakiet przeciwlotniczych samonaprowadzających się na podczerwień, wskazywanie celów /oświetlanie/ oraz do szkolenia pilotów w zwalczaniu celów powietrznych za pomocą rakiet samonaprowadzających się na źródło promieniowania cieplnego.

Wzniesienie pożarów może być dokonywane każdą pociskiem wytwarzającą wysoką temperaturę. Obiektami podatnymi na podpalenie są niewątpliwie lasy, zwłaszcza w warunkach niskiej wilgotności, magazyny paliw, a nawet budynki. Znacznie lepsze skutki zapewniłby niewątpliwie pocisk z ładunkiem zapalającym. Ewentualne stosowanie wymiennych głowic /ładunków/ w pocisku byłoby niewątpliwie działaniem celowym.

Śmigłowce, zwłaszcza większe ich grupy, przenikające w głąb obrony nieprzyjaciela /desanty/ narażone będą na skuteczny ogień OPL, w tym rakietowy małego zasięgu naprowadzane na podczerwień. Osłona takich grup za pomocą palących się ładunków rakiet oświetlających jest nie tylko celowa ale i możliwa. Osłonę taką mogłyby tworzyć śmigłowce bojowe zabezpieczające przelot zgrupowania śmigłowców transportowych, nawet za pomocą pocisków standardowych. Utworzenie na przykład dwóch szeregów płonących ładunków oświetlających z jednej i z drugiej strony trasy lotu śmigłowców stanowiłoby skuteczną ich osłonę. Możliwe są oczywiście różne rozwiązania taktyczne.

Oślepienie przeciwnika naziemnego i powietrznego może być osiągnięte poprzez sytuowanie silnych źródeł światła bezpośrednio w jego ugrupowaniu, a więc w polu widzenia. Efekty samoślepienia występują jeśli usytuuje się nieodpowiednio źródła światła nawet w stosunku do wojsk własnych. Wielu ludzi zna problem z autopsji w okresie szkolenia pokojowego. Istnieje więc wysokie prawdopodobieństwo uzyskiwania zamierzonych skutków celowego oślepienia przeciwnika w działaniach bojowych. Zapalając ładunki oświetlające nad ugrupowaniem wojsk naziemnych lub w ugrupowaniu lecących śmigłowców przeciwnika nie tylko można oślepić jego siłę żywą ale jednocześnie wskazywać w ten sposób cele wojskom własnym.

Z kalkulacji przedstawionych w rozdziale 3.5 wynika, że istnieje nie tylko potrzeba ale także możliwość stosowania RPO do limitowania celów powietrznych dla pilotów szkolonych w stosowaniu rakiet naprowadzanych na podczernieni.

Reasumując rozważania zawarte w tym rozdziale można stwierdzić, że rakietowe pociski oświetlające będą przydatne do wykonywania zadań przedstawionych w punktach 1.2. do 1.5, jeśli ich dane taktyczno-techniczne sprostać wymaganiom wojsk. Natomiast posiadanie dowolnych rakiet oświetlających umożliwi realizację zadań opisanych w punkcie 1.6.

2. ISTNIEJĄCE ŚRODKI OŚWIETLAJĄCE W ARMIACH UW I WOJSKACH NATO

Znajdujące się na uzbrojeniu środki oświetlające dzieli się na bliskiego i dalekiego zasięgu. Ze względu na budowę i cechy użytkowe wyróżnia się: naboje sygnałowe; naboje oświetlające; moździerzowe i armatnie pociski oświetlające; bomby oświetlające; raketowe pociski oświetlające; miny oświetlające; naboje błyskowe.

Nowoczesne środki oświetlające pola walki wyróżniają się przede wszystkim: małym ciężarem; dużą światłością; dużym zasięgiem; łatwością i prostotą obsługi; możliwością bezpiecznego stosowania w dowolnych warunkach terenowych i atmosferycznych.

2.1. Środki oświetlające stosowane w wojskach NATO

W wojskach NATO do niedawna mniejszą wagę przywiązywano do rozwoju środków oświetlania promieniami widzialnymi, uważając za celowe stosowanie ich głównie w działaniach obronnych zaś w zaczepnych tylko wtedy kiedy będą zaskoczeniem dla przeciwnika.

Systematyzując wiadomości o środkach oświetlających wojsk NATO należy dzielić je na stosowane przez lotnictwo i przez wojska lądowe.

a/ Środki oświetlające stosowane w lotnictwie.

W lotnictwie używane są lotnicze bomby oświetlające typów: MLU-23B; MK-24; MK-8A1/2; MK-6A4/6. Zrzucane z samolotów i śmigłowców w zasobnikach /na przykład zasobnik LAU-62B, który mieści 24 bomby oświetlające/ lub zrzucane ręcznie ze śmigłowców.

Do oświetlenia pola walki stosowane są lotnicze bomby oświetlające typu SUPER-LEPUS o światłości $7 \cdot 10^6$ cd i czasie świecenia 180 s.

Stosowane są również do wykonywania zdjęć lotniczych w nocy kasety z nabojami błyskowymi.

Większość jednak zadań rozpoznawczych w nocy realizowana jest w wykorzystaniem fotografowania w podczerwieni przy pomocy aparatury AN/UAS-4.

b/ Środki oświetlające stosowane w wojskach lądowych.

W wojskach lądowych stosowana jest 90mm i 105mm amunicja oświe-

tlająca do czołgów i dział samobieżnych oraz 120mm i 155mm do moździerzy i haubic. Szeroko wykorzystywany jest 84mm pocisk oświetlający wystrzeliwany z pancernownicy typu CARL-GUSTAW o donośności do 2000m, promieniu oświetlenia 500m, światłości $6,5 \cdot 10^5$ cd i czasie świecenia 40 s.

Na uwagę zasługuje stosowany w wojskach NATO system LYRAN. W skład systemu wchodzi 71mm raketowe pociski oświetlające i wyrzutnia. System LYRAN instalowany jest na czołgach i pojazdach opancerzonych, charakteryzuje się następującymi parametrami: czas świecenia do 40s; promień oświetlanej powierzchni 700m; odległość strzelania /donośność/ do 800m; światłość $9 \cdot 10^5$ cd; strzelanie kolejnych pocisków co 40 s.

Raketowy pocisk oświetlający typu ZECLAIR przy stosunkowo niewielkiej masie całkowitej - 28 kg oznacza się dużą światłością $1 \cdot 10^6$ cd i dość długim czasem świecenia 90 s.

W próbach poligonowych znajdują się pociski oświetlające do moździerzy o maksymalnym czasie świecenia do 90 s i światłości $9 \cdot 10^5$ - $1,3 \cdot 10^6$ cd oraz dla artylerii lufowej kalibru 105mm i 155mm o światłości $6 \cdot 10^5$ - $1,6 \cdot 10^6$ cd.

W wojskach lądowych szerokie zastosowanie znajdują miny oświetlające typów: M-48; M-49; M-49A1 wystrzeliwane z ziemi lub specjalnych masztów.

W tabeli 1 zostały zestawione środki oświetlające jakie znajdują się na wyposażeniu wojsk NATO.

Na uwagę zasługuje to, że w wojskach NATO doskonalone są środki oświetlające. Buduje się nowe pociski i doskonali źródła światła. Nowe materiały oświetlające to mieszaniny mas pirotechnicznych z polimerami gdzie w procesie spalania jako utleniacze zostały wykorzystane chlorki potasu i azotany.

Dużą wagę przywiązuje się do prac nad dalszą stabilizacją mieszanek pirotechnicznych dla zwiększenia ich efektywności świetlnej. Uzyskano pozytywne efekty w tym zakresie stosując poliuretan z dodatkiem drobnoziarnistej żywicy jako katalizatora. Obowiązuje również ścisła ochrona masy pirotechnicznej przed zawilgoceniem i dużymi skokami temperatury.

2.2. Środki oświetlające stosowane w armiach państw UW

W armiach państw UW przewiduje się również stosowanie w działaniach nocnych środków oświetlających zarówno w lotnictwie jak i w wojskach lądowych.

a/ Środki oświetlające stosowane w lotnictwie.

W lotnictwie jako zasadnicze środki oświetlania trenu działań stosowane są bomby oświetlające typów: SAB-100-75; SAB-250-200; SAB-500-350.

Bomby te charakteryzują się: długim okresem oświetlania /360s-480s/; znacznymi wartościami światłości /powyżej $5 \cdot 10^6$ cd/; znacznym promieniem oświetlenia terenu /3000m-7000m/.

Do wykonywania zdjęć lotniczych w nocy stosowane są naboje błyskowe, które wchodziły zwykle w skład kompletu rozpoznawczego podwieszanego na samolocie. W komplecie zasobnika do wykonywania zdjęć lotniczych w nocy znajdują się kasety typu KDF-38 w każdej z nich znajduje się 38 nabojów błyskowych typu FP-100.

50 mm nabój daje po wyładowaniu błysk światła o światłości $1,1 \cdot 10^8$ cd i czasie trwania 0,006s.

Mogą być również stosowane bomby błyskowe typów: FOTAB-100-30 i FOTAB-250-215.

Przewiduje się produkcję małogabarytowych bomb oświetlających, które będą umieszczane w zasobnikach /podobnie jak bomby kulkowe/. Są to bomby oświetlające typów: UOT-1 o masie całkowitej 22 kg, masie ładunku oświetlającego 10 kg, czasie świecenia 300s i światłości $5 \cdot 10^5$ cd; UOT-2 o masie całkowitej 58 kg, ilości ładunków 4, masie ładunku 10 kg, czasie świecenia 1200s i światłości $8 \cdot 10^5$ cd. Bomby te pokazano na wystawie techniki uzbrojenia WP w 1978 roku.

W Wojskowym Instytucie Techniki Uzbrojenia w końcu lat siedemdziesiątych przeprowadzono udane próby zastosowania rakietowych pocisków oświetlających typu FLG-5000 na śmigłowcach Mi-8 i Mi-2.

Na uzbrojeniu Armii Radzieckiej znajduje się między innymi raketowy pocisk oświetlający S-5/1 s produkowany na bazie niekierowanego pocisku raketowego S-5. Pocisk ten nie został dotąd przez

nas zakupiony.

b/ Środki oświetlające stosowane w wojskach lądowych.

W wojskach lądowych stosowany jest szeroki asortyment środków oświetlających od 25 mm naboju sygnałowych i oświetlających, począwszy poprzez 120 i 122 mm naboje oświetlające wystrzeliwane z moździerzy i haubic, 40 mm i 116 mm raketowe pociski oświetlające typów HLZ; FIG, na minach oświetlających kończąc.

Wyrzutnie raketowych pocisków oświetlających stosowane są na czołgach i bojowych wozach piechoty pociski mogą być odpalane z wewnątrz i zewnątrz pojazdu.

Raketowy pocisk oświetlający FIG-5000/M-68 wystrzeliwany jest z cylindrycznego pojemnika aluminiowego, który służy jako opakowanie transportowe. Odpalanie pocisku odbywa się za pomocą zapalnika elektrycznego prądem o napięciu 2V, natężeniu 1,5A czasowy zapalnik w głowicy umożliwia odpalanie pocisków na zadane odległości od 1000m do 4 600 m.

Raketowe naboje oświetlające bliskiego zasięgu typu HLZ-500 i HLZ-1000 wystrzeliwane są ręcznie. Prędkość opadania gwiazdy hamuje spadochron.

Środki te są proste w obsłudze i bezpieczne w użyciu. W roku 1978 w Wojskowym Instytucie Techniki Uzbrojenia skonstruowano wyrzutnię raketowych pocisków oświetlających typu HLZ.

Artyleryjskie pociski oświetlające 82 mm i 120 mm do moździerzy i 122 mm strzelane z haubic są nowoczesnymi środkami o niewielkiej masie, dużym zasięgu i znacznej sile światła. Wadami tych pocisków to duża 5-8 m/s prędkość opadania oraz ograniczenie użycia, którym jest prędkość wiatru nie większa jak 5 m/s.

W tabeli 2 zostały zastosowane niektóre środki oświetlające stosowane w armiach państw UW.

Niektóre z omówionych środków oświetlających mogą być stosowane zarówno w wojskach lądowych jak i po przystosowaniu w lotnictwie. Dotyczy to raketowych pocisków oświetlających typów HLZ i FIG.

Jedną z prób adaptacji środka walki innego przeznaczenia dla potrzeb oświetlenia pola walki jest niekierowany pocisk raketowy

S-5, którego dane taktyczno-techniczne w myśl następujących założeń przedstawiają się następująco^{1/}: światłość $2 \cdot 10^5$ od czas świecenia 60-90s; odległość stawiania świec od śmigłowca 2000-3000 m; wysokość stawiania świec od śmigłowca 1000-500 m; wysokość końca palenia się świec 500-0 m; wysokość lotu nosicielela podczas odpalania pocisków powyżej 200 m dokładność w wypracowaniu czasu opóźnienia $\pm 10\%$; dopuszczalny rozrzut przy strzelaniu salwą z UB-16 200x500 m; odpalanie przy kącie wznoszącym $10^\circ - 15^\circ$.

^{1/} Projekt raketowego pocisku oświetlającego p.k DADAJ opracowany przez Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych.

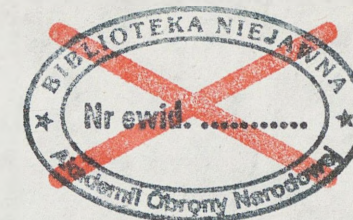


TABELA 1

Środki oświetlające stosowane w wojskach NATO

Lp.	Wyszczególnienie	Sposób wykorzystania	Donośność /m/	Promień oświetlenia terenu /m/	Czas świecenia /s/	Światłość /cd/
1	2	3	4	5	6	7
1.	Lotnicza bomba oświetlająca SUPER-LEPUS	Zrzucana z samolotu lub śmigłowca	-	-	180	$7 \cdot 10^6$
2.	Lotnicza bomba oświetlająca BOFORS	- " -	-	-	180	$3 \cdot 10^6$
3.	Lotnicze bomby oświetlające MLU-23, MK-24 w zasobnikach	- " -	-	-	-	-
4.	Naboje błyskowe w kasetach	Stosowane podczas wykonywania zdjęć lotn. w nocy	-	-	-	-
5.	Nabój sygnałowy DT-36	Wystrzeliwany z pistoletu sygnałowego	-	50	40	-
6.	Nabój świetlny	- " -	100	75	6-8	-
7.	Nabój świetlny na spadochronie	- " -	100	75-100	11-15	-
8.	84mm pocisk oświetlający do pancernicy CARL-GUSTAW	Wystrzeliwany z pancernicy	200-2100	400-500	30-40	$6,5 \cdot 10^6$
9.	90mm i 105mm pociski oświetlające do czołgów LEOPARD i dział samobieżnych WIDDER	Wystrzeliwane z armaty czołgowej /działka sam./	750-2000	300	60-100	-
10.	120mm moździerzowy pocisk oświetlający STELLA	Wystrzeliwany z moździerza	800-14500	360	60	-
11.	155mm pocisk oświetlający do haubicy M-109G	Wystrzeliwany z haubicy	500- 5900	400	60	-
12.	Ręczny nabój sygnałowy	Wystrzeliwany ręcznie z opakowania fabrycznego	100-120	75-100	11-15	-
13.	Mina oświetlająca M-48	Odpalana z opakowania fabrycznego	150	270	20	-





1	2	3	4	5	6	7
14.	Mina oświetlająca M-49	Ładunek oświetlający spala się w miejscu ustawienia miny	-	60	60	-
15.	Mina oświetlająca M-49A	Ładunek oświetlający spala się na maszcie	-	60	60	-
16.	Rakietowy pocisk oświetlający ZECLAR	Odpalany z wyrzutni	-	900	90	$1 \cdot 10^5$
17.	System LYRAN z 71mm rakietowymi pociskami oświetlającymi	Pociski wystrzeliwane z wyrzutni na ozołgach i pojazdach opancerzonych	800	700	40	$9 \cdot 10^3$

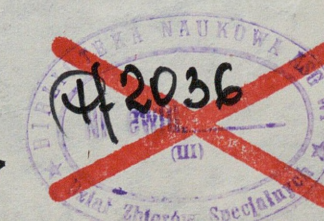




TABELA 2

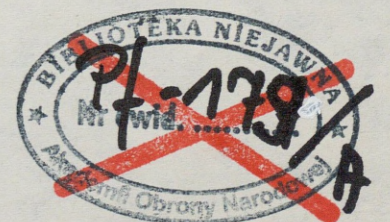
Środki oświetlające stosowane w armiach państw UW

Lp.	Oznaczenie	Sposób wykorzystania	Prędkość opadania /m/s/	Czas świecenia /s/	Promień oświetlenia /m/	Światłość /cd/	Masa /kg/
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Bomba oświetlająca SAB-100-75	Zrzucana z samolotu	4,5	360	-	1 700 000	75
2.	Bomba oświetlająca SAB-250-200	- " -	4	450	-	8 000 000	200
3.	Bomba oświetlająca SAB-500-350	- " -	4	450	-	14 000 000	350
4.	Bomba oświetlająca UOT-1	- " -	-	300	-	500 000	22
5.	Bomba oświetlająca UOT-2	- " -	-	1200	-	800 000	58
6.	Rakietowy pocisk oświetlający FLG-5000/L-4	Wystrzeliwany z pojemnika wyrzutni	5	60	1200	1 200 000	14,6
7.	Rakietowy pocisk oświetlający FLG-5000/M-68	- " -	5	60	1000	1 000 000	13
8.	Zasobniki z ładunkami błyskowymi	Wystrzeliwane podczas fotografowania w nocy	-	-	-	-	-
9.	Rakietowy pocisk oświetlający S-5/1s	Wystrzeliwany z zasobnika wyrzutni z	20	15 17	500	500 000	4,94
10.	Rakietowy pocisk oświetlający ręczny HLZ-500	-	4	25	250	120 000	0,350
11.	Rakietowy pocisk oświetlający ręczny HLZ-1000	-	5	30	300	125 000	0,780





1	2	3	4	5	6	7	8
12.	26mm nabój oświetlający	Odpalany z pistoletu sygnałowego	7	6,5	100	50 000	-
13.	26mm nabój oświetlający ze spadochronem	- " -	4	20	120	50 000	0,08
14.	82mm nabój oświetlający	Wystrzeliwany z moździerza	6	55	400	170 000	3,7
15.	120mm nabój oświetlający	- " -	6	60	600	400 000	14,9
16.	122mm nabój oświetlający	Wystrzeliwany z haubicy	7	60	600	400 000	22,0
17.	Mina oświetlająca FMO-2	Odpalana z opakowania	-	50	300	125 000	1,425
18.	Ładunek oświetlający PŁOMIEN	Odpalany z urządzenia odpalającego	-	6,5	60	30 000	0,4
19.	Rakietowy pocisk oświetlający DADAJ	Odpalany z wyrzutni samolotu	-	60-90	-	200 000	-



3. UWARUNKOWANIA DETERMINUJĄCE PRZYDATNOŚĆ RAKIETOWYCH POCISKÓW OŚWIETLAJĄCYCH

W rozdziale I dokonano szczegółowej analizy celowości wykorzystania lotnictwa w działaniach nocnych. Określono także typowe zadania, w których działalność lotnictwa wydaje się niezbędną. Stwierdzono, że względy taktyczne zmuszają do ciągłego szukania nowych sposobów i środków umożliwiających wykonanie zadań przez lotnictwo w warunkach nocnych. Takimi właśnie środkami powinny stać się raketowe pociski oświetlające.

Zastosowanie raketowych pocisków oświetlających przez lotnictwo wymaga jednak przeanalizowania i określenia pewnych prawidłowości i warunków zapewniających ich skuteczne wykorzystanie.

3.1. Taktyczno-teoretyczne warunki oświetlenia obiektów

Działania bojowe lotnictwa w nocy z wykorzystaniem sztucznego oświetlenia wykonuje się podobnie jak w dzień, jednak obiekty uderzeń czy rozpoznania jak również określona przestrzeń wokół nich musi być odpowiednio oświetlona. Obiekty, na które pada strumień światła, stają się źródłem wtórnej emisji świetlnej gdyż wysyłają we wszystkich kierunkach odbity strumień świetlny. Wtórna emisja świetlna obiektu jest jednym z głównych czynników wpływających na wzrokową widoczność tego obiektu. Jednak odbity strumień świetlny przez powierzchnię oświetlonego obiektu jest słabszy od strumienia padającego na tę powierzchnię na skutek pochłonięcia przez nią części energii świetlnej. Zatem między oświetleniem a wtórną emisją świetlną występuje zależność określająca zdolność rozpraszającą danej powierzchni obiektu. Do wszystkich istniejących ciał w przyrodzie przyjęto współczynnik rozproszenia światła o wartości mniejszej od jedności.

Widzialność obserwowanego obiektu będzie się zmniejszała wraz ze wzrostem odległości między obserwatorem a obserwowanym obiektem. Jest to spowodowane tłumieniem energii świetlnej przez ośrodek powietrza.

Wielkość tłumienia energii świetlnej zależy od przezroczystości powietrza i jest określona jako współczynnik przezroczystości " τ ".

Współczynnik ten wskazuje, jaka część energii świetlnej jest przepuszczana przez warstwę powietrza o grubości 1 km. W praktycznych obliczeniach oświetlenia obiektów przyjmuje się następujące wartości współczynnika przezroczystości powietrza:

- dla dobrych widzialności $\gamma = 0,9$;
- dla średnich widzialności $\gamma = 0,8$;
- dla słabych widzialności $\gamma = 0,7$

Określając wielkość oświetlenia obserwowanego obiektu należy uwzględnić także odległość "d" między obiektem rozpoznania a obserwatorem oraz konkretną przezroczystość powietrza. Wówczas wielkość tę można określić następującą zależnością:

$$E = \gamma^d$$

Wartości egzystancji^{1/} typowych obiektów pola walki potrzebnych dla rozpoznania czy atakowania, podano w tabeli potrzebnego natężenia oświetlenia wybranych obiektów pola walki /załącznik nr 1/.

Ponieważ nie mamy wpływu na właściwości fizyczne tła i obiektu, a odległość "d" określana jest warunkami obserwacji, jedynym czynnikiem wpływającym na polepszenie warunków obserwacji jest oświetlenie obiektu. Aby polepszyć warunki obserwacji obiektu należy spowodować dostateczne oświetlenie tła, na którym znajduje się obiekt. Dla uzyskania takiego oświetlenia wymagane jest rozwiązanie szeregu zagadnień takich jak: w jakim punkcie względem obiektu i na jakiej wysokości należy spowodować zapalenie się ładunku oświetlającego, aby przy minimalnym zużyciu środków oświetlających uzyskać największe natężenie oświetlenia. Problemy te można rozwiązać jeżeli znane będą czynniki wpływające na wielkość natężenia oświetlenia.

Natężenie oświetlenia obiektu uzyskane przez określony ładunek oświetlający zależy od światłości, natężenia światła źródła oświetlającego, odległości źródła światła od oświetlanego obiektu, kąta padania promieni świetlnych i przezroczystości powietrza. Zależności te można

^{1/} Egzystancja - natężenie oświetlenia w luksach.

przedstawić następującym wzorem:

$$E = \frac{I \cdot \cos \beta}{R^2} \cdot \tau \cdot R+d$$

gdzie:

E - natężenie oświetlenia /egzystancja/ Obiektów /Lx/;

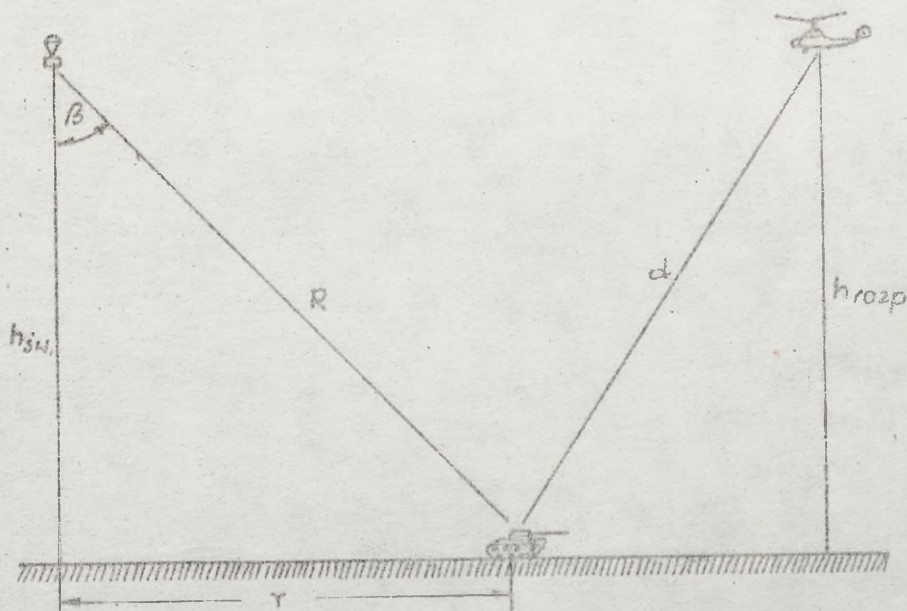
I - światłość w milionach kondeli /cd/;

R - odległość od źródła światła do oświetlanej powierzchni w /km/;

β - kąt pod jakim pada strumień światła na oświetlaną powierzchnię w /°/;

d - odległość obserwatora od oświetlonego obiektu w /km/.

Ogólny schemat układu i zależności elementów oświetlenia obiektu przedstawia rysunek nr 1



Rys.1. Ogólny schemat układu i zależności elementów oświetlenia obiektu

Jak wiadomo, najlepiej oświetlona zostaje ta część powierzchni, która znajduje się pod źródłem światła, a w miarę oddalania się ku peryferyjnym częściom tej powierzchni, oświetlenie jej maleje. Intensywność zmniejszania się oświetlenia zależy od wysokości położenia źródła światła nad oświetloną powierzchnią.

W związku z czym należy określić taką wysokość, na której oświetlenie peryferyjnych odcinków powierzchni o promieniu "r" posiada dostateczną wartość. Wysokość taką nazywamy optymalną wysokością świecenia.

Dla średnich warunków przyjęto, że optymalna wysokość świecenia h_0 jest równa:

$$h_0 = 0,53 \cdot r$$

Aby zapewnić najdłuższy czas świecenia danego środka oświetlającego na wysokości możliwie zbliżonej do wysokości optymalnej, powinno się ustalić początkową wysokość świecenia odpowiednio większą od wysokości optymalnej.

Przyjmuje się, że odległość jaką środek oświetlający przebędzie w kierunku pionowym od momentu rozpoczęcia świecenia do osiągnięcia wysokości optymalnej jest równa:

$$h_1 = 0,65 \cdot v_{\text{opad}} \cdot t_{\text{św}}$$

wówczas wysokość początku świecenia środka oświetlającego będzie równa:

$$h_{\text{pśw}} = h_0 + 0,65 \cdot v_{\text{opad}} \cdot t_{\text{św}}$$

gdzie:

v_{opad} - średnia prędkość opadania środka oświetlającego w m/s ;

$t_{\text{św}}$ - czas świecenia środka oświetlającego w /s/.

Każdy środek oświetlający, opadający na spadochronie jest również przenoszony w płaszczyźnie poziomej w kierunku I z prędkością wiatru o odcinek "S"

$$S = U \cdot t_{\text{św}}$$

gdzie:

U - prędkość wiatru w m/s ;

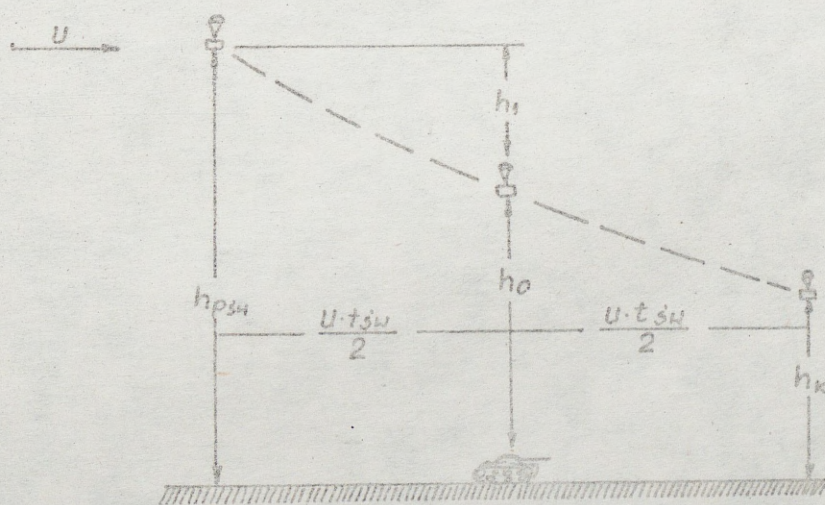
Najlepsze wykorzystanie światła środków oświetlających ma miejsce wtedy, gdy środek oświetlający znajdzie się nad obiektem w połowie drogi świecenia.

W związku z tym początek świecenia powinien znajdować się w odległości równej:

$$\frac{s}{2} = \frac{U \cdot t_{\text{św}}}{2}$$

Takie położenie punktu początku świecenia zapewni najmniejsze oddalenie się środków oświetlających od obiektu oświetlanego. W przypadku kiedy obliczona wielkość wyniesienia punktu początku świecenia będzie większa od promienia oświetlonej powierzchni, wówczas punkt początku świecenia należy wynieść w stronę nawietrzną na odległość promienia oświetlonej powierzchni. Jednak w tym przypadku obiekt będzie oświetlony przez czas mniejszy od czasu świecenia środków oświetlających.

Ogólny schemat położenia punktu początku świecenia z uwzględnieniem pionowego i poziomego przemieszczenia się środka oświetlającego przedstawia rysunek nr 2.



Rys.2. Położenie punktu początku świecenia środka oświetlającego w stosunku do obiektu rozpoznania /ataku/

3.2. Możliwe warunki wykonania zadań rozpoznawczych w nocy z wykorzystaniem raketowych pocisków oświetlających

Rozpoznanie obiektów pola walki w nocy z wykorzystaniem raketowych pocisków oświetlających może być prowadzone przez załogi samolotów i śmigłowców, których uzbrojenie pozwala na wykorzystanie tych środków, a załogi ^{ca} odpowiednio przygotowane do wykonania tego rodzaju zadań.

Zgodnie z rozważaniami zawartymi w pkt. 3.1. zastosowanie raketowych pocisków oświetlających wymaga aby ładunek oświetlający rozpoczął świecenie na odpowiedniej wysokości zapewniającej efektywne wykorzystanie czasu świecenia. Zachodzi więc potrzeba odpalenia rakiet w takim położeniu samolotu czy śmigłowca, które zapewni odpowiednie oświetlenie rozpoznawanego obiektu. Aby w pełni przedstawić warunki wykonania manewru podczas oświetlenia i prowadzenia rozpoznania należy rozpatrzyć szereg czynników mających wpływ na te warunki, a mianowicie:

- uzyskaną światłość w przyjętym wariantcie podwieszenia raketowych pocisków oświetlających na samolocie /śmigłowcu/ oraz parametry oświetlenia obiektu;
- możliwości umieszczenia raketowych pocisków oświetlających na obliczonej wysokości i dobór odpowiedniej odległości świecenia zapewniającej ciągłe oświetlenie obiektu;
- wybór odpowiedniego manewru podczas rozpoznania obiektu.

Rozpatrując zagędnienie światłości w przyjętym wariantcie podwieszenia raketowych pocisków oświetlających należy stwierdzić, że będące na uzbrojeniu WL i WLOPK samoloty i śmigłowce posiadają znaczne możliwości w tym zakresie, które przedstawiono w poniższej tabeli.

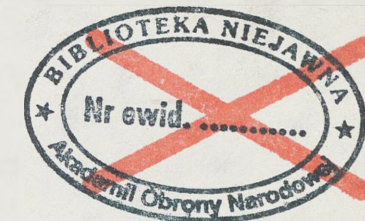


TABELA 3

Warianty podwieszeń raketowych pocisków oświetlających na podstawowych typach samolotów i śmigłowców oraz uzyskana światłość w mln kondeli

Typ samolotu śmigłowca	Wariant podwieszeń raketowych pocisków oświetlających	Ogólna liczba RPO	Światłość /cd/	Możliwa ilość jednoczesnych odpaleń raketowych pocisków oświetlających światłość salwy				
				8	16	32	64	128
Su-22M4, Su-20	6 x UB - 32	192	38 400 000	$\frac{8}{1,6 \cdot 10^6}$	$\frac{16}{3,2 \cdot 10^6}$	$\frac{32}{6,4 \cdot 10^6}$	$\frac{64}{12,8 \cdot 10^6}$	$\frac{128}{25,6 \cdot 10^6}$
Su-7 BKŁ	4 x UB - 32	128	25 600 000	- " -	- " -	- " -	- " -	- " -
MIG-21R	2 x UB - 32	64	12 800 000	- " -	- " -	- " -	- " -	- " -
MIG-23	4 x UB - 32	128	25 600 000	- " -	- " -	- " -	- " -	- " -
Mi-24D	4 x UB - 32	128	25 600 000	- " -	- " -	- " -	- " -	- " -
Mi-2	2 x UB - 16	32	6 400 000	- " -	- " -	- " -	- " -	- " -
W-3								



Dla zobrazowania faktycznych możliwości wykorzystania rakietowych pocisków oświetlających w tabeli nr 4 przedstawiono podstawowe parametry oświetlenia jakimi są: promień oświetlonej płaszczyzny i optymalna wysokość świecenia.

Obliczeń dokonano dla następujących założeń:

- średnie warunki widzialności - $\gamma = 0,8$;
- warianty jednoczesnych odpaleń rakietowych pocisków oświetlających /salw/ tak jak przedstawiono w tabeli nr 3;
- odległość obserwatora do obiektu rozpoznawanego w zakresie 1-3 km;
- potrzebne do rozpoznania natężenie oświetlenia obiektu w zakresie 0,5 do 3 lx.

Z kalkulacji zawartych w tabeli nr 4 wynika, że:

- zwiększenie o 100% liczby jednocześnie odpalonych rakietowych pocisków oświetlających powoduje zwiększenie promienia oświetlonego terenu o około 30-40% oraz zwiększenie wysokości optymalnej o około 100-200 m;
- zwiększenie potrzebnego do rozpoznania natężenia oświetlenia obiektu o wartości 1 lx powoduje dwukrotne zmniejszenie promienia oświetlanego terenu oraz zmniejszenie wysokości optymalnej świecenia o około 100-200 m;
- przy stałej wartości natężenia oświetlenia obiektu, zwiększenie odległości między obserwatorem a obserwowanym obiektem z 1 km do 2 km powoduje zmniejszenie promienia oświetlanego terenu o około 20-25%, a do 3 km o około 200%;
- można przyjąć, że dla średnich warunków prowadzenia obserwacji obiektu z odległości 1-2 km, natężeniu oświetlenia równemu 1 lx, salwy 32 rakietowych pocisków oświetlających - promień oświetlonej płaszczyzny będzie wynosił około 1500 m zaś optymalna wysokość świecenia około 600 m.

Reasumując, należy stwierdzić, że określone parametry oświetlenia rejonu rozpoznania są ściśle uzależnione od ilości odpalonych jednocześnie rakietowych pocisków oświetlających, potrzebnego natężenia oświetlenia oraz odległości prowadzenia obserwacji obiektu.

700) 1900

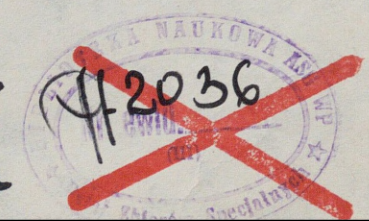


TABELA 4

Parametry oświetlenia rejonu rozpoznania rakietowymi pociskami oświetlającymi

65 3 95 70 25.600.000 38.400.000

odległość do obiektu rozpoznania	Salwa RPO [szt]	8		16		32		64		128		192	
		h_0	r	h_0	r	h_0	r	h_0	r	h_0	r	h_0	r
1 km	0,5	480	900	550	1450	750	1900	850	2650	920	3500	1150	4700
	1,0	350	750	420	1080	625	1550	730	2100	850	2750	950	3200
	1,5	220	450	250	550	350	800	500	1270	655	1760	750	2100
	2,0	160	350	220	520	325	700	430	1070	580	1550	650	1760
	2,5	100	250	200	480	300	660	400	820	520	1410	620	1620
	3,0	60	125	125	380	220	560	350	700	500	1270	580	1550
2 km	0,5	320	770	500	1200	625	1650	825	2120	900	2900	1040	4000
	1,0	200	500	350	750	450	1100	700	1500	800	2400	870	2800
	1,5	150	350	300	580	350	825	500	1280	620	1660	730	1900
	2,0	-	-	250	480	320	720	450	1100	540	1480	630	1660
	2,5	-	-	200	350	250	620	400	850	500	1380	600	1540
	3,0	-	-	170	300	210	520	350	720	460	1260	560	1460
3 km	0,5	200	300	250	500	375	700	500	1220	650	1800	750	2100
	1,0	170	240	200	420	300	580	430	1100	580	1560	650	1750
	1,5	120	200	160	350	240	480	400	1000	510	1400	600	1600
	2,0	-	-	100	270	200	390	370	910	460	1100	550	1420
	2,5	-	-	-	-	170	310	340	820	420	950	500	1270
	3,0	-	-	-	-	130	250	320	720	380	830	450	1100



Jak już wspomniano, bardzo ważnym elementem jest umiejscowienie raketowych pocisków oświetlających na optymalnej wysokości świecenia.

Rozpatrując to zagadnienie, należy w pierwszej kolejności określić parametry lotu raketowego pocisku oświetlającego, mając na uwadze prędkość i wysokość lotu samolotu /śmigłowca/ oraz najkorzystniejszą wysokość rozpoczęcia świecenia.

Wiadomym jest, że raketowy pocisk oświetlający odpalony z samolotu /śmigłowca/ podlega zjawiskom fizycznym, to znaczy tor jego lotu obniża się w stosunku do linii położenia w momencie odpalenia. Obniżenie toru lotu raketowego pocisku oświetlającego w zależności od prędkości lotu samolotu /śmigłowca/ oraz odległości rozpoczęcia świecenia przedstawiono w tabeli nr 5

TABELA 5

Wartości obniżenia toru lotu raketowych pocisków oświetlających

Prędkość lotu samolotu (śmigłowca) [km/h] Droga lotu RPO do rozpoczęcia świecenia	100	200	300	400	500	600	700	800	900
1 km	57	55	52	50	47	43	41	39	36
2 km	213	205	196	186	177	167	157	147	138
3 km	456	439	422	404	383	363	343	324	305

Znając obniżenie toru lotu raketowych pocisków oświetlających, wysokość optymalną świecenia $h_0 = 600m$ salwy 32 raketowych pocisków oświetlających, średnią prędkość opadania ładunku oświetlającego $V_{opad} \approx 6$ m/s czasu świecenia $t_{\text{św}} = 60s$, według podanej w pkt. 3.1 zależności określono podane w tabeli nr 6 wysokości początku świecenia.

TABELA 6

Wysokość początku świecenia salwy 32 raketowych pocisków oświetlających dla średnich warunków prowadzenia rozpoznania $h_{p\dot{s}w}$ /m/

Prędkość lotu 5-tu (śmigłowca Druga RPO do rozpoczęcia świecenia [km/h])	100	200	300	400	500	600	700	800	900
1 km	774	772	769	767	764	760	758	756	753
2 km	930	922	913	903	894	884	874	864	855
3 km	1173	1156	1139	1121	1100	1080	1060	1041	1022

Z powyższych kalkulacji wynika, że ze wzrostem prędkości zmniejsza się wysokość początku świecenia w przedziale 20-150m, natomiast ze wzrostem drogi lotu raketowych pocisków oświetlających do momentu rozpoczęcia świecenia, wysokość początku świecenia zwiększa się w przedziale 400-250 m.

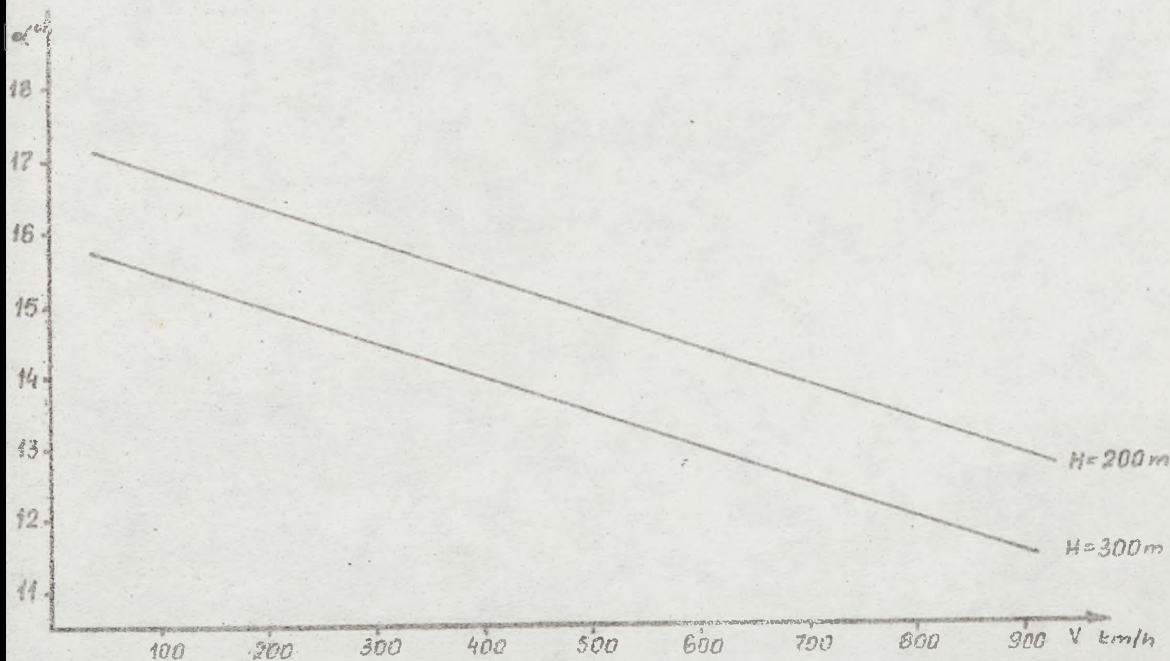
Uwzględniając parametry określone w tabeli nr 6 sporządzono wykres wartości kątów wznoszenia podczas odpalenia raketowych pocisków oświetlających przy prędkości lotu samolotów /śmigłowców/ 100-900km/h i wysokości odpalenia 200 i 300 m.

Oczywistym jest, że wartości kątów wznoszenia samolotów /śmigłowców/ podczas odpalenia raketowych pocisków oświetlających nieznacznie zmieniają się w zależności od ilości jednocześnie odpalonych raketowych pocisków oświetlających, czy też wysokości odpalenia.

Wybór i zastosowanie odpowiedniego manewru podczas oświetlenia oraz prowadzenia rozpoznania ma decydujący wpływ na uzyskanie oczekiwanych rezultatów rozpoznania. Wykonanie manewru nad obiektem rozpoznania uwarunkowane jest szeregiem czynników ograniczających, do których można zaliczyć: ograniczoną powierzchnię oświetlonego terenu, stosunki wo małe odległości wykrycia i rozpoznania obiektów o małych wymiarach, niewielki czas świecenia raketowych pocisków oświetlających.

Wykres nr 1

Wartości kątów wznoszenia podczas odpalenia rakietowych pocisków oświetlających



Duży wpływ na wybór odpowiedniego manewru będzie miał również kształt i wymiary obiektu podlegającego rozpoznaniu.

Najczęściej obiektami rozpoznania przy pomocy rakietowych pocisków oświetlających będą obiekty liniowe /kolumny wojsk, mosty, przeprawy/ oraz obiekty o małych wymiarach i powierzchniowe.

Najkorzystniejszym manewrem podczas rozpoznania obiektów liniowych przez załogi samolotów będzie lot "żmijką", której osią będzie rozpoznawany obiekt. Obserwacja obiektu liniowego podczas lotu "żmijką" umożliwi z jednej strony wykorzystanie krótkiego czasu świecenia, pozwoli na zwiększenie czasu obserwacji obiektu oraz zmniejszy stopień przeciwdziałania środków OPL nieprzyjaciela.

Odpalenie rakietowych pocisków oświetlających podczas lotu "żmijką" będzie odbywało się pod pewnym kątem do obiektu liniowego, a wartość tego kąta przedstawiona w tabeli nr 57 zależeć będzie od

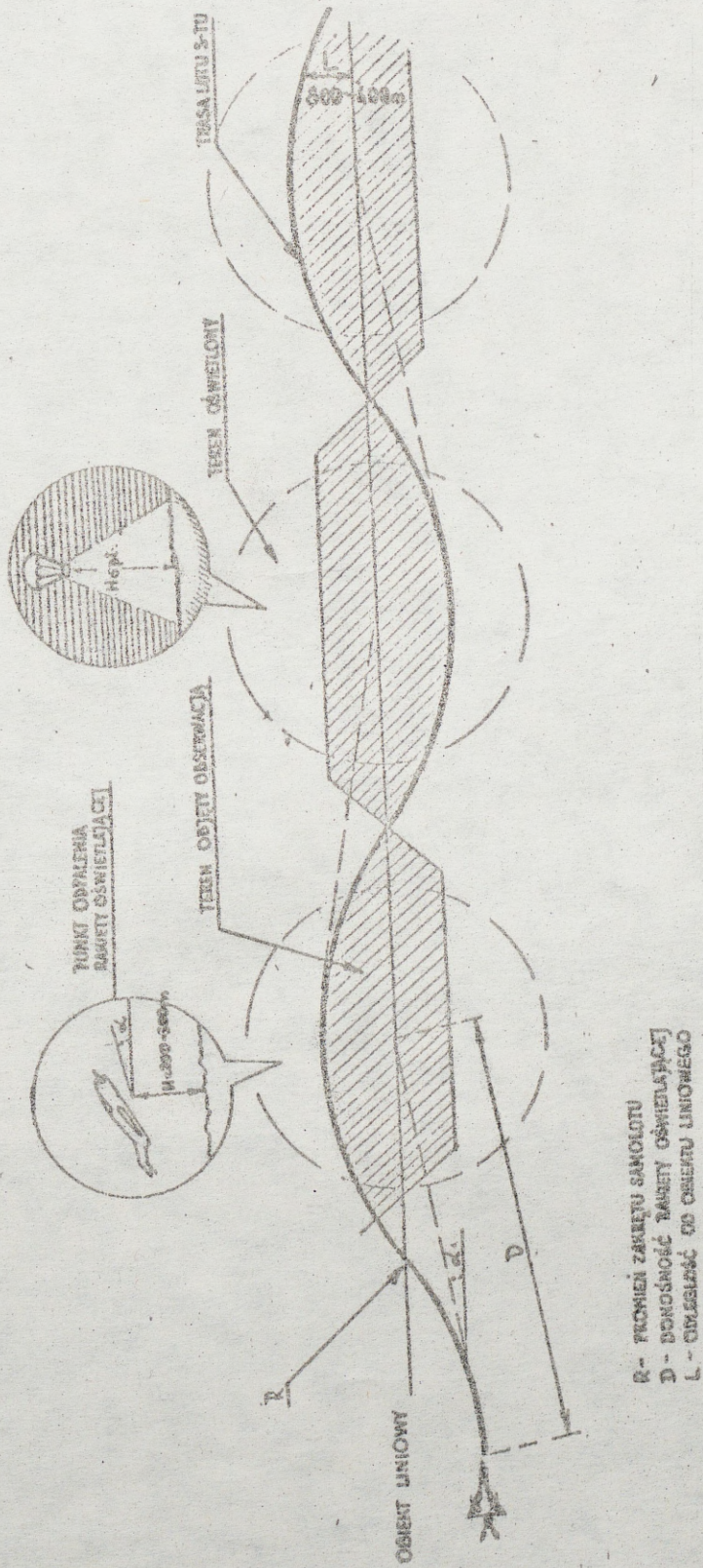
odległości samolotu od obiektu liniowego w momencie odpalenia.

TABELA 7

Wartości kątów odpalenia raketowych pocisków oświetlających w stosunku do obiektu liniowego w zależności od prędkości lotu samolotu

Prędkość lotu s-tu (smigłowca) D [km] [km/h]	400	500	600	700	800	900
1000	12°10'	11°30'	11°	10°30'	10°20'	10°

Ogólna koncepcja manewru samolotu wykonującego rozpoznanie obiektu liniowego w nocy z wykorzystaniem raketowych pocisków oświetlających przedstawia rys.3.

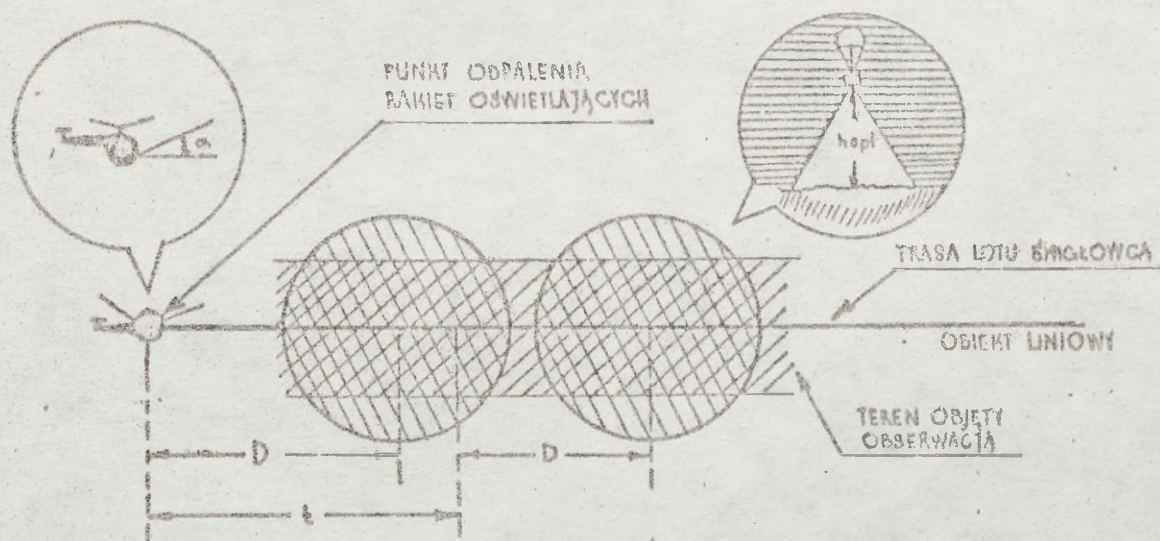


Rys. 3. Manewr samolotu prowadzącego rozpoznanie obiektu liniowego w nocy z wykorzystaniem raketowych pocisków oświetlających.

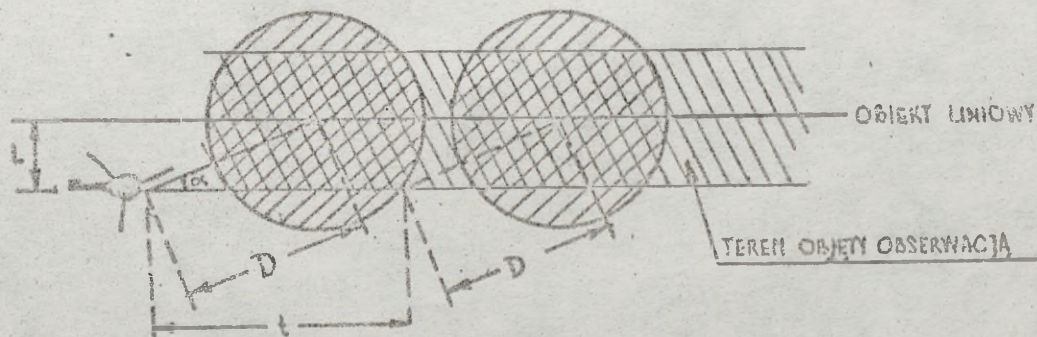
Najkorzystniejszym manewrem podczas prowadzenia rozpoznania obiektów liniowych przez załogi śmigłowców, będzie lot nad obiektem lub równoległe do obiektu z jednoczesnym odpaleniem rakietowych pocisków oświetlających i prowadzeniem obserwacji obiektu.

Ogólna koncepcja manewru śmigłowca wykonującego rozpoznanie obiektu liniowego w nocy z wykorzystaniem rakietowych pocisków oświetlających przedstawia rys. 4.

a/ lot nad obiektem liniowym

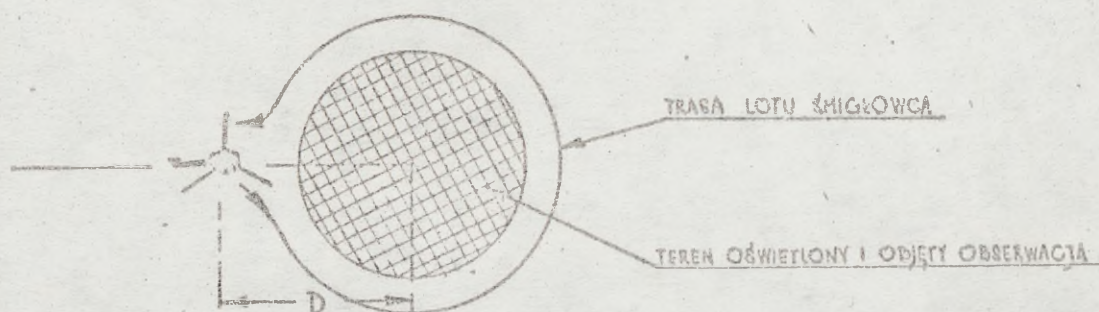


b/ lot równoległe do obiektu liniowego



Rys.4. Manewr śmigłowca podczas prowadzenia rozpoznania obiektu liniowego

Najkorzystniejszym manewrem wykonywanym podczas prowadzenia rozpoznania obiektów "punktowych", o małych wymiarach oraz powierzchniowych będzie lot po okręgu wokół oświetlonej powierzchni w odległości umożliwiającej obserwację całej oświetlonej powierzchni terenu. Powyższa koncepcja przedstawiona jest na rys.5



Rys.5. Manewr śmigłowca podczas rozpoznania obiektu punktowego /powierzchniowego/ w nocy

Wykonanie proponowanych manewrów podczas prowadzenia rozpoznania pozwala na maksymalne wykorzystanie czasu świecenia rakietowych pocisków oświetlających.

3.3. Możliwe warunki wykonania ataku celu z wykorzystaniem oświetlenia rakietowymi pociskami oświetlającymi

Podstawowym kryterium jednoczesnego rozpoznania i zwalczania obiektów naziemnych z wykorzystaniem rakietowych pocisków oświetlających jest uzyskanie określonego natężenia oświetlenia celu w odległości

umożliwiającej wykonanie ataku. Należy przy tym mieć na uwadze, że możliwe będzie odpalenie tylko jednej salwy rakietowych pocisków oświetlających i to w ograniczonej ilości.

Jak już wcześniej stwierdzone oświetlenie atakowanego obiektu powinno być wykonane w takiej odległości, która zapewni wykonanie manewru odpalenia rakietowych pocisków oświetlających, a następnie po ich rozpoczęciu świecenia, rozpoznanie celu, wykonanie celowania i odpalenia rakiet, zrzutu bomb czy strzelania z broni pokładowej z odległości ściśle określonych instrukcjami zastosowania bojowego danych środków rażenia.

W poniższej tabeli przedstawiono zakres potrzebnych odległości zapewniających wykonanie ataku różnymi środkami rażenia przez załogi podstawowych typów samolotów i śmigłowców.

TABELA 8

Zakres warunków wykonania ataku z zastosowaniem różnych środków rażenia z podstawowych typów samolotów i śmigłowców

Typ samolotu śmigłowca	Rodzaj środka rażenia	Prędkość lotu podczas ataku /km/h/	Odległość odpalenia, strzelania, donośność bomby /m/	Przebyta droga samolotu śmigłowca za czas rozp.cel. $t_{rozp}=7-5s$ /m/	Przebyta droga samolotu śmigłowca za czas celowania $t_{cel}=5-3s$ /m/	Sumaryczna odległość potrzebna do wykonania ataku /m/
Su-22M4 Su-20	Rakiety niekier. bomby działka	720	2000-1500 1800-1200 1500-1200	1400-1000	1000-600	4400-3100 4200-2800 3900-2800
	Rakiety kierow. rakiety niekier. działka pokładowa broń masz.	250	4000-2000 1500-1200 1200-800 1000-600	500-350	350-200	4850-2550 2350-1750 2050-1350 1850-1150

Z zestawienia powyższego wynika, że nawet minimalny zakres odległości zapewniający wykonanie ataku z wykorzystaniem pokładowych samolotowych środków rażenia jest większy od maksymalnej odległości odpalania RPO.

Najkorzystniej przedstawiają się warunki jednoczesnego wykorzystania raketowych pocisków oświetlających i broni pokładowej śmigłowców. W tabeli 8 określono, że minimalna odległość wykonania bezpośredniego ataku mieszczą się w granicach 2500-1150m, to odpalania RPO można dokonać z odległości 2850-1350m, zatem w granicach maksymalnego zasięgu RPO DADAJ wynoszącego 3000m.

Na rysunku 6 przedstawiono dwa warianty ataku celu; przy użyciu niekierowanych i kierowanych pocisków raketowych z jednoczesnym oświetleniem celu raketowymi pociskami oświetlającymi.

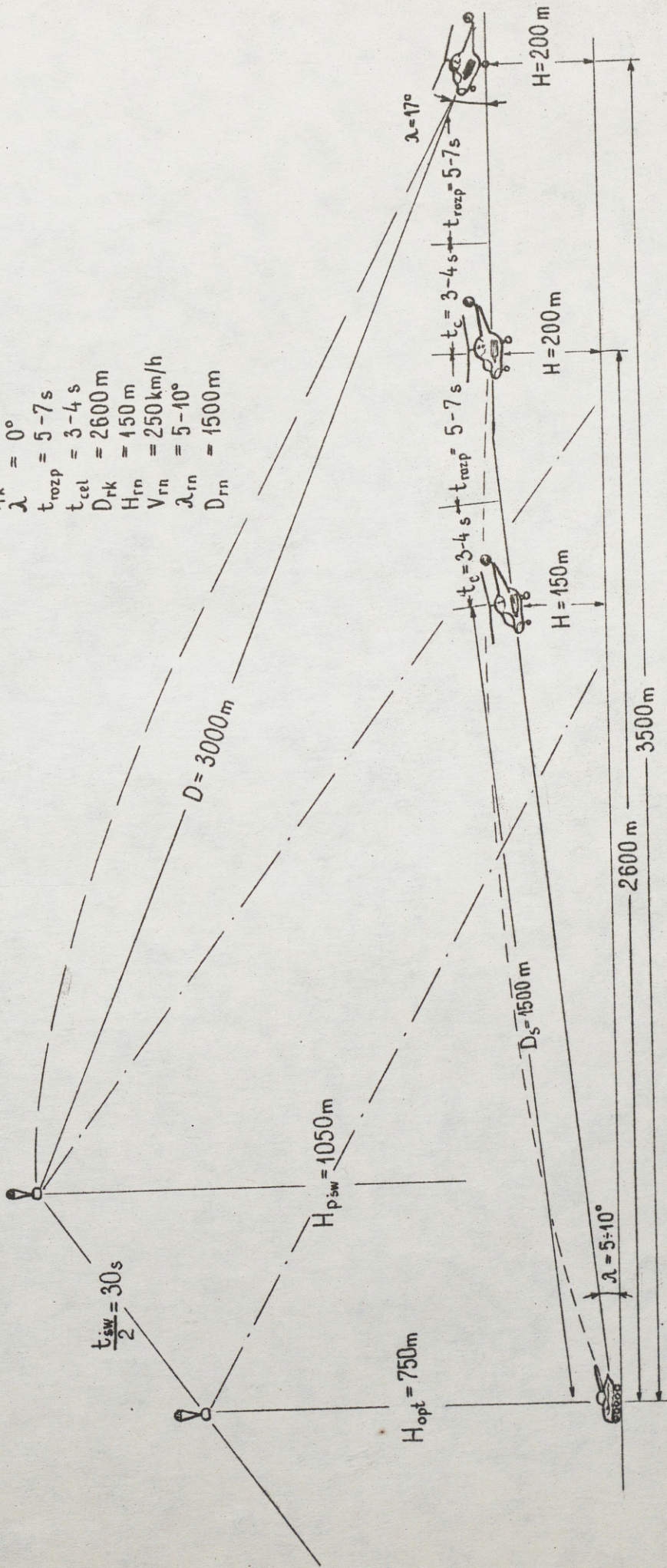
Na rysunku tym wprowadzono następujące oznaczenia:

- H_{wpr} - wysokość naprowadzania śmigłowca do wykonania manewru odpalania RPO;
- V_{wpr} - prędkość śmigłowca podczas odpalania RPO;
- λ_{wzn} - kąt wystrzeliwania RPO;
- $D_{ośw}$ - odległość od śmigłowca w momencie rozpoczęcia świecenia;
- H_{rk} - wysokość śmigłowca podczas odpalania rakiet kierowanych;
- V_{rk} - prędkość śmigłowca podczas odpalania rakiet kierowanych;
- $t_{rozp.}$ - czas rozpoznania celu;
- t_{cel} - czas niezbędny na przycelowanie;
- D_{rk} - odległość strzelania raketami kierowanymi;
- H_{rn} - wysokość śmigłowca podczas odpalania rakiet niekierowanych;
- V_{rn} - prędkość śmigłowca podczas odpalania rakiet niekierowanych;
- λ_{rn} - kąt nurkowania podczas odpalania rakiet niekierowanych;
- D_{rn} - odległość strzelania raketami niekierowanymi.

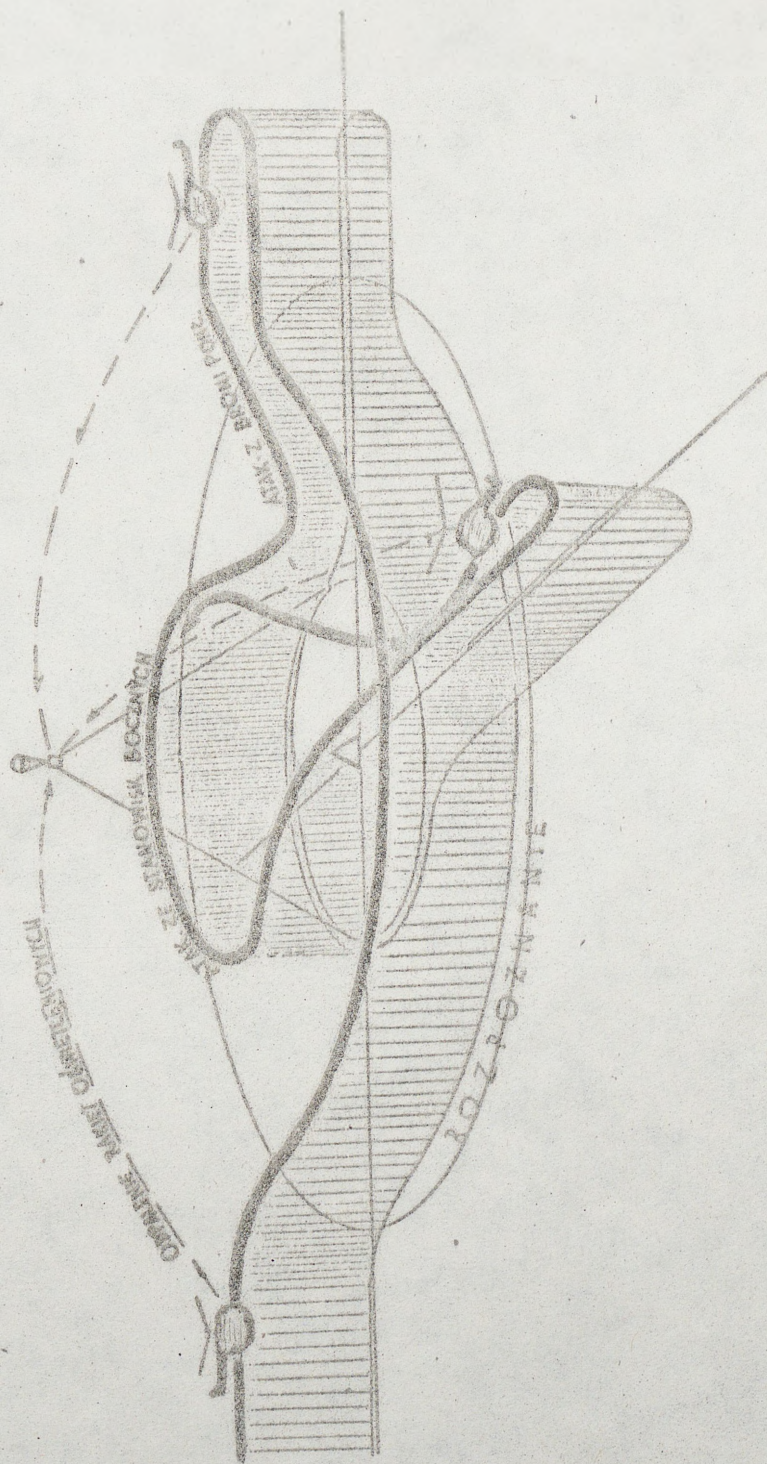
Koncepcję wykonania manewru śmigłowcem podczas kilkakrotnego odpalania RPO, prowadzenia rozpoznania i zwalczania oświetlonych obiektów z wykorzystaniem wszystkich pokładowych środków rażenia przedstawiono na rysunku 7 i 8.

Warunki wykonania ataku

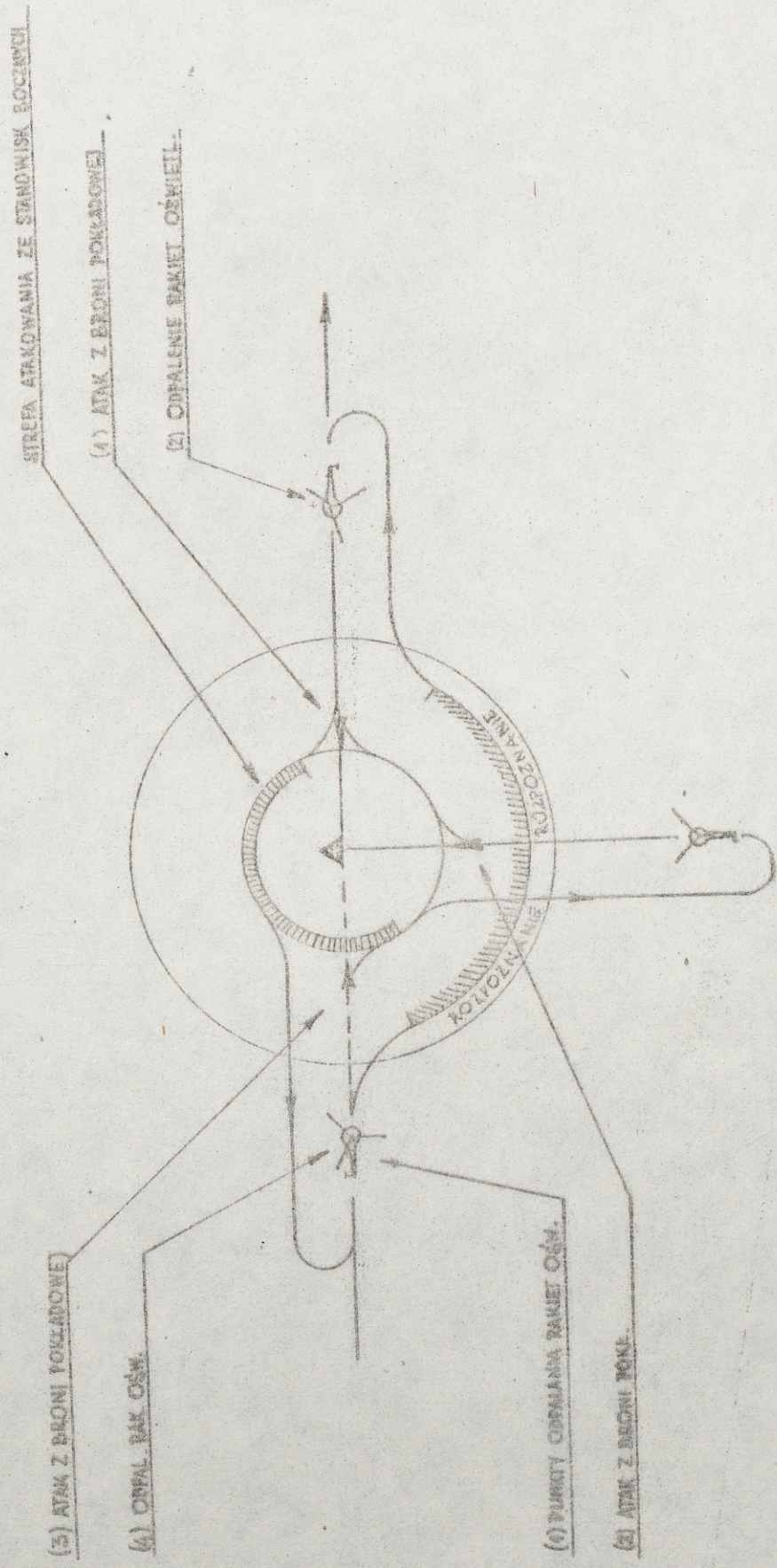
- $H_{wpr} = 200 \text{ m}$
- $V_{wpr} = 250 \text{ km/h}$
- $\lambda_{wzn} = 17^\circ$
- $D_{o\acute{s}w} = 3000 \text{ m}$
- $H_{rk} = 200 \text{ m}$
- $V_{rk} = 250 \text{ km/h}$
- $\lambda = 0^\circ$
- $t_{rozp} = 5-7 \text{ s}$
- $t_{cel} = 3-4 \text{ s}$
- $D_{rk} = 2600 \text{ m}$
- $H_{rn} = 150 \text{ m}$
- $V_{rn} = 250 \text{ km/h}$
- $\lambda_{rn} = 5-10^\circ$
- $D_{rn} = 1500 \text{ m}$



Rys. 6. Wariant ataku celu naziemnego z wykorzystaniem rakiet kierowanych i niekierowanych z jednoczesnym oświetleniem celu.



Rys. 7. Pionowy układ manewru śmigłowca podczas kilkakrotnego oświetlenia i zwalczania wszystkimi pokładowymi środkami rażenia.



Rys. 8. Poziomy układ manewru śmigłowca podczas kilkakrotnego oświetlenia, rozpoznania i zwalczania wszystkimi pokładowymi środkami rażenia

Podsumowując omawiany problem należy stwierdzić, że jednoczesne oświetlenie i zaatakowanie celu możliwe jest tylko do wykonania ze śmigłowców. W celu wykonania jednoczesnego oświetlenia i zaatakowania celu z samolotów należałoby zwiększyć maksymalny zasięg rakietowych pocisków oświetlających do około 5 km lub czas świecenia do 2,5-3 min.

3.4. Możliwe warunki wykonania oświetlenia terenu na korzyść wojsk lądowych

Oświetlenie naziemnych obiektów i rejon działań rakietowymi pociskami oświetlającymi na korzyść wojsk lądowych realizowane będzie w celu zapewnienia:

- prowadzenia obserwacji sytuacji taktycznej i wzrokowego rozpoznania przedpola nieprzyjaciela z naziemnych stanowisk dowodzenia;
- orientowania wojsk lądowych w rejonie, podczas marszu, przegrupowania i prowadzenia działań bojowych;
- korygowania ognia artylerii.

Istotnym elementem w tego rodzaju zadaniach będzie przede wszystkim nakazana długość oświetlenia i wymiary płaszczyzny podlegające oświetleniu, a wymagane natężenie oświetlenia w granicach 1-2 lx.

Długość oświetlenia terenu można osiągnąć poprzez powtórne odpalenie kolejnej salwy rakietowych pocisków oświetlających w odstępie czasowym równym $\frac{2}{3}$ pełnego czasu świecenia jednej salwy. W tabeli nr 9 przedstawiono wartości oświetlonej powierzchni terenu oraz długość oświetlenia w zależności od ilości jednocześnie odpalonych rakietowych pocisków oświetlających i odległości do obserwowanego obiektu.

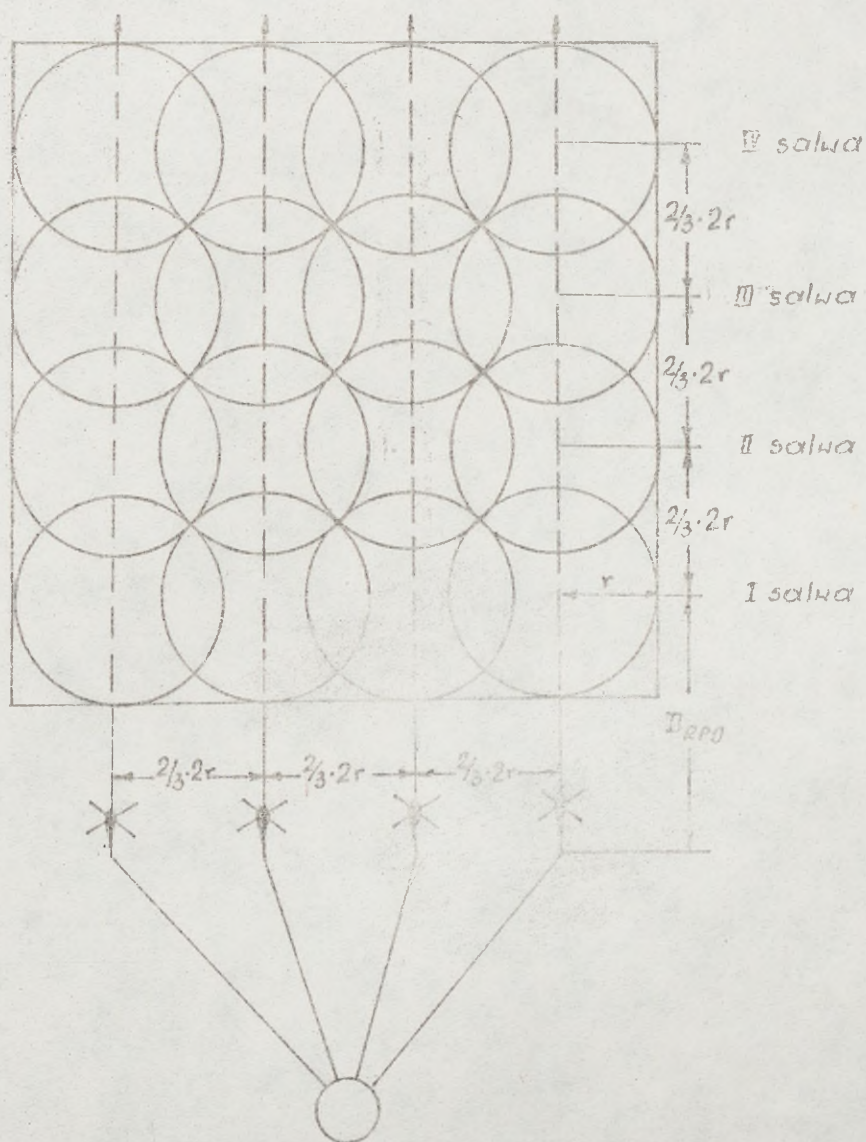
TABELA 9

Wartości oświetlonej powierzchni terenu
i długości oświetlenia

Salwa RPO odległość do obserwowanego obiektu [km] oświetlenie powierzchni i długość oświetlenia	8		16		32	
	P/km ² /	T/s/	P/km ² /	T/s/	P/km ² /	T/s/
1	0,5	340	2,8	180	5,3	100
2	0,38	340	1,0	180	3,5	100
3	0,03	340	0,3	180	0,8	100

Zarówno dla oświetlenia pola walki jak i korygowania ogniem artylerii wymagane jest oświetlenie powierzchni o wymiarach około 8-4 km² w przeciągu kilkunastu minut. Z obliczeń przedstawionych w tabeli nr 7 wynika, że wykorzystanie raketowych pocisków oświetlających do tego rodzaju zadań nie spełnia wymagań. Zwiększenie oświetlonej płaszczyzny lub długości oświetlenia można osiągnąć poprzez zwiększenie liczby śmigłowców wykonujących te zadania. W tym przypadku korzystniej jest stosować bomby oświetlające, których zarówno światłość jak i czas świecenia wielokrotnie przewyższa nawet salwę 64 raketowych pocisków oświetlających.

Kiedy konieczne jest krótkotrwałe oświetlenie określonej powierzchni terenu można wykorzystać raketowe pociski oświetlające, a ogólną koncepcję wykonania tego zadania przedstawiono na rys.9.



Rys.9. Przykładowy manewr śmigłowców do oświetlenia płaszczyzny terenu

3.5. Możliwości wykorzystania raketowych pocisków oświetlających do imitacji celów powietrznych

Dotychczas jako cele powietrzne do szkolenia w strzelaniu raketowym na podcierwień stosuje się bomby typu SAB. Obliczenia przestrzenno-czasowe wskazują, że zastosowanie do tego celu RPO może dać szereg korzyści, pod warunkiem spełnienia założeń zobrażowanych na rys.10. Rozumie się iż mogą być stosowane RPO w myśl różnych wariantów, pod względem ilości zaangażowanych sił do szkolenia i jego zabezpieczenia.

X

Reasumując rozważania zawarte w rozdziale, można stwierdzić, że raketowe pociski oświetlające mogą być przydatne do prowadzenia rozpoznania zarówno przez załogi samolotów jak i śmigłowców. Jednoczesne oświetlenie i zwalczanie celów naziemnych można realizować tylko ze śmigłowców, natomiast w bardzo ograniczonym zakresie ze względu na krótki czas świecenia można wykorzystać raketowe pociski oświetlające do oświetlenia rejonu działań czy też korygowania ogniem artylerii.

4. WYMAGANIA TAKTYCZNO-TECHNICZNE WOBEC RAKIETOWEGO POCISKU OŚWIETLAJĄCEGO /RPO/

4.1. Wymagania dotyczące charakterystyk ilościowych i przestrzenno- czasowych

Na podstawie przeprowadzonych w rozdziałach 1-3 szczegółowych analiz odnośnie potrzeb zastosowania, sposobów wykorzystania i rozpowszechnienia w innych armiach i rodzajach wojsk raketowych pocisków oświetlających można sprecyzować następujące parametry taktyczno-techniczne, którym tego typu pocisk powinien odpowiadać:

- minimalny promień oświetlanego terenu $r \geq 1000\text{m}$
- natężenie oświetlenia na obrzeżach oświetlanego terenu $E = 3 \text{ lx}$
- wysokość początkowa "postawienia" świecy $h_{p\acute{s}w} = 800 - 1000 \text{ m}$
- wysokość końcowa świecenia $h_k = 400 - 500 \text{ m}$
- prędkość opadania ładunku świetlnego $V_{op} = 6 + 8 \text{ m/s}$
- światłość ładunku świetlnego $I \geq 1 \cdot 10^6 \text{ cd}$
- czas świecenia $t_{\acute{s}w} \geq 60\text{s}$
- wysokość nosiciela w momencie odpalania RPO $h_{\acute{s}m} = 200 + 400\text{m}$
- zasięg lotu RPO $d_p \geq 3000 \text{ m}$
- odległość wystrzeliwania /rozcalania/ RPO $d_w = 2500 + 2000\text{m}$
mierzona od środka celu do śmigłowca

Do oświetlenia obszaru o promieniu $r=1000\text{m}$ z natężeniem oświetlenia na jego krawędziach 3 lx , przy średnich warunkach przejrzystości atmosfery, potrzebny jest ładunek świetlny o światłości $21 \cdot 10^6 \text{ cd}$. Dla uzyskania takiej wartości oświetlenia przy użyciu raketowych pocisków oświetlających, których światłość wynosi $1 \cdot 10^6 \text{ cd}$ potrzeba użyć jednorazowo 21 pocisków. /Im wyższa światłość tym mniej pocisków/. Mając na uwadze konkretne warunki wystrzeliwania RPO na przykład z zasobników 16 lub 32 lufowych i ich system równoczesnego odpalania jednakowymi salwami liczącymi po 4, 8, 16 pocisków z dwóch

zasobników można obliczyć wielkość i liczbę salw danego typu pocisków jaką trzeba użyć dla uzyskania pożądanego efektu świetlnego.

Istotnym parametrem jest czas świecenia. Powinien on być możliwie najdłuższy. Jednak zdając sobie sprawę, że czas palenia ma związek z wielkością głowicy i z kalibrem pocisku, a te elementy w RPO mają niewielkie rozmiary, ustalono minimum potrzeb taktycznych w tym względzie na poziomie 60s. Należy dążyć do wydłużenia czasu świecenia przynajmniej do 90s. Czas świecenia ma ścisły związek z prędkością opadania ładunku świetlnego, którą z kolei należy dobrać z warunku, aby zakończenie świecenia nastąpiło na wysokości 400-500 m, gdyż poniżej tej wysokości może ono powodować oślepienie załogi.

Odległość odpalania /rozcalania/ jest uzależniona od maksymalnego zasięgu lotu RPO, chodzi o to aby rozcalanie nie następowało na aktywnym odcinku lotu pocisku. Odległość wystrzeliwania powinna być bliska wartości optymalnej, gdyż za mała odległość nie pozwala na zbudowanie odpowiedniego manewru do ataku, rozpoznania itp., natomiast za duża - wnosi niepotrzebną stratę czasu na dołot do celu. Odległość, na której będzie następowało rozcalanie się RPO może być stała i nie ma potrzeby stosowania regulowanego zapalnika czasowego, gdyż tą odległość można określać usytuowaniem śmigłowca względem celu.

Od raketowych pocisków oświetlających wymagana jest duża niezawodność i dokładność działania. Chodzi tu głównie o zapalnik czasowy którego błąd przypadkowy dokładności zadziałania należy sprowadzić do minimum. Salwa wystrzelonych RPO nie powinna ulegać nadmiernemu rozrzutowi.

4.2. Ocena parametrów taktyczno-technicznych raketowego pocisku oświetlającego typu DADAJ

Projektowany przez Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych na bazie niekierowanego pocisku raketowego typu S-5, pocisk oświetlający nazwany kryptonimem DADAJ według danych ITWL ma mieć następujące parametry:

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| - światłość | $I \geq 200\ 000\ \text{cd}$ |
| - czas świecenia | $t_{\text{św}} = 60+90\ \text{s}$ |
| - wysokość początkowa świecenia | $h_{\text{pśw}} = 1000+500\ \text{m}$ |

- wysokość końcowa świecenia $h_{k\acute{o}w} = 500 + 0 \text{ m}$
- odległość wystrzeliwania /rozcalania/ RPO $d_{\acute{s}w} = 2000 + 3000 \text{ m}$
- wysokość lotu nosiciela podczas strzelania $H_n \geq 200 \text{ m}$
- dokładność wypracowania czasu opóźnienia $t_{op} = \pm 10\%$
- rozrzut salwy pocisków /podłużny i boczny/
przy strzelaniu z 2 x UB - 16 $d_{\acute{s}w} \leq 200 \times 500 \text{ m}$
- strzelanie RPO przy kącie wznoszenia $\lambda = 10 + 15^\circ$

Porównanie parametrów RPO DADAJ z parametrami wymaganymi, które ze względów taktycznych są niezbędne do zabezpieczenia działań bojowych w nocy pozwala stwierdzić, że pod wieloma względami pocisk DADAJ odpowiada wymaganiom stawianym tego typu RPO. W wielu przypadkach parametry rzeczywiste pokrywają się z wymaganymi, a tam gdzie istnieje rozbieżność, należy podczas prac projektowych nad RPO DADAJ, dążyć do ich zgodności lub zbliżenia.

Zasadnicze zastrzeżenie budzi tak podstawowy parametr jakim jest światłość RPO DADAJ, ma ona wynosić /wg danych ITWL/ ponad 200 000 cd, dokładnie nie wiadomo ile.

Światłość 200 000cd jest stanowczo za mała w stosunku do wymagań w tym zakresie. Przy tej światłości pocisku dla uzyskania wymaganego natężenia oświetlenia /3 lx/ potrzeba jednocześnie wystrzelić 105 pocisków. Spośród typów śmigłowców będących w uzbrojeniu naszej armii tylko śmigłowce Mi-8 i Mi-24D mogą w czterech zasobnikach UB - 32 pomieścić 128 szt. pocisków. Schemat sterowania startem pocisków niekierowanych umożliwia wystrzeliwanie salw po 4, 8 i 16 sztuk z każdego zasobnika. Wynika stąd, że jedna maksymalna salwa wynosi 64 pociski, a wszystkie 128 pocisków można wystrzelić w dwóch salwach. Tak więc zamiast 105 trzeba wystrzelić 128 pocisków.

Należałoby rozpatrzyć problem od strony ekonomicznej, czy użycie tak dużej liczby RPO do oświetlenia celów jest przedsięwzięciem opłacalnym.

Należy również zbadać praktycznie zachowanie się tak dużej liczby ładunków świetlnych skupionych na stosunkowo niedużej przestrzeni czy nie będą występowały zapalenia się spadochronów.

4.3. Możliwość stosowania innych RPO niż DADAJ do oświetlenia pola walki

Na uzbrojeniu Armii Radzieckiej znajduje się RPO o symbolu S-5/1s, który podobnie jak DADAJ został przerobiony z pocisku S-5. Podstawowe dane taktyczno-techniczne tego pocisku są następujące: światłość $I=1 \cdot 10^6$ cd /inne źródła podają $5 \cdot 10^5$ cd/; czas świecenia $t_{sw} = 17$ s. Tak krótki czas świecenia sprawia, że jest on mało przydatny do oświetlenia celów podczas samodzielnego działania lotnictwa w nocy.

Porównanie parametrów RPO S-5/1s z pociskiem DADAJ prowadzi do wniosku, że przy tym samym kalibrze można kosztem zmniejszenia światłości zwiększyć czas świecenia i odwrotnie. W związku z powyższym należy postulować, aby dla rozwiązania problemu oświetlenia terenu przy użyciu raketowych pocisków oświetlających skoncentrować się nad wykorzystaniem do tego celu pocisków raketowych o większym kalibrze. Na przykład w uzbrojeniu lotnictwa znajduje się niekierowany pocisk raketowy typu S-8 o kalibrze 80 mm. Należałoby rozważyć, czy przekonstruowanie go na pocisk oświetlający nie dałoby pożądaných parametrów świetlnych.

Przeгляд danych taktyczno-technicznych różnych typów RPO wskazuje, że wymaganą światłość $1 \cdot 10^6$ cd i czas świecenia około 1 min można uzyskać, przy obecnie stosowanych materiałach świetlnych, z pocisku o kalibrze około 100 mm. Stąd nasuwa się wniosek, że praca nad większymi kalibrami pocisków /niż DADAJ/ jest celowa. Przy światłości RPO $I=1 \cdot 10^6$ cd wymagane natężenie oświetlenia uzyskuje się po wystrzeleniu 21 szt. pocisków. Mniejsze salwy RPO sprawiają, że nosiciel ma większe możliwości rażenia celu, gdyż może, poprzez powtarzanie salw, dłużej oświetlać cel, a w niektórych wariantach oprócz RPO zabierać również pociski bojowe.

4.4. Dostosowanie nosicieli do przenoszenia środków oświetlających

Lotniczymi środkami oświetlającymi są i bomby, raketowe pociski oświetlające i inne ładunki świetlne wyrzucane /wystrzelwane/ w celu oświetlenia terenu lub obrony przed raketami samonaprowadzającymi się na źródło promieniowania cieplnego.

Nosicielami wymienionych środków oświetlających mogą być samoloty i śmigłowce. Ważnym zagadnieniem jest właściwe dobranie tych dwóch elementów, to jest nosiciela i środka oświetlającego.

Do przenoszenia i zrzucania bomb oświetlających najlepiej nadają się samoloty, górują one nad śmigłowcami między innymi prędkością lotu /wznoszenia/, tym samym stosunkowo krótko mogą one przetrwać w strefie rażenia środków ogniowych. Użycie do tego celu śmigłowca byłoby wystawieniem go na poważne niebezpieczeństwo.

Odwrótne sytuacja jest w przypadku rakietowych pocisków oświetlających. Zastosowanie RPO na samolotach jest pociągnięciem niekorzystnym, gdyż niewielka światłość i wysokość początkowa świecenia dyktują konieczność działania samolotu w nocy na małej wysokości. Następnym czynnikiem uzasadniającym powyższą tezę jest stosunkowo krótki czas świecenia RPO. Nosiciele po wystrzeleniu salwy pocisków musi zbudować odpowiedni manewr do rozpoznania lub do ataku. W tym przypadku jeżeli chodzi o wykorzystanie czasu świecenia nad celem śmigłowiec wyraźnie góruje nad samolotem, który na wykonanie odpowiedniego manewru potrzebuje więcej czasu niż śmigłowiec.

Do oświetlania pola walki przy pomocy RPO najlepiej nadają się śmigłowce. Mogą one w sposób skryty dolatywać do celu, w odpowiedniej odległości przed celem odpalić rakietę oświetlającą a następnie rozpoznać lub zaatakować cel. W ten sposób śmigłowiec może działać samodzielnie w nocy oświetlając sobie cel.

5. WYMAGANIA EKSPLOATACYJNE WOBEC RAKIETOWYCH POCISKÓW OŚWIETLAJĄCYCH

5.1. Oznakowanie pocisków

Rakietowe pociski oświetlające należy oznakować w taki sposób aby warażnie odróżniały się od pocisków bojowych. Szczególną staranność w tym zakresie należy wykazać wobec RPO będących konstrukcjami pochodnymi pocisków bojowych. Dobrze oznakowanie w tym przypadku ma podstawowe znaczenie, gdyż gabaryty i wygląd zewnętrzny, a nawet opakowania obu typów pocisków będą bardzo podobne.

Dla wyraźniejszego oznakowania RPO, oprócz typowych napisów fabrycznych, postuluje się namalowanie na obwodzie głowicy jednego białego paska o szerokości 15 mm.

5.2. Przygotowanie rakietowych pocisków oświetlających do użycia i środki bezpieczeństwa przy obchodzeniu się z nimi

Technologia przygotowania RPO do użycia nie powinna odbiegać od tej jaka obowiązuje przy tego typu pociskach bojowych. RPO nie powinien wymagać eleboracji i innych czynności związanych z dodatkowym montażem części lub regulacją. Konstrukcja pocisku powinna wykluczać wpływ niekorzystnych warunków atmosferycznych na jego ładunek prochowy i masę świetlną oraz umożliwiać jego wykorzystywanie w zakresie temperatur od $-40 \pm 50^{\circ}\text{C}$ i wilgotności do 98%.

W procesie przygotowania do użycia czynności z tym związane powinny się ograniczać do: przeglądu zewnętrznego czy nie ma wgnieceń pęknięć, rdzy itp. oraz sprawdzenia stanu gwintów, połączeń i innych części zamocowanych do korpusu pocisku.

Rakietowy pocisk oświetlający powinien spełniać wymagane dla tej klasy pocisków warunki bezpieczeństwa, pod warunkiem, że będą one przestrzegane przez personel obsługujący. Konstrukcja pocisku, a szczególnie jego zapalnika czasowego powinna wykluczyć zapalenie się ładunku świetlnego podczas przechowywania i przygotowania do użycia oraz przed rozcaleniem pocisku w powietrzu.

6. WNIOSKI

Przedstawiony materiał faktograficzny ukazuje całokształt problematyki związanej z potrzebami zastosowania, taktyką użycia i wymaganiami taktyczno-technicznymi środków oświetlających, ze szczególnym uwzględnieniem raketowych pocisków oświetlających.

Okazuje się, że pomimo dużego postępu w rozwoju technicznych środków wykrywania i śledzenia obiektów na polu walki istnieje konieczność ciągłego poszukiwania nowych rozwiązań i doskonalenia oraz wzbogacania arsenału tradycyjnych środków oświetlania terenu działań. To stwierdzenie uzasadniają i wyjaśniają następujące wnioski:

1. W wypadku wybuchu wojny działania będą prowadzone tak w dzień jak i w nocy. Efektywność działań wojsk w nocy zależy będzie od ich przygotowania do wykonywania zadań bojowych w ciemnościach.
2. Rozwój technicznych środków rozpoznania kosmicznego, powietrznego i naziemnego odgrywa kluczową rolę w tworzeniu możliwości działań wojsk w nocy. Iż: nie mniej do obserwacji naturalnych obrazów rzeźby i pokrycia terenu oraz obiektów taktycznych niezbędne jest oświetlenie sztuczne. Zobrazowania fotograficzne, radiolokacyjne i termowizyjne posiadają swoje zalety i wady, przy czym nie eliminują one potrzeby wykorzystania właściwości wzroku człowieka w każdej sferze jego działalności bojowej.
3. Lotnicze środki oświetlające są niezbędne zarówno dla lotnictwa frontowego jak i wojsk lądowych a szczególnie dla lotnictwa będącego w ich dyspozycji.
Stopień przydatności dla konkretnego rodzaju wojsk jest wprost proporcjonalny do rodzaju i możliwości taktyczno-technicznych środków oświetlających.
4. Lotnicze bomby oświetlające i raketowe pociski oświetlające, służą wprawdzie podobnym celom, lecz różnią się warunkami ich użycia taktycznego. Nie stanowią one alternatywy lecz jedność zaspokajającą potrzeby taktyczne wojsk.
Tam gdzie nie można zastosować bomb oświetlających można użyć pociski oświetlające i na odwrót.
W przypadku małej światłości i krótkiego czasu świecenia RPO można zwiększyć liczbę pocisków w salwie lub ilość salw albo

zastosować bomby oświetlające.

Zasadniczym środkiem przenoszenia bomb oświetlających są samoloty, zaś raketowych pocisków oświetlających - śmigłowce. Co nie oznacza odstępstw od tej zasady.

5. Prace konstrukcyjne nad budową i doskonaleniem raketowych pocisków oświetlających są jak najbardziej celowe i konieczne. Lotnictwu, szczególnie wojsk lądowych, taki środek oświetlający jest niezbędny.

W rozdziale 4 sprecyzowano minimalne wymagania taktyczno-techniczne RPO. W świetle tych wymagań projektowany w ITWL RPO DADAJ ma szansę zastosowania go w wojskach pod warunkiem zwiększenia jego światłości.

Autorzy są zdania, że zbudowanie pocisku oświetlającego na bazie niakierowanego pocisku raketowego S-3 zapewniłoby niewątpliwie jego wyższą użyteczność.

Taki wniosek wynika z punktu widzenia potrzeb taktycznych.

Uwzględniając powyższe, zespół autorski opowiada się za zbudowaniem RPO o parametrach zbliżonych do wymaganych i uważa za celowe wykorzystanie do realizacji tego zadania pocisku S-3.

6. Raketowe pociski oświetlające będą szczególnie przydatne dla lotnictwa wojsk lądowych do prowadzenia w nocy rozpoznania powietrznego, podczas zwalczania celów naziemnych i korygowania ognia artylerii. Te zadania uwzględniono głównie przy precyzowaniu wymagań taktyczno-technicznych zawartych w rozdziale 4.
7. Istnieje możliwość niejako "ubocznego" stosowania RPO do wzniesienia pożarów i zabezpieczenia przed ogniem rakiet przeciwlotniczych śmigłowców własnych działających w zasięgu takich rakiet.

Celowym jest ewentualne skonstruowanie do pocisków raketowych zamiennych głowic zapalających lub napełnianych dipolami przeciwradiolokacyjnymi.

BIBLIOGRAFIA

2 Anelieu

1. W. MICHALICKI "Sposoby rozpoczęcia natarcia z wykonaniem ataku przez DPanc. w nocy z uwzględnieniem perspektywicznych środków nocnej obserwacji" Rozprawa doktorska. Warszawa 1985.
2. J. LACHIEWICZ "Możliwości prowadzenia rozpoznania i zwalczania obiektów naziemnych nieprzyjaciela w nocy w warunkach sztucznego oświetlenia". Rozprawa doktorska. Warszawa 1977.
3. J. LACHIEWICZ "Działania ogniowe i rozpoznawcze śmigłowców w nocy w warunkach współczesnego pola walki". Rozprawa habilitacyjna. Warszawa 1981.
- 10 4. S. REKAS "Oświetlenie celów w nocy". Skrypt Nr bibl. ASG WP FP1964. Warszawa 1985.
5. "Rekomendacja po primienieniu awiacyjnych bomb i żątygatielnych bakow. Wyd. ZSRR.
- 2 6. Instrukcja uzbrojenia. Sygn. uzbr. 143/61. Wyd. MON 1961.
- 3 7. Instrukcja uzbrojenia. Sygn. 1423/73. Wyd. MON 1973.
8. WPZ nr 4/146/ 1 4/116/.
9. KOLCOW A. "Działania bojowe w nocy". Wojenna Myśl nr 4. 1978.
10. CYGANOW P. "Rozwój taktyki natarcia w nocy". Wojenno historyczeski żurnal nr 10. 1978.
11. ALFIEROW A. "Wybrane właściwości nocnych działań zaczepnych". Wojenna Myśl nr 5. 1978.
12. PLESKO K. "Przygotowania wojsk do walki w nocy" Homwedelem nr 4. 1979.
13. DWIERNICKI A. "Wpływ warunków nocy na prowadzenie natarcia". Myśl Wojskowa nr 12. 1979.
14. HANCKE W. "Przygotowania wojsk do prowadzenia działań w nocy". WPZ nr 4. 1976.
- 4 15. JUFFET J. "Możliwości i środki prowadzenia działań w nocy". WPZ nr 6. 1971.
16. ŁUCZYNSKI M. "O działaniach zaczepnych w nocy". Myśl wojskowa nr 9. 1971.

17. "Sposoby działań śmigłowców w nocy i ich zabezpieczenie".
Zeszyt Naukowy nr 1/23/80. Wyd. ASG WP, 1980.
18. "Wpływ nocy na działania bojowe wojsk". Myśl wojskowa nr 8.
1974.
19. "O działaniach zaczepnych w nocy". Myśl wojskowa nr 9. 1979.
- 1/20. "Oświetlające pociski rakietowe FLG-5000/M68". Wyd. MON 1973.
- 6 21. "Oświetlające pociski rakietowe FLG-5000/L4". Wyd. MON 1977.
22. "Lotniczy pocisk rakietowy S-5k i mechaniczny zapalnik uderzeniowy W-5K". Sygn. Lot. 886/65. Wyd. MON 1965.
23. "Lotniczy pocisk rakietowy S-5M i mechaniczny zapalnik uderzeniowy W-5M1. Syg. Lot. 576/63. Wyd. MON 1965.

POTRZEBNE NATEŻENIE OŚWIETLENIA WYBRANYCH OBIEKTÓW POLA WALKI /Lx/ Z UWZGLĘDNIENIEM
WSPÓŁCZYNNIKA PRZEZROCYSTOŚCI POWIETRZA τ I KĄT NACHYLENIEJ ODLEGŁOŚCI OD OBSERWATORA
DO OBIEKTU OŚWIETLANEGO

Lp.	Obiekt	$\tau = 0,9$						$\tau = 0,8$						$\tau = 0,7$					
		1	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	Czołgi, bojowe wozy piechoty, działa																		
1.	- na drodze asfaltowej	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2,1	0,9	1,1	1,6	2,3	3,4	4,8
2.	- na drodze gruntowej	0,3	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	1,2	1,6	2,5	3,5	5,2	6,6
3.	- na zielonym podłożu /trawie/	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	2,2	2,6	3,2	3,7	4,6	5,9	2,4	3,2	4,6	6,6	9,6	13,5
4.	- na śniegu	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	0,4	0,5	0,8	1,1	1,5	2,2
5.	Przeprawa na pontonach	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	0,9	1,0	1,1	1,6	2,0	2,6	1,0	1,4	2,0	2,9	4,1	5,8
6.	Stanowisko dowodzenia, schrony	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	1,2	1,6	2,5	3,5	5,2	6,6
7.	Betonowa droga startowa na podłożu trawiastym w lecie	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	0,6	0,7	1,0	1,4	2,1	2,9
8.	Betonowa droga startowa przy pokrywie śnieżnej	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	0,4	0,5	0,8	1,1	1,6	2,3
9.	Gruntowa droga startowa w lecie	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	1,2	1,5	1,9	2,4	1,0	1,3	1,9	2,7	3,9	5,5
10.	Samoloty /śmigłowce/ na drodze startowej lub drodze kołowania	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	0,5	0,6	0,8	1,1	1,7	2,3
11.	Samoloty /śmigłowce/ na stoisku w lecie /podłoże trawiaste/	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,7	0,8	0,9	1,3	1,9	2,7	3,8
12.	Samoloty /śmigłowce/ przy pokrywie śnieżnej	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	1,2	1,6	2,5	3,5	5,2	6,6
13.	Stacje RLS	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	1,0	1,3	1,6	0,7	0,8	1,2	1,7	2,5	3,5
14.	Mosty kolejowe i drogowe w lecie	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	0,4	0,5	0,7	1,0	1,5	2,1
15.	Mosty kolejowe i drogowe w zimie	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	1,0	1,3	1,6	0,7	0,8	1,2	1,5	2,5	3,5
16.	Stacje kolejowe w lecie	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	0,6	0,7	1,0	1,4	2,1	2,9
17.	Stacje kolejowe w zimie	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	0,4	0,5	0,8	1,1	1,5	2,2
18.	Transporty kolejowe	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0	2,2	1,7	1,9	2,1	3,0	3,8	4,9	1,6	2,6	3,8	5,4	7,8	11,0
19.	Składy paliw z metalowymi zbiornikami	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	0,4	0,5	0,7	1,0	1,5	2,1

Wydrukowano w 4 egz.
Egz. Nr 1-3 - ITWL
Egz. Nr 4 - Biblioteka Naukowa ASG WP
Wyk. Zespół oficerów
Druk. JM. dn. 1986.03.10
Nr ks. masz. PF83/WL

Zniszczono strony maszynopisu 28, 30, 37, 39, 40, 41, 45, 46, 47, 50, 51, w ich miejsce włożono strony wykonane na kserografie jako jawne.

KIEROWNIK KANCELARII
WYKONAWCA 10.03.86

