

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



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

Płk dypl. pil. Adam ZIÓŁKOWSKI

WPLYW STOSOWANIA OPTOELEKTRONICZNYCH URZĄDZEŃ OBSERWACYJNYCH NA TAKTYKĘ ŚMIGŁOWCÓW

Rozprawa doktorska

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
S/6656



05-006656-001-0

WARSZAWA

67745



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ LOTNICTWA I OBRONY POWIETRZNEJ

WSTĘP 5

ROZDZIAŁ 1. ZAŁOŻENIA I PRZEBIEG PROCESU BADAWCZEGO 5

1.1. Sytuacja problemowa 5

1.2. Założenia metodyczne 6

1.3. Przebieg badań 6

ROZDZIAŁ 2. OPTOELEKTRONICZNE URZĄDZENIA OBSERWACYJNE 6

2.1. Identyfikacja urządzeń obserwacyjnych 6

2.2. 6

2.3. 6

2.4. Uogólnienia i wnioski 6

ROZDZIAŁ 3. MOŻLIWOŚCI OPTOELEKTRONICZNYCH URZĄDZEN OBSERWACYJNYCH W ŚWIETLE PRZEPROWADZONYCH BADAŃ 6

3.1. 6

3.1.1. 6

3.1.2. 6

3.2. Organizacja badań i oczekiwane rezultaty 6

3.2.1. 6

3.2.2. 6

3.2.3. Plan badań 6

3.2.4. 6

3.2.5. 6

3.2.6. 6

3.3. Instrukcja wykonania badań 6

3.3.1. 6

3.3.2. 6

3.3.3. Porównanie wyników 6

3.3.4. Wynik obserwacji 6

3.3.5. 6

3.3.6. 6

3.3.7. 6

3.3.8. 6

3.3.9. 6

3.3.10. 6

3.3.11. 6

3.3.12. 6

3.3.13. 6

3.3.14. 6

płk dypl. pil. Adam ZIÓLKOWSKI

WPŁYW STOSOWANIA OPTOELEKTRONICZNYCH URZĄDZEŃ OBSERWACYJNYCH NA TAKTYKĘ ŚMIGŁOWCÓW

Rozprawa doktorska



Promotor

prof. dr hab. Wojciech MICHALAK



SPIS TREŚCI

WSTĘP	5
ROZDZIAŁ 1. ZAŁOŻENIA I PRZEBIEG PROCESU BADAWCZEGO	9
1.1. Sytuacja problemowa	9
1.2. Założenia metodyczne	11
1.3. Przebieg badań	14
ROZDZIAŁ 2. OPTOELEKTRONICZNE URZĄDZENIA OBSERWACYJNE	25
2.1. Identyfikacja urządzeń obserwacyjnych	25
2.2. Naziemne urządzenia obserwacyjne	59
2.3. Pokładowe urządzenia obserwacyjne	75
2.4. Uogólnienia i wnioski	93
ROZDZIAŁ 3. MOŻLIWOŚCI OPTOELEKTRONICZNYCH URZĄDZEŃ OBSERWACYJNYCH W ŚWIETLE PRZEPROWADZONYCH BADAŃ	98
3.1. Właściwości optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych i przyjęte hipotezy robocze	98
3.1.1. <i>Możliwości obserwacji w zależności od intensywności źródła ciepła</i>	99
3.1.2. <i>Możliwości obserwacji w zależności od kontrastu z tłem</i>	99
3.1.2. <i>Możliwości obserwacji w zależności od przejrzystości atmosfery</i>	108
3.2. Organizacja badań i oczekiwane rezultaty	112
3.2.1. <i>Główny cel i cele szczegółowe</i>	112
3.2.2. <i>Zakres badań</i>	112
3.2.3. <i>Plan badań</i>	113
3.2.4. <i>Narzędzia badawcze</i>	114
3.2.5. <i>Warunki prowadzonych badań</i>	117
3.2.6. <i>Badania uzupełniające</i>	118
3.3. Interpretacja wyników badań	120
3.3.1. <i>Wykrycie śmigłowca W-3 Sokół w zależności od intensywności źródła ciepła</i>	120
3.3.2. <i>Możliwości obserwacji w zależności od kontrastu z tłem</i>	126
3.3.3. <i>Porównanie możliwości obserwacji z powietrza i z ziemi</i>	130
3.3.4. <i>Wykrycie śmigłowca W-3 Sokół w zależności od przejrzystości atmosfery</i>	133
3.4. Uogólnienia i wnioski	137

ROZDZIAŁ 4.	ZMIANY W TAKTYCE ŚMIGŁOWCÓW WYNIKAJĄCE Z ZASTOSOWANIA OPTOELEKTRONICZNYCH URZĄDZEŃ OBSERWACYJNYCH	141
	4.1. Charakterystyka warunków użycia śmigłowców	141
	4.2. Zastosowanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych w działaniach bojowych śmigłowców	157
	4.3. Elementy taktyki śmigłowców determinowane stosowaniem optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych	175
	4.4. Uogólnienia i wnioski	217
ZAKOŃCZENIE		226
BIBLIOGRAFIA		228
ZAŁĄCZNIK	WYWIADY PRZEPROWADZONE W RAMACH BADAŃ EMPIRYCZNYCH	234

WSTĘP

Ciągła ewolucja struktury pola walki, jego powietrzno-lądowy charakter, a także konieczność skutecznego oddziaływania na przeciwnika na całą głębokość jego ugrupowania sprawiają, że lotnictwu wojsk lądowych przypisuje się wiele kluczowych zadań, a co za tym idzie, jest ono coraz bardziej narażone na oddziaływanie sukcesywnie udoskonalanych systemów wykrywania i zwalczania. Śmigłowiec, posiadając cechy uniwersalności i dużej swobody działania, stał się ważnym „(...) czynnikiem determinującym jakość sztuki wojennej”¹ – środkiem walki, dzięki któremu osiągać można wiele celów w działaniach militarnych – „(...) zbrojnych i niezbrojnych działaniach wojennych”², a także w realizacji zadań pozamilitarnych, wynikających z przyjętej strategii bezpieczeństwa państwa i strategii wojskowej.

Współczesne pole walki wymaga od techniki bojowej działania w każdych warunkach, zdolności do identyfikacji, wskazywania celów i ich rażenia bez większego udziału w tym załóg. W związku z pojawiającymi się coraz to nowszymi i skuteczniejszymi środkami walki zachodzi konieczność weryfikowania dotychczasowych założeń taktyki oraz dostosowania jej do możliwości posiadanego sprzętu.

Analizy historyczne wskazują na nierozzerwalny związek taktyki z techniką. Stało się oczywistym, że tylko wykorzystywanie najnowszych technologii w doskonaleniu konstrukcji nowoczesnych śmigłowców, ich systemów uzbrojenia oraz układów pilotażowo – nawigacyjnych zezwala śmigłowcom sprostać stawianym im obecne wysokim wymaganiom.

Już pobieżne badania dowodzą, że **udoskonalenia wyposażenia i uzbrojenia śmigłowców zwiększają znacznie ich możliwości taktyczno-techniczne. Z kolei rozwój systemów obrony przeciwlotniczej (przeciwśmigłowiec) wpływa znacząco na ograniczanie swobody ich działań.** Sytuacja ta zdaje się wymuszać ciągle zmiany w taktyce śmigłowców, ukierunkowane na optymalne

¹ S. Koziej, *Teoria sztuki wojennej*, Warszawa 1994, s. 52.

² Tamże, s. 14.

wykorzystanie zdobyczy technicznych dla zwiększania skuteczności działań oraz zachowania ich żywotności bojowej.

Rosnące znaczenie lotnictwa śmigłowcowego na współczesnym polu walki stwarza potrzebę zapewnienia mu możliwości zachowania żywotności bojowej w trakcie realizacji zadań. Szybki rozwój elektroniki powoduje, że obecne systemy wykrycia, rozpoznania i zwalczania celów niskolecących stają się coraz bardziej skuteczne i mogą być przyczyną poważnych strat w lotnictwie śmigłowcowym, szczególnie wykonującym zadania nad terenem przeciwnika w bliższej strefie taktycznej. Ważnym komponentem tych systemów są optoelektroniczne układy detekcji, wykorzystujące technikę podczerwieni. Gruntowna znajomość zjawisk fizycznych, wpływających na charakterystyki pracy takich urządzeń, może mieć istotny wpływ na właściwe planowanie użycia śmigłowców, realizację zadań i końcowe efekty działań.

Początków zastosowań osiągnięć optoelektroniki w technice wojskowej możemy się doszukiwać już od czasów II wojny światowej. Jednak w ostatnich latach przeżywa ona swoisty renesans. Takie urządzenia, jak: dalmierz laserowy, urządzenia termograficzne, wzmacniacze obrazu, wykrywacze opromieniowania laserowego stają się standardem każdego czołgu czy bojowego wozu piechoty. Nawet żołnierz dysponuje już obecnie szeroką gamą optoelektronicznych zespołów obserwacyjno-celowniczych, pozwalających skutecznie oddziaływać na przeciwnika, bez względu na warunki atmosferyczne i porę doby.

Używana na polu walki broń, zasługująca coraz częściej na miano „broni inteligentnej”, oparta na wielokanałowych układach detekcyjnych, pozwala razić przeciwnika bez ingerencji operatora, w ciemnościach i warunkach ograniczonej widoczności. W wyniku badań nad układami automatycznego wykrywania i rozpoznania celu nastąpił gwałtowny rozwój czujników stosowanych w systemach detekcyjnych pocisków, rakiet i między innymi w szerokim spektrum fal optycznych wykorzystywane są obecnie czujniki promieniowania widzialnego, ultrafioletowego i podczerwonego. Te ostatnie zajmują kluczową rolę w układach detekcji celu.

Staje się oczywiste, że **optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne, stosowane zarówno w naziemnych systemach wykrywania i zwalczania celów, jak i na pokładzie śmigłowca, w znacznej mierze zdecydują o stosowa-**

nej taktyce śmigłowców oraz ich skuteczności i żywotności na polu walki. Potrzeba wyposażenia śmigłowców w systemy optoelektroniczne, umożliwiające działania w nocy oraz w trudnych warunkach atmosferycznych i terenowych, uwidoczniła się z całą ostrością w trakcie działań sił amerykańskich w Wietnamie. Wraz z wprowadzeniem do użytku w siłach zbrojnych USA pierwszych generacji urządzeń obserwacyjnych, wykorzystujących technikę noktowizyjną i termowizyjną, znaczącemu zwiększeniu uległy możliwości realizacji zadań przez śmigłowce w nocy³. Równocześnie taktyka użycia śmigłowców po zakończeniu wojny wietnamskiej zdeterminowana została w dużym stopniu przez proliferację przenośnych i mobilnych przeciwlotniczych zestawów rakietowych.

Należy sądzić, że nasycenie środkami OPL i ich skuteczność rażenia będą rosły proporcjonalnie do wzrastającej roli środków napadu powietrznego, w tym śmigłowców. Ostatnie konflikty wykazały, jak kluczowe znaczenie w dziedzinie systemów uzbrojenia odniosła optoelektronika, w tym technika podczerwieni.

Istnieją opracowania teoretyczne na temat taktyki śmigłowców i lotnictwa wojsk lądowych. Jest również wiele wydawnictw na temat optoelektroniki i urządzeń optoelektronicznych (szczególnie obcojęzycznych). **W żadnym z opracowań nie doszukano się jednak kompleksowej analizy zależności pomiędzy urządzeniami optoelektronicznymi (możliwościami i warunkami ich użycia) a elementami taktyki użycia śmigłowców.**

Niniejsza praca wzbogaca naszą wiedzę dotyczącą możliwości wykorzystania techniki podczerwieni w zakresie wykrycia, obserwacji i zwalczania zarówno celów powietrznych, jak i obiektów naziemnych. Przedstawione wyniki badań mają na celu **wykazanie ścisłego związku dokonywanych zmian w taktyce śmigłowców spowodowanych możliwościami stosowanych systemów i urządzeń, w których kluczową rolę odgrywają układy termowizyjne i noktowizja.**

Efekty dociekań zostały zestawione w dysertacji, która składa się **ze wstępu, czterech rozdziałów, zakończenia, bibliografii i załączników.**

Rozdział pierwszy obejmuje aspekty metodyczne przeprowadzonych badań. Ujęto w nim genezę sytuacji problemowej, przedmiot, cel badań i problemy naukowe. Ponadto, przedstawiono hipotezę roboczą oraz zadania badawcze, któ-

³ R. N. Sulentic, *Bring on the Night*, dostępne z: www.ittnv.com/itt/miltopmenu/military

rych realizacja pozwoliła zweryfikować hipotezę i osiągnąć cel badań. Wskazano również, jakimi metodami prowadzono badania oraz scharakteryzowano przebieg procesu badawczego.

W **rozdziale drugim** zdefiniowano optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne, dokonano ich klasyfikacji, przedstawiono zasady działania, znaczenie i szerokie zastosowanie zarówno w naziemnych, jak i pokładowych systemach uzbrojenia. Wyeksponowano ich zalety i wady w odniesieniu do urządzeń pracujących w innym zakresie spektrum elektromagnetycznego.

W **rozdziale trzecim** zawarto efekty dociekań empirycznych i teoretycznych dotyczących możliwości wykrycia wybranego celu (obiektu) z uwzględnieniem właściwości techniki podczerwieni oraz specyfiki działań śmigłowców. Wyniki badań pozwoliły na dokonanie pewnych uogólnień i wyciągnięcie stosownych wniosków, dotyczących czynników mogących mieć wpływ na taktykę śmigłowców.

W **rozdziale czwartym** – zaprezentowano współczesne pole walki i wskazano kierunki jego rozwoju. Podkreślono rosnącą rolę śmigłowców we współczesnych działaniach bojowych, a jednocześnie ukazano ich warunki działań. Przedstawiono również w sposób syntetyczny ewolucję wykorzystania urządzeń pasywnych na śmigłowcach, opartych na właściwościach termowizji i noktowizji oraz uwarunkowania im towarzyszące. W kluczowej części rozdziału dokonano głębszej syntezy właściwości urządzeń termowizyjnych i noktowizyjnych w kontekście analizowanych zmian w różnych obszarach taktyki użycia śmigłowców. Metoda ta pozwoliła na dokonanie pewnych uogólnień i wyciągnięcie stosownych wniosków, dotyczących czynników mogących mieć wpływ na zmiany w taktyce śmigłowców.

W **zakończeniu** zbilansowano uzyskane wyniki badań, wskazano na uwarunkowania zastosowanej procedury oraz obiektywne trudności i ograniczenia występujące w czasie prowadzenia badań praktycznych. Zasugerowano możliwe zastosowanie wyników badań oraz kierunki dalszego ich pogłębienia.

ROZDZIAŁ 1

ZAŁOŻENIA I PRZEBIEG PROCESU BADAWCZEGO

Najważniejszym elementem inicjującym proces badań naukowych, było uświadomienie sobie sytuacji problemowej, ustalenie przedmiotu badań, sformułowanie celów badawczych oraz wysunięcie i sprecyzowanie problemów naukowych. Istotnym było również wysunięcie hipotezy roboczej, wytyczającej kierunki działań, zmierzających do wyjaśnienia pewnego obszaru niewiedzy o relacjach między optoelektronicznymi urządzeniami obserwacyjnymi a taktyką śmigłowców.

Podstawą i punktem wyjścia do rozważań nad istotą problemów naukowych były przyjęte założenia badawcze. Sformułowano je na podstawie posiadanej wiedzy zgromadzonej przed rozpoczęciem badań o właściwościach i możliwościach optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych oraz teorii i praktyki użycia śmigłowców w działaniach bojowych. Osiągnięcie każdego z celów badań naukowych było możliwe dzięki realizacji zadań badawczych.

Zastosowany w rozprawie algorytm poznania określonego obszaru niewiedzy miał charakter ściśle planowy i zorganizowany. Taki sposób działania wymagał zastosowania określonych metod naukowych, które umożliwiły efektywny przebieg badań i osiągnięcie postawionych celów.

1.1. Sytuacja problemowa

Dostrzeżenie określonej sytuacji, w której pewnych problemów nie można było rozwiązać na podstawie dotychczasowej wiedzy, a więc powstanie sytuacji problemowej, stało się punktem wyjścia do rozpoczęcia ściśle ukierunkowanego procesu badawczego.

Powstanie sytuacji problemowej, odnoszącej się do niniejszego tematu było rozłożone w czasie i wynikało między innymi z rodzenia się nowych koncepcji zwalczania śmigłowców, opartych na pasywnych metodach ich wykrycia i inteligentnych systemach sterowania środkami ogniowymi. W powstałej nowej sytuacji autor dostrzegł pewne obszary niedostosowania dotychczasowych koncepcji użycia śmigłowców i potrzebę ich weryfikacji.

Podczas studiów w Akademii Obrony Narodowej (1994 – 1996), autor miał możliwość pierwszego kontaktu z problematyką dotyczącą zachowania żywotności bojowej śmigłowców w czasie ich działań na polu walki. Już ten pierwszy kontakt zaowocował powstaniem pracy dyplomowej nt. *„Przetwanie śmigłowców na współczesnym polu walki”*, która odnosiła się do różnych zagrożeń dla śmigłowców oraz wynikającej z nich taktyki użycia śmigłowców. Następnie, pomimo że autor kontynuował służbę na kolejnych stanowiskach dowódczo-sztabowych w jednostkach lotniczych, nie zaprzestał działalności naukowej przygotowując kilka publikacji do *„Przeglądu Sił Powietrznych”*, dotyczących poruszanego w rozprawie obszaru badań, jak również rozwijał swoje umiejętności samodzielnego prowadzenia badań, realizując prace naukowo-badawcze w dziedzinie doskonalenia systemu szkolenia personelu latającego w Wyższej Szkole Oficerskiej Sił Powietrznych (WSOSP).

W czasie dowodzenia jednostką lotniczą wyposażoną w śmigłowce autor miał możliwość współuczestniczenia w organizacji badań w zakresie wykrycia śmigłowca w paśmie akustycznym, a przy pomocy i udziale zespołu naukowo-badawczego Instytutu Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej przeprowadził badania w zakresie specyfiki wykrycia śmigłowca w paśmie termowizji. Skutkowały one zrealizowaniem prac naukowo-badawczych na temat: *„Możliwości wykrycia śmigłowca w zakresie podczerwieni”* oraz *„Ewolucja taktyki śmigłowców wynikająca ze stosowania pasywnych środków walki”*. Ponadto, autor kierował pracami dyplomowymi studentów WSOSP o szerokim spektrum tematycznym, które dotyczyły przede wszystkim problematyki lotnictwa wojsk lądowych, w tym ich działań w warunkach stosowania systemów optoelektronicznych.

Wszystko to zaowocowało u autora pewnymi przemyśleniami i spostrzeżeniami. Zrodziły się pytania będące osnową problemów naukowych. Do nich należały wątpliwości:

- Jakimi właściwościami cechują się optoelektroniczne środki obserwacyjne i jakie mają zastosowanie na śmigłowcach?
- W jaki sposób może oddziaływać na śmigłowce przeciwnik wyposażony w takie środki?

- Na które elementy taktyki użycia śmigłowców mogą mieć bezpośredni wpływ możliwości taktyczno-techniczne optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych?
- W jakich kierunkach należy się spodziewać zmian w taktyce użycia śmigłowców z uwagi na zwiększanie możliwości tych środków?

Reasumując, z jednej strony narastanie twórczego niepokoju i pojawienie się pytań dotyczących właściwości i możliwości optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych, a z drugiej chęć wykazania powiązania tychże właściwości z ewolucją taktyki śmigłowców, zaowocowała sformułowaniem problemów naukowych. To było podstawą do ustalenia tematu rozprawy doktorskiej: „**Wpływ stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na taktykę śmigłowców**” oraz innych założeń metodologicznych.

1.2. Założenia metodyczne

Na podstawie analizy tematu rozprawy autor przyjął, że **przedmiotem badań** będą

relacje między optoelektronicznymi urządzeniami obserwacyjnymi a taktyką śmigłowców,

w aspekcie:

- właściwości cechujących te urządzenia;
- zastosowania ich na śmigłowcach i w środkach obrony przeciwśmigłowej;
- możliwości przeciwdziałania śmigłowcom;
- zwiększania możliwości taktyczno-technicznych śmigłowców⁴.

⁴ W niniejszej rozprawie zamierzam zajmować się taktyką tych śmigłowców LWL, których rozpatrywany problem będzie dotyczył. Tak więc będą to zarówno śmigłowce w szerokim pojęciu „bojowe” (uderzeniowe i wsparcia bojowego), jak i transportowe.

Takie ujęcie przedmiotu dociekań spowodowało, iż badaniom poddano obszerne spektrum właściwości technicznych optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych oraz ich taktyczne możliwości w aspekcie wykorzystania w działaniach bojowych śmigłowców. Pracy badawczej wytyczono zaś **główny cel**:

Ustalenie elementów taktyki śmigłowców, które w największym stopniu uwzględniają wykorzystanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych.

Tak sformułowane, przedmiot oraz cel badań były traktowane jako zasadnicze wytyczne w prowadzonych dociekania naukowych. Z metodycznego punktu widzenia nie wyczerpywały one wszystkich (zwłaszcza szczegółowych) celów i przedmiotów badań. Zakładając jednak, że w ramach podjętego zakresu badań są one wystarczające, następnie sprecyzowane zostały **problemy badawcze**. Istota problemów badawczych została wyrażona w postaci następujących pytań:

Które z optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych i w jakim zakresie mają istotny wpływ na taktykę użycia śmigłowców?

Jakie są główne tendencje zmian w taktyce śmigłowców zdeterminowane rozwojem tych urządzeń i środków?

Na podstawie przeprowadzonych badań wstępnych, posiadanej wiedzy i doświadczenia sformułowano **hipotezy robocze**:

Wiele symptomów świadczy o tym, że rozwój radiolokacyjnych systemów wykrywania, wzrost skuteczności przeciwlotniczych środków rażenia, doskonalenie właściwości lotno-taktycznych śmigłowców, ich systemów uzbrojenia i samoobrony powodował ciągłe zmiany w taktyce śmigłowców. Zaistniała między innymi potrzeba wykonywania zadań na bardzo małych wysokościach, zwiększyła się głębokość bojowego oddziaływania, zmianom uległy sposoby ataku, ich skuteczność czy też działania nad terenem przeciwnika. W ostatnich latach dostrzega się coraz szersze zastosowanie nowych – optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych zarówno

w pokładowych systemach rozpoznania, nawigacji i uzbrojenia śmigłowców, jak i w naziemnych systemach wykrywania i zwalczania celów niskolejących, w szczególności śmigłowców.

Przypuszczam, że wzrost możliwości pokładowych systemów obserwacyjnych, dzięki urządzeniom optoelektronicznym, ukierunkowany będzie na zapewnienie pełnej swobody działań śmigłowców w warunkach słabej widoczności (lub niemożliwości prowadzenia obserwacji wzrokowej), przy pełnym wykorzystaniu cech maskujących terenu. W systemach naziemnych, dzięki urządzeniom optoelektronicznym, poprawie ulegać będą możliwości wykrycia celu niskolejącego w warunkach silnych zakłóceń elektronicznych, bez zdradzania własnej aktywności.

W związku z powyższym, taktyka śmigłowców w znacznym stopniu uzależniona będzie od możliwości i specyfiki działania pokładowych urządzeń obserwacyjnych w stosunku do możliwości podobnych urządzeń naziemnych, wchodzących w skład systemów przeciwlotniczych. Nowe możliwości, które wniesie termowizja, noktowizja czy termolokacja wprowadzać będzie w szerokim zakresie zmiany w sposobach: uzyskiwania informacji o obiektach uderzeń lub zwalczanych celach powietrznych, pokonywania systemu OPL, zabezpieczenia działań i atakowania obiektów.

Sądzę, że rosnące możliwości środków walki podyktują dalsze zmiany w taktyce śmigłowców. Wprowadzanie do środków rażenia tzw. „sztucznej inteligencji”, opartej między innymi na właściwościach termowizji, zapewne przewartościuje wiele założeń taktyki śmigłowców. Stworzy im nowe możliwości, w pewnym stopniu zwiększy ich żywotność w trakcie realizacji zadań. Rosnąca skuteczność środków rażenia może powodować zmiany sposobów działania śmigłowców i ataku, wprowadzać inne skuteczne formy oddziaływania na przeciwnika.

W ślad za tym, wystąpić może wiele nowych zagrożeń dla śmigłowców, zarówno na ziemi, jak i w powietrzu. Duża skuteczność takich środków rażenia, jak amunicja inteligentna, przeciwlotnicze środki raketowe, miny przeciwśmigłowcowe powodowała będzie poważne ograniczenia swobody działań śmigłowców, również na niskich pułapach lotu. Wysunięte lądowiska będą zdolne (ograniczone) do przyjmowania małych grup (lub pojedynczych śmigłowców), co z kolei spowoduje zmiany w sposobach zabezpieczenia działań śmigłowców.

Dla osiągnięcia przyjętego celu badań oraz weryfikacji hipotez zostały ustalone następujące **zadania badawcze**:

Przeanalizować możliwości taktyczno-techniczne pokładowych i naziemnych optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych, wnioski z dotychczasowego ich wykorzystania oraz perspektywy ich rozwoju, aby ustalić, które z zalet (możliwości) tych urządzeń mogą wpływać na taktykę śmigłowców.

Ocenić, w jaki sposób następowały zmiany w taktyce śmigłowców pod wpływem dotychczasowego stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych.

W wyniku wnioskowania ustalić zmiany w taktyce śmigłowców determinowane rozwojem tych urządzeń.

1.3. Przebieg badań

W procesie badawczym zastosowane zostały różnorodne metody badawcze. Przyjęto pewien model metodologiczny nauk, oparty na podejściu systemowym⁵. Jego istota polega na postrzeganiu przedmiotu badań jako systemu działania. Bowiem założenia użycia śmigłowców, a więc myśl taktyczna musi być w ści-

⁵ **System** jest pojęciem desygnującym pewną całość tworzoną przez określony zbiór obiektów (elementów) i powiązań (relacji) między nimi, rozpatrywaną z określonego punktu widzenia (aspekt badań). P. Sienkiewicz, *Podstawy teorii systemów*, Warszawa 1993, s. 15.

słej relacji z myślą techniczną – zdobyciami technicznymi determinującymi możliwości taktyczne śmigłowców i środków ograniczających ich działanie.

Prowadzenie badań w oparciu o podejście systemowe odbywało się z zastosowaniem klasycznych **teoretycznych i empirycznych metod badawczych**. Weryfikację hipotez, a przez to rozwiązanie problemów naukowych, zamierzano osiągnąć, przede wszystkim poprzez realizację szczegółowych zadań badawczych z wykorzystaniem **analizy i syntezy**. Wzajemne przeplatanie się tych nierozłącznych metod pozwoliło na syntetyczne ujęcie badanych problemów i esencjonalne przedstawienie wiedzy niezbędnej do osiągnięcia celu niniejszej rozprawy doktorskiej. Metody te pozwoliły również na krytyczną ocenę literatury fachowej oraz badanych rozwiązań funkcjonalnych.

Metoda **analizy** posłużyła do pozyskania materiału badawczego, w wyniku myślowego rozdzielenia na części zdarzeń i procesów złożonych. Metoda ta była wiodącą w badaniach właściwości techniki termowizji i noktowizji oraz prawidłowości rozwoju taktyki użycia śmigłowców. Zastosowanie tej metody dało możliwość wyodrębnienia istotnych możliwości taktyczno-technicznych optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych oraz elementów dotyczących ewolucji taktyki śmigłowców. Metoda **syntezy** była natomiast pomocna w uogólnieniu faktów jednostkowych wynikających z analizy zebranego materiału naukowego, między innymi do określania relacji zachodzących pomiędzy właściwościami optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych a taktyką śmigłowców.

Istotną metodą badawczą, zastosowaną do badań ewolucji taktyki w odniesieniu do wzrostu możliwości środków technicznych było **porównanie** wyodrębnionych stanów przeszłych do teraźniejszych. Na tej podstawie, w znacznej mierze autor mógł ustalić zasadność hipotez roboczych oraz prognozować możliwe kierunki zmian w taktyce użycia śmigłowców.

Z porównaniem, a szczególnie z syntezą ściśle związana była **metoda uogólnienia**, jako operacja myślowa przechodzenia od twierdzeń o pojedynczym zjawisku do twierdzeń bardziej ogólnych. W procesie badawczym, autor czynił to poprzez łączenie faktów dotyczących ewolucji taktyki śmigłowców w odniesieniu do możliwości naziemnych i pokładowych optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych, na zasadzie stwierdzenia współzależności. Dzięki uogólnieniu możliwe

było ujawnienie cech i zjawisk powtarzalnych, co z kolei prowadziło do wykrywania ich przyczyn, czyli określania prawidłowości rozwoju taktyki śmigłowców. Uogólnienie oparte na porównaniu nieodłącznie towarzyszyło syntezie, ściśle wiążąc się z analizą.

Celowym było też zastosowanie **abstrahowania** poprzez **idealizację**. Metoda ta pozwoliła na wyeliminowanie rozległych relacji i opisów przedmiotu badań, nieistotnych z punktu widzenia rozprawy i zadań badawczych, dzięki temu możliwe było skupienie się na zasadniczych problemach badawczych.

W procesie badawczym dużą część nowej wiedzy o możliwościach wykorzystania urządzeń pracujących w paśmie optycznym i ich wpływie na ewolucję taktyki śmigłowców uzyskano w wyniku **wnioskowania**. Poprzez wnioskowanie, czyli proces myślowy, za pośrednictwem którego z jednego lub kilku twierdzeń wyprowadza się nowe twierdzenie, autor mógł rozumowo wyprowadzać nową wiedzę z wiedzy już istniejącej.

W procesach myślowych wyciągania wniosków z przesłanek na bazie zebranego materiału naukowego, czy też formułowania definicji, bądź sądów naukowych dotyczących rozpatrywanego obszaru wiedzy, autor stosował metody logiki formalnej, czyli **dedukcję, indukcję i analogię**.

Wnioskowanie dedukcyjne było rodzajem wnioskowania, w którym wnioski logiczne wypływały z przyjętych założeń. Metoda ta była stosowana wtedy, gdy znane były ogólne mechanizmy oddziaływania rozpatrywanych środków optoelektronicznych na kształtowanie taktyki śmigłowców.

Z kolei **wnioskowanie indukcyjne** wskazywało, w jaki sposób na podstawie znajomości elementarnych i szczegółowych zależności między techniką i taktyką, przechodzić można do twierdzeń ogólniejszych, zawsze jednak opartych na doświadczeniu empirycznym.

Poprzez zastosowanie **analogii** wyciągnięto daleko idące wnioski co do możliwości wykorzystania pokładowych (śmigłowce) i naziemnych (OPL) optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych w działaniach bojowych, bazując na stosowanych rozwiązaniach i doświadczeniach z minionych konfliktów zbrojnych. Analogia była metodą pośrednią między indukcją a dedukcją, stanowiła jeden ze środków do tworzenia nowych założeń dotyczących przyszłości taktyki śmigłowców.

Na etapie badań właściwych przeprowadzono również **eksperyment naukowy**, polegający na badaniu możliwości wykrycia śmigłowca W-3 Sokół w zakresie podczerwieni na ziemi i w powietrzu przy użyciu kamery termowizyjnej, a przy wykorzystaniu specjalnego programu komputerowego wykazano (potwierdzono) wpływ różnych uwarunkowań na możliwości tego typu środków. Badania te posłużyły również do wypracowania pewnych wniosków dotyczących taktyki użycia śmigłowców.

W celu uzyskania dodatkowej, uzupełniającej wiedzy, przede wszystkim w zakresie rozwoju, a tym samym zwiększania wpływu optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na taktykę użycia śmigłowców zastosowano metodę **empiryczną obserwacji naukowej** oraz **badania sądów** (opinii) osób o dużym doświadczeniu w tej dziedzinie, długoletnich praktyków oraz osób naukowo zajmujących się powyższą problematyką. Były to konsultacje i wywiady prowadzone ze specjalistami Akademii Obrony Narodowej, Instytutu Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej, Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, Instytutu Chemii i Radiometrii, kierowniczą kadrą Sił Powietrznych i wybranym personelem latającym LWL, w celu poznania poglądów i zasięgnięcia opinii na temat potrzeb wyposażenia śmigłowców między innymi w nowoczesne systemy obserwacyjno-celownicze i środki rażenia, perspektywy zmian w taktyce użycia śmigłowców w aspekcie rozwoju środków walki.

Badania przeprowadzone **metodą badania sądów** (opinii) **dostarczyły bogatego materiału uzupełniającego, pozwalającego na weryfikację rezultatów badań osiągniętych innymi metodami.**

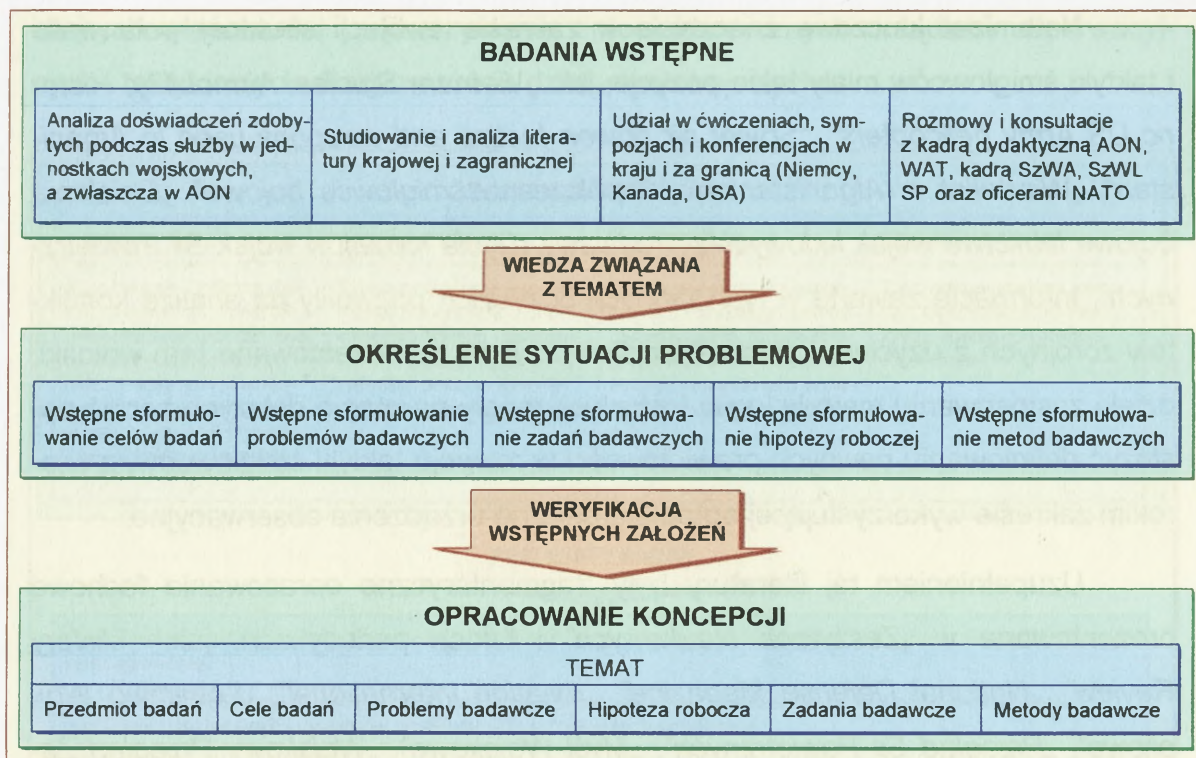
Metoda **obserwacji naukowej** wykorzystana między innymi w czasie realizacji pewnych projektów naukowych przez pracowników Instytutu Optoelektroniki WAT oraz podczas ćwiczeń z wojskami z wykorzystaniem śmigłowców wyposażonych w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne i środki rażenia naprowadzane w paśmie podczerwieni (16. pułk śmigłowców przeciwpancernych w Celle – Niemcy) potwierdziła w pełni słuszność przyjętych rozwiązań i znacznie poszerzyła rezultaty prowadzonych badań.

Proces badawczy, którego efektem są treści niniejszej rozprawy podzielony został na trzy etapy:

- **wstępny etap badań**, obejmujący dociekania naukowe, w wyniku których ustalono temat oraz określono założenia i przebieg procesu badawczego;
- **etap badań właściwych**, w którym w wyniku realizacji szeregu przedsięwzięć badawczych, zostały opracowane rozdziały merytoryczne rozprawy;
- **etap końcowy**, to ostateczna weryfikacja wyników badań i wniesienie poprawek oraz zredagowanie rozprawy doktorskiej.

Wstępny etap badań (rys. 1) zainicjowany został doświadczeniami zdobytymi podczas studiów w Akademii Obrony Narodowej, a w szczególności w wyniku prowadzonych badań w obszarze możliwości zachowania żywotności bojowej przez śmigłowce, co było przedmiotem pracy dyplomowej autora. Na tym etapie badań wykorzystano również doświadczenia zdobyte podczas pełnienia dalszej służby w jednostkach lotniczych. Szczególną inspiracją stały się doświadczenia z zakresu właściwości i możliwości urządzeń pracujących w paśmie podczerwieni i noktowizji, zdobyte podczas kontaktów roboczych z pracownikami naukowymi Instytutu Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej. Uzupełnienie niezbędnej wiedzy w tym obszarze pozwoliło autorowi na krytyczną ocenę dostępnej literatury fachowej i materiałów źródłowych, dotyczących sposobu i zakresu interpretacji faktów odnoszących się do roli optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych w kształtowaniu taktyki użycia śmigłowców.

W zasobach biblioteki Akademii Obrony Narodowej nie znaleziono żadnej pozycji literatury, która zawierałaby interpretacje w obszarze tematu zaproponowanego przez autora w rozprawie doktorskiej. Ze względu na specyfikę uczelni, biblioteka nie posiadała również najnowszej literatury dotyczącej urządzeń optoelektronicznych, mających zastosowanie na śmigłowcach lub w przeciwśmigłowcowych systemach wykrywania i zwalczania. Tak więc oceniono, iż istnieje obszar oczywistego braku opracowań naukowych w zasobach biblioteki uczelnianej.



Rys. 1. Etap badań wstępnych

Źródło: opracowanie własne

Zasadniczą pozycję procedury badawczej na tym etapie stanowiły **studia literatury przedmiotu badań** w wersji polsko- i anglojęzycznej, pozyskanej głównie z bibliotek WAT, ITWL i WICHIR. Z uwagi na fakt posiadania bardzo ubogiej wiedzy w zakresie zjawisk zachodzących w paśmie optycznym i urządzeń pracujących w tym zakresie, studia literatury były często uzupełniane dyskusją i konsultacjami z kadrami dydaktyczno-naukową Instytutu Optoelektroniki WAT. Stymulowane one były powstałą sytuacją problemową.

Na tym etapie badań, do najcenniejszych pozycji literatury poświęconej właściwościom termowizji i noktowizji oraz urządzeniom je wykorzystującym należały: „*Introduction to Electro-Optical Imaging and Tracking Systems*”, „*Modelowanie, analiza i weryfikacja eksperymentalna dla potrzeb konstrukcji wieloczułkowego, pasywnego systemu wykrywania śmigłowców*”, „*Awionika, przyrządy i systemy pokładowe*”. Opracowania te zezwoliły na bliższe zrozumienie zjawisk fizycznych zachodzących w paśmie noktowizji i termowizji oraz generowania obrazu w technice podczerwieni, a ponadto dały ogólną wiedzę w zakresie rozwoju sensorów pracujących w paśmie optycznym.

Natomiast kluczowe znaczenie w zakresie ewolucji struktury pola walki i taktyki śmigłowców miały takie pozycje, jak: „*Vietnam Studies: Airmobility, Historic US Army helicopters*”, „*Soviet air power: tactics and weapons used in Afganistan*”, „*Wiertolot w Afganistanie*”, „*Współczesne śmigłowce bojowe*”, „*Działania bojowe lotnictwa wojsk lądowych*”, „*Podstawy użycia rodzajów wojsk Sił Powietrznych*”. Informacje zawarte w tych i innych pozycjach pozwoliły na analizę konfliktów zbrojnych z użyciem lotnictwa wojsk lądowych, a prezentowane tam wnioski, dzięki zastosowaniu metody logiki formalnej, mogły na etapie dalszych badań posłużyć definiowaniu pewnych prawidłowości w rozwoju taktyki śmigłowców, z szerokim zakresem wykorzystującej optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne.

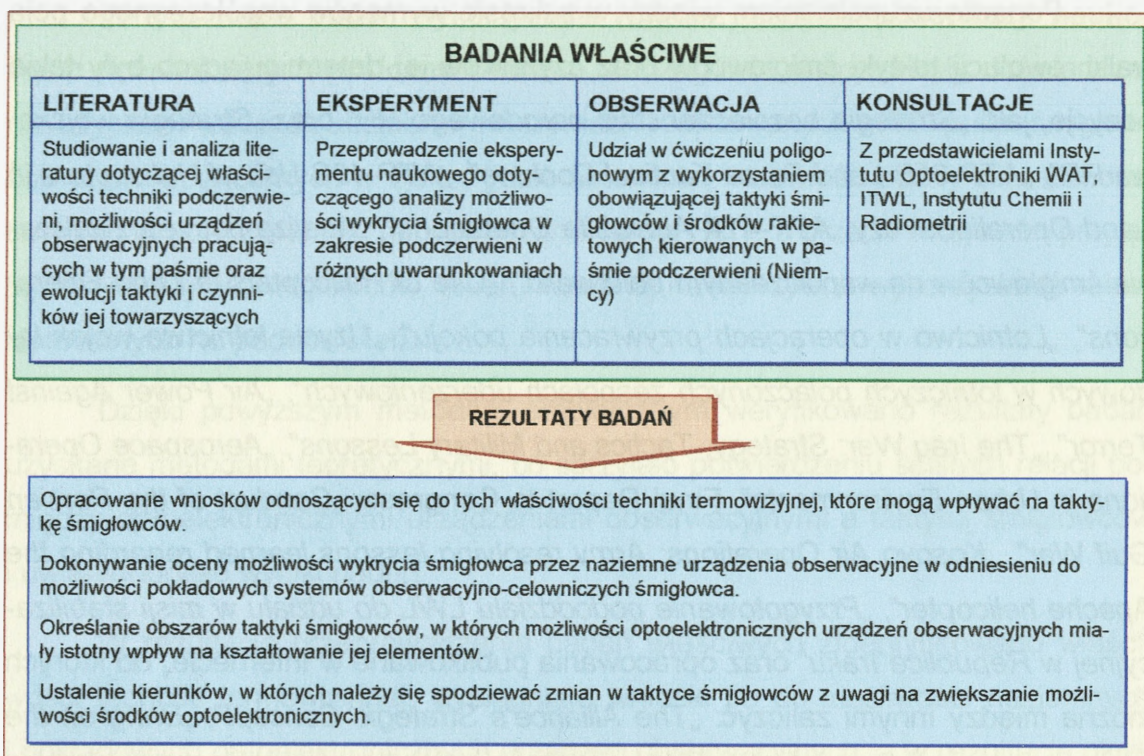
Uzupełnieniem tej literatury były fragmentaryczne opracowania fachowe prezentowane w „*Zeszytach Naukowych*” i takich periodykach, jak: „*Military Review*”, „*National Defense Magazine*”, „*Aviation international*”, „*Lotnictwo Wojskowe*”, „*Przegląd Sił Powietrznych*”, „*Myśl Wojskowa*”, „*Wojskowy Przegląd Zagraniczny*”, „*Nowa technika wojskowa*” i „*Lotnictwo i kosmonautyka*”. Pogłębiano wiedzę w materiałach reklamowych różnych firm i publikacjach internetowych, zawierających między innymi bogate ilustracje dotyczące najnowszych rozwiązań w dziedzinie wyposażenia śmigłowców i naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne.

Te oraz inne pozycje literatury podane w bibliografii były źródłem informacji o właściwościach optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych oraz możliwościach ich wykorzystania na śmigłowcach i w systemach obrony przeciwlotniczej. Wiedzę tę starano się ugruntować i zweryfikować uczestnicząc aktywnie w ćwiczeniach, szkoleniach i seminariach.

Wysunięte wnioski ze studiów literatury i rozmów z ekspertami pozwoliły na wstępne sformułowanie celu badań, problemów naukowych, zadań badawczych i hipotez roboczych, a następnie weryfikację tych założeń. Etap ten został zamknięty opracowaniem koncepcji rozprawy.

W etapie badań właściwych (rys. 2) skupiono się na prowadzeniu pogłębionych badań teoretycznych i empirycznych. Polegały one na dalszym poszukiwaniu, studiowaniu i badaniu literatury, przeprowadzeniu eksperymentu naukowego, obserwacji ćwiczeń oraz uczestniczeniu w sympozjach i konferencjach doty-

czących właściwości i wykorzystania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych i taktyki użycia śmigłowców w działaniach bojowych.



Rys. 2. Etap badań właściwych

Źródło: opracowanie własne

Do dodatkowej literatury przedmiotu pozyskanej na tym etapie badań, dotyczącej właściwości techniki noktowizyjnej i termowizyjnej – zwłaszcza tych jej cech, które mogą wpływać na taktykę śmigłowców, możliwości optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych stosowanych na pokładzie śmigłowca i w systemach obrony przeciwlotniczej (przeciwśmigłowcowej), należy zaliczyć między innymi: „*Pomiary termowizyjne w praktyce*”, „*Sensor and data fusion*”, „*The Infrared Handbook*”, „*Sources of Radiation The Infrared and Electro-Optical Systems Handbook*”, „*Środki dymne o podwyższonych własnościach maskujących wobec promieniowania podczerwonego*”, „*Dymy jako element systemu maskowania w obszarze taktycznym*”.

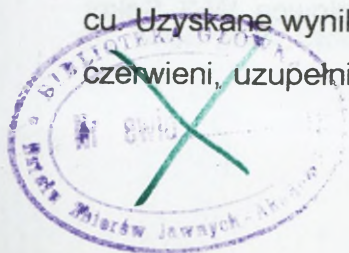
Literatura ta posłużyła przede wszystkim do dokładnego zrozumienia istoty badanych zjawisk, opracowania założeń teoretycznych i przeprowadzenia eksperymentu naukowego w zakresie wykrycia i rozpoznania śmigłowca W-3 Sokół

w paśmie podczerwieni, a także wypracowania wniosków dotyczących czynników determinujących ewolucję taktyki śmigłowców.

Ponadto uzupełnieniem wiedzy w zakresie wymogów współczesnego pola walki, ewolucji taktyki śmigłowców oraz czynników jej determinujących były takie pozycje, jak: „Strategia bezpieczeństwa narodowego RP” oraz „Strategia wojskowa RP”, „ATP-35B Land Force Tactical Doctrine”, „ATP-49C Use of Helicopters in Land Operations” czy „ATP-41A Airmobile Operations”, „Analiza potrzeb zwalczania śmigłowców na współczesnym polu walki”, „Use of Helicopters in Land Operations”, „Lotnictwo w operacjach przywracania pokoju”, „Użycie lotnictwa wojsk lądowych w lotniczych połączonych zespołach uderzeniowych”, „Air Power Against Terror”, „The Iraq War: Strategy, Tactics and Military Lessons”, „Aerospace Operations in Urban Environments”, Final Report to Congress: „Conduct of the Persian Gulf War”, „Kosovo Air Operations: Army resolving lessons learned regarding the Apache helicopter”, „Przygotowanie pododdziału LWL do udziału w misji stabilizacyjnej w Republice Iraku” oraz opracowania publikowane w Internecie, do których można między innymi zaliczyć: „The Alliance’s Strategic Concept”, „Bring on the Night”, „Helicopter fire control and electronic systems”, „Gunship sensors optimized for urban warfare. New sight targeting systems for Cobra”, „Apache, address fratricide”.

Podczas badań, ukierunkowanych na określenie obszarów taktyki działań śmigłowców wrażliwych na możliwości oddziaływania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych, korzystano często z opinii ekspertów, a wyciągane wnioski na bieżąco poddawano stosowanej ocenie. Bardzo przydatne okazały się konsultacje z przedstawicielami Instytutu Optoelektroniki WAT, Instytutu Chemii i Radiometrii, Akademii Obrony Narodowej, jak również oficerami lotnictwa innych państw (zwłaszcza Niemiec i Kanady).

Szczególnie ważnym, było przeprowadzenie **eksperymentu naukowego** z wykorzystaniem śmigłowca W-3 Sokół, kamer termowizyjnych i środków maskujących (rozdział 3). Dostarczył on istotnych wniosków dotyczących możliwości wykrycia śmigłowca przez naziemne, optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne w stosunku do możliwości tego typu środków stosowanych na pokładzie śmigłowcu. Uzyskane wyniki badań, z uwagi na brak środków maskujących w paśmie podczerwieni, uzupełnione zostały w tym zakresie prezentacją rezultatów badań pro-



wadzonych w Instytucie Chemii i Radiometrii, a wysnuwane wnioski, na bieżąco poddawano krytyce eksperckiej.

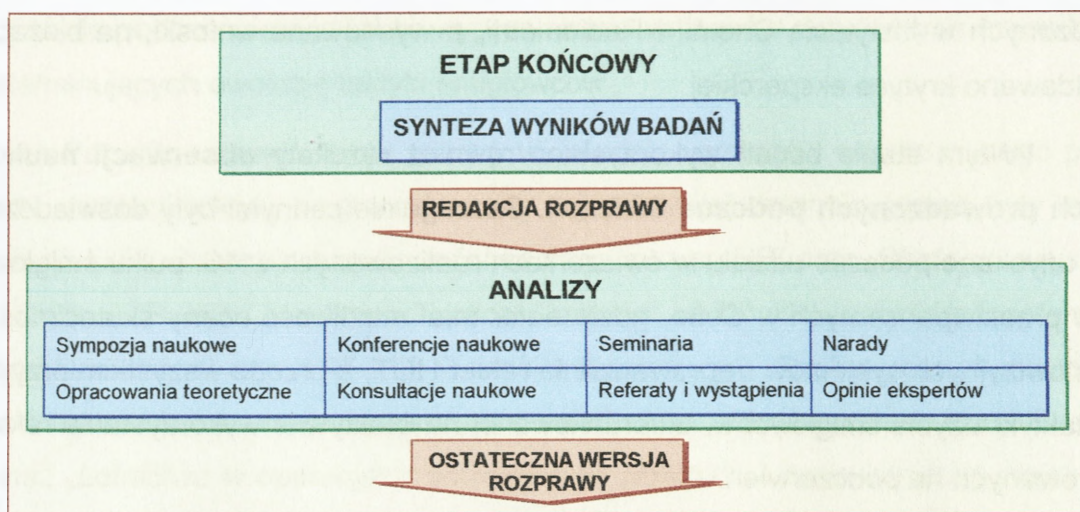
W tym etapie badań wykorzystano również rezultaty **obserwacji naukowych prowadzonych podczas ćwiczeń**. Szczególnie cennymi były doświadczenia uzyskane podczas udziału w ćwiczeniach realizowanych w 16. pułku śmigłowców przeciwpancernych w Celle, gdzie autor miał możliwość oceny skuteczności termowizyjnych systemów naprowadzania rakiet HOT, a przede wszystkim przyjętej taktyki użycia śmigłowców, ukierunkowanej na efektywne wykorzystanie rakiet kierowanych na podczerwień.

Dzięki powyższym metodom empirycznym weryfikowano rezultaty badań uzyskane metodami teoretycznymi, co sprzyjało potwierdzeniu ścisłych relacji pomiędzy optoelektronicznymi urządzeniami obserwacyjnymi a taktyką śmigłowców i uwiarygodniało wyniki badań.

W rezultacie przeprowadzenia badań właściwych zidentyfikowano właściwości techniki termowizyjnej, wyciągnięto wnioski co do możliwości naziemnych i pokładowych optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych, a w rezultacie określono obszary i kierunki zmian w taktyce śmigłowców stymulowane przez powyższe czynniki.

Etap trzeci, to syntetyczne opracowanie otrzymanych wyników badań oraz zakończenie procesu redagowania rozprawy. W trakcie redakcji badane problemy naukowe poddane zostały dodatkowej analizie pod względem ilościowym, jakościowym i problemowym (rys. 3).

Na ostateczną treść proponowanych rozwiązań istotny wpływ wywarły również prowadzone przez autora inne prace badawcze. Doskonalono w nich warsztat badawczy, a pozwoliły one na częściową weryfikację rezultatów badań. Cenny był również udział autora w sympozjach, seminariach, naradach i konferencjach, które oprócz poszerzania wiedzy w obszarze prowadzonych badań i weryfikowania uzyskiwanych wyników dociekań, pozwalały na pogłębianie umiejętności w zakresie organizacji i prowadzenia badań naukowych. Szczególnie wartościowy dla zweryfikowania częściowych wyników badań był udział w konferencji organizowanej przez Dowództwo wojsk Lądowych w kwietniu 2006 r. nt. „Doświadczenia i wnioski z użycia lotnictwa wojsk lądowych w misji w Republice Iraku”.



Rys. 3. Etap badań końcowych

Źródło: opracowanie własne

Reasumując, przeprowadzony cykl różnorodnych badań i zastosowane metody badawcze pozwoliły na pozytywną weryfikację przyjętych hipotez roboczych oraz okazały się wystarczające do zrealizowania przedstawionych zadań badawczych, rozwiązania problemów naukowych i osiągnięcia zamierzonych celów badań. Rezultaty tych badań oraz wynikające z nich wnioski stanowią treść niniejszej dysertacji.

ROZDZIAŁ 2

OPTOELEKTRONICZNE URZĄDZENIA OBSERWACYJNE

Analiza dotychczasowych wojen i konfliktów zbrojnych utwierdza w przekonaniu, że informacja jest jednym z najważniejszych czynników decydujących o powodzeniu w każdym etapie działań bojowych. Stanowi ona podstawowy komponent systemów zarządzania i dowodzenia, zabezpieczenia wszelkich działań, wnikliwej analizy i oceny ich przebiegu oraz wypracowania trafnych wniosków. Trudno sobie wyobrazić jakiegokolwiek działania bez informacji o sytuacji powietrznej, obiekcie działań, siłach i środkach własnych oraz przeciwnika.

Jeszcze w niedalekiej przeszłości, za pozyskiwanie i dystrybucję informacji odpowiedzialny był system obserwacji wzrokowej, który bez wspomagania urządzeniami technicznymi stawał się coraz bardziej nieskuteczny. Rozwijające się koncepcje prowadzenia działań bojowych wymagały stosowania coraz to nowszych środków walki, te zaś determinowane były potrzebami w zakresie pozyskiwania informacji. Rozwój technologii sprzyjał powstawaniu nowych technik obserwacji, które sprzęgane ze sobą minimalizowały obszary niepewności, bądź braku informacji oraz rodziły jej nową jakość.

2.1. Identyfikacja urządzeń obserwacyjnych

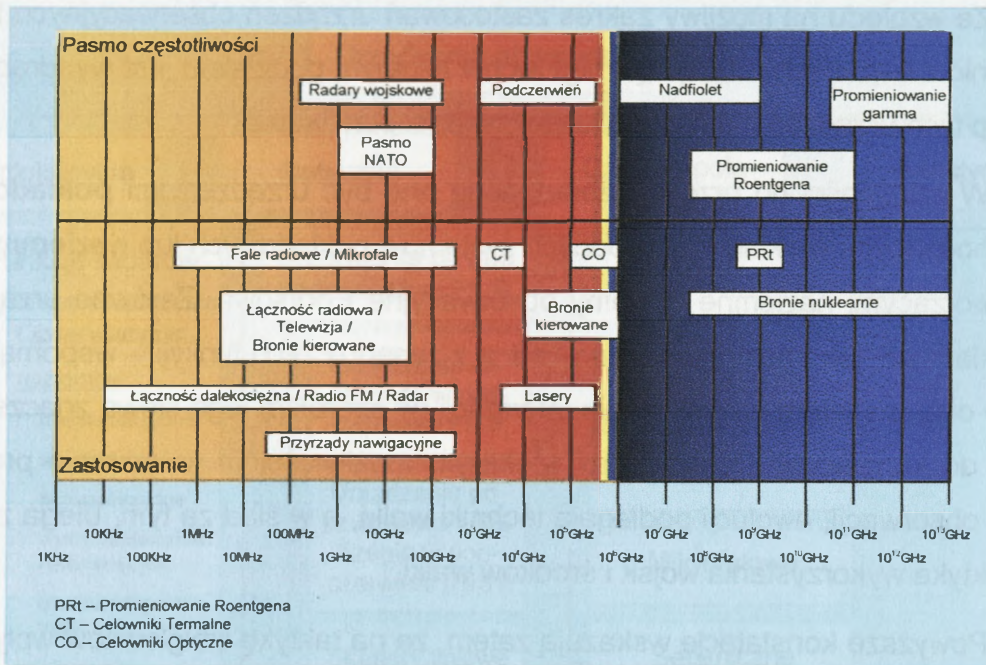
Optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne stanowią istotny element systemu zdobywania informacji o sytuacji na polu walki. Ich użycie w przypadku działań śmigłowców będzie mieć miejsce w powiązaniu z wykorzystywaniem innych urządzeń obserwacyjnych cechujących się odmiennymi niż systemy optoelektroniczne właściwościami detekcji. W związku z potrzebą precyzyjnego określenia wpływu optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na taktykę śmigłowców niezbędne było dokonanie badań ukierunkowanych na określenie miejsca powyższych urządzeń obserwacyjnych w ramach pełnego spektrum urządzeń obserwacyjnych, a także wykazanie specyfiki zastosowań taktycznych urządzeń optoelektronicznych w porównaniu z pozostałymi.

Wyniki dociekań naukowych będące treścią niniejszego rozdziału dysertacji w szerokim stopniu uwzględniły te obszary możliwości zastosowań urządzeń optoelektronicznych, w tym przede wszystkim urządzeń optoelektronicznych, które mają bezpośredni wpływ na taktykę śmigłowców. W sposób ograniczony do niezbędnego minimum scharakteryzowano zagadnienia związane z innymi zastosowaniami optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych, wykraczającymi poza obszar badań zdefiniowany w założeniach badawczych dysertacji.

W dobie współczesnej – w warunkach ciągłego zapotrzebowania na informację – nie sposób wyobrazić sobie skutecznych działań bojowych zgrupowań wojsk oraz użycia na polu walki śmigłowców bez znaczącego udziału nowoczesnych, kompleksowo stosowanych urządzeń obserwacyjnych. Identyfikując obszary użycia urządzeń obserwacyjnych w aspekcie taktyki śmigłowców można założyć, że w zależności od sytuacji operacyjno-taktycznej ich rolą może być: **wykrywanie, rozpoznanie, identyfikacja, śledzenie** obiektów pola walki, jak również **naprowadzanie** środków ogniowych na wykryty cel (obiekt). W każdej z tych funkcji niezbędna jest **obserwacja**, czyli czynność mająca na celu stwierdzenie zaistniałego zdarzenia lub śledzenie ciągu następujących po sobie zdarzeń. A zatem, urządzenia te będą stanowiły nieodzowny element różnorodnych systemów ostrzegania, rozpoznania i kierowania ogniem. W odniesieniu do taktycznego użycia śmigłowców urządzenia obserwacyjne stanowiąc będą również istotny element najnowocześniejszych układów nawigacyjnych, wielozadaniowych systemów kierowania ogniem oraz urządzeń czynnej i biernej samoobrony. Mogą one między innymi służyć:

- wspomaganie w procesie oceny sytuacji;
- określeniu zagrożenia i jego eliminowaniu;
- wypracowywaniu decyzji;
- wspomaganie w zwalczaniu celów powietrznych i niszczeniu obiektów naziemnych.

Współczesne pole walki, postrzegane przez pryzmat wojskowego wykorzystania energii elektromagnetycznej, to szerokie spektrum elektromagnetyczne różnych częstotliwości i długości fal (rys. 4).



Rys. 4. Spektrum elektromagnetyczne i jego wykorzystanie przez siły zbrojne

Źródło: opracowanie własne na podstawie: D. Miller, CH. F. Foss, Współczesna wojna lądowa, Espadon, Warszawa 1994, s. 66

Dzięki nowoczesnym technologiom, właściwości poszczególnych pasm częstotliwości mogą być skutecznie wykorzystywane między innymi w różnorodnych urządzeniach obserwacyjnych. W zależności od zastosowanych rozwiązań technicznych w tych urządzeniach, stosowanych technik obserwacji, ich przeznaczenia oraz zakresu wykorzystywanych fal, dokonywać można wielu podziałów⁶.

Ze względu na wykorzystywane pasma częstotliwości i stosowane techniki obserwacji, urządzenia te najogólniej można podzielić na:

- **optyczne** – pracujące głównie w paśmie widzialnym, nadfiolecie i podczerwieni;
- **radiolokacyjne** – wykorzystujące część pasma mikrofalowego;
- **akustyczne** – pracujące w paśmie fal akustycznych;
- **czujniki pola walki** – wykorzystujące różnorodne spektrum fal elektromagnetycznych.

⁶ Z uwagi na potrzeby pracy badawczej podlegały jedynie urządzenia wykorzystywane w technice bojowej – stosowane w lotnictwie śmigłowym bądź w walce przeciw śmigłowcom.

Ze względu na możliwy zakres zastosowań urządzeń obserwacyjnych bezpośrednio związanych z taktyką śmigłowców istotnym podziałem jest wyodrębnienie grup tych urządzeń z uwagi na ich miejsce na polu walki.

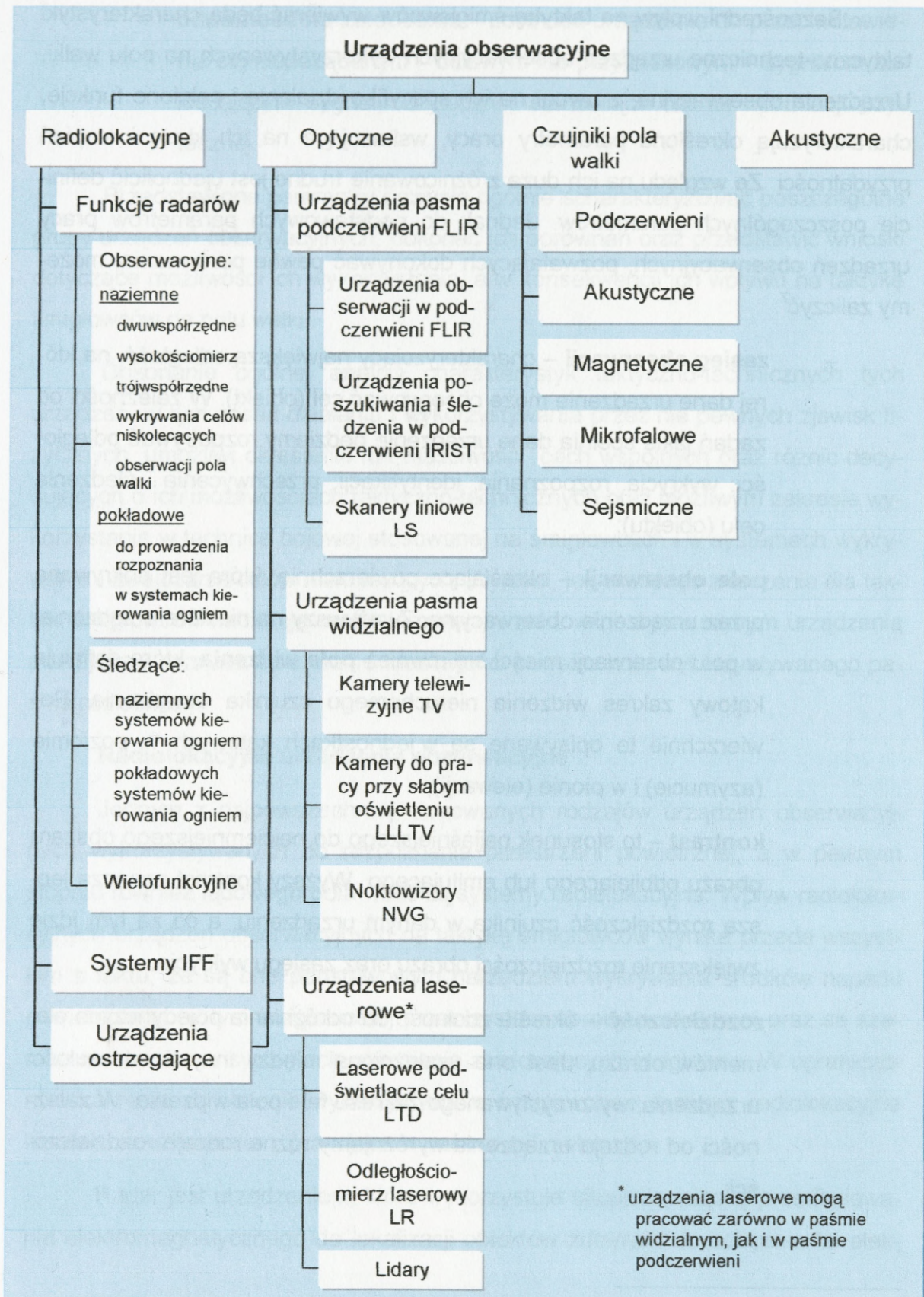
W zależności od przeznaczenia mogą one być urządzeniami **pokładowymi**, wchodzącymi w skład różnorodnych systemów pokładowych lub **naziemnymi**, współtworzącymi naziemne systemy obserwacyjne i ogniowe. Zarówno urządzenia pokładowe, jak i naziemne pełnią jedną z zasadniczych funkcji – wspomagają ludzkie oko, a system pozyskiwania informacji (w szerokim tego słowa znaczeniu) czynią doskonalszym. Dzięki coraz większym możliwościom w zakresie prowadzenia obserwacji, ewolucji podlegają techniki walki, a w ślad za tym, ulega zmianom taktyka wykorzystania wojsk i środków walki.

Powyższe konstatacje wskazują zatem, że na taktykę śmigłowców wpływać będą urządzenia obserwacyjne zarówno samych śmigłowców i innych statków powietrznych, jak również urządzenia obserwacyjne sił operujących w wymiarze lądowym, w tym związane ze środkami obrony przeciwlotniczej.

Analizowane w powyższym aspekcie urządzenia obserwacyjne między innymi umożliwiają:

- dostarczanie informacji o sytuacji powietrznej;
- rozpoznanie pola walki;
- wspomaganie systemów obserwacyjno-celowniczych współczesnego uzbrojenia.

Dla taktycznego użycia śmigłowców na polu walki ważne jest, że często urządzenia obserwacyjne posiadają odmienne cechy, pełnią różne funkcje, wykorzystują różnorakie zjawiska fizyczne. Urządzenia te w zależności od metody detekcji posiadają zarówno wiele cech wspólnych, jak i dzielą je zasadnicze różnice. Z uwagi na zastosowane rozwiązania techniczne, realizację zadań i zasadę działania urządzenia te możemy grupować na wiele sposobów określających ich specyfikę (rys. 5).



Rys. 5. Ogólna klasyfikacja urządzeń obserwacyjnych

Źródło: opracowanie własne

Bezpośredni wpływ na taktykę śmigłowców wywierać będą charakterystyki taktyczno-techniczne urządzeń obserwacyjnych wykorzystywanych na polu walki. Urządzenia obserwacyjne, z uwagi na ich specyfikę działania i pełnione funkcje, charakteryzują określone parametry pracy, wskazujące na ich klasę i stopień przydatności. Ze względu na ich duże zróżnicowanie trudno jest ujednoczyć definicje poszczególnych parametrów. Jednak do podstawowych parametrów pracy urządzeń obserwacyjnych, pozwalających dokonywać pewne porównania, możemy zaliczyć⁷:

- **zasięg obserwacji** – charakteryzujący największą odległość, na której dane urządzenie może obserwować cel (obiekt). W zależności od zadań jakie spełnia dane urządzenie będziemy rozpatrywać odległości: wykrycia, rozpoznania, identyfikacji, przechwycenia i śledzenia celu (obiektu);
- **pole obserwacji** – określające powierzchnię, która jest pokrywana przez urządzenie obserwacyjne. Zważywszy na niektóre urządzenia, w polu obserwacji mieści się również **pole widzenia**, które definiuje kątowy zakres widzenia nieruchomego czujnika urządzenia. Powierzchnie te opisywane są w jednostkach kątowych w poziomie (azymucie) i w pionie (elewacji);
- **kontrast** – to stosunek najjaśniejszego do najciemniejszego obszaru obrazu odbijającego lub emitującego. Wyższy kontrast oznacza lepszą rozdzielczość czujnika w danym urządzeniu, a co za tym idzie zwiększenie rozdzielczości obrazu oraz zasięgu wykrycia;
- **rozdzielczość** – określa zdolność do odróżniania pojedynczych elementów obrazu. Jest ona uzależniona między innymi od czułości urządzenia, wykorzystywanego zakresu fal i pola widzenia. W zależności od rodzaju urządzenia wyróżniamy różne rodzaje rozdzielczości;

⁷ Poszczególne parametry zdefiniowano na podstawie: *Encyklopedia techniki wojskowej*, MON, Warszawa 1987, s. 836; Z. Polak, A. Rypulak, *Awionika, przyrządy i systemy pokładowe*, WSOSP, Dęblin 2002, s. 512; G. W. Stimson, *Introduction to airborne radar*, Scitech Publishing, New Jersey 1998, s. 138.

- **odporność na zakłócenia** – zdolność urządzenia do przeciwstawienia się niepożądanym – celowym lub przypadkowym – sygnałom zakłócającym sygnały użyteczne, stanowiące nośnik informacji użytecznej.

Przedstawione parametry pozwolą ogólnie scharakteryzować poszczególne grupy urządzeń obserwacyjnych, dokonać ich porównań oraz przedstawić wnioski dotyczące możliwości ich wykorzystania, a w konsekwencji ich wpływu na taktykę śmigłowców na polu walki.

Dokonanie ogólnej analizy charakterystyk taktyczno-technicznych tych urządzeń, w tym zasad działania i wykorzystywania przez nie pewnych zjawisk fizycznych, umożliwi określenie ich właściwości, cech wspólnych oraz różnic decydujących o ich możliwościach taktyczno-technicznych oraz możliwym zakresie wykorzystania w technice bojowej stosowanej na śmigłowcach i w systemach wykrywania i zwalczania celów niskolecących. Wyjaśni, jak wielkiego znaczenia dla taktyki śmigłowców nabierają cechy termowizji i noktowizji, a tym samym urządzenia pracujące w tym zakresie, na tle właściwości powszechnie wykorzystywanego pasma radiolokacji.

Radiolokacyjne urządzenia obserwacyjne

Jednym z najpowszechniej stosowanych rodzajów urządzeń obserwacyjnych wykorzystywanych do rozpoznania przestrzeni powietrznej, a w pewnym stopniu również lądowego pola walki są systemy radiolokacyjne. Wpływ radiolokacyjnych urządzeń obserwacyjnych na taktykę śmigłowców wynika przede wszystkim z faktu, że są one podstawowym narzędziem wykrywania środków napadu powietrznego (w tym śmigłowców) przez system obrony powietrznej oraz są szeroko stosowane w systemach uzbrojenia zwalczających śmigłowce. W ograniczonym zakresie są obecnie wykorzystywane śmigłowcowe systemy radiolokacyjne kierowania uzbrojeniem, pracujące w paśmie milimetrowym.

Radar jest urządzeniem, które wykorzystuje skupioną wiązkę promieniowania elektromagnetycznego do lokalizacji obiektów zdolnych do odbijania fal elek-

tromagnetycznych. Jego praca jest możliwa dzięki następującym właściwościom fal elektromagnetycznych⁸:

- zdolności do odbijania się od przeszkód znajdujących się na ich drodze rozprzestrzeniania;
- stałej i bardzo dużej prędkości rozprzestrzeniania się;
- prostoliniowego rozchodzenia się w ośrodkach jednorodnych pod względem elektrycznym;
- zdolności do kierunkowego promieniowania i odbioru;
- zależności od pory dnia, roku oraz warunków atmosferycznych.

W pierwotnej formie radar służył jedynie do określania odległości, a ustalenie kierunku odbywało się drogą mechaniczną. W związku z tym, lokalizacja obiektu realizowana była jedynie szczątkowo. W dobie współczesnej, dzięki dużemu postępowi technicznemu, urządzenia obserwacyjne wykorzystujące zjawisko radiolokacji znalazły bardzo szerokie zastosowanie zarówno w technice wojskowej, jak i cywilnej. Jeszcze w nieodległej przeszłości stanowiły podstawową, a niekiedy jedyną metodę wspierania oka ludzkiego. Ich właściwości bardzo szybko zostały dostrzeżone, a informacje dostarczane przez te urządzenia nabierały coraz większego znaczenia.

Ze względu na sposób zbierania informacji i ich wykorzystania istnieje duża różnorodność podziałów urządzeń radiolokacyjnych. Stworzone w wyniku różnych klasyfikacji grupy mogą się wzajemnie przenikać, a także można w nich wydzielać dalsze podgrupy. Najbardziej oczywistym kryterium podziału są realizowane przez radar funkcje. Choć może się wydawać, że funkcja radaru jest jasno określona – ma zapewnić wykrycie i lokalizację wykrytego obiektu, to jednak konkretnie stawiane zadania modyfikują sposób funkcjonowania różnych radarów i powodują potrzebę specjalizacji, z czego wynikają różne klasy radarów.

Analizując wpływ radiolokacyjnych urządzeń obserwacyjnych na taktykę śmigłowców można wyróżnić dwie podstawowe klasy radarów o zasadniczo różnym przeznaczeniu i charakterystykach: radary obserwacyjne i radary śledzące.

⁸ Z. Polak, A. Rypulak, *Awionika, przyrządy i systemy pokładowe*, wyd. cyt., s. 419.

Radar obserwacyjny ma za zadanie regularnie przeszukiwać pewną przestrzeń, wykrywać w tej przestrzeni obiekty, mierząc ich współrzędne i przekazywać do określonego zbioru informacji radiolokacyjnej (fot. 1).



Fot. 1. Stacjonarny, trójwspółrzędny radar dalekiego zasięgu NUR-12 M. W Polsce będzie on stanowił stawowe źródło informacji radiolokacyjnej dla systemu OP NATO

Źródło: S. Babiarz, Kierunki rozwoju i modernizacji sprzętu radiolokacji w dobie zmian strukturalnych i funkcjonalnych, Materiały z konferencji szkoleniowo-metodycznej kierowniczej kadry WRt, Kiekrz 2003, s. 5

Radary tej klasy cechuje niewielka dokładność pomiarów współrzędnych celu (około 100 m dla odległości, 0,25 dla azymutu i 500 m dla pomiaru wysokości – mierzone dla odległości około 200 km), jednak mogą one wykrywać różnej klasy obiekty na odległość do kilkuset, a nawet kilku tysięcy kilometrów (poza horyzontalne). Dokładność pomiaru parametrów uzależniona jest od wielu czynników, takich jak: wykorzystywane pasmo częstotliwości, moc impulsu sondującego, charakterystyki antenowe.

Ze względu na optymalizację radarów obserwacyjnych dla realizacji zadań tworzenia zobrazowania sytuacji powietrznej na potrzeby systemu obrony powietrznej jako całości, urządzenia obserwacyjne tej klasy nie wywierają istotnego wpływu taktykę śmigłowców. Zazwyczaj śmigłowce realizują zadania na wysokościach poniżej dolnej strefy wykrywania radarów obserwacyjnych, w cieniach radiolokacyjnych tworzonych przez przeszkody terenowe oraz z prędkościami kątowymi zbyt małymi dla dopplerowskich systemów radiolokacyjnych.

Inną grupę w klasie radarów obserwacyjnych stanowią radary obserwacji pola walki, których rolą jest wykrywanie naziemnej techniki bojowej, siły żywej, a także nisko lecących środków napadu powietrznego (np. śmigłowców). Są one odmianą radaru obserwacyjnego o małym zasięgu (od kilku do kilkudziesięciu kilometrów, w zależności od wykrytego obiektu) i realizują podobne funkcje jak radar obserwacji przestrzeni powietrznej. Cechuje je znacznie większa dokładność pomiaru (szczególnie odległości – nawet do kilku metrów).

Radiolokacyjne systemy obserwacyjne pola walki odgrywają ważną rolę w użyciu śmigłowców i ich taktyce, gdyż rozmieszczone są zwykle bezpośrednio w strefie działań bojowych i dostarczają informacji środkom ogniowym obrony przeciwlotniczej wojsk lądowych. Zaznaczyć należy, iż podobnie jak inne radary obserwacyjne, radiolokatory obserwacyjne pola walki podatne są na zakłócenia od przeszkód terenowych.

W nowoczesnych systemach uzbrojenia, zarówno naziemnych jak i pokładowych, jednym z podstawowych źródeł informacji, dzięki której możliwe jest prowadzenie skutecznego ognia, jest radar. Ma on za zadanie wstępny pomiar współrzędnych i parametrów celu – przechwycenie go, a następnie automatyczne śledzenie, z dużą dokładnością określania parametrów ruchu, na podstawie których wykonane zostaną obliczenia niezbędne do celnego prowadzenia ognia. Funkcje te spełniają radary śledzące.

Radar śledzący koncentruje się na jednym obiekcie i utrzymuje go w swojej wiązce antenowej przez nadążne ruchy anteny, gdy obiekt zmieni swoją lokalizację względem niego. Mierzy on bardzo dokładnie położenie kątowe obiektu – w azymucie błąd wynosi poniżej $0,05^{\circ}$, a w odległości typowy błąd to mniej niż 10 m (fot. 2).

Zadanie precyzyjnego śledzenia celu przez radar może być realizowane dwiema metodami. Pierwsza, tradycyjna metoda polega na ciągłym utrzymywaniu celu w wiązce radarowej, która „podąża” za celem. W tym przypadku cel jest najpierw wykrywany i wskazywany przez inny radar – obserwacyjny. W ostatnich latach coraz większe możliwości zastosowania mają systemy kierowania ogniem wykorzystujące jedno z najnowszych osiągnięć radiolokacji, jakim są radary wielofunkcyjne.



Fot. 2. Stacja naprowadzania rakiet S-300 z radarem wielofunkcyjnym 9S19M2

Źródło: tamże, s. 8

Radary wielofunkcyjne realizuje równocześnie funkcje obserwacji i poszukiwania nowych celów oraz śledzenie i dokładny pomiar współrzędnych wcześniej wykrytych celów, a pełniąc tę drugą funkcję jest wykorzystywany do naprowadzania własnych środków ogniowych (fot. 3).



Fot. 3. Radar wielofunkcyjny AN/MPQ-53 (naprowadzania rakiet Patriot)

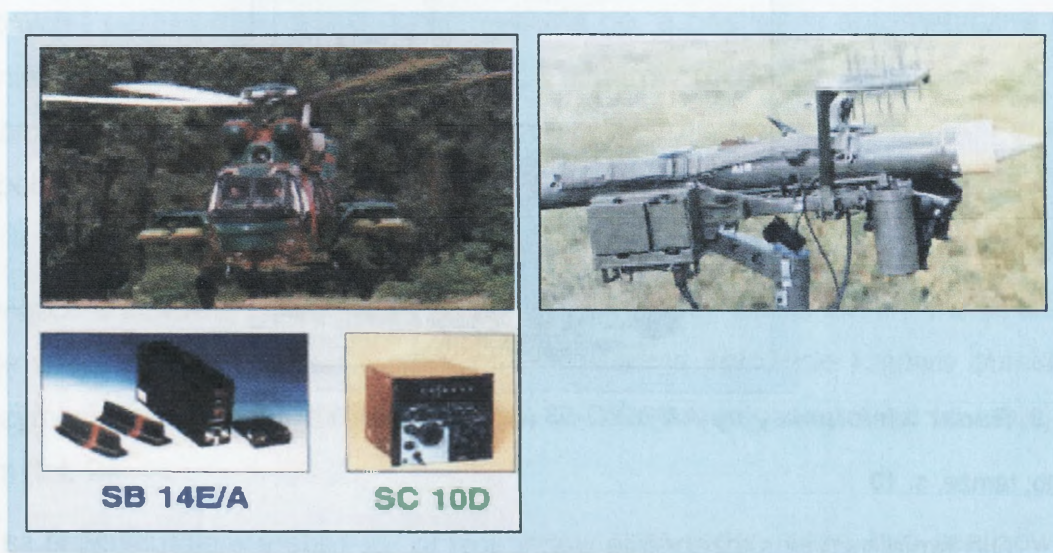
Źródło: tamże, s. 10

Dla śmigłowców szczególnie ważne jest to, że radary wielofunkcyjne są zazwyczaj integralną częścią aktywnych środków walki obrony przeciwlotniczej, takich jak: przeciwlotnicze zestawy rakietowe i rakietowo-artyleryjskie.

Cechą charakterystyczną radiolokacyjnych urządzeń obserwacyjnych determinującą ich wpływ na taktykę śmigłowców jest niemożliwość identyfikacji wykrywanego obiektu przez ten rodzaj urządzeń.

Problem ten jest rozwiązywany przez nowoczesny system indywidualnego rozpoznania przynależności śmigłowców w zakresie „swój – obcy” (*IFF – Identification Friend or Foe*), bazujący na aktywnym zapytaniu przez, np. naziemne urządzenie zapytujące (interrogator) i aktywnej odpowiedzi przez interrogator pokładowy śmigłowca. System taki musi umożliwić zarówno identyfikowanie swoich śmigłowców, jak i zapewnić identyfikację przeciwnika z dużą wiarygodnością i w każdych warunkach.

Uwzględniając typową taktykę śmigłowców na polu walki należy podkreślić, że współczesne systemy *IFF* posiadają wiele wad, które wymogów jednoczesnego i terminowego zidentyfikowania obiektów powietrznych całkowicie nie spełniają. Mała odporność na zakłócenia, niewielki zasięg na małych wysokościach typowych dla lotów śmigłowców, strefy martwe w odbiorze sygnałów wywoławczych, to tylko niektóre z mankamentów, dyktujących potrzeby kontynuacji prac nad bardziej doskonałymi urządzeniami. Trwają prace nad globalnym systemem rozpoznawczym „swój – obcy”, wykorzystującym wszystkie dostępne informacje o celach znajdujących się w obszarze działania (nie tylko radiolokacyjny) (fot. 4).



Fot. 4. Przykłady zastosowań systemów IFF w technice bojowej

Źródło: Z. Czekala, *Parada radarów*, Bellona, Warszawa 1999, s. 397

Technika radiolokacji polega na promieniowaniu fal elektromagnetycznych, czyli aktywnym trybie pracy urządzeń. Ponadto, emisja fal wymaga stosowania generatorów dużej mocy. Powoduje to możliwość ich lokalizacji przez przeciwnika oraz stosowania różnorodnych zakłóceń elektronicznych. Rozwój radiolokacji od

samego początku podąża w takich kierunkach, aby uodpornić radar na celowe zakłócenia.

W ostatnich latach, przed konstruktorami urządzeń radiolokacyjnych pojawiło się nowe wyzwanie – wykrywanie obiektów klasy *LOT* (*low observable target*), takich jak: obiekty *stealth*, rakiety skrzydlate, bezałogowe statki powietrzne oraz obiekty niskolejące na tle zakłóceń biernych (fot. 5). W celu zrealizowania powyższego zadania wszczęto prace zgodnie z dwiema koncepcjami systemów radarowych:

- system pasywny typu *PCL*;
- radar dwupasmowy.



Fot. 5. Radar BRDA, to nowoczesny radar z nie stosowanym jeszcze w polskich radarach systemem EPP (elektronicznym przeszukiwaniem przestrzeni). Jest to radar „cichy” maksymalna moc promieniowania w impulsie wynosi około 10 kW

Źródło: S. Babiaryz, *Kierunki rozwoju i modernizacji sprzętu radiolokacji w dobie zmian strukturalnych i funkcjonalnych*, wyd. cyt., s. 14

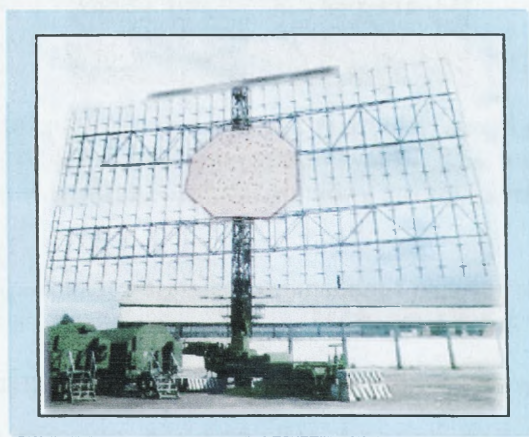
Pasywny system wykrycia i śledzenia obiektów bazujący na sensorach *PCL* (*passive coherent location sensor*) wykorzystuje energię promieniowaną na co dzień przez tzw. nadajniki okazyjne *ToO* (*transmitters of opportunity*). Typowymi źródłami promieniowania są⁹:

⁹ S. Babiaryz, *Kierunki rozwoju i modernizacji sprzętu radiolokacji w dobie zmian strukturalnych i funkcjonalnych*, wyd. cyt., s. 16.

- nadajniki radiowych sygnałów analogowych FM;
- nadajniki TV sygnałów analogowych;
- nadajniki cyfrowych sygnałów radiowych;
- nadajniki cyfrowych sygnałów TV;
- stacje bazowe telefonii komórkowej;
- nie kooperujące radary aktywne.

Uzależnienie pasywnych radiolokacyjnych systemów obserwacyjnych od nadajników okazyjnych ogranicza możliwość ich stosowania do wykrywania śmigłowców, stąd też wpływ radiolokacji pasywnej na ich taktykę będzie prawdopodobnie ograniczony.

Innym rozwiązaniem problemu wykrywania i śledzenia obiektów o małej skutecznej powierzchni odbicia jest koncepcja radaru dwupasmowego. Jest to system sieci sensorów składających się z radarów pracujących w paśmie VHF/UHF i radarów mikrofalowych. Wykorzystywane tu są dobre właściwości w wykrywaniu obiektów o małej skutecznej powierzchni odbicia wynikające z powiększonej powierzchni skutecznej tych obiektów w paśmie VHF/UHF (fot. 6).



Fot. 6. Koncepcja anteny radaru dwupasmowego

Źródło: tamże, s. 14

Na tym paśmie następuje wskazanie wykrytych obiektów radarom mikrofalowym, co pozwala skoncentrować promieniowaną energię tych ostatnich na wybranych sektorach i tym samym skutecznie wykrywać i śledzić obiekty na większych zasięgach i z dużą dokładnością.

Bezpośredni wpływ na zmiany w taktyce śmigłowców został spowodowany wyposażeniem ich w radiolokacyjne systemy obserwacyjne i kierowania ogniem pracujące w paśmie milimetrowym. Taka długość fali elektromagnetycznej pozwala na rozpoznanie różnych klas obiektów pola walki (czołgi, BWP, ciężarówki) na odległościach rzędu 15 – 20 km bez względu na warunki atmosferyczne, bez konieczności wchodzenia w strefy ognia środków przeciwlotniczych osłony bezpośredniej atakowanych obiektów. Pasma milimetrowe stosowane jest też w głowicach samonaprowadzających przeciwpancernych pocisków kierowanych wykorzystywanych przez śmigłowce. Stosowanie przez śmigłowce radiolokacyjnych systemów obserwacyjnych i kierowania uzbrojeniem pasma milimetrowego wywierać będzie prawdopodobnie znaczący wpływ na taktykę śmigłowców w działaniach bojowych prowadzonych przeciwko siłom regularnym dysponującym ciężkim sprzętem. Nie należy jednak sądzić, że wpływ ten będzie również duży w przypadku działań przeciwko siłom partyzanckim, paramilitarnym czy terrorystycznym, co wynikać będzie z ograniczonych możliwości identyfikacji klasy wykrywanych obiektów przez radary milimetrowe.

Tak więc do zalet współczesnych urządzeń radiolokacyjnych należą duże zasięgi wykrycia, które w niewielkim stopniu zależą od warunków atmosferycznych oraz możliwość określania nie tylko azymutu i wysokości, ale i odległości oraz szybkości przemieszczania się wykrytych obiektów. Jednak do poważnych wad należy zaliczyć aktywny – demaskujący charakter pracy, łatwość zakłócania i obezwładniania, duże wymiary i masę oraz bardzo wysoką cenę.

Wpływ radiolokacyjnych urządzeń obserwacyjnych na taktykę śmigłowców wynika przede wszystkim z rozmachu przestrzennego, uzależnienia od pory doby i warunków atmosferycznych oraz terminowości zdobywanej informacji rozpoznawczej. W konsekwencji systemy radiolokacyjne są wykorzystywane dla zabezpieczenia użycia środków obrony przeciwlotniczej, a w jej ramach obrony przeciwśmigłowcowej.

Analiza właściwości taktyczno-technicznych radiolokacyjnych urządzeń obserwacyjnych wskazuje na istnienie szeregu czynników ograniczających potencjalny wpływ tych urządzeń na taktykę śmigłowców. Rozpoznanie radiolokacyjne na małych wysokościach, gdzie wykonują lot bojowy śmigłowce jest ograniczone przez przeszkody terenowe oraz zakłócenia powodowane odbiciem wiązki radio-

lokacyjnej od ziemi, co powoduje drastyczne zmniejszenie zasięgu rozpoznania radiolokacyjnego i ogranicza jego wiarygodność.

Użyteczność radiolokacyjnych urządzeń obserwacyjnych w aspekcie taktycznego użycia śmigłowców ogranicza też niemożliwość zdobywania przy ich zastosowaniu informacji pozwalającej na identyfikację wykrywanych obiektów. Konieczność wspomagania rozpoznania radiolokacyjnego przez systemy elektronicznej identyfikacji „swój – obcy”, bądź systemy optoelektroniczne powoduje, że radiolokacyjne urządzenia obserwacyjne nie są w stanie samodzielnie zabezpieczyć użycia śmigłowców na polu walki i nie mogą stanowić podstawowego źródła informacji determinującej taktykę śmigłowców.

Urządzenia akustyczne

Na taktykę śmigłowców może w ograniczonym stopniu wpływać wykorzystywanie w działaniach bojowych urządzeń akustycznych. Jedną z cech wykorzystywanych do wykrycia, rozpoznania i identyfikacji obiektów jest generowany przez nie dźwięk. Sygnał akustyczny wykorzystywany był od wielu lat jako nośnik informacji o obiekcie. Prace nad systemami akustycznego wykrywania obiektów były prowadzone od początku XX w. Skuteczność i zasięg pierwszych systemów analizy sygnału akustycznego rozchodzącego się w atmosferze nie były zbyt duże. Współcześnie znacznie zwiększyły się techniczne możliwości pomiaru i analizy sygnału akustycznego. Ważną cechą tej metody jest jej całkowita pasywność. Dlatego też, równoległe z zastosowaniem w gospodarce, metoda ta znalazła swoje miejsce w identyfikacji obiektów militarnych, takich jak samolot, śmigłowiec, czołg, czy inne obiekty pola walki. Ostatnio są prowadzone intensywne badania w dziedzinie amunicji inteligentnej (*smart amunition*) i technicznych systemów rozpoznania pola walki¹⁰. Szczególne doświadczenie w rozwoju inteligentnych pocisków posiadają zespoły badawczo-konstrukcyjne w Niemczech, USA i Szwecji. W systemach rozpoznania i amunicji inteligentnej są wykorzystywane systemy wieloczujnikowe, w których znaczącą rolę obok innych technik detekcji spełniają czujniki akustyczne.

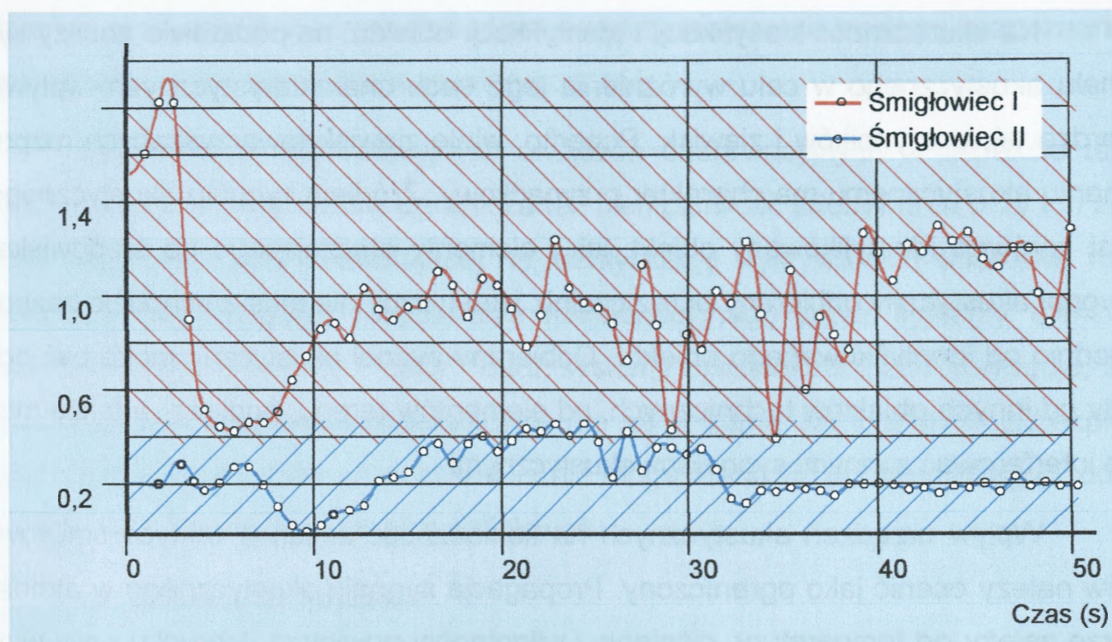
¹⁰ *Strategic Assessment Report, Army Research Laboratory, Maryland, January 1999*, dostępne z: <http://www.aro.army.mil>

Na skuteczność klasyfikacji i identyfikacji obiektu, na podstawie analizy sygnału akustycznego w celu wyróżnienia jego cech charakterystycznych, wpływa bardzo wiele czynników i zjawisk. Ponadto, wiele zjawisk towarzyszących rozpoznaniu akustycznemu ma charakter przypadkowy. Źródłem sygnału akustycznego jest zarówno identyfikowany obiekt, jak i elementy otaczającego go środowiska. Sygnał akustyczny odbierany przez czujnik akustyczny nie musi pochodzić bezpośrednio od identyfikowanego obiektu. Odbierany sygnał akustyczny może być odbity od innych obiektów technicznych, od elementów terenu, podłoża, a także może interferować z innymi sygnałami akustycznymi.

Wpływ urządzeń akustycznych na konieczność zmian w taktyce śmigłowców należy ocenić jako ograniczony. Propagacja sygnału akustycznego w atmosferze zależy od temperatury, ciśnienia i wilgotności powietrza, kierunku i siły wiatru, zjawiska refrakcji akustycznej, rodzaju podłoża, wysokości lotu obiektu i jego odległości od czujnika¹¹. Zależy także od częstotliwości dźwięków generowanych przez identyfikowany obiekt oraz parametrów przemieszczania się obiektu (np. prędkość, kierunek). Głównym elementem czujnika akustycznego jest mikrofon niskoczęstotliwościowy (możliwe jest stosowanie także innych typów mikrofonów).

Działanie czujnika akustycznego służącego do klasyfikacji i identyfikacji obiektów militarnych (czołgi, śmigłowce itp.) oparte jest na odebraniu sygnału akustycznego w ustalonym zakresie widmowym i odpowiednim przetworzeniu otrzymanego sygnału elektrycznego. Budowa systemów akustycznych służących do klasyfikacji i identyfikacji obiektów militarnych, działających w przestrzeni swobodnej, o dużym zasięgu (powyżej 1 km), znacznie różni się od budowy czujników stosowanych w systemach alarmowych, systemach rozpoznawania mowy czy systemach identyfikacji mówców. Sygnał z mikrofonu jest wzmacniany (pasma wzmacniaczy dobierane jest ze względu na oczekiwany rozkład widmowy identyfikowanego obiektu) i przesyłany do układu analizy. Tam następuje identyfikacja obiektu (rys. 6).

¹¹ R. Kostrow, A. Lipowczan, *Opracowanie metody i aparatury oceny wpływu parametrów środowiskowych na propagację sygnałów akustycznych w przyziemnej warstwie atmosfery dla detekcji i lokalizacji wojskowych obiektów latających*, Sprawozdanie końcowe grant KBN nr 0 T00A 016 17 (2001).



Rys. 6. Wartości wskaźnika identyfikacji dla dwóch typów śmigłowców

Źródło: T. Sosnowski, *Metoda klasyfikacji i identyfikacji wybranych obiektów militarnych na podstawie cech akustycznych*, WAT, Warszawa 2003, s. 75

Przykładem zastosowania sygnałów akustycznych do wykrycia śmigłowców może być *system wykrywania śmigłowców Helispot*¹². Jest to pasywny system akustyczny, ostrzegający przed potencjalnym zagrożeniem w strefie taktycznej, w pełni zautomatyzowany, nie wymagający obsługi, pracujący niezależnie lub we współpracy z innymi systemami. Jest on oparty na zestawie czujników akustycznych zainstalowanych na samochodzie. Umożliwia on, na podstawie wykonanej analizy cech akustycznych pola walki, zlokalizować w przestrzeni ewentualne zagrożenie związane z użyciem śmigłowców przez przeciwnika (fot. 7).

Systemy tego typu umożliwiają wykrycie śmigłowców z odległości około 18 – 21 km oraz na podstawie dokonanej analizy mogą wypracować dane o przypuszczalnej trajektorii lotu śmigłowców, czyli ewentualny rejon działania. Są one wykorzystywane również do lokalizacji stanowisk artylerii.

Innym przykładem zastosowania analizy sygnału akustycznego do rozpoznania pola walki jest system AZK-5. Automatyczny zestaw dźwiękowo-pomiarowy AZK-5 przeznaczony jest do rozpoznania i określenia współrzędnych stanowisk ogniowych artylerii przeciwnika oraz kontroli celności i korekty ognia własnej artylerii. System składa się z trzech punktów pomiarowych i centrali. Głównymi ele-

¹² Dostępne z: <http://www.rafael.com.il>

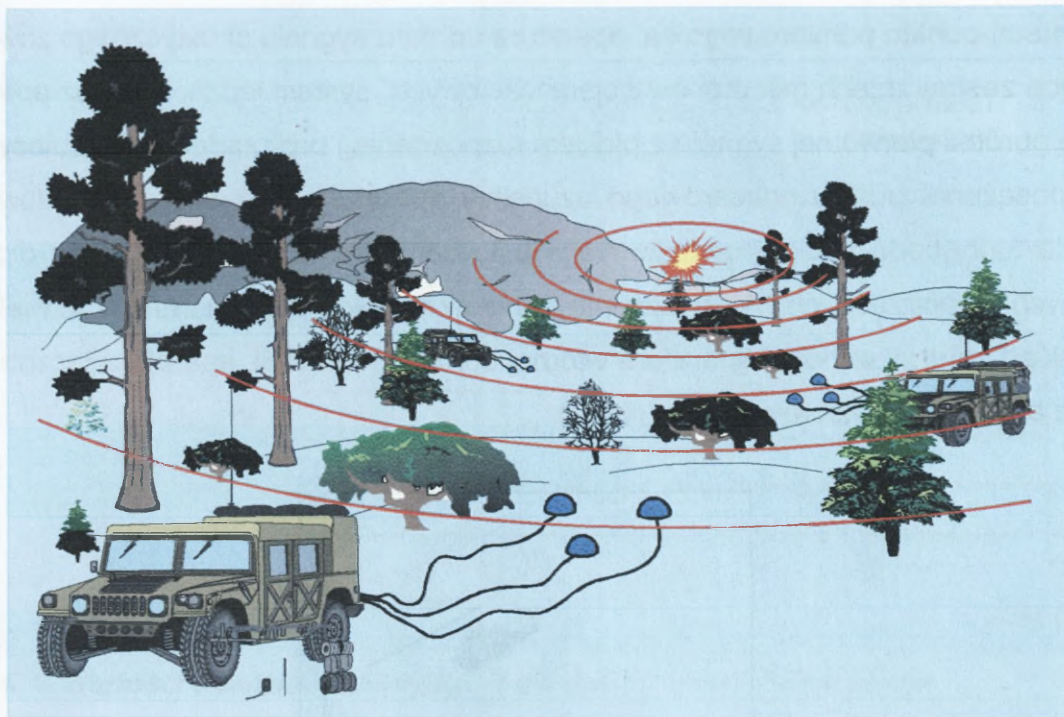
mentami punktu pomiarowego są: aparatura odbioru sygnału akustycznego zawierająca zestaw trzech mikrofonów pojemnościowych, system łączności oraz aparatura obróbki pierwotnej sygnału z blokiem rozpoznania i przyrządem rejestrującym. Wyposażenie punktu pomiarowego uzupełnia aparatura autonomicznego dowiązania topogeodezyjnego, umożliwiająca ustawienie samochodu w punkcie o zadanych współrzędnych i wyznaczenie punktów ustawienia odbiorników dźwięku. W skład centrali wchodzi aparatura wtórnej obróbki informacji, aparatura łączności oraz aparatura meteorologiczna (rys. 7).



Fot. 7. System wykrywania śmigłowców w oparciu o analizę cech akustycznych Helispot firmy Rafael

Źródło: <http://www.rafael.com.il>

Dowiązane topogeodezyjnie punkty pomiarowe rozstawia się w odległości od 3 do 5 km jeden od drugiego wzdłuż linii styczności bojowej wojsk. Odbiorniki (mikrofony z blokiem przekazywania) umieszcza się w odległości do 500 m od punktu pomiarowego. Informacja ze wszystkich punktów pomiarowych przekazywana jest drogą radiową do centrali, gdzie poddana jest obróbce wtórnej, w której uwzględnia się także dowiązanie topogeodezyjne, dane meteorologiczne. W wyniku wtórnej obróbki informacji otrzymuje się dane o współrzędnych celu, które przekazuje się do sztabu i stanowisk ogniowych. Powyższa metoda pozwala również na wykrycie i identyfikację celów powietrznych takich jak śmigłowce.



Rys. 7. Rozmieszczenie w terenie punktów pomiarowych zestawu AZK-5

Źródło: tamże, s. 34

Akustyczne systemy detekcji cechuje pasywny tryb pracy, co zwiększa ich żywotność na polu walki. Ich wykorzystanie do wykrywania i lokalizacji śmigłowców jest obecnie ograniczone do kilku typów takich urządzeń stosowanych w niewielkiej grupie sił zbrojnych. Biorąc pod uwagę potencjalne możliwości wykorzystania akustycznych urządzeń obserwacyjnych na polu walki należy ocenić, iż nie będą one dominującym środkiem technicznego rozpoznania stosowanym do wykrywania śmigłowców. Urządzenia tego rodzaju nie są również stosowane w kierowaniu systemami uzbrojenia, które mogłyby zagrozić śmigłowcom na polu walki. Można zatem przypuszczać, iż hipotetyczny wpływ akustycznych urządzeń obserwacyjnych na taktykę śmigłowców będzie wysoce ograniczony.

Czujniki pola walki

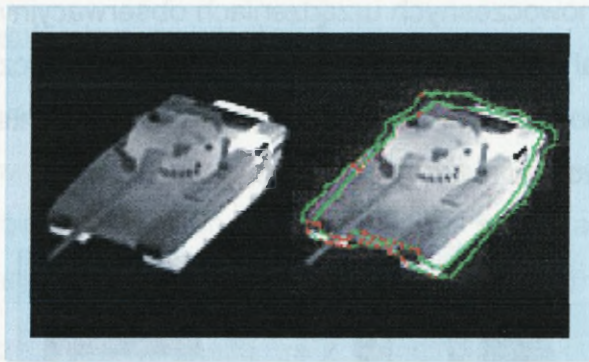
Z dostępnych opracowań¹³ i ofert producentów broni wynika, że aktualnie w różnych urządzeniach rozpoznawczych i systemach uzbrojenia stosuje się następujące typy czujników:

¹³ H. Madura, *Broń inteligentna – krajowe możliwości realizacji*, Wykład dla grupy komendanta WAT, Warszawa 2000.

- czujniki podczerwieni;
- czujniki mikrofalowe;
- czujniki akustyczne;
- czujniki magnetyczne;
- sejsmiczne.

Zakres od 2 do 14 mikrometrów, to pasmo podczerwieni (*InfraRed – IR*), najczęściej wykorzystywane w pociskach inteligentnych. Urządzenia podczerwieni stosowane są w układach rozpoznawania celów ze względu na pasywny charakter detekcji oraz możliwość stosowania w nocy i w warunkach ograniczonej widoczności (np. mgła, dym). Wykorzystanie promieniowania cieplnego dla rozpoznania celu jest szczególnie efektywne ze względu na fakt, że każdy obiekt o temperaturze wyższej od temperatury bezwzględnego zera wydziela pewną ilość energii cieplnej, której nie można całkowicie zamaskować.

Najnowsze osiągnięcia w tej dziedzinie, to dwuwymiarowe matryce detektorów zintegrowanych z elektronicznymi układami odczytu w płaszczyźnie obrazowej układu optycznego czujnika (*Focal Plane Array – FPA*). Zaletą tej technologii jest duża rozdzielczość i właściwe pole obrazu oraz małe wymiary. Wadą czujników podczerwieni jest częściowa zależność od warunków atmosferycznych (fot. 8).



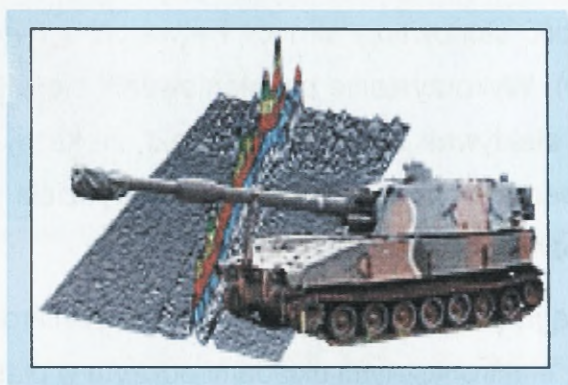
Fot. 8. Przykładowa sygnatura celu w podczerwieni

Źródło: <http://www.atk.com/business/defense/Competencies/SEN/algorithms.htm>

Kolejny rozważany zakres widmowy to mikrofałe (*MMW*), pokrywające zakres częstotliwości od 31 do 240 GHz. Urządzenia w technologii *MMW* działają głównie w trybie aktywnym (tryb pasywny może być zastosowany tylko dla małych odległości) i mogą być użyte przeciwko różnorodnym celom, zarówno lądowym jak

i powietrznym. Do zalet *MMW* należą: niezależność od warunków atmosferycznych, przenikanie przez elementy zasłaniające widoczność oraz wysoka rozdzielczość. Wadą tego zakresu jest: aktywny sposób pracy, ograniczona w niektórych zastosowaniach rozdzielczość, zakres i moc (fot. 9).

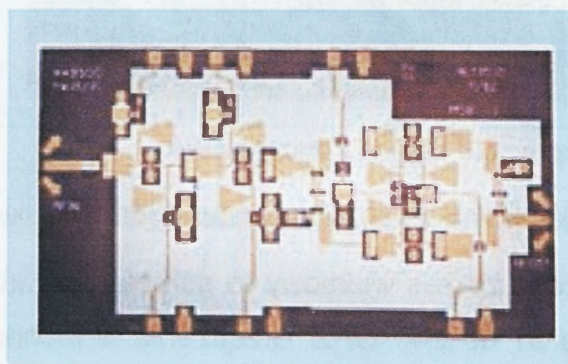
Inną grupę czujników zasługujących na uwagę w aspekcie ich potencjalnego wpływu na taktykę śmigłowców tworzą czujniki magnetyczne oraz czujniki akustyczne. Czujniki magnetyczne mogą być wykorzystywane np. do ustalania położenia kąтового podpocisku w czasie rotacji w oparciu o ziemskie pole magnetyczne (fot. 10 – 11).



Fot. 9. Przykładowa sygnatura celu w zakresie MMW

Źródło: tamże

Czujniki akustyczne posiadają szerokie zastosowanie zarówno w amunicji inteligentnej, jak i w nowoczesnych urządzeniach obserwacyjnych, działających na zasadzie pomiaru fal dźwiękowych, ekstrakcji cech akustycznych wykrywanych obiektów. Czujniki powszechnie stosowane są w minach inteligentnych, między innymi przeznaczonych do niszczenia śmigłowców (fot. 12).



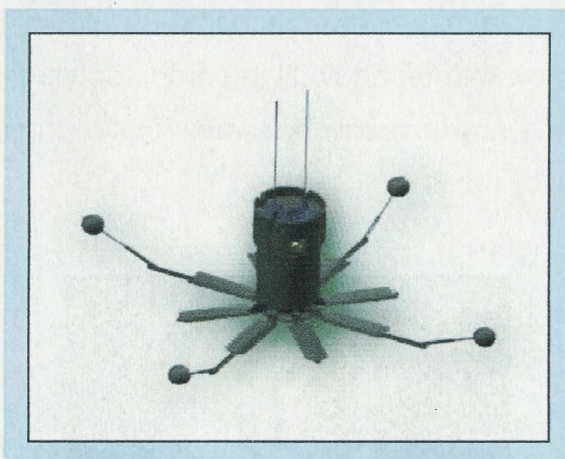
Fot. 10. Czujnik zastosowany w podpocisku SADARM

Źródło: http://www.atk.com/buisness/defense/Products/Smart%20Weapons/dual_mode.htm



Fot. 11. Czujnik magnetyczny

Źródło: <http://www.atk.com/business/defense/Competencies/SEN/algorithms.htm>

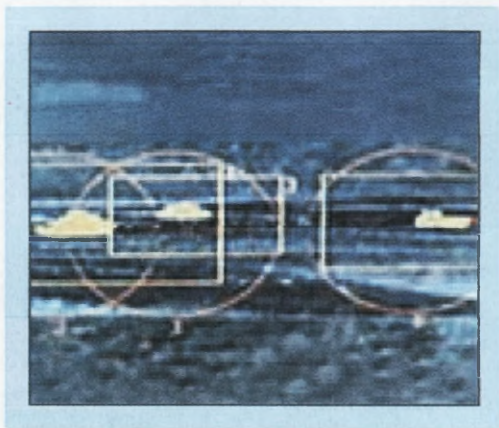


Fot. 12. Mina przeciwśmigłowcowa typu ADAS

Źródło: <http://www.systems.textron.com/adas.htm>

W konsekwencji można przypuszczać, że ten system detekcji stosowany w minach do blokowania korytarzy dolotu śmigłowców może wymuszać zmiany w taktyce śmigłowców. Dotyczyć to może zwłaszcza stosowania przez śmigłowce systemów maskowania akustycznego i generowania zakłóceń akustycznych.

Aktualnie duże nadzieje wiąże się z kombinacją dwóch zakresów widmowych w podczerwieni z jednoczesną pracą innych czujników, np. *MMW*. Kombinacja dwóch pasm zwiększa dokładność i skuteczniej przeciwdziała środkom zakłócającym (*Counter-countermeasure – CCM*). Kombinacja *MMW* i *IR* jest bardzo ważna, ponieważ oba zakresy widma elektromagnetycznego pozwalają na osiągnięcie dużego prawdopodobieństwa wykrycia obiektu, określenie jego współrzędnych, automatycznego śledzenia i precyzyjnego trafienia w cel (fot. 13).



Fot. 13. Analiza zobrazowania celu z czujników MMW i IR

Źródło: <http://www.atk.com/business/defense/Competencies/SEN/algorithms.htm>

Możliwość łączenia czujników zachodzi dzięki miniaturyzacji układów elektronicznych, opanowania technologii integracji optyki i elektroniki, a przede wszystkim opracowania nowoczesnych układów mikroprocesorowych (*Fire Decision Processor – FDP*) (fot. 14).



Fot. 14. Zastosowanie układu w podcisku SADARM

Źródło: http://www.atk.com/business/defense/Products/art%20Weapons/dual_mode.htm

Charakterystyczną cechą kombinowanych zastawów urządzeń obserwacyjnych łączących różne sensory jest konieczność posiadania przez nie systemu sterowania, który koordynuje pracę wszystkich czujników systemu, określa priorytety, analizuje zebrane dane w oparciu o posiadane bazy sygnatur celu i podejmuje decyzję o odpaleniu ładunku. W ten sposób wyeliminowano wady systemu jednowidmowego, a jednocześnie stworzono amunicję inteligentną, co pozwoliło przyjąć nową taktykę na polu walki – „odpal i zapomnij” (*fire and forget*), szybko przejmowaną zarówno przez śmigłowce, jak i środki projektowane do ich zwalczania. Zauważyć należy, że czujniki pola walki o multispektralnym

trybie pracy są nadal relatywnie drogie i dostępne dla ograniczonej liczby sił zbrojnych wiodących państw. Pomimo tego należy sądzić, że multispektralne czujniki pola walki mogą wymusić zmiany w taktyce śmigłowców, szczególnie w sytuacji proliferacji takiej technologii w przeciwlotniczych zestawach rakietowych i raketowo-artyleryjskich, a także w systemach kierowania uzbrojeniem i lotniczych środkach bojowych samych śmigłowców.

Optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne

Do niedawna jedyną grupę urządzeń technicznych, umożliwiających wykrycie i lokalizację śmigłowców stanowiły urządzenia radiolokacyjne. Jednak ze względu na ich wady, od wielu lat czynione są starania pozyskiwania alternatywnych urządzeń obserwacyjnych, pasywnych, trudnych do wykrycia przez przeciwnika i odpornych na zakłócenia elektroniczne. Jedną z takich grup stanowią urządzenia pracujące w paśmie optycznym, a ściślej mówiąc urządzenia optoelektroniczne.

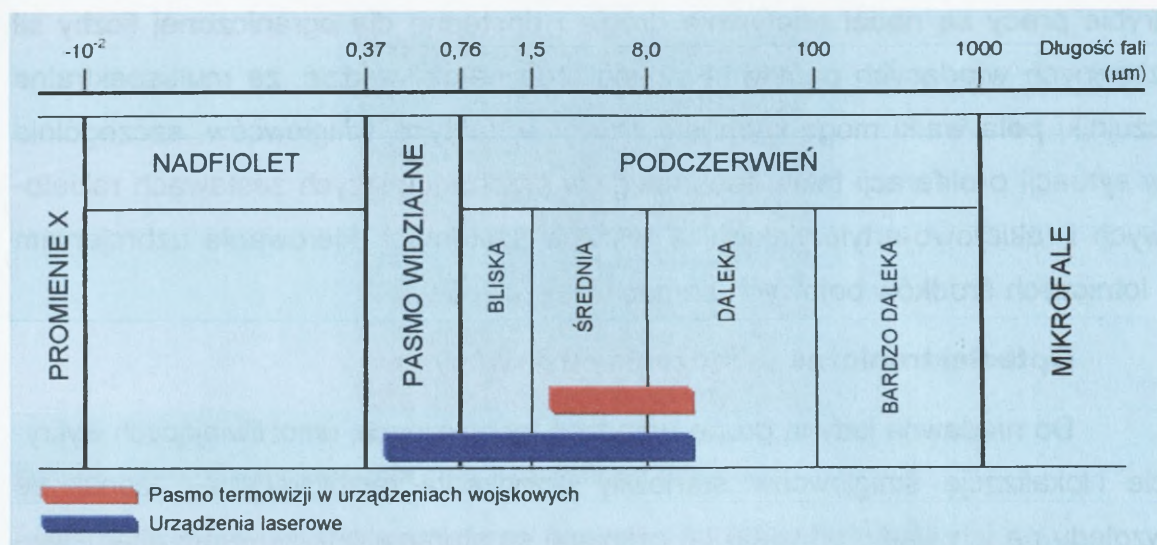
Według materiałów źródłowych¹⁴, urządzenia optoelektroniczne w technice wojskowej mającej bezpośredni związek z taktyką śmigłowców są szeroko stosowane zarówno w ich pokładowych systemach obserwacyjno-celowniczych, jak i stacjonarnych systemach śledzących oraz urządzeniach obserwacyjnych i celowniczych naziemnej techniki bojowej, w tym w środkach obrony przeciwlotniczej, a zwłaszcza przeciwsmigłowcowej.

Podstawą działania urządzeń optoelektronicznych są procesy przetwarzania sygnałów elektrycznych na optyczne lub optycznych na elektryczne, a także procesy wytwarzania, przesyłania, przetwarzania i magazynowania informacji niesionych przez światło.

Urządzeniem optoelektronicznym nazywa się więc pewien szczególny rodzaj aparatury, w której informacja o obiekcie, przenoszona przy pomocy promieniowania elektromagnetycznego (w różnych zakresach widma) jest zamieniana na sygnał elektryczny¹⁵. Pasma optyczne obejmuje: nadfiolet, pasmo widzialne i podczerwień (rys. 8).

¹⁴ M. Studencki, *Rola i znaczenie urządzeń optoelektronicznych w zastosowaniach militarnych*, WITU, „ZN” nr 68, Warszawa 1999, s. 121.

¹⁵ Tamże, s. 123.



Rys. 8. Pasmo optyczne

Źródło: opracowanie własne

Zakres widmowy nadfioletu ($0,05 - 0,40 \mu\text{m}$) wykorzystuje się w niektórych typach głowic samonaprowadzających się rakiet przeciwlotniczych, jako pasmo pomocnicze w celu odróżnienia śmigłowców od pułapki termicznej, a także w systemach wykrywających takich rakiet. W paśmie widzialnym ($0,4 - 0,76 \mu\text{m}$) pracują systemy obserwacyjno-celownicze śmigłowców i środków przeciwlotniczych w oparciu o urządzenia telewizyjne i noktowizyjne¹⁶ oraz nieliczne nadajniki laserowe.

Dalszy zakres widmowy to **podczerwień**, wykorzystywana w różnych urządzeniach termowizyjnych. Ze względu na właściwości obiektów, tłumienie promieniowania podczerwonego oraz zakres optymalnych czułości urządzeń detekcyjnych, zasadniczą rolę w zastosowaniach militarnych związanych z taktycznym użyciem śmigłowców odgrywają podzakresy promieniowania:

- **długofalowy 8 – 14 μm (LWIR – Long Wave Infra Red)** – zapewniający dobrą transmisję przez atmosferę, a dzięki temu dobrą widoczność większości obiektów naziemnych, w tym również niskotemperaturowych;

¹⁶ Noktowizory starszej generacji pracują w zakresie bliskiej podczerwieni. Jednak w najnowszych typach stosowane są wzmacniacze obrazu, które pracują w paśmie widzialnym.

- **średniofalowy 3 – 5 μm (MWIR – Middle Wave Infra Red)** – wykorzystywany głównie do obserwacji i śledzenia obiektów wysokotemperaturowych.

Zakresy widmowe pracy laserów wynikają z rozwiązań konstrukcyjnych (zastosowanych substancji czynnych) i zawierają się w granicach 0,4 – 11 μm .

Swoim działaniem, systemy optoelektroniczne są bardzo podobne do swoich odpowiedników wykorzystujących fale pasma radiolokacyjnego. Posiadają natomiast swoiste właściwości, dające przewagę tym urządzeniom, jak również obarczają je pewnymi słabościami. Dzięki wysokiej częstotliwości fal pasma optycznego urządzenia te posiadają dużą rozdzielczość układów pomiarowych i zobrazowania. Wąska szerokość wiązki powoduje również, że urządzenia optoelektroniczne są trudne do zakłócenia. Mają one zastosowanie między innymi do:

- wykrywania, identyfikacji oraz śledzenia celów;
- wykrywania i ostrzegania o zagrożeniach;
- aktywnego zakłócania;
- tworzenia mapy terenu;
- nawigacji;
- sterowania uzbrojeniem.

Zastosowania te mają swoje odpowiedniki w urządzeniach pracujących w zakresie fal radiowych.

Zgodnie z literaturą¹⁷, urządzenia obserwacyjne pracujące w paśmie optycznym, ze względu na charakter pracy i zakres wykorzystywanych fal elektromagnetycznych mogą być:

- **aktywne**, pracujące w paśmie fal elektromagnetycznych promieni laserowych, np. lokatory laserowe – *LIDAR (Light Detection and Ranging)*;
- **półaktywne**, wykorzystujące zewnętrzne oświetlenie promieniowaniem widzialnym, np. kamery do pracy przy słabym oświetleniu *LLLTV (Low Light Level Television)* i kamery optoelektroniczne (*Elektro-optical cameras*);

¹⁷ Z. Polak, A. Rypulak, *Awionika, przyrządy i systemy pokładowe*, wyd. cyt., s. 500.

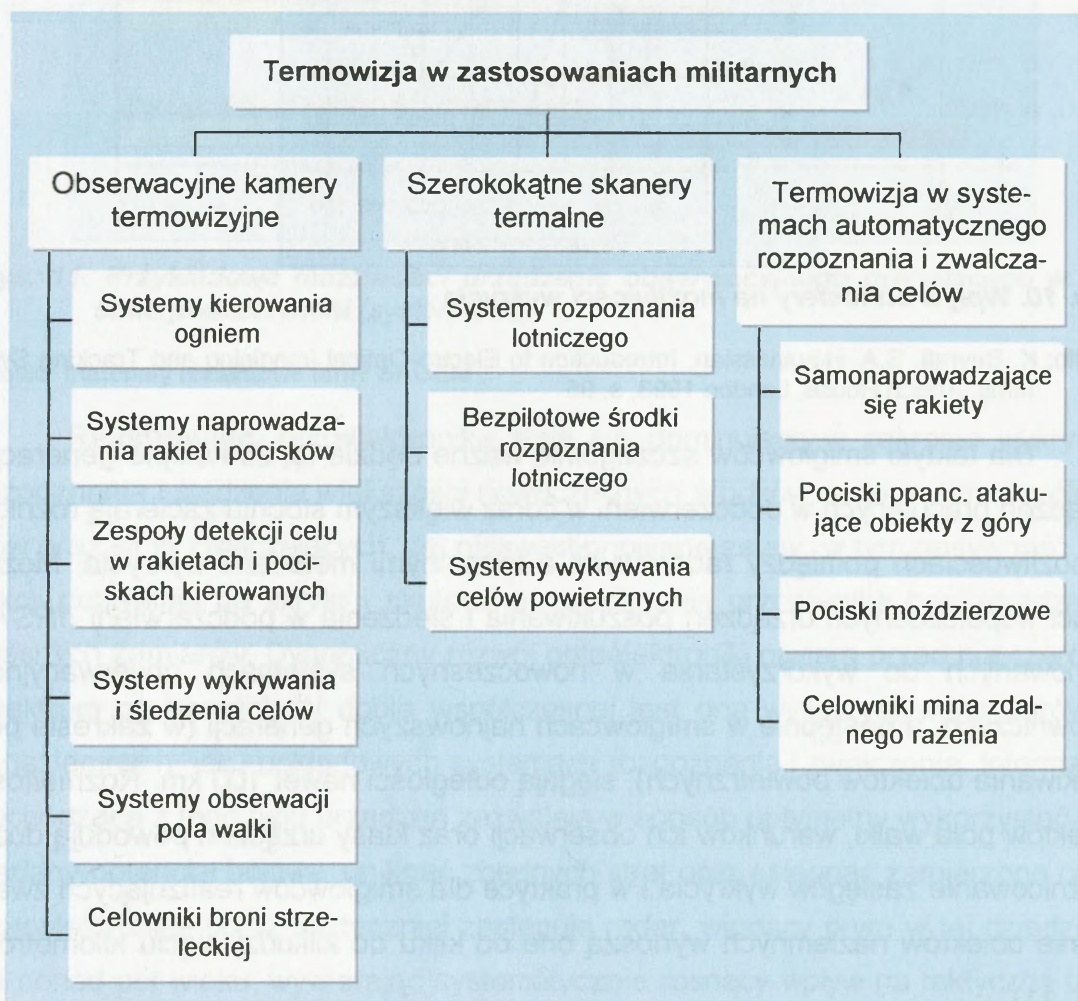
- **pasywne**, rejestrujące obraz w paśmie podczerwieni – termowizja, np. urządzenia obserwacji w podczerwieni *FLIR (Forward Looking Infrared)*, urządzenia poszukiwania i śledzenia w podczerwieni *IRST (Infrared Search and Track)*. Do pasywnych, zaliczymy również urządzenia pracujące w zakresie noktowizji, np. okulary obserwacji nocnej *NVG (Night Vision Goggles)*.

Według K. Chrzanowskiego¹⁸, urządzenia optoelektroniczne stosowane są niemalże w każdej dziedzinie techniki bojowej, w tym zarówno w środkach ataku, jak i obrony. Wpływ powyższych technologii optoelektronicznych na taktykę śmigłowców wynika z tego, że w takie urządzenia obserwacyjne wyposażony może być najnowocześniejszy środek walki, ale i każdy żołnierz. W dobie współczesnej posługują się nimi nowoczesne systemy obserwacyjno-celownicze, jak również inteligentne środki rażenia. Decydującą rolę odgrywają one w poprawie zdolności widzenia, które przy pomocy oka ludzkiego jest obciążone wieloma słabościami. Takie urządzenia, jak noktowizory czy kamery *LLLTV* poprawiają czułość oka, natomiast kamery termowizyjne znacznie rozszerzają zakres jego czułości widmowej. Dotyczy to zarówno załóg śmigłowców, jak i sił im przeciwdziałających. Dodatkowo, zarówno kamery *LLLTV*, kamery telewizyjne, jak i termowizyjne zapewniają przetworzenie sygnału optycznego na sygnał elektroniczny, jego rejestrację oraz przesyłanie.

Analizując wpływ urządzeń optoelektronicznych na taktykę śmigłowców należy zauważyć, że spośród szerokiej gamy urządzeń obserwacyjnych pracujących w paśmie optycznym najskuteczniejszymi stają się urządzenia pracujące w zakresie termowizji. Metoda wykorzystująca emitowanie promieniowania cieplnego – termowizja – jest jedną z najskuteczniejszych metod wykrywania obiektów, zarówno naziemnych jak i powietrznych. Jest ona szczególnie efektywna ze względu na fakt, że każdy obiekt wydziela energię cieplną, której nie można całkowicie zamaskować. Ciało o temperaturze większej niż 0°K (-273°C) jest źródłem promieniowania elektromagnetycznego, zaś rozkład widmowy tego promieniowania jest charakterystyczny dla jego temperatury. Obserwacja w podczerwieni w taktycznym użyciu śmigłowców jest tym bardziej skuteczna, że prawdopodobieństwo wystąpienia dwóch obiektów, które mają tę samą temperaturę (wszystkie piksele obrazu) jest niewielkie. Warunkiem jednak jest to, aby różnica temperatur pomiędzy

¹⁸ K. Chrzanowski, *Wojskowy sprzęt optoelektroniczny*, „PWLiOP” nr 10, Poznań 2001.

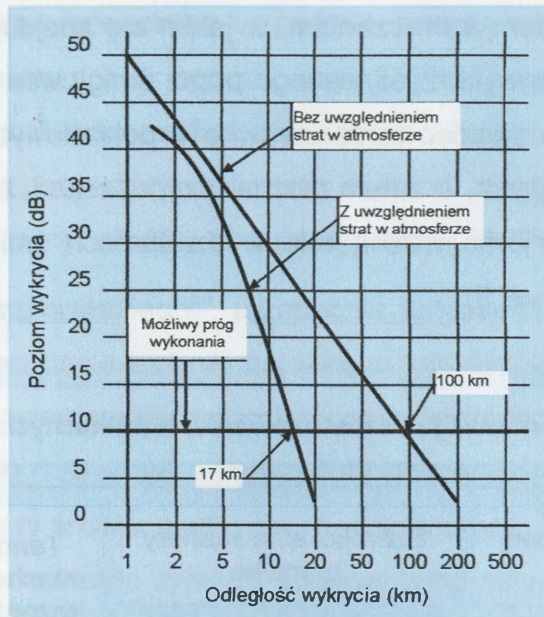
zamaskowanym obiektem a otoczeniem, w jakim się znajduje, nie była mniejsza od czułości urządzenia wykorzystywanego przez śmigłowce. Urządzenia te znajdują obecnie szerokie zastosowanie zarówno w pokładowych, jak i naziemnych systemach obserwacyjnych, a zatem można przypuszczać, że obserwacja w podczerwieni będzie odgrywać ważną rolę w działaniach śmigłowców i wywierać wpływ na ich taktykę (rys. 9).



Rys. 9. Przykłady zastosowań zobrazowania termalnego

Źródło: H. Marudy, *Pomiary termowizyjne w praktyce*, PAK, Warszawa 2004, s. 160

Jedną z największych zalet tych urządzeń, determinującą ich użyteczność w działaniach śmigłowców w aspekcie wpływu na taktykę, jest ich całkowicie pasywny charakter pracy oraz niezależność od pory doby. Natomiast pewne ograniczenia możliwości wykorzystania technologii podczerwieni w taktycznych działaniach śmigłowców dyktowane są wrażliwością na niesprzyjające warunki atmosferyczne, zmniejszające zasięg ich działania (rys. 10).

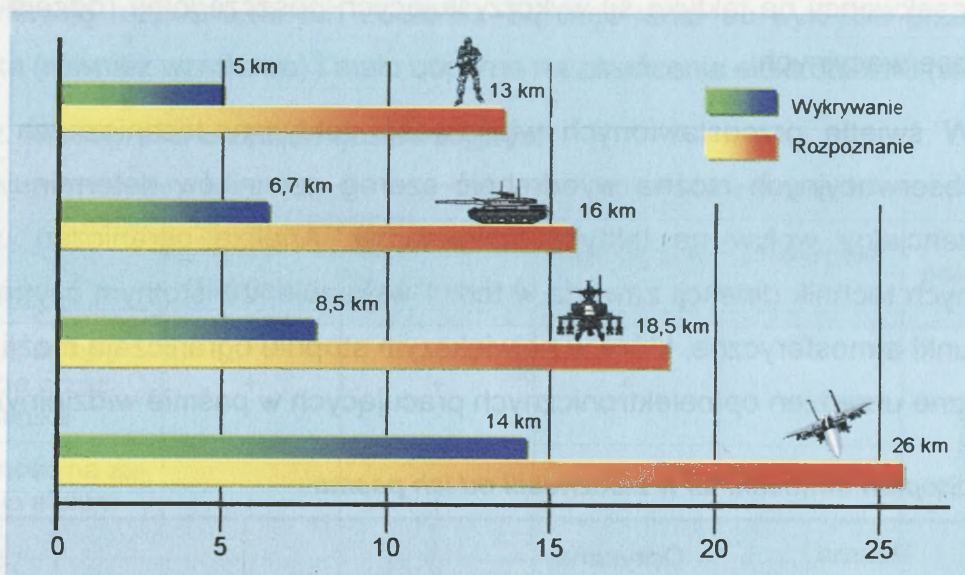


Rys. 10. Wpływ atmosfery na możliwości wykrycia

Źródło: K. Seyrafi, S.A. Hovanessian, Introduction to Electro-Optical Imaging and Tracking Systems, Artech House, London 1993, s. 95

Dla taktyki śmigłowców szczególnie ważne będzie to, że kolejne generacje urządzeń pracujących w podczerwieni w coraz większym stopniu zacierają różnice w możliwościach pomiędzy radarowymi a termalnymi metodami wykrycia. Możliwości współczesnych urządzeń poszukiwania i śledzenia w podczerwieni (*IRST*), planowanych do wykorzystania w nowoczesnych systemach obserwacyjno-celowniczych, a następnie w śmigłowcach najnowszych generacji (w zakresie poszukiwania obiektów powietrznych), sięgają odległości nawet 100 km. Rozmaitość obiektów pola walki, warunków ich obserwacji oraz klasy urządzeń powodują duże zróżnicowanie zasięgów wykrycia i w praktyce dla śmigłowców realizujących zwalczanie obiektów naziemnych wynoszą one od kilku do kilkudziesięciu kilometrów (rys. 11).

Rosnące znaczenie śmigłowców na polu walki, dążenie do ich zwalczania wszelkimi sposobami, zwiększa prawdopodobieństwo prowadzenia przez nie walk powietrznych, a co za tym idzie stosowania systemów obserwacyjno-celowniczych, możliwościami zbliżonych do tych, które wykorzystują nowoczesne samoloty wielozadaniowe, a pracujących przede wszystkim w paśmie podczerwieni. Nie można zatem wykluczyć, że systemy wykorzystujące techniki detekcji pasma podczerwieni w coraz szerszym stopniu będą wpływać na taktykę śmigłowców.



Rys. 11. Przykładowe możliwości urządzenia obserwacyjnego pracującego w paśmie podczerwieni (system IRIS)

Źródło: materiały reklamowe firmy SAGEM

Reasumując, optoelektronika staje się dominującą w zakresie wykrycia, rozpoznania i śledzenia większości nowoczesnych środków walki, w tym śmigłowców oraz sił je zwalczających. Jej niekwestionowane zalety, w tym pasywność detekcji pozwalają na skryte i skuteczne rozpoznanie przeciwnika bez zdradzania własnych zamiarów. Dynamiczny rozwój optoelektroniki otwiera przed nią szerokie spektrum możliwości. W dobie współczesnej jest ona wykorzystywana zarówno w naziemnych, jak i pokładowych systemach rozpoznania i zwalczania. Informacje pochodzące z tego typu urządzeń zezwalają w sposób optymalny wykorzystać posiadany potencjał bojowy, uniknąć zbędnych strat oraz osiągnąć zamierzone cele. Optoelektronika coraz skuteczniej zastępuje radar, wiodący prym w tej dziedzinie od ponad pół wieku, wywierając systematycznie rosnący wpływ na taktyczne użycie śmigłowców na polu walki.

Z dokonanych analiz właściwości taktyczno-technicznych urządzeń obserwacyjnych wykorzystujących różne techniki detekcji w aspekcie taktyki śmigłowców wynika, iż istnieje wiele źródeł informacji o sytuacji powietrznej i obiektach pola walki. Z uwagi na zakres wykorzystywanych fal i towarzyszące im zjawiska fizyczne, każdą z grup urządzeń obserwacyjnych cechują pewne ograniczenia, które nie pozostają bez wpływu na takie parametry ich pracy, jak: zasięg obserwacji, pole widzenia, dokładność określania położenia celu,

a w konsekwencji na taktykę sił wykorzystujących poszczególne rodzaje urządzeń obserwacyjnych.

W świetle przedstawionych właściwości taktyczno-technicznych urządzeń obserwacyjnych można wyodrębnić szereg czynników determinujących ich potencjalny wpływ na taktykę śmigłowców. Analiza ograniczeń użycia optycznych technik detekcji zawarta w tab. 1 wskazuje, że istotnym czynnikiem są warunki atmosferyczne, które w największym stopniu ograniczają możliwości techniczne urządzeń optoelektronicznych pracujących w paśmie widzialnym.

Tab. 1. Stopień tłumienia fal w zależności od ich pasma

Czynnik \ Pasma	Optyczne		Akustyczne	Radarowe	Czujniki pola walki
	Widzialne	Podczerwień			
Mżawka					Wymienione czynniki oddziałują w zależności od zastosowanej techniki detekcji
Deszcz					
Intensywny deszcz					
Śnieg					
Intensywny śnieg					
Wysoka wilgotność					
Mgła					
Dym					
Kurz (piasek)					
Wiatr					

Całkowite tłumienie
 Duże tłumienie
 Częściowe tłumienie
 Niewielkie tłumienie
 Brak tłumienia

Źródło: opracowanie własne na podstawie: JP 3-09-1 Joint Tactics, Techniques and Procedures for Laser Designation Operations, Joint Chief of Staff, Washington D.C., May 1999, Annex A

Urządzenia obserwacyjne wykorzystujące zjawisko radiolokacji są w największym stopniu uodpornione na działanie warunków atmosferycznych. Jednak należą one do grupy urządzeń aktywnych, a ich dokładność detekcji uniemożliwia

identyfikację rozpoznawanych obiektów. Są więc łatwe do wykrycia przez przeciwnika (również wzrokowo) i mało odporne na zakłócenia elektroniczne (tab. 2).

Tab. 2. Właściwości urządzeń obserwacyjnych

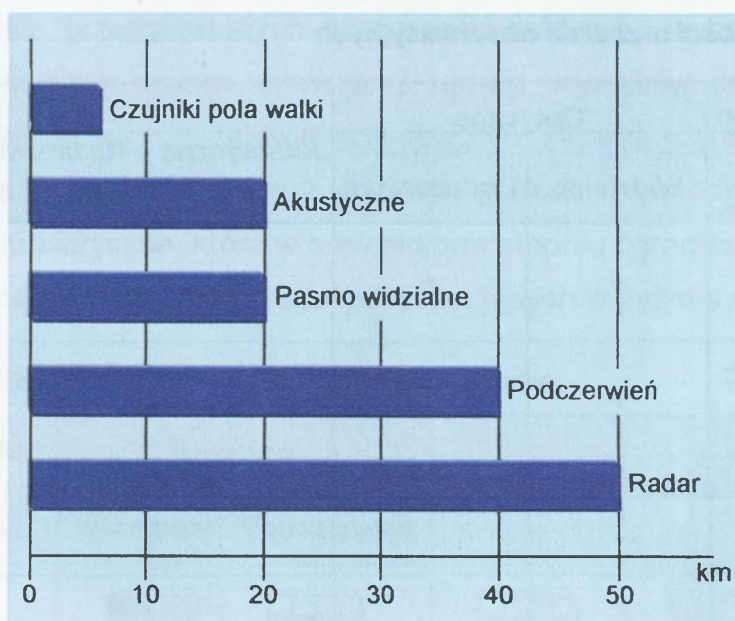
Pasma Właściwość	Optyczne		Akustyczne	Radarowe	Czujniki pola walki
	Widzialne	Podczerwień			
Odporność na wykrycie przez przeciwnika	+	+	+	-	Wymienione właściwości zależne od zastosowanej techniki detekcji
Odporność na zakłócenia elektroniczne	+	+	+	-	
Możliwość zgrubej oceny odległości	-	-	+ / -	+	
Dokładność pomiaru kąta azymutu i elewacji położenia celu	+ / -	+	+ / -	-	
Odporność na zakłócenia warunkami atmosferycznymi	-	+ / -	+ / -	+	
Możliwość pasywnego rozpoznania celu	+	+	+	-	
Wpływ pory doby na warunki obserwacji	+ / -	+	+	+	

Źródło: opracowanie własne

Urządzenia obserwacyjne wykorzystywane przez śmigłowce oraz siły im przeciwdziałające pracujące w paśmie podczerwieni są „ciche”, pracują w sposób pasywny i ich wykrycie jest znacznie utrudnione. Są odporne na zakłócenia celowe i niezależne od pory doby, a także częściowo od warunków atmosferycznych.

Dotychczasowe rozwiązania techniczne oraz właściwości wykorzystywanych zjawisk fizycznych powodują, że urządzenia pasywne cechują mniejsze zasięgi wykrycia i rozpoznania obiektów (rys. 12), co determinować będzie ich potencjalny wpływ na taktykę śmigłowców na polu walki. Możliwości te zależą od

cech obiektów wykrycia, warunków, oraz parametrów technicznych urządzeń obserwacyjnych.



Rys. 12. Orientacyjne zasięgi wykrycia celów niskolecących

Źródło: opracowanie własne

Trwają wciąż prace nad zwiększaniem możliwości pasywnych urządzeń obserwacyjnych, a ich stosowanie we współczesnych systemach rozpoznania i zwalczania celów odgrywa znaczącą rolę.

Ze względu na środowisko wykorzystywania śmigłowców na polu walki radiolokacyjne urządzenia obserwacyjne będą odgrywać ograniczoną rolę w taktycznym użyciu śmigłowców. Związane to będzie z ograniczeniami stosowania technik detekcji radiolokacyjnej na bardzo małych wysokościach, w sytuacji zakłóceń biernych od przeszkód terenowych i występowania tzw. cieni radiolokacyjnych. Niekorzystny jest aktywny tryb detekcji radiolokacyjnej oraz niemożliwość identyfikacji wykrywanych obiektów. Akustyczne techniki detekcji stosowane obecnie w urządzeniach obserwacyjnych nie dają informacji o dokładności pozwalającej na kierowanie aktywnymi środkami walki oraz użycie uzbrojenia. Stąd też ich wpływ na taktykę śmigłowców należy ocenić jako ograniczony.

W powyższej sytuacji logiczną konstatacją wydaje się twierdzenie, iż to właśnie urządzenia obserwacyjne pracujące w paśmie widzialnym i podczerwieni będące zasadniczym komponentem składowym systemów (urządzeń) optoelek-

tronicznych będą wpływać w istotnym stopniu na taktykę śmigłowców na polu walki. Tezę taką mogą potwierdzić, takie właściwości taktyczno-techniczne urządzeń optoelektronicznych, jak: pasywność detekcji, dokładność rozpoznania obrazowego obiektów oraz zdolność prowadzenia obserwacji przez całą dobę, w tym w pewnym stopniu w trudnych warunkach atmosferycznych.

2.2. Naziemne urządzenia obserwacyjne

W odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób można wykryć śmigłowiec lub inny obiekt latający stwierdzamy, iż można go zarejestrować za pomocą ludzkich zmysłów lub wspomagać własne receptory za pomocą urządzeń technicznych. Nowoczesne śmigłowce są tak skonstruowane i wyposażone, aby możliwość ich wykrycia, również przy pomocy nowoczesnych urządzeń, ograniczać do minimum. Możliwe jest to jednak za pomocą zaawansowanych, inteligentnych, coraz częściej wieloczuJNIKOWYCH systemów. Szczęgólnego znaczenia nabiera odpowiedni dobór tych czujników, aby informacje z nich były zbierane w dużej ilości niezależnych kanałów, umożliwiających podjęcie decyzji o wykryciu na polu walki, z jak największym prawdopodobieństwem i przy zminimalizowaniu prawdopodobieństwa fałszywego alarmu.

We współczesnych systemach obrony przeciwlotniczej czujniki te stosowane są niemalże we wszystkich urządzeniach i środkach walki. Stosuje się je do:

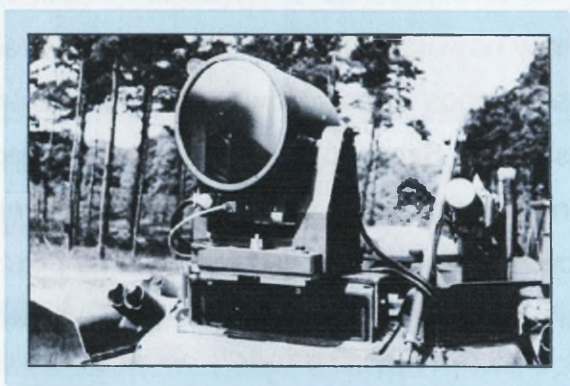
- prowadzenia obserwacji i śledzenia celów powietrznych;
- naprowadzania środków ogniowych na cele;
- inteligentnych systemów wykrywania i zwalczania.

Optoelektroniczne czujniki stosowane w tych urządzeniach, bezpośrednio związanych z taktycznym użyciem śmigłowców to przede wszystkim różnej klasy kamery telewizyjne oraz kamery pracujące w paśmie podczerwieni, wspomagane często laserowymi dalmierzami, oświetlaczami, urządzeniami lokalizacji i wskaźnikami celu.

Początkowo w optoelektronicznych urządzeniach obserwacyjnych środków przeciwlotniczych zwalczających śmigłowce wykorzystywano głównie kamery telewizyjne, mające duże ograniczenia z uwagi na przejrzystość powietrza oraz porę

doby. W latach osiemdziesiątych skuteczność tej aparatury wzrosła w wyniku zastosowania kamer niskiego poziomu oświetlenia (*Low Light Level Television – LLLTV*) jako urządzeń do prowadzenia obserwacji w warunkach nocnych. Stanowią one połączenie noktowizorów pasywnych i kamer TV. Kamery te nie zostały jednak wprowadzone na szeroką skalę na wyposażenie wojsk, bowiem zdecydowano się na znacznie bardziej skuteczne urządzenia, jakimi okazały się kamery termowizyjne.

Pierwsza kamera termowizyjna dla celów wojskowych została opracowana już w 1952 r. W latach 1956 – 1960 powstało kilka typów kamer wykorzystujących detektory termiczne. Jednak pierwsze kamery były duże i ciężkie, a ich rozdzielczość temperaturowa była rzędu pojedynczych stopni Celsjusza (fot. 15).



Fot. 15. Widok wojskowej kamery termowizyjnej firmy AGA/Bofors opracowanej w latach 1958 – 1963

Źródło: H. Marudy, *Pomiary termowizyjne w praktyce*, wyd. cyt., s. 158

Opracowanie detektorów podczerwieni o dużej czułości i szybkości działania umożliwiło uzyskiwanie obrazów o większej niż dla detektorów termicznych rozdzielczości temperaturowej. Przydatność kamer termowizyjnych w zastosowaniach militarnych okazała się obiecująca. Do 1973 r. opracowano około 60 typów kamer termowizyjnych, a wyprodukowano ich kilkaset. Postęp w dziedzinie elektroniki zaowocował dalszym ich rozwojem. W ostatniej dekadzie opracowano wiele typów kamer z różnymi detektorami, sposobami rejestracji obrazu termicznego oraz przetwarzania i zobrazowania odpowiadającego mu sygnału elektrycznego.

W kamerach termowizyjnych najnowszej generacji są stosowane wieloelementowe detektory podczerwieni, zintegrowane z elektronicznymi układami odczytu. Dzięki temu wyeliminowany został skomplikowany mechaniczno-optyczny ze-

spół przeszukiwania obrazu oraz znacznie wzrosła szybkość uzyskiwania termogramów.

Konstrukcja i parametry techniczne kamer termowizyjnych są zależne od ich przeznaczenia. W zastosowaniach wojskowych ważne jest wyróżnienie celu z tła z odpowiednio dużej odległości. Mają więc one najczęściej duże średnice obiektywów (teleobiektywów), dużą rozdzielczość termiczną (co najmniej $0,01^{\circ}\text{C}$) i przestrzenną (np. $0,1$ mrad) oraz specjalne obudowy.

Systemy obserwacji przestrzeni powietrznej

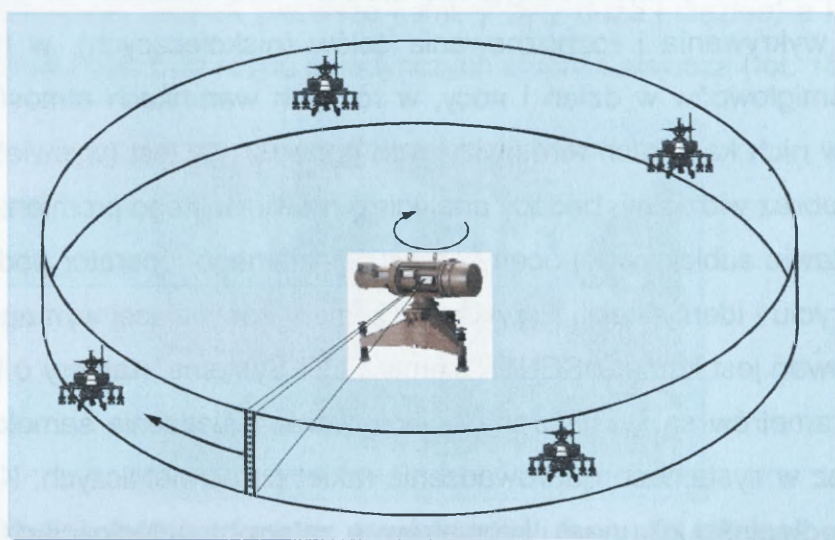
Stanowią one podstawową grupę środków technicznych do prowadzenia obserwacji, wykrywania i rozpoznawania celów (niskolejących), w tym przede wszystkim śmigłowców w dzień i nocy, w różnych warunkach atmosferycznych. W użytych w nich kamerach termowizyjnych generowany jest (wyświetlany) dwuwymiarowy obraz widzialny, będący analogiem niewidzialnego promieniowania celu. Na podstawie subiektywnej oceny obrazu widzialnego, operator podejmuje decyzję o wykryciu i identyfikacji. Przykładem kamery spełniającej wymagania do takich zastosowań jest kamera SENTRY firmy FLIR Systems. Kamery o takich wartościach parametrów są stosowane do wykrywania i śledzenia samolotów i śmigłowców oraz w systemach naprowadzania rakiet przeciwlotniczych. Kamera wykrywa cel z odległości kilkunastu kilometrów, a zatem na odległościach większych niż zasięg skutecznego użycia uzbrojenia przez śmigłowce (fot. 16).



Fot. 16. Kamera SENTRY firmy FLIR Systems i jej główne parametry

Źródło: materiały reklamowe firmy FLIR Systems

W nowoczesnych, przenośnych systemach obserwacyjno-śledzących (śmigłowce, samoloty lecące na małej wysokości, rakiety) stosowane są urządzenia pracujące na zasadzie szerokokątnych skanerów termowizyjnych. Szeroki kąt obserwacji w poziomie uzyskiwany jest przez obrót układu optycznego w urządzeniu lub obrót całego urządzenia (rys. 13.) Przykładowo, kąty obserwacji systemu IRS-700 wynoszą odpowiednio 360° w poziomie i 20° w pionie, przy czasie skanowania dwóch sekund. Przy kącie obserwacji w pionie wynoszącym 5° , czas skanowania maleje do 0,33 sekundy. Widmowy zakres pracy urządzenia jest zawarty w przedziale $8 - 12 \mu\text{m}$ lub $3 - 5 \mu\text{m}$.



Rys. 13. Zasada wykrywania obiektów na przykładzie systemu IRS-700

Źródło: H. Marudy, *Pomiary termowizyjne w praktyce*, wyd. cyt., s. 163

Inne systemy mają podobne parametry wykrywania, z wyjątkiem systemu ADAD, którego kąt obserwacji w poziomie wynosi 240° . Spośród wielu systemów śledzących cele na małej wysokości, na szczególną uwagę zasługują: system ADAD, SIRENE, IRS-700 i SAS 90 (tab. 3 i fot. 17).

W konstrukcjach przyjęto, że cel musi być wykrywany na odległościach wystarczających do efektywnego użycia rakiet przeciwlotniczych, gdy leci on na wprost na stanowisko, czyli dla najbardziej niekorzystnej sytuacji ze względu na ilość promieniowanej energii. Wypromieniowana przez cel energia podlega pochłanianiu przez atmosferę. Urządzenie optymalizuje zakres spektralny wykrywania, uwzględniając sygnaturę celu, jak również charakterystykę transmisyjną atmosfery.

Badania symulacyjne wykazały, że dołączenie tego typu systemu do zestawów przeciwlotniczych pozwala na kilkakrotne zwiększenie prawdopodobieństwa trafienia śmigłowca. Systemy te z powodzeniem zastępują urządzenia radarowe, w szczególności przeznaczone do wykrywania celów niskolejących. Oparcie ich pracy o detektory najnowszej generacji pozwoli na zwiększanie zasięgów wykrycia, kąta widzenia w elewacji, uprości ich konstrukcję oraz umożliwi pełną identyfikację wykrytych celów.

Tab. 3. Dane taktyczne wybranych urządzeń wykrywająco-śledzących

Typ systemu	Obserwacja w azymucie	Obserwacja w elewacji	Zasięg*	Uwagi
ADAD Air Defence Alerting Device	240 ^o	24 ^o	6 km	
SIRENE SAT Sirene Infra-Red Search and Track System	360 ^o	5,5 ^o	10 km	możliwość zmiany ustawienia skanera w zakresie od -10° do +20° (w elewacji)
IRS-700 Saab IRS-700 Air Defence Sensor	360 ^o	20 ^o	6 – 8 km	możliwość zmiany kąta nachylenia skanera w zakresie 45°
SAS 90 System wczesnego wykrywania i śledzenia	360 ^o	-	10 km – TV 15 km – IR	dalmierz laserowy pracujący w paśmie 1,54 μm o zasięgu do 7 km Wskazuje cel z dokładnością do 5 m i 1 mrd.

* Zasięg wykrycia celu uzależniony jest od *przewyższenia temperatury celu nad temperaturą otoczenia* i widzialności wzrokowej, a pułap wykrycia również od pułapu chmur

Źródło: opracowanie własne

Przedstawione systemy należą na razie do rozwiązań bardzo drogich, co znacznie ogranicza możliwość ich powszechnego stosowania. Dlatego też, w celu zwiększenia efektywności wykrywania i zwalczania celów niskolejących, dąży się również do modernizacji już istniejących systemów.

Na taktykę śmigłowców będzie wywierać poważny wpływ obserwowana w ostatnich latach tendencja łączenia w ramach jednego systemu obserwacyjnego urządzeń optoelektronicznych i radiolokacyjnych, tak aby eliminować ograniczenia taktyczno-techniczne tych ostatnich związane ze stosowaną techniką detekcji.

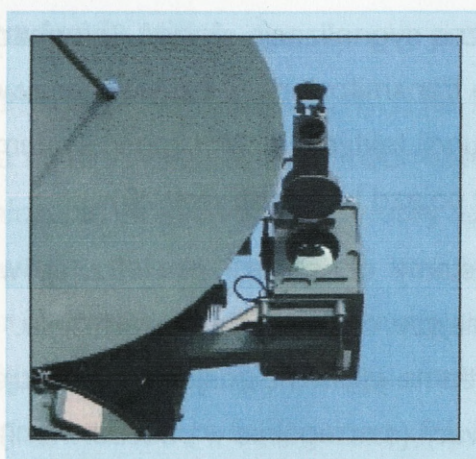
Systemy obserwacyjne i zestawy przeciwlotnicze wykorzystujące technikę radiolokacji wyposaża się w wizjery, pracujące w paśmie optycznym. Wizjer termowizyjno-telewizyjno-optyczny przeznaczony jest do wykrycia, identyfikacji i obserwacji celu na bardzo dużych odległościach porównywalnych w sprzyjających warunkach atmosferycznych z zasięgiem rozpoznania radiolokacyjnego. Pracuje on prawidłowo w dowolnych warunkach pogodowych w dzień i w nocy. Obraz celu wyświetlany jest na ekranie monitora LCD na każdym etapie śledzenia. W jego skład wchodzi kamera telewizyjna i termowizyjna. Zastępuje dotychczas stosowany wizjer telewizyjny, umożliwiając zestawom przeciwlotniczym przeznaczonym do zwalczania śmigłowców termiczną detekcję celu oraz zwiększając zasięg wykrycia. Zastosowanie wizjera umożliwia ograniczenie, a niekiedy całkowite wyeliminowanie promieniowania radiolokacyjnego, zwiększając maskowanie radioelektroniczne środków przeciwlotniczych przeznaczonych do zwalczania śmigłowców. Wizjer taki może być dostosowany do dowolnej platformy systemu kierowania ogniem zestawów przeciwlotniczych (fot. 18).

Kamera telewizyjna dalekiego zasięgu zastosowana w wizjerze służy do obserwacji oddalonych obiektów w zakresie światła widzialnego w warunkach występowania minimalnego oświetlenia. Jest wyposażona w wysokiej klasy obiektyw o zmiennej ogniskowej. Dostarcza do zespołu wyświetlania sygnał video w standardzie CCIR. Natomiast kamera termowizyjna służy do obserwacji celów powietrznych na bardzo dużych odległościach (fot. 19). Pozwala na detekcję i obserwację celów niezależnie od warunków oświetleniowych w dzień i w nocy. W składzie wizjera może być zastosowana kamera termowizyjna pracująca w paśmie 8 – 12 μm lub 3 – 5 μm , której zasięg w standardowych warunkach pogodowych przekracza 40 km.



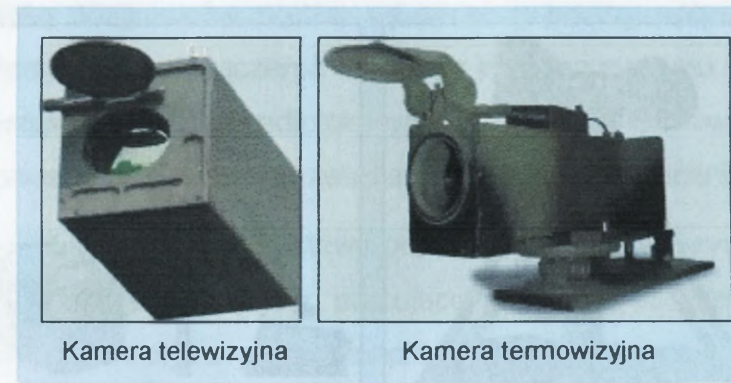
Fot. 17. Pasywne optoelektroniczne systemy wykrywająco-ślędzące

Źródło: opracowanie własne



Fot. 18. Antena stacji radiolokacyjnej KUB z wizjerem

Źródło: <http://www.wzu.pl>



Fot. 19. Stosowane kamery w zestawie

Źródło: tamże

Innym przykładem zastosowania wielokanałowego zbierania informacji, opartego na detektorach optoelektronicznych może być nowoczesny, rodzimej konstrukcji mobilny, zintegrowany system rozpoznania pola walki **SRPW-11**¹⁹. System ten realizuje kierunek zaawansowanej koncepcji rozpoznania pola walki „*Joint Vision 2020*” poprzez wielokomponentową integrację czujników, urządzeń i informacji najwyższego poziomu technologii z komputerem pokładowym w celu obserwacji, wykrycia i definiowania zagrożeń do bezpośredniego wykorzystania decyzyjnego i komunikatów do transmisji radiowej. Przeznaczony jest do pasywnej obserwacji w paśmie widzialnym i termicznym w szerokim kącie widzenia lub odległych obiektów w bardzo wąskim kącie widzenia na lądzie, morzu lub w powietrzu oraz pomiaru ich odległości i współrzędnych kątowych odniesionych do własnej pozycji wraz z identyfikacją „swoj – obcy” *IFF MARK XII*. Umożliwia również rozpoznanie i automatyczną sygnalizację skażeń. Informacje oraz obrazy z kamer mogą być automatycznie transmitowane w czasie rzeczywistym do stanowisk dowodzenia lub analizy sytuacji taktycznej. Mobilność systemu zapewnia wielozadaniowy lekko opancerzony pojazd HUMVEE (fot. 20).

Przedstawiane systemy obserwacji powietrznej, w tym wykrywania śmigłowców, są coraz trudniejsze do wykrycia i zwalczania. Ich sygnatura termalna jest zazwyczaj niższa, a tło na jakim się znajdują powoduje niewielki kontrast. Zatem, prowadzenie obserwacji (szczególnie w podczerwieni) jest bardziej efektywne w stosunku do obiektów obserwowanych na tle nieba (tło nieba stwarza silniejszy

¹⁹ <http://www.wzu.pl>

kontrast), niż odwrotnie²⁰. Właściwość ta będzie mieć podstawowe znaczenie w ocenach możliwości zastosowania systemów optoelektronicznych w taktycznym użyciu śmigłowców na polu walki.



Fot. 20. Zintegrowany system rozpoznania pola walki SRPW-11

Źródło: tamże

W nowoczesnych rozwiązaniach dąży się do tego, aby naziemne optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne związane ze środkami przeciwlotniczymi przeznaczonymi do zwalczania śmigłowców były w jak najmniejszym stopniu odróżniane od tła (kontrast termiczny maksymalnie do kilku stopni). W konsekwencji, odległość wykrycia i przechwycenia śmigłowca przez środki przeciwlotnicze będzie niemal zawsze większa niż możliwości ogniowe pokładowych środków rozpoznawczo-celowniczych śmigłowca pracujących w zakresie termowizji.

Systemy naprowadzania rakiet

Analiza wpływu urządzeń optoelektronicznych na taktykę śmigłowców musi uwzględniać stosowanie tej technologii w systemach kierowania środkami rażenia przeznaczonych do zwalczania śmigłowców. Detektory optoelektroniczne (głównie kamery) są wykorzystywane do naprowadzania rakiet kierowanych o różnym stopniu autonomiczności i przeznaczeniu. Są to przede wszystkim rakiety przeciwlotniczych zestawów raketowych bliskiego zasięgu oraz środków przeciwpancernych, też zdolnych do podjęcia walki ze śmigłowcem (fot. 21).

²⁰ Np. kamera termowizyjna podczas badań rejestrowała temperaturę rozgrzanego silnika śmigłowca około +62⁰ C, natomiast błękit nieba -12⁰ C. Jednocześnie ostudzony śmigłowiec na ziemi rejestrowany był w temperaturze +8⁰ C, zaś na tle trawy +6⁰ C.



Fot. 21. Przeciwpancerny zestaw raketowy MILANLITE posiada termowizyjny, automatyczny układ śledzenia, pracujący w paśmie 8 – 12 μm w polu widzenia 6,2° x 3,1° umożliwia zwalczanie celów w dzień i w nocy w warunkach słabej widoczności.

Źródło: materiały reklamowe firmy PILKINGTON OPTRONICS

W systemach rakiet przeciwlotniczych o średnim i dalszym zasięgu (od 10 do 30 km) jest stosowane naprowadzanie w wiązce radarowej. Jednak taki sposób naprowadzania umożliwia przeciwnikowi łatwe wykrycie położenia wyrzutni, co grozi jej zniszczeniem. W ostatnich latach systemy te są wyposażane również w obserwacyjne kamery termowizyjne sprzężone z układami śledzenia, co pozwala na pasywne wykrycie celu oraz wyznaczenie niezbędnych danych (np. współrzędne położenia celu) do odpalenia rakiety (fot. 22).



Fot. 22. Kamera termowizyjna w wyrzutni rakiet przeciwlotniczych RAPIER 2000 (Wielka Brytania)

Źródło: „Armed Forces Journal” nr 1/2000

Stacja radarowa oświetla cel dopiero w końcowej fazie lotu rakiety. Niektóre typy ракет nie wymagają oświetlacza radarowego i po odpaleniu (w odpowiednim kierunku) same wykrywają i śledzą cel, przy czym zespół detekcji celu w rakiecie zawiera również detektor (lub kilka detektorów) podczerwieni.

Innym sposobem działań przeciwlotniczych zestawów raketowych jest kompleksowe wykorzystanie detektorów pracujących w różnych pasmach częstotliwości fal elektromagnetycznych.

Przykładem takiego działania jest szwedzki przeciwlotniczy zestaw raketowy **RBS 90**, w którym wstępne wykrycie celu zabezpiecza radar (dane mogą pochodzić z centrum dowodzenia). Następnie, w pełni autonomiczny zestaw raketowy, wykorzystuje do śledzenia kamery w paśmie TV oraz w podczerwieni (8 – 12 μm). Natomiast naprowadzanie raket odbywa się laserowo. System może pracować w sieci wielu jednostek ogniowych, koordynując i ustalając priorytety zwalczania środków napadu powietrznego (fot. 23).

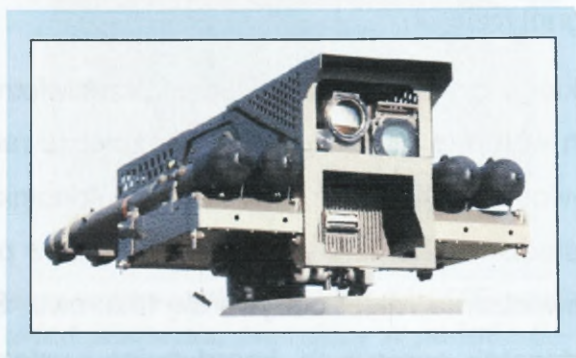


Fot. 23. RBS 90

Źródło: materiały reklamowe firmy BOFORS

Innym przykładem przeciwlotniczego systemu raketowego bliskiego zasięgu, mogącego współdziałać z centrum decyzyjnym (np. na bazie CETAC, SAMANTHA, CROTALE NG) jest zestaw **ASPIC** firmy Thomson – CSF. Zestaw ten może również samodzielnie zwalczać cele powietrzne. Jest on w pełni zautomatyzowany, jednak umożliwia operatorowi naprowadzanie raket również w trybie ręcznym (cel wyświetlany jest na monitorze). Układ wykrywania i śledzenia wykorzystuje kamery TV oraz pracujące w zakresie podczerwieni. Zestaw ten może być stacjonarny, jednak przede wszystkim występuje w wersji mobilnej (fot. 24).

W zwalczaniu śmigłowców na polu walki znaczącą rolę mają przenośne zestawy przeciwlotnicze²¹. Jednak ich wadą jest uzależnienie od wielkości sygnatury termalnej celu. W systemach tych wykorzystywane kamery termowizyjne pracują zazwyczaj w zakresie 3 – 5 μm , więc celowo obniżana wartość sygnatury termalnej celu znacznie pogarsza skuteczność ich działania (w szczególności na kursie spotkaniowym).



Fot. 24. Przeciwlotniczy zestaw raketowy bliskiego zasięgu ASPIC

Źródło: materiały reklamowe firmy Thomson – CSF

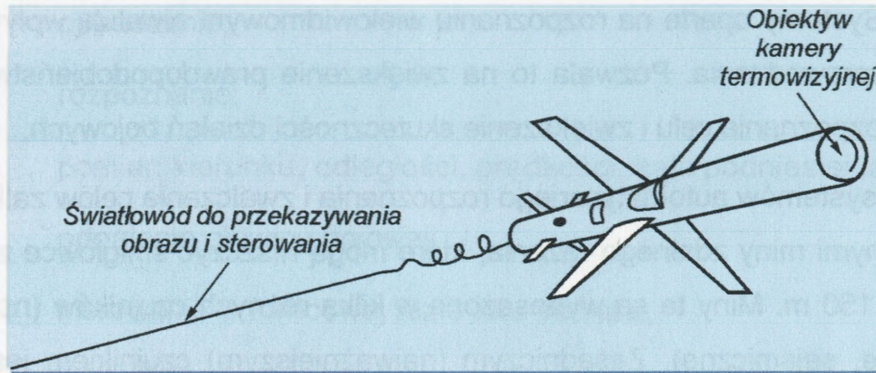
Dlatego też, cechą charakterystyczną przenośnych zestawów przeciwlotniczych, które mogą być użyte do zwalczania śmigłowców naprowadzanych na sygnaturę termalną starszych generacji może być:

- niewielki ich zasięg i pułap zwalczania celów;
- wrażliwość na niską sygnaturę termalną celu;
- ograniczenia stref rażenia, niekiedy do tylnej półsfery.

W zestawach przenośnych obsługa naprowadza raketę na wykryty kamerą cel, sterując jej lotem przez światłowód lub przewód elektryczny; raketa może być też prowadzona w wiązce laserowej.

Kamera termowizyjna może stanowić integralną część rakiety i wówczas jest montowana (na stabilizowanej platformie) w jej przedniej części. Takie rakety mogą same naprowadzać się na cel (tzw. broń „wystrzel i zapomnij”) lub obraz termiczny terenu (celu) jest przekazywany do operatora światłowodem (rys. 14).

²¹ W Zatoce Perskiej w 1991 r. po stronie wojsk koalicyjnych 12 z 19 utraconych samolotów bojowych zestrzelonych zostało przez rakety przenośnych zestawów przeciwlotniczych SA-18 Igła. W Czeczenii natomiast zniszczonych zostało ogniem rakiet Igła i FIM-92A 250 rosyjskich samolotów i śmigłowców.



Rys. 14. Rakieta POLYPHEM produkcji francusko-niemiecko-włoskiej

Źródło: H. Marudy, *Pomiary termowizyjne w praktyce*, wyd. cyt., s. 162

W ostatnich latach rozpoczęto badania nad układami automatycznego rozpoznania celu (*Automatic Target Recognition – ATR*). W wyniku tych badań nastąpił gwałtowny rozwój czujników stosowanych w układach detekcyjnych pocisków, raket i min²². W szczególności intensywnie są rozwijane urządzenia detekcyjne podczerwieni, ze względu na ich kluczową rolę w układach detekcji celu. Oprócz integracji optyki i elektroniki widocznym trendem w dziedzinie optoelektronicznych układów detekcji celu jest wykorzystywanie czujników promieniowania ultrafioletowego, podczerwonego i widzialnego²³. W wielu systemach występują jednocześnie czujniki akustyczne, mikrofalowe, sejsmiczne i czujniki promieniowania podczerwonego. Pasywna detekcja w podczerwieni jest podstawową techniką stosowaną w *ATR*.

Systemy automatycznego rozpoznania i zwalczania celów

Z rozwojem systemów rozpoznawczych związany jest nieodłącznie rozwój środków przeciwdziałających (*countermeasure – CM*) oraz nowoczesnych technik maskowania, zmierzających do obniżenia widoczności celu oraz zmniejszenia promieniowania w całym widmie elektromagnetycznym. Szkodliwe działanie *CM* na jednowidmowe systemy rozpoznawcze było bezpośrednią przyczyną rozwoju i zastosowania w rozwiązaniach praktycznych nowoczesnych urządzeń wielowid-

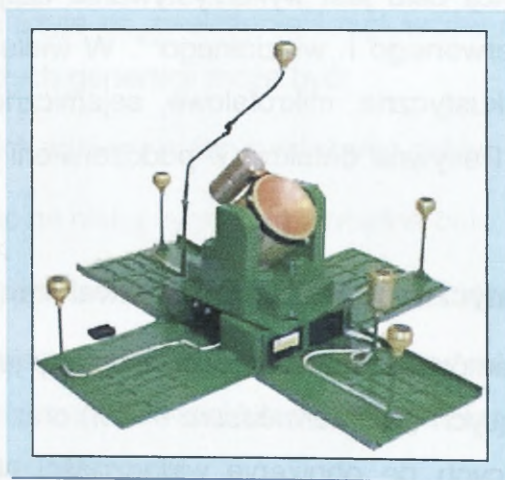
²² W. L. Wolfe, G. J. Zissis, *The Infrared Handbook*, Environmental Research Institute of Michigan, 1993, s. 28 – 29; K. Seyrafi, S. A. Hovanessian, *Introduction to Electro-Optical Imaging and Tracking Systems*, wyd. cyt., s. 17 – 19; G. J. Zissis, *Sources of Radiation The Infrared and Electro-Optical Systems Handbook*, Vol. 1, 27 – 28 SPIE, 1993, s. 33 – 31.

²³ A. N. Steinber, *Sensor and data fusion*, IR/EO Systems Handbook, Bellingham, 1993, s. 167 – 171; D. L. Hall, *Mathematical techniques in multisensor data fusion*, Artech House, Norwood, 1992, s. 111 – 116.

mowych. Systemy oparte na rozpoznaniu wielowidmowym niwelują wpływ CM na system naprowadzania. Pozwala to na zwiększenie prawdopodobieństwa prawidłowego rozpoznania celu i zwiększenie skuteczności działań bojowych.

Do systemów automatycznego rozpoznania i zwalczania celów zaliczane są między innymi miny zdalnego rażenia, które mogą niszczyć śmigłowce z odległości 100 – 150 m. Miny te są wyposażone w kilka różnych czujników (np. czujniki akustyczne, sejsmiczne). Zasadniczym (najważniejszym) czujnikiem jest jednak miniaturowa kamera termowizyjna, która lokalizuje cel, pozwala na wypracowanie danych do naprowadzenia miny na cel oraz podejmuje decyzję o jej zadziałaniu (generacji wybuchowo formowanego pocisku).

Rozwój techniki minerskiej został spowodowany przyjętą w NATO koncepcją zwalczania drugich rzutów i odwodów oraz rozszerzenia pola bitwy w głąb terytorium przeciwnika. Obecnie po minach I generacji, o działaniu tylko naciskowym oraz II generacji, w której zastosowano niekontaktowe zapalniki (magnetyczny, sejsmiczny, magneto-sejsmiczny) produkowane są miny III generacji zwane *IMF – Intelligent Mine Field* (fot. 25).



Fot. 25. Mina przeciwśmigłowcowa AHM 400-3 (produkcji rosyjskiej)

Źródło: T. Sosnowski, *Metoda klasyfikacji i identyfikacji wybranych obiektów militarnych na podstawie cech akustycznych*, wyd. cyt., s. 33

W minach tych zastosowano procesor decyzyjny, koordynujący pracę czujników: akustycznego lub sejsmicznego, których pobudzenie uruchamia czujniki podczerwieni *IR*, a w niektórych przypadkach *MMW* lub dalmierz laserowy. Typowe funkcje realizowane przez minę inteligentną są następujące:

- pobudzenie;
- rozpoznanie;
- pomiar: kierunku, odległości, prędkości, kąta podniesienia;
- odpalenie głowicy bojowej;
- kierowanie w końcowej fazie lotu pocisku;
- detonacja.

Do sterowania inteligentnym polem minowym wykorzystuje się termodetekcyjny system do wykrywania niskolejących śmigłowców. Głównym zadaniem urządzenia jest odpowiednio wczesne wykrycie nadlatujących obiektów. Uzyskane informacje o pojawiających się celach (kierunek lotu, wysokość położenia celu), są przekazywane do elementów sterujących inteligentnych min. Uzyskane wyprzedzenie czasowe pozwala na skierowanie miny w odpowiednim kierunku w stosunku do nadlatującego celu oraz uruchomienie jej systemów śledzących (rys. 15).



Rys. 15. Termodetekcyjny system wykrywania śmigłowców do sterowania polem minowym

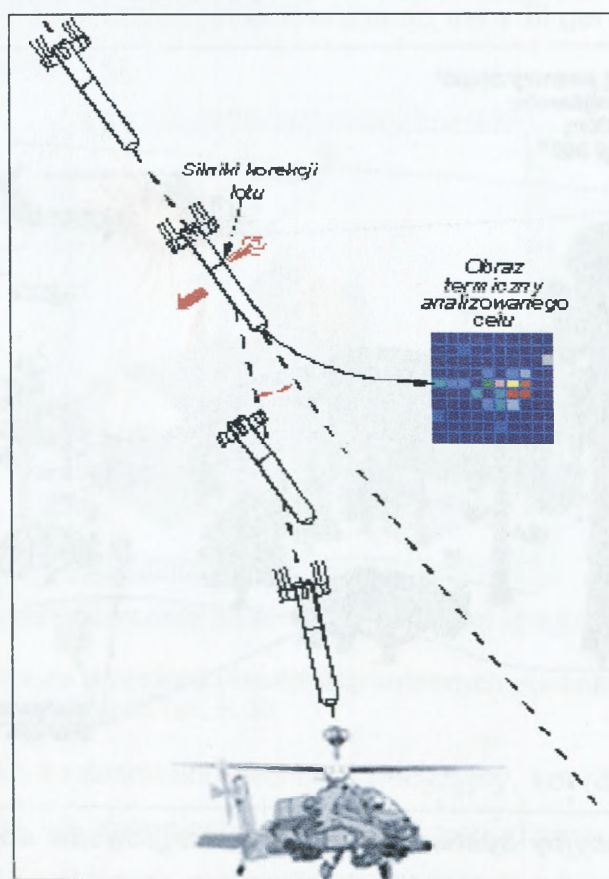
Źródło: H. Madura, Broń inteligentna – krajowe możliwości realizacji, wyd. cyt., s. 85

Urządzenia optoelektroniczne są wykorzystywane również do naprowadzania na cel pocisków moździerzowych. Obiektyw kamery znajduje się na wierzchołku (z przodu) pocisku moździerzowego. Jeżeli na opadającym odcinku trajektorii lotu pocisku, kamera zlokalizuje właściwy cel, to silniczki rakietowe skorygują lot pocisku tak, aby pocisk trafił w cel (fot. 26 i rys. 16).



Fot. 26. Moździerz STRIX podczas ładowania pocisku o działaniu inteligentnym

Źródło: opracowanie własne



Rys. 16. Inteligentny pocisk moździerzowy wyposażony w kamerę termowizyjną

Źródło: opracowanie własne

Z zasady działania moździerza wynika, że wyszukiwanie celu jest realizowane na niewielkim obszarze i skuteczne działanie takiego pocisku zależy od właściwego wystrzelenia pocisku na cel²⁴.

Pociski moździerzowe o nazwie *STRIX* wyposażone w kamery termowizyjne zawierające matrycę detektorów, wraz z innymi pociskami inteligentnymi, wystrzeliwanymi zarówno z ziemi, jak i z powietrza przeznaczone są przede wszystkim do niszczenia środków pancernych i opancerzonych. Mogą one jednak stanowić duże zagrożenie również dla śmigłowców, szczególnie w czasie odtwarzania gotowości bojowej.

Reasumując, optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne znajdują obecnie zastosowanie we wszystkich nowoczesnych naziemnych systemach wykrywania, rozpoznania i zwalczania celów powietrznych, w szczególności śmigłowców i bezpilotowych aparatów. W czasach wzrostu znaczenia technologii „stealth”, wprowadzenie tych urządzeń w znacznym stopniu zwiększa możliwości w zakresie zwalczania środków napadu powietrznego. Pozwalają one prowadzić skuteczne rozpoznanie, same nie będąc wykryte. Konwencjonalne sposoby wykrywania celów powietrznych, w tym szczególnie śmigłowców oparte na klasycznych systemach radarowych, nie są w stanie podjąć skutecznej walki z coraz bardziej wyrafinowanymi celami niskolejącymi. Systemy te muszą być zasilane innymi źródłami informacji, do których między innymi należą czujniki podczerwieni wspomagane często innymi detektorami wielokanałowymi.

2.3. Pokładowe urządzenia obserwacyjne

Urządzenia i systemy pokładowe, jakimi dysponuje współczesny śmigłowiec, które bezpośrednio wpływają na taktykę jego użycia zależą od jego przeznaczenia i zadań oraz od tego, jakimi środkami przeciwdziałania będzie dysponował potencjalny przeciwnik. Powinny one mu zapewniać:

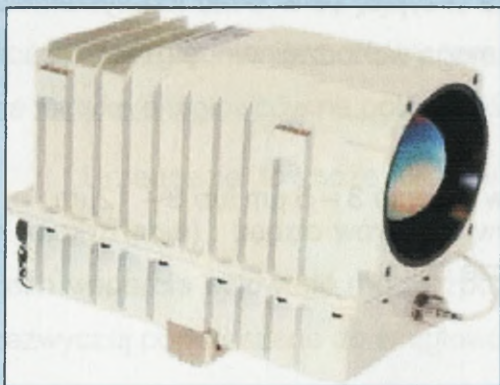
²⁴ Analogiczne badania przeprowadzono w 1996 r. na poligonie Meppen w Niemczech, w czasie których bateria haubic M 109A6 jedną salwą (24 szt.) pociskami SMArt 155 (ang. Sensorfuzed Munition for Artillery 155 mm) zniszczyła w ciągu 15 sekund, 15 ciężkich czołgów (w czasie mniejszym niż jedna minuta). Osiągnięcie tego samego efektu pociskami konwencjonalnymi wymaga ostrzału pola walki w czasie pół godziny, dostępne z: <http://www.globalpdefence-review.com/SMArt155.html>

- operowanie w dzień i nocy;
- w każdych warunkach atmosferycznych wyjście w dowolnie wybrany rejon działań;
- samodzielne wykrycie celu i skuteczny atak;
- precyzyjne rażenie optymalnie wybranym uzbrojeniem;
- działanie w warunkach przewagi informacyjnej (pełne zobrazowanie danych w kabinie, pozwalające na precyzyjne użycie uzbrojenia);
- bezpieczne operowanie nad terenem przeciwnika.

Z wybranych materiałów źródłowych wynika²⁵, że w państwach zachodnich oraz w Rosji, przeznaczają się duże nakłady finansowe na opracowywanie coraz to nowszej awioniki dla statków powietrznych (w tym śmigłowców). W ostatnich latach są to głównie urządzenia optoelektroniczne, pracujące w paśmie optycznym, a przede wszystkim wykorzystujące technikę podczerwieni i laserową. Do nich należą urządzenia do obserwacji w podczerwieni (*FLIR*), układy naprowadzania rakiet, wskaźniki zobrazowania informacji, wyświetlacze nahlmowe, urządzenia samoobrony i dalmierze / oświetlacze laserowe.

Podobnie jak w urządzeniach naziemnych, głównym komponentem pokładowych urządzeń obserwacyjnych śmigłowców są kamery pracujące w paśmie podczerwieni. Kamery pracujące w zakresie *TV* oraz *LLLTV* stają się urządzeniami uzupełniającymi, gdyż posiadają gorsze parametry pracy (znana jest ich zależność od pory doby i warunków atmosferycznych oraz możliwość zakłóceń). Podstawowym źródłem informacji dla śmigłowców na polu walki stała się więc termowizja. Kamery w tych zastosowaniach musi cechować odpowiedni kąt pola widzenia, rozdzielczość oraz muszą one wykrywać cele z odległości zbliżonej do zasięgu rażenia posiadanych środków ogniowych. Współczesne kamery muszą zatem obserwować cel z odległości od 6 do 10 km. Do takiego zastosowania mogą się na przykład nadawać kamery klasy *LIRC* firmy *FLIR Systems* (główne parametry przedstawiono na fot. 27).

²⁵ K. Buch, *Kierunki rozwoju uzbrojenia i wyposażenia elektronicznego nowoczesnych śmigłowców uderzeniowych*, „WPZ” nr 3, Warszawa 1995, s. 113 – 125.



Typ detektora	QWIP
Rozmiar matrycy detektorów	320 x 240 lub 640 x 480
Widmowy zakres pracy	7,5 – 9,3 μm
Średnica obiektywu	78 mm
Kąty pola widzenia kamery zmieniane skokowo	3,5 ⁰ x 2,6 ⁰ 4,6 ⁰ x 3,5 ⁰ 10 ⁰ x 7,5 ⁰ 13 ⁰ x 10 ⁰
Czas zmiany kąta pola widzenia	0,5 s

Fot. 27. Kamera termowizyjna typu LIRC firmy FLIR Systems

Źródło: materiały reklamowe firmy FLIR Systems

Analizując wpływ urządzeń optoelektronicznych na taktykę śmigłowców należy zauważyć, że takie urządzenia obserwacyjne mogą wchodzić w skład pokładowych:

- systemów obserwacyjnych lub obserwacyjno-celowniczych;
- systemów kierowania lotniczych środków bojowych;
- systemów samoobrony śmigłowca.

W świetle dokonanej analizy literatury źródłowej można przyjąć, iż rola poszczególnych grup optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych w systemach awionicznych śmigłowców będzie zróżnicowana. Poprzez to wpływ urządzeń optoelektronicznych na taktykę śmigłowców, w zależności od tego, w których z ich pokładowych systemów awionicznych zostaną one wykorzystane, będzie zróżnicowany i wpływać będzie na inny element składowy taktyki śmigłowców.

Grupą urządzeń optoelektronicznych determinującą w najpoważniejszym stopniu wybór taktyki śmigłowców będą urządzenia wchodzące w skład pokładowych systemów obserwacyjnych i obserwacyjno-celowniczych. To od ich wykorzystania zależeć będzie zdolność załóg śmigłowców do prowadzenia obserwacji obiektów oraz wykonywania lotów w warunkach, gdy nie jest to możliwe dzięki obserwacji wzrokowej. Potencjalne spektrum urządzeń obserwacyjnych opartych na optycznych i termalnych technikach detekcji obrazowej, jakie mogą być wykorzystane przez śmigłowce w systemach obserwacyjnych i obserwacyjno-celowniczych jest szerokie. W świetle analizy rozwiązań stosowanych we współ-

czesnych śmigłowcach nowej generacji można przyjąć, że w skład ich systemów obserwacyjnych i obserwacyjno-celowniczych mogą wchodzić:

- kamery telewizyjne;
- kamery termowizyjne pracujące w paśmie 3 – 5 μm lub 8 – 12 μm ;
- laserowe dalmierze / podświetlacze celu;
- noktowizory pilota;
- radiolokatory.

Tak szerokie spektrum urządzeń, wykorzystujących detektory pracujące w różnym zakresie częstotliwości, pozwala na wzajemne eliminowanie ich wad i prowadzenie skutecznej obserwacji załozde śmigłowców na odległości do 10 – 15 km. Kamera TV dzięki zastosowaniu techniki optycznej i światłowodowej pozwala na zobrazowanie rzeczywistego pola widzenia i przekazanie obrazu na monitor (lub wizjer nahałmowy). Kamera *LLLTV (Low Light Level TV)*, będąca połączeniem kamery TV i noktowizora, służy do obserwacji nocnej wymagającej jednak oświetlenia światłem gwiazd, księżyca itp.

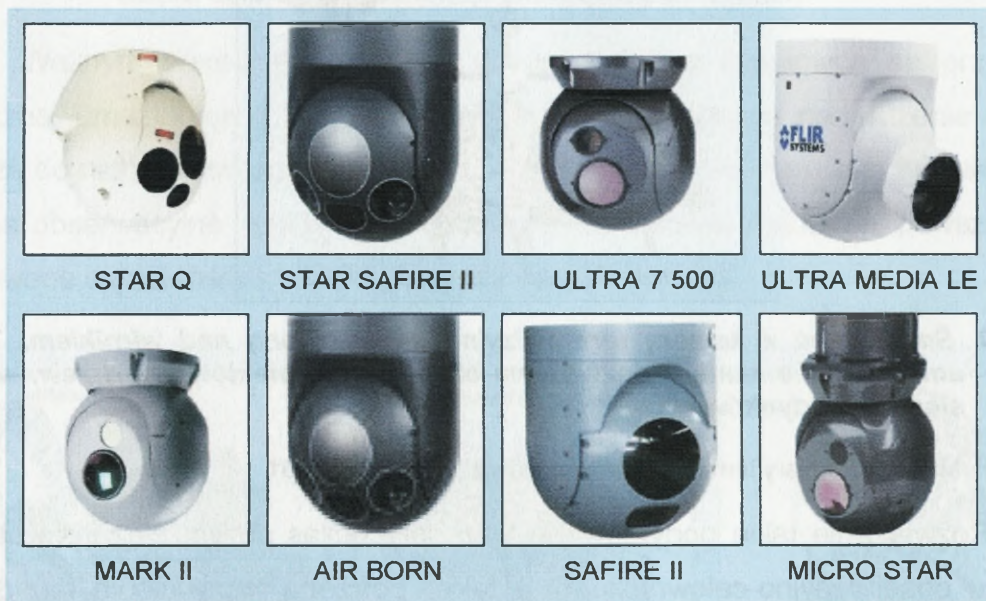
Kamera termowizyjna *FLIR (Forward Looking Infra Red)*, dzięki zastosowaniu detektorów podczerwieni, pozwala załozde śmigłowca na obserwację również w zupełnej ciemności. Umożliwia więc wykrycie, identyfikację i klasyfikację obiektów w warunkach, kiedy kamera TV jest bezużyteczna lub mało efektywna i kiedy nie można wykryć celu wzrokowo.

Głównym systemem obserwacyjnym na pokładzie śmigłowca (tak uzbrojonego, jak i rozpoznawczego) jest system *FLIR*, który skanuje wybrany przez operatora wycinek przestrzeni i generuje termowizyjny obraz terenu na ekran monitora telewizyjnego lub wskaźnika nahałmowego. Tworzenie obrazu polega na rejestracji promieniowania emitowanego przez obserwowany obiekt, a następnie przetworzeniu go na mapę temperatur, będącą efektem różnic energii emitowanej przez poszczególne elementy otoczenia (np. nagrany czołg będzie kontrastował z chłodniejszym tłem).

System ten, dzięki pasywnej pracy, jest odporny na zakłócenia przeciwnika. Jednak na jego zasięg obserwacji mają częściowo wpływ takie czynniki, jak: chmury, dym, kurz itp., które pochłaniają część promieniowania podczerwonego.

Za pomocą *FLIR* możliwy jest także lot śmigłowca w nocy, na bardzo małej wysokości z uwzględnieniem rzeźby terenu, co jest ważnym czynnikiem wpływającym na taktykę śmigłowców na polu walki.

Urządzenie to może pracować samodzielnie jako źródło informacji (np. z rozpoznania) i będzie wówczas wykorzystywane przede wszystkim w śmigłowcach wsparcia bojowego (np. rozpoznawczych). W tym przypadku urządzenia są zazwyczaj podwieszane do śmigłowca na stabilizowanej platformie (fot. 28 i 29).



Fot. 28. Wybrane systemy FLIR

Źródło: opracowanie własne



Fot. 29. TADS/PNVS. Wieżyczka obraca się o kąt $\pm 90^\circ$ w poziomie i $+20^\circ$, -45° w pionie, a pole widzenia wynosi $30^\circ \times 40^\circ$

Źródło: D. Miller, CH. F. Foss, Współczesna wojna lądowa, wyd. cyt., s. 54

W śmigłowcach uderzeniowych urządzenia *FLIR* pracują zazwyczaj w składzie systemów obserwacyjno-celowniczych i są jego integralną częścią. Istnieje wiele rozwiązań konstrukcyjnych, związanych z usytuowaniem sensorów. Część śmigłowców posiada je w części nosowej, co ogranicza pole widzenia tylko do przedniego sektora (fot. 30).



Fot. 30. Śmigłowiec z kamerą termowizyjną umieszczoną nad wirnikiem. Takie umieszczenie kamery pozwala na obserwację obiektów zza drzew, wzniesień lub budynków

Źródło: H. Marudy, *Pomiary termowizyjne w praktyce*, wyd. cyt., s. 161

Rozwiązanie takie podyktowane było dotychczas dużym ciężarem całego systemu obserwacyjno-celowniczego, a także potrzebą zapewnienia mu pełnej stabilizacji. Innym rozwiązaniem jest rozmieszczenie sensorów u dołu lub na górze kadłuba, co pozwala na dookólne zobrazowanie. Już w latach sześćdziesiątych opracowano urządzenie obserwacyjne zamontowane na wysięgniku (umieszczonym w głowicy wirnika), jednak przez kolejne 20 lat projekt ten był odrzucany ze względu na trudności techniczne. Ten sposób usytuowania pozwala na obserwację okrężną, jednak największą zaletą jest możliwość obserwacji pola walki zza ukrycia.

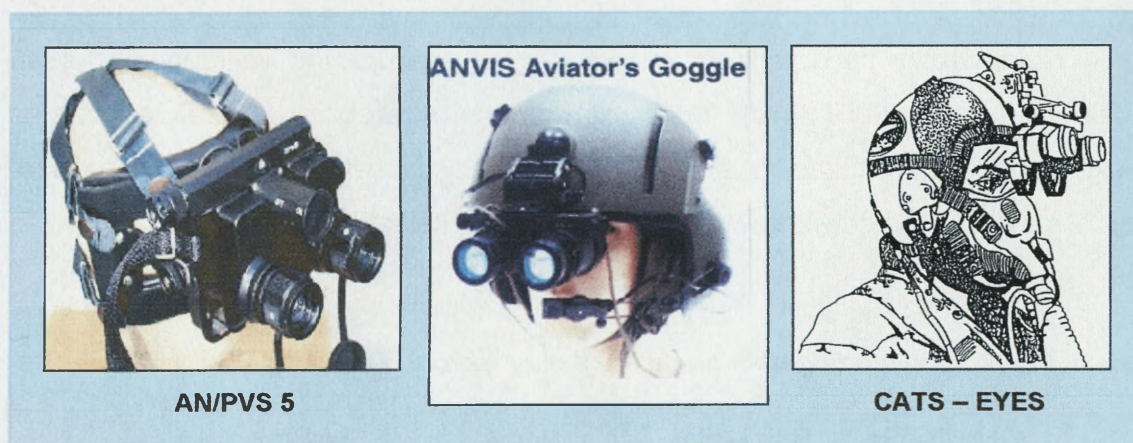
W porównaniu z pokładowymi urządzeniami radiolokacyjnymi śmigłowców systemy *FLIR* posiadają większą rozdzielczość, odporność na zakłócenia, mniejsze wymiary oraz masę. Ponadto do ich zalet należy również:

- brak ograniczeń w odniesieniu do natężenia światła;
- możliwość nakładania danych lotu na obraz uzyskiwany z *FLIR*;
- częściowa odporność na niesprzyjające warunki atmosferyczne.

Systemy *FLIR* analizowane w aspekcie taktyki śmigłowców obarczone są również pewnymi ograniczeniami oraz wadami. Należą do nich między innymi:

- brak możliwości określenia odległości do wykrytych celów;
- obraz może być pozbawiony naturalnej perspektywy (brak „głębokości obrazu”);
- ograniczone odległości wykrycia ze względu na fizyczne uwarunkowania detekcji (nie większe niż rzędu 20 – 25 km).

Ważnym elementem systemu obserwacyjnego śmigłowca są przyrządy optyczne, umożliwiające wzmocnienie obrazu i pozwalające na widzenie nocne. Należą do nich noktowizory pilota (*NVG – Night Vision Goggles*), jako typowe urządzenia obserwacyjne, czy lotnicze celowniki napełmowe. Aktualnie, powszechnie stosowane są noktowizory II i III generacji (fot. 31 i tab. 4).



Fot. 31. Urządzenia noktowizyjne kolejnych generacji

Źródło: opracowanie własne

W nowszych noktowizorach (III generacji) wykorzystywana jest fotokatoda z arsenku galu, jako „obiektyw”, który emituje elektrony nawet wtedy, gdy pada na niego niewielki strumień fotonów (np. światła pochodzącego od księżyca lub gwiazd). Są one następnie „mnożone” w wielowarstwowej płytce, dając wzmocniony strumień elektronowy, który z kolei pada na ekran luminoforu emitując niebiesko-zielone światło. W nowoczesnych układach obraz wzmocniany jest nawet kilka tysięcy razy.

Tab. 4. Wybrane dane techniczne urządzeń noktowizyjnych

AN/PVS 5	ANVIS	CAT – EYES	WIDZENIE NOCNE
WZMOCNIENIE NVG			
Minimum 400 x	Minimum 2 000 x	Normalnie 2 100 x	0 x
JASNOŚĆ OBRAZU			
0,5 ml	1,0 ml	1,5 ml	Poniżej 10 ⁻³ ml
ROZDZIELCZOŚĆ OBRAZU			
24 lp/mm (32 lp/mm)	36 – 45 lp/mm (nowsze do 60 lp/mm)	36 lp/mm	
POLE WIDZENIA			
40° x 40°	40° x 40°	Mark III – 30° x 30° Mark IV – 35° x 35°	120° x 200°

Źródło: opracowanie własne

Noktowizory są urządzeniami pasywnymi pracującymi na długości fal widzialnych, lecz niektóre z nich (optyczne wzmacniacze obrazu) są także czułe na bliską podczerwień. Szacuje się, że zasięg wykrycia celu przy pomocy najnowszych generacji noktowizorów w pełni i półpełni księżyca wynosi ponad 800 m (tab. 5).

Tab. 5. Przykładowe odległości obserwacji przy użyciu NVG

Typ NVG	Pełnia księżyca (1 luks)	Półpełnia księżyca (0,5 luksa)	Noc bezksiężycowa (0,1 luksa)	Światło gwiazd (0,01 luksa)	Pełne zachmurzenie
III generacja	810 m	810 m	780 m	530 m	200 m
II generacja	630 m	630 m	590 m	390 m	150 m
Obserwacja wzrokowa	230 m	140 m	45 m	-	-

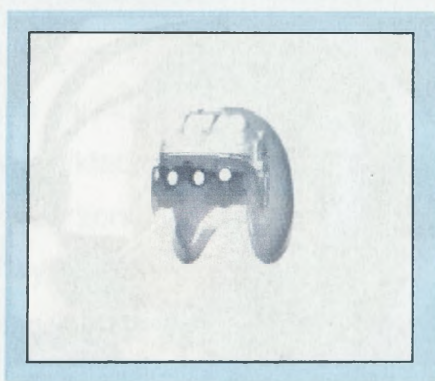
Źródło: Z. Polak, A. Rypulak, Awionika, przyrządy i systemy pokładowe, wyd. cyt., s. 530

Jednym z kierunków zwiększania odległości wykrycia przez pokładowe urządzenie noktowizyjne śmigłowców jest ciągła poprawa ich możliwości wzmacniania obrazu. Dąży się, aby nowoczesny noktowizor mógł być również wykorzystywany przez załogi śmigłowców w noc bezgwiezdną, przy pełnym pokryciu

chmur. Z tego powodu zmierza się w kierunku zastępowania typowego wzmacniacza obrazu układem przetwarzającym obraz na zasadzie kamery termowizyjnej.

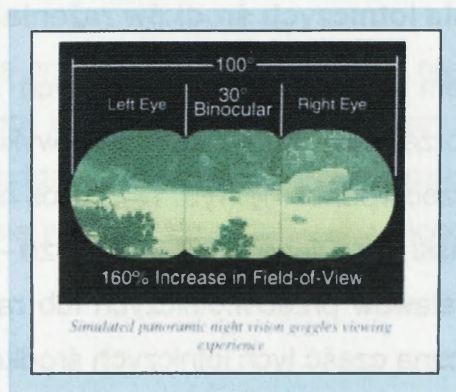
Innym kierunkiem działań dostosowania noktowizyjnych urządzeń obserwacyjnych do potrzeb taktyki śmigłowców jest próba poszerzania pola widzenia typowych noktowizorów zawierającego się w granicach 40° . W tym celu trwają prace nad zastosowaniem noktowizora panoramicznego, w którym szerokość pola widzenia rozszerza się do 100° , co w znaczący sposób zwiększyłoby zdolność prowadzenia obserwacji przez załogę śmigłowca w nocy.

Wadą typowego noktowizora jest niemożliwość odbierania niezbędnych danych dotyczących lotu, celowania i naprowadzania środka rażenia w trakcie patrzenia przez noktowizor przez pilota śmigłowca. Żeby pilot mógł widzieć obszar przed śmigłowcem i obserwować wnętrze kabiny stosuje się specjalne filtry. Ponadto śmigłowiec, w którym pilot wykorzystuje gogle noktowizyjne, jest łatwiejszy do wykrycia, ze względu na wymagane oświetlenie kabiny (fot. 32 i 33).



Fot. 32. Noktowizor panoramiczny

Źródło: K. Stasiak, Widzenie nocne i urządzenia wspomagające widzenie nocne w lotnictwie, Wykład dla personelu latającego, WIML, Warszawa 2002



Fot. 33. Symulowane pole widzenia noktowizora

Źródło: tamże

W związku z powyższym w śmigłowcach, coraz częściej funkcje gogli nocnych przejmują celowniki hełmowe z wbudowanymi wzmacniaczami obrazu. W takim przypadku, w zależności od typu celownika, zobrazowanie dla pilota może pochodzić z kamery LLLTV lub bezpośrednio z FLIR. Wówczas tworzony może być układ IHADSS – (*Integrated Helmet and Display Sight System*), składający się z: dwóch hełmów z osłonami przeciwsłonecznymi, wyposażenia łącznościowego, dwóch monitorów (*HMD – Helmet Mounted-Display*), przyrządu celowniczego (*HMS – Helmet Mounted Sight*) z układami odwzorowującymi kierunek patrzenia. Przyrząd celowniczy (*HMS*), w efekcie ruchów głowy pilota śmigłowca kieruje ustawieniem położenia sensorów oraz działka. Pilot dysponuje, zależnie od potrzeb, celownikiem i przyrządem obserwacyjno-pilotażowym, pracującym zarówno w podczerwieni, jak i w paśmie światła widzialnego, dzięki czemu możliwe jest stosowanie znacznie bardziej wyrafinowanej taktyki działania niż w przypadku stosowania gogli noktowizyjnych (fot. 34).

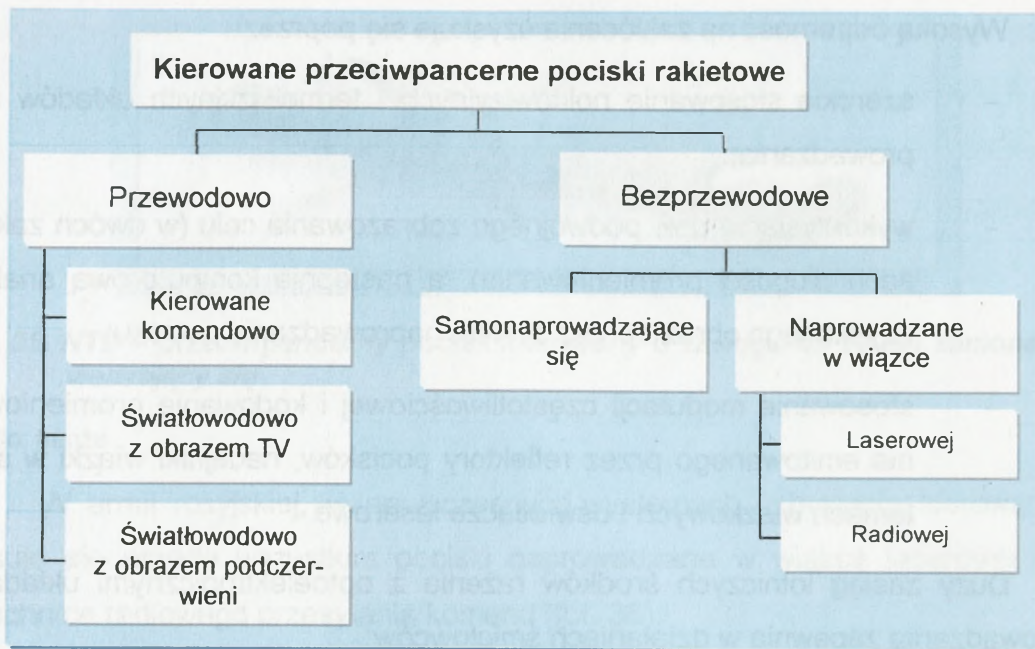


Fot. 34. Hełm francuski dla pilota śmigłowców Tigre/Uhu

Źródło: tamże

Systemy kierowania lotniczych środków rażenia

Głównym elementem uzbrojenia współczesnych śmigłowców uderzeniowych, wynikającym z ich przeznaczenia i zadań jakie wykonują, są różnymi metodami kierowane pociski przeciwpancerne (rys. 17). Obok nich śmigłowce są uzbrojone coraz częściej w pociski kierowane klasy „powietrze – powietrze” będące modyfikacją przenośnych zestawów przeciwlotniczych lub rakiet stosowanych przez lotnictwo myśliwskie. Znaczną część tych lotniczych środków rażenia wykorzystuje się w układach naprowadzania, urządzeniach obserwacji z detekcją w paśmie widzialnym oraz podczerwieni.



Rys. 17. Podział przeciwpancernych pocisków kierowanych

Źródło: R. Kaźmierczak, Współczesne przeciwpancerne pociski kierowane przeznaczone do zabudowy na śmigłowcach, Wykład dla grupy pilotów oblatywaczy, ITWL, Bydgoszcz 2002

W nowoczesnych systemach kierowania pociskami przeciwpancernymi stosowanymi przez śmigłowce wiodącą rolę sprawują optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne, wchodzące w skład układów wizyjnych: dziennych (*DTV – Day Television*) i nocnych – o rozszerzonej czułości w kierunku promieniowania podczerwonego (*FLIR*). Istotnym wyposażeniem w laserowych systemach kierowania rakiet jest układ optyczny-laserowy, służący do opromieniowania celu oraz pomiaru odległości do celu. W układzie znajduje się również czujnik odbitego promieniowania laserowego, za pomocą którego możliwe jest poszukiwanie i uchwycenie obiektu opromieniowanego kodowaną wiązką laserową, pochodzącą z dowolnie umiejscowionego lasera.

Pociski stosowane przez śmigłowce w trakcie realizacji zadań taktycznych przystosowywane są do działania w każdych warunkach atmosferycznych, w dzień i w nocy, przy oddziaływaniu naturalnych i celowych zakłóceń. W badaniach nad bronią dąży się również do zwiększenia donośności pocisku i precyzji rażenia celów.

Wysoką odporność na zakłócenia uzyskuje się poprzez:

- szerokie stosowanie noktowizyjnych i termowizyjnych układów naprowadzania;
- wykorzystanie tzw. podwójnego zobrazowania celu (w dwóch zakresach długości promieniowania), a następnie komputerową analizę uzyskanego obrazu przez system naprowadzania pocisku;
- stosowanie modulacji częstotliwościowej i kodowanie promieniowania emitowanego przez reflektory pocisków, nadajniki wiązki w systemach wiązkowych i oświetlacze laserowe.

Duży zasięg lotniczych środków rażenia z optoelektronicznymi układami naprowadzania zapewnia w działaniach śmigłowców:

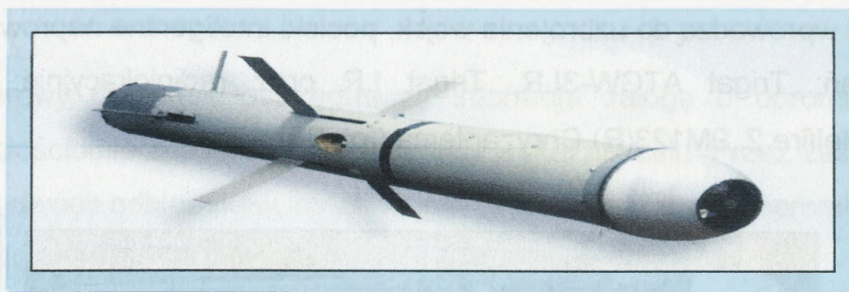
- stosowanie samonaprowadzania;
- wykorzystanie metod przekazywania obrazu z kamery umieszczonej na pokładzie pocisku do aparatury pokładowej kierowania uzbrojeniem śmigłowca łączem światłowodowym.

Precyzyjne naprowadzanie śmigłowcowych lotniczych środków rażenia osiągane jest przez:

- naprowadzanie w wiązce laserowej;
- samonaprowadzanie;
- wykorzystanie światłowodów dla zestawów dalekiego zasięgu z kamerami TV lub IR.

Z analizy dostępnych materiałów²⁶ wynika, że w uzbrojeniu śmigłowców nadal najczęściej stosowane są pociski raketowe z półaktywnym optoelektronicznym systemem naprowadzania (fot. 35). Są one tańsze, od będących w fazie wdrażania, pocisków samonaprowadzających się (inteligentnych).

²⁶ R. Kostrow, M. Studecki, *Rakiety i artyleria wojsk lądowych*, Bellona, Warszawa 2001, s. 23; M. Studecki, *Tendencje rozwojowe przeciwpancernych pocisków kierowanych*, WITU, „ZN” nr 68, Warszawa 1999.



Fot. 35. NTD – przeciwpancerny pocisk kierowany o zasięgu do 10 km samonaprowadzający się

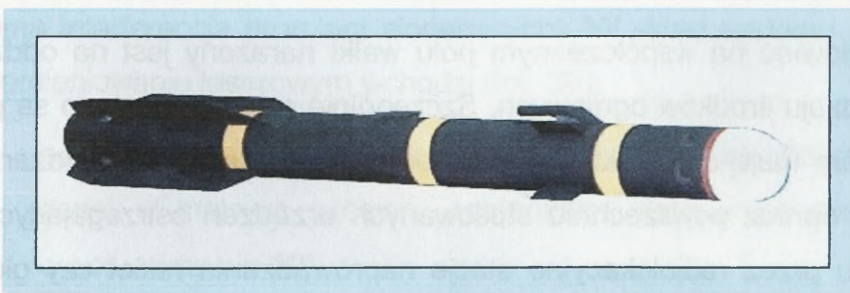
Źródło: tamże

W armii rosyjskiej, w nowoczesnych systemach uzbrojenia kierowanego stosuje się przede wszystkim pociski naprowadzane w wiązce laserowej oraz w technice radiowego przesyłania komend (fot. 36).



Fot. 36. WICHR – przeciwpancerny pocisk kierowany o zasięgu 10 km (12 km WICHR-M) kierowany w wiązce laserowej Źródło: tamże

Najczęściej stosowanymi przez amerykańskie śmigłowce są rakiety kierowane z laserowym, półaktywnym układem naprowadzania (fot. 37).



Fot. 37. HELLFIRE – przeciwpancerny pocisk kierowany o zasięgu 9 000 m, naprowadzany półaktywnie – laserowo. Źródło: tamże

Prowadzi się także badania nad pociskami naprowadzanymi w technice światłowodowej (np. izraelska firma Rafael). Państwa zamożne, takie jak: Stany Zjednoczone, Rosja i państwa Europy Zachodniej wprowadziły lub w najbliższej

przyszłości wprowadzą do uzbrojenia wojsk, pociski inteligentne naprowadzane na podczerwień: Trigat ATGW-3LR, Trigat LR oraz radiolokacyjnie: AGM-114 Longbow Helfire 2, 9M123(R) Chryzantema (fot. 38).



Fot. 38. Przeciwpancerne pocisk kierowany Trigat LR

Źródło: tamże

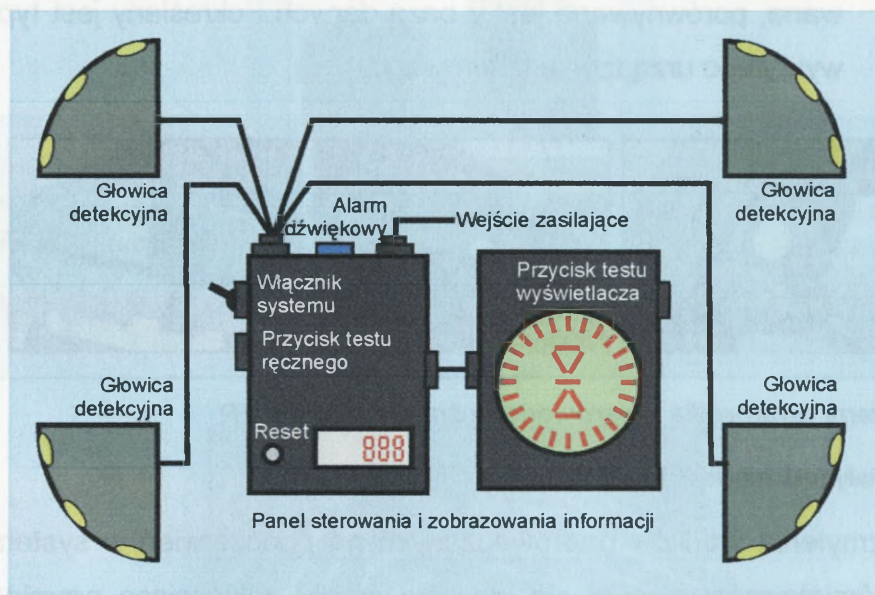
Dzięki zamieszczonemu w nich systemowi naprowadzania, inteligentne przeciwpancerne pociski kierowane nie wymagają ingerencji pilota w procesie naprowadzania na cel. Pilot nie musi nakierowywać śmigłowca na cel, aż do spotkania pocisku z celem. Może wykonać dowolny manewr, w celu wyjścia z pola rażenia środków OPL przeciwnika.

Ponieważ na współczesnym polu walki istnieje możliwość konfrontacji śmigłowca ze śmigłowcem, czy śmigłowca z samolotem, uzbraja się je także w samonaprowadzające się pociski raketowe klasy powietrze – powietrze (głównie naprowadzane na podczerwień). Ten rodzaj broni pełni jednak funkcję uzupełniającą w systemie uzbrojenia śmigłowca.

Systemy samoobrony śmigłowca

Śmigłowiec na współczesnym polu walki narażony jest na oddziaływanie różnego rodzaju środków ogniowych. Szczególnie groźne dla niego są pociski raketowe, które mają optoelektroniczne, pasywne systemy naprowadzania. Powoduje to, że oprócz powszechnie stosowanych urządzeń ostrzegających o opromieniowaniu przez radiolokacyjne stacje naprowadzania rakiet czy głowic pocisków kierowanych półaktywnie i aktywnie, na śmigłowcu stosuje się również urządzenia ostrzegawcze w postaci odbiorników promieniowania laserowego. Wykrycie środków przeciwlotniczych przeciwnika stosujących dalmierze laserowe pozwala na przeciwdziałanie, polegające na ich zmyleniu lub spowodowanie zaprzestania procesu naprowadzania pocisku na cel.

Laserowy odbiornik ostrzegawczy informuje załogę o opromieniowaniu przez odległościomierz laserowy lub laserowy wskaźnik celu. Przez zastosowanie co najmniej dwóch odbiorników, możliwe jest określenie kierunku opromieniowania i wykrycie stacji laserowej (rys. 18).



Rys. 18. Schemat blokowy laserowego odbiornika ostrzegawczego

Źródło: projekt przygotowywany przez Instytut Optoelektroniki WAT, przewidziany do wyposażenia śmigłowca W-3 Sokół, dostępne z: <http://www.wat.edu.pl>

Urządzenie odbiera i identyfikuje źródło promieniowania, pracujące na fali ciągłej i impulsowej, odróżniając promieniowanie laserowe od fałszywych alarmów (np. optyczna interferencja promieni słonecznych). W skład systemu ostrzegającego o opromieniowaniu laserowym wchodzi (fot. 39):

- podsystem optyczny, który składa się z wiązki światłowodowej ułożonej w matrycę włókien, odbierającej promieniowanie laserowe w polu widzenia 90°;
- podsystem detekcyjny, który składa się z detektora tworzącego obraz na podstawie sygnałów odbieranych przez wiązkę światłowodową. Układ przetwarzający podsystemu określa najjaśniejszy punkt w polu widzenia, a więc kierunek z którego nadchodzi wiązka laserowa;

- podsystem przetwarzający, którego zadaniem jest identyfikacja promieniowania laserowego na podstawie pomiaru parametrów wiązki, takich jak: długości fali, czasu tworzenia impulsu, rodzaju promieniowania (ciągłe lub impulsowe). Informacja ta wcześniej przefiltrowana, porównywana jest z bazą danych i określany jest typ i rodzaj wykrytego urządzenia laserowego.

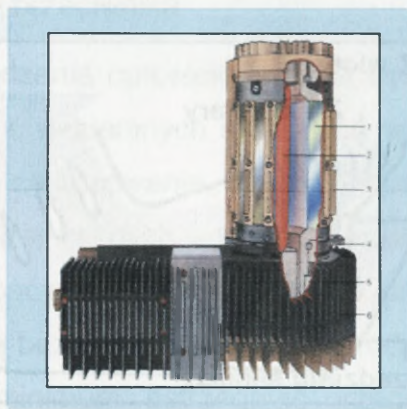


Fot. 39. Anteny odbiornika laserowego w śmigłowcu TIGER

Źródło: materiały reklamowe Firmy Eurocopter

Do zmylenia środków naprowadzanych na podczerwień w systemach samoobrony śmigłowców stosuje się aktywne środki zakłócające promieniowanie podczerwone oraz środki pasywne, w postaci wyrzutników flar. Urządzenia zakłócające śmigłowców pracujące w podczerwieni można podzielić na:

- urządzenia zakłócające (aktywne) śmigłowców służące do oślepienia głowic pocisków rakietowych naprowadzanych na podczerwień impulsami promieniowania podczerwonego o dużej mocy i uniemożliwieniu trafienia w cel. Głównym elementem urządzenia stosowanego w systemach samoobrony śmigłowców są lampy wypełnione gazami szlachetnymi (fot. 40);
- urządzenia mylące (pasywne) systemów samoobrony śmigłowców, które służą do mylenia pocisków naprowadzanych na podczerwień, za pomocą wystrzeliwanych fałszywych celów (flar). Flary mają postać naboju z łatwopalną mieszanką, która spala się w odległości od 50 – 200 m od śmigłowca, w czasie kilku sekund (fot. 41).



Fot. 40. Przykład aktywnego urządzenia zakłócającego środki naprowadzane w paśmie optycznym

Źródło: D. Miller, CH. F. Foss, Współczesna wojna lądowa, wyd. cyt., s. 69



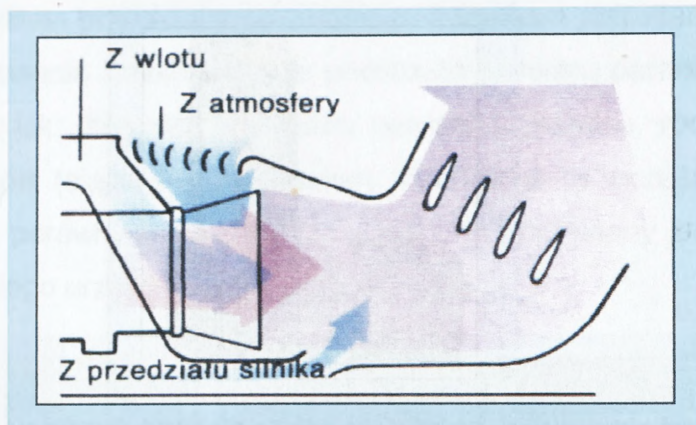
Fot. 41. Wykorzystanie środków pasywnych z pokładu śmigłowca

Źródło: tamże

Ponadto, w celu zwiększenia możliwości zachowania żywotności śmigłowca dąży się do zmniejszenia promieniowania podczerwonego emitowanego przez elementy wylotowe silnika i gazy wylotowe. Dlatego dysze wylotowe są skierowane na wirnik rozpraszający gorące gazy, które ponadto są wcześniej chłodzone przez rurę chłodzącą oraz specjalne urządzenie mieszające je z zimnym powietrzem (rys. 19).

Do obrony śmigłowca przed pociskami kierowanymi stosuje się także nieprzenikalne dla fal w paśmie $0,4 - 14 \mu\text{m}$ zasłony dymne. Wielowidmowe dymy oddziałują także na czujniki fal milimetrych, które są stosowane w inteligent-

nych środkach rażenia klasy „briliant”²⁷.



Rys. 19. System obniżania temperatury gazów wylotowych z silników śmigłowca

Źródło: tamże

Z tego wynika, że stawianie zasłon dymnych ze specjalnych aerozoli o dobranym spektrum tłumienia może być skutecznym sposobem samoobrony śmigłowca przed systemami obserwacyjno-celowniczymi czy naprowadzania pocisków rakietowych wykorzystujących czujniki: telewizyjne, noktowizyjne, laserowe, termowizyjne i, w mniejszym stopniu, radiolokacyjne. Zasłona dymna osłaniająca śmigłowca tworzona może być przez generatory modułowe lub wyrzutnie, zapewniające odpalenie ładunków i dokładne ukształtowanie smugi dymu o wysokości ok. 10 m, w odległości 100 m przed śmigłowcem²⁸. Z badań prowadzonych przez WICHiR wynika, że zasłona w bezwietrznych warunkach utrzymuje się kilka minut, lecz śmigłowca może odpalić kilka takich ładunków. Stosuje się różne rodzaje dymów i ich mieszanki: dymy gorące powodujące podniesienie poziomu tła do poziomu gorącej części śmigłowca i dymy powodujące osłabienie transmitowanego promieniowania ciepłego²⁹. W ten sposób śmigłowca przestaje być widoczny, ponieważ głowica samonaprowadzająca się nie widzi kontrastu między celem a otoczeniem. Zastosowanie w głowicach inteligentnych środków rażenia systemów wieloczujnikowych sprawiło, że pocisk jest obecnie bardziej odporny na środki zakłóceń, jakimi dysponuje współczesny śmigłowca bojowy. Stosowanie zasłon dymnych może w istotny sposób podnieść skuteczność i żywotność śmi-

²⁷ H. Madura, *Broń inteligentna – krajowe możliwości realizacji*, wyd. cyt., s. 8.

²⁸ B. Guston, M. Spick, *Współczesne śmigłowca bojowe*, Epsadon, Warszawa 1993, s. 68.

²⁹ M. Koch i in., *Środki dymne o podwyższonych właściwościach maskujących wobec promieniowania podczerwonego*, WICHiR, Warszawa 1999, s. 48.

głowca oraz efektywnie oślepić układy naprowadzania i rozpoznania nowoczesnych środków ogniowych przeciwnika.

Reasumując, urządzenia optoelektroniczne wykorzystywane na pokładzie śmigłowca, podobnie jak w naziemnych systemach wykrywania i zwalczania celów, mają wszechstronne zastosowanie. Ich możliwości zezwalają na efektywne wykorzystanie śmigłowców w każdych warunkach atmosferycznych i o każdej porze. Zwiększają skuteczność użycia przenoszonego uzbrojenia oraz różnorodność ich wariantów. Poprawiają bezpieczeństwo załogi, redukując ilość wykonywanych przez nią czynności do minimum, ostrzegając przed przeszkodami terenowymi i możliwością ataku ze strony przeciwnika. Użyte kompleksowo mogą tworzyć zintegrowane systemy uzbrojenia sprawiające, że śmigłowiec staje się na polu walki środkiem bojowym o szerokim zastosowaniu taktycznym, zdolnym do realizacji zróżnicowanych zadań w warunkach ograniczonej widzialności.

2.4. Uogólnienia i wnioski

Z dokonanych w trakcie badań problematyki optoelektronicznych rządzeń obserwacyjnych analiz wynika, że istnieje wiele możliwych źródeł informacji o sytuacji na polu walki, które mogą być wykorzystane dla zabezpieczenia taktycznego użycia śmigłowców. Dąży się do tego, aby urządzenia obserwacyjne pracowały w sposób pasywny oraz dostarczały informacje z różnych niezależnych kanałów (detektorów) pracujących w różnych pasmach spektrum elektromagnetycznego. Urządzenia te znajdują wiele zastosowań zarówno w naziemnych systemach obrony przeciwlotniczej, jak i w systemach uzbrojenia współczesnych śmigłowców bojowych. Sprawiają one, że wykorzystanie powyżej wymienionych środków walki staje się coraz bardziej efektywne. Dzięki ciągłemu postępowi technologicznemu następuje dynamiczny wzrost możliwości uzbrojenia, a producenci środków przeciwdziałania wzajemnie się wyprzedzają w nowych rozwiązaniach. Stosowane od lat radiolokacyjne urządzenia obserwacyjne obarczone są wieloma ograniczeniami, które limitują ich wpływ na taktykę śmigłowców. Powodowane jest to między innymi:

- uwarunkowaniami terenowymi, na skutek występowania przeszkód terenowych tworzących kąty zakrycia i tłumienie sygnału zmniejszające zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnych celów niskolecących, w tym śmigłowców;
- zakłóceniami radioelektronicznymi, których oddziaływanie na stacje radiolokacyjne powoduje zmniejszenie prawdopodobieństwa wykrycia śmigłowców;
- technologią „stealth”, w której poprzez zmniejszenie wielkości skutecznej powierzchni odbicia obiektów, w wyniku pochłaniania przez nie energii fali elektromagnetycznej oraz dopasowania kształtu obiektu tak, aby fale elektromagnetyczne radaru nie odbijały się w stronę stacji radiolokacyjnej, wysyłającej te właśnie sygnały.

Wnioski z badań dowodzą, że w naziemnych systemach wykrywania i zwalczania śmigłowców, coraz powszechniej stosowane są odmienne urządzenia obserwacyjne, wśród których główną rolę odgrywają urządzenia optoelektroniczne. W zależności od rozwiązań konstrukcyjnych i sposobu pracy, umożliwiają one:

- automatyczne wykrycie śmigłowców (również wykonanych w technologii „stealth” oraz stosujących różne środki zakłócające) z odległości zabezpieczających skuteczne użycie środków ogniowych zestawów przeciwlotniczych;
- wykrycie, identyfikację i klasyfikację wykrytych śmigłowców oraz określanie ich priorytetów zwalczania;
- naprowadzanie środków ogniowych obrony przeciwlotniczej zwalczających śmigłowce w każdych warunkach atmosferycznych i porze doby;
- skryte działanie śmigłowców wykorzystujących takie urządzenia obserwacyjne.

Jednocześnie prowadzone badania potwierdzają, że zestawy przeciwlotnicze, wykorzystujące pociski samonaprowadzające na podczerwień, zezwalają na:

- działanie w trybie „odpal i zapomnij”;
- precyzyjne rażenie śmigłowców z dużym prawdopodobieństwem w warunkach zakłóceń radioelektronicznych.

Natomiast przeciwlotnicze zestawy artyleryjsko-rakietowe z wielokanałowym systemem wykrywania obiektów powietrznych, w tym śmigłowców umożliwiającą:

- automatyczne wykrycie, śledzenie i rażenie śmigłowców, w każdych warunkach atmosferycznych, o każdej porze doby;
- wybór i rażenie celów najgroźniejszych;
- wykrycie i rażenie celów niskolejących, w tym śmigłowców oraz innych statków powietrznych wykonanych w technologii „stealth”;
- skryte wykrywanie śmigłowców i naprowadzanie rakiet;
- zwalczanie kilku celów jednocześnie.

Ponadto dokonane oceny wykazują, że niewielkie rozmiary środków przeciwlotniczych, wykorzystujących detektory optoelektroniczne oraz ich niska sygnatura termalna, utrudniają wykrycie tych środków oraz ułatwiają zaskoczenie celów niskolejących, czyli w przeważającej mierze śmigłowców. Na ich zasięg wykrycia i prawdopodobieństwo trafienia celu mają niewielki wpływ między innymi takie czynniki, jak warunki atmosferyczne, przeszkody terenowe oraz pasywne i aktywne środki mogące zakłócać promieniowanie podczerwone.

Podkreślenia wymaga fakt, iż nową jakość środków na polu walki stanowią optoelektroniczne pasywne systemy automatycznego rozpoznania i zwalczania celów. Należąca do nich amunicja inteligentna przenoszona przez różnego rodzaju pociski zezwala na:

- automatyczne wyszukiwanie i zwalczanie celów ruchomych i stacjonarnych;
- dużą skuteczność rażenia;
- działanie autonomiczne w każdych warunkach i o każdej porze.

Ważnym środkiem rażenia na perspektywnym polu walki, mogącym mieć istotny wpływ na ewolucję taktyki śmigłowców, stają się miny przeciwśmigłowcowe. Ich sposób działania może zweryfikować taktykę działań śmigłowców, szczególnie na bardzo małych wysokościach. Jak dowodzą wyniki badań, miny te umożliwiają automatyczne wykrycie, identyfikację, klasyfikację i rażenie celów poniżej wysokości 100 – 200 m, co zezwala między innymi na obronę ważnych obiektów przed atakami śmigłowców bojowych i zapobieganie ewentualnym desantom taktycznym.

Jednak optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne (o pasywnym działaniu), tak jak w sposób istotny wspomagają systemy obrony przeciwlotniczej, odgrywają również ogromną rolę w udoskonalaniu systemów pokładowych współczesnych śmigłowców bojowych. System uzbrojenia współczesnego śmigłowca, dzięki zastosowaniu tych urządzeń, umożliwia:

- w pełni pasywne wykrywanie, identyfikację i klasyfikację obiektów oraz automatyczny wybór środków rażenia w zależności od rodzaju celu;
- automatyczne kierowanie działkiem oraz nakierowywanie przyrządów celowniczych za pomocą ruchów głowy pilota;
- niszczenie celów powietrznych bez konieczności wdawania się w walkę manewrową;
- dużą precyzję rażenia;
- wybór bezpiecznego profilu ataku (przy użyciu pocisków samonaprowadzających się);
- lot według rzeźby terenu, z uwzględnieniem przeszkód terenowych w warunkach ograniczonej widzialności w dzień i w nocy;
- prowadzenie działań bojowych w każdych warunkach, o każdej porze doby;
- prowadzenie ognia z ukrycia, w trybie „odpal i zapomnij”;

- ostrzeżenie pilota o opromieniowaniu przez środki rozpoznania optoelektronicznego systemów przeciwlotniczych, określenie rodzaju i priorytetu stacji, oraz odległości i kierunku promieniowania;
- ograniczanie zasięgu wykrycia przez pasywne i aktywne środki ogniowe obrony przeciwlotniczej.

Z dokonanych w niniejszym rozdziale analiz właściwości taktyczno-technicznych urządzeń można wnioskować, że wyniku pojedynku śmigłowców z wyrafinowanymi środkami przeciwdziałania oraz taktyki stosowanej w jego trakcie nie przesądzi jedynie poziom zaawansowania technicznego użytych środków. Niezbędna będzie znajomość słabych stron przeciwnika w konkretnych uwarunkowaniach taktycznych, które mogą zdecydować o takich elementach, jak trafny dobór profilu podejścia do celu, sposób ataku, stosowane manewry obronne itp. Gruntowna znajomość zjawisk, mających wpływ na możliwości wykorzystania, obecnie kluczowych dla taktycznego użycia śmigłowców urządzeń optoelektronicznych, w naziemnych i pokładowych systemach uzbrojenia może mieć duże znaczenie dla właściwego doboru taktyki działań śmigłowców.

ROZDZIAŁ 3

MOŻLIWOŚCI OPTOELEKTRONICZNYCH URZĄDZEŃ OBSERWACYJNYCH W ŚWIETLE PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

3.1. Właściwości optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych i przyjęte hipotezy robocze

Dokonane w poprzednim rozdziale dysertacji analizy i oceny właściwości taktyczno-technicznych urządzeń obserwacyjnych w aspekcie ich potencjalnego wpływu na taktykę śmigłowców wykazały, że urządzenia optoelektroniczne pracujące w paśmie podczerwieni i widzialnym są grupą o największym znaczeniu dla taktycznego użycia śmigłowców na polu walki. Studia literatury przedmiotu pozwoliły na określenie w sposób wstępny zalet i wad optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych warunkujących ich wpływ na taktykę śmigłowców. Uzyskane wyniki badań teoretycznych pozwoliły na opracowanie założeń prowadzenia badań empirycznych ukierunkowanych na zbadanie wpływu optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na poszczególne elementy taktyki śmigłowców oraz ustalenie rodzaju i zakresu istniejących w tym obszarze zależności. Badania empiryczne ukierunkowane były na określenie:

- możliwości obserwacji śmigłowców w zależności od intensywności źródła ciepła;
- możliwości obserwacji śmigłowców w zależności od kontrastu z tłem;
- możliwości obserwacji śmigłowców w zależności od przejrzystości atmosfery.

Punktem wyjścia do badań empirycznych, których wyniki zawarto w niniejszym rozdziale stała się ocena właściwości optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych i przyjętych hipotez roboczych na potrzeby niniejszych badań.

3.1.1. *Możliwości obserwacji w zależności od intensywności źródła ciepła*

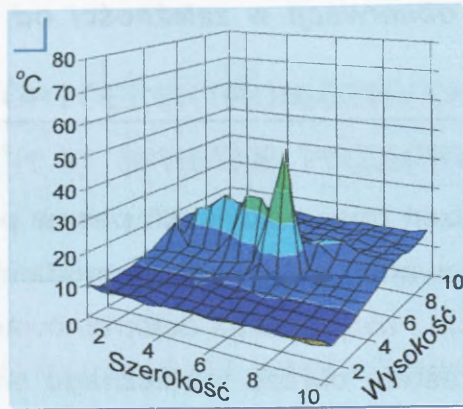
HIPOTEZA 1

Zastosowanie urządzeń obserwacyjnych pasma podczerwieni znacznie zmniejsza efekt maskowania śmigłowca metodami konwencjonalnymi. Możliwości jego wykrycia i rozpoznania determinowane są intensywnością promieniowania i kontrastem obrazu termicznego śmigłowca w stosunku do tła, na jakim się znajduje.

Z przedstawionych w rozdziale poprzednim właściwości i charakterystyk urządzeń obserwacyjnych wykorzystywanych na pokładzie śmigłowca i w naziemnych systemach przeciwśmigłowcowych wynika, że jedną z najskuteczniejszych metod wykrywania obiektów może być metoda wykorzystująca emitowanie promieniowania cieplnego. Jest ona szczególnie efektywna ze względu na fakt, że każdy obiekt wydziela pewną ilość energii cieplnej, której nie można całkowicie maskować. Ciało o temperaturze większej niż 0 °K (minus 273 °C) jest źródłem promieniowania elektromagnetycznego, zaś rozkład widmowy tego promieniowania jest charakteryzowany przez jego temperaturę. Obserwacja w podczerwieni jest tym bardziej skuteczna, że prawdopodobieństwo wystąpienia dwóch obiektów, które mają tę samą temperaturę (wszystkie piksele obrazu) jest niewielkie.

Czujniki podczerwieni stosuje się w układach wykrycia celów również ze względu na pasywny charakter detekcji oraz możliwość stosowania w nocy i warunkach ograniczonej widoczności (np. mgła, dym). Za ich pomocą mogą być wykrywane obiekty zamaskowane w sposób doskonały dla ludzkiego oka. Warunkiem jednak jest to, aby różnica temperatur pomiędzy zamaskowanym obiektem a otoczeniem, w jakim się znajduje, nie była mniejsza od czułości urządzenia.

Źródłem promieniowania na polu walki może być obiekt uderzenia (cel) lub jego tło. Zadaniem detektora urządzenia termowizyjnego jest wykrycie źródła promieniowania obiektu zainteresowania. Tło staje się źródłem promieniowania zakłócającego. Śmigłowiec można rozpatrywać jako *rozległe trójwymiarowe źródło podczerwieni* o nierównomiernym rozkładzie temperatury na powierzchni. Rozkład przestrzenny temperatur na powierzchni danego obiektu najczęściej istotnie różni go od jego otoczenia i może być wykorzystany do jego wykrycia (rys. 20).



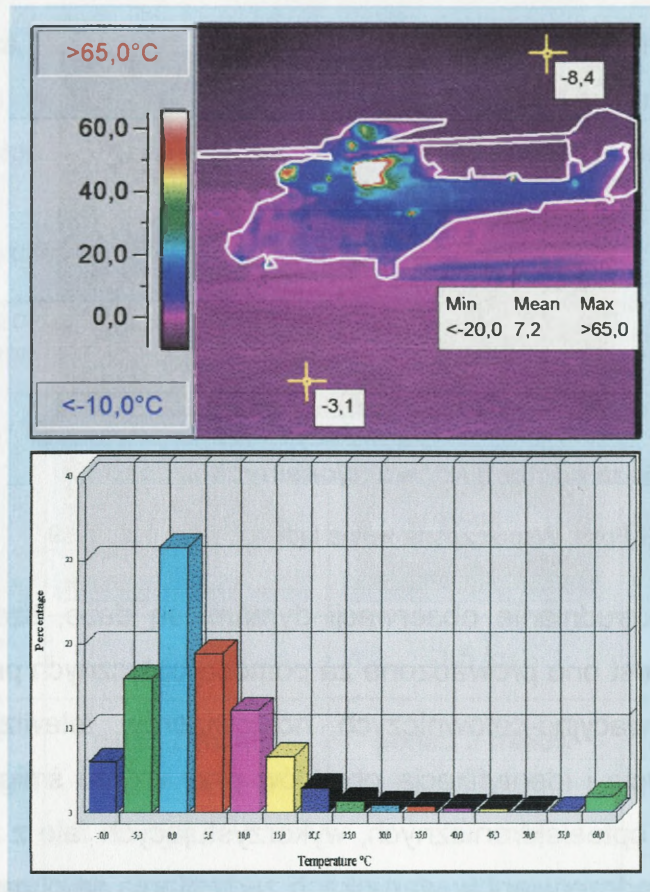
Rys. 20. Przestrzenny rozkład temperatur śmigłowca na tle bezchmurnego nieba

Źródło: R. Dulski, Modelowanie, analiza i weryfikacja eksperymentalna dla potrzeb konstrukcji wieloczułkowego, pasywnego systemu wykrywania śmigłowców, Sprawozdanie z realizacji projektu badawczego KBN nr OT00A 006 15, Warszawa 2000.

Kształt rozkładu jest zależny od ustawienia obserwowanego śmigłowca względem kierunku obserwacji, lecz nie odgrywa to istotnej roli, ponieważ zadaniem czujnika podczerwieni jest wyłącznie wykrycie śmigłowca, czyli stwierdzenie faktu jego obecności w polu widzenia układu optycznego. Zamaskowany śmigłowiec zdradzają nie tylko rozgrzane silniki czy przekładnia, ale również każdy inny jego element konstrukcji, a także załoga znajdująca się wewnątrz (rys. 21).

Dynamika współczesnych działań bojowych jest wyznacznikiem rozwoju środków walki oraz form i sposobów rozpoznania. Liczne konflikty lokalne potwierdzają, iż wraz z pojawieniem się na śmigłowcach nowoczesnych systemów rozpoznania wzrasta rola maskowania³⁰ oraz zmieniają się jej formy. Zakres przedsięwzięć i ich różnorodność w tym zakresie jest duża i zależy od ważności obiektów oraz posiadanych środków. Dużego znaczenia w przeciwdziałaniu rozpoznaniu optycznemu z pokładu śmigłowca, prowadzonemu zarówno wzrokowo, jak i za pomocą różnorodnych środków, nabiera zacieranie kontrastów pomiędzy obiektami maskowanymi a tłem. Służyć temu mogą między innymi różnego rodzaju siatki maskujące lub inne przedmioty deformujące kształt maskowanego obiektu i zacierające obraz optyczny (fot. 42). Metoda ta jest skuteczna, jednak tylko w przypadku prowadzenia obserwacji w paśmie widzialnym.

³⁰ F. Mroczko, *Związki rozpoznania z maskowaniem*, „PWL i OPK” nr 5, Poznań 1988 s. 7.



Rys. 21. Przykładowy obraz termowizyjny śmigłowca z histogramem rozkładu temperatur

Źródło: tamże, s. 17

Jedną ze skutecznych metod maskowania obiektów przed systemami obserwacyjno-celowniczymi śmigłowców może być zadymianie. Doświadczenia z byłych konfliktów zbrojnych oraz z przeprowadzanych ćwiczeń, jak również wyniki badań eksperymentalnych³¹ dowodzą, że dymy są i pozostaną skutecznym środkiem pasywnego przeciwdziałania tak klasycznym, jak i nowoczesnym środkom rozpoznania, naprowadzania i rażenia wybranych celów.

Dymy maskujące (ekranujące) stosuje się w ugrupowaniu wojsk własnych lub pomiędzy wojskami własnymi a przeciwnikiem dla zamaskowania własnych pozycji i działań przed obserwacją z ziemi i powietrza. Wielkość zasłon maskujących jest zazwyczaj co najmniej dwa razy większa (zarówno co do powierzchni jak i długości) niż rozmiary maskowanego obiektu.

³¹ W. Harmata, *Dymy jako element systemu maskowania w obszarze taktycznym*, WI-ChiR, Warszawa 1999, s. 10.



Fot. 42. Maskowanie za pomocą konwencjonalnych środków

Źródło: D. Miller, CH. F. Foss, *Współczesna wojna lądowa*, wyd. cyt., s. 69

Możliwości utrudniania obserwacji dymami są duże, szczególnie w tych przypadkach, gdy jest ono prowadzone za pomocą optycznych przyrządów obserwacyjnych i obserwacyjno-celowniczych, noktowizorów, telewizji oraz urządzeń laserowych. Wykrycie i identyfikacja obiektów przy użyciu śmigłowcowych urządzeń optycznych i optoelektronicznych, wykorzystujących fale z zakresu od ultrafioletu do bliskiej podczerwieni w warunkach zadymiania są ograniczane. Dymami można efektywnie przeciwdziałać również niektórym środkom rażenia zaliczanym do broni precyzyjnej. W szczególności dotyczy to pocisków kierowanych kolumnami radiowymi przy optycznym śledzeniu celu.

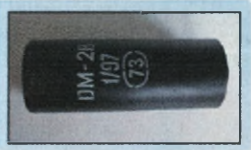

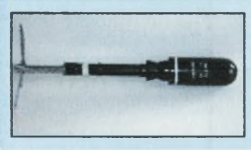
Zgodnie z badaniami W. Harmaty³², do typowych środków maskowania, które aktualnie znajdują się na wyposażeniu pododdziałów ogólnowojskowych i rodzajów wojsk należą między innymi: ręczne granaty dymne, świece dymne, termiczne aparaty dymotwórcze czołgów i bojowych wozów piechoty oraz pociski i granaty dymne wraz z wyrzutniami montowane na wieżach czołgów i bojowych wozów piechoty. Natomiast najbardziej typowymi środkami zadymiania w zakresie podczerwieni są świeca dymna DM-2B, nabój dymny DG-7M do granatnika i granat dymny WGD-2M (tab. 6 oraz fot. 43 i 44).

Powyższe środki do zadymiania stanowią etatowe wyposażenie oddziałów i pododdziałów, między innymi w ich obronie przeciwśmigłowcowej. W zależności od sytuacji taktycznej i możliwości technicznych mogą być one różnie wykorzystywane. Ich skuteczność, np. w przeciwdziałaniu pokładowym urządzeniom obserwa-

³² Tamże, s. 12 – 16.

cyjnym śmigłowca, zależy od zastosowanych w nich rodzajach substancji dymotwórczych, które w zasadniczy sposób decydują o parametrach taktyczno-technicznych zasłon dymnych stawianych przy ich wykorzystaniu.

Tab. 6. Dane taktyczno-techniczne środków dymotwórczych

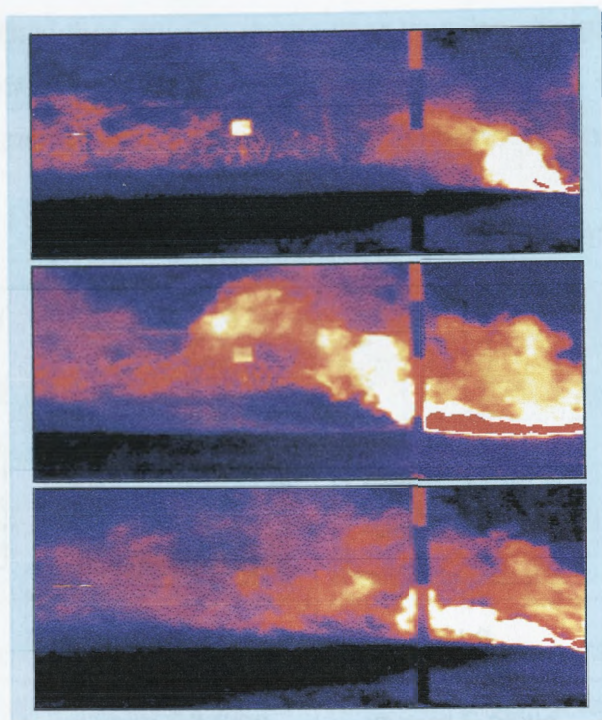
Typ środka dymotwórczego	Świeca dymna DM-2B	Granat dymny WGD-2M	Nabój dymny DG-7M do granatnika RPG-7
Parametr środka dymotwórczego			
Masa ładunku dymnego	2 kg	1,5 kg	0,55 kg
Czas intensywnego dymienia	około 2 minuty	ponad 2 minuty	8 – 10 sekund
Rozmiary zasłony dymnej:			
- światła widzialnego	min. 8 x 100 m	min. 3 x 80 m	ponad 40 m ²
- podczerwieni	min. 4 x 15 m	min. 2,5 x 15 m	min. 2,5 x 15 m

Źródło: opracowanie własne na podstawie: W. Hamata. Dymy jako element systemu maskowania w obszarze taktycznym, wyd. cyt., s. 12 – 16

Konwencjonalne dymy nie zakłócają działania urządzeń pracujących w paśmie termowizyjnym (tab. 7). Dlatego też, trwają ciągle prace nad ulepszaniem składu chemicznego dymów, zmierzające do ograniczania skuteczności urządzeń pracujących między innymi w zakresie termowizji.

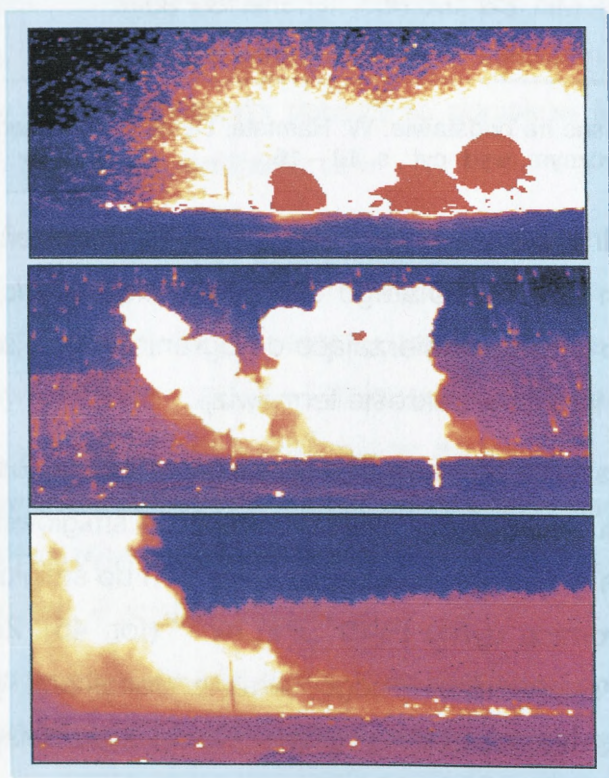
W celu zwiększenia efektywności zadymiania (wydajności) stosuje się często wytwornice dymu montowane między innymi na śmigłowcach. W Polsce najnowszym produktem w tym zakresie, dostosowanym do śmigłowca W-3WA Sokół, jest panelowa wytwornica dymu PWD „PYLIA”³³ (fot. 45). Zastosowanie w niej gazów wylotowych silnika turbinowego, wraz z dodatkami, jako środka dymotwórczego umożliwia rozpraszanie promieniowania elektromagnetycznego w zakresie fal podczerwonych.

³³ Tamże, s. 28.



Fot. 43. Maskowanie świecą DM-2B w podczerwieni

Źródło: tamże, s. 14



Fot. 44. Efekt maskowania w podczerwieni nabojem dymnym DG-7

Źródło: tamże, s. 16

Tab. 7. Możliwości zakłócania obserwacji dymami

Grupa urządzeń (zakres pracy)	Rodzaj urządzenia obserwacyjnego	Możliwości maskowania (zakłóceń)	
		Dymy klasyczne	Dymy maskujące w podczerwieni
	Urządzenia obserwacji w podczerwieni <i>FLIR</i>	NIE	TAK
Urządzenia pasma podczerwieni <i>IR</i> (3 – 14 μm)	Urządzenia poszukiwania i śledzenia w podczerwieni <i>IRST</i>	NIE	TAK
	Skanery liniowe <i>LS</i>	NIE	TAK
	Kamery do pracy przy słabym oświetleniu <i>LLLTV</i>	TAK (w paśmie widzialnym)	TAK
Laser*	Laserowe podświetlacze celu <i>LTD</i>	TAK	TAK**
	Odległościomierz laserowy <i>LR</i>	TAK	TAK**
	Lidary	TAK	TAK**
(0,8 – 2 μm)	Noktowizory <i>NVG</i>	TAK	TAK**
(0,32 – 1,6 μm)	Optyczne przyrządy obserwacyjne	TAK	TAK**

* stosowane są najczęściej lasery: rubinowe (0,6934 μm), itrowo-glinowe i neodymowe (1,064 μm), helowo-neonowe (0,633 μm) oraz półprzewodnikowe (0,85 μm)

** zakłócenia powodują aerozole, będące nośnikiem czynników dymotwórczych o właściwościach maskujących w podczerwieni

Źródło: opracowanie własne na podstawie: tamże, s. 19 – 21



Dane taktyczno-techniczne PWD „PYLIA”:

- czas dymienia z maksymalną wydajnością – ok. 12 min.
- objętość zbiornika cieczy dymotwórczej – 335 dm³
- zakres warunków atmosferycznych: temperatura otoczenia od –10 do +50⁰ C, prędkość wiatru do 8 m/s (w porywach do 11)
- czas utrzymania się skutecznej zasłony dymnej w zakresie widzialnym – 3 min.
- parametry skutecznej zasłony dymnej (długość – ok. 10 km, powierzchnia – ok. 24 ha)

Fot. 45. Zasobnik z wytwornicą PWD na belce uzbrojenia śmigłowca W-3WA

Źródło: tamże, s. 28

Przedstawione w hipotezie zależności warunków wykrycia, rozpoznania i obserwacji celu od intensywności źródła ciepła oraz zasygnalizowane przedsięwzięcia, realizowane w tym zakresie, mogą świadczyć o tym, że problematyka właściwości optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych w taktyce śmigłowców musi być widziana zarówno w aspekcie użycia śmigłowcowych systemów obserwacyjno-celowniczych, jak i skutków oddziaływania na nie przez coraz bardziej wyrefinowane środki obrony przeciwlotniczej przeciwnika.

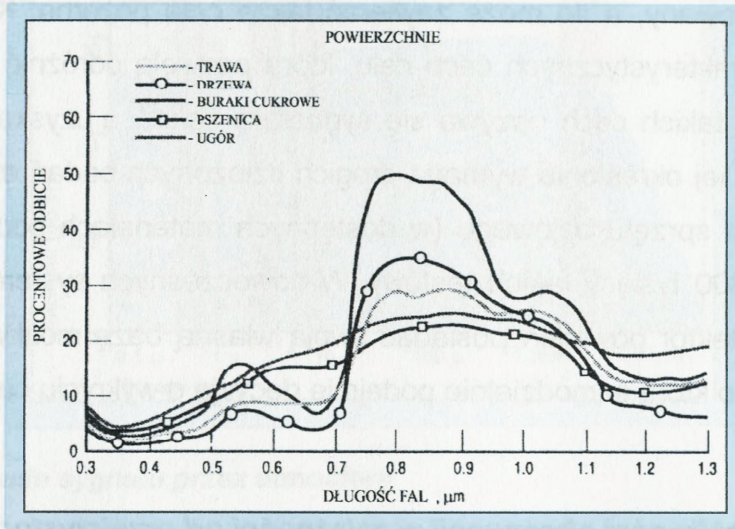
3.1.2. Możliwości obserwacji w zależności od kontrastu z tłem

Zgodnie z literaturą³⁴, promieniowanie odbite od obiektu oświetlonego zewnętrznym źródłem promieniowania uzależnione jest od intensywności tego promieniowania oraz od zdolności odbijania promieniowania przez obiekt. Zdolności te mają ścisły związek z właściwościami fizycznymi ciał, z których zbudowany jest dany przedmiot (obiekt), oraz długości fal promieniowania (rys. 22 i 23).

³⁴ K. Seyrafi, S. A. Hovanessian, *Introduction to Electro-Optical Imaging and Tracking Systems*, wyd. cyt., s. 65.

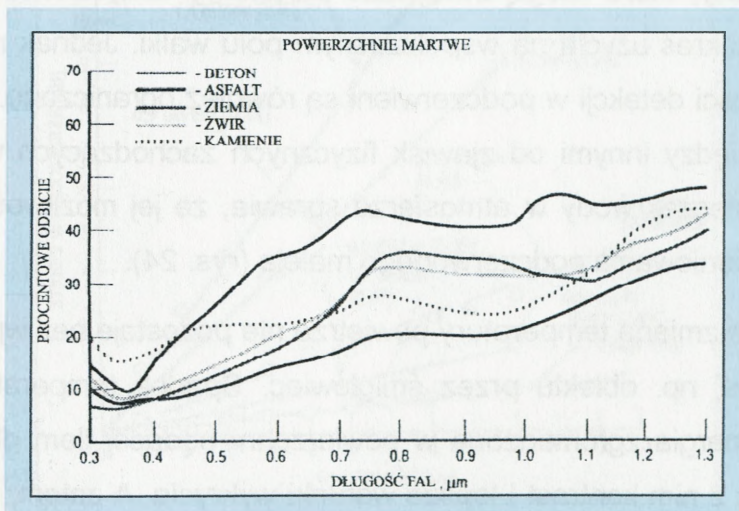
HIPOTEZA 2

Możliwości wykrycia śmigłowca w podczerwieni w znacznym stopniu determinowane są kontrastem z jego otoczeniem. Tło, w zależności od jego cech fizycznych, posiada niższą lub wyższą temperaturę, powodując zmienny kontrast termiczny obiekt – tło.



Rys. 22. Zdolność odbicia przez powierzchnie pokryte roślinnością

Źródło: K. Seyrafi, S. A. Hovanessian, *Introduction to Electro-Optical Imaging and Tracking Systems*, wyd. cyt., s. 66



Rys. 23. Zdolność odbicia przez powierzchnie odkryte lub sztuczne

Źródło: tamże, s. 66

Energia nagromadzona w danym ciele tworzy obraz widmowy, odbierany przez detektor podczerwieni. W praktyce, tło śmigłowca będzie zróżnicowane i wywierać będzie różny wpływ na możliwości jego wykrycia. Wykorzystanie pasywnych czujników do detekcji śmigłowców lub wykrycia obiektu przez pokładowe systemy obserwacyjne, w warunkach pola walki, jest zadaniem stosunkowo złożonym, gdyż sygnały pochodzące od obiektu zainteresowania, rejestrowane przez dany czujnik, mogą być bardzo podobne do sygnałów od tła. Poza tym obiekt może być zamaskowany, a tło może zawierać także cele pozorne. Konieczna jest znajomość charakterystycznych cech celu, które pozwolą odróżnić go od innych obiektów. Zbiór takich cech nazywa się *sygnaturą celu*³⁵, a uzyskanie informacji potrzebnych do jej określenia wymaga drogich i złożonych badań eksperymentalnych z udziałem sprzętu bojowego (w dostępnych materiałach podaje się liczbę rzędu 100 do 300 tysięcy takich testów). W nowoczesnych systemach pokładowych każdy detektor powinien posiadać swoją własną bazę możliwych sygnatur celu, w oparciu o którą samodzielnie podejmie decyzję o wykryciu celu.

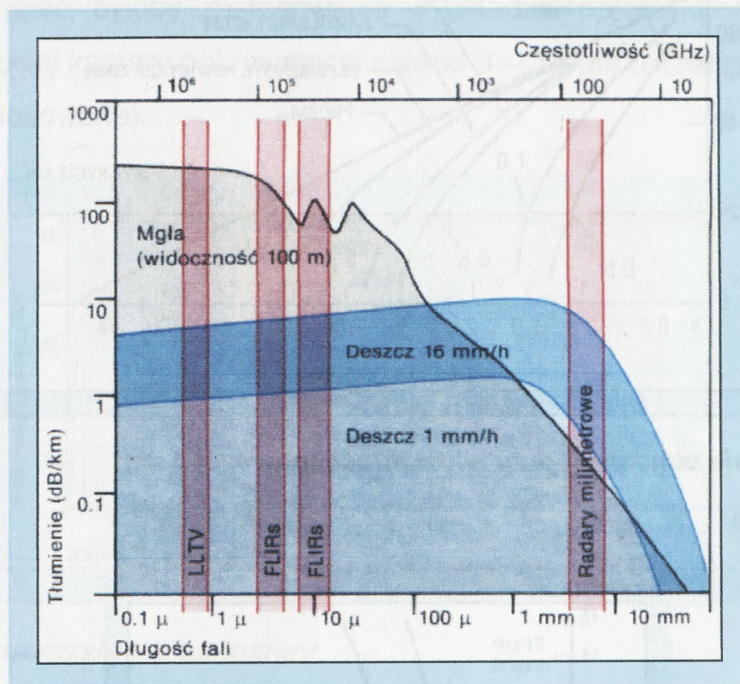
3.1.3. Możliwości obserwacji w zależności od przejrzystości atmosfery

W podrozdziale 2.1 wykazano, że urządzenia obserwacyjne pracujące w paśmie podczerwieni, w porównaniu np. z zakresem radiolokacji, posiadają bardzo ważne cechy, które mogą zwiększać parametry taktyczno-techniczne śmigłowców i ich zakres użycia na współczesnym polu walki. Jednak należy zauważyć, że możliwości detekcji w podczerwieni są również ograniczone. Ograniczenia te pochodzą między innymi od zjawisk fizycznych zachodzących w atmosferze. Obecność cząsteczek wody w atmosferze sprawia, że jej możliwości w zakresie transmisji promieniowania podczerwonego maleją (rys. 24).

Podobnie zmiana temperatury powietrza nie pozostaje bez wpływu na możliwości wykrycia, np. obiektu przez śmigłowiec. Spadek temperatury powietrza powoduje, iż energia zgromadzona w powierzchni będącej tłem dla obiektu jest niższa, tworząc z nim kontrast i lepsze warunki wykrycia. A zatem, warunki pogo-

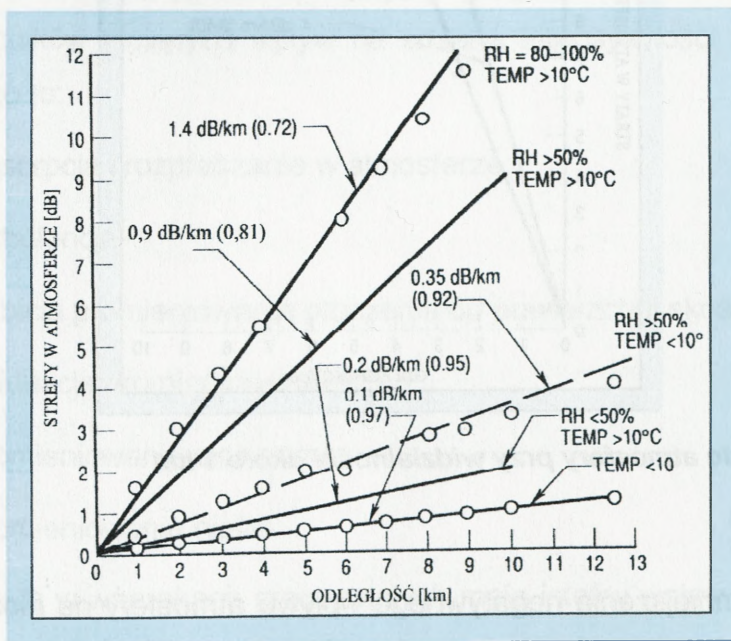
³⁵ Przez sygnaturę celu (ang. *target signature*) rozumie się tutaj zbiór charakterystycznych cech celu pozwalający wyróżnić cel z tła przez dany układ detekcyjny w różnych warunkach meteorologicznych i terenowych oraz z różnych kierunków i odległości obserwacji.

dowe oraz pora roku mają istotny wpływ na skuteczność termowizyjnych urządzeń obserwacyjnych zarówno naziemnych, jak i pokładowych (rys. 25 – 27).



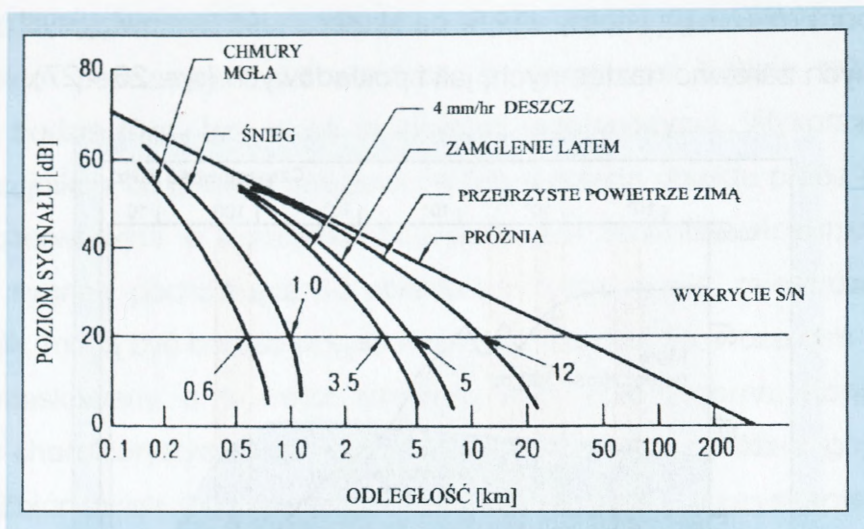
Rys. 24. Tłumienie sygnału przez atmosferę

Źródło: B. Gunston, M. Spick, Współczesne śmigłowce bojowe, wyd. cyt., s. 40



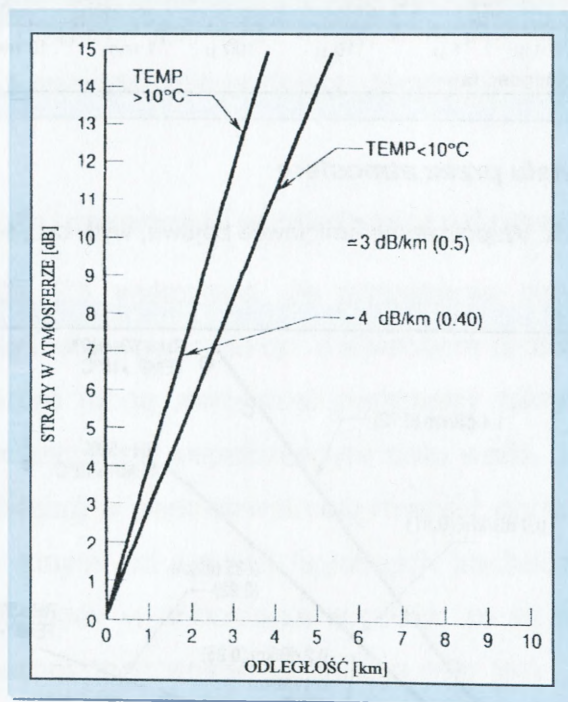
Rys. 25. Przepuszczalność atmosfery

Źródło: K. Seyrafi, S. A. Hovanessian, Introduction to Electro-Optical Imaging and Tracking Systems, wyd. cyt., s. 95



Rys. 26. Tłumienie atmosfery przy widzialności powyżej 4 km

Źródło: tamże, s. 93

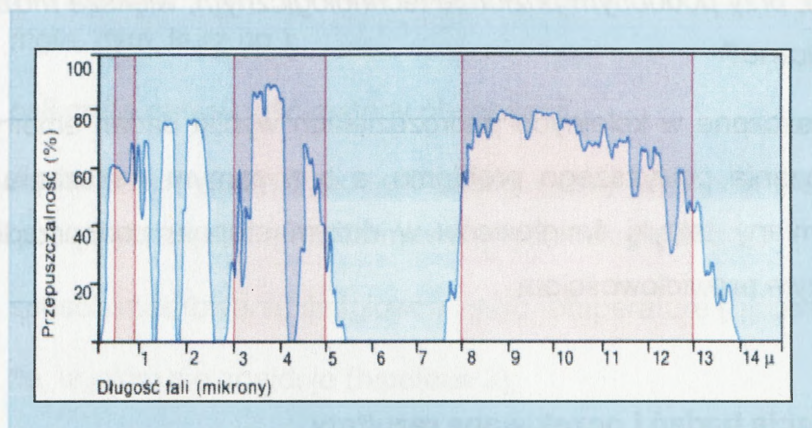


Rys. 27. Tłumienie atmosfery przy widzialności około 1 km

Źródło: tamże, s. 94

W celu zmniejszenia negatywnego wpływu atmosfery na możliwości pracy tych urządzeń wykorzystywane są różne zakresy długości fal, a tym samym detektory o różnym zakresie spektralnym. Tak śmigłowcowe urządzenia termalne, jak i detektory używane w systemach obrony przeciwlotniczej pracują w zakresie 3 – 5 μm lub 8 – 12 μm . W paśmie 8 – 12 μm , uwzględniając negatywne oddziaływanie

między innymi pary wodnej w atmosferze, warunki wykrycia są najlepsze (rys. 28). Jednak nie w każdej sytuacji. Dlatego też, optymalnym rozwiązaniem, ze względu na funkcjonalność, byłoby zastosowanie w układzie optoelektronicznym jednej, szerokopasmowej kamery pokrywającej zakres 3 – 12 μm (rozwiązanie to jest coraz częściej stosowane).



Rys. 28. Przepuszczalność atmosfery

Źródło: B. Gunston, M. Spick, Współczesne śmigłowce bojowe, wyd. cyt., s. 38

Tak więc w warunkach rzeczywistych, charakterystyki promieniowania podczerwonego, emitowanego przez obiekt, podlegają znacznej deformacji. Najważniejsze z czynników mających wpływ na zmianę intensywności promieniowania podczerwonego to:

- absorpcja i rozpraszanie w atmosferze;
- turbulencja;
- odbicia promieniowania otoczenia od powierzchni skośnych obiektu;
- fluktuacje promieniowania tła;
- promieniowanie słoneczne;
- promieniowanie nieba.

Czynniki te w warunkach rzeczywistych mają istotny wpływ na odwzorowanie promieniowania obiektu – **sygnaturę termalną celu**, a tym samym efektywność pracy urządzeń pracujących w paśmie podczerwieni.

Przedstawione w hipotezach zależności warunków pracy i możliwości urządzeń optoelektronicznych, stanowiących kluczowe elementy między innymi śmigłowcowych oraz przeciwśmigłowcowych systemów obserwacyjno-celowniczych i środków ogniowych generują istotny problem. Rodzi się pytanie: *która grupa urządzeń – pokładowych czy naziemnych – posiada lepsze warunki obserwacji, a tym samym, przy podobnym poziomie technologicznym, większe możliwości taktyczno-techniczne?*

Zamieszczone w kolejnych podrozdziałach wyniki badań empirycznych są próbą rozwiązania powyższego problemu, a tym samym wskazania obszarów, w których zmiany taktyki śmigłowców w dużym stopniu podporządkowane są przedstawionym prawidłowościom.

3.2. Organizacja badań i oczekiwane rezultaty

3.2.1. Cel główny i cele szczegółowe

Celem głównym prowadzonych badań empirycznych było zweryfikowanie wybranych właściwości techniki termowizyjnej – w zakresie wykrycia w podcierwieni – na przykładzie możliwości wykrycia śmigłowca W-3 Sokół na ziemi i w powietrzu.

Natomiast za cele szczegółowe przyjęto:

- eksperymentalne zweryfikowanie założonych hipotez, wykorzystując do tego celu wybrane kamery termowizyjne;
- opracowanie wniosków odnoszących się do tych właściwości techniki termowizyjnej, które mogą wpływać na zmiany w taktyce użycia śmigłowców.

3.2.2. Zakres badań

Z przyjętych w podrozdziale 3.1. hipotez wynika, że najważniejszymi czynnikami, które zdecydowały o szerokim wykorzystaniu na śmigłowcach i w syste-

mach przeciwśmigłowcowych optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych pracujących w paśmie podczerwieni są:

- ograniczone możliwości maskowania obiektów obserwowanych za pomocą urządzeń termalnych;
- możliwość obserwacji w nocy i ograniczonej widzialności (deszcz, mgła, dym, kurz itp.);
- całkowita pasywność metody obserwacji.

W związku z powyższym, podjęto próbę oceny wykrycia śmigłowca W-3 Sokół za pomocą wybranych kamer termowizyjnych uwzględniając:

- sposób maskowania śmigłowca i jego temperaturę (hipoteza 1);
- tło, w jakim się znajduje (hipoteza 2);
- przejrzystość (transmisję) atmosfery (hipoteza 3).

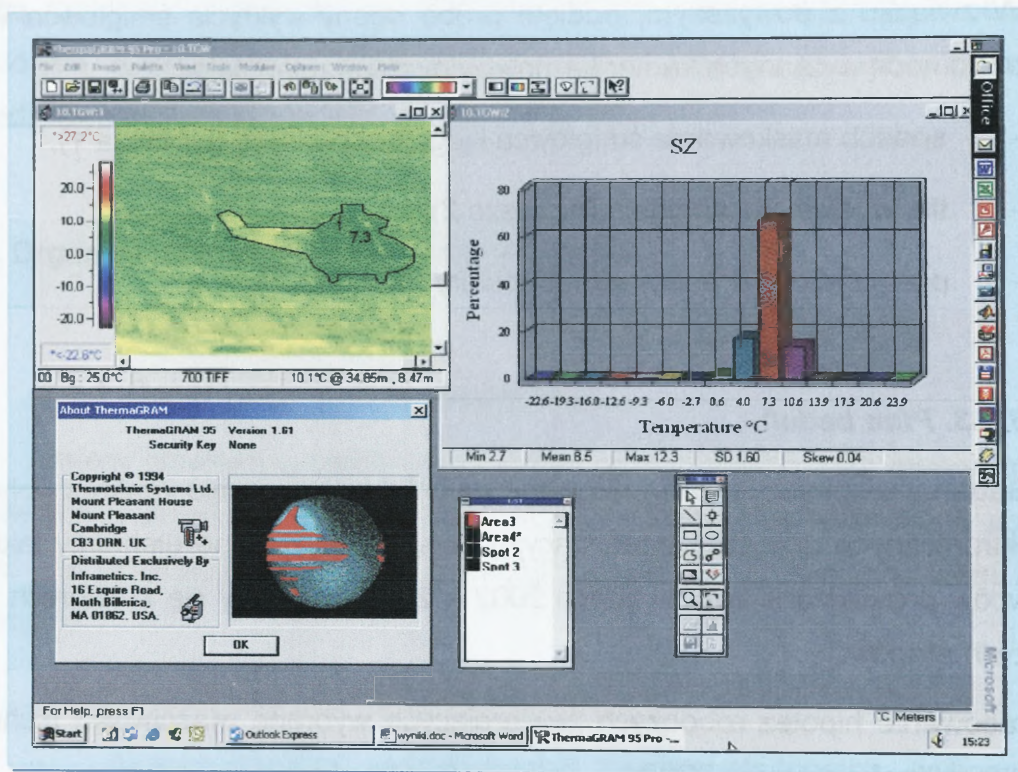
3.2.3. Plan badań

Badania empiryczne ukierunkowane na całokształt rodzaju i zakres wpływu optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na poszczególne elementy taktyki śmigłowców prowadzone były w latach 2002 – 2003 i składały się z czterech zasadniczych etapów:

1. Opracowanie hipotez roboczych zawierających wybrane właściwości techniki termowizyjnej – sierpień 2002.
2. Realizacja eksperymentu naukowego według następującego planu:
 - ocena ekspercka założeń eksperymentu – konsultacje z przedstawicielami Instytutu Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie – wrzesień 2002;
 - miejsce eksperymentu – lotnisko Biała Podlaska;
 - czas – październik/listopad 2002.
3. Obróbka, analiza i ocena uzyskanych wyników badań – I kwartał 2003.
4. Opracowanie wniosków.

3.2.4. Narzędzia badawcze

Korzystając z pomocy kadry dydaktyczno-naukowej Instytutu Optoelektroniki WAT, do przeprowadzenia badań wykrycia śmigłowca W-3 Sokół użyto dwóch kamer termowizyjnych, pracujących w różnym zakresie długości fal. Aby czytelnie przedstawić wyniki badań oraz móc wyciągnąć trafne wnioski wykorzystano program komputerowy do analizy termogramów **Therma GRAM 95 v. 1.61** (fot. 46). Równocześnie dla potrzeb dokumentacyjnych poszczególne ujęcia rejestrowano w zakresie widzialnym przy pomocy aparatu cyfrowego.



Fot. 46. Oprogramowanie do analizy termogramów Therma GRAM 95 v. 1.61

Źródło: opracowanie własne

Ponadto, do maskowania śmigłowców, wykorzystano siatki maskujące oraz wytwornice dymu WD-2. Badania prowadzone były w różnych warunkach atmosferycznych (w zależności od potrzeb), ze stanowiska naziemnego oraz powietrznego.

W wyborze kamer termowizyjnych brane były pod uwagę takie kryteria, jak:

- rozdzielczość temperaturowa (K);
- rozdzielczość przestrzenna (mrad);

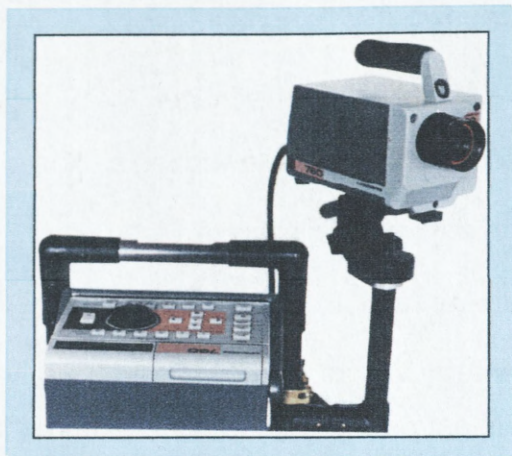
- stabilność czasowa (%/h);
- szybkość (częstotliwość obrazu) (Hz);
- jednorodność parametrów pola widzenia (%);
- możliwość zmiany kąta pola widzenia;
- zakres spektralny (μm).

Podstawowe parametry kamer termowizyjnych używanych w czasie badań przedstawia tab. 8. Natomiast poszczególne typy kamer i stanowisko pracy przedstawiono na fot. 47 – 50.

Tab.8. Podstawowe parametry kamer termowizyjnych

Parametr	Kamera typu 760 BB	Kamera typu SC 1000
Zakres widmowy pracy	8 – 12 μm , 3 – 5 μm , 3 – 12 μm	3 – 5 μm
Detektor	HgCdTe schłodzony do temperatury 77 ⁰ K	matryca PtSi/CMOS 256 x 256 FPA
Minimalna wykrywalna różnica temperatur MDTD	0,1 ⁰ C (8 – 12 μm , 3 – 12 μm) 0,2 ⁰ C (3 – 5 μm)	0,07 ⁰ C
Różnica temperatur równoważna szumom NETD	Mniej niż 0,2 ⁰ C (8 – 12 μm , 3 – 5 μm) Mniej niż 0,4 ⁰ C (3 – 5 μm)	Mniej niż 0,1 ⁰ C
Rozdzielczość pozioma	1,8 mrad, 256 Pixele/Linię (8 – 12 μm) 3,5 mrad, 256 Pixele/Linię (3 – 5 μm)	252 Pixele/ Linię
Dokładność pomiaru	$\pm 2^{\circ}$ C (± 2 %)	$\pm 2^{\circ}$ C (± 2 %)
Zakresy mierzonych temperatur	-20 – 400 ⁰ C (zakres normalny) 20 – 1 500 ⁰ C (zakres rozszerzony)	-20 – 450 ⁰ C
Pole widzenia (FOV)	20 ⁰ poziomo 15 ⁰ pionowo	17 ⁰ poziomo 16 ⁰ pionowo
Rodzaje obiektywów	kąt pola widzenia 20 ⁰ kąt pola widzenia 7 ⁰ kąt pola widzenia 2 ⁰	kąt pola widzenia 20 ⁰ kąt pola widzenia 7 ⁰ kąt pola widzenia 2 ⁰

Źródło: materiały reklamowe firmy TECHMACAM



Fot. 47. Kamera typu Inframetrics760 BB

Źródło: opracowanie własne



Fot. 48. Kamera typu Inframetrics ThermoCAM SC1000

Źródło: opracowanie własne



Fot. 49. Powietrzne stanowisko pomiarowe

Źródło: opracowanie własne



Fot. 50. Naziemne stanowiska pomiarowe

Źródło: opracowanie własne

3.2.5. Warunki prowadzonych badań

Pogoda	temperatura powietrza +4 do +6° C widzialność od 1 km do 10 km wilgotność powietrza od 37 % do 97 % temperatura powierzchni trawiastej do +8° C
Miejsce obserwacji	z ziemi lub pokładu śmigłowca – z odległości skośnej do 2 000 m

Pomiary prowadzone były głównie przy silnym nasłonecznieniu. W związku z powyższym, niektóre powierzchnie śmigłowca (np. część ogonowa, oszklenie kabiny), w zależności od kąta padania promieni słonecznych, emitowały dużą ilość energii odbitej, co w termowizji dawało widmo znacznie wyższej temperatury wewnętrznej tego elementu. Panujące warunki atmosferyczne sprawiały, że kontrast pomiędzy zimnym śmigłowcem i tłem (trawą) był słaby (różnica temperatur wynosiła 1 – 2° C).

W konkretnych etapach badań (np. podczas zadymiania) wykorzystywano taką kamerę, która stwarzała najlepsze warunki obserwacji. Nie prowadzono badań nocą, gdyż w znacznym stopniu utrudniona byłaby rejestracja obrazów optycznych, zaś brak oświetlenia, zgodnie z właściwościami termowizji, nie miałby żadnego wpływu na warunki obserwacji. Przy braku oświetlenia słonecznego ob-

raz pozbawiony byłby refleksów świetlnych powstałych od oświetlanych powierzchni promieniami słonecznymi.

Wyniki badań (zarejestrowane termogramy) odnoszą się do losowo dobranych warunków obserwacji. W praktyce, na obrazy termowizyjne mają wpływ między innymi takie zmienne, jak: warunki atmosferyczne, odległość obserwacji, kąt obserwacji i kąt odbicia promieni słonecznych, rodzaj użytej kamery i obiektywu. W prowadzonych badaniach parametry te nie miały jednak znaczenia. Otrzymane termogramy (wyniki badań) są rezultatem doboru konkretnych parametrów kamer i obiektywów. Mają one służyć wysnuwaniu uogólnionych wniosków związanych z założeniami badań empirycznych.

3.2.6. Badania uzupełniające

W celu zweryfikowania wstępnie sformułowanych hipotez roboczych skorzystano z doświadczeń zdobytych podczas realizacji projektu wytwornicy dymu PWD dla śmigłowca W-3 Sokół przez WICHiR. Dokonano również analizy materiałów badawczych uzyskanych z prac podczas próby zadymiania. W czasie badań (zadymiania obiektu kontrolnego) wykorzystano substancje dymotwórcze o właściwościach powodujących zakłócenia również w zakresie podczerwieni (wyniki badań przedstawiono w podrozdziale 3.1 i 3.3).

Dodatkowym uzupełnieniem badań są wnioski z wizyty (wrzesień 2002 r.) w Centrum Szkolenia Śmigłowcowego w Buckeburgu oraz w 16. pułku śmigłowców przeciwpancernych w Cele (Niemcy). W pierwszym przypadku, badania prowadzone w warunkach dziennych przy użyciu kamer termowizyjnych uzupełniono obserwacją z wykorzystaniem noktowizora, wykonując loty śmigłowcem UH-1D w nocy (fot. 51).

Loty realizowane były w bezksiężycową noc, na różnych wysokościach, w przedziale od 500 m do 30 m. Charakter lotów zezwalał zarówno na ocenę przez autora dysertacji możliwości obserwacji z użyciem noktowizora w warunkach „prawie całkowitego” braku oświetlenia, jak i w rejonie ognisk świetlnych, zakłócających pracę tego typu urządzenia.



Fot. 51. Urządzenie noktowizyjne typu AN/PVS 6

Źródło: Stasiak K., Widzenie nocne i urządzenia wspomagające widzenie nocne w lotnictwie, Wykład dla personelu latającego, wyd. cyt., s. 12

Podczas wizyty w 16. pułku śmigłowców przeciwpancernych prowadzący badania uczestniczył w lotach na poligon na śmigłowcu Bo-105 z odpalaniem rakiet kierowanych typu HOT (fot. 52).



Fot. 52. Śmigłowiec Bo-105 podczas odpalania pocisku przeciwpancernego typu HOT z zawisu

Źródło: opracowanie własne

Badania te pozwoliły zweryfikować zasady taktyki śmigłowców uderzeniowych wykorzystujących właściwości optoelektronicznych systemów obserwacyjno-celowniczych i środków ogniowych naprowadzanych w paśmie termowizji.

Śmigłowiec po wykonaniu skrytego podejścia do pozycji ogniowej, wykorzystując cechy maskujące terenu, wykonał atak z niskiego zawisu, będąc przez cały czas niewidocznym dla obserwatora nie posiadającego żadnych urządzeń obserwacyjnych. Po wykonaniu ataku (zdradzeniu pozycji ogniowej odpaleniem rakiety) śmigłowiec natychmiast zmieniał pozycję w czasie, gdy drugi śmigłowiec kontynuował atak.

3.3. Interpretacja wyników badań

3.3.1. Wykrycie śmigłowca W-3 Sokół w zależności od intensywności źródła ciepła

W celu zweryfikowania słuszności założeń hipotezy nr 1 – ustalenia zależności warunków obserwacji urządzenia optoelektronicznego (zastosowanej kamery termowizyjnej) od intensywności źródła ciepła, przeprowadzono szereg pomiarów, stwarzając różne warunki obserwacji śmigłowców. Warunki te dobierano w taki sposób, aby wyniki obserwacji mogły posłużyć wypracowaniu wniosków odnośnie skuteczności maskowania śmigłowców oraz określenia obszarów zagrożeń podczas ich bazowania i odtwarzania gotowości bojowej, w szczególności na lądowiskach wysuniętych, w bliskiej styczności bojowej z przeciwnikiem.

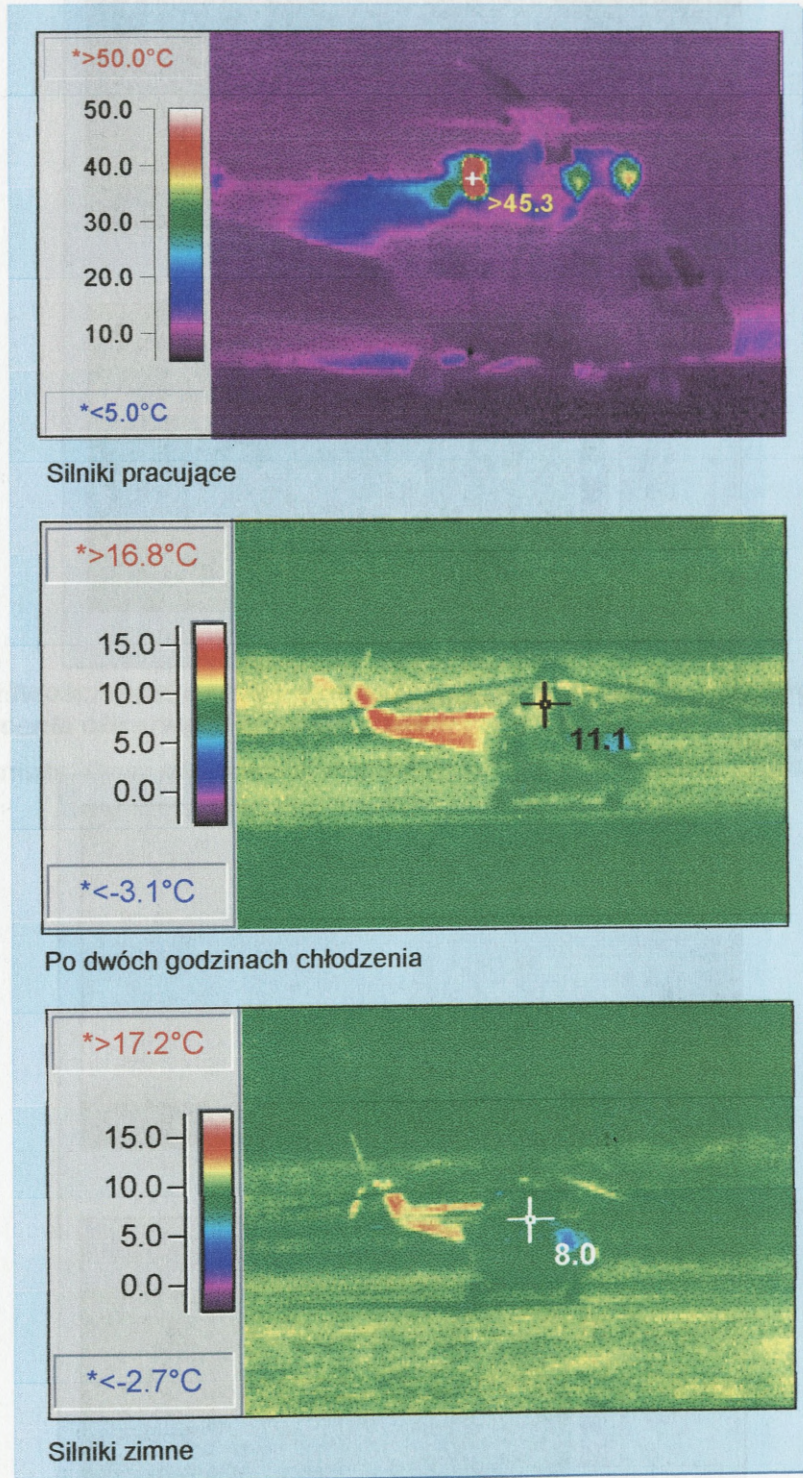
W pierwszym etapie badań uchwycono wzorcowe zobrazenia termalne śmigłowca w celu uzyskania danych referencyjnych (fot. 53):

- z pracującymi i rozgrzаныmi silnikami oraz podzespołami napędowymi;
- po dwugodzinnym chłodzeniu;
- śmigłowca zimnego.

Rejestrowane później obrazy termalne śmigłowca w kontraście z jego otoczeniem miały posłużyć ocenie łatwości jego wykrycia, np. w czasie przebywania na lądowisku, w zależności od fazy odtwarzania gotowości bojowej, a więc czasu przebywania na lądowisku. Histogramy wzorcowe wykorzystywane były w celach porównawczych z wynikami otrzymywanymi w warunkach wprowadzania różnych zakłóceń, uzyskiwanych zastosowaniem klasycznych środków maskujących, celem obniżenia kontrastu śmigłowca z otoczeniem (fot. 54 i 55).

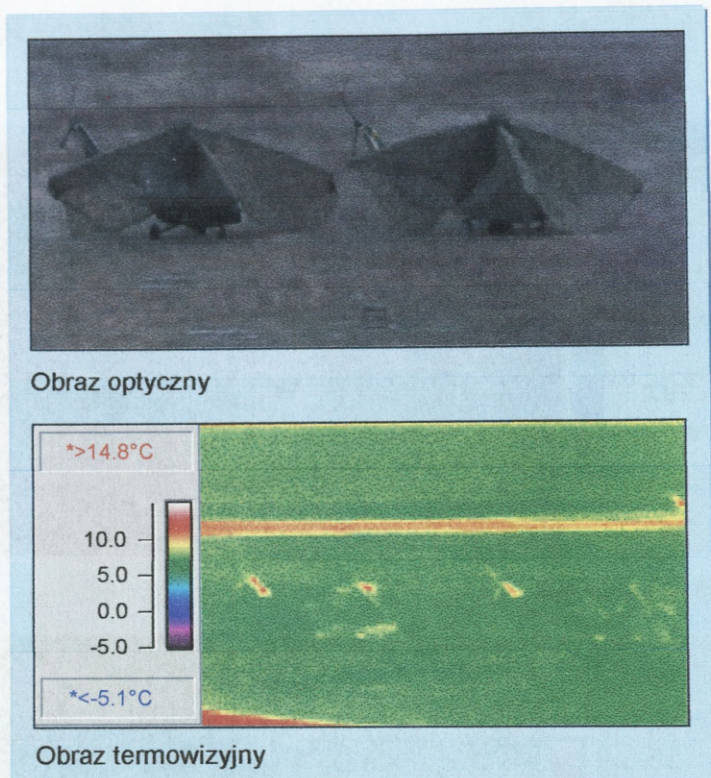
Uzupełnieniem wyników badań własnych są dołączone obrazy termalne obiektu testowego, maskowanego dymem wzbogaconym substancjami powodującymi zakłócenia obserwacji w podczerwieni (fot. 56 – 58)³⁶.

³⁶ W. Harmata, *Dymy jako element systemu maskowania w obszarze taktycznym*, wyd. cyt., s. 33 – 35.



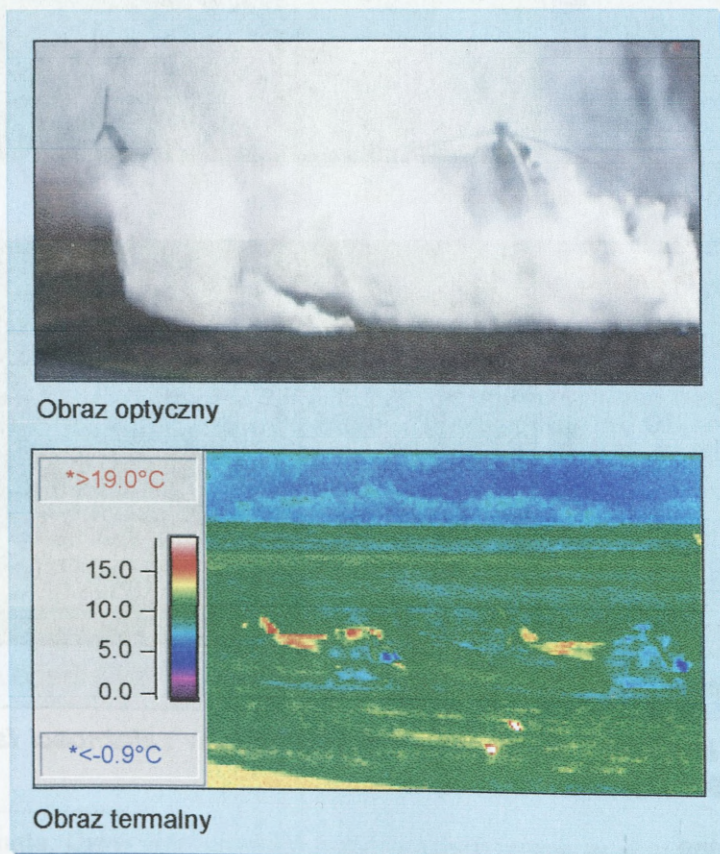
Fot. 53. Zmiany kontrastu śmigłowca z otoczeniem w zależności fazy odtwarzania gotowości bojowej

Źródło: badania własne



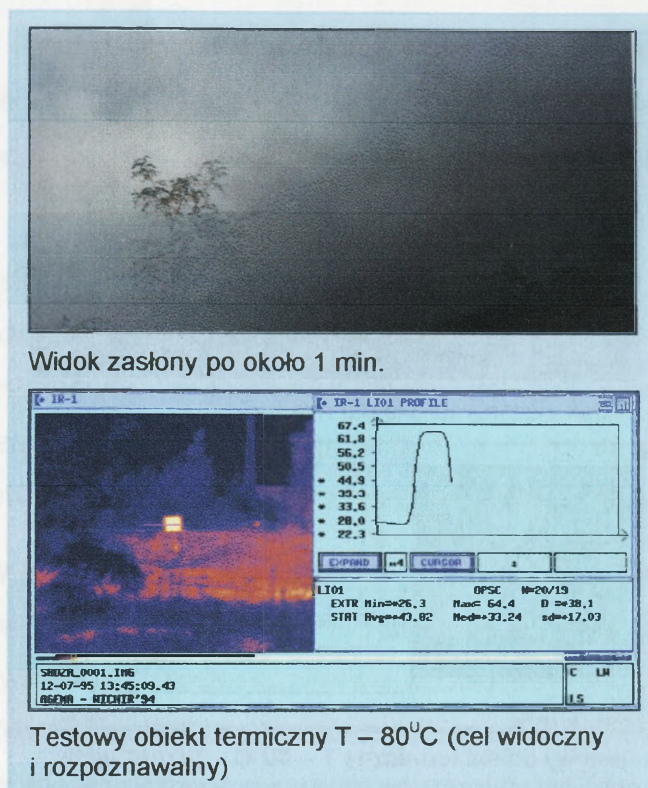
Fot. 54. Obraz zakłócany siatkami maskującymi

Źródło: badania własne



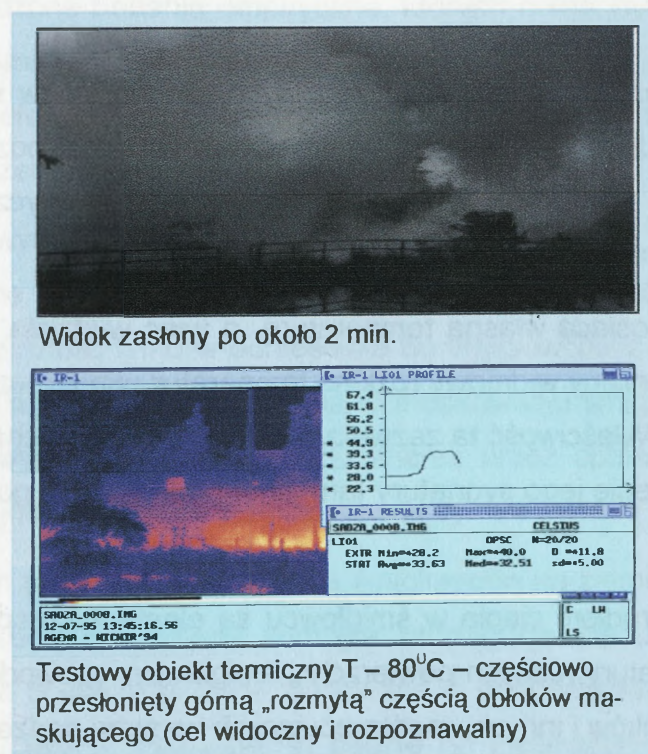
Fot. 55. Obraz zakłócany dymami (w paśmie widzialnym)

Źródło: badania własne



Fot. 56. Możliwości maskowania dymami przy użyciu substancji powodujących zakłócenia obserwacji w podczerwieni (widok po 1 min.)

Źródło: W. Harmata, *Dymy jako element systemu maskowania w obszarze taktycznym*, wyd. cyt., s. 33



Fot. 57. Możliwości maskowania dymami przy użyciu substancji powodujących zakłócenia obserwacji w podczerwieni (widok po 2 min.)

Źródło: tamże, s. 34



Fot. 58. Możliwości maskowania dymami przy użyciu substancji powodujących zakłócenia obserwacji w podczerwieni (widok po 5 min.)

Źródło: tamże, s. 35

Analiza wyników badań, poszczególnych termogramów rozpoznania śmigłowców na ziemi z uwzględnieniem kontrastu termicznego, pozwala wysnuć następujące wnioski, które mogą znaleźć zastosowanie w taktycznym użyciu śmigłowców na polu walki:

1. Każdy obiekt posiada własną temperaturę, a więc wydziela inną ilość energii cieplnej (rozdzielny widmowy rozkład temperatur rejestrowany przez detektor podczerwieni). Właściwość ta zezwala na określenie cech charakterystycznych obiektu, stworzenie jego sygnatury termalnej i odróżnianie go od innych obiektów.
2. Największym źródłem ciepła w śmigłowcu są elementy zespołu napędowego. Wzrost temperatury różnych powierzchni śmigłowca, spowodowany między innymi pracą silników i innych współpracujących ze sobą podzespołów, zwiększa kontrast obrazu termicznego śmigłowca w stosunku do tła na jakim się znajduje, a tym samym ułatwia jego wykrycie.

3. Zastosowanie różnych klasycznych metod maskowania może być skuteczne tylko w paśmie widzialnym, jednak w zakresie podczerwieni jedynie w bardzo niewielkim stopniu obniża możliwości detektora w zakresie wykrycia i rozpoznania.
4. Na efekty maskowania klasycznymi siatkami maskującymi, temperatura śmigłowca ma duże znaczenie, gdyż siatka maskująca posiada tylko nieznaczne właściwości wstrzymywania promieniowania cieplnego, przez co dla termowizyjnych urządzeń obserwacyjnych nie stanowi ona istotnej przeszkody. Jednak rejestrowany obraz zamaskowanego zimnego śmigłowca jest bardziej rozmyty.
5. Stosowanie dymów maskujących o klasycznym składzie substancji, pomimo znakomitych właściwości w paśmie widzialnym, nie ma żadnego wpływu na warunki obserwacji śmigłowca w zakresie podczerwieni. Skład chemiczny klasycznych środków dymotwórczych nie utrudnia emisji promieniowania cieplnego, przez co obraz otrzymany z kamery termowizyjnej jest wyraźny. Wskazaniem jest więc wzbogacanie chemiczne środków dymotwórczych, które daje pożądaną efekt maskujący tak w paśmie widzialnym, jak i w podczerwieni.

Przeprowadzone badania empiryczne, których celem było określenie możliwości wykrycia śmigłowca W-3 Sokół w zależności od intensywności źródła ciepła pozwalają na sformułowanie pewnych wniosków w zakresie wpływu optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na taktykę śmigłowców.

W świetle wyników uzyskanych w trakcie badań można stwierdzić, że klasyczne, stosowane dotychczas środki maskowania śmigłowców na ziemi mają ograniczoną skuteczność tylko w odniesieniu do śmigłowców z zimnymi układami napędowymi. Nie są natomiast użyteczne w maskowaniu śmigłowców z ciepłymi układami napędowymi w przypadku rozpoznania przez optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne z układami detekcji pracującymi w paśmie podczerwieni.

Skutecznym środkiem maskowania śmigłowców na ziemi okazały się dymy wzbogacone o środki chemiczne tłumiące propagację śladu termicznego, co wskazuje na to, że powinny być one stosowane w pododdziałach śmigłowców na lądowiskach wysuniętych. Pozwalać to będzie na zwiększenie żywotności śmigłowców w trakcie przygotowania do realizacji zadań taktycznych poprzez ograniczenie możliwości prowadzenia przez przeciwnika rozpoznania obrazowego przy

użyciu optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych i umożliwienie mu użycie kierowanych środków rażenia z układami naprowadzania wykorzystujące układy detekcji w paśmie widzialnym i podczerwieni.

3.3.2. *Możliwości obserwacji w zależności od kontrastu z tłem*

Jako najważniejszy obszar badań empirycznych eksponujących problematykę wpływu optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na taktykę śmigłowców uznano możliwości obserwacji w zależności od kontrastu z tłem. Przyjęto bowiem, że zdolność wykrywania śmigłowców na polu walki przez środki przeciwlotnicze i statki powietrzne przeciwnika (samoloty myśliwskie i śmigłowce) będzie determinować taktykę śmigłowców w szerokim spektrum jej elementów, w tym: doborze profilu lotu, wykorzystaniu maskujących właściwości terenu, działaniu w rejonie zwalczanych obiektów w zasięgu ognia środków ich osłony przeciwlotniczej.

Na tym etapie badań zamierzono określić warunki obserwacji śmigłowca w zależności od tła, na którym się znajduje. W tym celu zarejestrowano zobrazenia śmigłowca na tle nieba, uwzględniając zachmurzenie i położenie śmigłowca względem horyzontu oraz na tle ziemi, biorąc pod uwagę różne pokrycie terenu.

Wyniki badań miały posłużyć wypracowaniu wniosków odnoszących się do warunków wykrycia śmigłowca w relacji powietrze – powietrze, częściowo także powietrze – ziemia oraz oceny możliwości maskowania przy wykorzystaniu różnego rodzaju tła (fot. 59 – 61).

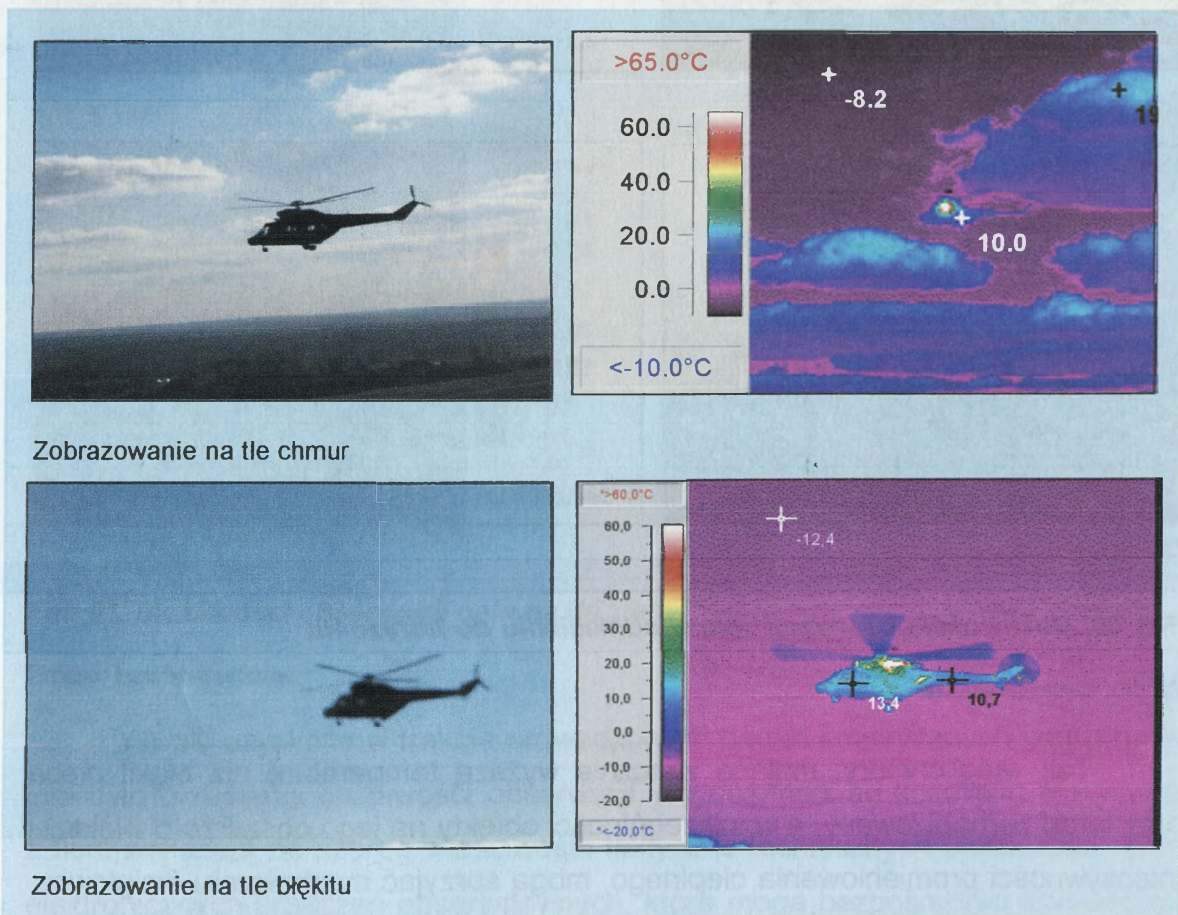
Otrzymane w wyniku przeprowadzonych badań termogramy uwidaczniają różnice temperatur poszczególnych powierzchni tła (tab. 9), a tym samym wyjaśniają zjawisko powstawania obrazu w podczerwieni. Dobór i rejestracja poszczególnych termogramów miała na celu również ocenę wpływu poszczególnych powierzchni tła na możliwości maskowania śmigłowca.

Z przedstawionych zobrażeń termalnych wynika, że w zależności od rodzaju tła śmigłowiec ma różne możliwości maskowania. Kontrast śmigłowca z tłem w każdym przypadku jest na tyle duży, że urządzenie termowizyjne (w warunkach wzorcowych) zawsze rejestruje obecność śmigłowca. Jednakże w realnych warunkach bojowych istnieje wiele źródeł zakłóceń i każda okoliczność może sprzyjać uniknięciu przez śmigłowiec ataku przeciwnika.

Tab. 9. Temperatury wybranych powierzchni (w czasie prowadzonych badań)

Lp.	Rodzaj powierzchni	Temperatura (° C)
1.	Rozgrzany silnik śmigłowca	+61,8
2.	Poszycie płatowca	+7,3
3.	Poszycie płatowca z refleksami świetlnymi	+25,2
4.	Powierzchnia trawiasta	do +10
5.	Las	do +8
6.	Ugór	+11,1
7.	Pole uprawne	+7,8
8.	Błękit nieba	do 12,4
9.	Chmura	+4,2
10.	Chmura z refleksami świetlnymi	do +22,5

Źródło: opracowanie własne

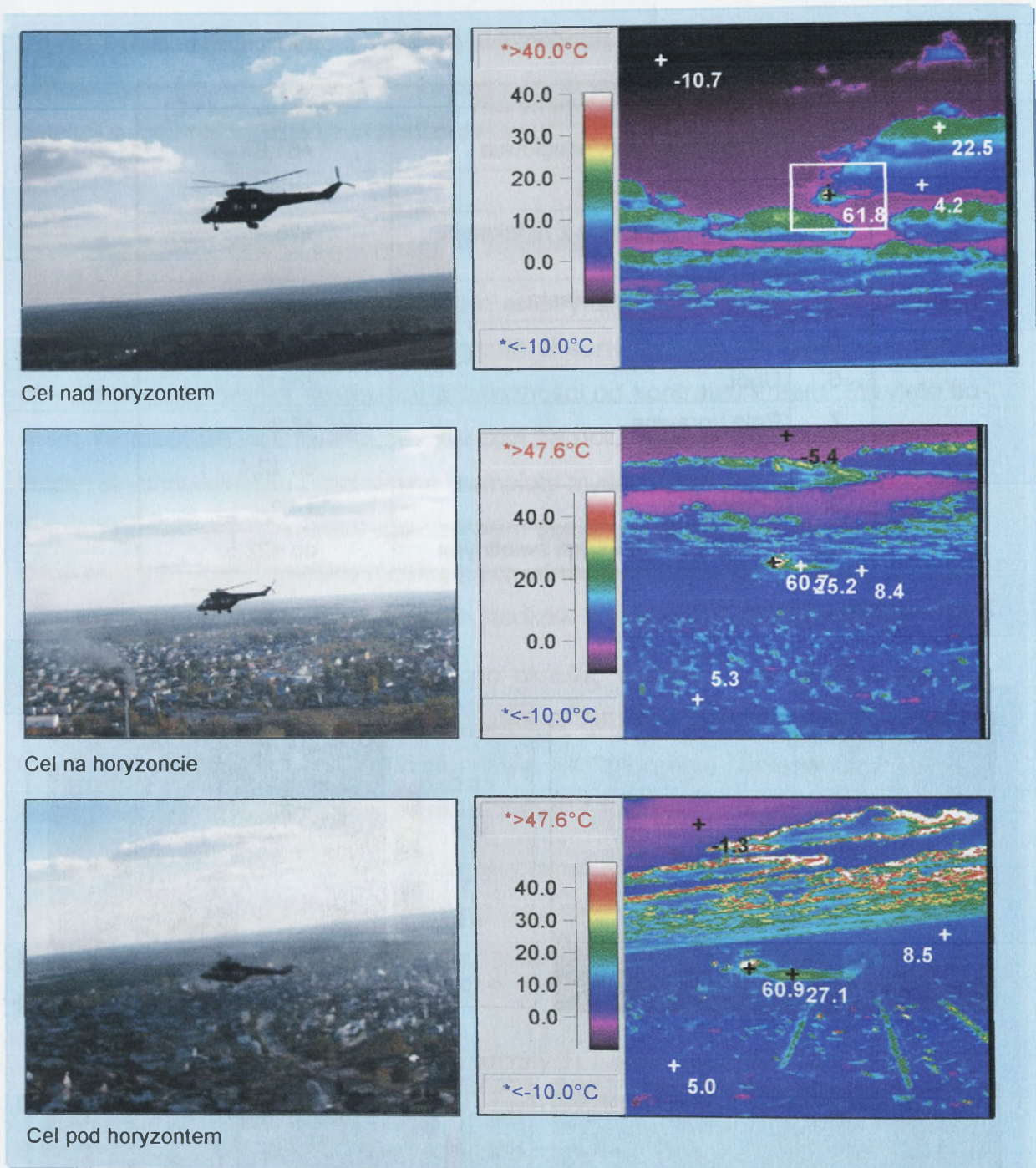


Zobrazowanie na tle chmur

Zobrazowanie na tle błękitu

Fot. 59. Zobrazowania na tle nieba

Źródło: badania własne



Cel nad horyzontem

Cel na horyzoncie

Cel pod horyzontem

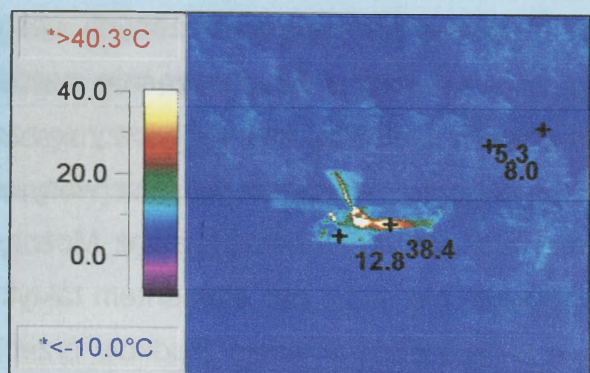
Fot. 60. Możliwości obserwacji celu w odniesieniu do horyzontu

Źródło: badania własne

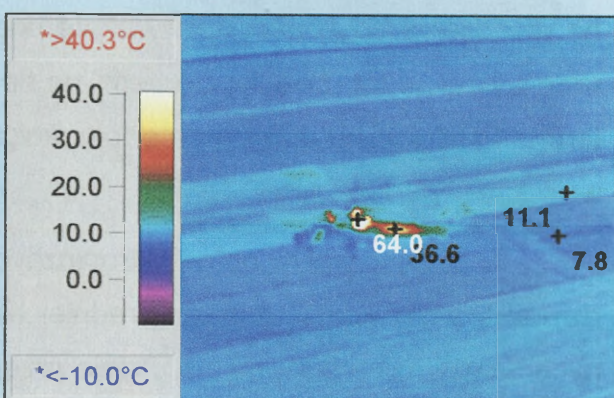
Tak więc chmury, mające znacznie wyższą temperaturę niż błękit nieba oraz teren zurbanizowany, a w szczególności obiekty na jego obszarze o większej intensywności promieniowania cieplnego, mogą sprzyjać maskowaniu śmigłowca, a tym samym dawać możliwość wykonania skutecznego ataku z zaskoczenia.



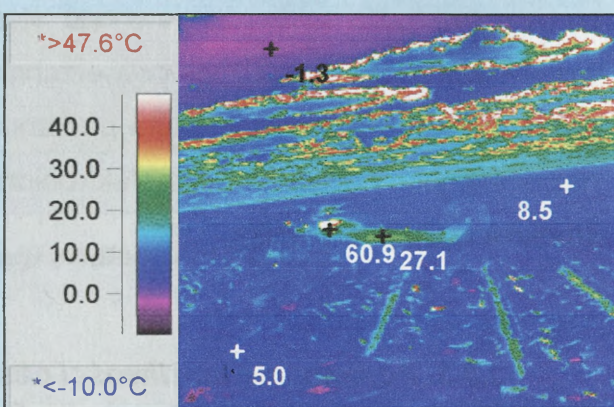
Zobrazowanie na tle lasu



Zobrazowanie na tle ugoru



Zobrazowanie na tle zurbanizowanym



Fot. 61. Możliwości obserwacji celu na tle ziemi

Źródło: badania własne

Wyniki uzyskane w trakcie prowadzonych badań empirycznych, których celem było określenie możliwości obserwacji w zależności od kontrastu śmigłowca z tłem wskazują na szereg właściwości taktyczno-technicznych stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych, które mogą bezpośrednio wpływać na taktykę śmigłowców na polu walki.

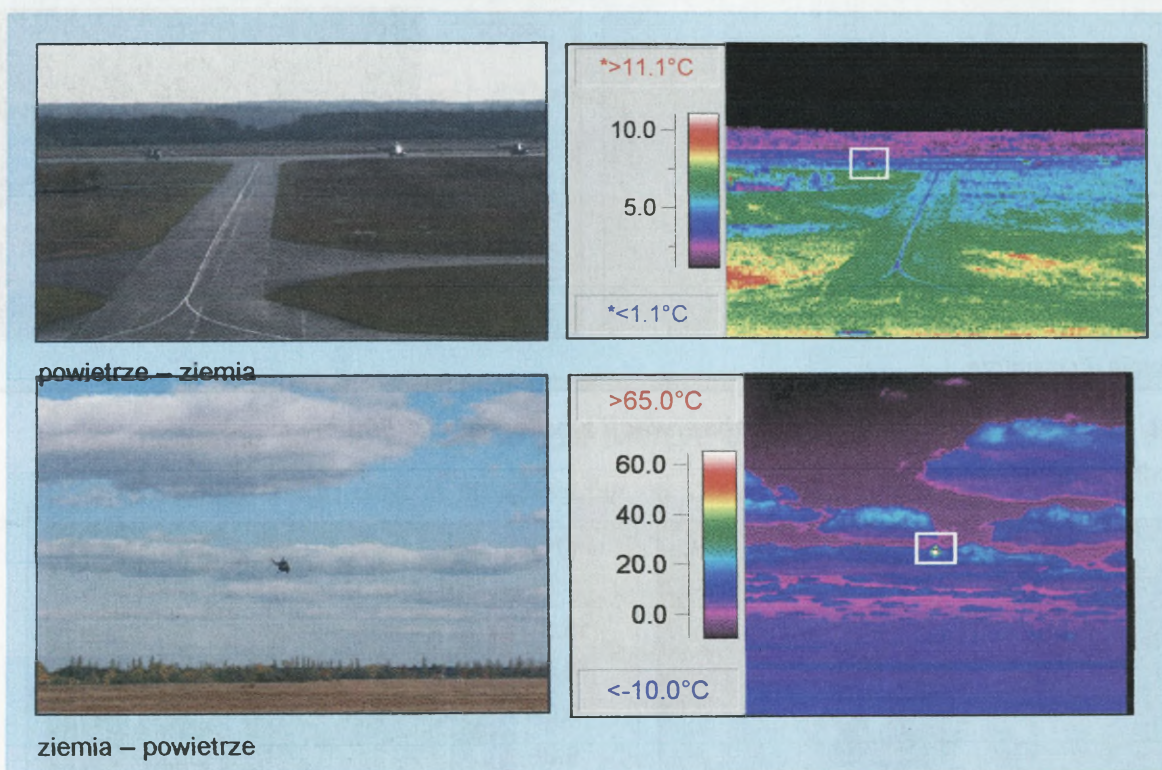
W świetle przeprowadzonych obserwacji śmigłowców z wykorzystaniem kamer termowizyjnych jednocześnie można stwierdzić, że wykonywanie lotu przez śmigłowiec „nad horyzontem” tworzy wysoce korzystne warunki wykrywania przez optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne wykorzystujące układy detekcji w paśmie widzialnym i w podczerwieni. Można zatem ocenić, że taki sposób wykonywania lotu nie może być elementem taktyki śmigłowców w obszarach, gdzie możliwe będzie oddziaływanie środków przeciwlotniczych przeciwnika. Warunki prowadzenia rozpoznania śmigłowców przez naziemne i powietrzne optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne wyraźnie pogarszają się, gdy obserwowany śmigłowiec wykonuje lot „pod horyzontem” na tle ziemi. Bez względu na rodzaj pokrycia terenu możliwe jest maskowanie lotu śmigłowca w paśmie widzialnym, a częściowo także w podczerwieni.

Analizując wpływ optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na taktykę działania śmigłowców w bezpośredniej bliskości zwalczanych obiektów naziemnych należy stwierdzić, na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych, że największe możliwości maskowania położenia śmigłowca dawać będzie obszar zurbanizowany, a także do pewnego stopnia chmury. Unikać należy natomiast wykonywania lotu nad dużymi powierzchniami pól uprawnych, nawierzchni trawiastych czy lasu, gdyż zwiększa to podatność śmigłowca na wykrywanie tak przez naziemne, jak i powietrzne optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne aktywnych środków walki przeciwnika.

3.3.3. Porównanie możliwości obserwacji z powietrza i z ziemi

Istotne znaczenie, w określeniu możliwości stosowania określonej taktyki śmigłowców przeciwko naziemnym środkom obrony przeciwlotniczej wyposażonym w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne, przypisano wynikom badań termografów w relacji powietrze – ziemia i ziemia – powietrze. Rejestracji obrazów dokonywano w tym samym czasie z powietrza i z ziemi, a porównania kontrastów mogły posłużyć wypracowaniu wniosków w odniesieniu do warunków wykrycia i obserwacji celu w konkretnych założeniach taktycznych. Dla uzyskania dokładniejszych wyników badań obserwację prowadzono z trzech różnych odległości. Nie uwzględniano zachmurzenia, ani zróżnicowanego pokrycia terenu.

Obserwację prowadzono z odległości 2 000 m uznając taką odległość za typową dla użycia przez przeciwnika artyleryjskich zestawów przeciwlotniczych oraz przenośnych zestawów przeciwlotniczych. Przyjęto taką odległość również ze względu na zakres użycia uzbrojenia artyleryjskiego i raketowego śmigłowców. Dodatkowe pomiary prowadzono z odległości 1 500 m i 800 m (fot. 62 – 64).

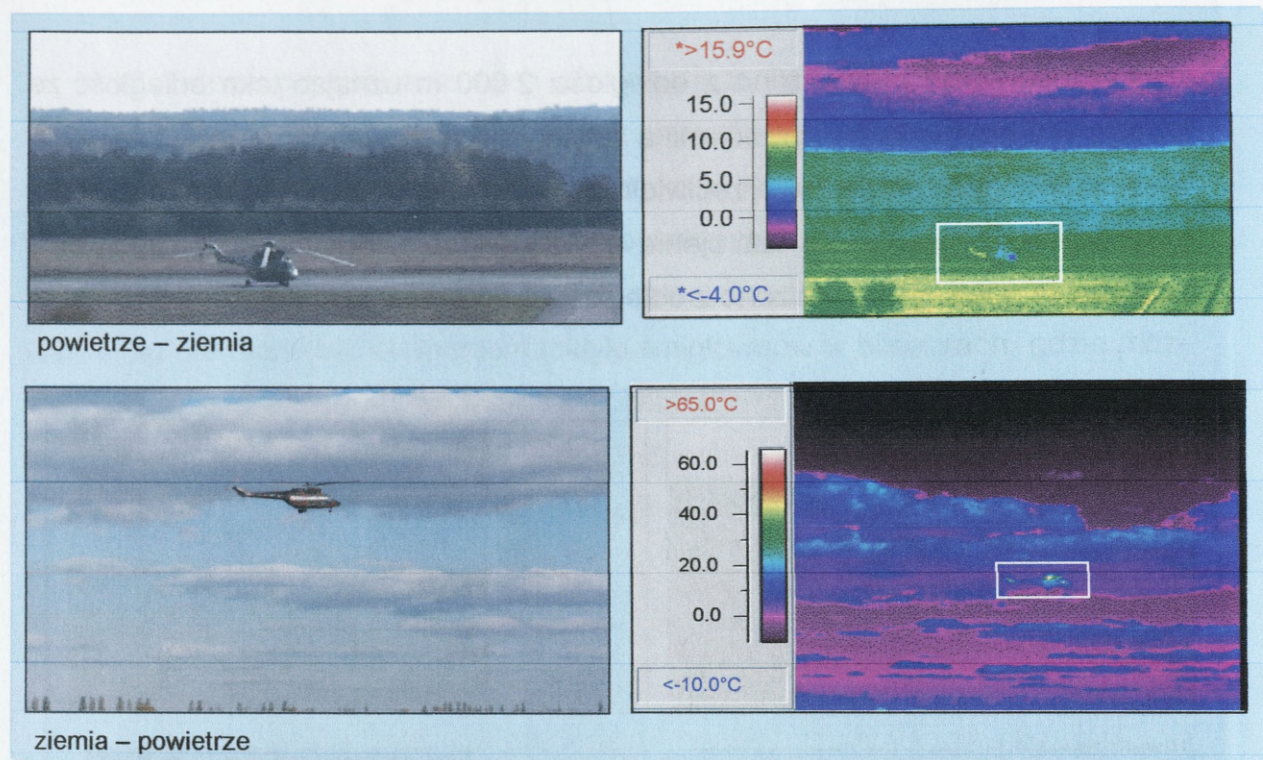


Fot. 62. Porównanie możliwości obserwacji z odległości 2 000 m

Źródło: badania własne

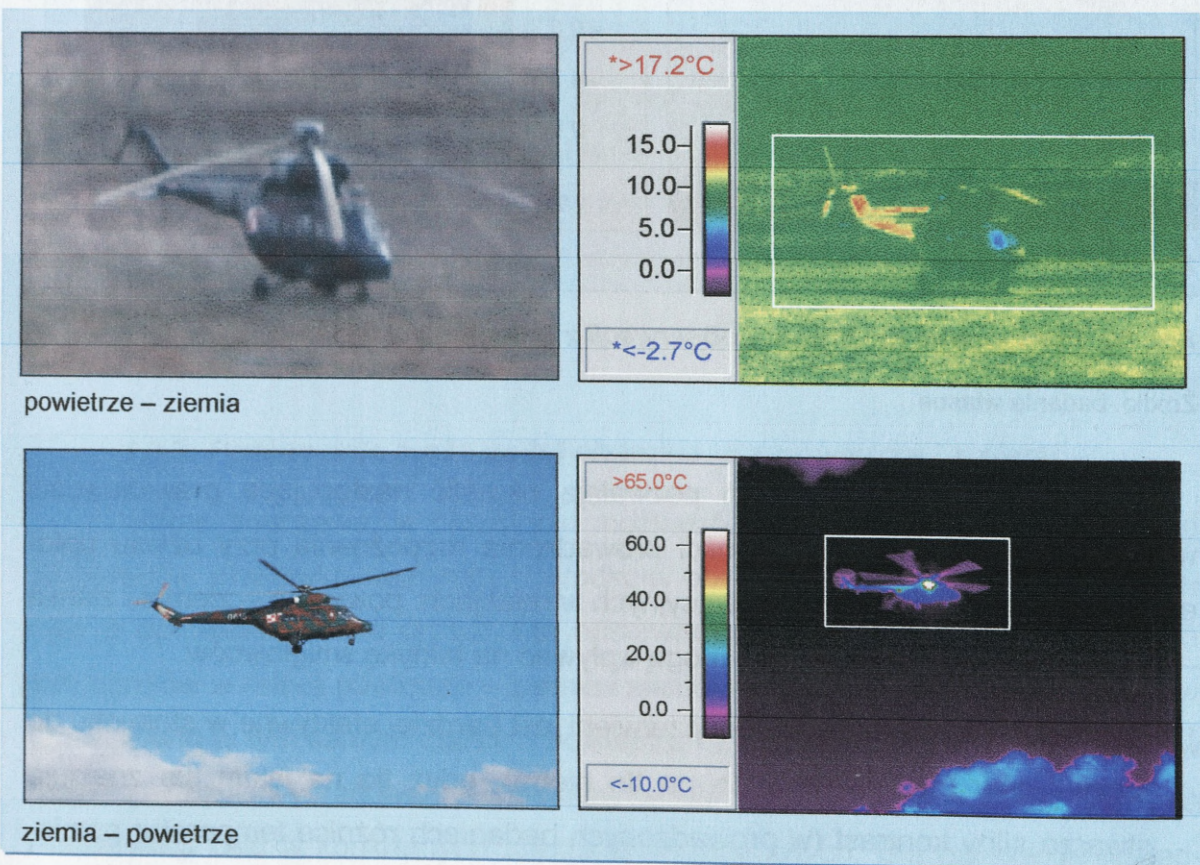
Otrzymane wyniki badań pozwalają określić następujące prawidłowości w zakresie porównania możliwości prowadzenia rozpoznania przy użyciu optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych w relacjach: powietrze – ziemia i ziemia – powietrze, które bezpośrednio mogą wpływać na taktykę śmigłowców:

1. Prowadzenie obserwacji w podczerwieni jest bardziej efektywne w stosunku do śmigłowców (obserwowanych na tle nieba), gdyż tło na jakim się znajdują stwarza silny kontrast (w prowadzonych badaniach różnice temperatur pomiędzy tłem a śmigłowcem dochodziły do 74°C , podczas gdy zimny śmigłowiec, na tle trawy, rozróżnialny był w granicach 2°C).



Fot. 63. Porównanie możliwości obserwacji z odległości 1 500 m

Źródło: badania własne



Fot. 64. Porównanie możliwości obserwacji z odległości 800 m

Źródło: badania własne

2. Obserwacja w relacji powietrze- ziemia, zarówno przy zastosowaniu techniki wzrokowej, jak i termalnej jest utrudniona. Śmigłowiec w barwach ochronnych doskonale maskuje się na tle ziemi, zaś różnice temperatur pomiędzy tłem pochodzącym od ziemi a śmigłowcem, są znacznie mniejsze niż w przypadku obserwacji na tle nieba.
3. Znacznie większe możliwości maskowania środków naziemnych w stosunku do śmigłowca na tle nieba powodują, że śmigłowiec w pojedynku z naziemnymi środkami OPL musi znaleźć dodatkowe atuty. Jednym z nich powinno być dostosowanie sposobów ataku do posiadanych systemów obserwacyjno-celowniczych i możliwości środków ogniowych.

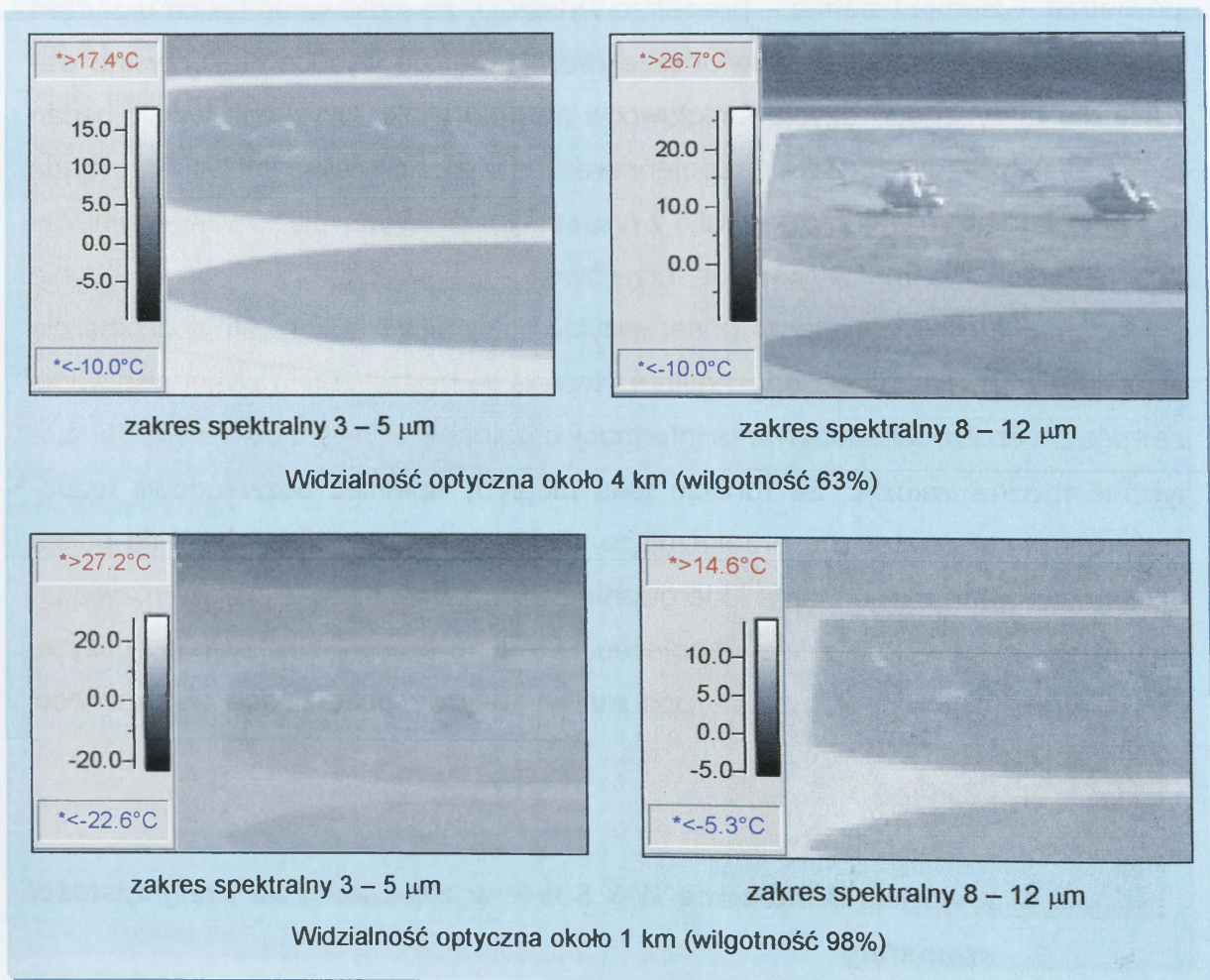
Określone w trakcie badań empirycznych zależności w możliwościach wykrywania obiektów przez optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne w relacjach powietrze – ziemia i ziemia – powietrze wykazują, że stosowanie takich urządzeń przez naziemne środki przeciwlotnicze tworzyć będzie wysoce niekorzystne warunki dla taktycznego użycia śmigłowców na polu walki. Uzyskane wyniki badań pozwalają z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że śmigłowce nie będą w stanie podjąć równorzędnej walki z naziemnymi środkami przeciwlotniczymi wyposażonymi w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne w oparciu jedynie o własne pokładowe systemy obserwacyjno-celownicze wykorzystujące detekcję w paśmie widzialnym i w podczerwieni. Konieczne będzie zatem wykorzystywanie zewnętrznych źródeł zdobywania informacji o położeniu obiektu pola walki. Hipotetycznie można założyć, że funkcję taką mogłyby spełniać bezzałogowe rozpoznawcze statki powietrzne przekazujące w czasie rzeczywistym obraz do pokładowego systemu rozpoznania i kierowania ogniem śmigłowca. Pewnym rozwiązaniem może być też wskazywanie położenia środków przeciwlotniczych przy użyciu podświetlaczy laserowych przez pododdziały lądowe pozostające w styczności z przeciwnikiem.

3.3.4. Wykrycie śmigłowca W-3 Sokół w zależności od przejrzystości atmosfery

Kolejny etap badań empirycznych określających wpływ optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na taktykę śmigłowców miał za zadanie określenie

wpływu atmosfery na możliwości prowadzenia obserwacji, a tym samym weryfikację hipotezy nr 3. W tym celu obserwację śmigłowców przy użyciu kamer termowizyjnych prowadzono w warunkach niskiej i wysokiej wilgotności z wykorzystaniem obiektywów o różnym zakresie spektralnym przy widzialności optycznej odpowiednio jednego i czterech kilometrów. Tak więc, weryfikacji zamierzano poddać możliwość wykorzystania termowizyjnych urządzeń obserwacyjnych w niekorzystnych warunkach atmosferycznych.

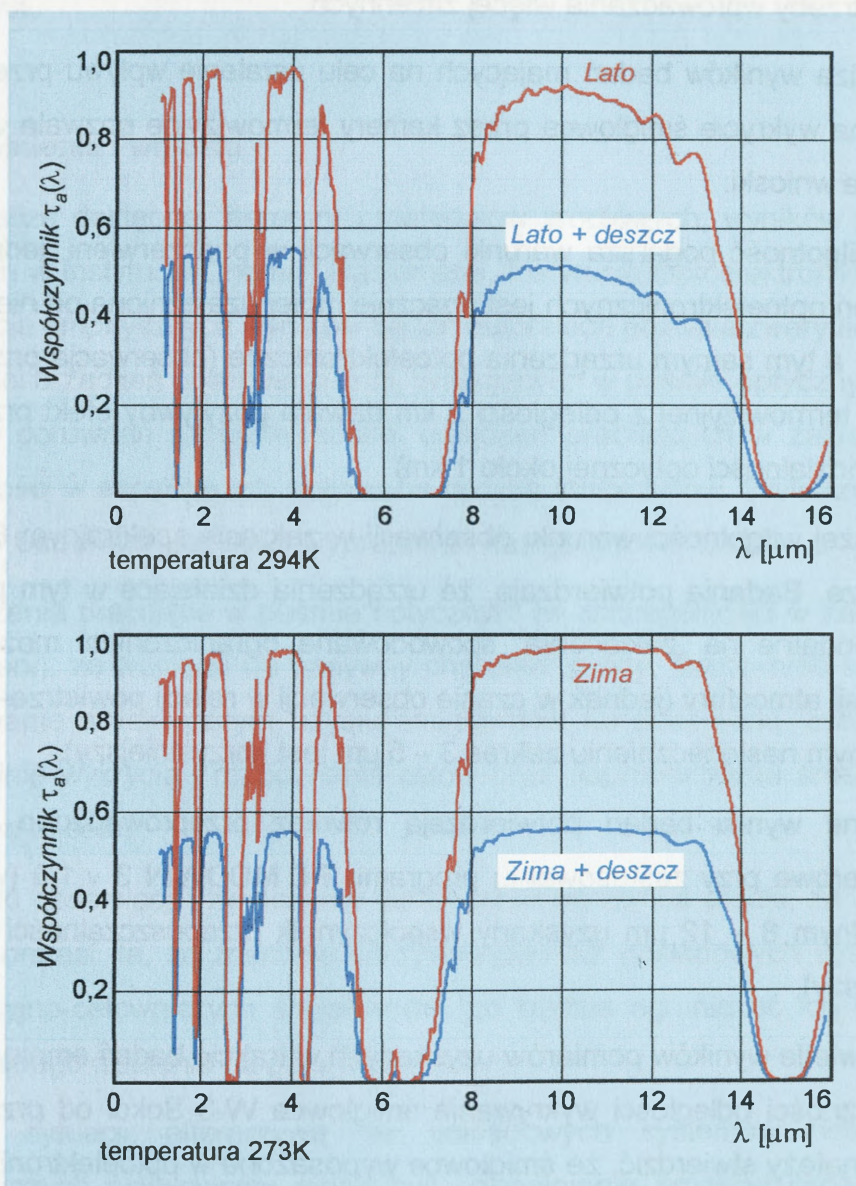
Przyjęto, że uzyskanie zweryfikowanych wyników badań wpływu przejrzystości atmosfery na możliwości wykrywania śmigłowców przy użyciu optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych pozwoli na sformułowanie uzasadnionych wniosków dla taktyki śmigłowców działających w warunkach ograniczonej widzialności i w trudnych warunkach atmosferycznych (fot. 65).



Fot. 65. Możliwości obserwacji w zależności od warunków atmosferycznych

Źródło: badania własne

W realnych warunkach, określenie właściwości fizycznych atmosfery, a tym samym jej wpływu na parametry techniczne urządzeń obserwacyjnych, jest trudne. W celu jej określenia wykorzystuje się symulacje komputerowe oraz modele atmosfery, uwzględniające między innymi warunki klimatyczne, terenowe i porę roku. Można to osiągnąć np. przy użyciu programu PC MODWIN 3 v.1.0 (rys. 29).



Rys. 29. Widmowy współczynnik przepuszczalności atmosfery $\tau_a(\lambda)$ dla terenu zabudowanego, przy widzialności optycznej 5 km, na drodze 300 m i przy opadach 12,5 mm/h

Źródło: Opracowano za pomocą programu PC MODWIN 3 v.1.0. Dla założonej poziomej drogi transmisji 300 m i modelu atmosfery Midlatitude Summer i Midlatitude Winter wyznaczono widmowy współczynnik przepuszczalności atmosfery przedstawiony na rysunkach (warunki letnie i zimowe)

Przeprowadzone badania empiryczne nie w pełni dokonują weryfikacji założeń zawartych w hipotezie. Uwzględniają one jedynie zmiany warunków obserwacji w podczerwieni spowodowane zmianą wilgotności powietrza³⁷, a tym samym jego zdolnościami transmisji. Zatem, badanie miało na celu zweryfikowanie założeń hipotezy przy zmianie głównie jednego z parametrów, gdyż dla celów pracy nie było potrzeby wprowadzania więcej zmiennych.

Analiza wyników badań mających na celu ustalenie wpływu przejrzystości powietrza na wykrycie śmigłowca przez kamery termowizyjne pozwala wyciągnąć następujące wnioski:

1. Duża wilgotność pogarsza warunki obserwacji w podczerwieni, jednak praca urządzeń optoelektronicznych jest znacznie mniej uzależniona od niej niż ludzkie oko, a tym samym urządzenia optoelektroniczne (obserwacja przy pomocy kamery termowizyjnej z odległości 2 km dawała pozytywny efekt przy rzeczywistej widzialności optycznej około 1 km).
2. Przy dużej wilgotności warunki obserwacji w zakresie spektralnym 8 – 12 μm są lepsze. Badania potwierdzają, że urządzenia działające w tym paśmie są mniej podatne na „zakłócenia” spowodowane ograniczonymi możliwościami transmisji atmosfery (jednak w czasie obserwacji w relacji powietrze-powietrze, przy silnym nasłonecznieniu zakres 3 – 5 μm jest korzystniejszy).
3. Uzyskane wyniki badań potwierdzają również przeprowadzone symulacje komputerowe przy zastosowaniu programu PC MODWIN 3 v.1.0 (w zakresie spektralnym 8 – 12 μm uzyskany współczynnik przepuszczalności atmosfery był wyższy).

W świetle wyników pomiarów uzyskanych w trakcie badań empirycznych na temat zależności odległości wykrywania śmigłowca W-3 Sokół od przejrzystości atmosfery należy stwierdzić, że śmigłowce wyposażone w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne będą w warunkach ograniczonej widzialności posiadać zdecydowaną przewagę taktyczną nad siłami przeciwnika, które nie będą wyposażone w takie urządzenia obserwacyjne. Dzięki większemu, w niektórych przypadkach nawet dwukrotnie, zasięgowi rozpoznania obiektów pola walki śmigłowce

³⁷ W warunkach dobrej widzialności (około 4 km) wilgotność powietrza wynosiła 63 %, a w warunkach widzialności około 1 km wilgotność wynosiła 97 %, jednocześnie przy niższej temperaturze o 2° C (godziny ranne).

wyposażone w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne będą w stanie prowadzić skuteczny ogień nie będąc w zasięgu obserwacji wzrokowej sił przeciwnika. Ze zrozumiałych względów, w przypadku posiadania przez pododdziały przeciwlotnicze przeciwnika optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych o porównywalnych parametrach taktyczno-technicznych, śmigłowce będą takiej przewagi pozbawione.

3.4. Uogólnienia i wnioski

Analiza dostępnej literatury i materiałów źródłowych, wyników badań prowadzonych w Instytucie Chemii i Radiometrii, Instytucie Optoelektroniki WAT oraz interpretacja empirycznych wyników badań autorskich pozwala zweryfikować wiele właściwości urządzeń obserwacyjnych, pracujących w paśmie optycznym oraz dokonać ich porównań z możliwościami urządzeń pracujących w zakresie innych częstotliwości w aspekcie ich wpływu na taktykę śmigłowców. Wykorzystane eksperymenty badawcze pozwoliły wypracować następujące wnioski:

1. Urządzenia pracujące w paśmie optycznym (w szczególności w zakresie podczerwieni), ze względu na pasywny charakter pracy, mogą mieć szerokie zastosowanie w taktycznym użyciu śmigłowców na polu walki, zwłaszcza zaś dziedzinie wykrycia i rozpoznania celów oraz naprowadzania środków ognio- wych na te cele.
2. Warunki obserwacji i zwalczania celów przez naziemne środki, ze względu na duży kontrast tła, są znacznie korzystniejsze niż pokładowych systemów obserwacyjno-celowniczych śmigłowców, co będzie ograniczać ich taktykę samodzielnego działania na polu walki.
3. W tej sytuacji, alternatywą dla pokładowych systemów obserwacyjno-celowniczych śmigłowców może być uzupełnienie środków optoelektronicznych urządzeniami pracującymi w innym paśmie (np. milimetrowym), o zasięgach wykrycia przewyższających środki naziemne bądź korzystanie z zewnętrznych źródeł informacji rozpoznawczej.

4. Biorąc pod uwagę, iż możliwości taktyczno-techniczne zarówno naziemnych, jak i pokładowych optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych śmigłowców będą podobne, dużego znaczenia nabiera stosowana taktyka użycia tych środków.
5. Prawdopodobieństwo wykrycia śmigłowca z powietrza w zakresie podczerwieni uzależnione jest w znacznej mierze od tła na jakim się on znajduje (kontrastu termicznego), a zatem powinno być ono wykorzystywane do maskowania lotu śmigłowców przed takimi środkami rozpoznania.
6. W sytuacji zaistnienia walki powietrznej śmigłowca z innymi statkami powietrznymi z użyciem rakiet kierowanych na podczerwień korzystniejszym może być atak z dolnej półsfery.
7. Wpływ warunków atmosferycznych na właściwości taktyczno-technicznych termowizyjnych urządzeń obserwacyjnych śmigłowców i środków obrony przeciwlotniczej powoduje, że najbardziej korzystne w systemach obserwacyjno-celowniczych i środkach ogniowych stosowanych przez śmigłowce w działaniach taktycznych staje się wykorzystywanie szerokopasmowych kamer termowizyjnych (3 – 14 μm).
8. Wsparcie procesów decyzyjnych o wyborze taktyki działania śmigłowców w trakcie realizacji zadań bojowych komputerowymi programami wspomagającymi (np. programem PC MODWIN 3 v.1.0) zezwala na dokonanie oceny możliwości użycia śmigłowców w przewidywanych warunkach, z uwzględnieniem warunków pogodowych, terenowych i klimatycznych już na etapie planowania działań taktycznych pododdziałów i oddziałów śmigłowców.
9. Konwencjonalne środki maskujące nie są w stanie skutecznie przeciwdziałać nowoczesnym systemom rozpoznania, wyposażonym w kamery termowizyjne. Nie zapobiegają również atakowi na śmigłowce precyzyjnymi środkami rażenia, takimi jak: przeciwpancerne pociski kierowane trzeciej generacji czy amunicja inteligentna.
10. W dobie coraz szerszego stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych zachodzi konieczność powszechnego stosowania środków skutecznie zakłócających obserwację również w podczerwieni.

11. Dotychczasowa taktyka działań śmigłowców „nosem przy ziemi” może budzić pewne zastrzeżenia. Tym niemniej zapobiega ona wczesnemu wykryciu śmigłowców przez przeciwlotnicze środki obserwacyjne, pracujące w różnych pasmach widzialnych i w podczerwieni, co zwiększać będzie żywotność śmigłowców na polu walki.

Czynne uczestnictwo w działaniach poligonowych, z użyciem śmigłowców bojowych, uzbrojonych w rakiety kierowane na podczerwień, dostarczyło kolejnych konstruktywnych wniosków:

1. Wykorzystanie nowoczesnego systemu obserwacyjnego zezwala na skryte podejście śmigłowca bojowego do rubieży ogniowych, będąc nie wykrytym przez systemy obserwacyjne przeciwnika.
2. Zastosowanie odpowiedniego systemu celowniczego umożliwia skrócenie czasu celowania (do kilku sekund), wykorzystanie przeszkód terenowych i uniemożliwienie skutecznego przeciwdziałania środkom obrony przeciwlotniczej.

Osobiste uczestnictwo w lotach pozwoliło zweryfikować opinie zawarte w dostępnych materiałach źródłowych i wyciągnąć następujące dodatkowe wnioski:

1. Obecne urządzenia noktowizyjne wciąż wymagają od pilota dużej koncentracji uwagi oraz realizacji szeregu dodatkowych czynności, przez co ograniczone są możliwości stosowania skomplikowanej taktyki.
2. Noktowizor połączony z wyświetlaczem nahałmowym, umożliwia kontrolę parametrów lotu bez obserwacji przyrządów w kabinie, a tym samym ciągłą obserwację terenu przez załogę śmigłowca, co zwiększa możliwości stosowania szerszego spektrum elementów taktyki.
3. Eliminacja możliwości oślepienia pilota, przez napotykanie ogniska świetlne, znacznie poprawia bezpieczeństwo lotu oraz skuteczność realizacji zadań ogniowych.
4. Dla rozszerzenia możliwości taktyki użycia śmigłowców w nocy celowym byłoby zwiększenie pola widzenia pilota (kąta obserwacji noktowizora w azymucie), jednak przy zachowaniu właściwej ostrości obrazu i jego głębi.

Reasumując, szerokie wykorzystanie optoelektroniki, głęboka wiedza pilota na temat jej właściwości i możliwości zezwoli lotnictwu śmigłowcowemu na działania w każdych warunkach i o każdej porze doby. Zastosowanie celowników nahałmowych, połączonych z kompleksowym wyświetlaczem danych w znacznym stopniu redukuje czynności pilota w kabinie, a tym samym zwiększa jego efektywność działania, zwłaszcza w aspekcie swobody taktyki działania na polu walki. Zastosowanie na szeroką skalę optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych wprowadza nową jakość w technice bojowej i stwarza potrzebę weryfikacji dotychczasowych rozwiązań taktycznych użycia śmigłowców na polu walki.

Przedstawiony w rozdziale 2 obecny poziom techniczny naziemnych i pokładowych optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych oraz wysnute wnioski z badań empirycznych prezentowane w niniejszym rozdziale świadczą o tym, że ciągłe współzawodnictwo pomiędzy konstruktorami takich urządzeń stanowi przesłanki do poszukiwania innych sposobów uzyskania przewagi, dającej możliwość korzystnego rozstrzygnięcia pojedynku przez śmigłowiec. Między innymi możliwości takich należy doszukiwać się w ciągłej ewolucji taktyki śmigłowców spowodowanej wzrostem parametrów taktyczno-technicznych optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych.

Jak dowodzą wnioski z przebiegu konfliktów lokalnych ostatnich dziesięcioleci, rozwój środków walki zawsze wpływał na charakter i strukturę pola walki, a tym samym weryfikację założeń taktyki i sztuki operacyjnej. Tym prawidłowościom podlegała również taktyka użycia śmigłowców. Odpowiedzi na pytanie: *jaką rolę odgrywało i odgrywa w tym procesie stosowanie urządzeń optoelektronicznych*, udzielono w rozdziale 4 niniejszej rozprawy, głównie na podstawie analizy, syntezy oraz wnioskowania indukcyjnego i dedukcyjnego, jako zasadniczych metod stosowanych w procesie badań końcowych.

ROZDZIAŁ 4

ZMIANY W TAKTYCE ŚMIGŁOWCÓW WYNIKAJĄCE Z ZASTOSOWANIA OPTOELEKTRONICZNYCH URZĄDZEŃ OBSERWACYJNYCH

Zmiany w charakterze zagrożeń bezpieczeństwa militarnego, jakie nastąpiły po zakończeniu zimnej wojny spowodowały daleko idące przewartościowania w koncepcjach operacyjnego użycia sił zbrojnych. Znalazło to swoje bezpośrednie odzwierciedlenie w użyciu śmigłowców na polu walki, w tym w ich zadaniach, sposobach użycia oraz taktyce działań.

Powyższe przewartościowywania miały miejsce w okresie dynamicznego rozwoju urządzeń optoelektronicznych stosowanych w systemach nawigacyjno-celowniczych, pilotażowych i obserwacyjnych śmigłowców. Spowodowało to w efekcie zmiany uwarunkowań i możliwości realizacji zadań bojowych przez lotnictwo wojsk lądowych. W celu rozwiązania problemu badawczego sformułowanego w formie pytania: „**Jakie zmiany w taktyce śmigłowców wynikają z zastosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych**” dokonano oceny i porównań warunków użycia śmigłowców, doświadczeń z użycia optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych w działaniach bojowych, a także wpływu stosowania tych urządzeń na poszczególne elementy taktyki śmigłowców.

4.1. Charakterystyka warunków użycia śmigłowców

Zmiany w taktyce śmigłowców wynikające z zastosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych warunkowane są szeregiem czynników. Według S. Zajasa³⁸, warunki działań lotnictwa rozumiane są jako zespół wzajemnie powiązanych czynników, mających wpływ na wymagania wobec statków powietrznych, ich możliwości bojowe oraz celową taktykę działań w konkretnych warunkach bojowych. Jest niezbędne, aby ustalone w ten sposób wymagania miały swoje odzwierciedlenie w konkretnych rozwiązaniach przy konstruowaniu statków po-

³⁸ S. Zajas i in., *Zastosowanie bojowe samolotów wielozadaniowych Sił Powietrznych RP*, Warszawa 1999, s. 26.

wietrznych oraz wpływały na kierunki ich technicznego rozwoju. Tak więc warunki działań śmigłowców mogą być rozumiane jako zespół czynników mających wpływ na możliwości i sposoby prowadzenia przez nie działań bojowych.

Analiza współczesnej literatury źródłowej³⁹ dowodzi, iż powszechnie przyjmuje się, że do podstawowych czynników, które determinują warunki działań śmigłowców należą:

- sytuacja operacyjno-taktyczna;
- czas działań śmigłowców;
- warunki atmosferyczne;
- warunki terenowe i klimatyczne.

Biorąc pod uwagę ocenę zagrożeń bezpieczeństwa militarnego dokonaną przez społeczność międzynarodową (ONZ), organizacje międzynarodowe (NATO, Unia Europejska) oraz poszczególne państwa o znaczącym potencjale gospodarczym i wojskowym (USA, Rosja) można założyć, że siły zbrojne będą w perspektywie najbliższych lat wykorzystywane w szerokim spektrum operacji prowadzonych w ramach reagowania kryzysowego⁴⁰. Nie wyklucza się też możliwości przekształcenia sytuacji kryzysowych w konflikty zbrojne w wymiarze lokalnym bądź regionalnym, ale prawdopodobieństwo ich wystąpienia oceniane jest w perspektywie najbliższych kilkunastu lat jako niewielkie. Podobne poglądy, jak te zawarte w międzynarodowej ocenie zagrożeń bezpieczeństwa oraz możliwości użycia sił zbrojnych, zawarte są w narodowych dokumentach strategicznych, takich jak w „Strategii bezpieczeństwa narodowego RP” oraz „Strategii wojskowej RP”⁴¹.

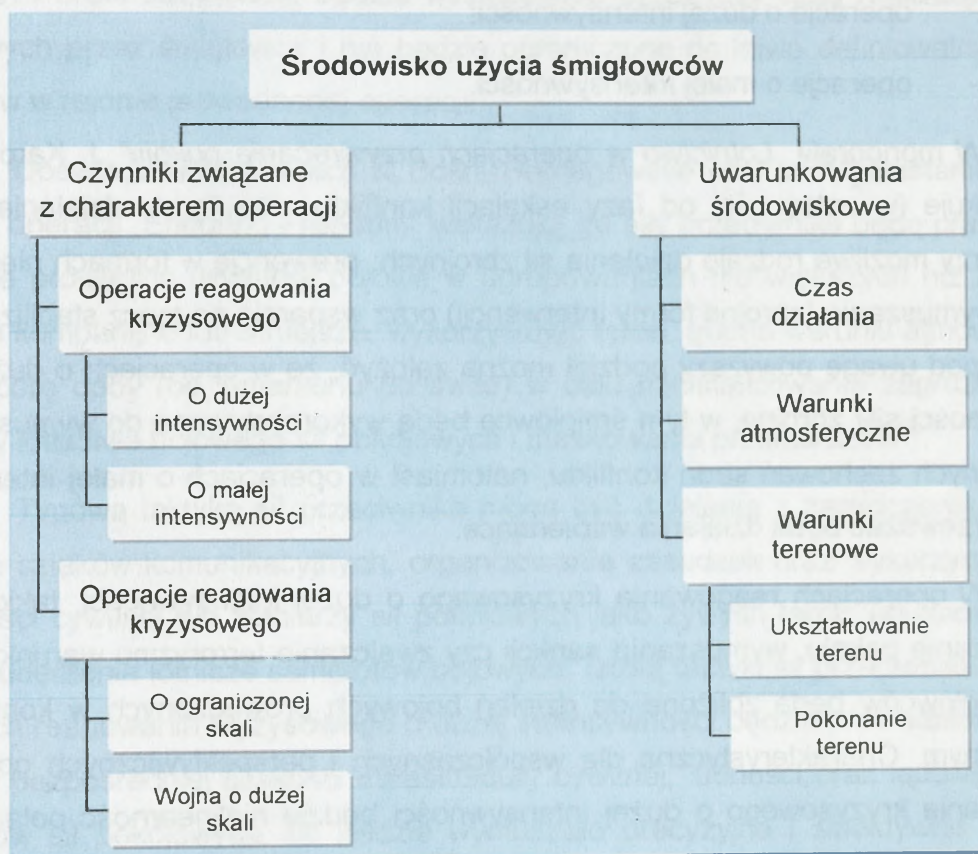
W świetle prognoz i ocen zawartych we wcześniej analizowanych materiałach źródłowych oraz literaturze przedmiotu, środowisko operacyjne użycia śmigłowców można teoretycznie podzielić na dwa podstawowe rodzaje (rys. 30):

³⁹ S. Zajas i in., *Podstawy użycia rodzajów wojsk Sił Powietrznych*, Warszawa 1999, s. 133.

⁴⁰ Poruszono między innymi w: *The Alliance's Strategic Concept*, April, Washington D.C. 1999; *A Secure Europe in a Better World*, The European Security Strategy, December 2003.

⁴¹ *Strategia bezpieczeństwa narodowego RP*, dostępny z: www.bbn.gov.pl/?strona=pl_dokument-strategia-bezpieczenstwa

- środowisko działań w operacjach reagowania kryzysowego;
- pole walki w klasycznym konflikcie zbrojnym.



Rys. 30. Czynniki warunkujące użycie śmigłowców

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: „Strategia wojskowa RP” oraz S. Zajas i in., Podstawy użycia rodzajów wojsk Sił Powietrznych, wyd. cyt., s. 133

Uwzględniając doświadczenia dotychczas prowadzonych operacji oraz doktrynalne założenia prowadzenia operacji reagowania kryzysowego można stwierdzić, że warunki działań śmigłowców w takich operacjach będą zróżnicowane w zależności od celów operacji, rodzaju podejmowanych działań mających na celu rozwiązanie kryzysu oraz specyfiki geograficznej obszaru operacji.

W literaturze przedmiotu występuje zróżnicowana typologia operacji reagowania kryzysowego, zależna od podstaw prawnych podjęcia działań, ilości uczestników czy zakresu użycia siły zbrojnej do rozwiązywania sytuacji kryzysowej. Analizując warunki użycia śmigłowców w operacjach reagowania kryzysowego w za-

leżności, od zakresu użycia siły można wyodrębnić dwa rodzaje środowiska operacyjnego⁴²:

- operacje o dużej intensywności;
- operacje o małej intensywności.

W monografii „*Lotnictwo w operacjach przywracania pokoju*” J. Karpowicz identyfikuje (w zależności od fazy eskalacji konfliktu oraz formy działania jego stron) trzy możliwe rodzaje działania sił zbrojnych: prewencję w formach niezbrojnych, wymuszanie (zbrojne formy interwencji) oraz wsparcie na rzecz stabilizacji⁴³. Biorąc pod uwagę powyższy podział można założyć, że w operacjach o dużej intensywności siły zbrojne, w tym śmigłowce będą wykorzystywane do wymuszania określonych zachowań stron konfliktu, natomiast w operacjach o małej intensywności przeważać będą działania wspierające.

W operacjach reagowania kryzysowego o dużej intensywności, takich jak wymuszanie pokoju, wymuszanie sankcji czy zwalczanie terroryzmu warunki użycia śmigłowców będą zbliżone do działań bojowych prowadzonych w konflikcie klasycznym. Charakterystyczna dla współczesnych i perspektywicznych operacji reagowania kryzysowego o dużej intensywności będzie nielinearność pola walki powodująca, że zagrożenie dla śmigłowców będzie występować na całym obszarze operacji. Można przewidywać, że użycie śmigłowców w tego rodzaju operacjach będzie miało miejsce najczęściej po wyeliminowaniu lotnictwa przeciwnika oraz stacjonarnych elementów jego systemu obrony powietrznej, co wykluczy zagrożenie ze strony lotnictwa myśliwskiego oraz raketowych zestawów przeciwlotniczych średniego i dużego zasięgu.

Zasadnicze zagrożenie dla śmigłowców w operacjach reagowania kryzysowego o dużej intensywności będą stanowiły przenośne raketowe zestawy przeciwlotnicze kierowane na podczerwień, artyleryjskie wyspecjalizowane środki przeciwlotnicze naprowadzane radiolokacyjnie i wykorzystujące środki optoelektroniczne oraz inne środki artyleryjskie i małokalibrowa broń strzelecka⁴⁴.

⁴² *Strategia wojskowa RP*, Sztab Generalny WP, Warszawa 2004, s. 17 – 18.

⁴³ J. Karpowicz, *Lotnictwo w operacjach przywracania pokoju*, WSOSP, Dęblin 2001, s. 45.

⁴⁴ R. Szustek, E. Cieślak, *Użycie lotnictwa wojsk lądowych w lotniczych połączeniach ze spółach uderzeniowych*, AON, Warszawa 2002, s. 102 – 106.

Należy przewidywać, że w operacjach reagowania kryzysowego o dużej intensywności zagrożenie ze strony przenośnych przeciwlotniczych zestawów rakietowych i broni strzeleckiej będzie występowało przez cały czas realizacji zadań bojowych przez śmigłowce i nie będzie ograniczone do łatwo definiowalnych obszarów w rejonie prowadzonej operacji.

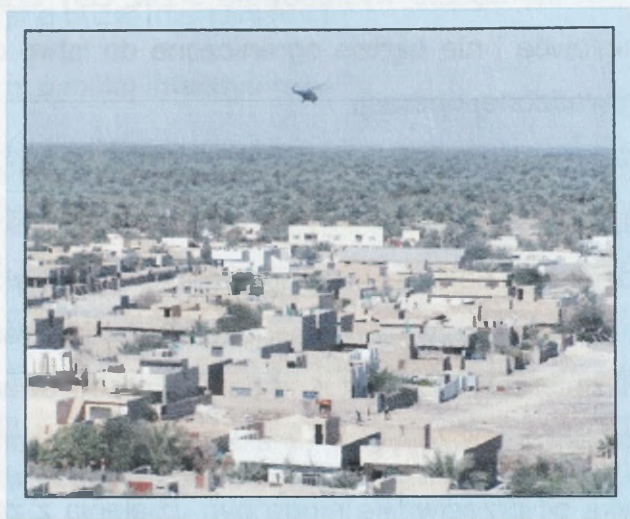
Doświadczenia operacji w Bośni Hercegowinie oraz w Afganistanie w ramach operacji „Enduring Freedom” wskazują, że siły przeciwnika będą prawdopodobnie prowadzić działania bojowe w ugrupowaniach nie większych niż zgrupowania kompanijne lub mniejsze, wykorzystując teren, trudne warunki atmosferyczne i porę doby (od zmierzchu do świtu) w celu minimalizowania zagrożenia ze strony lotnictwa bojowego sił pokojowych i maskowania przemarszów⁴⁵.

Typową taktyką sił przeciwnika mogą być działania z zaskoczenia, blokowanie szlaków komunikacyjnych, organizowanie zasadzek oraz wykorzystywanie ludności cywilnej lub żołnierzy sił pokojowych jako żywych tarcz, uniemożliwiających uderzenia lotnicze samolotów bojowych. Istotą taktyki sił przeciwnika w operacjach reagowania kryzysowego o dużej intensywności będzie prowadzenie działań w bezpośredniej bliskości infrastruktury cywilnej, ludności oraz lądowych elementów sił pokojowych, co będzie wymuszało precyzyjne i selektywne rażenie ogniowe i wykorzystanie środków rażenia zgodne nie tylko z ich charakterystykami taktyczno-technicznymi, ale też narzuconymi ograniczeniami politycznymi i prawno-międzynarodowymi, co potwierdzają również polskie doświadczenia z użycia śmigłowców w misji stabilizacyjnej w Iraku (fot. 66).

Środowisko użycia śmigłowców w operacjach reagowania kryzysowego o małej intensywności cechować będzie relatywnie niski poziom zagrożenia, typowy dla dotychczas prowadzonych operacji utrzymania pokoju oraz działań o charakterze stabilizacyjnym. Praktyka operacji sił NATO w Afganistanie oraz sił koalicyjnych w Iraku, jak również doświadczenia użycia śmigłowców w działaniach sił pokojowych SFOR, IFOR i KFOR w byłej Jugosławii wskazują, że skala zbrojnego przeciwdziałania siłom pokojowym bądź stabilizacyjnym w operacjach reagowania

⁴⁵ S. R. Browman, *Bosnia: US Military Operations*, CRS Issue Brief for Congress, Washington D.C., July 2003, s. CRS-5 do CRS-7; B. S. Lambeth, *Air Power Against Terror: America's Conduct of Operation Enduring Freedom*, RAND, Santa Monica 2005, s. Summary – XXI.

kryzysowego o małej intensywności jest znikoma. Nie można jednak wykluczyć eskalacji zagrożeń, co zmieni warunków użycia śmigłowców.



Fot. 66. Działania rozpoznawcze śmigłowców Samodzielnej Grupy Powietrzno-Szturmowej Polskiego Kontyngentu Wojskowego w Iraku w rejonie przedmieścia Karbali

Źródło: zbiór zdjęć mjr. I. Winnika pilota VI zmiany SGP-Sz PKW w Iraku

Zagrożenie dla śmigłowców występować może na całym obszarze operacji, ale tworzy je zazwyczaj broń strzelecka i niekiedy przenośne zestawy przeciwlotnicze. Przeciwnikiem sił pokojowych bądź stabilizacyjnych w operacjach reagowania kryzysowego o małej intensywności mogą być grupy terrorystyczne, niewielkie grupy partyzanckie albo zorganizowane grupy przestępów kryminalnych. Można przypuszczać, że ich typową taktyką mogą być zamachy bombowe oraz zasadzki. Nie można wykluczyć starć o większej skali z siłami interwencyjnymi, ale będą one ograniczone w wymiarze czasowym i przestrzennym. Dostępność dla przeciwników nieregularnych przenośnych przeciwlotniczych zestawów raketowych może w operacjach reagowania kryzysowego o małej intensywności tworzyć zagrożenie dla śmigłowców, także ze strony PZR tej klasy. Z doświadczeń amerykańskich wynika, że pociski te stosowano zazwyczaj z zasadzek, pojedynczo, do śmigłowców wykonujących rutynowe loty⁴⁶.

⁴⁶ A. H. Cordesman, *The Iraq War: Strategy, Tactics and Military Lessons*, CSIS, Washington D.C. 2003, s. 480.

Warunki użycia śmigłowców w klasycznym konflikcie zbrojnym będą zróżnicowane i zależne głównie od skali konfliktu oraz stosunku potencjałów militarnych jego stron. W oparciu o typologię zawartą w literaturze przedmiotu można wyodrębnić dwa rodzaje środowiska użycia śmigłowców w klasycznych konfliktach zbrojnych:

- działania w konflikcie o ograniczonej skali;
- działania w wojnie o dużej skali.

W konfliktach o ograniczonej skali najbardziej prawdopodobne jest krótkotrwałe, zaskakujące użycie relatywnie niewielkich sił w celu osiągnięcia wąsko zdefiniowanych celów politycznych, bądź uchwycenia terytorium. Biorąc pod uwagę charakter strategii bezpieczeństwa narodowego i doktryny sojuszniczej użycie śmigłowców w konflikcie o ograniczonej skali może być rozpatrywane w odniesieniu do operacji obronnej.

Uwzględniając powietrzno-lądowy charakter działań potencjalnego przeciwnika w działaniach związanych z odparciem ograniczonej agresji, śmigłowce będą prawdopodobnie wykorzystywane głównie do walki ze zgrupowaniami powietrzno-szturmowymi przeciwnika i desantami taktycznymi oraz lekkimi zgrupowaniami zmechanizowanymi, a także do izolowania rejonu uchwyconego przez wojska lądowe przeciwnika przed dopływem świeżych sił i zaopatrzenia. Nie można wykluczyć użycia śmigłowców do zabezpieczenia działań sił specjalnych oraz poszukiwania i odzyskiwania zestrzelonych załóg lotniczych z terytorium przeciwnika. Wysoce prawdopodobne jest wykorzystanie śmigłowców do działań przeciw penetracji ugrupowania przez przeciwnika, powstrzymania jego natarcia oraz zabezpieczenia kontrataków i działań powietrzno-manewrowych prowadzonych przez wojska własne. Śmigłowce w trakcie zwalczania powyższych zgrupowań będą narażone na przeciwdziałanie mobilnych rakietowych systemów przeciwlotniczych średniego i małego zasięgu, artyleryjsko-rakietowych systemów bliskiego zasięgu oraz pokładowego uzbrojenia czołgów i bojowych wozów piechoty, a także w mniejszym stopniu na oddziaływanie samolotów lotnictwa myśliwskiego przeciwnika.

Najtrudniejsze warunki działań śmigłowców, wynikające z sytuacji operacyjno-taktycznej, występować będą w wojnie o dużej skali. Ze względu na obronny charakter strategii użycie śmigłowców może mieć miejsce w ramach odparcia agresji o dużej skali prowadzonej w formie klasycznych działań opóźniających. Za priorytet należy wówczas uznać użycie śmigłowców do realizacji zadań przeciwpancernych, przeciwko pancerno-zmechanizowanym zgrupowaniom lądowym osłanianym przez w pełni zintegrowany system OP i OPL oraz wspieranym przez lotnictwo taktyczne i śmigłowce. Wojska tych zgrupowań zwalczane będą przede wszystkim w rejonach rubieży styczności bojowej wojsk lub w obszarze tyłowym rejonu odpowiedzialności korpusu zmechanizowanego (lub zgrupowania zadaniowego) wojsk lądowych, w przypadkach, gdy nastąpiła penetracja rejonu obrony. Spektrum zwalczanych sił i obiektów na polu walki obejmowało będzie przede wszystkim czołgi, bojowe wozy piechoty, transportery opancerzone oraz samobieżne raketowe i lufowe zestawy artyleryjskie, wchodzące w skład pancernych i zmechanizowanych zgrupowań zadaniowych. Należy przewidywać, że ze względu na posiadanie inicjatywy i przewagi przez przeciwnika śmigłowce będą narażone na przeciwdziałanie mobilnych raketowych systemów przeciwlotniczych średniego i małego zasięgu, artyleryjsko-raketowych systemów bliskiego zasięgu oraz pokładowe uzbrojenie czołgów i bojowych wozów piechoty, a także śmigłowców i samolotów lotnictwa myśliwskiego przeciwnika, które mogą oddziaływać nawet wykonując lot nad ugrupowaniem wojsk własnych.

Kolejnym czynnikiem determinującym warunki działań śmigłowców jest czas ich użycia. Określany on jest porą doby. Pora doby to dzień i noc oraz ich wzajemna długość, która w bezpośredni sposób zależy od pory roku oraz od położenia geograficznego. Na współczesnym polu walki jednym z podstawowych wymogów jest zdolność śmigłowców do prowadzenia działań bojowych o każdej porze doby.

W porze dziennej warunki działań generalnie są korzystne dla śmigłowców (nawet nie posiadających wyspecjalizowanych urządzeń nawigacyjno-celowniczych). Łatwość wykrycia obiektów uderzeń, zlokalizowania środków ogniowych OPL przeciwnika, prowadzenia orientacji geograficznej powoduje, że czas przebywania śmigłowców w rejonie działań, jak również czas przebywania nad terenem przeciwnika może być ograniczony do niezbędnego minimum. Pro-

wadzenie działań bojowych w nocy wiąże się ze znacznie zmniejszonymi możliwościami śmigłowców⁴⁷, zwłaszcza w wykryciu obiektów. Śmigłowce będące na uzbrojeniu naszych sił zbrojnych mają znacznie ograniczone możliwości w tym zakresie. Zastosowane systemy nawigacyjno-celownicze i uzbrojenie powodują, że zwalczanie obiektów może się odbywać wyłącznie po ich uprzednim wzrokowym wykryciu.

W sojuszniczych założeniach doktrynalnych dotyczących użycia śmigłowców zawartych w dokumencie *ATP-49C Use of Helicopters in Land Operations* działania w nocy rozpatrywane są w aspekcie występujących obecnie ograniczeń dla realizacji zadań bojowych przez śmigłowce. Podstawowe ograniczenia identyfikowane w doktrynie NATO obejmują między innymi:

- konieczność wykonywania lotów na większych wysokościach i stosowania mniej skomplikowanych profili lotów;
- wykonywanie lotów z mniejszymi prędkościami;
- konieczność stosowania zwiększonych separacji czasowych i przestrzennych pomiędzy poszczególnymi śmigłowcami;
- ograniczoną zdolność realizacji określonych rodzajów zadań;
- zwiększone wymagania w zakresie przygotowania i utrzymania lądowisk, w tym ich oświetlenia⁴⁸.

Zaznaczyć należy, że w *ATP-49C Use of Helicopters in Land Operations* wskazuje się na malejący zakres powyższych ograniczeń wynikających z rosnącego zakresu wykorzystywania optoelektronicznych systemów obserwacyjnych⁴⁹.

Pora doby uważana jest za jeden z istotnych czynników determinujących bojowe użycie śmigłowców w dokumentach normatywnych sił lądowych USA. W dokumencie *FM 3-04.111 (FM 1-111) Aviation Brigades* wskazuje się na możliwość wykorzystania ograniczonej widzialności do maskowania manewru śmigłow-

⁴⁷ Badania własne potwierdziły, że w przypadku prowadzenia obserwacji z zastosowaniem urządzeń termowizyjnych oraz noktowizji najnowszej generacji możliwe jest prowadzenie działań bez większych ograniczeń również w nocy.

⁴⁸ *ATP-49C Use of Helicopters in Land Operations*, MAS, Brussels 1999, s. 1 – 3.

⁴⁹ Tamże.

ców, a także wykorzystania przewagi wynikającej z posiadania systemów obserwacyjnych o większych możliwościach niż te posiadane przez przeciwnika⁵⁰.

Obok wyżej wskazanych uwarunkowań pora doby może wpływać na inne aspekty użycia śmigłowców. W działaniach nocnych wystąpią duże trudności we wzrokowym naprowadzeniu śmigłowca na obiekt ze względu na oślepienie załóg przez wybuchy pocisków i płomienie silników marszowych rakiet. Dlatego przy konieczności takich działań niezbędne jest (za wyjątkiem jasnej, księżycowej nocy) sztuczne oświetlenie obiektu, które często ułatwia jednak wykrycie śmigłowców przez środki OPL obiektu.

Działania nocne będą również powodowały ograniczenia wielkości ugrupowań śmigłowców. Będą to głównie działania pojedynczych śmigłowców, co znacznie przedłuża czas przebywania grupy w rejonie obiektu działań i czas oddziaływania środków OPL przeciwnika na całą grupę. Obrona przeciwlotnicza przeciwnika może oddziaływać większą ilością środków ze względu na zwiększone wysokości lotu w czasie dolotu do obiektów i ich zwalczania. Trudności w wykryciu i zlokalizowaniu obiektów mogą uniemożliwić wykonanie uderzeń bezpośrednio z trasy. Spowoduje to potrzebę wykonywania dodatkowych manewrów w rejonie obiektów i wydłużenie czasu oddziaływania na śmigłowce przez środki OPL.

Własne badania empiryczne wykazały, że wykorzystanie właściwości nowoczesnych, optoelektronicznych systemów obserwacyjno-celowniczych w znacznym stopniu rozszerza możliwości użycia śmigłowców w noc⁵¹y. Należy jednak pamiętać, że podobne urządzenia mogą wpłynąć korzystnie na możliwości działania przeciwnika. Wyniki przeprowadzonych badań (patrz: podrozdziały 3.3.2 oraz 3.3.3) wskazują jednoznacznie, iż obserwacja celu na tle nieba zapewnia załogom samolotów myśliwskich, jak i śmigłowcom uderzeniowym przeciwnika, a przede wszystkim środkom ogniowym OPL większe możliwości wykrycia i obserwacji, co w znacznym stopniu wpływa na efektywność prowadzenia ognia przez te środki.

⁵⁰ FM 3-04.111 (FM 1-111) *Aviation Brigades*, Headquarters, Department of Army 2003, s. 4 – 16.

⁵¹ Badania wykazały znacznie efektywniejsze prowadzenie obserwacji w podczerwieni w stosunku do celów powietrznych (obserwowanych na tle nieba), gdyż tło na jakim się znajdowały stwarzało dużo silniejszy kontrast (w prowadzonych badaniach różnice temperatur pomiędzy tłem a śmigłowcem dochodziły do 74° C, podczas gdy zimny śmigłowiec na tle trawy rozróżnialny był w granicach 2° C).

Noc, w niewielkim stopniu, może być również czynnikiem sprzyjającym w prowadzeniu działań bojowych przez śmigłowce. Wykrycie wzrokowe i optyczne w paśmie widzialnym śmigłowców jest utrudnione, zwiększa się prawdopodobieństwo pokonania środków OPL przeciwnika, szczególnie nie posiadających wyspecjalizowanych środków radiolokacyjnych i optoelektronicznych. Natomiast małe grupy śmigłowców mogą łatwiej przenikać w głąb ugrupowania przeciwnika.

Analiza materiałów źródłowych potwierdza⁵², że oprócz pory doby, duży wpływ na użycie śmigłowców ma również pora roku. Jak już wspomniano, pora roku ma bezpośredni wpływ na długość dnia i nocy. W zależności od pory roku, ilość wylotów załóg śmigłowców w ciągu dnia i nocy (natężenie działań) będzie różna. Natężenie działań będzie wpływało na wypoczynek i stan psychofizyczny załóg, jakość przygotowania się do lotu oraz na przygotowanie (odtworzenie gotowości bojowej) śmigłowców do kolejnych wylotów. Jakość tego przygotowania bezpośrednio wpłynie na żywotność bojową i eksploatacyjną śmigłowców podczas prowadzenia długotrwałych działań bojowych. W okresie letnim ilość dni lotnych jest znacznie większa niż w zimowym, a szczególnie w przejściowym (wczesna wiosna, późna jesień), co również w znaczny sposób wpływa na natężenie działań i skutki jakie ono ze sobą niesie.

Innym ważnym czynnikiem związanym z porą roku jest temperatura powietrza oraz podłoża (tła). Analiza właściwości techniki podczerwieni oraz wyniki prowadzonych badań empirycznych (patrz: podrozdział 3.3.1 oraz 3.3.3) jednoznacznie wskazują, jak duży wpływ na skuteczność techniki podczerwieni ma kontrast celu z tłem⁵³. Tak więc pora roku w znacznym stopniu wpływa na możliwości maskowania działań bojowych, jak i możliwości wykrycia obiektów uderzeń. W okresie zimowym istnieje dużo większe prawdopodobieństwo wzrokowego i optoelektronicznego wykrycia śmigłowców w locie i na ziemi na tle pokrywy śnieżnej lub powierzchni znacznie wychłodzonej. Z drugiej strony mogą jednak wystąpić trud-

⁵² Podczas działań bojowych w Afganistanie straty Rosjan w zależności od pory roku przedstawiają się następująco: w okresie kwiecień-październik – 65 % całości strat w ciągu roku, w tym od drugiej połowy maja do pierwszej połowy września – 50 %. A. M. Wołodko, *Wiertolot w Afganistanie*, Moskwa 1993, s. 35.

⁵³ W czasie prowadzenia badań temperatura powietrza była w przybliżeniu stała. Jednak w przypadku obniżania się (lub wzrostu) temperatury tła znacznie zmienia swój kontrast, przez co stwarza korzystne warunki do wykrycia i rozpoznania obiektu w podczerwieni.

ności w wyborze lądowisk (szczególnie wyczekiwania i zasadzek) ze względu na utrudnioną ocenę przydatności gruntu z powietrza.

Od pory roku w znacznym stopniu zależy występowanie różnych zjawisk meteorologicznych, które kształtują warunki atmosferyczne. Warunki te ograniczane są między innymi widzialnością, podstawą chmur oraz zachmurzeniem. Ze względu na te czynniki loty mogą się odbywać z widzialnością (*VFR – Visual Flight Rules*) oraz bez widzialności wzrokowej – według przyrządów (*IFR – Instrument Flight Rules*).

Na współczesnym polu walki zachodzi potrzeba wykorzystywania śmigłowców w każdych warunkach atmosferycznych. Warunki *VFR* nie ograniczają możliwości użycia śmigłowców, są one jednak przyjazne również dla środków obserwacyjno-celowniczych systemu OPL przeciwnika. Warunki *IFR* będą znacznie ograniczały możliwości wykorzystania śmigłowców oraz skuteczność ich środków ogniowych. Z powodu późnego wykrycia obiektów uderzeń, często nie będzie możliwości wykorzystania maksymalnych zasięgów posiadanych środków. Powodowało to będzie wchodzenie śmigłowców w strefy ognia środków OPL obiektów. W skrajnych warunkach naruszone mogą być również warunki bezpieczeństwa lotów śmigłowców ze względu na niskie podstawy chmur i ograniczone (minimalne) widzialności. Późne wykrycie obiektu wykluczy również kompleksowe użycie uzbrojenia, a to z kolei wydłuży czas przebywania śmigłowców w strefach ognia środków OPL.

Wystąpi również znaczne utrudnienie w prowadzeniu orientacji geograficznej i współdziałaniu taktycznym i ogniowym ze wspieranymi wojskami. Problemy wystąpią także w rozpoznaniu, czego efektem będą trudności w umiejscowieniu obiektów, określeniu najkorzystniejszych kierunków i sposobów ataku przy uwzględnieniu przeszkód terenowych i rozmieszczeniu środków OPL. Utrudnione będzie też maskowanie kierunków uderzeń i manewrów, a tym samym zaskoczenie przeciwnika.

Jednakże wyniki przeprowadzonych badań pozytywnie weryfikują możliwości optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych w tym zakresie. Badania wykazały, że przy zastosowaniu obiektywów kamer termowizyjnych w odpowiednim

paśmie częstotliwości⁵⁴ praca tych urządzeń, w stosunku do oka ludzkiego, w znacznie mniejszym zakresie uzależniona jest od dużej wilgotności. Tym samym dotyczy to również urządzenia optycznego – zakresu telewizji (patrz podrozdział 3.3.4).

Kolejnym czynnikiem mającym istotny wpływ na działania bojowe śmigłowców, w tym na możliwości ich przetrwania są warunki terenowe. Warunki terenowe określane są rzeźbą terenu, jego powierzchnią, stopniem zurbanizowania oraz usytuowaniem naturalnych i sztucznych zbiorników wodnych. Wszelkie urozmaicenie terenu w znacznym stopniu ułatwiało będzie maskowanie działań bojowych śmigłowców i umożliwiało wykorzystanie elementu zaskoczenia, co z kolei ułatwi pokonanie OPL przeciwnika. Możliwości bojowe większości środków OPL są na tyle duże, na ile własne środki rozpoznania są zdolne odpowiednio wcześniej (w czasie pozwalającym na podjęcie decyzji na zwalczanie) wykryć cele powietrzne. We współczesnych stacjach radiolokacyjnych wykorzystuje się fale elektromagnetyczne różnej długości – od kilku metrów do 1 cm. Fale tego zakresu słabo uginają się na powierzchni ziemi, powodując „cień radiolokacyjny” (patrz podrozdział 2.1). W obszarze tego cienia nie ma możliwości wykrycia celu powietrznego. W związku z tym rzeźba terenu i jego pokrycie ma decydujący wpływ na możliwości środków radiolokacyjnych.

W wielu przypadkach wykorzystywane mogą być również inne właściwości terenu, a mianowicie:

- naturalne obniżenia terenu, czy też koryta rzek do maskowania przelotu śmigłowców;
- cechy maskujące terenu do wyboru lądowisk i rozmieszczenia ich infrastruktury logistycznej;
- niedostępność terenu do przenikania OPL przeciwnika, ze względu na ograniczone możliwości rozmieszczenia tych środków.

⁵⁴ Zgodnie z wynikami badań, transmisja bardzo wilgotnego powietrza jest najmniej ograniczona w podczerwieni, w zakresie spektralnym 8 – 12 μm . Badania potwierdzają, że urządzenia działające w tym paśmie są mniej podatne na „zakłócenia” w takich warunkach.

Wnioski z konfliktów lokalnych dowodzą, że oprócz cech maskujących, wpływających bardzo korzystnie na żywotność śmigłowców, teren posiada również właściwości utrudniające działania. Przykładem może być teren górzysty, gdzie użycie śmigłowców może się wiązać ze znacznymi stratami⁵⁵. Wynika to z możliwości organizowania zasadzek ogniowych przez przeciwnika przy wykorzystaniu przenośnych przeciwlotniczych zestawów rakietowych lub środków artyleryjskich. Ponadto zmniejszają się możliwości manewrowe śmigłowców, występują niekorzystne prądy powietrza (w wąwozach, kotlinach czy zza stoków gór), w wielu przypadkach ograniczone są możliwości maskowania, a teren bardzo często nie nadaje się do awaryjnego lądowania.

Zmiana charakteru taktyki stosowanej przez przeciwnika w szeregu ostatnich operacjach reagowania kryzysowego spowodowała wzrost znaczenia obszarów zurbanizowanych w całokształcie uwarunkowań użycia śmigłowców na polu walki⁵⁶. Bliskość ludności cywilnej wymuszająca precyzję oddziaływania ogniowego oraz specyficzne warunki wykonywania lotu powodują, że taktyka użycia śmigłowców w rejonach zurbanizowanych różni się od typowych, zapisanych w dokumentach normatywnych, rozwiązań⁵⁷.

Teren zurbanizowany, oprócz posiadania pozytywnych cech maskujących, może wpłynąć na ponoszenie większych strat przez śmigłowce w wyniku dogodnych dla przeciwnika warunków do organizowania zasadzek oraz pogorszenia właściwości manewrowych śmigłowców. Jak wykazały badania, tło, jakie tworzy teren zurbanizowany, wpływa korzystnie na możliwości maskowania śmigłowca przed wykryciem i rozpoznaniem z powietrza zarówno w paśmie optycznym, jak i podczerwieni (patrz: podrozdział 3.3.2 oraz 3.3.3)⁵⁸.

⁵⁵ Stosunek strat śmigłowców w Afganistanie w terenie górzystym do strat w terenie równinnym wynosił 1,3 – 1,5 : 1. A. M. Wołodko, *Wiertolot w Afganistanie*, wyd. cyt., s. 32.

⁵⁶ A. J. Vick, *Aerospace Operations in Urban Environments: Exploring New Concept*, RAND Project Air Force MR-1187-AF, Santa Monica 2002, s. 39 – 40.

⁵⁷ T. G. Kemper, *Aviation Urban Operations: Are We Training Like We Fight?*, Air University, Maxwell AFB 2004, s. 6 – 17.

⁵⁸ Na tle terenu zurbanizowanego, przy korzystnych barwach ochronnych, wzrokowe wykrycie śmigłowca staje się trudne. Jednak zastosowanie techniki podczerwieni, wykrycie to znacznie ułatwia. Jak wskazują wyniki badań, teren ten nie jest jednak całkowicie obojętny i termowizji. Znajduje się tam wiele źródeł ciepła, które tworzą „pozorne cele” (o zbliżonych temperaturach) rejestrowane przez kamerę.

Warunki terenowe szczególnego znaczenia nabierają podczas działań nad ugrupowaniem przeciwnika (zwłaszcza nad jego terytorium). W wielu przypadkach będzie to teren mało znany załogom śmigłowców, wcześniej nierozpoznany, a dane o umiejscowieniu obiektów uderzeń mogą być mało precyzyjne. Zmusza to do wydłużenia czasu przygotowania do działań (studiowanie rejonu), czasu rozpoznania rejonu działań, często demaskowania celu działań oraz powoduje dodatkowe narażenie śmigłowców na wejście w strefy ognia środków OPL przeciwnika. Jednocześnie wszelkie urozmaicenia terenu mogą być dogodne do organizowania przez przeciwnika przeciwlotniczych zasadzek ogniowych.

Wzrost zakresu użycia śmigłowców w operacjach reagowania kryzysowego prowadzonych w różnych strefach klimatycznych wskazuje na konieczność szerszego niż dotychczas uwzględniania w ocenie warunków użycia śmigłowców specyfiki warunków atmosferycznych w oddalonych geograficznie rejonach operacji (fot. 67).



Fot. 67. Śmigłowce Mi-8 Samodzielnej Grupy Powietrzno-Szturmowej Polskiego Kontyngentu Wojskowego na lądowisku w Iraku

Źródło: zbiór zdjęć mjr. I. Winnika pilota VI zmiany SGP-Sz PKW w Iraku

Doświadczenia działań śmigłowców Samodzielnej Grupy Powietrzno-Szturmowej Polskiego Kontyngentu Wojskowego w Iraku wykazały ograniczenia wynikające z wysokiej temperatury, przekładające się bezpośrednio na obniżone

właściwości lotno-techniczne śmigłowców, jak również zapylenie i burze piaskowe, prowadzące do szybkiego zużycia resursów technicznych⁵⁹.

Reasumując, przyszłe pole walki oraz warunki działań śmigłowców będą miały bardzo złożony charakter. Potencjalny konflikt zbrojny o dużej skali może być kombinacją działań wysoce manewrowych zgrupowań pancerno-zmechanizowanych i śmigłowcowych zgrupowań desantowo-szturmowych, prowadzonych przede wszystkim w głębi nieliniarnego ugrupowania przeciwnika. Wysokie tempo działań oraz ich powietrzno-lądowy wymiar spowodują potrzebę wykorzystywania śmigłowców niemalże w każdym etapie operacji. W związku z tym, natężenie działań bojowych śmigłowców będzie bardzo duże bez względu na warunki atmosferyczne i porę doby. Należy oczekiwać, że śmigłowce będą musiały wykonywać zadania w skrajnie trudnych warunkach terenowych i atmosferycznych, zarówno nad terenem własnym, jak i przeciwnika.

Przedstawione analizy przyszłego pola walki, jak i oczekiwanych warunków działań wskazują na potrzebę wyposażenia śmigłowców w urządzenia i systemy pozwalające na wykonywanie zadań w ekstremalnie trudnych warunkach, przy wykorzystaniu rzeźby terenu. Zasadnicze znaczenie dla powodzenia misji ma uniknięcie wykrycia przez system obrony powietrznej przeciwnika. Zapewnić to może wyposażenie śmigłowców w awionikę, umożliwiającą loty w nocy i w trudnych warunkach atmosferycznych na małych i skrajnie małych wysokościach, oraz środki samoobrony zapewniające przeciwdziałanie obronie przeciwlotniczej wykorzystującej najnowsze środki walki.

Równie istotne, szczególnie przy braku możliwości całkowitego obezwładnienia środków OPL, jest przyjęcie takiej taktyki działań, która umożliwi śmigłowcom skuteczną realizację zadań przy poniesieniu jak najmniejszych strat własnych.

⁵⁹ Z. Bandel, *Zabezpieczenie inżynieryjno-lotnicze Samodzielnej Grupy Powietrzno-Szturmowej w Iraku*, AON, Warszawa 2005, s. 35 – 40.

4.2. Zastosowanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych w działaniach bojowych śmigłowców

Potrzeba wyposażenia śmigłowców w systemy optoelektroniczne, umożliwiające przede wszystkim działania w nocy i w trudnych warunkach atmosferycznych, uwidoczniła się z całą ostrością w trakcie działań sił amerykańskich w Wietnamie. W pierwszej połowie lat sześćdziesiątych, na obszarze Wietnamu Południowego, działały głównie nieregularne siły partyzanckie, uzbrojone jedynie w broń strzelecką i stosujące taktykę działań nieregularnych. W celu niwelacji jakościowej przewagi technologicznej wojsk amerykańskich siły partyzanckie prowadziły działania w nocy, dążąc do jak najszybszego wejścia w bezpośredni kontakt z wojskami amerykańskimi bądź południowowietnamskimi. Taktyka „przytulania się” („hugging up”), której istotą było zmniejszenie dystansu do sił amerykańskich do kilkudziesięciu metrów, w zasadzie wykluczała skuteczne zwalczanie sił partyzanckich przez lotnictwo taktyczne, ze względu na niebezpieczeństwo rażenia sił własnych.

W pierwszych latach wojny wietnamskiej głównym zagrożeniem dla śmigłowców była broń strzelecka partyzantów. Stąd też śmigłowce wykonywały loty i większość zadań ogniowych w dzień, w warunkach widzialności wzrokowej z wysokości 600 do 1 000 m. Dopiero zaangażowanie w walkach regularnych sił wojskowych Wietnamu Północnego spowodowało zmianę zagrożeń dla śmigłowców. Począwszy od 1965 r. w Wietnamie Południowym pojawiły się wielkokalibrowe przeciwlotnicze karabiny maszynowe 12,7 mm, a oceny rozpoznawcze przewidywały przeciwdziałanie 37 mm artylerii przeciwlotniczej w ciągu kolejnych sześciu miesięcy. Zdecydowanie odmienny był charakter zagrożenia dla śmigłowców w czasie prowadzenia operacji w Laosie w roku 1972, gdzie wietnamska obrona przeciwlotnicza dysponowała silnymi zgrupowaniami artylerii przeciwlotniczej kalibru 23, 37 i 57 mm, zgrupowanymi w sposób zapewniający wzajemne wsparcie poszczególnych baterii⁶⁰. Wymusiło to użycie lotnictwa taktycznego, a niekiedy nawet bombowców strategicznych B-52 do zabezpieczenia działań bojowych śmigłowców w czasie prowadzenia operacji aeromobilnych. Typową taktyką stało się wykorzystanie dużych zgrupowań śmigłowców zorganizowanych w grupy taktycz-

⁶⁰ *The leverage of technology: the evolution of armed helicopters in Vietnam*, "Military Review", July – August 2003, s. 36.

nego przeznaczenia, wykonujące lot na małych i skrajnie małych wysokościach w dzień w warunkach widzialności wzrokowej. Chociaż w trakcie trwania wojny w Wietnamie zostały po raz pierwszy użyte bojowo przenośne zestawy przeciwlotnicze SA-7 Strzała, to jednak ograniczone możliwości głowicy samonaprowadzającej rakiety nie pozwalały na jej użycie przeciwko celom wykonującym lot na tle ziemi. Stąd też zagrożenie ze strony przenośnych raketowych zestawów przeciwlotniczych nie wpłynęło na rozwój taktyki i wyposażenia optoelektronicznego śmigłowców w trakcie trwania wojny w Wietnamie.

Tak więc, początki wykorzystania systemów optoelektronicznych w działaniach bojowych lotnictwa wojsk lądowych, zgodnie z potwierdzającymi te fakty dokumentami, datuje się na czas wojny w Wietnamie. Wraz z wprowadzeniem do użytku w siłach zbrojnych USA pierwszych generacji urządzeń obserwacyjnych, wykorzystujących technikę noktowizyjną i termowizyjną, znacząco zwiększeniu uległy możliwości realizacji zadań przez śmigłowce w nocy⁶¹. Taktyka działań śmigłowców w nocy determinowana była dotychczas w znacznym stopniu brakiem zagrożenia ze strony artyleryjskich środków przeciwlotniczych, wyposażonych jedynie w celowniki optyczne, a także możliwościami pokładowych systemów optoelektronicznych.

Do roku 1967 podstawowe rozwiązania taktyczne dotyczące prowadzenia działań w nocy zakładały wykorzystanie tandemu śmigłowców, z których jeden oświetlał zwalczane obiekty przy użyciu flar lub reflektorów o dużej mocy, a drugi wykonywał zadania ogniowe przy użyciu uzbrojenia artyleryjskiego lub niekierowanego uzbrojenia raketowego. Pierwsze unormowane standardowymi procedurami operacyjnymi użycie systemów optoelektronicznych w działaniach śmigłowców w trakcie realizacji zadań bojowych datowane jest na kwiecień 1967 r. Lotnictwo sił lądowych USA w czasie prowadzenia operacji „Lejuene”, a następnie w działaniach przeciwpartyzanckich, prowadzonych na równinach nadmorskich w rejonie Binh Dinh, stosowało taktykę określaną jako „Night Hunter” (Nocny Myśliwy), zoptymalizowaną do zwalczania sił partyzanckich w nocy. Zadanie realizowane było przez cztery śmigłowce UH-1, wykonujące lot w ugrupowaniu rombu. Śmigłowiec prowadzący zrzucał ładunki oświetlające (flary) i prowokował reakcję sił partyzanckich. Dwa śmigłowce boczne wykonywały lot wyżej poza zasięgiem

⁶¹ R. N. Sulentic, *Bring on the Night*, wyd. cyt.

światła flar. Strzelcy-observatorzy na ich pokładzie przeglądali teren za pomocą urządzeń noktowizyjnych (wzmacnianie światła) i oznaczali wykryte pozycje partyzantów przy użyciu amunicji smugowej, wystrzelwanej z karabinów maszynowych na burtowych ruchomych stanowiskach ogniowych. Czwarty śmigłowiec ostrzeliwał oznaczone pozycje niekierowanymi pociskami raketowymi⁶².

Możliwości prowadzenia działań w nocy zwiększyły się znacząco od września 1967 r., gdy do Wietnamu dostarczono pierwsze egzemplarze śmigłowca AH-1G Huey Cobra. Śmigłowce AH-1G, w ramach programu SMASH (Southeast Asia Multi-sensor Armament System), wyposażono w pracujący w podczerwieni system obserwacyjny AN/AAQ-5 (Night Vision Sight). Obraz uzyskiwany przez system był wyświetlany na ekranach wskaźników pilota i strzelca. AN/AAQ-5 był wykorzystywany również na śmigłowcach UH-1M Huey Cobra, umożliwiając wykonywanie lotów i zadań bojowych w nocy (fot. 68)⁶³.



Fot. 68. Śmigłowiec UH-1M przygotowywany do realizacji zadań ogniowych w nocy w czasie wojny wietnamskiej

Źródło: http://www.aircav.com/huey/uhqal04/rckt_011.jpg

W trakcie prowadzenia wojny w Wietnamie Amerykanie kontynuowali prace nad rozwojem systemów optoelektronicznych, które mogłyby zostać wykorzystane w działaniach bojowych przez śmigłowce. W ramach programu Ensure 100 opracowano dla śmigłowca AH-1G system kierowania uzbrojeniem CONFICS (*Cobra Night Fire Control System*), który wykorzystywał telewizję światła szczątkowego

⁶² J. Tolson, *Vietnam Studies: Airmobility 1961 – 1971*, Department of the Army 1989.

⁶³ US Army TACOM-RI, *Helicopter fire control and electronic systems*, dostępne z: <http://tri.army.mil/LC/CS/csa/aafcs.htm>

(*LLTV – Low Level TV*) dla wykrywania obiektów uderzeń i kierowania uzbrojeniem śmigłowca w działaniach prowadzonych w nocy. System *CONFICS* był zintegrowany z optycznym układem celowniczym systemu kierowania uzbrojeniem *M28A1*, co pozwalało pilotowi i strzelcowi wykorzystywać zobrazowanie telewizyjne do celowania i prowadzenia ognia⁶⁴.

W ramach prac biura sił lądowych do spraw działań w nocy w Azji Południowo-Wschodniej (*US Army Southeast Asia Night Operations – SEA NITEOPS*) opracowany został dla śmigłowców *UH-1M* system *INFANT (Iroquois Night Fighter and Night Tracker)*. System ten wykorzystywał telewizję światła szczałkowego oraz reflektory poszukiwawcze pracujące w podczerwieni do wykrywania obiektów naziemnych w czasie działań bojowych prowadzonych w nocy. Sensory *LLTV* umieszczone pod nosem śmigłowca miały być zdolne do wykrywania siły żywej i sprzętu przeciwnika w nocy przy świetle gwiazd lub księżyca. System *INFANT* był wykorzystywany do kierowania uzbrojeniem artyleryjskim i niekierowanym uzbrojeniem raketowym śmigłowców *UH-1M*.

W czasie wojny w Wietnamie prowadzono również prace nad integracją systemów optoelektronicznych z radiolokacyjnymi, w celu stworzenia systemu obserwacyjno-celowniczego dla śmigłowców uderzeniowych, zapewniającego ich bojowe użycie we wszystkich warunkach atmosferycznych przez całą dobę. Dla śmigłowców *AH-1G Cobra* opracowano system *SMASH (Southeast Asia Multi-Sensor Armament Subsystem)*, w skład którego obok urządzenia *AN/AAQ-5* wchodził również zasobnik ze stacją radiolokacyjną *AN/AAQ-137* z funkcją wykrywania obiektów ruchomych (*Moving Target Indicator Radar*). Integracja powyższych sensorów, w ramach systemu kierowania uzbrojeniem, miała zapewnić śmigłowcom zdolność do wykrywania, identyfikacji i zwalczania naziemnych obiektów uderzeń w czasie działań bojowych prowadzonych w dzień i w nocy (fot. 69).

Poszukiwania nowych rozwiązań taktycznych w użyciu śmigłowców bojowych na polu walki znalazły swoje odzwierciedlenie w pracach nad nowymi generacjami eksperymentalnych śmigłowców uderzeniowych wyposażonych w nowoczesne optoelektroniczne systemy obserwacyjne i celownicze. W latach 1964 – 1972 realizowano prace badawczo-rozwojowe ukierunkowane na skonstruowanie

⁶⁴ Tamże.

nowoczesnego wyspecjalizowanego śmigłowca uderzeniowego w ramach programu zaawansowanego lotniczego systemu wsparcia ogniowego AAFSS (*Advance Aerial Fire Support System*)⁶⁵. Jednym z najbardziej zaawansowanych technologicznie projektów był AH-56A Cheyenne, którego prototyp oblatano 3 maja 1967 r. Śmigłowiec zaprojektowano zgodnie z wymogami sił lądowych USA dla zaawansowanego lotniczego systemu wsparcia ogniowego. Śmigłowiec ten posiadał obok systemu termowizyjnego AN/AAS-25 FLIR (*Forward Looking Infra Read*) również dalmierz laserowy i komputer kierowania ogniem, zapewniający skuteczne użycie w dzień i w nocy uzbrojenia artyleryjskiego, niekierowanego uzbrojenia raketowego oraz kierowanych pocisków przeciwpancernych (fot. 70).



Fot. 69. Urządzenie optoelektroniczne AN/AAQ-5 systemu SMASH śmigłowca AH-1F Cobra

Źródło: http://www.tri.army.mil/LC/CS/cas/ah_1.html



Fot. 70. Prototyp śmigłowca uderzeniowego AH-56 Cheyenne w locie

Źródło: <http://www.tri.army.mil/LC/CS/cas/ah56002.jpg>

⁶⁵ *Historic US Army helicopters*, dostępne z: <http://www.tri.army.mil/LC/CS/csa/aahist3.htm>

Koncepcja zaawansowanego lotniczego systemu wsparcia ogniowego stała się podstawą do zbudowania w 1970 r. prototypu śmigłowca uderzeniowego Sikorsky S-67 Blackhawk, który również był wyposażony w systemy optoelektroniczne, zapewniające realizację zadań bojowych w nocy. W roku 1971 zbudowano też prototyp śmigłowca Bell (model 309) King Cobra wyposażony w celownik laserowy, system kierowania ogniem pracujący w podczerwieni oraz telewizję światła szczytkowego. Żaden z wymienionych śmigłowców nie został zaakceptowany przez siły lądowe, jako spełniający wymagania sformułowane dla wyspecjalizowanego śmigłowca uderzeniowego i w konsekwencji w roku 1972 program AAFSS został zakończony.

Jednakże w 1970 r rozpoczęto program zaawansowanego śmigłowca uderzeniowego (*Advanced Attack Helicopter – AAH*), w którym wzięły udział dwa prototypy śmigłowców uderzeniowych: Bell (model 409) YAH-63 oraz Boeing McDonnell Douglas Hughes (model 77) YAH-64 Apache (fot. 71). Obydwa śmigłowce były wyposażone w klasyczne systemy optyczne, termowizyjne oraz laserowe, a YAH-64 posiadał ponadto telewizję światła szczytkowego. Miały one również nahałmowe celowniki, zapewniające realizację zadań ogniowych w nocy. W 1976 r. konkurs wygrał prototyp YAH-64, który uzyskał aprobatę dla produkcji seryjnej w marcu 1982 r. i pierwszych dostaw do jednostek w styczniu 1984 r. Bazujący w Fort Hood 6 rozpoznawczy pułk kawalerii pancernej, który otrzymał jako pierwszy śmigłowce AH-64 osiągnął gotowość operacyjną w 1986 r.



Fot. 71. Prototyp śmigłowca YAH-64 wyposażony w optoelektroniczne systemy obserwacyjno-celownicze

Źródło: Historic US Army Helicopters, dostępne z: <http://www.tri.army.mil/LC/CS/csa/yah64.jpg>

Taktyka użycia śmigłowców po zakończeniu wojny wietnamskiej zdeterminowana została również w dużym stopniu przez proliferację przenośnych i mobilnych przeciwlotniczych zestawów raketowych. W wojnie izraelsko-arabskiej w 1973 r. użyto po raz pierwszy przeciwlotniczych zestawów raketowych Strzała ze zmodyfikowanymi głowicami samonaprowadzającymi w podczerwieni i z filtrami przeciwwakłóceniowymi, a także mobilnych kierowanych radiolokacyjnie zestawów SA-8 zoptymalizowanych do zwalczania celów wykonujących lot na małych wysokościach. W latach siedemdziesiątych rozpowszechniły się również mobilne przeciwlotnicze zestawy artyleryjskie kierowane radiolokacyjnie i optoelektronicznie o zasięgu ognia, umożliwiającym zwalczanie śmigłowców.

W konsekwencji takich posunięć, pod koniec lat siedemdziesiątych, założenia taktycznego użycia śmigłowców na polu walki zakładały ich zmasowane użycie do realizacji zadań ogniowych i powietrzno-szturmowych w ścisłym współdziałaniu z lotnictwem taktycznym oraz wojskami raketowymi i artylerią. Miały one zapewnić osłonę śmigłowców w powietrzu, a także obezwładnianie szczególnie groźnych środków przeciwlotniczych przeciwnika. Przewidywano również realizację części zadań bojowych w nocy, jednak ich skala w stosunku do ogółu zadań była bardzo ograniczona.

Działania bojowe radzieckich śmigłowców w Afganistanie w początkowym okresie prowadzonej operacji (od 1979 r. do końca 1980 r.) zbliżone były w ogólnych założeniach do taktyki amerykańskiego lotnictwa sił lądowych w Wietnamie przed rokiem 1965. Loty i użycie uzbrojenia realizowano z wysokości około 1 000 m nad poziomem terenu, wykorzystując uzbrojenie artyleryjskie i bombardierskie. Uderzenia wykonywane były nie tylko w bezpośredniej bliskości wspieranych wojsk, ale także w odległości od 20 do 30 km od nich⁶⁶.

Od końca 1980 r., ze względu na wielkość strat ponoszonych od przenośnych przeciwlotniczych zestawów raketowych SA-7 nastąpiła radykalna zmiana taktyki działania śmigłowców. Loty wykonywano z nosem przy ziemi, w grupach czterech do sześciu śmigłowców, atakując obiekty przy użyciu rakiet niekierowa-

⁶⁶ D. R. Nelson, *Soviet air power: tactics and weapons used in Afghanistan*, w: *Airpower Chronicles*, January – February 1985, dostępne z: <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/aureview/1985/jan-feb/nelson.html>

nych oraz uzbrojenia artyleryjskiego⁶⁷. W zasadzie nie prowadzono działań w nocy.

Taktyka śmigłowców w operacji „Desert Storm” została w poważnym stopniu zdeterminowana koncepcją przeprowadzenia operacji sił połączonych, która przewidywała dwie następujące po sobie fazy: operację powietrzną oraz operację lądową. W czasie operacji powietrznej udział śmigłowców był marginalny i ograniczał się przede wszystkim do zabezpieczenia mobilności sił lądowych, realizacji zadań rozpoznawczych oraz zabezpieczenia działań sił specjalnych. Działania w głębi ugrupowania przeciwnika były prowadzone głównie w nocy, zaś w dzień w warunkach ograniczonej widoczności. Ze względu na wysokie zagrożenie ze strony raketowych i artyleryjskich środków przeciwlotniczych, wchodzących w skład zintegrowanego systemu obrony powietrznej i przeciwlotniczej w czasie trwania operacji powietrznej, zadania w głębi ugrupowania przeciwnika były realizowane w ograniczonym stopniu. Śmigłowce w trakcie realizacji zadań bojowych wykonywały lot tak nisko, jak to było możliwe, aby uniknąć wykrycia wzrokowego i przez środki radiolokacyjne przeciwnika, z reguły na wysokości 10 – 30 m nad rzeźbą terenu (35 – 100 stóp).

W trakcie operacji lądowej śmigłowce realizowały zadania rozpoznania walką, osłonowe oraz powietrzno-szturmowe, z reguły w głębi ugrupowania bojowego przeciwnika, w ścisłym współdziałaniu z lotnictwem taktycznym oraz wojskami raketowymi i artylerią. Raport do Kongresu USA o przebiegu wojny w Zatoce Perskiej szczegółowo analizuje wykorzystanie śmigłowców w działaniach bojowych. Zawiera wnioski w odniesieniu do systemów optoelektronicznych poszczególnych typów śmigłowców oraz proponuje określone rozwiązania taktyczne i techniczne, zwiększające możliwości operacyjne śmigłowców na polu walki.

Użycie śmigłowców AH-64 w operacji „Desert Storm” rozpoczęło się wykonaniem uderzenia przez osiem śmigłowców Apache sił zadaniowych „Normandy” na posterunek radiotechniczny ze stacjami radiolokacyjnymi dalekiego zasięgu, będącymi elementami systemu wczesnego ostrzegania zintegrowanej obrony powietrznej Iraku. Pokładowe systemy optoelektroniczne śmigłowców AH-64 zapewniły doloł w nocy na skrajnie małej wysokości do obiektów uderzeń położonych

⁶⁷ Tamże.

w głębi ugrupowania sił przeciwnika oraz skuteczne użycie zarówno uzbrojenia artyleryjskiego, jak i raketowego⁶⁸. W czasie całej operacji 274 śmigłowce AH-64 wykonały łącznie 18 700 godzin lotów bojowych. W pierwszej fazie operacji, przed rozpoczęciem uderzenia na lądzie, śmigłowce AH-64 były wykorzystywane w nocy do prowadzenia rozpoznania oraz samodzielnego poszukiwania i zwalczania sił irackich na obszarze Kuwejckiego Teatru Operacji do 20 – 30 km w głębi ugrupowania sił przeciwnika⁶⁹. Systemy optoelektroniczne śmigłowca, zwłaszcza FLIR oraz telewizja światła szczytkowego umożliwiały zdobywanie informacji rozpoznawczej o rozmieszczeniu sił przeciwnika, rozbudowie inżynieryjnej i terenie na przewidywanych kierunkach działań. W ostatnich kilku dniach przed rozpoczęciem operacji lądowej śmigłowce, wykonujące lot w nocy w głębi ugrupowania sił irackich, wykorzystywane były do podświetlania obiektów uderzeń dla kierowanych laserowo pocisków artyleryjskich Copperhead. W trakcie operacji lądowej śmigłowce AH-64 były wykorzystywane do zwalczania sił pancernych i zmechanizowanych przeciwnika, umocnionych punktów oporu, a także osłony skrzydeł i czoła nacierających zgrupowań lądowych, co powodowało niejednokrotnie realizację zadań w odległości 15 – 20 km w głębi ugrupowania wojsk irackich.

Zasadnicze problemy wpływające na realizację zadań bojowych przez śmigłowce przy użyciu systemów optoelektronicznych związane były z warunkami atmosferycznymi panującymi na obszarze operacji. Systemy celownicze i obserwacyjne, a zwłaszcza ich komponenty termowizyjne (*FLIR*) nie były w pełni odporne na burze piaskowe, silne deszcze, wiatry oraz dymy z podpalonych wież wiertniczych. Główne problemy związane z systemami obserwacyjnymi i celowniczymi wiązały się z niewystarczającą ostrością uzyskiwanego obrazu, jego „skakaniem” oraz „pływaniem”, co negatywnie wpływało na możliwość realizacji prawie połowy z ogółu zadań bojowych⁷⁰. Warunki atmosferyczne, a zwłaszcza zmętnienie powietrza, dymy i burze piaskowe wpływały negatywnie również na wykorzystanie systemów laserowych, które nie zapewniały w niektórych przypadkach skuteczne-

⁶⁸ GAO/NSIAD-92-146, *Operation Desert Storm. Apache helicopter was considered effective in combat but reliability problems persist*, United States General Accounting Office, Washington D.C., April 1992, s. 21.

⁶⁹ Final Report to Congress: *Conduct of the Persian Gulf War*, Department of Defense, Washington D.C., April 1992, s. 249 i 262.

⁷⁰ GAO/NSIAD-92-146, *Operation Desert Storm. Apache helicopter was considered effective in combat but reliability problems persist*, wyd. cyt., s. 30.

go podświetlania obiektów uderzeń na odległościach większych niż 1 500 m. Zaobserwowano również zakłócenia pracy podświetlacza laserowego, powodowane przez smugi kondensacyjne pochodzące od gazów z silników raketowych pocisków AGM-114 Hellfire, odpalanych w temperaturze bliskiej punktu rosy⁷¹. Wymuszało to podświetlanie obiektów uderzeń przez inne śmigłowce lub opóźnianie rozpoczęcia podświetlania laserem do momentu, aż odpalony pocisk znalazł się wystarczająco daleko od śmigłowca. Niespotykanym problemem wpływającym na skuteczność kierowanych optoelektronicznie pocisków raketowych było brudzenie głowic samonaprowadzających pocisków przez uderzające w nie owady. W raporcie GAO wskazano powyższy czynnik, jako przyczynę ograniczonej skuteczności pocisków AGM-114 Hellfire w trakcie działań śmigłowców uderzeniowych w dolinie rzeki Eufrat⁷².

Wojna w Zatoce Perskiej potwierdziła możliwości realizacji zadań bojowych przez śmigłowce rozpoznawcze OH-58D. Systemy optoelektroniczne śmigłowca umieszczone w stabilizowanej kopule nad wirnikiem nośnym w połączeniu z systemem nawigacji bezwładnościowej pozwalały na realizację szeregu zróżnicowanych zadań, w tym rozpoznania, kontroli stref odpowiedzialności, obserwacji określonych obszarów, a także wykrywania, identyfikowania oraz wskazywania obiektów uderzeń w dzień i w nocy, w zwykłych i trudnych warunkach atmosferycznych (fot. 72). Większość zadań rozpoznawczych realizowanych przez nieuzbrojone wersje śmigłowca OH-58D miała miejsce w nocy, gdy śmigłowce rozpoznawały obszar przed czołem i na skrzydłach nacierających sił lądowych, dostarczając dowódcy lądowemu informacji w czasie realnym, wykorzystując automatyczny system przekazywania danych o obiektach *ATHS* (*Automatic Target Handover System*). Zadanie to realizowane było między innymi na potrzeby dowódcy 2. rozpoznawczego pułku kawalerii pancernej w trakcie ofensywy lądowej w głębi Iraku i w Kuwejcie.

Dzięki posiadaniu pokładowego podświetlacza laserowego OH-58D mogły realizować podświetlanie obiektów uderzeń dla śmigłowców Korpusu Piechoty Morskiej (USMC), odpalających kierowane pociski przeciwpancerne Hellfire oraz artylerii, stosującej kierowane laserowo pociski Copperhead. Śmigłowce OH-58D

⁷¹ Tamże, s. 32.

⁷² Tamże, s. 31.

w ramach działań Połączonych Lotniczych Zespołów Uderzeniowych realizowały podświetlanie obiektów uderzeń dla samolotów F-111 oraz innych samolotów uderzeniowych. Uzbrojona wersja OH-58D Prime Chance była wykorzystywana w operacji morskiej, w której śmigłowce atakowały między innymi punkty oporu wojsk irackich rozmieszczone na morskich wieżach wiertniczych. Były to jedyne śmigłowce mogące realizować zadania wsparcia ogniowego przy użyciu uzbrojenia artyleryjskiego i raketowego w operacji morskiej w nocy⁷³.



Fot. 72. Śmigłowiec OH-58D w wersji uzbrojonej

Źródło: <http://www.tri.army.mil/LC/CS/csa/oh58d001.jpg>

Raport do Kongresu o przebiegu wojny w Zatoce Perskiej wskazuje również na ograniczenia w taktycznym wykorzystaniu śmigłowców w działaniach bojowych, wynikających z braku lub niewystarczającego wyposażenia poszczególnych typów śmigłowców w systemy optoelektroniczne. Śmigłowce AH-1F, ze względu na brak systemu celowniczego umożliwiającego działania w nocy, były wykorzystywane tylko w dzień, w sprzyjających warunkach atmosferycznych do realizacji zadań osłonowych i rozpoznania walką. Śmigłowce AH-1W nie posiadały w trakcie operacji pokładowych podświetlaczy laserowych, co uniemożliwiało im samodzielne

⁷³ Final Report to Congress: *Conduct of the Persian Gulf War*, wyd. cyt., s. 719 – 720.

zwalczanie sił przeciwnika, przy użyciu przeciwpancernych pocisków kierowanych AGM-114 Hellfire⁷⁴.

Wnioski raportu wskazywały jednoznacznie na potrzebę wyposażenia śmigłowców AH-1 w urządzenia FLIR oraz pokładowe podświetlacze laserowe, w celu zapewnienia możliwości realizacji zadań w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych. Potrzeby wyposażenia w dodatkowe urządzenia optoelektroniczne zostały wyartykułowane również w odniesieniu do śmigłowców transportowych CH-47 oraz CH-46, których załogi wykorzystywały w czasie operacji gogle nocnego widzenia *NVG (Night Vision Goggles)*. Raport zalecał wyposażenie obu typów śmigłowców dodatkowo w systemy obserwacyjne *FLIR*, zwiększające możliwości realizacji zadań w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych⁷⁵.

Znaczenie wyposażenia śmigłowców w systemy optoelektroniczne w trakcie operacji „Desert Storm” unaocniły problemy związane z niezamierzonym rażeniem zaangażowanych w walce wojsk przez ogień sił własnych, określanym jako *fire from friendly forces*. Wcześniej, cytowane w raporcie dla Kongresu wnioski Dowództwa Szkolenia i Doktryny (TRADOC) z początku lat pięćdziesiątych określały, że około 26 % strat od ognia sił własnych wynikało z błędnej identyfikacji, 45 % z problemów związanych z koordynacją działań. W operacji „Desert Storm” 39 % przypadków (11 z 28) spowodowane było błędami w identyfikacji obiektów uderzeń, głównie z powodu warunków atmosferycznych i sytuacji operacyjno-taktycznej, a 29 % (8 z 28 przypadków) z powodu niedociągnięć koordynacyjnych⁷⁶. Raport do Kongresu identyfikuje dwa zasadnicze sposoby zmniejszenia strat od ognia sił własnych: techniczne i szkoleniowe. Jako rozwiązania techniczne uznano udoskonalone systemy optoelektroniczne o zasięgu zwiększonym proporcjonalnie do wzrostu zasięgu wykorzystywanych środków rażenia, a także udoskonalone technicznie systemy identyfikacji „swój – obcy”⁷⁷.

Nowe założenia taktycznego wykorzystania śmigłowców uderzeniowych, wyposażonych w optoelektroniczne systemy obserwacyjne i celownicze, zostały wdrożone w wyniku doświadczeń uzyskanych przez zgrupowanie sił zadaniowych

⁷⁴ Tamże, s. 667.

⁷⁵ Tamże, s. 678 i 680.

⁷⁶ Tamże, s. 588.

⁷⁷ Tamże, s. 590.

Task Force „Hawk” w Albanii w trakcie trwania operacji NATO „Allied Force” przeciwko Serbii w 1999 r. Założono wtedy wykorzystanie śmigłowców AH-64 wspólnie z zestawami raketowymi MLRS do zwalczania wojskowych i policyjnych sił serbskich, prowadzących czystki etniczne w Kosowie. Działania śmigłowców miały mieć charakter wspierający w stosunku do operacji powietrznej prowadzonej przez siły powietrzne państw NATO. Chociaż nie doszło do realizacji zadań przez śmigłowce, to w procesie analizy uzyskanych doświadczeń sformułowanych zostało szereg wniosków w odniesieniu do założeń taktycznych, szkoleniowych i wyposażenia technicznego. Działania w ramach zgrupowania Task Force „Hawk” w Albanii potwierdziły potrzebę modernizacji i zastosowania drugiej generacji komponentów termowizyjnych dla systemów obserwacyjnych i celowniczych śmigłowców AH-64A, jak również AH-64D Longbow Apache⁷⁸. Dostrzeżono również potrzebę zapewnienia kompatybilności systemów nocnego widzenia śmigłowców z indywidualnymi środkami ochrony przed skażeniami załogi.

Dynamiczny rozwój i zastosowanie systemów optoelektronicznych w działaniach bojowych śmigłowców lotnictwa rosyjskiego rozpoczęło się dopiero w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych, a pierwsze doświadczenia bojowe z działań prowadzonych w nocy z wykorzystaniem termowizyjnych i noktowizyjnych systemów obserwacyjnych związane są z działaniami rosyjskich sił zbrojnych w Czeczenii. Do początku lat dziewięćdziesiątych Rosja była uzależniona od dostaw producentów zachodnich w zakresie nowoczesnych technologii termowizyjnych i noktowizyjnych na potrzeby niemal wszystkich typów systemów uzbrojenia, w tym również śmigłowców. Wcześniejsze prace prowadzone jeszcze w Związku Radzieckim, zmierzające do osiągnięcia zdolności samolotów i śmigłowców do prowadzenia działań w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych, koncentrowały się na systemach telewizyjnych, które uważano za umożliwiające uzyskanie większej ilości informacji. Systemy telewizyjne były jednak około 15 do 20 razy droższe od swoich noktowizyjnych odpowiedników, co doprowadziło do ich ograniczonego wprowadzenia do uzbrojenia tylko dla samolotów uderzeniowych, a nie śmigłowców lotnictwa wojsk lądowych.

⁷⁸ GAO-01-401, *Kosovo Air Operations: Army resolving lessons learned regarding the Apache helicopter*, United States General Accounting Office, Washington D.C., March 2001, Appendix II, *Command, control, communications, computers, and intelligence lessons learned*, s. 19 oraz Appendix IV, *Additional capability lessons learned*, s. 22.

W ocenie dyrektora generalnego Federalnego Centrum Badawczo-Rozwojowego – geofizyka prof. Wiktora Soldatenkowa, sytuacja w zakresie systemów termowizyjnych pozostaje nierozwiązana, a prowadzone w Rosji prace badawczo-rozwojowe wykorzystują technologie stosowane przez czołowych światowych producentów na początku i w połowie lat osiemdziesiątych. Zniwelowanie istniejącej luki technologicznej w tym zakresie w zasadzie jest niemożliwe. W latach dziewięćdziesiątych nastąpił wyraźny przełom w odniesieniu do możliwości produkcji w Rosji systemów optoelektronicznych wykorzystujących sensory noktowizyjne trzeciej i czwartej generacji. Ocenia się, że Rosja jest w stanie, przy posiadanym potencjale badawczo-rozwojowym i technologicznym, rozwiązać w najbliższych 4 – 5 latach ponad dziewięćdziesiąt procent problemów związanych z wyposażeniem sił zbrojnych w systemy obserwacyjne i celownicze, umożliwiające prowadzenie działań w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych. Programy realizowane przez Ministerstwo Obrony Rosji objęły między innymi wyposażenie śmigłowców Mi-8 i Mi-24 w gogle nocnego widzenia oraz obserwacyjne i celownicze systemy noktowizyjne, umożliwiające prowadzenie działań bojowych w nocy. Prowadzi się także modernizację (w analogicznym zakresie) przenośnych przeciwlotniczych zestawów raketowych Strzala oraz Igła. Modernizacje śmigłowców pozwalają na prowadzenie działań bojowych w nocy z nieprzygotowanych lądowisk, wykonywanie lotu na wysokości 40 – 50 m nad powierzchnią terenu, a także wykrywanie, identyfikację i zwalczanie obiektów uderzeń.

W czasie działań w Czeczenii przed wrześniem 1999 r. rosyjskie lotnictwo śmigłowcowe wykorzystywało jedynie systemy obserwacyjne (prawdopodobnie gogle nocnego widzenia), umożliwiające wykonywanie lotu, lądowań i startu w nocy, ale nie zabezpieczające użycia uzbrojenia pokładowego. We wrześniu 1999 r. poinformowano o utworzeniu eksperymentalnych jednostek lotnictwa wojsk lądowych wyposażonych w śmigłowce przystosowane do działań w nocy i planach ich użycia w strefach działań wojennych w Północnym Kaukazie. Ocenia się, że w działaniach w Czeczenii wykorzystywano około dziesięciu śmigłowców Mi-8 i Mi-24 wyposażonych w noktowizyjne systemy obserwacyjne. Brak jest jednak w pełni potwierdzonych informacji o ich wykorzystaniu taktycznym. Intensywne próby poligonowe i w warunkach bojowych prowadzone są przez Centrum Szkolenia w Torzhok. Na koniec 2003 r. przewidziano osiągnięcie pełnej gotowości

operacyjnej przez pierwszy pułk śmigłowców Mi-24VM, wyposażony w 24 śmigłowce przystosowane do prowadzenia działań w nocy (fot. 73). Dotychczas wyeksportowano z Rosji do Kolumbii i na Bliski Wschód 20 śmigłowców Mi-17, wyposażonych w systemy obserwacyjne nocnego widzenia Skosom. Należy się jednak liczyć ze znacznym wzrostem ilości zmodernizowanych śmigłowców u odbiorców zagranicznych w ramach oferowanych przez Rosję pakietów modernizacyjnych.



Fot. 73. Optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne śmigłowca Mi-24VM

Źródło: <http://aeronautics.ru/mi35m.jpg>

Rozwój technologiczny systemów optoelektronicznych oraz rosnące możliwości integracji zróżnicowanych sensorów znalazły swoje odzwierciedlenie w nowych koncepcjach taktycznego zastosowania śmigłowców na polu walki. W wyniku analiz doświadczeń wojny w Zatoce Perskiej w latach 1990 – 1991 sformułowano dwa zasadnicze kierunki doskonalenia śmigłowcowych i samolotowych urządzeń (gogli) nocnego widzenia: zwiększenie kąta obserwacji oraz jakości (rozdzielczości) obrazu. W przeciwieństwie do dotychczas wykorzystywanych generacji NVG posiadających pole obserwacji wynoszące około 40° , najnowsze generacje panoramicznych gogli nocnego widzenia mają pole obserwacji wynoszące około $100^\circ \times 40^\circ$, co w jakościowy sposób wpływa na możliwość obserwacji pola walki przez załogę śmigłowca, wykorzystującą nową generację gogli (patrz podrozdział 2.3).

Aktualnie wykorzystywane gogle nocnego widzenia i systemy termalne pierwszej generacji nie zapewniają pełnego bezpieczeństwa wykonywania lotów bojowych przez śmigłowce w nocy na małych i skrajnie małych wysokościach. Oficjalne raporty sił lądowych USA zawierają oceny, że w ciągu dekady lat dziewięćdziesiątych około 50 % wypadków lotniczych śmigłowców uderzeniowych i rozpoznawczych było spowodowane wadliwym działaniem lub niedostatecznymi możliwościami taktyczno-technicznymi gogli nocnego widzenia i systemów termalnych pierwszej generacji⁷⁹. W nowych śmigłowcowych systemach obserwacyjnych dąży się do zamiany gogli nocnego widzenia przez kamery telewizyjne, co ma eliminować efekt rozbłyskiwania i oślepiania w przypadku obserwacji oświetlonych obiektów. Ma to pozwolić na zwiększenie skuteczności wykrywania i identyfikacji obiektów naziemnych w czasie działań bojowych, prowadzonych w nocy na obszarach zurbanizowanych ze sztucznym oświetleniem (patrz podrozdział 2.3).

Uzależnienie poszczególnych sensorów od warunków atmosferycznych i klimatycznych prowadzi do poszukiwania rozwiązań, zapewniających pełną integrację w ramach jednego systemu kilku sensorów wykorzystujących odmienne techniki detekcji, w celu zapewnienia zdolności do nieprzerwanej obserwacji, wykrywania i identyfikowania obiektów na polu walki oraz kierowania uzbrojeniem. Optyczna lub elektroniczna kompilacja obrazu uzyskiwanego przez sensory wykorzystujące termalne metody detekcji z zobrazowaniem radiolokacyjnym zakresu milimetrowego bądź zobrazowaniem noktowizyjnym pozwala na kompensację ograniczeń fizykalnych związanych z poszczególnymi metodami detekcji⁸⁰.

Zmiana charakteru zagrożeń militarnych spowodowała przewartościowania w koncepcjach użycia sił zbrojnych. Jednym z zauważalnych trendów staje się przygotowanie sił lotnictwa do prowadzenia operacji wojskowych na obszarach zurbanizowanych. Amerykańskie doświadczenia z Somalii, Bośni, a następnie z Iraku wskazują, że większość z aktualnie wykorzystywanych systemów optoelektronicznych posiada ograniczone możliwości w zakresie identyfikacji wykrywanych obiektów. Stwarza to potencjalne problemy w zakresie rażenia przez ogień sił wła-

⁷⁹ S. I. Erwin, *Gunship sensors optimized for urban warfare. New sight targeting systems for Cobra, Apache, address fratricide*, w: National Defense Magazine, July 2001, dostępne z: <http://www.nationaldefensemagazine.org/article.cfm?id+545>

⁸⁰ M. Hewish, *Image intensification: Taking the tube to new lows*, w: Jane's International Defense Review, May 2002, Volume 35, s. 37.

nych, a także niezamierzonego rażenia osób cywilnych i powodowania zniszczeń obiektów cywilnych. Prowadzone w USA prace ukierunkowane są na wprowadzenie do uzbrojenia zintegrowanych optoelektronicznych systemów obserwacyjnych i kierowania uzbrojeniem, wykorzystujących systemy termalne trzeciej generacji z sensorami o rozdzielczości 640×480 *InSb* (*Indium Antimonide*). Wyposażenie śmigłowców AH-1Z Korpusu Piechoty Morskiej USA w systemy obserwacyjne i kierowania ogniem Hawkeye (patrz podrozdział 2.3) ma znacząco zwiększyć możliwości taktyczne użycia śmigłowców na polu walki. Integracja systemu termalnego pracującego w zakresie $3 - 5 \mu\text{m}$ z telewizją światła szcążkowego oraz dalmierzem laserowym ma pozwalać na prowadzenie skutecznych działań w obszarach o wysokiej wilgotności powietrza oraz nad akwenami wodnymi⁸¹. Innym rozwiązaniem w tym zakresie jest zastosowanie szerokopasmowej kamery termowizyjnej, niwelującej wady poszczególnych podzakresów termalnych (patrz: podrozdział 3.3.4).

W większości warunków atmosferycznych identyfikacja przez załogę śmigłowca wykrywanych obiektów powinna być możliwa z odległości porównywalnych z zasięgiem przeciwpancernych pocisków kierowanych AGM-114, czyli zawierać się w przedziale $5 - 10$ km, a więc na odległości przekraczającej zasięg większości środków przeciwlotniczych bliskiego i bardzo bliskiego zasięgu. Systemy termalne trzeciej generacji są systemami detekcji pasywnej, co zapewnić będzie skrytość prowadzenia przez śmigłowca obserwacji pola walki i rozpoznawania potencjalnych obiektów uderzeń.

Innym, alternatywnym rozwiązaniem zwiększającym możliwości śmigłowców w zakresie identyfikacji wykrywanych na polu walki obiektów jest wykorzystanie pokładowych stacji radiolokacyjnych zakresu milimetrowego, które umożliwiają wykrycie szeregu obiektów wojskowych i określanie ich kategorii w oparciu o dokonanie porównań z informacjami zawartymi w bazie danych. Możliwe jest jednak tylko określenie w większości przypadków typu danego sprzętu, co nadal pozostawia poważny margines błędu w identyfikacji przynależności wykrytych sił i środków. Detekcja radiolokacyjna jest aktywna, a zatem wiąże się z emisją elek-

⁸¹ S. I. Erwin, *Gunship sensors optimized for urban warfare. New sight targeting systems for Cobra, Apache, address fratricide*, w: *National Defense Magazine*, July 2001, dostępne z: <http://www.nationaldefensemagazine.org/article.cfm?id+545>

tromagnetyczną, demaskującą obecność śmigłowca. Względy bezpieczeństwa w odniesieniu do zapobiegania przypadkom rażenia wojsk przez ogień sił własnych i konieczność zapewnienia jednoznacznej identyfikacji na polu walki spowodowały implementację programu modernizacji systemów optoelektronicznych śmigłowców AH-64D Longbow Apache. W zaawansowanym systemie nawigacji i kierowania ogniem Arrowhead wykorzystywane są sensory termalne drugiej generacji, pracujące w paśmie 8 – 12 μm , zapewniające w środowisku lądowym niemal dwukrotny wzrost zasięgu wykrywania i identyfikacji w stosunku do FLIR pierwszej generacji wykorzystywanych w systemie TADS/PNVS śmigłowców AH-64A Apache⁸² (fot. 74). Jawne źródła określają skuteczny zasięg systemu Arrowhead na ponad 10 km w większości warunków atmosferycznych, z wyjątkiem burz piaskowych i deszczów monsunowych.



Fot. 74. Śmigłowiec AH-64D z optoelektronicznymi systemami obserwacyjno-celowniczymi uzupełnionymi o radar pasma mikrofalowego

Źródło: http://www.aeronautics.ru/archive/boeing/ah-64_apache/ah_64_longow06.jpg

Perspektywiczne amerykańskie rozwiązania taktyczne użycia lotnictwa wojsk lądowych na polu walki zakładają kontynuowanie koncepcji wykorzystywania tandemu: śmigłowiec rozpoznawczy – śmigłowiec uderzeniowy. Śmigłowiec rozpoznawczo-uderzeniowy najnowszej generacji RAH-66 Comanche przewidziany jest do realizacji rozpoznania pola walki i wskazywania obiektów uderzeń dla śmigłowców AH-64 w nocy, w trudnych warunkach atmosferycznych, i na polu

⁸² Tamże.

walki w warunkach widzialności ograniczonej przez dym i kurz⁸³. Przewidywana taktyka użycia śmigłowców Comanche zakłada prowadzenie działań w głębi ugrupowania przeciwnika z wykorzystaniem informacji z pokładowych sensorów elektrooptycznych i radiolokacyjnych, a także informacji uzyskiwanych poprzez cyfrowe łącza danych od innych statków powietrznych oraz współdziałających sił lądowych i specjalnych.

Reasumując, przedstawiony krótki rys historyczny określa, jak silne powiązania występują pomiędzy rozwojem środków technicznych w dziedzinie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych a ewolucją taktyki użycia śmigłowców. Wykorzystanie śmigłowców w poszczególnych konfliktach zbrojnych przyniosło wiele doświadczeń w zakresie określenia: roli i miejsca śmigłowca na współczesnym i przyszłym polu walki, sposobu jego zastosowania oraz przedsięwzięć ograniczających wielkość ponoszonych strat. W sposób jednoznaczny zdefiniowało kierunki doskonalenia możliwości taktyczno-technicznych pokładowych i naziemnych urządzeń obserwacyjno-celowniczych oraz wskazało obszary taktyki ściśle powiązanej z tymi możliwościami.

4.3. Elementy taktyki śmigłowców determinowane stosowaniem optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych

Wyniki badań empirycznych zawarte w rozdziale trzecim skonfrontowane z analizami dotyczącymi środowiska operacyjnego użycia śmigłowców i doświadczeniami wykorzystania urządzeń optoelektronicznych w działaniach śmigłowców stanowiły punkt wyjścia do dalszych analiz ukierunkowanych na rozwiązanie problemu badawczego: **„W jaki sposób stosowanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych wpłynie na poszczególne elementy taktyki śmigłowców”**.

W wielu dokumentach normujących taktykę śmigłowców podkreśla się, że podstawową zasadą podczas prowadzenia działań jest **widzenie przeciwnika i pola walki lepiej niż to czyni przeciwnik** oraz właściwe wykorzystanie przez śmigłowce swojej ruchliwości, celem skoncentrowania odpowiednich sił do wykonania postawionego zadania. To właśnie spełnienie zasady **widzenia przeciwni-**

⁸³ Report for Congress, *Army Aviation: the RAH-66 Comanche helicopter issue*, Congressional Research Service, Washington D.C., January 2002, s. CRS-1.

ka lepiej niż to on czyni skłoniło do wyścigu w rozwoju coraz doskonalszych środków obserwacji pola walki zarówno z ziemi, jak i z pokładu statku powietrznego. Szybki rozwój optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych zwiększył nie tylko skuteczność wykrycia przeciwnika, ale i umożliwił znaczną poprawę skrytości działań.

Tak więc na gruncie wypracowanych zasad, wynikających między innymi z weryfikacji możliwości taktyczno-technicznych posiadanego sprzętu, w różnych armiach świata doskonali się taktykę działań śmigłowców, uwzględniającą maksymalne obniżanie strat z jednoczesnym **zapewnieniem ciągłości działań w każdych warunkach atmosferycznych, terenowych, porze doby i roku.** Z dokonanych analiz właściwości termowizji i noktowizji (rozdziały 2 i 3) należy sądzić, że optoelektroniczne systemy obserwacyjne odgrywać będą często decydującą rolę w kształtowaniu taktyki działań śmigłowców.

Z przeprowadzonych studiów dostępnej literatury oraz wyników badań empirycznych wynika, że możliwości taktyczno-techniczne optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych, stosowanych zarówno na pokładzie śmigłowca, jak i w środkach obrony przeciwlotniczej (przeciwśmigłowcowej), weryfikowane często w realnych działaniach bojowych, mają znaczący wpływ na zadania, możliwości ich wykonania i takie elementy taktyki śmigłowców, jak:

- wybór sposobu działań;
- wybór sposobu wykonania zadania;
- zdolność do wykonywania zadań w różnych warunkach atmosferycznych i o każdej porze doby;
- zabezpieczenie działań;
- dowodzenie i współdziałanie;
- ratownictwo załóg;
- bazowanie śmigłowców.

Wypracowywane przez wiele lat zasady użycia lotnictwa sił lądowych w państwach Sojuszu Północnoatlantyckiego, zawarte są obecnie w wielu dokumentach normatywnych (między innymi: *ATP-35B*⁸⁴ i *ATP-49B*⁸⁵ oraz *ATP-41A*⁸⁶). Z dokumentów tych wynika, że śmigłowce realizować mają szereg zadań o różnym charakterze, obejmujących⁸⁷:

- zadania ogniowe (*Armed Action*);
- rozpoznanie i obserwację (*Reconnaissance and Observation*);
- kierowanie ogniem (*Direction of Fire*);
- udział w zabezpieczeniu dowodzenia (*Assistance in Command and Control*);
- przewóz wojsk i ładunków (*Movement of Troops and Material*);
- działania powietrznomanewrowe (*Airmobile Operations*);
- minowanie narzutowe (*Aerial Minelaying*);
- walkę elektroniczną (*Electronic Warfare*).

Porównanie ogólnych zadań śmigłowców określonych w doktrynie sojuszniczej z doświadczeniami z użycia lotnictwa sił lądowych w dotychczasowych operacjach pozwala na wyodrębnienie trzech ogólnych obszarów realizacji zadań taktycznych przez śmigłowce⁸⁸:

- zadań o charakterze ogniowym;
- zadań o charakterze transportowym;
- zadań o charakterze informacyjnym, związanych z rozpoznaniem, walką elektroniczną i dowodzeniem.

⁸⁴ *ATP-35B Land Force Tactical Doctrine*, MAS, Brussels 1992.

⁸⁵ *ATP-49B Use of Helicopters in Land Operation*, MAS, Brussels 1997.

⁸⁶ *ATP-41A Aeromobile Operations*, MAS, Brussels 1992.

⁸⁷ S. Zajas i in., *Lotnictwo sił lądowych wybranych państw NATO*, Warszawa 1999, s. 43.

⁸⁸ E. Cieślak, *Środowisko walki śmigłowców uderzeniowych XXI wieku*, „LW” nr 2, Warszawa 2003, s. 14.

Z przeprowadzonych studiów literatury przedmiotu poświęconej taktyce śmigłowców można wnioskować, że zakres, charakter oraz właściwości realizacji zadań w każdej z wyżej wymienionych grup będą zróżnicowane w zależności od środowiska operacyjnego, w jakim będą wykorzystywane śmigłowce. Z punktu widzenia potrzeb związanych z badaniami powiązań taktyki śmigłowców z wykorzystaniem optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych uznano za celowe dokonanie analizy charakteru zadań śmigłowców w działaniach prowadzonych w czasie operacji reagowania kryzysowego, w konflikcie o ograniczonej skali oraz w konflikcie o dużej skali.

Z analizowanej literatury przedmiotu wynika, że w operacjach reagowania kryzysowego najbardziej prawdopodobne będzie wykorzystanie śmigłowców w szerokim spektrum operacji pokojowych oraz zwalczania terroryzmu. Należy przewidywać, że zadania śmigłowców w ramach realizacji zadań uderzeniowych związane będą z⁸⁹:

- użyciem śmigłowców do nadzorowania stref buforowych oraz wyłączonej i izolowania rejonu kryzysu;
- osłoną elementów lądowych sił pokojowych lub interwencyjnych;
- ochroną organizacji pomocy humanitarnej w rejonie operacji;
- zabezpieczeniem działań własnych sił specjalnych.

W świetle dotychczasowych doświadczeń operacji reagowania kryzysowego można założyć, że w ramach zadań transportowych i pomocniczych śmigłowce będą mogły być wykorzystane do⁹⁰:

- przetransportowania wojsk, sprzętu i zaopatrzenia w rejonie operacji;
- ewakuacji rannych i chorych;
- dostarczania pomocy humanitarnej;
- przewozów członków delegacji organizacji międzynarodowych, przedstawicieli sił pokojowych lub personelu organizacji humanitarnych na obszarze operacji;

⁸⁹ Tamże.

⁹⁰ Tamże.

- zabezpieczania transportu sił specjalnych i jednostek antyterrorystycznych;
- odzyskiwania personelu wojskowego z terytorium zajętego przez przeciwnika;
- ewakuacji osób niewalczących (personelu dyplomatycznego, własnych obywateli i obywateli państw sojusznicznych) z rejonów niebezpiecznych poza granicami kraju, w przypadkach bezpośredniego ich zagrożenia.

Doświadczenia operacji reagowania kryzysowego wskazują na rosnącą rolę informacji w użyciu wojsk. Stąd też w odniesieniu do zadań obserwacyjnych i rozpoznawczych, walki elektronicznej oraz zabezpieczenia dowodzenia potencjalne zadania śmigłowców w operacjach reagowania kryzysowego mogą obejmować:

- kontrolę przestrzegania przez strony konfliktu stref zakazu rozmieszczenia sił wojskowych, paramilitarnych i zgrupowań ludności na obszarze prowadzonej operacji;
- monitoring obszaru prowadzenia operacji zwalczania klęski żywiołowej lub katastrofy przemysłowej;
- rozpoznawanie szlaków komunikacyjnych i obszarów przewidzianych na rozmieszczenie sił pokojowych lub organizacji pomocy humanitarnej;
- rozpoznawanie i zakłócanie wybranych systemów elektronicznych na obszarze prowadzonej operacji;
- zabezpieczenie dowodzenia siłami lotnictwa w operacji pokojowej w ramach realizacji zadań wsparcia lotniczego.

Specyfika realizacji zadań przez śmigłowce w ramach operacji reagowania kryzysowego związana jest z daleko posuniętą polityczną kontrolą użycia siły, co wymusza wysoką wiarygodność, dokładność i terminowość zdobywanej informacji rozpoznawczej oraz precyzję i selektywność oddziaływania ogniowego. Mobilność i selektywność oddziaływania ogniowego przez śmigłowce w przypadku wielu operacji ma decydujące znaczenie dla zapewnienia koncentracji sił pokojowych oraz swobody ich manewru. Cechą charakterystyczną zadań śmigłowców realizowa-

nych w operacjach reagowania kryzysowego jest ich długotrwałość oraz działanie przez cały czas w bezpośrednim kontakcie z siłami potencjalnego przeciwnika. Oznacza to konieczność stosowania właściwej taktyki przez cały czas wykonywania lotu, a nie tylko w wąsko określonych strefach realizacji zadań bojowych.

Obok planowej realizacji zadań przez śmigłowce należy liczyć się w operacjach reagowania kryzysowego z koniecznością działań nieplanowanych, szczególnie w nocy i w dzień w warunkach ograniczonej widzialności. Doświadczenia pilotów śmigłowców uczestników w realizacji zadań w ramach polskiego kontyngentu wojskowego (PKW) w Iraku wskazują, że brak optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych ogranicza wykonywanie większości zadań przez śmigłowce Samodzielnej Grupy Powietrzno-Szturmowej (SGPSz) do działań w dzień, w warunkach widzialności wzrokowej, pomimo potrzeb realizacji zadań przez całą dobę. Problem ten podkreślali w swoich wypowiedziach uczestnicy przeprowadzonych wywiadów⁹¹.

Aczkolwiek w przypadku narodowych ustaleń normatywnych w zakresie zadań, jakie mogą być wykonywane przez śmigłowce dopuszcza się możliwość prowadzenia działań w nocy, to jednak ograniczenia z tym związane w zasadzie wykluczają skuteczne wykorzystanie śmigłowców bez optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych do realizacji zadań ogniowych i rozpoznawczych w warunkach ograniczonej widzialności i w nocy w trakcie prowadzenia operacji reagowania kryzysowego.

W świetle obowiązujących obecnie amerykańskich założeń taktycznego wykorzystania pododdziałów śmigłowców różnego przeznaczenia w działaniach bojowych można przyjąć, że stosowanie pokładowych optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych pozwala na realizację w nocy i w warunkach ograniczonej widzialności pełnego spektrum zadań ogniowych, transportowych i rozpoznawczych określonych w założeniach doktrynalnych. Oznacza to w konsekwencji rozszerzenie możliwości realizacji zadań przez śmigłowce w stosunku do działań prowadzonych bez wykorzystania pokładowych optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych.

⁹¹ A. Lenzion, A. Senejka, *Przygotowanie pododdziału LWL do udziału w misji stabilizacyjnej w Republice Iraku*, AON, Warszawa 2005, s. 9-10.

Z przeprowadzonych badań materiałów źródłowych normujących taktykę lotnictwa wojsk lądowych wynika, że zadania śmigłowców w działaniach wojennych można rozpatrywać z uwzględnieniem dwóch zasadniczych scenariuszy możliwego konfliktu zbrojnego⁹²:

- lokalnej agresji o ograniczonym rozmachu przestrzenno-czasowym;
- wojny na dużą skalę prowadzonej od początku w wymiarze sojuszniczym.

Biorąc pod uwagę oceny zagrożenia militarnego zawarte w „Strategii wojskowej RP” można z dużym prawdopodobieństwem przyjąć, że w działaniach związanych z odparciem ograniczonej agresji śmigłowce będą wykorzystywane do realizacji zadań ogniowych w ramach⁹³:

- walki ze zgrupowaniami powietrzno-szturmowymi przeciwnika i desantami taktycznymi;
- walki z lekkimi zgrupowaniami zmechanizowanymi przeciwnika;
- izolowania rejonu uchwyconego przez wojska przeciwnika przed dopływem świeżych sił i zaopatrzenia;
- zabezpieczenia wsparcia działań sił specjalnych;
- działań przeciw penetracji ugrupowania sił własnych przez przeciwnika;
- powstrzymywania natarcia przeciwnika;
- zabezpieczenia zwrotów zaczepnych wojsk własnych;
- zabezpieczenia działań powietrzno-manewrowych.

Zadania śmigłowców wykorzystywanych w działaniach sił lądowych w ramach odparcia ograniczonej agresji w odniesieniu do grupy zadań transportowych i pomocniczych obejmować mogą:

- przerzut sił i sprzętu wojskowego w rejon granicy państwowej;
- zapewnienie mobilności taktycznej sił osłonowych;

⁹² *Strategia wojskowa RP*, wyd. cyt., s. 16 – 18.

⁹³ E. Cieślak, *Środowisko walki śmigłowców uderzeniowych XXI wieku*, wyd. cyt., s. 14.

- zaopatrywanie wysuniętych zgrupowań taktycznych sił lądowych;
- realizację powietrznej ewakuacji medycznej;
- przerzut sił specjalnych na obszar potencjalnego agresora.

W świetle przeprowadzonej analizy literatury można przyjąć, że wykorzystanie śmigłowców do realizacji zadań obserwacyjnych, rozpoznawczych, walki elektronicznej oraz zabezpieczenia dowodzenia w przypadku odparcia ograniczonej agresji na obszar kraju obejmować będzie:

- rozpoznanie rozmieszczania zgrupowań sił wojskowych przeciwnika w rejonie granicy państwowej;
- rozpoznawanie i zakłócanie systemów radioelektronicznych sił przeciwnika;
- rozpoznanie szlaków komunikacyjnych oraz warunków terenowych w rejonie operacji osłonowej;
- zabezpieczenie dowodzenia siłami w rejonie operacji osłonowej;
- zabezpieczenie działań sił specjalnych, między innymi poprzez przerzut grup dalekiego rozpoznania.

Reasumując, w działaniach związanych z odparciem ograniczonej agresji śmigłowce będą wykorzystywane do walki ze zgrupowaniami powietrzno-szturmowymi przeciwnika i desantami taktycznymi oraz lekkimi zgrupowaniami zmechanizowanymi, a także, chociaż w mniejszym stopniu, do izolowania rejonu uchwyconego przez wojska przeciwnika przed dopływem świeżych sił i zaopatrzenia. Szerokie będzie użycie śmigłowców do zwiększenia mobilności oraz zabezpieczenia działań wojsk własnych, w tym specjalnych.

Wykorzystanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych przez śmigłowce w działaniach prowadzonych w trakcie odparcia ograniczonej agresji nie będzie wpływać na zakres realizowanych przez nie zadań. Należy jednak przewidywać, że w porównaniu do śmigłowców bez optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych, śmigłowce wyposażone w takie urządzenia będą mogły realizować zadania w pełnym zakresie także w warunkach ograniczonej widzialności w dzień oraz w nocy.

W przypadku użycia śmigłowców w konflikcie o dużej skali należy liczyć się z realizacją pełnego spektrum zadań przewidywanych w aktualnie obowiązujących założeniach doktrynalnych. W grupie zadań ogniowych gros zadań śmigłowców związane będzie ze wsparciem utrzymujących określone rubieże obronne związków taktycznych sił lądowych. Należy przewidywać, że śmigłowce będą zwalczać: czołgi, bojowe wozy piechoty oraz mobilne środki wsparcia ogniowego przeciwnika w bezpośredniej styczności z siłami własnymi. Potencjalne obszary taktycznego użycia śmigłowców związane z realizacją zadań ogniowych w warunkach konfliktu o dużej skali mogą obejmować⁹⁴:

- zabezpieczenie zwrotów zaczepnych;
- wsparcie działań sił osłonowych;
- wzmocnienie sił prowadzących obronę określonych rubieży;
- udział w działaniach rozpoznania walką;
- wsparcie i osłonę zgrupowań sił powietrzno-szturmowych.

Wykorzystanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych przez śmigłowce realizujące zadania ogniowe w konflikcie o dużej skali zapewnić będzie ciągłość działań w warunkach ograniczonej widzialności oraz w nocy, w przeciwieństwie do śmigłowców nie wyposażonych w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne. Dzięki temu, pomimo posiadania inicjatywy przez przeciwnika, możliwe będzie uzyskiwanie przewagi i zaskoczenia w skali taktycznej poprzez podejmowanie działań i realizację zadań ogniowych w warunkach, w których przeciwnik nie posiadający optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych nie będzie mógł skutecznie walczyć.

Realizacja zadań transportowych przez śmigłowce w konflikcie o dużej skali będzie mieć miejsce zarówno w przestrzeni powietrznej nad obszarem sił własnych, jak i w głębi ugrupowania sił przeciwnika. W świetle obowiązujących obecnie w armiach większości wiodących państw ustaleń doktrynalnych, zadania transportowe śmigłowców w typowych działaniach bojowych mogą obejmować:

⁹⁴ Tamże.

- transport wojsk, sprzętu i ładunków;
- transport zgrupowań taktycznych sił powietrzno-szturmowych w trakcie działań powietrzno-manewrowych;
- powietrzną ewakuacją medyczną;
- przerzut wyspecjalizowanych zespołów (grup) taktycznych w ramach obszaru odpowiedzialności obronnej;
- przerzut sił specjalnych.

Analogicznie do możliwości realizacji zadań ogniowych, wykorzystanie urządzeń optoelektronicznych pozwalać będzie na użycie śmigłowców do zadań transportowych, także w warunkach ograniczonej widzialności i w nocy, co będzie zwiększać zakres ich wykorzystania w zabezpieczeniu mobilności sił własnych.

W przypadku realizacji zadań rozpoznania, walki elektronicznej oraz zabezpieczenia dowodzenia przez śmigłowce w warunkach konfliktu zbrojnego o dużej skali należy przewidywać ich wykorzystanie przede wszystkim z nad własnego obszaru. Śmigłowce nie będą podstawowym środkiem prowadzenia rozpoznania w operacjach lądowych, lecz będą pełnić uzupełniającą rolę w stosunku do użycia radiolokacyjnych powietrznych systemów obserwacji pola walki (takich, jak JSTARS czy AGS) oraz bezzałogowych rozpoznawczych statków powietrznych. Stąd też można przewidywać, że zadania rozpoznawcze, walki elektronicznej i zabezpieczenia dowodzenia przez śmigłowce w przypadku konfliktu o dużej skali obejmować będą:

- obserwację wydzielonych sektorów w ramach ubezpieczenia działań sił własnych;
- wykrywanie i wskazywanie obiektów uderzeń na potrzeby bezpośredniego wsparcia lotniczego;
- rozpoznawanie i zakłócanie systemów radioelektronicznych sił przeciwnika w strefie taktycznej;
- zabezpieczenie dowodzenia lotnictwem w działaniach bezpośredniego wsparcia lotniczego;
- zabezpieczenie dowodzenia w działaniach powietrzno-manewrowych.

Wykorzystanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych przez śmigłowce w trakcie realizacji zadań rozpoznawczych i zabezpieczenia dowodzenia w warunkach konfliktu o dużej skali, obok zwiększenia zasięgu rozpoznania w porównaniu z obserwacją wzrokową i zapewnieniem ciągłości rozpoznania w nocy i w dzień w warunkach ograniczonej widzialności, pozwalać będzie na zachowanie skrytości rozpoznania, poprzez co wzrastać będzie żywotność śmigłowców.

Reasumując, dokonane analizy wpływu stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na zakres zadań śmigłowców nie wykazują istnienia wyraźnego powiązania w tym zakresie. O ile jednak stosowanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych nie wpływa na treść zadań śmigłowców, to korelacja jest wyraźnie widoczna w odniesieniu do możliwości realizacji poszczególnych zadań w warunkach ograniczonej widzialności w dzień oraz w nocy. Optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne pozwalają na wykorzystanie, bez istotnych ograniczeń, śmigłowców do realizacji pełnego spektrum zadań w nocy i w dzień w warunkach ograniczonej widzialności. W przypadku śmigłowców bez optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych realizacja części zadań w nocy jest niemożliwa, a pozostałe mogą być wykonywane w ograniczonym stopniu i w warunkach dodatkowego sztucznego oświetlenia. Uogólniając wpływ, jaki wywiera stosowanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na taktykę śmigłowców, można stwierdzić, że stworzyły one warunki dla zapewnienia ciągłości realizacji pełnego spektrum zadań nie tylko w dzień w sprzyjających warunkach atmosferycznych, ale również przy ograniczonej widzialności w dzień oraz w nocy.

W literaturze przedmiotu dociekań istnieje daleko posunięta zgodność poglądów na to, że **sposób działań śmigłowców** świadczy o powiązaniu ewolucji taktyki z poziomem wyposażenia technicznego śmigłowców i środków przeciwdziałania. Pod pojęciem sposobu działań rozumie się sposób wykonania zadania określony przez dowódcę w konkretnej sytuacji bojowej⁹⁵. W dotychczasowych ustaleniach normatywnych dotyczących użycia lotnictwa wojsk lądowych przyjmowano, że będzie on zależał od charakteru obiektów uderzeń i postawionego zadania. W praktyce wybór optymalnego sposobu działań uzależniony jest od wielu różnych czynników, do których należy przede wszystkim uwzględnienie warunków bezpiecznego wykonania zadania przez śmigłowce i kalkulacja czynnika ekono-

⁹⁵ *Taktyka lotnictwa wojsk lądowych*, Poznań 1983, s. 63.

micznego. Przydzielanie przewidywanych obiektów do działań będzie pozostawać w ścisłej relacji do wielkości grupy śmigłowców i możliwości ich skutecznego oddziaływania na zwalczane obiekty, w odniesieniu do posiadanego wyposażenia i sposobu realizacja zadania bojowego. Doświadczenia z konfliktów lokalnych oraz ćwiczeń wskazują, że śmigłowce, w szczególności uderzeniowe, stosują podobne sposoby działań do innych rodzajów lotnictwa. Podczas wykonywania grupy zadań ogniowych śmigłowce będą stosować następujące sposoby działań:

- uderzenia jednoczesne;
- uderzenia kolejne;
- samodzielne poszukiwanie i zwalczanie obiektów przeciwnika;
- zasadzki ogniowe⁹⁶.

Wymienione sposoby działań, zważywszy przede wszystkim na możliwość zachowania żywotności śmigłowców, mają swoje wady i zalety. Wykonywanie zadań **uderzeniem jednoczesnym** większości sił, pozwala na skuteczne zabezpieczenie tych działań oraz zorganizowanie właściwego współdziałania i dowodzenia. Duża grupa śmigłowców posiada większe możliwości pokonania systemu OPL w przypadku działań nad terenem przeciwnika, jak również rozproszenia wysiłku środków OPL podczas zwalczania obiektów znad własnego terenu. Większe grupy śmigłowców najczęściej będą posiadały śmigłowce osłony (przed śmigłowcami przeznaczonymi do zwalczania celów powietrznych oraz przed LM) wyznaczone ze składu grup uderzeniowych. Uderzenia jednoczesne wykonuje się jednak najczęściej na obiekty wcześniej rozpoznane, o których wiadomo, że do chwili ataku nie powinny zmienić swojego położenia. W związku z tym, czas przebywania w rejonie obiektu znacznie się skraca, co zdecydowanie wpływa na żywotność śmigłowców. Podczas działań tym sposobem załogi dysponują większym czasem na przygotowanie się do wykonania zadania, a także dłuższym czasem między kolejnymi wylotami⁹⁷.

⁹⁶ Sposób ten w literaturze przedmiotu jest różnie traktowany. Zasadzka ogniowa może być również niczym innym jak pozycją wyjściową do realizacji uderzeń kolejnych na obiekty naziemne, albo kolejnego wprowadzania do walki małych grup śmigłowców na cele powietrzne. S. Suchora, *Użycie śmigłowców szturmowych w operacji obronnej armii (korpusu)*, AON, Warszawa 1991, s. 70.

⁹⁷ Z oceny możliwości bojowych wynika, że uderzenia jednoczesne siłami np. eskadr śmigłowców mogą być realizowane średnio co trzy – cztery godziny.

Sposób ten znacznie ogranicza jednak możliwości wykorzystania różnych profili lotu (w szczególności lot „nosem przy ziemi”) ze względu na wielkość ugrupowania oraz zmniejsza możliwości manewrowe. Ponadto ogranicza wykorzystanie pełnych możliwości pasywnych systemów obserwacyjno-celowniczych. Dotychczas uderzenia jednoczesne były sposobem działań śmigłowców, który mógł być stosowany tylko w dzień i w sprzyjających warunkach atmosferycznych. W konsekwencji śmigłowce realizując zadania ogniowe mogły w krótkim czasie zwalczać relatywnie duże siły przeciwnika tylko w dzień, natomiast w warunkach ograniczonej widzialności i w nocy, ze względu na niemożliwość wykonywania uderzeń jednoczesnych przez śmigłowce nie wyposażone w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne, możliwości zwalczania dużych zgrupowań sił przeciwnika były wysoce ograniczone.

Wykorzystanie systemów obserwacyjnych opartych na noktowizji i termowizji w nocy i w warunkach bardzo ograniczonej widoczności w dzień zezwala na wykonanie uderzeń jednoczesnych w sposób bezpieczny i przy wykorzystaniu zaskoczenia (brak potrzeby oświetlania śmigłowców w grupie, możliwość obserwacji przeszkód terenowych). Z uwagi na to, że ugrupowanie śmigłowców będzie miało ograniczone możliwości stosowania manewrów przeciwrakietowych i przeciwartyleryjskich, czynnik skrytości i zaskoczenia będzie decydującym dla skuteczności działań i możliwości przetrwania śmigłowców.

Zauważyć należy, że uderzenia jednoczesne w nocy przez pułk śmigłowców szturmowych wyposażonych w zintegrowane z systemem kierowania uzbrojeniem optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne nie jest założeniem teoretycznym, ale było wykonane w praktyce przez 11. pułk śmigłowców szturmowych amerykańskich sił lądowych w operacji „Iraqi Freedom”. Można zatem przypuszczać, że dzięki stosowaniu optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych możliwe będzie stosowanie przez śmigłowce jako sposobu działań uderzeń jednoczesnych przez całą dobę, także w warunkach ograniczonej widzialności.

Uderzenia kolejne stosowane są w celu długotrwałego oddziaływania na obiekt małymi grupami lub pojedynczymi śmigłowcami. Spowoduje to, że środki OPL przeciwnika będą postawione w najwyższy stan gotowości bojowej i mogą bardzo skutecznie oddziaływać na śmigłowce. Jednakże sposób ten, ze względu na użycie niewielkich grup śmigłowców (lub działania pojedyncze), znacznie uła-

twia pełne, indywidualne wykorzystanie właściwości posiadanych optoelektronicznych systemów obserwacyjnych do rozpoznania OPL przeciwnika, wykrycia i śledzenia obiektów uderzeń z dużych odległości bez potrzeby wchodzenia w strefy rażenia OPL.

Stosowanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych przez śmigłowce w trakcie uderzeń kolejnych zapewnić będzie ciągłość długotrwałego oddziaływania na obiekt uderzenia w przypadku pogarszania warunków atmosferycznych oraz po zapadnięciu zmroku.

Uzyskane wyniki badań empirycznych, uwzględniające właściwości termowizji (patrz podrozdział 3.3.2) pozwalają wnioskować, że **samodzielne poszukiwanie i zwalczanie obiektów przeciwnika**, to sposób działań, który stwarza największe możliwości wykorzystania pełnych walorów optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych zastosowanych na pokładzie śmigłowca. Śmigłowce wykonujące zadania w terenie mało rozpoznanym, aby unikać lotu na większych wysokościach, dla zwiększenia możliwości wykrycia obiektów działań, będą potrzebowały doskonalszych systemów rozpoznawczych i celowniczych zwiększających skuteczność w każdych warunkach oraz dających przewagę w walce ze środkami OPL przeciwnika. Podkreślenia wymaga fakt, że urządzenia tego typu zezwolą na działania w warunkach ograniczonej widzialności i przy niskiej podstawie chmur przy zachowaniu relatywnie wysokiego poziomu bezpieczeństwa załóg.

Powszechnie opinie ekspertów i udział w ćwiczeniach⁹⁸ potwierdza, że jednym z najbardziej skutecznych sposobów działań śmigłowców, dającym największe możliwości unikania efektywnego oddziaływania środków ogniowych przeciwnika i wykorzystania pełnych możliwości optoelektroniki są tak zwane **zasadki ogniowe**. Załogi śmigłowców wybierają wówczas swoje pozycje ogniowe za przeszkodami terenowymi (drzewami, wzniesieniami lub zabudowaniami, często wykorzystując systemy obserwacyjno-celownicze montowane na wysuwanej platformie (patrz podrozdział 2.3). Odstępy między pozycjami poszczególnych śmigłowców mogą wynosić od 200 do 1 000 m. Poszczególnym śmigłowcom nie przydziela się wówczas celów. O wyborze celu i momencie odpalenia pocisku decydują załogi. Po odpaleniu i naprowadzeniu PPK na cel, śmigłowiec schodzi z pola widzenia

⁹⁸ Wnioski z wizyty (wrzesień 2002) w Centrum Szkolenia Śmigłowcowego w Buckeburgu oraz w 16. pułku śmigłowców przeciwpancernych w Cele (Niemcy) – patrz podrozdział 3.2.

przeciwnika, po czym załoga wykonuje manewr do ponownego ataku, już ze zmienionej pozycji ogniowej.

Wykonanie ataku z zasadzki pozwala śmigłowcom wyposażonym w optoelektroniczne przyrządy obserwacyjne najpełniej wykorzystać jedną z ważniejszych zasad użycia lotnictwa – **zaskoczenie**. Załogi śmigłowców mają możliwość pełnego wykorzystania właściwości maskujących terenu oraz mogą wybrać czas i dogodny kierunek ataku. Bezpieczne zajmowanie pozycji ogniowej – skuteczne maskowanie z jednoczesnym ciągłym prowadzeniem obserwacji obiektu – może być realizowane dzięki posiadaniu nowoczesnego pasywnego systemu rozpoznawczego (patrz podrozdział 2.3), który w sposób skryty pozwala na obserwację i unikanie wykrycia przez systemy rozpoznawczo-uderzeniowe przeciwnika. W wyniku zaskoczenia, oddziaływanie na śmigłowce ze strony obrony przeciwlotniczej obiektów uderzeń może być spóźnione i mało skuteczne. Daje to śmigłowcom możliwość znacznej swobody działania, a w przypadku posiadania przez śmigłowca systemu obserwacyjno-celowniczego, współpracującego z samonaprowadzającymi się rakietami (w pełni autonomicznymi) lub przy podświetlaniu celu z ziemi prawdopodobieństwo skutecznego ataku i zachowania żywotności śmigłowca jest bardzo wysokie.

W przyszłych, wysoce manewrowych działaniach, częstym sposobem realizacji zadań śmigłowców będzie **towarzyszenie**. Ma to zazwyczaj miejsce nad terenem przeciwnika, gdzie śmigłowce będą narażone na oddziaływanie zarówno ze strony naziemnych środków OPL przeciwnika, jak i jego śmigłowców bojowych oraz lotnictwa myśliwskiego. Śmigłowce osłony będą tworzyły osłonę przednią, boczną i tylną. Najbardziej zagrożone będą śmigłowce stanowiące osłonę przednią ze względu na potrzebę skutecznego wykrycia i zwalczania środków OPL w korytarzu przelotu. Zgodnie z zasadami, w zależności od sytuacji grupy towarzyszące muszą zachować odpowiednie odstępy i odległości, w tym przewyższenia (przenizenia) uwarunkowane możliwościami przeciwdziałających środków przeciwnika, sytuacją operacyjno-taktyczną oraz warunkami terenowymi i atmosferycznymi. Wyniki badań wskazują jednoznacznie, że właściwości urządzeń termowizyjnych generują potrzebę zachowania konkretnych pozycji śmigłowców osłony w ugrupowaniu. W sytuacji obserwacji przestrzeni powietrznej przy użyciu kamery termowizyjnej – zgodnie z wynikami badań (patrz podrozdział 3.3.4), dla

zwiększenia efektywności wykrycia celu, osłona ugrupowania winna zajmować pozycje z przniżeniem w stosunku do osłanianych śmigłowców (silny kontrast celu na tle nieba), co w stosunku do wypracowanych tradycyjnych sposobów działań śmigłowców w czasie osłony jest rzeczą zupełnie odmienną.

Oslaniane grupy śmigłowców, wykonujące zazwyczaj zadania desantowe, mają znacznie ograniczone możliwości manewru oraz nie dysponują skutecznym uzbrojeniem. Osłona ich przez grupę śmigłowców, wyposażonych w skuteczne systemy obserwacyjno-celownicze, umożliwia nie tylko przełamanie silnej OPL (szczególnie w bliższej strefie taktycznej), ale zabezpiecza je również przed oddziaływaniem ze strony śmigłowców przeciwnika (tab. 10).

Tab. 10. Wpływ stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na sposoby działań śmigłowców

Sposób działań	Śmigłowiec bez optoelektronicznego urządzenia obserwacyjnego			Śmigłowiec z optoelektronicznym urządzeniem obserwacyjnym		
	Dzień VFR	Dzień IFR	Noc	Dzień VFR	Dzień IFR	Noc
Uderzenia jednoczesne	Tak	Ograniczony	Nie	Tak	Tak	Tak
Uderzenia kolejne	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak
Samodzielne poszukiwanie i zwalczanie	Tak	Ograniczony	Nie	Tak	Tak	Tak
Zasadzki ogniowe	Tak	Ograniczony	Nie	Tak	Tak	Tak
Towarzyszenie	Tak	Ograniczony	Ograniczony	Tak	Tak	Tak

Źródło: opracowanie własne

Analizując wpływ stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na sposoby działań śmigłowców w trakcie realizacji zadań ogniowych zauważyć można, iż eliminują one przede wszystkim ograniczenia związane z wykorzystaniem uderzeń jednoczesnych w warunkach zmniejszonej widzialności i w nocy. Pasywność technik detekcji optoelektronicznych urządzeń obserwacyj-

nych zwiększa też znaczenie stosowania w trakcie realizacji zadań ogniowych przez śmigłowce zasadzek ogniowych oraz samodzielnego poszukiwania i zwalczania obiektów przeciwnika.

Stosowanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych może wpływać na sposoby realizacji zadań transportowych przez śmigłowce. W literaturze przedmiotu wyróżniane są dwa podstawowe sposoby działań śmigłowców w trakcie realizacji zadań transportowych:

- przewozy jednoczesne;
- przewozy kolejne.

Przewozy jednoczesne stosowane w trakcie działań desantowych i powietrzno-manewrowych, ze względu na bezpieczeństwo wykonywania lotu i lądowań na doraźnie zorganizowanych lądowiskach są realizowane wyłącznie w dzień, w warunkach dobrej widzialności przez śmigłowce nie wyposażone w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne.

Zastosowanie takich urządzeń pozwalać będzie na rozszerzenie stosowania przewozów jednoczesnych w trakcie realizacji zadań transportowych na działania prowadzone w nocy i w warunkach ograniczonej widzialności.

Zarówno w przypadku przewozów jednoczesnych, jak i kolejnych przez śmigłowce realizujące zadania transportowe stosowanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych będzie pozwalać na korzystanie z doraźnych lądowisk bez oświetlenia, co w konsekwencji zapewni ich użycie z mniejszymi niż dotychczas ograniczeniami wynikającymi z pory doby i warunków atmosferycznych. Tezę taką potwierdzają doświadczenia amerykańskie z Iraku (fot. 74).

Rosnąca rola śmigłowców na polu walki wygenerowała właściwe dla nich sposoby realizacji zadań bojowych, których ewolucja w sposób jednoznaczny wykazuje związek ze zmianami konstrukcji i wyposażenia śmigłowców, a co za tym idzie ich możliwościami taktyczno-technicznymi. Tak więc należy przyjąć, że zależności tych, związanych ze stosowaniem optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych, można również doszukiwać się w **sposobach realizacji zadań bojowych** przez śmigłowce, w szczególności w takich elementach zadania bojowego, jak:

- wybór profilu lotu;
- sposób zwalczania obiektów;
- działania śmigłowców w grupach rozpoznawczo-uderzeniowych.



Fot. 74. Jednoczesne lądowanie plutonu śmigłowców UH-60 na doraźnym lądowisku w warunkach ograniczonej widzialności (operacja stabilizacyjna w Iraku 2003)

Źródło: http://www.globalsecurity.org/military/library/report/2003/101abn_oif_safety_lessons_learned_sep_03.ppt

W celu zwiększenia żywotności i skuteczności działań śmigłowców na polu walki, w zależności od możliwości i charakterystyk taktyczno-technicznych środków OPL przeciwnika, koniecznym było wypracowanie takiego sposobu wykonania zadania, który w maksymalnym stopniu pozwoliłby wykorzystać maskujące właściwości terenu. Rosnące możliwości środków wykrywania i zwalczania celów powietrznych spowodowały potrzebę maksymalnego wykorzystania cech maskujących terenu, a więc lotów możliwie najniżej przy ziemi, między wzniesieniami, zadrzewieniami i zabudowaniami.

Taktyka wykorzystania śmigłowców bojowych zakłada, co potwierdzają badania literatury⁹⁹, trzy podstawowe **profile lotów**, mających zwiększyć ich skuteczność i bezpieczeństwo podczas wykonywanych zadań:

⁹⁹ Wykorzystanie lotnictwa sił lądowych na współczesnym polu walki w świetle doświadczeń płynących z lokalnych konfliktów zbrojnych. *Informacja rozpoznawcza nr 2*, Dowództwo 4. KL, Poznań 1992.

- lot na bardzo małej wysokości;
- lot konturowy;
- lot „nosem przy ziemi”.

Lot na małej wysokości jest lotem ze stałą prędkością, na określonej wysokości utrudniającej wykrycie śmigłowca przez środki rozpoznania obrony przeciwlotniczej przeciwnika. Wysokość ta wynosi od 30 do 60 m. Ten profil lotu jest zazwyczaj stosowany nad ugrupowaniem bojowym sił własnych. Do zalet tego sposobu należy stosunkowo najkrótsza trasa przelotu i większy zasięg śmigłowca.

Lot konturowy jest udoskonaloną formą lotu na małej wysokości. Charakteryzuje się stałą prędkością i zmienną wysokością, w zależności od ukształtowania terenu. Wysokość lotu nie powinna przekraczać 15 m nad ukształtowaniem terenu. Umożliwia ona wykorzystanie przeszkód terenowych do osłony śmigłowca po trasie przelotu. Jest stosowany w odległości kilkunastu kilometrów od przedniego skraju rubieży styczności wojsk w celu maskowania dolotu.

Lot „nosem przy ziemi” jest najdoskonalszą formą lotu na małej wysokości uwzględniającą pełne maskowanie śmigłowca. Charakteryzuje się zmienną wysokością i prędkością (od minimalnych do maksymalnych) oraz kursem lotu, dzięki czemu śmigłowiec może manewrować pomiędzy przeszkodami terenowymi, wykorzystując ich osłonę. Ten profil lotu stosowany jest w bezpośredniej bliskości rubieży styczności wojsk i nad terenem przeciwnika (najczęściej podczas dolotu do pozycji ogniowych lub rejonu wysadzenia desantu). Zapewnia on maksymalne bezpieczeństwo przed „klasycznymi” środkami OPL przeciwnika. Ze względu na bezpieczeństwo lot taki odbywa się zazwyczaj na małej prędkości rzędu 60 – 70 km/h i wymaga od pilota wysokich umiejętności i doświadczenia.

Brak optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych wyklucza możliwość wykonywania przez śmigłowce lotów na małej wysokości, konturowych i z nosem przy ziemi w nocy i poważnie ogranicza takie loty w dzień w warunkach ograniczonej widzialności (tab. 11).

Wyniki badań empirycznych wskazują, że stosowanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych pozwalać będzie na wykorzystanie lotów na małej wysokości i konturowych w nocy oraz w dzień w warunkach ograniczonej widzialności. Wywiady prowadzone w Ośrodku Szkolenia Lotnictwa Sił Lądowych Niemiec

w Buckbergu wskazują, że wykorzystanie gogli nocnego widzenia trzeciej generacji pomimo umożliwienia wykonywania lotów konturowych w nocy wiązać się będzie z pewnymi ograniczeniami. Ze względu na ograniczone pole obserwacji systemów optoelektronicznych (NVG – do 40° w pionie i w poziomie) w porównaniu ze wzrokiem ludzkim (około 200° w poziomie i do 120° w pionie) loty konturowe w nocy z wykorzystaniem gogli nocnego widzenia wiązać się będą z koniecznością zwiększonej uwagi w kontroli przestrzennego położenia śmigłowca.

Tab. 11. Wpływ optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na profil wykonywania lotu przez śmigłowce

Sposób działań	Śmigłowiec bez optoelektronicznego urządzenia obserwacyjnego			Śmigłowiec z optoelektronicznym urządzeniem obserwacyjnym		
	Dzień VFR	Dzień IFR	Noc	Dzień VFR	Dzień IFR	Noc
Lot na bardzo małej wysokości	Tak	Ograniczony	Nie	Tak	Tak	Tak
Lot konturowy	Tak	Bardzo ograniczony	Nie	Tak	Tak	Ograniczony*
Lot z nosem przy ziemi	Tak	Nie	Nie	Tak	Tak	Ograniczony*

* Ze względu na kąt obserwacji urządzeń optoelektronicznych

Źródło: opracowanie własne

Naturalne i sztuczne źródła światła mogą powodować zakłócenia w pracy optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych śmigłowców. Przy wykonywaniu lotu w kierunku źródeł światła stwierdzone jest występowanie efektu „halo” oraz obniżenie jakości zobrazowania generowanego przez optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne, takie jak gogle nocnego widzenia.

Wykorzystanie gogli nocnego widzenia pozwala na wykonywanie lotów konturowych w nocy nawet w przypadku występowania niekorzystnych zjawisk atmosferycznych, takich jak lekka mgła, słaby deszcz, dym o małej gęstości bądź kurz czy zmętnienie powietrza.

Jakość obrazu generowanego przez optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne uzależniona jest od wysokości lotu i jego prędkości. Zwykle dla uzyskania obrazu dobrej jakości konieczne jest wykonywanie lotu na małych wysokościach i ze zmniejszoną prędkością. Z analizy amerykańskich doświadczeń wykorzystania gogli nocnego widzenia wynika, że ich skuteczny zasięg pozwalał na prowadzenie nawigacji w nocy przy lotach na wysokościach do 500 m nad terenem, a częściowo użyteczne były one nawet przy lotach prowadzonych na wysokościach 2 400 m.

Analiza wpływu stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych przez śmigłowce na wykonywanie przez nie lotów na małych wysokościach, konturowych i z „nosem przy ziemi” wskazuje na kluczowe znaczenie tych urządzeń dla stosowania takich profili lotu przez śmigłowce w warunkach ograniczonej widzialności w dzień oraz nocy.

Z uwagi na sposób wykrywania śmigłowca przez środki OPL (zarówno ich rozpoznanie radiolokacyjne, optoelektroniczne, jak i wzrokowe wymagają bezpośredniego kontaktu z helikopterem w linii prostej) stosowane profile lotu z reguły w znacznym stopniu zwiększają możliwości przetrwania śmigłowca. Jak pokazują doświadczenia z konfliktów lokalnych taktyka nie znosi jednak schematów.

Dynamicznie rozwijające się środki walki spowodowały, iż niezbędnym dla śmigłowców stało się, aby posiadały one możliwość **zwalczania obiektów spoza zasięgu ich środków OPL**. Czynnikiem ten uzależniony jest przede wszystkim od możliwości posiadanego systemu celowniczego śmigłowca oraz rodzaju zastosowanego uzbrojenia, a ponadto od możliwości środków ogniowych OPL przeciwnika. Z analizy potrzeb wynika, że współczesne środki rażenia zastosowane na śmigłowcach powinny być zdolne razić obiekt z odległości do 6 – 8 km (odpalone z bardzo małych wysokości), a w niedalekiej przyszłości nawet do kilkunastu kilometrów. Ze środkiem rażenia nieodłącznie związany jest również sposób wykonania ataku (zwalczania obiektu). Atak wykonany z zawisu umożliwia odpalenie pocisków z maksymalnej odległości (zasięgu środka ogniowego). Możliwości systemów celowniczych i układów naprowadzania rakiet są niezmiernie istotne podczas atakowania z lotu nurkowego, gdyż w końcowej fazie naprowadzania na cel (szczególnie rakiety kierowanej nie w pełni autonomicznie) śmigłowiec wchodzi w strefę rażenia pomimo tego, że cały manewr rozpoczyna spoza zasięgu środ-

ków OPL. Dlatego też, dla skrócenia procesu naprowadzania (czasu, kiedy śmigłowiec jest szczególnie narażony na skuteczny ogień środków OPL przeciwnika) coraz powszechniej stosuje się PPK typu „odpal i zapomnij”, przede wszystkim oparte na optoelektronicznych systemach wykrywania i śledzenia (patrz podrozdział 2.3).

Ponadto istotnym jest również to, aby załogi były przygotowane do odpalania pocisków rakietowych z bardzo małych wysokości już w trakcie szkolenia (w miarę zmniejszania wysokości zasięg wykrycia środków OPL maleje). Natomiast w naszym lotnictwie wojsk lądowych standardową wysokością do odpalania rakiet w trakcie szkolenia i często podczas ćwiczeń jest wysokość 100 – 150 m. Wysokość ta wydłuża znacznie czas przebywania w strefie rażenia środków OPL przeciwnika, a nie eliminuje zagrożenia ze strony min przeciwśmigłowcowych. Wskazane byłoby, aby wysokość ta była maksymalnie rzędu 30 – 50 m¹⁰⁰. Skuteczny atak z tej wysokości jest możliwy szczególnie przy wykorzystaniu „inteligentnych” pocisków samonaprowadzających (wykorzystujących głowice termowizyjne najnowszej generacji).

Alternatywnym sposobem wykonania zadania, uwzględniającym unikanie oddziaływania środków OPL przeciwnika, jest **zwalczanie obiektów tylko znad ugrupowania własnych wojsk**. Taktyka taka jest jak dotąd obowiązująca dla naszych śmigłowców uderzeniowych (podobnie jak w armii niemieckiej). Wynika ona z bardzo ograniczonego wyposażenia obserwacyjno-celowniczego śmigłowców, a tym samym ich skuteczności i możliwości zachowania żywotności. Celowym byłoby, aby śmigłowce wykonując ataki nawet znad ugrupowania wojsk własnych, uzbrojone były w systemy rakietowe najnowszej generacji, cechujące się dużym zasięgiem rażenia i autonomicznym układem celowniczym. Jak wskazują wyniki przeprowadzonych badań empirycznych optoelektronicznych systemów obserwacyjnych (patrz podrozdział 3.3.3) naziemne, optoelektroniczne systemy obserwacyjne mają znacznie dogodniejsze warunki wykrycia i obserwacji na tle nieba. Tak więc śmigłowce wykonujące zadania znad ugrupowania wojsk własnych są również w dużym stopniu narażone na oddziaływanie środków OPL przeciwnika na-

¹⁰⁰ Z wywiadu przeprowadzonego z dowództwem 56. pśb wynika, że taka wysokość mogłaby znacznie zwiększyć prawdopodobieństwo uniknięcia trafienia śmigłowca przez środki OPL podczas wykonywania ataku.

wet w przypadku posiadania optoelektronicznych środków obserwacyjno-celowniczych.

Z uzyskanych wyników badań wynika, że zwalczanie obiektów uderzeń przeciwnika przez śmigłowce wyposażone w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne działające samodzielnie będzie racjonalną taktyką tylko w przypadku, gdy przeciwnik, a przede wszystkim jego środki ogniowe obrony przeciwlotniczej nie będą wyposażone w urządzenia optoelektroniczne.

W innych przypadkach konieczne będzie rozdzielenie funkcji wykrywania i wskazywania (podświetlania) obiektów uderzeń oraz funkcji ich zwalczania przy użyciu uzbrojenia kierowanego pomiędzy różne elementy taktyczne ugrupowania śmigłowców.

Z powyższego powodu istotne znaczenie odgrywa wyposażenie w nowoczesne, pokładowe optoelektroniczne systemy obserwacyjne śmigłowców rozpoznawczych działających w **grupach rozpoznawczo-uderzeniowych**. Stosowanie takich grup ma szczególnie miejsce w przypadku, kiedy w strukturach organizacyjnych lotnictwa wojsk lądowych znajdują się etatowo zarówno śmigłowce uderzeniowe, jak i rozpoznawcze. Przykładem takiego rozwiązania może być lotnictwo sił lądowych Stanów Zjednoczonych. Grupy te kompletowane są po części z pododdziałów śmigłowców rozpoznawczych, wyposażonych w nowoczesne, optoelektroniczne systemy obserwacyjne montowane przede wszystkim na maszcie, a po części z pododdziałów śmigłowców przeciwpancernych¹⁰¹. Przewaga jednego lub drugiego typu śmigłowca uzależniona jest od charakteru zadania, działań przeciwnika, posiadanych sił własnych, terenu i warunków atmosferycznych. Jeden z możliwych wariantów działania polega na tym, że dwie mieszane grupy składające się z wyżej wymienionych śmigłowców, atakują obiekty przeciwnika, natomiast trzecia grupa, w skład której wchodzi tylko śmigłowce rozpoznawcze, zapewnia współdziałanie z pododdziałami sił lądowych, w tym z artylerią oraz lotnictwem taktycznym. Ponadto w trakcie wykonywania zadań, śmigłowce przeciwpan-

¹⁰¹ Grupy takie (nieetatowe) stosowane były już np. w konflikcie irańsko-irackim. Składały się one jednak z mieszanych par śmigłowców Mi-24 oraz Gazelle. Prowadzącym w takiej parze był Mi-24, nie posiadający żadnych optoelektronicznych systemów obserwacyjnych, służący jako tarcza dla mniejszego i bardziej manewrowego, lecz pozbawionego opancerzenia śmigłowca Gazelle. Przy dobrym zgraniu załóg najlepsze rezultaty osiągnano stosując na śmigłowcu Mi-24 uzbrojenie artyleryjskie i raketowe niekierowane, a na śmigłowcu Gazelle przeciwpancerne pociski kierowane w podczerwieni typu HOT.

cerne w szybkim tempie zużywają zapasy uzbrojenia i zmuszone są powracać do baz, celem odtworzenia gotowości bojowej, a pozostające w tym czasie w rejonie działań śmigłowce rozpoznawcze realizują współdziałanie z naziemnymi pododdziałami bojowymi, artylerią i lotnictwem oraz na bieżąco śledzą zmieniającą się sytuację.

Stosowanie takiej taktyki wymusza działanie śmigłowców rozpoznawczych blisko sił przeciwnika, ale dzięki wykorzystaniu optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych śmigłowce będą mogły stosować dogodne, maskujące profile lotu i manewry w celu zachowania żywotności. Wysunięcie do przodu śmigłowców rozpoznawczych pozwala na pełniejsze wykorzystanie możliwości taktyczno-technicznych zarówno optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych, jak i pełnych możliwości przestrzennych lotniczych środków bojowych odpalanych przez śmigłowce uderzeniowe operujące spoza zasięgu ognia środków przeciwlotniczych przeciwnika.

Przykładem zastosowania takich mieszanych grup (grup rozpoznawczo-uderzeniowych) może być ostatni konflikt w Zatoce Perskiej, gdzie śmigłowce przeciwpancerne typu AH-64 Apache ze śmigłowcami rozpoznawczymi typu OH-58D Kiowa Warrior bardzo skutecznie oddziaływały na środki pancerne i opancerzone przeciwnika¹⁰².

Oprócz typowej taktyki działania śmigłowców przeciwpancernych i rozpoznawczych, polegającej na ścisłej wzajemnej współpracy, został opracowany przez Amerykanów i sprawdzony w praktyce sposób działania obu typów śmigłowców z lotnictwem taktycznym i artylerią polową. Sposób ten, jak wynika z badań literatury¹⁰³, polega na ścisłym współdziałaniu wszystkich tych komponentów w ramach zwalczania broni pancernej przeciwnika. W tym celu organizuje się z wydzielonych sił lotnictwa taktycznego i lotnictwa sił lądowych Połączone Taktyczne Grupy Lotnicze (PTGL). W ich skład zazwyczaj wchodzi 4 samoloty szturmowe A-10, 4 – 5 śmigłowców przeciwpancernych AH-1S (AH-64) i do 4 śmigłow-

¹⁰² Do zespołów takich przewiduje się zastosowanie najnowszego śmigłowca RAH-66 Comanche. RAH-66 mają stworzyć zespoły wraz ze śmigłowcami AH-64 Apache, przy czym RAH-66 jako szybsze stanowiłyby element rozpoznawczy i osłaniający grupę uderzeniową AH-64. Kompatybilne systemy łączności i kierowania ogniem pozwoliłyby na wspólną pracę całej grupy, identyfikację celów, ustalenie priorytetów co do ich zwalczania oraz jednoczesne niszczenie, jak się szacuje, około dwunastu z nich przez jeden śmigłowiec.

¹⁰³ *Lotnictwo sił lądowych głównych państw NATO*, Warszawa 1988, s.112.

ców rozpoznawczych OH-58¹⁰⁴. Działanie tych grup polega na tym, że na wezwanie z pola walki do rejonu działań w pierwszej kolejności przybywają śmigłowce rozpoznawcze, celem określenia położenia obiektów uderzeń i ich środków OPL oraz rozpoznania dogodnych kierunków ataku, a także warunków terenowych i atmosferycznych. Uzyskane informacje załogi śmigłowców rozpoznawczych natychmiast przekazują drogą radiową grupom uderzeniowym (śmigłowców przeciwpancernych i samolotów szturmowych). Podczas zwalczania obiektów przez grupy uderzeniowe śmigłowce rozpoznawcze dodatkowo pełnią rolę koordynatora działań i mogą pomóc wyjść na obiekty (szczególnie samolotom szturmowym). Z reguły śmigłowce przeciwpancerne wykorzystują moment uderzenia i przelotu samolotów, do których przeciwnik otworzył ogień, ukrywając w ten sposób swoje pozycje.

Według poglądów amerykańskich ekspertów, zastosowanie tego rodzaju taktyki zwiększa dwu – trzykrotnie efektywność działania lotnictwa szturmowego i śmigłowców uderzeniowych w walce z bronią pancerną przeciwnika. Jednocześnie straty poniesione od środków OPL przeciwnika są o 50% mniejsze. Skuteczność działań uzyskiwana jest przede wszystkim dzięki dostarczaniu precyzyjnych i bieżących informacji o przeciwniku grupom uderzeniowym, zachowując przy tym skrytość działań. Możliwe jest to w dużej mierze dzięki szerokiemu zastosowaniu pokładowych optoelektronicznych systemów obserwacyjnych grup rozpoznawczych na etapie wykrycia i rozpoznania przeciwnika oraz systemów ogniowych na etapie przeprowadzenia skutecznego ataku.

Rosnące zagrożenie ze strony artyleryjsko-rakietowych zastawów przeciwlotniczych wyposażonych w kombinowane radiolokacyjne i optoelektroniczne systemy kierowania ogniem powoduje poszukiwanie alternatywnych sposobów użycia śmigłowców z optoelektronicznymi urządzeniami obserwacyjnymi do realizacji zadań ogniowych przeciwko obiektom będącym w silnej osłonie przeciwlotniczej. Jednym z kierunków rozwijania nowej taktyki jest integracja działań śmigłowca uderzeniowego z bezzałogowym aparatem latającym wyposażonym w optoelektroniczne systemy rozpoznawcze, który zastępuje wykorzystywany do tej pory śmigłowiec rozpoznawczy. W najnowszych rozwiązaniach bezzałogowy rozpoznawczy aparat latający jest kontrolowany przez załogę śmigłowca uderzeniowego. Ob-

¹⁰⁴ W zależności od sytuacji taktycznej może być wykorzystana artyleria polowa będąca w rejonie pola walki na stanowiskach ogniowych.

raz uzyskiwany przez jego optoelektroniczne urządzenia rozpoznawcze jest przekazywany za pośrednictwem szerokopasmowego cyfrowego łącza wymiany danych do systemu kierowania uzbrojeniem śmigłowca uderzeniowego, który może zwalczać obiekty uderzeń z maksymalnej odległości bez konieczności wchodzenia w strefę ognia środków obrony przeciwlotniczej ich bezpośredniej osłony.

Testy wykorzystania środków bezzałogowych jako platform zwiększających zasięg rozpoznania optoelektronicznego śmigłowców realizowane są między innymi w USA. W próbach w locie łączono w jeden zespół taktyczny między innymi śmigłowce AH-64D Longbow Apache z samolotami bezzałogowymi RQ-5 Hunter¹⁰⁵.

Jak potwierdzają wyniki przeprowadzonych badań, elementem taktyki działań śmigłowców, całkowicie zdeterminowanym stosowaniem optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych jest zdolność do **prowadzenia działań w trudnych warunkach atmosferycznych, a w szczególności w nocy**. Jak już wcześniej zasygnalizowano (patrz podrozdział 4.1), jest to aktualnie jeden z podstawowych wymogów dla współczesnego śmigłowca. Trudne warunki atmosferyczne oraz noc (przy niedostatecznym wyposażeniu) w znacznym stopniu utrudniają wykrycie śmigłowca przez system OPL w paśmie widzialnym, a tym samym zwiększają się jego możliwości przenikania w głąb ugrupowania przeciwnika oraz wykonania ataku z zaskoczenia, przy zastosowaniu nowoczesnego systemu obserwacyjno-celowniczego¹⁰⁶. Tak więc, działania w warunkach nocnych i przy znacznie ograniczonej widoczności uzależnione będą przede wszystkim od wyposażenia śmigłowców w urządzenia optoelektroniczne dające im swobodę działań i przewagę nad przeciwnikiem. W podrozdziale 2.3 zostały przedstawione elementy wyposażenia, które powinny stanowić niezbędny pakiet wyposażenia współczesnego śmigłowca bojowego. Urządzenia te dają śmigłowcom swobodę działań w nocy na

¹⁰⁵ *Boeing Apache and Unmanned Little Bird Demonstrator Test Expands UAV Control*, April 2006, dostępne z: www.boeing.com/phantom/news/2002/q2/060412a_nr.html

¹⁰⁶ Godne uwagi, ze względu na brak odpowiedniego wyposażenia śmigłowców, były ich działania nocą w wojnie w Afganistanie. Zadania takie wykonywane były z wykorzystaniem standardowego wyposażenia celowniczego i środków oświetlających. Najczęściej do oświetlania terenu używano typowych bomb lotniczych SAB-100MN lub niekierowanych pocisków raketowych S-50 i S-80. W obu przypadkach dążono do atakowania celu z przewyższeniem w stosunku do flar, kiedy ich światło nie oślepiło załóg atakujących śmigłowców. W takiej sytuacji wykluczone było również zderzenie się śmigłowca z opadającymi fragmentami bomb lub rakiet. Należy jednak zauważyć, że działania takie, nawet przy sztucznym oświetleniu, były bardzo skomplikowane ze względu na nieznaną teren i brak charakterystycznych świetlnych obiektów orientacyjnych.

małych wysokościach, czyniąc je skutecznym środkiem walki przy zachowaniu wysokiego poziomu bezpieczeństwa.

Działanie nad terenem przeciwnika cechować się mogą możliwością ataków zarówno ze strony śmigłowców bojowych przeciwnika, jak i jego lotnictwa myśliwskiego. Dlatego też, możliwość skutecznego **prowadzenia walk powietrznych** przez śmigłowce może być w wielu przypadkach decydującym czynnikiem wykonania zadania i zachowania przez nie żywotności bojowej. Samolot myśliwski przewyższa śmigłowca pod wieloma względami. Jednakże atutem śmigłowca jest wysoka manewrowość na bardzo małych wysokościach. Śmigłowca nie posiada dostatecznych osiągnięć, by podjąć równorzędną walkę z samolotem w pełnym zakresie. Dlatego, powinien ograniczyć się do obrony wszelkimi możliwymi środkami, wykorzystując manewr i ogień. Najważniejszym jest uniknięcie wykrycia. Jednakże gdy do tego dojdzie, głównym celem pilota śmigłowca powinno być zerwanie ataku myśliwca. Pilot śmigłowca ma duże szanse wykrycia samolotu myśliwskiego jako pierwszy ze względu na posiadane przeniesienie¹⁰⁷. Po wykryciu myśliwca, pilot śmigłowca, wykorzystując cechy maskujące terenu (w szczególności zmniejszające kontrast termiczny i wzrokowy), ma możliwość „schowania się” i uniknięcia ataku lub w maksymalnym stopniu ograniczenia jego skutków¹⁰⁸.

Jednym z najnowszych systemów obserwacyjno-celowniczych decydujących o rozmachu i skali działań w relacji powietrze – powietrze, mogą stać się termolokatory, realizujące automatyczne poszukiwanie i śledzenie celów powietrznych w podczerwieni z dużych odległości, w szerokim zakresie spektralnym i polu widzenia¹⁰⁹. Udoskonalanie ich będzie miało między innymi na celu likwidację ujemnych skutków oddziaływania tła ziemi oraz zakłóceń spowodowanych przez chmury, jednak zastosowanie porównywalnej klasy tych urządzeń na samolocie i śmigłowcu, jak jednoznacznie wskazują wyniki przeprowadzonych własnych ba-

¹⁰⁷ Zgodnie z wynikami badań, znacznie lepszy kontrast termiczny i wzrokowy występuje na tle nieba (samolot jest zmuszony do atakowania z przewyższenia). Ocenia się jednak, że na granicznie małych wysokościach wykrycie wzrokowe będzie podstawowym sposobem – często jedynym.

¹⁰⁸ Ocenia się, że śmigłowca ma 90 – 95 % szans na obronienie się nad lądem i co najmniej 70 % szans nad wodą. B. Gunston, M. Spick, *Współczesne śmigłowce bojowe*, Warszawa 1993.

¹⁰⁹ R. Cierniak, *Czy termolokacja zmieni taktykę lotnictwa myśliwskiego*, „PWLIOIP” nr 2, Poznań 2003.

dań (patrz podrozdział 3.3.4), będzie stwarzało znaczną przewagę na korzyść śmigłowca.

Zatem z powyższego wynika, że najgroźniejszym przeciwnikiem śmigłowca w walce powietrznej może być nie samolot, lecz śmigłowiec. Ma on możliwość pokonania śmigłowca w jego własnym środowisku na bardzo małej wysokości. W walce śmigłowców dotychczas najczęściej zakładano użycie działka. Przykładem może być konflikt iracko-irański, gdzie walki powietrzne toczyły ze sobą śmigłowce Mi-24 ze śmigłowcami Huey Cobra i Sea Cobra¹¹⁰. Duże zasięgi działka oraz dokładność jego trafienia determinowała sposób prowadzenia walk powietrznych pomiędzy śmigłowcami. Wyposażenie śmigłowców w różnorodne środki rakietowe (zarówno klasy „powietrze – powietrze”, jak i „powietrze – ziemia”) pozwala sądzić, że również i te środki będą wykorzystywane podczas walk powietrznych. Ze względu na duże ich zasięgi, pierwszy atak może być wykonywany przy użyciu rakiet kierowanych, a następnie po przejściu do walki manewrowej, przy użyciu działek. Śmigłowcowi bardzo trudno będzie uciec („oderwać” się) od takiego samego przeciwnika. Dlatego też, już przed pierwszym atakiem przy użyciu środków rakietowych, ważnym jest wykorzystanie pozycji ograniczającej kontrast termalny celu z tłem. Chociaż walka śmigłowca ze śmigłowcem (samolotem) omawiana jest raczej w kategoriach teoretycznych, to należy już teraz w rozważaniach uwzględnić rosnącą rolę urządzeń obserwacyjno-celowniczych pracujących w paśmie optycznym.

Zgodnie z obowiązującymi zasadami użycia lotnictwa sił lądowych, jednym z ważniejszych przedsięwzięć dotyczących taktyki śmigłowców jest **zabezpieczenie ich działań**. Zabezpieczenie działań taktycznych polega na zorganizowanej realizacji określonych przedsięwzięć, w celu stworzenia dogodnych warunków podczas wykonywania zadań bojowych przez śmigłowce. Skomplikowane i często zmieniające się warunki działań oraz charakter wykonywanych zadań określają zakres i właściwości zabezpieczenia działań taktycznych tego rodzaju lotnictwa.

¹¹⁰ Śmigłowce produkcji amerykańskiej, posiadały znaczną przewagę w uzbrojeniu i manewrowości, lecz ustępowały śmigłowcom Mi-24 w zakresie żywotności. Podczas walk śmigłowce Mi-24 prowadziły ogień z karabinu maszynowego, a niekiedy i rakiet niekierowanych, śmigłowce AH-1 używały karabinów maszynowych i działek. Znaczna odporność śmigłowców Mi-24 pozwalała im jednak, nawet w przypadku trafienia kontynuować zadanie. Lekkie śmigłowce amerykańskie w takim przypadku zawsze wychodziły z walki. T. Mikutel, *Zmiany w taktyce i technice śmigłowców*, AON Warszawa 1995, s.104.

W skład zabezpieczenia działań taktycznych wchodzi między innymi **zabezpieczenie bojowe** lotnictwa, które jest grupą przedsięwzięć zmierzających do bezpośredniego zabezpieczenia wykonywanych zadań bojowych przez pojedyncze śmigłowce oraz pododdziały, oddziały i związki lotnicze¹¹¹. Istota zabezpieczenia bojowego polega na zorganizowanej realizacji określonych przedsięwzięć mających na celu:

- wykrycie przeciwnika;
- niedopuszczenie do jego niespodziewanego napadu;
- zmniejszenie skutków uderzeń na własne śmigłowce i zapewnienie im sprzyjających warunków wykonywania zadań.

W celu zorganizowania skutecznego zabezpieczenia działań śmigłowców wykonuje się wiele przedsięwzięć, w których jak potwierdzają wyniki badań, istotną rolę odgrywają możliwości optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych. Z przeprowadzonych analiz wynika, że do najważniejszych z nich, w grupie zabezpieczenia bojowego lotnictwa, mających istotny wpływ na skuteczność działań śmigłowców należą:

- rozpoznanie¹¹²;
- pokonanie obrony przeciwlotniczej;
- walka elektroniczna (i optoelektroniczna).

W grupie dwóch pierwszych czynników, wykorzystanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych ma niekwestionowane znaczenie dla taktyki śmigłowców.

Rozpoznanie w tym przypadku będzie realizowane w celu zdobycia informacji o przeciwniku, niezbędnych do przygotowania i prowadzenia działań przez śmigłowce, szczególnie zaś o obiektach przewidywanych do zwalczania, terenie i warunkach atmosferycznych w rejonie działań. Posiadanie wiarygodnych informacji o przeciwniku jest niezbędnym warunkiem prowadzenia skutecznych działań

¹¹¹ *Leksykon wiedzy wojskowej*, Warszawa 1979, s. 178.

¹¹² Zgodnie z regulaminem działań taktycznych wojsk lądowych, system rozpoznania i walki elektronicznej jest elementarnym czynnikiem walki – to jest rażenia, ruchu i informacji. Jednak w niniejszej pracy rozpoznanie rozpatrywane będzie – zgodnie z dotychczas obowiązującymi ustaleniami w lotnictwie – jako element zabezpieczenia bojowego działań lotnictwa.

bojowych na współczesnym polu walki. Dotychczasowe doświadczenia wskazują jednoznacznie, że czas przebywania śmigłowców w rejonie działań jest jednym z najważniejszych czynników decydujących o ich skuteczności i przetrwaniu. Aby ten czas skrócić do minimum, należy między innymi wcześniej dokładnie rozpoznać obiekt. Prowadząc rozpoznanie dąży się do:

- dokładnego umiejscowienia obiektów w terenie;
- ustalenia najkorzystniejszych kierunków i sposobów ataku przy uwzględnieniu przeszkód terenowych, OPL obiektów, warunków atmosferycznych itp.;
- ustalenia kolejności zwalczania obiektów;
- ustalenia najdogodniejszej trasy dolotu do obiektów, z uwzględnieniem cech maskujących terenu.

Wykorzystanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych odgrywa istotne znaczenie w realizacji rozpoznania w ramach zabezpieczenia bojowego działań taktycznych śmigłowców. W świetle obecnie obowiązujących założeń dotyczących rozpoznawczego przygotowania pola walki (*Intelligence Preparation of the Battlefield – IPB*) można przypuszczać, że rozpoznanie prowadzone na potrzeby planowania i organizowania działań bojowych śmigłowców będzie obejmować wykorzystanie środków rozpoznania radiolokacyjnego, elektronicznego, optoelektronicznego oraz osobowego. Wykorzystanie optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych będzie komplementarne w stosunku do pozostałych rodzajów rozpoznania i ukierunkowane na potwierdzenie informacji zdobywanych przez inne środki rozpoznania, jak również rozpoznanie takich obiektów, które nie mogą być rozpoznawane przez radiolokacyjne i elektroniczne środki rozpoznania.

W porównaniu z innymi środkami rozpoznania, optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne wykorzystywane w rozpoznaniu na potrzeby planowania i organizowania działań bojowych śmigłowców będą zapewniać skrytość rozpoznania, a także możliwość rozpoznania obiektów maskowanych oraz nie będących źródłami emisji elektromagnetycznej.

Dokładna znajomość położenia przeciwnika (w szczególności jego środków OPL) oraz ukształtowania terenu (określenie jego czynników maskujących oraz rejonów niedogodnych dla przeciwnika) ma istotny wpływ na wybór tras, ustalenie potrzeby wydzielenia grup osłony, grup demonstracyjnych czy grup obezwładniania środków OPL przeciwnika w korytarzu przelotu lub w rejonie obiektu. Wiarygodne informacje o charakterze działań przeciwnika oraz o posiadanym przez niego potencjale wpływają również na optymalny wybór rubieży i pozycji ogniowych dla śmigłowców, które nad terenem przeciwnika wybiera się z reguły na prawdopodobnych kierunkach przemieszczania. Wskazane jest, aby pozycje śmigłowców były dobrze ukryte i maskowane z właściwie ustalonymi sektorami ognia (umiejscowionymi w terenie). Ponadto dokładna ocena przeciwnika pozwala na wydzielenie optymalnego składu grup.

Potrzebne informacje można uzyskać od załóg śmigłowców rozpoznawczych wyposażonych w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne, działających w składzie grup rozpoznawczo-uderzeniowych lub prowadzących rozpoznanie w ramach zabezpieczenia działań śmigłowców uderzeniowych. Wykorzystanie nowoczesnej techniki noktowizyjnej i termowizyjnej zezwala śmigłowcom na prowadzenie rozpoznania w sposób ciągły, o każdej porze doby i niemal w każdych warunkach atmosferycznych. Szczególnie istotnym jest możliwość prowadzenia rozpoznania w nocy, gdy nasilone jest przemieszczanie wojsk i środków bojowych. Natomiast przekazywanie informacji z rozpoznania w czasie realnym w formie obrazu statycznego lub sekwencji ruchomych pozwala na optymalne zaplanowanie działań, osiągnięcie zaskoczenia i oczekiwanych rezultatów przy zminimalizowaniu strat własnych.

W dotychczasowych założeniach użycia lotnictwa wojsk lądowych Sił Zbrojnych RP głównym źródłem uzyskiwania potrzebnych informacji przez pododdziały i oddziały lotnictwa wojsk lądowych (a także lotnictwa uderzeniowego) były sztaby oddziałów i związków taktycznych wojsk lądowych oraz rozwijane w ich pobliżu punkty dowodzenia lotnictwem. Były one zobligowane systematycznie informować o zmianach w sytuacji bojowej, położeniu wojsk przeciwnika i jego środków OPL, warunkach terenowych i atmosferycznych, gdyż śmigłowce uderzeniowe w zasadzie działały głównie znad ugrupowania własnych wojsk.

Należy zauważyć, że dane rozpoznawcze zdobywane w ten sposób, nawet w przypadku wykorzystywania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych, obejmować będą relatywnie niewielką część ugrupowania przeciwnika rozmieszczonego w bezpośredniej styczności z siłami własnymi. W świetle dotychczasowych doświadczeń można przyjąć, że możliwe będzie prowadzenie rozpoznania od 2 do 5 km w głąb ugrupowania przeciwnika w zależności od ukształtowania i pokrycia terenu. Biorąc pod uwagę możliwości przestrzenne współczesnych środków przeciwlotniczych należy uznać taką głębokość rozpoznania za niewystarczającą dla zabezpieczenia działań taktycznych.

Podobnie jak i w armiach zachodnich, drugim źródłem informacji (szczególnie dla śmigłowców uderzeniowych) będą śmigłowce rozpoznawcze. Wydzielane (nieetatowe) załogi śmigłowców będą prowadzić rozpoznanie w celu sprecyzowania danych o stanie i położeniu obiektów uderzeń – najczęściej ruchomych, o małych wymiarach i dobrze maskowanych. Załogi te będą ponadto dodatkowo wykorzystywane do naprowadzania grup śmigłowców na obiekty uderzeń, bądź też do ich oznaczania.

Przy prowadzeniu rozpoznania przez śmigłowce wyposażone w optyczne urządzenia rozpoznawcze skuteczny zasięg wykonywania w dzień jest uzależniony od widzialności, ukształtowania oraz pokrycia terenu i wynosi w dzień od 5 do 10 km. Możliwości obserwacji w nocy są ograniczone, a dokładność uzyskiwanych danych rozpoznawczych wyklucza ich wykorzystanie w działaniach śmigłowców uderzeniowych.

Obecne rozwiązania nie zaspakajają więc potrzeb wynikających z warunków współczesnego pola walki. Oprócz doskonalenia naziemnych elementów rozpoznawczych wojsk lądowych, wręcz koniecznym staje się posiadanie w miarę nowoczesnego śmigłowca rozpoznawczego¹¹³, wyposażonego optoelektroniczne i skuteczne systemy rozpoznania i przekazywania danych na stanowisko dowodzenia i do innych załóg w powietrzu. Należy bowiem pamiętać, że wiarygodne, ciągłe, pełne i aktualne informacje o przeciwniku oraz warunkach terenowych i atmosferycznych są podstawą do podjęcia prawidłowej decyzji, właściwego or-

¹¹³ W. Michalak, S. Suchora, *Użycie śmigłowców rozpoznawczych w działaniach bojowych wojsk*, Warszawa 1995, s. 62.

ganizowania i prowadzenia działań, a także do zapewnienia śmigłowcom możliwości przetrwania.

Ograniczony zasięg rozpoznania obiektów naziemnych przez optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne montowane na śmigłowcach rozpoznawczych przekładać się będzie na niewystarczającą głębokość rozpoznania ugrupowania przeciwnika. Stąd też pożądane jest zastępowanie śmigłowców rozpoznawczych bezzałogowymi rozpoznawczymi aparatami latającymi wyposażonymi w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne. Mogłyby one działając w głębi ugrupowania przeciwnika zapewniać rozpoznanie obrazowe sił przeciwnika, umożliwiając użycie lotniczych środków rażenia przez śmigłowce uderzeniowe z maksymalnej odległości i spoza zasięgu ognia środków obrony przeciwlotniczej bezpośredniej osłony zwalczanych obiektów.

Istotnym elementem zabezpieczenia bojowego śmigłowców, jest **pokonanie obrony przeciwlotniczej przeciwnika**. Badanie taktyki lotnictwa sił lądowych w siłach zbrojnych innych państw wskazuje, że śmigłowce będą coraz częściej wykorzystywane nad terenem przeciwnika¹¹⁴ bądź terenem nie kontrolowanym przez siły własne. Potrzeby takiego wykorzystania śmigłowców, zgodne ze światowymi tendencjami, będą występowały również i w naszej armii, co potwierdzają już obecnie doświadczenia Samodzielnej Grupy Powietrzno-Szturmowej Polskiego Kontyngentu Wojskowego w Iraku¹¹⁵. Aby śmigłowce mogły wykonać takie zadania z niewielkimi stratami należy zrealizować wiele przedsięwzięć związanych z pokonaniem OPL przeciwnika¹¹⁶. Główne z nich w tym zakresie to:

¹¹⁴ Przykładem mogą być działania w Zatoce Perskiej, gdzie głębokość działań śmigłowców uderzeniowych sięgała do 100 km, a w sporadycznych przypadkach nawet 700 km. Innym przykładem mogą być doświadczenia z wojny październikowej na Bliskim Wschodzie (1973 r.), gdzie już wówczas na głębokości około 100 km rozegrała się bitwa pancerna, w której jednym z najskuteczniejszych środków walki z czołgami okazały się śmigłowce wyposażone w przeciwpancerne pociski kierowane. J. Machura, J. Sajak, *Kariera bojowa śmigłowców*, MON, Warszawa 1980, s. 28.

¹¹⁵ Potrzeby te będą wynikały między innymi z braku samolotów szturmowych wykonujących zadania wsparcia w strefie taktycznej.

¹¹⁶ Potwierdzają to wnioski z ostatniego konfliktu w Zatoce Perskiej, gdzie lotnictwo koalicji antyirackiej, dzięki kompleksowej realizacji szeregu przedsięwzięć zabezpieczających oraz stosowaniu optymalnej taktyki działań, osiągnęło bardzo wysokie prawdopodobieństwo pokonania irackiego systemu OP (rzędu 0,99).

- wybór najdogodniejszych tras, profilów i prędkości lotu zapewniających maskowanie własnych śmigłowców przed wykryciem przez środki rozpoznania i środki ogniowe OPL przeciwnika;
- wydzielenie sił do obezwładniania środków OPL (dla zabezpieczenia grup uderzeniowych);
- wybór odpowiedniego ugrupowania śmigłowców;
- przeciwdziałanie elektroniczne (zakłócenia środkami pokładowymi czynnymi i biernymi);
- działania demonstracyjne;
- wydzielenie grupy osłony (eskortującej) sił głównych¹¹⁷.

Ocenę możliwości pokonania OPL przeciwnika prowadzą dowódcy różnych szczebli podczas planowania działań bojowych śmigłowców. Możliwości te determinuje wiele różnych czynników, zależnych między innymi od wykonawców zadań, jak i organizatorów. Czynnikiemami tymi są:

- stan rozmieszczenia oraz właściwości taktyczno-techniczne środków OPL;
- stosowane manewry i zakłócenia;
- warunki lotów śmigłowców;
- skład grupy i parametry ugrupowania;
- pora doby i warunki atmosferyczne;
- osłona ugrupowania przed oddziaływaniem ze strony lotnictwa myśliwskiego i śmigłowców uderzeniowych przeciwnika;
- zwalczanie środków OPL przez inne środki.

Realizacja powyższych przedsięwzięć i wymienionych czynników, jak wynika z dokonanych wcześniej analiz, w dużej mierze uzależniona będzie od możliwości wykorzystania nowoczesnych systemów obserwacyjnych zarówno przez śmigłowce, jak i środki przeciwdziałania. Konieczność uwzględniania tych czynni-

¹¹⁷ Przyjmuje się, że około 10 – 20 % z całości ugrupowania przeznacza się do wykonywania tych zadań.

ków, mających bezpośredni wpływ na wykonanie zadania i zachowanie żywotności bojowej śmigłowców generuje duże zapotrzebowanie na informację, umożliwiającą szybkie przeprowadzenie oceny sytuacji. Podczas pokonywania OPL śmigłowce, dzięki swoim szczególnym właściwościom lotno-taktycznym, mają duże możliwości wykorzystania „stref martwych” w polu obserwacji radiolokacyjnej i wzrokowej, co znacznie utrudnia ich wykrycie i oddziaływanie na nie środkami OPL. Te szczególne właściwości śmigłowce będą mogły wykorzystać w przypadku dobrej znajomości terenu i rozmieszczenia środków OPL.

Jednakże przy zastosowaniu nowoczesnych systemów rozpoznania i obrony przeciwlotniczej, przeciwnik łatwo może przewidzieć trasę dolotu (np. jedyne charakterystyczne korytarze w tym rejonie) i w miejscu takim prawdopodobnie rozmieści środki przeciwśmigłowcowe, skutecznie zwalczające pojedyncze śmigłowce lub całą grupę. Powtarzany przez śmigłowce sposób działań, w tych warunkowaniach staje się mało skutecznym i wielce ryzykownym.

Kolejny wymóg podczas pokonywania OPL przeciwnika, zgodnie z obowiązującą taktyką, to niski profil lotu (lot konturowy lub „nosem przy ziemi”), który powoduje, że zachodzi potrzeba ześrodkowania dużo większej liczby środków ogniowych OPL. Wiąże się to z krótkim czasem przebywania śmigłowca w strefach ognia w wyniku dużej prędkości kątowej śmigłowca¹¹⁸.

W ostatnich dekadach XX w. w wyniku szybkiego rozwoju elektroniki, dużego znaczenia nabrała **walka elektroniczna**, jako zespół przedsięwzięć realizowanych w celu zdeorganizowania pracy środków radioelektronicznych i systemów dowodzenia wojskami przeciwnika oraz swobodnego użycia takich środków własnych. W dobie szybkiego rozwoju systemów uzbrojenia i rozpoznania, przede wszystkim środków optoelektronicznych, zachodzi również potrzeba **przeciwdziałania optoelektronicznego**. Z uwagi na pasywność pracy środków optoelektronicznych, przeciwdziałanie w tym zakresie będzie miało na celu w głównej mierze maskowanie (obniżanie kontrastu termicznego) zmierzające do utrudnienia wykrycia celu (obiektu) przez systemy termowizyjne oraz ostrzeżenie przed opromienianiem środkami laserowymi. Zarówno walka elektroniczna, jak i przeciwdzia-

¹¹⁸ Dla prędkości 180 km/h śmigłowiec lecący na wysokości 100 m ma prędkość kątową równą 3^0 (50 tysięcznych), natomiast na wysokości 10 m jego prędkość kątowa wzrasta do 300^0 (5 000 tysięcznych). M. Sadykiewicz, *Kawaleria powietrzna*, Warszawa 1963.

łanie optoelektroniczne (patrz podrozdział 2.3) mają ścisły związek z **pokonaniem systemu OPL przeciwnika** podczas przenikania w głąb jego ugrupowania oraz w czasie zwalczania obiektów. Mają one również duży wpływ na ciągłość i efektywność dowodzenia. Kompleksowe wykorzystanie zakłóceń elektronicznych oraz przeciwdziałania optoelektronicznego znacznie ogranicza możliwości wykrywania przez naziemne posterunki wykrywania i powiadamiania, co opóźnia obieg informacji w systemie dowodzenia OPL przeciwnika. Zakłócenia elektroniczne, a jak dowodzą przedstawione w rozdziale 3 wyniki badań, również w spektrum termowizyjnym – poprzez obniżanie kontrastu termicznego celu – w znacznym stopniu ograniczają możliwości ogniowe środków OPL, szczególnie przeciwlotniczych zestawów kierowanych wykorzystujących samonaprowadzanie w podczerwieni, co zwiększy szanse przeżycia śmigłowców na polu walki.

Zważywszy na różnorodność środków walki, istotnym elementem pokonania systemu OPL przeciwnika jest kompleksowe stosowanie różnorodnych przedsięwzięć. Jednoczesny wybór: odpowiedniego profilu lotu i osi trasy, zastosowanie skutecznego przeciwdziałania radio- i optoelektronicznego, dobór optymalnego ugrupowania oraz wykorzystanie sprzyjających maskowaniu lotu warunków atmosferycznych (ograniczona widzialność i niskie podstawy chmur) zdecydowanie zwiększają prawdopodobieństwo przenikania śmigłowców nad teren przeciwnika, a co za tym idzie, zwiększają skuteczność ich działań i zachowanie żywotności bojowej. Pełne wykorzystanie właściwości zastosowanych optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych może znacząco wpłynąć na wysoką efektywność realizowanych przedsięwzięć.

Kolejną grupą przedsięwzięć, związanych z taktyką działań śmigłowców jest stworzenie **niezawodnego systemu dowodzenia oraz skutecznego współdziałania**. Na podstawie doświadczeń z ćwiczeń oraz badań literatury¹¹⁹ można stwierdzić, że szczególny wpływ na skuteczność działań oraz zachowanie żywotności bojowej ma szeroko rozumiane współdziałanie z innymi rodzajami wojsk, innymi rodzajami lotnictwa oraz współdziałanie wewnątrz własnego ugrupowania.

¹¹⁹ *Żywotność bojowa lotnictwa i sposoby jej zwiększania*, Materiały z narady przeprowadzonej przez DWL w dniu 29. 04. 1988, Poznań 1988, s. 104.

Dla ułatwienia realizacji współdziałania, na co wskazują doświadczenia z konfliktów zbrojnych¹²⁰, pożądane jest rozwinięcie niezawodnego systemu dowodzenia wojskami, w tym również wielu punktów naprowadzania lotnictwa. Praktyczna współpraca stanowisk i punktów dowodzenia oraz swobodny przepływ informacji między nimi, jak również przestrzeganie dokonanych wcześniej ustaleń determinuje końcowy efekt współdziałania, jakim jest osiągnięty stopień wykonania postawionych zadań bojowych przy poniesieniu niewielkich strat własnych. A zatem, w ramach współdziałania lotnictwa z wojskami lądowymi, spośród wielu elementów, niezbędnym jest poczynienie ustaleń i wzajemne przekazywanie informacji dotyczących:

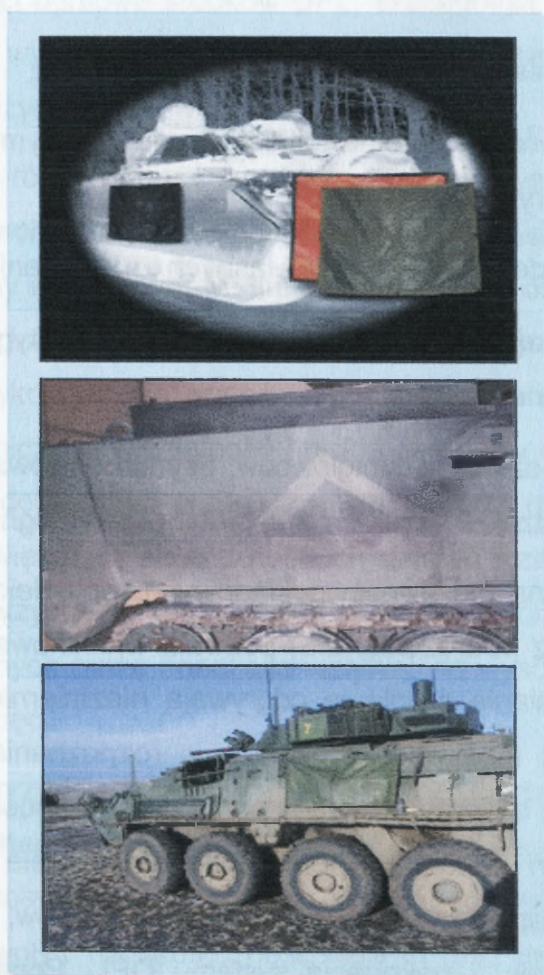
- sposobu niszczenia środków OPL przeciwnika;
- bezpieczeństwa przelotu lotnictwa nad własnymi wojskami (osie tras, czasy i korytarze przelotu);
- sposobu identyfikacji wojsk własnych i oznaczania przedniego skraju;
- sposobu komunikowania się, przekazywania sygnałów współdziałania i sygnałów ostrzeżenia;
- terminów działania śmigłowców, zsynchronizowania ich z działaniami innych rodzajów wojsk według planu rażenia ogniowego.

Dokonana ocena możliwości pokładowych, optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych (patrz podrozdział 2.3) pozwala wnioskować, że w zakresie dowodzenia i współdziałania środki te odgrywają niezmiernie istotną rolę. Jedną z ważnych cech jest możliwość prowadzenia rozpoznania przeciwnika niemal w każdych warunkach atmosferycznych i porze doby w sposób skryty, z jednoczesnym przekazywaniem informacji w formie obrazu w czasie rzeczywistym. Umożliwia to optymalne zaplanowanie wykorzystania środków, wzajemne wsparcie, ustalenie sposobu ataku i pokonania systemu OPL. Ponadto duże możliwości w zakresie identyfikacji „swój – obcy” (IFF) przy wykorzystaniu pasma podczer-

¹²⁰ Doświadczenia z wojny w Czeczenii wykazały dobitnie potrzebę posiadania sprawnego systemu łączności. Przykładem mogą być działania rosyjskiego lotnictwa wojsk lądowych gdzie organizacja współdziałania lotnictwa taktycznego i lotnictwa sił lądowych z oddziałami wojsk lądowych opierała się na wydzielonych z SD ponad 40 oficerach naprowadzania samolotów i śmigłowców. Jednakże ze względu na użycie przez nich przestarzałych środków łączności i nawigacji współdziałanie to nie spełniło wymagań współczesnego pola walki.

wieni i w noktowizji ułatwiają organizację współdziałania i unikania strat od wojsk własnych¹²¹.

Stosowanie paneli termalnych oraz specjalnych taśm refleksyjnych do oznaczania własnego sprzętu naziemnego a nawet pojedynczych żołnierzy pozwala śmigłowcom wyposażonym w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne na identyfikację i określenie przynależności rozpoznawanych obiektów na polu walki. Dla taktyki śmigłowców jest to o tyle ważne, że pozwala na określenie pozycji wojsk własnych bez konieczności stosowania urządzeń elektronicznych podatnych na zakłócenia (fot. 75).



Fot. 75. Środki identyfikacji przystosowane do współpracy z optoelektronicznymi urządzeniami obserwacyjnymi śmigłowców

Źródło: Night Operations Combat ID, dostępne z: http://www.nightoperations.com/combatt_ID.html

¹²¹ Doświadczenia II Wojny Światowej oraz konfliktów lokalnych (Wietnam, Granada, Irak) dowodzą, że straty poniesione od ognia wojsk własnych sięgają od kilkunastu do dwudziestu kilku procent. W czasie wojny w Iraku wojska lądowe USA na pojazdach zastosowały charakterystyczne elementy o silnej sygnaturze termalnej, co kamery termowizyjne z łatwością wykrywały i identyfikowały cel jako „swój”.

Bardzo dużą rolę, w szczególności jako czynnik psychologiczny, odgrywa skuteczny system **ratownictwa załóg** (*Combat SAR*). Podczas prowadzenia działań wojennych niezmiernie trudnym elementem będzie lokalizacja i podejmowanie załóg zestrzelonych nad terenem przeciwnika. W wielu przypadkach właściwości terenu w znacznym stopniu ograniczą łączność z zestrzelonymi załogami, a lądowanie śmigłowca ratowniczego może okazać się niemożliwe. Skuteczne środki wykrywania (oparte na podczerwieni) zezwalają skrócić czas poszukiwania załogi do minimum. Realne jest również poszukiwanie załóg przy użyciu systemu automatycznego wykrywania z wykorzystaniem sensorów pracujących w paśmie podczerwieni¹²².

Innym, niezmiernie istotnym obszarem wpływającym na zachowanie żywotności śmigłowców, szczególnie w działaniach w klasycznym konflikcie zbrojnym jest szeroki zakres przedsięwzięć realizowanych podczas ich bazowania. W warunkach szerokiego stosowania kierowanych środków rażenia **zabezpieczenie śmigłowców podczas bazowania i odtwarzania gotowości bojowej** stanowić będzie, jak wskazują wnioski z przeprowadzonych badań, ważny czynnik zachowania ich zdolności do dalszych działań. Złożony charakter przyszłego pola walki oraz pojawiające się zagrożenia sprawiają, że może być to jednym z trudniejszych zadań. Związane to będzie z częstymi zmianami rejonów bazowych lądowisk i lądowisk wysuniętych, a co za tym idzie powodować będzie utrudnienia ich właściwej organizacji i zabezpieczenia. Konieczność zachowania bezpieczeństwa, wysokiego stopnia gotowości bojowej i potrzeby maskowania rejonu bazowania śmigłowców, zmuszać będą do wyboru terenu spełniającego w tym zakresie wiele wymagań. Wybór ten musi być poprzedzony dokładnym wcześniejszym rozpoznaniem. Rozpoznanie terenu musi dostarczyć takich informacji, jak: przydatność terenu, możliwość skrytego rozmieszczenia na nim sił i środków, warunki maskowania śmigłowców i infrastruktury lądowiska¹²³. Pożądane jest, aby miejsca postoju śmigłowców wybierać tak, żeby umożliwiały one szybkie „wyjście” spod ewentual-

¹²² Przykładem może być projekt „Szykacz” realizowany przez AMW w Gdyni, którego wyposażenie stanowi system obserwacyjny Ultra 4 000 zamontowany na śmigłowcu Anakonda. System ten umożliwia prowadzenie obserwacji w zakresie podczerwieni, w paśmie 8 – 12 μm i w zakresie widzialnym oraz przesyłanie danych z rejonu poszukiwań do naziemnego stanowiska koordynacji akcji ratowniczych (*RCC – Rescue Coordination Center*), między innymi w postaci obrazów.

¹²³ W przypadku wykorzystania śmigłowców do rozpoznania terenu istnieją możliwości określenia cech maskujących terenu z powietrza – są one wówczas najbardziej wiarygodne.

alnego uderzenia przeciwnika, zapewniły maskowanie i rozśrodkowanie śmigłowców.

Ocena właściwości maskujących terenu może być wykonana przez załogi śmigłowców z wykorzystaniem pokładowych urządzeń optoelektronicznych, które pozwalają na identyfikację istniejących cieni termalnych i obszarów o rozmałym kontraście termicznym.

Ze studiów literatury¹²⁴ wynika, że pułk śmigłowców (a nawet eskadra) ma bazować na kilku lądowiskach oddalonych od siebie od 1 do 5 km, a na jednym lądowisku powinna znajdować się niewielka grupa rozśrodkowanych śmigłowców (maksymalnie 6 – 8 śmigłowców). Zmusza to przeciwnika do wydzielenia większego wysiłku do zwalczania śmigłowców na lądowiskach, ułatwia maskowanie, jak również czyni obiekt trudniejszym do wykrycia i mniej opłacalnym do uderzenia. Niezbędnym jest, aby dla zwiększenia głębokości bojowego oddziaływania śmigłowców, skrócenia czasu wykonania zadania na wezwanie z pola walki oraz maksymalnego zmniejszenia strat w śmigłowcach (poza znacznie oddalonymi od linii styczności bojowej wojsk rejonami bazowymi śmigłowców) wyznaczone również zostały rejony lądowisk wysuniętych, lądowiska wyczekiwania i lądowiska „zasadzek”.

Z badań literatury¹²⁵ wynika, że uniknięcie uderzeń od lotnictwa przeciwnika oraz zapewnienie bezpieczeństwa dla śmigłowców można osiągnąć między innymi poprzez:

- przebazowanie śmigłowców LWL do strefy komunikacyjnej znacznie oddalonej od linii styczności bojowej wojsk;
- przebazowanie części sił na pewną odległość z takim założeniem, żeby pododdziały LWL mogły wejść do działań po przebazowaniu rzutów bojowych i odtworzeniu przez nie gotowości bojowej;
- przebazowanie całości sił do rejonu wyjściowego i zorganizowanie manewru lądowiskowego w przewidywanym pasie działań.

¹²⁴ R. Mańkowski, *Zabezpieczenie tyłowe LWL działającego w składzie operacyjnej grupy manewrowej armii*, Warszawa 1984; S. Suchora, *Użycie śmigłowców szturmowych w operacji obronnej armii (korpusu)*, wyd. cyt.

¹²⁵ Tamże.

Każdy z tych wariantów ma zalety i wady, a przyjęcie jednego z nich zależy będzie od rozwoju sytuacji operacyjno-taktycznej.

Przykładem organizacji bazowania śmigłowców w działaniach bojowych w klasycznym konflikcie może być sposób stosowany w armii niemieckiej¹²⁶. W okresie przygotowania do działań, w celu pełnego zapewnienia bezpieczeństwa śmigłowców, rozmieszcza się je w rejonach ześrodkowania odległych około 80 – 100 km od przedniego skraju wojsk własnych. Natomiast w celu szybkiego i skutecznego wsparcia walczących wojsk oddziały i pododdziały śmigłowców przeciwpancernych rozmieszcza się w tyłowych rejonach wojsk pierwszorzutowych (20 – 30 km od przedniego skraju). Pułk śmigłowców przeciwpancernych może zorganizować w pasie korpusu do trzech wysuniętych rejonów wyczekiwania (do rozpoznania, urzędzenia i utrzymania rejonów wyczekiwania pułk ma do dyspozycji 3 grupy rekonesansowe i plutony zaopatrzenia). W przypadku wspierania dywizji przez eskadrę śmigłowców przeciwpancernych, wysunięty rejon wyczekiwania urządza się w wydzielonym przez dywizję miejscu (na powierzchni do ok. 15 km² w pobliżu miejscowości z dobrze rozwiniętą siecią dróg i w okolicach małych obszarów leśnych). W wysuniętym rejonie wyczekiwania organizuje się lądowiska dla czterech kluczy śmigłowców przeciwpancernych oraz trzy wysunięte punkty zaopatrywania w paliwo i amunicję. W rejonie wyczekiwania, załogi otrzymują zadania bojowe, kierunek działania i w przybliżeniu rubieże ognia położone nie bliżej niż 500 m od przedniego skraju wojsk własnych. W oparciu o te informacje są opracowywane trasy dolotu do rubieży ogniowych.

Z przyjmowanych dotychczas kalkulacji wynika, że do zniszczenia eskadry śmigłowców na lądowisku wystarcza do dwóch kluczy samolotów lotnictwa uderzeniowego. Jednakże uwzględniając możliwości nowoczesnych środków precyzyjnego rażenia, opartych na optoelektronicznych systemach wykrywania, identyfikacji celu i naprowadzania (patrz podrozdział 2.2) do wykonania takiego zadania może wystarczyć jeden samolot wykorzystujący skryte podejście i zaskoczenie. Ponadto, w przypadku nie zachowania wymaganych odległości bazowania śmigłowców od linii styczności bojowej wojsk lub wykrycia śmigłowców na lądowisku

¹²⁶ *Lotnictwo sił lądowych głównych państw NATO*, wyd. cyt., s. 46 – 52; Doświadczenia z wizyty w 16. pułku śmigłowców przeciwpancernych w Cele (Niemcy).

skach wyczekiwania i zasadzek, śmigłowce mogą być narażone na oddziaływanie artyleryjskich pocisków precyzyjnego rażenia (patrz podrozdział 2.2).

Z powyższego wynika, że w przyszłych działaniach śmigłowców dla zapewnienia bezpieczeństwa może zaistnieć potrzeba rozśrodkowania nawet do pary śmigłowców na jednym lądowisku. Taki sposób rozśrodkowania ma jednak swoje wady. Znacznie utrudnione jest wówczas zabezpieczenie logistyczne śmigłowców, jak również zorganizowanie skutecznej obrony i ochrony obiektu (np. przed grupami dywersyjno-rozpoznawczymi) oraz obrony przeciwlotniczej.

Bardzo istotnym w tym zakresie, zarówno w odniesieniu do obrony przeciwlotniczej, jak i obrony naziemnej jest **maskowanie**. Zważywszy na zagrożenia ze strony broni precyzyjnej, w której do naprowadzania wykorzystywane są sensory termowizyjne, środki maskowania śmigłowców muszą również ulegać zmianom. Dotychczas do maskowania wystarczały zwykle siatki maskujące (które często demaskowały), środki podręczne, właściwości maskujące terenu oraz dymy do maskowania w paśmie widzialnym.

Przeprowadzone badania empiryczne dowiodły (patrz podrozdział 3.1.1), że konwencjonalne środki maskowania w wielu przypadkach nie będą zapewniać skutecznej osłony. Aczkolwiek odpowiednie zastosowanie klasycznych siatek maskuje obiekt w paśmie widzialnym, to jednak dopiero wykorzystanie specjalnych siatek do maskowania w podczerwieni zdecydowanie obniża kontrast termiczny śmigłowca i ogranicza jego wykrycie również w paśmie podczerwieni.

Podobnie stosowanie konwencjonalnych dymów nie przyniesie oczekiwanych rezultatów. Do osłony śmigłowców przed bronią precyzyjną (termowizyjnym sposobem naprowadzania) niezbędne będzie zastosowanie dymów maskujących w paśmie podczerwieni.

Reasumując, przedstawione w podrozdziale zmiany w wybranych elementach taktyki śmigłowców wynikające z możliwości stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych wskazują jednoznacznie na nierozzerwalny związek ewolucji taktyki śmigłowców związany z wprowadzaniem nowej techniki. Wraz z udoskonaleniami wyposażenia śmigłowców, wciąż weryfikowana jest bowiem i doskonalona taktyka ich użycia. Dostosowanie jej do wymagań współczesnego pola walki stwarza konieczność uwzględniania wniosków i doświadczeń z prowa-

dzonych wojen i konfliktów lokalnych z użyciem śmigłowców, kiedy realizują one zadania w warunkach silnego nasycenia przez nowoczesne urządzenia, a zwłaszcza nowowprowadzane na uzbrojenie. W ostatnich zaledwie dekadach takimi urządzeniami stały się środki pracujące w paśmie optycznym. Ich niekwestionowane walory, w szczególności pasywność pracy oraz możliwość zabezpieczenia działań śmigłowców niemalże każdym warunkach przyczyniły się do zweryfikowania taktyki ich działań w wielu obszarach. Ciągła rywalizacja pomiędzy rozwojem środków „oddziaływania” i „przeciwdziałania” spowodowała, że śmigłowce pomimo zwiększania możliwości ich użycia, z podobnych przyczyn mają sukcesywnie zawężaną swobodę działań.

Wyartykułowane w tym podrozdziale elementy taktyki w kontekście wykorzystywanych środków optoelektronicznych pozwalają wnioskować, iż na polu walki o możliwościach skutecznego oddziaływania śmigłowców oraz o możliwościach ich przetrwania w dużej mierze decydować będzie wyposażenie śmigłowców w nowoczesną technikę termowizyjną i noktowizję. Jednak zważywszy na możliwość zastosowania podobnych środków po stronie przeciwnika należy stwierdzić, że najistotniejszym czynnikiem będzie umiejętność optymalnego wykorzystania w działaniach taktycznych optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych.

4.4. Uogólnienia i wnioski

Analiza dostępnej literatury oraz interpretacja wniosków z ostatnich konfliktów lokalnych pozwoliła dokonać uogólnień i określić warunki działań śmigłowców na współczesnym i przyszłym polu walki. Natomiast wyniki własnych badań empirycznych jednoznacznie wskazały, iż ewolucja taktyki śmigłowców ma ścisły związek z możliwościami pokładowych i naziemnych systemów obserwacyjno-celowniczych oraz środków walki, w których skład wchodzi urządzenia optoelektroniczne. Do niezmiernie istotnych czynników, wpływających na główne obszary taktyki śmigłowców, na które będą wywierać wpływ optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne należą następujące prawidłowości i zależności:

1. Przyszłe pole walki cechowało się będzie porozrywaną linią frontu, nierównomiernym rozmieszczeniem wojsk oraz wysoko manewrowymi działaniami. Utrudni to w znacznym stopniu możliwość określenia przedniego skraju obrony, jak również dokładną lokalizację środków ogniowych przeciwnika.
2. W przyszłych działaniach bojowych znacznie wzrosną potrzeby wykorzystania śmigłowców we wszystkich warunkach atmosferycznych i przez całą dobę na całym obszarze operacji.
3. Niezwykle istotnym czynnikiem sprzyjającym swobodzie działań śmigłowców będzie posiadanie co najmniej lokalnej przewagi w powietrzu.
4. Działania bojowe charakteryzować się mogą częstymi walkami powietrznymi. Wymusi to przystosowanie wyposażenia śmigłowców do tego typu zadań (np. termolokatory) oraz wypracowanie skutecznej taktyki, w celu optymalnego wykorzystania uzbrojenia pokładowego.
5. Konieczność działań śmigłowców w trudnych warunkach atmosferycznych oraz w nocy (ciągłość działań) wymusza potrzebę właściwego zabezpieczenia ich działań oraz wyposażenia w urządzenia, umożliwiające im prowadzenie działań w każdych warunkach atmosferycznych i o każdej porze doby (np. noktowizja i termowizja), bądź odbieranie informacji ze źródeł zewnętrznych.
6. Podstawowym i niezwykle skutecznym komponentem systemów zezwalających na swobodę działań śmigłowcom w każdych warunkach atmosferycznych stały się pasywne urządzenia obserwacyjne, pracujące w paśmie termowizji i noktowizji.
7. Dynamiczny rozwój środków obrony przeciwlotniczej oraz ich coraz powszechniejsze wyposażenie w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne musi być rekompensowany rozwojem pokładowych środków rażenia i samoobrony (szczególnie w paśmie optycznym) śmigłowców, a sposoby wykonania zadań muszą być na bieżąco weryfikowane.
8. W tendencjach rozwojowych śmigłowców obserwuje się znaczący wpływ techniki podczerwieni, wyrażający się między innymi:
 - umożliwieniem im prowadzenia walk powietrznych z wykorzystaniem pocisków kierowanych klasy powietrze – powietrze;

- dążeniem do zapewnienia dużej skuteczności wykrywania celów w nocy i w trudnych warunkach atmosferycznych dzięki zastosowaniu urządzeń termowizyjnych oraz zmniejszeniem wykrywalności śmigłowców osiąganym w wyniku ograniczenia emisji ciepła z silników (stosowanie np. dyfuzorów do rozpraszania strumienia gorących gazów wylotowych);
- wyniesieniem urządzeń obserwacyjno-celowniczych ponad płaszczyzną wirnika nośnego, co pozwala śmigłowcowi pozostać niemal całkowicie w ukryciu za przeszkodą w czasie prowadzenia ognia;
- zwiększeniem precyzji systemów nawigacyjnych i sterowania, co umożliwi dokładniejsze wychodzenie na wskazane cele, lepsze współdziałanie z systemami rozpoznania i dowodzenia oraz dostosowanie profilu lotu do konfiguracji terenu, nawet przy ograniczonej widzialności ziemi lub zupełnym jej braku¹²⁷.

9. Główną tendencją rozwoju uzbrojenia śmigłowców uderzeniowych jest zwiększanie skuteczności broni raketowej, szczególnie kierowanych pocisków raketowych klasy powietrze – ziemia i powietrze – powietrze, gdzie pociski trzeciej generacji naprowadzane są całkowicie automatycznie przez systemy oparte o urządzenia optoelektroniczne. Pozwala to śmigłowcom bezpośrednio po odpaleniu (nawet na małych wysokościach) wykonywać wszelkie manewry, aby np. uniknąć ognia przeciwlotniczego oraz zwiększyć odległości odpalenia pocisku, w celu wyeliminowania konieczności wchodzenia przez śmigłowiec w strefę ognia środków OPL zwalczanych obiektów.

10. W celu uniknięcia strat od własnych środków ogniowych, niezmiernie istotnym jest stosowanie skutecznego systemu identyfikacji bojowej.

11. Z uwagi na wysoką manewrowość wojsk oraz duże możliwości środków rażenia, jak również prowadzenie działań bojowych na całej głębokości ugrupowania wojsk własnych i przeciwnika, w znacznym stopniu utrudnione będą warunki bazowania śmigłowców, co obniży ich poziom bezpieczeństwa (szczególnie podczas odtwarzania gotowości bojowej).

¹²⁷ Jest to możliwe dzięki miniaturyzacji bezwładnościowych systemów nawigacyjnych, wykorzystujących żyroskopy laserowe oraz urządzenia nawigacji satelitarnej.

12. W związku z dużym zagrożeniem uderzeniami na lądowiska przez precyzyjne środki rażenia, w których obserwacyjne urządzenia termowizyjne stanowią ważny element, należy zrealizować wiele przedsięwzięć związanych z właściwym rozśrodkowaniem śmigłowców i zastosowaniem nowych środków maskowania w celu uniknięcia strat podczas bazowania śmigłowców oraz odtwarzania gotowości bojowej.

13. Na skutek szybkiego rozwoju techniki bojowej należy się liczyć z pojawianiem się coraz nowszych środków rażenia, które wpłyną na ewolucję taktyki w wielu jej obszarach. Nie może być więc ona schematyczna. Wykorzystywać musi możliwości posiadanych przez śmigłowce urządzeń pokładowych oraz wszelkie sprzyjające warunki, w tym słabe strony przeciwnika.

Z przedstawionych w rozdziale 4 wyników badań wynika, że właściwości optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych mają znaczący wpływ na wielkość obszarów taktyki działań śmigłowców (patrz zestawienie tab. 11).

Tab. 11. Wpływ stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na elementy taktyki śmigłowców

Rodzaj urządzenia Element taktyki	Okulary nocnego widzenia (NVG)*	Urządzenia termowizyjne			
		Pokładowe (śmigłowcowe)		Naziemne [™] (p/śmigłowcowe)	
		Obserwacyjne	Ogniowe	Obserwacyjne	Ogniowe
1	2	3	4	5	6
Różnorodność zadań:					
– zadania ogniowe	+	+	+++	+	+++
– rozpoznanie i obserwacja	+++	+++		+++	
– kierowanie ogniem	+	+	+++	+	+++
– zabezpieczenie dowodzenia	+	++			
– przewóz wojsk i ładunków	+	+	+	+	+
– działania powietrzno-manewrowe	+	+++	+++	+++	+++
– minowanie narzutowe	+	+	+	+	+
– walka elektroniczna		+		+	

1	2	3	4	5	6
Sposób działań:					
– uderzenia jednoczesne	+	+	+	+++	+++
– uderzenia kolejne	+	+	+	+++	+++
– samodzielne poszukiwanie i zwalczanie	+++	+++	+++	+	+
– zasadzki ogniowe	++	+++	+++	+	+
– towarzyszenie	+	+	+		
Sposób wykonania zadania:					
– wybór profilu lotu	+++	+	+	+++	+++
– sposób zwalczania obiektu:					
znad ugrupowania wojsk własnych	+	+++	+++	+	+
znad terenu przeciwnika	+++	+++	+++	+++	+++
– działania w grupach mieszanych:					
śmigłowiec / samolot	+	+++	+++	++	++
śmigłowiec / BAL	+	+++	+++	++	++
Niezależność od warunków atmosferycznych	+	+	+	+	+
Możliwości prowadzenia walk powietrznych	+	+	+		
Zabezpieczenie bojowe działań:					
– rozpoznanie	+++	+++	+++	+++	
– pokonanie OPL	+++	+++		+++	+++
– walka elektroniczna		+++		+++	
Dowodzenie i współdziałanie:					
– sposób identyfikacji wojsk własnych	+++	+++		+++	
– możliwości techniczne PNL	+	+++		+++	
– swobodny przepływ informacji		+++		+++	
– rozpoznanie przeciwnika	+++	+++		+++	
– przekazywanie informacji w czasie rzeczywistym		+++		+++	

1	2	3	4	5	6
Ratownictwo załóg:					
– lokalizacja	+++	+++		++	++
– czas poszukiwania	+++	+++		++	++
– współdziałanie załóg	+++	+++		++	++
Bazowanie śmigłowców:***					
– skuteczność maskowania	+	+++	+++		
– czas przebywania na lądowisku		+++	+++		
– zachowanie żywotności	+	+++	+++		
Zalety wykorzystania środków:	+++	+++	+++	+++	+
– ciągłość działań	+++	+++		+++	
– skuteczność wykrycia	+++	+++	+++	+++	+
– skrytość działań	+	+	+	+	+
– mobilność	+++	+++		+++	
– wiarygodność informacji					
– selektywność oddziaływania ogniowego	+++	+++	+++		+
– zachowanie żywotności	+++	+++	+++	+++	+

Legenda:

Im więcej krzyżyków tym większy wpływ na elementy taktyki śmigłowców

* wpływ urządzeń NVG rozpatrywany jest wyłącznie dla działań nocnych

** skuteczność środków rozpatrywana jest pod kątem możliwości przeciwdziałania śmigłowcom

*** analiza pod kątem przeciwdziałania przez przeciwnika

Źródło: opracowanie własne

Na dokonanej kompilacji wyników badań zawartych w rozdziale można przyjąć, że optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne w zakresie realizowanych przez śmigłowce zadań mają istotny wpływ na ich różnorodność, sposób wykonywania oraz sposób działań przez śmigłowce. Urządzenia te, dzięki znacznemu zwiększeniu możliwości śmigłowców w zakresie wykrycia, rozpoznania i obserwacji (śledzenia) obiektu (celu), w sposób istotny poszerzają zakres zadań rozpoznawczych, ogniowych, powietrzno-manewrowych, czy też kierowania ogniem prowadzonym przez inne środki. Niekwestionowaną zaletą optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych determinującą ich wpływ na taktykę jest możliwość prowadzenia autonomicznego i skutecznego poszukiwania i zwalczania obiektów przez śmigłowce uderzeniowe, czy też organizowanie zasadzek ogniowych. Dzięki

ułatwionemu wykrywaniu i precyzyjnemu namierzaniu obiektów uderzeń przez śmigłowce istnieje możliwość przeprowadzenia ataku w bardzo krótkim czasie, co w rezultacie zezwala na prowadzenie skutecznych działań również nad terenem przeciwnika. Natomiast możliwość wykrycia obiektu z dużych odległości zezwala na prowadzenie skutecznego ognia spoza zasięgu środków obrony przeciwlotniczej lub znad ugrupowania wojsk własnych.

Powyższe właściwości powodują, że śmigłowiec staje się uniwersalnym środkiem walki. Może oddziaływać na przeciwnika samodzielnie, w oparciu o posiadane środki lub też w ramach grup mieszanych (śmigłowiec / samolot, śmigłowiec / BAL). Wykonywanie zadań w składzie tych grup nie tylko zwiększa skuteczność działań, ale również znacznie wpływa na możliwości zachowania żywotności przez śmigłowce.

Właściwości optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych mają również duży wpływ na swobodę wyboru profilu lotu śmigłowca. Możliwość prowadzenia ciągłej obserwacji w każdych warunkach atmosferycznych i porze doby zarówno przez pokładowe, jak i naziemne optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne zmusza do wykonywania lotu adekwatnie do tych warunków oraz sytuacji operacyjno-taktycznej. W ścisłych relacjach pozostaje wykorzystanie urządzeń optoelektronicznych w systemach pokładowych śmigłowców i środkach obrony przeciwlotniczej. Dobitym przykładem może być zmiana profilów lotu pod wpływem wprowadzania kolejnych środków obrony przeciwlotniczej. Pojawienie się systemów zwalczania środków napadu powietrznego na małych wysokościach (w szczególności przenośnych zestawów raketowych) spowodowało „zejście” śmigłowców do profilu lotu na bardzo małej wysokości i „nosem przy ziemi”. Nie można jednak wykluczyć, że pojawienie się min przeciwsmigłowcowych może zweryfikować, bądź nawet zanegować skuteczność tego sposobu wykonywania zadań taktycznych przez śmigłowce na polu walki.

Z prezentowanych w tabeli oddziaływań na kolejne elementy taktyki wynika jednoznacznie, że optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne nie pozostają bez wpływu na skuteczność przeciwdziałania ze strony środków OPL. Podobnie jak w systemach pokładowych śmigłowców, możliwości obserwacji i pasywnego oddziaływania tych środków są znacznie wyższe, a co za tym idzie, mogą one sku-

tecznie ograniczać swobodę działania śmigłowców i wpływać na dobór odpowiedniej taktyki.

Dokonane analizy ukazują również, w jak dużym stopniu urządzenia optoelektroniczne oddziałują na takie elementy taktyki, jak zabezpieczenie bojowe działań, dowodzenie i współdziałanie, czy też ratownictwo lotnicze. Łatwość lokalizacji źródeł zagrożeń, możliwość dostarczania informacji w czasie rzeczywistym, bezbłędna identyfikacja wojsk, pasywność działania środków, to bezwzględne warunki organizacji skutecznego systemu dowodzenia i współdziałania, pokonania obrony przeciwlotniczej przeciwnika czy też podejmowania rozbitków z terenu przeciwnika.

Specyfika działania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych w znaczny sposób determinować może również warunki bazowania śmigłowców (w szczególności na lądowiskach wysuniętych i wyczekiwania). Możliwości wykrycia w paśmie podczerwieni znacznie ograniczają skuteczność maskowania śmigłowców (szczególnie gorących silników), a to z kolei ma istotny wpływ na czas przebywania na lądowisku, odtwarzania gotowości bojowej i w konsekwencji na zachowanie żywotności bojowej śmigłowców.

Spośród poruszanych powyżej aspektów wpływu urządzeń optoelektronicznych na taktykę śmigłowców, najistotniejszym jest fakt ich niezależności od pory doby i częściowo od warunków atmosferycznych, jak również pasywność działań. Cechy te zezwalają w pełnym zakresie wykorzystać w taktycznym użyciu śmigłowców takie zasady, jak: skrytość działań, zaskoczenie, ciągłość oddziaływania na przeciwnika, selektywność oddziaływania ogniowego. W konsekwencji umożliwia to wysoką skuteczność działań, unikanie nadmiernych strat (w tym ze strony oddziaływania wojsk własnych), a w konsekwencji zachowanie żywotności bojowej śmigłowców na polu walki.

Reasumując, przedstawione zależności możliwości optoelektronicznych urządzeń, wykorzystywanych w systemach obserwacyjnych i środkach ogniowych (o różnym poziomie „inteligencji”) zarówno na pokładzie śmigłowca, jak i w systemach przeciwśmigłowcowych w sposób jednoznaczny ukazują, w jak szerokim zakresie może być uzależniona od nich taktyka śmigłowców. Urządzenia te umożliwiają śmigłowcom realizację zadań w znacznym obszarze działań wojennych

(również na tyłach przeciwnika), niezależnie od warunków atmosferycznych, klimatycznych i pory doby. Wzrasta przez to znaczenie powietrznego wymiaru działań bojowych, a w nim roli śmigłowców. Sukcesywne doposażanie śmigłowców w nowoczesne i coraz doskonalsze systemy obserwacyjno-celownicze i środki ogniowe staje się zatem koniecznością. W ślad za tym, uwzględniając coraz większe możliwości środków walki, musi być wciąż modyfikowana taktyka śmigłowców.

ZAKOŃCZENIE

Praca ma charakter studium taktycznego dotyczącego wpływu stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na taktykę śmigłowców. Jej opracowanie podyktowane było wzrastającą rolą śmigłowców w kształtującej się nowej strukturze pola walki, określającej działania jako powietrzno-lądowe. Dodatkowym bodźcem do prowadzenia badań w tym obszarze było zaobserwowanie dynamicznego rozwoju środków walki wykorzystujących optoelektroniczne systemu obserwacji i naprowadzania, których skuteczność powoduje znaczne przewartościowania w założeniach użycia śmigłowców na polu walki.

Badania wykazały, że dzięki obserwacyjnym środkom optoelektronicznym śmigłowce stały się bardzo groźnym narzędziem walki. Jednak z drugiej strony, znacznie wzrosło ich zagrożenie od optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych i celowniczych użytych w nowych środkach obrony przeciwlotniczej (przeciwśmigłowcowej). Przedstawione w dysertacji wnioski dowiodły, że swoboda działań śmigłowców, dzięki stosowaniu coraz to nowszego i skuteczniejszego wyposażenia optoelektronicznego wzrasta, jednak musi wiązać się to z weryfikacją dotychczasowych założeń taktyki ich użycia.

Synteza wyników przeprowadzonych badań pozwoliła dowieść, że optoelektroniczne pasywne systemy rozpoznawcze i obserwacyjno-celownicze oraz precyzyjne środki ogniowe oparte na termowizji i noktowizji, stosowane zarówno na pokładzie śmigłowca, jak i w naziemnych środkach obrony przeciwlotniczej, wywierają decydujący wpływ na większość obszarów oraz elementów składowych taktyki śmigłowców oraz obraz współczesnego pola walki. Możliwości tak pokładowych, jak i naziemnych optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych są ze sobą ściśle powiązane i ich wykorzystanie wzajemnie się warunkuje.

Przedstawione w rozprawie uwarunkowania zmian taktyki śmigłowców determinowane wykorzystaniem optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych mają charakter ogólny i tylko sygnalizują pewne zależności w tym złożonym obszarze. Wyrażane poglądy nie są więc ostateczne, a stopień szczegółowości prezentacji rozwiązań jest ograniczony do problemów podstawowych.

Zawarte w pracy propozycje rozwiązań, wynikających z celów i zadań badawczych, wraz z ich uzasadnieniami świadczą w opinii autora o zweryfikowaniu hipotez roboczych, rozwiązaniu problemów badawczych i osiągnięciu zamierzonych celów. Podkreślenia wymaga fakt, iż w pracy nie zakładano znalezienia uniwersalnego sposobu ustalenia wpływu stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych na taktykę śmigłowców. Jednak zasadnicze treści niniejszej dysertacji dotyczą tych zagadnień i obejmują niezbędne obszary powiązań między taktyką a techniką. Przedstawione mechanizmy oddziaływania techniki optoelektronicznej na zmiany w taktyce śmigłowców mogą być podstawą do szukania nowych rozwiązań i definiowania szczegółowych prawidłowości w tym obszarze wiedzy.

BIBLIOGRAFIA

1. "Armed Forces Journal" nr 1/2000.
2. "Defense Review" 1995 – 2005.
3. "Wojskowy Przegląd Zagraniczny" 1994 – 2000.
4. „Aviation international” 1995 – 2000.
5. „Lotnictwo i kosmonautyka” 1995 – 2000.
6. „Myśl wojskowa” 1992 – 2005.
7. „Nowa technika wojskowa” 1995 – 2005.
8. „Przegląd Sił Powietrznych” 2003 – 2005.
9. „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej” 1995 – 2003.
10. „Skrzydłata Polska” 1995 – 2005.
11. *A Secure Europe in a Better World*, The European Security Strategy, December 2003.
12. *ATP-35B Land Force Tactical Doctrine*, MAS, Brussels 1992.
13. *ATP-41A Aeromobile operations*, MAS, Brussels 1992.
14. *ATP-49B Use of Helicopters in Land Operation*, MAS, Brussels 1997.
15. *ATP-49C Use of Helicopters in Land Operations*, MAS, Brussels 2000.
16. Babiarz S., *Kierunki rozwoju i modernizacji sprzętu radiolokacji w dobie zmian strukturalnych i funkcjonalnych*, Materiały z konferencji szkoleniowo-metodycznej kierowniczej kadry WRt, Kiekrz 2003.
17. Bandel Z., *Zabezpieczenie inżynieryjno-lotnicze Samodzielnej Grupy Powietrzno-Szturmowej w Iraku*, AON, Warszawa 2005.
18. *Boeing Apache and Unmanned Little Bird Demonstrator Test Expands UAV Control*, April 2006, dostępne z: www.boeing.com/phantom/news/2002/q2/060412a_nr.html
19. Browman S. R., *Bosnia: US Military Operations*, CRS Issue Brief for Congress, Washington D.C., July 2003.
20. Buch K., *Kierunki rozwoju uzbrojenia i wyposażenia elektronicznego nowoczesnych śmigłowców uderzeniowych*, „WPZ” nr 3, Warszawa 1995.
21. Chrzanowski K., *Wojskowy sprzęt optoelektroniczny*. „PWLiOP” nr 10, Poznań 2001.
22. Cierniak R., *Czy termolokacja zmieni taktykę lotnictwa myśliwskiego*. „PWLiOP” nr 2, Poznań 2003.
23. Cieślak E., *Środowisko walki śmigłowców w XXI wieku*, „LW” nr 2, Warszawa 2003.
24. Cordesman A. H., *The Iraq War: Strategy, Tactics and Military Lessons*, CSIS, Washington D.C. 2003.

25. Czekala Z., *Parada radarów*, Bellona, Warszawa 1999.
26. Dulski R., *Modelowanie, analiza i weryfikacja eksperymentalna dla potrzeb konstrukcji wieloczujnikowego, pasywnego systemu wykrywania śmigłowców*. Sprawozdanie z realizacji projektu badawczego KBN nr 0 T00A 006 15, Warszawa 2000.
27. *Encyklopedia techniki wojskowej*, MON, Warszawa 1987.
28. Erwin S. I., *Gunship sensors optimized for urban warfare. New sight targeting systems for Cobra, Apache, address fratricide*, dostępne z: <http://www.nationaldefensemagazine.org/article.cfm?Id+545>
29. Final Report to Congress: *Conduct of the Persian Gulf War*, Department of Defense, Washington D.C., April 1992.
30. *FM 3-04.111 (FM 1-111) Aviation Brigades*, Headquarters, Department of Army 2003.
31. GAO/NSIAD-92-146, *Operation Desert Storm. Apache helicopter was considered effective in combat but reliability problems persist*, United States General Accounting Office, Washington D.C., April 1992,
32. GAO-01-401, *Kosovo Air Operations: Army resolving lessons learned regarding the Apache helicopter*, United States General Accounting Office, March, Washington D.C. 2001.
33. Gomółka J., W. Ogródowczyk, *Kawaleria powietrzna. Zasady walki*, „PW-LiOP” nr 10, Poznań 1994.
34. Gunston B., Spick M., *Współczesne śmigłowce bojowe*, Espadon, Warszawa 1993.
35. Hall D. L., *Mathematical techniques in multisensor data fusion*, Artech House, Norwood 1992.
36. Harmata W., *Dymy jako element systemu maskowania w obszarze taktycznym*, WICHiR, Warszawa 1999.
37. Hewish M., *Image intensification: Taking the tube to new lows*, International Defense Review, Volume 35, May 2002.
38. *Historic US Army helicopters*, dostępne z: <http://tri.army.mil/LC/CS/csa/aa-hist3.htm>
39. *Historic US Army Helicopters*, dostępne z: <http://www.tri.army.mil/LC/CS/csa/yah64.jpg>
40. <http://aeronautics.ru/mi35m.jpg>
41. <http://tri.army.mil/LC/CS/csa/aafcs.htm>
42. <http://tri.army.mil/LC/CS/csa/aa-hist3.htm>
43. http://www.aeronautics.ru/archive/boeing/ah-64_apache/ah_64_longow06.jpg
44. http://www.aircav.com/huey/uhqal04/rckt_011.jpg
45. http://www.atk.com/buisness/defense/Products/Smart%20Weapons/dual_mode.htm

46. <http://www.atk.com/business/defense/Competencies/SEN/algorithms.htm>
47. http://www.bbn.gov.pl/?strona=pl_dokument
48. <http://www.globalpdefence-review.com/SMArt155.html>
49. http://www.globalsecurity.org/military/library/report/2003/101abn_oif_safety_lessons_learned_sep_03.ppt
50. <http://www.hemusbg.org>
51. http://www.nightoperations.com/combat_ID.html
52. <http://www.rafael.com.il>
53. <http://www.systems.textron.com/adas.htm>
54. http://www.tri.army.mil/LC/CS/cas/ah_1.html
55. <http://www.tri.army.mil/LC/CS/cas/ah56002.ipg>
56. <http://www.tri.army.mil/LC/CS/csa/oh58d001.ipg>
57. <http://www.wat.edu.pl>
58. <http://www.wzu.pl>
59. *Informacja rozpoznawcza nr 2*, Dowództwo 4. KL, Poznań 1992.
60. *JP 3-09-1 Joint Tactics, Techniques and Procedures for Laser Designation Operations*, Joint Chief of Staff, Washington D.C., May 1999.
61. Karpowicz J., *Lotnictwo w operacjach przywracania pokoju*, WSOSP, Dęblin 2001.
62. Kaźmierczak R., *Współczesne przeciwpancerne pociski kierowane przeznaczone do zabudowy na śmigłowcach*, Wykład dla grupy pilotów oblatywaczy, ITWL, Bydgoszcz 2002.
63. Kemper T.G., *Aviation Urban Operations: Are We Training Like We Fight?*, Air University, Maxwell AFB 2004.
64. Koch M. i in., *Środki dymne o podwyższonych własnościach maskujących wobec promieniowania podczerwonego*, WICHiR, Warszawa 1999.
65. Kolman R., *Poradnik dla doktorantów i habilitantów*, Bydgoszcz 1996.
66. Kostrow R., Lipowczan A., *Opracowanie metody i aparatury oceny wpływu parametrów środowiskowych na propagację sygnałów akustycznych w przyziemnej warstwie atmosfery dla detekcji i lokalizacji wojskowych obiektów latających*, Sprawozdanie końcowe grant KBN nr 0 T00A 016 17 (2001).
67. Kostrow R., Studecki M., *Rakiety i artyleria wojsk lądowych*, Bellona, Warszawa 2001.
68. Koziej S., *Teoria sztuki wojennej*, AON, Warszawa 1994.
69. Lambeth B. S., *Air Power Against Terror: America's Conduct of Operation Enduring Freedom*, RAND, Santa Monica 2005.
70. *Leksykon wiedzy wojskowej*, MON, Warszawa 1979.

71. Lendzion A., Senejka A., *Przygotowanie pododdziału LWL do udziału w misji stabilizacyjnej w Republice Iraku*, AON, Warszawa 2005.
72. *Lotnictwo sił lądowych głównych państw NATO*, Warszawa 1988.
73. Machura J., Sajak J., *Kariera bojowa śmigłowców*, MON, Warszawa 1980.
74. Madura H. i in., *Pomiary termowizyjne w praktyce*, PAK, Warszawa 2004.
75. Madura H., *Broń inteligentna – krajowe możliwości realizacji*, Wykład dla grupy komendanta WAT, Warszawa 2000.
76. Mańkowski R., *Zabezpieczenie tyłowe LWL działającego w składzie operacyjnej grupy manewrowej armii*, ASG, Warszawa 1984.
77. Marudy H., *Pomiary termowizyjne w praktyce*, PAK, Warszawa 2004.
78. Michalak W., Suchora S., *Użycie śmigłowców rozpoznawczych w działaniach bojowych wojsk*, AON, Warszawa 1995.
79. Mikutel T., *Zmiany w taktyce i technice śmigłowców*, AON, Warszawa 1995.
80. Miller D., Foss CH. F., *Współczesna wojna lądowa*, Espadon, Warszawa 1994.
81. Mroczko F., *Związki rozpoznania z maskowaniem*, „PWL i OPK” nr 5, Poznań 1988.
82. Nelson D. R., *Soviet air power: tactics and weapons used in Afghanistan*, w: *Airpower Chronicles* 1985 January – February, dostępne z: <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/aureview/1985/jan-feb/nelson.html>
83. Polak Z., Rypulak A., *Awionika, przyrządy i systemy pokładowe*, WSOSP, Dęblin 2002.
84. *Regulamin polowy Sił Lądowych Stanów Zjednoczonych FM-100-5. Działania bojowe sił lądowych*, Warszawa 1979.
85. *Regulaminu działań taktycznych wojsk lądowych*, MON, Warszawa 1994.
86. Report for Congress, *Army Aviation: the RAH-66 Comanche helicopter issue*, Congressional Research Service, Washington D.C., January 2002.
87. Sadykiewicz M., *Kawaleria powietrzna*, Warszawa 1963
88. Ścibiorek Z., Kaczmarek W., *Przyszłe pole walki*, AON, Warszawa 1995.
89. Seyrafi K., Hovanessian S. A., *Introduction to Electro-Optical Imaging and Tracking Systems*, Artech House, London 1993.
90. Sienkiewicz P., *Podstawy teorii systemów*, AON, Warszawa 1993.
91. Sosnowski T., *Metoda klasyfikacji i identyfikacji wybranych obiektów militarnych na podstawie cech akustycznych*, WAT, Warszawa 2003.
92. Stasiak K., *Widzenie nocne i urządzenia wspomagające widzenie nocne w lotnictwie*, Wykład dla personelu latającego, WIML, Warszawa 2002.
93. Steinber A. N., *Sensor and data fusion*, IR/EO Systems Handbook, Bellingham 1993.

94. Stimson G. W., *Introduction to airborne radar*, Scitech Publising, New Jersey 1998.
95. *Strategia bezpieczeństwa narodowego RP*.
96. *Strategia wojskowa RP*, Sztab Generalny WP, Warszawa 2004.
97. *Strategic Assessment Report*, Army Research Laboratory, January, Maryland 1999, dostępne z: <http://www.aro.army.mil>
98. Studecki M., *Tendencje rozwojowe przeciwpancernych pocisków kierowanych*, WITU, „ZN” nr 68, Warszawa 1999.
99. Studencki M., *Rola i znaczenie urządzeń optoelektronicznych w zastosowaniach militarnych*, WITU, „ZN” nr 68, Warszawa 1999.
100. Suchora S., Szustek R., Cieślak E., *Działania bojowe lotnictwa wojsk lądowych*, AON, Warszawa 1995.
101. Suchora S., *Użycie śmigłowców szturmowych w operacji obronnej armii (korpusu)*, AON, Warszawa 1991.
102. Sulentic R. N., *Bring on the Night*, dostępne z: <http://www.ittnv.com/itt/miltopmenu/military/>
103. Szustek R., Cieślak E., *Użycie lotnictwa wojsk lądowych w lotniczych połączonych zespołach uderzeniowych*, AON, Warszawa 2002.
104. *Taktyka lotnictwa wojsk lądowych*, Poznań 1983.
105. *The Alliance's Strategic Concept*, Washington D.C., April 1999
106. *The leverage of technology: the evolution of armed helicopters in Vietnam*, "Military Review", July-August 2003.
107. Tolson J., *Vietnam Studies: Airmobility 1961 – 1971*, Department of the Army 1989.
108. Tomaszewski A., Cieślak P., Radomyski A., *Analiza potrzeb zwalczania śmigłowców na współczesnym polu walki*, WAT/AON, Warszawa 2001.
109. US Army TACOM-RI, *Helicopter fire control and electronic systems*, dostępne z: <http://tri.army.mil/LC/CS/csa/aafcs.htm>
110. Vick A. J., *Aerospace Operations in Urban Environments: Exploring New Concept*, RAND Project Air Force MR-1187-AF, Santa Monica 2002.
111. Wolfe W. L., Zissis G. J., *The Infrared Handbook*, Environmental Research Institute of Michigan, 1993.
112. Wołodko A. M., *Wiertolot w Afganistanie*, Moskwa 1993.
113. *Wykorzystanie lotnictwa sił lądowych na współczesnym polu walki w świetle doświadczeń płynących z lokalnych konfliktów zbrojnych*, Dowództwo 4 KL – Informacja rozpoznawcza nr 2, Poznań 1992.
114. Zajas S. i in., *Lotnictwo sił lądowych wybranych państw NATO*, AON, Warszawa 1999.
115. Zajas S. i in., *Podstawy użycia rodzajów wojsk Sił Powietrznych*, AON, Warszawa 1999.

116. Zajas S. i in., *Zastosowanie bojowe samolotów wielozadaniowych Sił Powietrznych RP*, AON, Warszawa 1999.
117. Zajas S., *Zwalczanie przez LMB obiektów pierwszej kolejności rażenia w operacjach obronnych*, AON, Warszawa 1991.
118. Zissis G. J., *Sources of Radiation The Infrared & Electro-Optical Systems Handbook*, Vol. 1, 1993.
119. *Żywotność bojowa lotnictwa i sposoby jej zwiększania*, Materiały z narady przeprowadzonej przez DWL w dniu 29.04.1988, Poznań 1988.

ZAŁĄCZNIK

WYWIADY PRZEPROWADZONE W RAMACH BADAŃ EMPIRYCZNYCH

WYWIAD

z prof. dr. hab. Henrykiem MADURĄ – Instytut Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej

nt. „**Wpływ urządzeń obserwacyjnych pracujące w paśmie optycznym na taktykę śmigłowców**”

Celem wywiadu jest próba identyfikacji urządzeń obserwacyjnych pracujących w paśmie optycznym, zdefiniowanie ich roli w całym systemie tego typu wojskowych urządzeń oraz weryfikacja ich zalet na tle urządzeń pracujących w innych pasmach częstotliwości w aspekcie taktycznego wykorzystania śmigłowców na polu walki.

1. Które z właściwości optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych, Pana zdaniem, wpływają na ich odmienną rolę pośród innych urządzeń w taktycznym użyciu śmigłowców na polu walki?

Urządzenia optoelektroniczne są bardzo podobne do swoich odpowiedników wykorzystujących fale pasma radiolokacyjnego. Posiadają natomiast swoiste właściwości, dające przewagę tym urządzeniom, gdyż dzięki wysokiej częstotliwości fal pasma optycznego urządzenia te posiadają dużą rozdzielczość układów pomiarowych i zobrazowania, co może odgrywać istotny wpływ na taktykę śmigłowców. Natomiast niewielka szerokość wiązki powoduje, że urządzenia optoelektroniczne są trudne do zakłócenia.

Metoda wykorzystująca emitowanie promieniowania cieplnego – termowizja jest jedną z najskuteczniejszych metod wykrywania obiektów, zarówno naziemnych jak i powietrznych. Jest ona szczególnie efektywna ze względu na fakt, że każdy obiekt wydziela energię cieplną, której nie można całkowicie zamaskować.

Jednakże jedną z największych zalet tych urządzeń w aspekcie ich wpływu na taktykę śmigłowców jest ich całkowicie pasywny charakter pracy oraz niezależność od pory doby. Natomiast pewne ograniczenia możliwości ich wykorzystania

w działaniach taktycznych śmigłowców dyktowane są wrażliwością na niesprzyjające warunki atmosferyczne.

2. W jakim zakresie warunki atmosferyczne oddziałują na możliwości obserwacji w paśmie termowizji?

Zmniejszają przede wszystkim zasięg ich działania. Najlepsze właściwości tłumienia zasięgu posiada intensywny opad śniegu i deszczu. W nieco mniejszym stopniu gęsta mgła.

3. Czy w związku z tym czyni się jakieś starania, aby poprawić ich właściwości w tym zakresie, tak aby zwiększyć możliwości taktycznego użycia śmigłowców na polu walki?

Oczywiście. Przede wszystkim w pokładowych systemach obserwacyjno-celowniczych śmigłowców wykorzystuje się zakres spektralny, w którym przy dużej wilgotności warunki obserwacji są lepsze (w przedziale 8 – 12 μm). Urządzenia działające w tym paśmie są mniej podatne na „zakłócenia” spowodowane ograniczonymi możliwościami transmisji atmosfery (jednak przy silnym nasłonecznieniu zakres 3 – 5 μm jest mimo wszystko korzystniejszy), co przekłada się bezpośrednio na zwiększenie swobody wyboru taktyki użycia śmigłowców na polu walki.

4. W jakim kierunku należy się spodziewać rozwoju środków walki, które mogą wpływać na taktykę śmigłowców wykorzystujących optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne?

Kolejne generacje tych urządzeń w coraz większym stopniu będą zacierać różnice w możliwościach pomiędzy radarowymi a termalnymi metodami wykrycia. Możliwości współczesnych urządzeń poszukiwania i śledzenia w podczerwieni, planowanych do wykorzystania w nowoczesnych systemach obserwacyjno-celowniczych śmigłowców (w zakresie poszukiwania obiektów powietrznych) sięgają odległości nawet do 20 km. Rozmaitość obiektów pola walki, warunków ich obserwacji oraz klasy urządzeń powodują duże zróżnicowanie zasięgów wykrycia i w praktyce wynoszą one od kilku do kilkudziesięciu kilometrów. Rosnące znaczenie śmigłowców na polu walki, może zwiększać zakres ich wyposażania w systemy obserwacyjno-celownicze, pracujące przede wszystkim w paśmie podczerwieni, o możliwościach zbliżonych do tych, które obecnie wykorzystują nowoczesne samoloty wielozadaniowe.

Obecnie trwają prace (z dużymi sukcesami) nad kombinacją w systemach obserwacyjno-celowniczych śmigłowców dwóch zakresów widmowych - podczerwieni z jednoczesną pracą innych czujników, np. MMW – mikrofali. Kombinacja tych dwóch pasm zwiększa dokładność i skuteczność przeciwdziałania środkom zakłócającym. Oba zakresy widma pozwalają na osiągnięcie przez śmigłowce na polu walki dużego prawdopodobieństwa wykrycia obiektu, określenie jego współrzędnych, automatyczne śledzenie i precyzyjne trafienie w cel.

5. Do jakiego typu środków walki mogą być wykorzystywane takie właściwości optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych, biorąc pod uwagę ich wpływ na taktykę śmigłowców?

Przede wszystkim do środków wyposażonych w systemy automatycznego rozpoznania i zwalczania celów. Zalicza się do nich między innymi środki obrony przeciwlotniczej oraz rozwijane obecnie miny zdalnego rażenia, które w założeniach mogą niszczyć śmigłowce z odległości 100 – 150 m. Miny te są wyposażone w kilka różnych czujników. Zasadniczym jest jednak miniaturowa kamera termowizyjna, która lokalizuje cel, pozwala na wypracowanie danych do naprowadzenia miny na cel oraz podejmuje decyzję o jej zadziałaniu.

Rozpoczęto również produkcję inteligentnych pocisków przewidywanych do użycia przez śmigłowce, atakujących cele naziemne z góry, w których głównymi czujnikami są również detektory podczerwieni. Urządzenia optoelektroniczne są wykorzystywane ponadto do naprowadzania na cel pocisków moździerzowych, które z kolei mogą stanowić zagrożenie dla śmigłowców na lądowiskach wysuniętych.

6. Czy Polska ma własne osiągnięcia w dziedzinie stosowania urządzeń optoelektronicznych w systemach uzbrojenia, które mogą wpływać na taktykę śmigłowców?

Polska stara się również nie odstawać w tej dziedzinie. Między innymi w oparciu o kadrę naukową WAT powstał inteligentny, wybuchowo formowalny pocisk przeciwpancerny kalibru 100 mm, którego w dalszych pracach elementy zostały wykorzystane w minie przeciwśmigłowcowej, skonstruowanej również przez ten zespół badawczy.

7. Wprowadzenie na uzbrojenie pasywnych środków walki wiąże się z powstawaniem nowych zagrożeń dla śmigłowców. Czy w tej dziedzinie – „systemów samoobrony” – prowadzimy własne prace badawcze?

Oprócz powszechnie stosowanych środków w systemach obrony elektronicznej śmigłowców mylenia rakiet naprowadzanych na podczerwień (flar), czy też obniżania „śladu cieplnego” za śmigłowcem stosuje się również aktywne urządzenia ostrzegające w postaci odbiorników promieniowania laserowego (pasmo podczerwieni ze względu na całkowitą pasywność nie jest wykrywane żadnym z urządzeń). Przez zastosowanie co najmniej dwóch odbiorników w systemie obrony elektronicznej śmigłowca możliwe jest określenie kierunku opromieniowania i wykrycie stacji laserowej. Tego typu projekt (z czterema głowicami detekcyjnymi) przygotowywany przez Instytut Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej, przewidziany jest do wyposażenia śmigłowca W-3 Sokół.

8. Powszechnie stosowanymi przez pilotów śmigłowców urządzeniami wspomagającymi obserwację są okulary nocnego widzenia (NVG). Z jakimi problemami technicznymi borykają się konstruktorzy tych urządzeń i w jakich obszarach należy się spodziewać zwiększania ich możliwości?

Do głównych wyzwań w zakresie zmian konstrukcyjnych noktowizorów stosowanych przez załogi śmigłowców należy między innymi zachowanie ich pasywności działania, zwiększanie wielokrotności wzmocnienia obrazu, poszerzanie pola widzenia, uzyskanie głębi obrazu czy też ograniczanie niebezpieczeństwa „oślepienia” pilota śmigłowca. W nowoczesnych układach obraz wzmocniany jest nawet kilka tysięcy razy. Noktowizory są urządzeniami pasywnymi pracującymi na długości fal widzialnych, lecz niektóre z nich (optyczne wzmacniacze obrazu) są także czułe na bliską podczerwień. Szacuje się, że zasięg wykrycia celu przez załogi śmigłowców, w przypadku stosowania najnowszych generacji noktowizorów w pełni księżyca wynosi do 810 m. Trwają prace nad zastosowaniem noktowizora panoramicznego, w którym szerokość pola widzenia rozszerza się do 100° (obecnie 40°), co pozwoli załogom śmigłowców stosowanie w taktyce szerszego spektrum manewrów i profili lotu.

9. Na jakim poziomie bezpieczeństwa realizowana jest identyfikacja celu przy wykorzystaniu optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych?

Możliwości w zakresie identyfikacji „swój – obcy” (*IFF*), przy wykorzystaniu pasma podczerwieni i w noktowizji są szerokie i mają większe zastosowanie w taktyce śmigłowców niż elektroniczne systemy *IFF*. Należy pamiętać, iż każde ciało o temperaturze większej niż 0°K (-273°C) jest źródłem promieniowania elektromagnetycznego, zaś rozkład widmowy promieniowania tego ciała jest charakterystyczny dla jego temperatury. Obserwacja w podczerwieni jest tym bardziej skuteczna, że prawdopodobieństwo wystąpienia dwóch obiektów, które mają tę samą temperaturę jest prawie niemożliwe. Korzystając z tej właściwości tworzone mogą być bazy danych, czyli sygnatur celu dla każdego z obiektów zwalczanego przez śmigłowce na polu walki. Identyfikacja może wówczas odbywać się autonomicznie, a przez to być niemalże niezawodna. W czasie wojny w Iraku, po wystąpieniu przypadków ostrzelania przez samoloty i śmigłowce koalicji antyirackiej własnych pozycji, wojska lądowe USA na pojazdach zastosowały charakterystyczne elementy o silnej sygnaturze termalnej, co spowodowało, że kamery termowizyjne z łatwością wykrywały i identyfikowały obiekty jako „swoje”.

Dziękuję za rozmowę

WYWIAD

z dr. Władysławem Harmatą – Wojskowy Instytut Chemii i Radiometrii

nt. „**Dymy jako element systemu maskowania w taktycznym użyciu śmigłowców na polu walki**”

Jedną z niekwestionowanych zalet urządzeń obserwacyjnych, pracujących w paśmie podczerwieni, jest możliwość wykrycia i obserwacji obiektu, często niewidzianego gołym okiem. Powszechnie stosowanymi środkami maskowania wojsk, a w tym śmigłowców na polu walki są dymy. W tym właśnie obszarze chciałbym zadać Panu kilka pytań:

1. Jak Pan ocenia skuteczność dymu na współczesnym polu walki jako środka maskowania, który może mieć wpływ na taktykę śmigłowców?

Dym jest środkiem bardzo uniwersalnym i może być stosowany w wielu bardzo różnych okolicznościach. Może być stosowany we wszystkich rodzajach działań bojowych, przez wszystkie rodzaje sił zbrojnych i rodzaje wojsk oraz na każdym szczeblu organizacyjnym. Może być też używany na różną skalę i w różnej formie w taktycznym użyciu śmigłowców na polu walki zależnie od celów i roli jaką ma spełniać w konkretnej sytuacji.

Doświadczenia z dotychczas prowadzonych konfliktów zbrojnych oraz z przeprowadzonych ćwiczeń, jak również wyniki badań eksperymentalnych dowodzą, że dymy są i pozostaną w działaniach taktycznych śmigłowców skutecznym środkiem pasywnego przeciwdziałania tak klasycznym, jak i nowoczesnym środkom rozpoznania, naprowadzania i rażenia wybranych celów. Jednakże skuteczność przeciwdziałania nowoczesnym, pasywnym systemom rozpoznania i zwalczania zależała będzie od rodzaju środków wykorzystywanych do zadymiania.

2. Jakie środki ma Pan na uwadze?

Należy uwzględnić zastosowany w nich rodzaj substancji dymotwórczej, która w zasadniczy sposób decyduje o parametrach taktyczno-technicznych zasłon dymnych stawianych przy ich wykorzystaniu oraz skuteczności zakłócania poszczególnych środków walki. Klasyczne dymy są w stanie tylko w ograniczonym zakresie zakłócić naprowadzanie środków ogniowych przy wykorzystaniu laserowych systemów naprowadzania oraz ograniczyć obserwację prowadzoną za po-

mocą urządzeń optycznych, czy też okularów nocnego widzenia, co będzie bezpośrednio wpływać na taktykę śmigłowców z optoelektronicznymi urządzeniami obserwacyjnymi. Natomiast dodanie do tego dymu odpowiednich substancji w znacznym stopniu ogranicza możliwości wykrycia, rozpoznania i skutecznego naprowadzania również w zakresie podczerwieni.

3. Jakie środki maskowania aktualnie wykorzystuje się w wojskach lądowych?

Podstawowym sprzętem znajdującym się na wyposażeniu pododdziałów zadymiania występujących w wojskach obrony przeciwchemicznej WP (kompania zadymiania) są generatory dymu. W niewielkim stopniu pododdziały te wykorzystują również świece dymne (głównie do uzupełnienia luk w stawianych zasłonach).

Do środków maskowania dymem, które aktualnie znajdują się na wyposażeniu wojsk należą:

- ręczne granaty dymne RGD-2;
- świece dymne DM-11 M oraz DM-2B;
- świece dymne BDSz (MDSz);
- termiczna aparatura dymotwórcza czołgów i bojowych wozów piechoty;
- pociski i granaty dymne wraz z wyrzutniami montowane na wieżach czołgów i bojowych wozów piechoty;
- wytwornice dymów stosowane na śmigłowcach.

4. Jakie śmigłowcowe wytwornice dymu ma Pan na uwadze?

Wytwornicę dymu zasłonowego WDZ-80, która skonstruowana była do użycia na śmigłowcu Mi-2. Wyposażone w nią były wszystkie dotychczasowe śmigłowce przeznaczone do działania na rzecz wojsk obrony przeciwchemicznej.

Panelowa wytwornica dymu – PWD „Pylika” jest nowym opracowaniem śmigłowcowej wytwornicy dymu. Skonstruowana została w miejsce dotychczas eksploatowanej wytwornicy WDZ-80 i dostosowana do nowego typu śmigłowców (W-3WA), które uwzględnione były do zabezpieczenia potrzeb obrony przeciw-

chemicznej. Należy tutaj podkreślić, że panelowa wytwornica dymu nie była konstruowana w celu jej użycia w ramach zabezpieczenia taktycznych działań bojowych śmigłowców na polu walki.

5. Czy Pana zdaniem, w związku z rozwojem techniki zadymiania, skuteczność i powszechność stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych w odniesieniu do taktycznego użycia śmigłowców będzie malała?

Dymy, to tylko jeden ze środków wykorzystywanych do maskowania wojsk i techniki bojowej, a w tym śmigłowców w zakresie pasma widzialnego i w podczerwieni. Stanowią one pewną przeszkodę dla współczesnych urządzeń obserwacyjnych śmigłowców oraz systemów obrony przeciwlotniczej pracujących w tym zakresie częstotliwości. Jednak skuteczność zadymiania, jak i efektywność działania rozpatrywanych środków zależą przede wszystkim od sposobu ich wykorzystania, właściwości terenu, warunków atmosferycznych oraz zaistniałej sytuacji operacyjno-taktycznej. Należy dodać, że dalszy rozwój środków maskowania dymami i ewolucja wykorzystania przekładająca się na modyfikację taktyki śmigłowców będzie z całą pewnością uwzględniała ich wzajemne relacje i zależności.

Dziękuję za rozmowę

WYWIAD

z ppłk. dypl. pil. Adamem TRZECIAKIEM – Szefostwo Wojsk Aeromobilnych
nt. „Wykorzystanie okularów nocnego widzenia w Lotnictwa Wojsk Lądowych Sił Zbrojnych RP”

Już od dziesięcioleci w lotnictwie wojsk lądowych wielu państw z powodzeniem piloci wykorzystują okulary nocnego widzenia. Myślę, że zgadza się Pan ze stwierdzeniem, iż rozwój noktowizji stanowił istotny czynnik w ewolucji taktyki śmigłowców w ostatnich dekadach XX w. W związku z tym rodzi się kilka pytań, na które oczekuję od Pana odpowiedzi:

1. Co Pana zdaniem było przyczyną tak dużych opóźnień w wprowadzaniu tej techniki w naszym lotnictwie wojsk lądowych?

Z całą pewnością zgadzam się z powyższymi stwierdzeniami. Myślę, iż główną przyczyną opóźnień była przynależność naszych sił zbrojnych do Układu Warszawskiego, w którym strategia rozwoju techniki i taktyki uzależniona była od wielu powiązań sojuszniczych. Należy tutaj dodać, że Amerykanie już w latach 60-tych w czasie wojny w Wietnamie zdobyli w dziedzinie wykorzystania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych w działaniach śmigłowców duże doświadczenie, w przeciwieństwie do Rosjan, którzy jeszcze na początku lat 80-tych w Afganistanie w zasadzie nie prowadzili działań nocnych. Dynamiczny rozwój i zastosowanie systemów optoelektronicznych w działaniach bojowych śmigłowców lotnictwa rosyjskiego rozpoczęło się dopiero w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych, a pierwsze doświadczenia bojowe z działań prowadzonych w nocy z wykorzystaniem termowizyjnych i noktowizyjnych systemów obserwacyjnych związane są z działaniami rosyjskich sił zbrojnych w Czeczenii.

Początek przynależności Polski do NATO, to brak właściwego wyposażenia śmigłowców lotnictwa wojsk lądowych w tym zakresie oraz odwlekanie decyzji o modernizacji sprzętu, co negatywnie rzutowało na naszą zdolność realizacji zobowiązań sojuszniczych.

2. Czy Pana zdaniem obecnie w sposób wystarczająco poważny podchodzi się tego problemu stosowania okularów nocnego widzenia w taktycznym wykorzystaniu śmigłowców?

Myślę, że tak. W latach 2003 – 2004 w 7. dlot. (25. BKPow.) w Tomaszowie Mazowieckim zorganizowano szkolenie 4 pilotów w użyciu NVG. Gogle trzeciej generacji typu PNL 3 wypożyczono w Przemysłowym Centrum Optyki (Warszawa) i na dostosowanym śmigłowcu W-3 Sokół przeprowadzono serię lotów, przeszkalając czterech pilotów, z których trzem nadano uprawnienia instruktorskie.

Kolejnym etapem było podjęcie decyzji o przystosowaniu śmigłowców do realizacji tego typu lotów. W ramach modernizacji na bazie WZL-1 Łódź, jako pierwsze tego typu doposażenie przechodzą śmigłowce Mi-24W. Doposażeniu podlegają będą również śmigłowce W-3 Sokół, Mi-8, a nawet wysłużone Mi-2. Aktualnie wojska aeromobilne posiadają 20 kompletów NVG trzeciej generacji, serii PNL-3, co w perspektywie najbliższych lat pozwoli na taktyczne wykorzystanie śmigłowców na polu walki również w nocy.

3. W jakim zakresie zmienił się w tym obszarze system szkolenia personelu latającego?

Po zakończeniu lotów próbnych na śmigłowcach z użyciem okularów nocnego widzenia opracowany został aneks do Programu Szkolenia Lotniczego PSzL-95 (jako rozdział X) i rozkazem nr 164 z dn. 16. 08. 2004 r. Dowódca Sił Powietrznych wprowadził go do użytku.

Zakres szkolenia obejmuje około 6 godz. treningu w technice pilotowania i nawigowania, ponad 8 godz. w lotach koszących oraz godzinę szkolenia instruktorskiego. Łącznie ponad 23 godziny nalotu.

4. Na jakim etapie szkolenia (przy jakim doświadczeniu) wskazane jest rozpoczęcie przeszkolenia pilotów śmigłowców w stosowaniu okularów nocnego widzenia?

Przytoczony powyżej program przewiduje szkolenie pilotów śmigłowców, którzy posiadają nalot życiowy min. 500 godz. oraz nalot w nocy min. 70 godz., w tym między innymi 50 % nalotu na typie śmigłowca, na którym będzie szkolony w wykorzystaniu NVG.

5. Jak Pan ocenia możliwości realizacji zadań taktycznych przez załogi śmigłowców z wykorzystaniem NVG?

Dotychczas, nie mając możliwości korzystania z NVG, loty nocne (poza kręgiem nadlotniskowym i lądowaniem na znanym lądowisku, gdzie do lądowania wykorzystywany był reflektor pokładowy, zdradzający pozycję śmigłowca) realizowane mogły być przez załogi śmigłowców (zgodnie z regulaminem lotów i programem szkolenia) na wysokościach powyżej 200 m, a w lotach trasowych powyżej 400 m. Wprowadzenie NVG sprawia, że wysokości lotów aktualnie obowiązujące w dzień w korzystnych warunkach atmosferycznych adoptowalne są w lotach nocnych przy zachowaniu wymaganego poziomu bezpieczeństwa w takcie realizacji zadań taktycznych na polu walki przez śmigłowce.

Zgodnie z nowym programem, loty z wykorzystaniem NVG dzielą się na:

- loty na małej wysokości, powyżej 50 m (150 ft) – loty wykonywane są ze stałą prędkością i wysokością;
- loty koszące na wysokości 25 – 50 m (80 – 150 ft);
- loty profilowe na wysokości 10 – 25 m z prędkością do 120 km/h;
- przemieszczanie i zajmowanie pozycji, podloty (do ataku) na wysokości do 10 m (30 ft) z prędkością do 70 km/h ponad przeszkodami naturalnymi lub w odległości dwóch średnic wirnika nośnego od nich z wykorzystaniem maskujących właściwości terenu.

6. W jakich obszarach należy oczekiwać zmian w taktyce śmigłowców podyktowanych wykorzystaniem NVG?

Zmiany w taktyce śmigłowców podyktowane będą z całą pewnością faktem niezależności prowadzenia obserwacji przy użyciu NVG od pory doby, jak również pasywnością ich działania. Cechy te w znacznie szerszym zakresie pozwalają na prowadzenie rozpoznania, skrytość działań i zaskoczenie, jak również ciągłość oddziaływania na przeciwnika. Ponadto działania śmigłowców pod osłoną nocy mogą wpłynąć korzystnie na ograniczanie nadmiernych strat, a w konsekwencji na zachowanie żywotności bojowej.

Dziękuję za rozmowę

WYWIAD

z dowódcą 16. pułku śmigłowców przeciwpancernych wojsk lądowych w Cele
(Niemcy)

nt. „**Pryncypia wykorzystania optoelektronicznego systemu obserwacyjno-celowniczego śmigłowców przeciwpancernych**”

Śmigłowiec przeciwpancerny jest najbardziej mobilnym i skutecznym środkiem walki w systemie zwalczania czołgów i wozów opancerzonych przeciwnika. Jednak ta teza jest prawdziwa wtedy, kiedy jest on właściwie wykorzystany. Na tym tle mam kilka pytań, na które oczekuje odpowiedzi.

1. Jakich zalet należy się doszukiwać w tego typu środkach walki i czy śmigłowce wyposażone w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjno-celownicze wykorzystywane w Pana jednostce są w stanie sprostać oczywistym oczekiwaniom?

Muszę obiektywnie przyznać, że nie. Śmigłowiec Bo-105 (bo o takim jest mowa), uzbrojony w kierowane pociski raketowe typu *HOT*, z uwagi na możliwości jego systemu celowniczego, nie jest obecnie przystosowany do realizacji zadań ogniowych w nocy. Ponadto, w przypadku występowania bardzo słabej widzialności spowodowanej np. mgłą i bardzo niską podstawą chmur, a także oblodzenia może mieć on również duże ograniczenia i w dzień. W dobie obecnej, zasadnym byłoby również, aby załoga mogła zlokalizować obiekt i odpalić do niego raketę z odległości nie mniejszej niż 6 – 8, a nawet 10 km. Natomiast maksymalna odległość odpalenia pocisków raketowych *HOT* (przy założeniu dobrych warunków atmosferycznych) wynosi obecnie, przy zastosowaniu optoelektronicznego systemu pracującego w paśmie widzialnym jedynie około 4 km.

2. W związku z powyższym, w jaki sposób widzi Pan możliwość rekompensowania słabych stron śmigłowca?

Przede wszystkim w kompleksowym szkoleniu personelu latającego, opartym na wykorzystywaniu taktyki uwzględniającej słabe strony przeciwnika, maksymalnym wykorzystaniu możliwości własnych środków oraz cech maskujących terenu.

3. Na czym więc polega istota szkolenia pilotów w 16. pułku śmigłowców w zakresie zastosowania bojowego?

Jest wiele istotnych elementów szkolenia, które pilot musi poznać i wręcz perfekcyjnie opanować. Do nich z pewnością należą:

- umiejętność obsługi optoelektronicznego systemu celowniczego pasma widzialnego, będącego na wyposażeniu śmigłowca;
- wykorzystanie rzeźby terenu;
- znajomość taktyki i umiejętność współdziałania załóg w grupie uderzeniowej na pozycjach ogniowych.

4. W jednym z hangarów zademonstrowano nam symulator systemu celowniczego do naprowadzania rakiet kierowanych *HOT*. Jaka jest Pana opinia na temat szkolenia pilotów w oparciu o ten symulator?

Pozornie symulator ten wydaje się prostym urządzeniem. Jednak muszę obiektywnie przyznać, iż regularny trening odnosi wymierne skutki. Pilot prawie w realnych warunkach, wykorzystując optoelektroniczny celownik i ruchomy cel, może do perfekcji wytrenować niezbędne umiejętności (w rzeczywistych warunkach poligonowych, dzięki systemowi stabilizacji lotu, operator uzbrojenia może w dość stabilnym locie realizować naprowadzanie pocisku raketowego na cel). Komputerowy system oceny w sposób obiektywny określa poziom przygotowania pilota – operatora uzbrojenia.

5. Co Pana zdaniem jest istotne w szkoleniu poligonowym pilota w aspekcie stosowania optoelektronicznego systemu obserwacyjno-celowniczego?

Myślę, że rzeczą niezmiernie ważną jest umiejętność dolotu śmigłowca do rubieży otwarcia ognia. Innymi słowy, zdolność pokonania systemu obrony przeciwlotniczej, opartego w dużej mierze na skutecznych optoelektronicznych środkach wykrywania i zwalczania celów niskolecących, przy jednocześnie niewielkim zasięgu ogniowego oddziaływania własnych środków pokładowych. Położenie poligonu sprzyja tego typu szkoleniu. Trasy dolotu mogą być dobrane w taki sposób, że śmigłowiec od momentu startu wykonuje lot „nosem przy ziemi”, wykorzystując dukty leśne, naturalne wzniesienia lub sztuczną zabudowę, dzięki czemu, nawet na chwilę śmigłowiec nie wchodzi w zasięg naziemnych środków wykrywania.

Ważną jest również umiejętność prowadzenia obserwacji przy użyciu pokładowego systemu obserwacyjno-celowniczego na rubieży ogniowej i prowadzenia ognia. Załogi wykorzystują naturalne lub sztuczne przeszkody, z góry dokonują podziału celów, a po wykonaniu ataku natychmiast zmieniają pozycje ogniowe.

6. W jaki sposób realizowane jest bazowanie śmigłowców?

Rejon bazowania śmigłowców przed przydzieleniem grupy do konkretnego związku taktycznego oddalony jest około 100 km od rubieży styczności bojowej wojsk. Po otrzymaniu zadania grupa śmigłowców przebazowuje się na odległość około 35 km. Cztery klucze śmigłowców zajmują rejon około 15 km². Jednak rejon bazowania jest wyposażony w minimum trzy zespoły tankowania śmigłowców i odtwarzania gotowości bojowej, co w rezultacie zezwala na odtwarzanie gotowości (ponowny start śmigłowca) w czasie nie dłuższym niż 10 min.

7. Jakie potrzeby w zakresie szkolenia chciałby Pan jeszcze wyeksponować?

Z pewnością gruntowne zapoznanie personelu latającego z taktyką działań – własną i przeciwnika. Poznanie źródeł zagrożeń ze strony nowoczesnych systemów obrony przeciwlotniczej stosujących optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne, stanowiących zagrożenie dla śmigłowców lecących nawet na bardzo małych wysokościach.

Bardzo istotnym jest również możliwość realizacji przez śmigłowce zadań w nocy, przy uwzględnieniu tego typu zagrożeń. A więc, doskonałe przygotowanie pilota do wykonywania lotów z użyciem okularów nocnego widzenia (NVG). Dotychczas zdobyte doświadczenia w tym zakresie dowodzą, że tego typu loty, nawet przy wykorzystaniu gogli trzeciej generacji, wiążą się z pewnymi trudnościami i ograniczeniami, a loty konturowe w nocy zmuszają do zwiększonej uwagi w zakresie kontroli przestrzennego położenia śmigłowca.

Dziękuję za rozmowę

WYWIAD

z ppłk. pil. dypl. Dariuszem KOSTRZEWA – dowódcą 7. dywizjonu lotniczego
w Tomaszowie Mazowieckim

nt. „Miejsce i zadania śmigłowców wielozadaniowych w misjach stabilizacyjnych w aspekcie stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych”

Do rejonu misji stabilizacyjnej w Iraku przebazowano 6 śmigłowców W-3-WA Sokół z zaszeregowaniem ich jako śmigłowców wielozadaniowych. Na pewno ich udział w strefie działań bojowych przynosi wiele refleksji i doświadczeń, w nawiązaniu do których chciałbym zadać Panu kilka pytań:

1. Jakiego typu zadania wykonywali dowodzeni przez Pana piloci?

Zadania wykonywane przez śmigłowce W-3 WA Sokół Samodzielnej Grupy Powietrzno-Szturmowej, obecnie batalionu powietrzno-manewrowego, w czasie misji PKW Irak można usystematyzować w dwóch grupach, jako: zadania na wezwanie z pola walki i wcześniej zaplanowane, wynikające z rozwoju sytuacji w rejonie odpowiedzialności wielonarodowej dywizji.

Do zadań na wezwanie (doraźnych) należały: działania powietrzno-manewrowe (*QRF – Quick Reaction Forces*) jako element zespołu i misje *ME-DEVAC / CASEVAC – Medical Evacuation / Casualty Evacuation*. Natomiast do typowych zadań planowych zaliczyć należy zadania rozpoznawcze, zadania transportowe, zapewniające swobodę manewru własnych sił i demonstracyjne.

Wysiłek załóg śmigłowców Sokół obejmował: blisko połowę ogółu zrealizowanych zadań na rzecz transportu wojska i sprzętu, 25 % na zadania rozpoznawcze, 15 % na zadania w ramach sił szybkiego reagowania, 8 % na osłonę konwojów oraz 1 % na zadania związane z ewakuacją medyczną.

2. Jak ocenia Pan specyfikę i środowisko działania śmigłowców w czasie misji?

Specyfika lotów w Iraku wymusiła wykonywanie zadań w lotach na małych i bardzo małych wysokościach, w warunkach braku osłony radionawigacyjnej i utrudnieniach w prowadzeniu orientacji geograficznej, ze względu na pustyński charakter rejonu działania i małą ilość obiektów charakterystycznych. Loty w nocy

miały charakter sporadyczny, w tym niemniej wykazały ograniczenia wynikające z braku możliwości stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych w trakcie realizacji zadań taktycznych.

Otoczenie środowiskowe, biorąc pod uwagę bardzo wysokie temperatury w ciągu dnia, zapylenie lądowisk i ich ograniczone wymiary, zmuszały załogi do wzmożonej uwagi i pełnej koncentracji w czasie wykonywania lotów. W czasie planowania i realizacji zadań znaczącą rolę ogrywały występujące zagrożenia, do których należy zaliczyć: możliwość ostrzału z broni małokalibrowej, granatników, przenośnych zestawów przeciwlotniczych, a także stosowanie min i samochodów pułapek w rejonach doraźnych lądowisk.

Przedsięwzięciem szczególnie istotnym w toku działań wielonarodowej dywizji było dozоровanie i rozpoznanie strefy przygranicznej z Iranem. Śmigłowce Sokół mogły prowadzić rozpoznanie w zależności od sektora w czasie od 60 do 90 minut. Prowadzenie działań w tym rejonie obwarowane było jednak szeregiem ograniczeń, z których za najistotniejszy uważam niemożliwość realizacji zadań w nocy, brak możliwości przekazywania informacji rozpoznawczej w czasie rzeczywistym, jak również możliwość wystąpienia incydentów granicznych. W ramach planowanych misji istniała możliwość rozpoznania 2 – 3 rejonów szczególnej uwagi o powierzchni do 20 km² i pozyskanie danych przy wykorzystaniu kamer VHS i aparatów cyfrowych. Istotnym mankamentem jest nadal brak możliwości prowadzenia działań rozpoznawczych w nocy, co zdecydowanie negatywnie rzutowało na taktykę śmigłowców SGP-Sz.

3. W związku z tym, jaką taktykę wykorzystania śmigłowców należało przyjąć?

Dążąc do minimalizacji zagrożeń prowadzono ciągłą analizę incydentów i ataków na siły koalicji, przyjmując jako zasadę wykonywanie lotów w składzie co najmniej pary śmigłowców i loty na wysokościach 30 – 50 m z jednoczesnym stosowaniem manewrów przeciwlotniczych. Unikano przelotu nad obszarami zabudowanymi, przestrzegano procedur startu i lądowań z baz sił koalicji.

Regułą było, że śmigłowiec wielozadaniowy rozpoznawał i ubezpieczał z powietrza rejon lądowania śmigłowca transportowego, a następnie osłaniał, izolował i jeżeli zachodziła konieczność wspierał ogniwo działania komponentu lądow-

wego. Zespół *MEDEVAC* pozostawał w strefie wyczekiwania w gotowości do udzielenia pomocy w jak najkrótszym czasie. Po wykonaniu zadania śmigłowce wielozadaniowe osłaniały wyjście pododdziałów z rejonu. Właśnie w realizacji tych zadań uwidoczniły się braki powodowane przez niemożliwość wykorzystania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych

Śmigłowce wielozadaniowe w Iraku stanowiły nieodłączny element wspierania i izolowania rejonu *check point-u* z możliwością szybkiej reakcji ogniowej w wypadku wystąpienia zagrożenia. Po wykonaniu zadania następowało załadowanie żołnierzy na pokład śmigłowców, powrót do bazy i odtworzenie gotowości do kolejnych działań. Także i w tym przypadku brak urządzeń optoelektronicznych powodował ograniczenia w zakresie możliwości stosowania optymalnej taktyki działań śmigłowców.

4. Jakie korzyści i wnioski widzi Pan po zakończeniu misji Iraku?

Niekwestionowaną korzyścią jest doświadczenie załóg zdobyte w realnych działaniach bojowych oraz weryfikacja dotychczasowych rozwiązań taktycznych, jak i potwierdzenie potrzeby wykorzystania nabytych umiejętności nie tylko personelu latającego, ale i technicznego wykonującego ciężką pracę związaną z utrzymaniem sprawności sprzętu w bardzo specyficznych warunkach klimatycznych i terenowych. Tak ukształtowana wiedza i umiejętności pozwalają na wypracowanie kierunków pożądanych zmian w obszarze szkolenia wojsk i przygotowania do potencjalnych misji.

Udział w misji wygenerował dostrzeżenie potrzeb modernizacji śmigłowców między innymi w zakresie ich wyposażenia w radiostację KF, sterowane stanowisko z uzbrojeniem strzeleckim i urządzenia rozpoznania optoelektronicznego. Chodzi o to, aby uczynić je śmigłowcami zdolnymi do wykonywania zadań rozpoznawczych w dzień i w nocy, tym samym by stały się pełnowartościowym elementem systemu rozpoznania szczebla taktycznego. Ponadto, standardem gwarantującym bezpieczeństwo załóg, minimalizującym potencjalne zagrożenia przenośnymi zestawami przeciwlotniczymi i bronią strzelecką, są aktywne systemy samoobrony oraz opancerzenie śmigłowca. Stąd rodzi się generalna konkluzja dotycząca opracowania i wdrożenia nowego, częściowo opancerzonego śmigłowca

wielozadaniowego wyposażonego w optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne stanowiące integralną część ich pokładowego systemu awionicznego.

Udział śmigłowców W-3WA Sokół potwierdza, iż para śmigłowców stanowi podstawowy moduł lotnictwa wojsk lądowych podczas wykonywania zadań w obszarze misji. Oczywiście, należy unikać schematyzmu przy realizacji zadań oraz przestrzegać zasad wyboru, przygotowania i ochrony lądowisk doraźnych w rejonie działań. Stosowanie, nawet gogli nocnego widzenia zdecydowanie zwiększyłoby możliwości stosowania takiej taktyki śmigłowców SGP-Sz w ramach misji PKW w Iraku.

5. Jakie Pan widzi potrzeby zmian w obszarze szkolenia i przygotowania pilotów do realizacji zadań bojowych z użyciem optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych?

W obszarze szkolenia i przygotowania załóg, szczególnie do udziału w misjach tego typu postuluję potrzebę modyfikacji programu szkolenia lotniczego w celu sprawnego osiągania statusu *Combat Ready* i urealnienia poziomu przygotowania pilotów do działań bojowych, w tym do działań w nocy z użyciem gogli nocnego widzenia. Z całą pewnością należy jak najszybciej wdrożyć szkolenie z użyciem gogli noktowizyjnych, uzyskując przez to możliwość wykonywania zadań taktycznych na polu walki przez śmigłowce bez względu na porę doby.

W szkoleniu praktycznym należy skupić uwagę na lotach grupowych śmigłowców na małych i bardzo małych wysokościach oraz umiejętnościach wykonywania startów i lądowań z lądowisk o ograniczonych rozmiarach w warunkach ograniczonej widzialności. Natomiast podczas ćwiczeń z wojskami dążyć należy do pełnego opanowania zasad współdziałania załóg śmigłowców z komponentem lądowym. Urządzenia optoelektroniczne mogłyby tutaj znaleźć szerokie zastosowanie.

Dziękuję za rozmowę

WYWIAD

z płk. pil. dypl. Dariuszem WRONSKIM – dowódcą 49. pułku śmigłowców bojowych w Pruszczu Gdańskim

nt. „Taktyka śmigłowców szturmowych w misji stabilizacyjnej w Iraku w aspekcie stosowania optoelektronicznych urządzeń obserwacyjnych”

Zdobyte doświadczenia z udziału wojsk stabilizacyjnych w Iraku uświadomiły nam, że śmigłowce znajdujące się na wyposażeniu polskiej dywizji nie zapewniają skutecznego wsparcia w trzecim wymiarze, bądź zapewniają je w wąskim zakresie. To przeświadczenie wygenerowało decyzję o udziale w misji również śmigłowców szturmowych Mi-24D. Sytuacja ta rodzi pytania:

1. Czy Pana zdaniem jest to słuszna decyzja i jakie argumenty przytoczyłby Pan dla uzasadnienia faktu wykorzystywania w misji stabilizacyjnej śmigłowców bojowych z Pana jednostki?

Przede wszystkim specyfika zagrożeń spowodowała, iż pojawiło się zapotrzebowanie na śmigłowiec dysponujący:

- dużą prędkością lotu i wysoką dynamiką wykonywanych manewrów;
- odpornością na ostrzał z broni strzeleckiej;
- środkami obrony pasywnej, ale i aktywnej uniemożliwiającymi lub w znacznej części zmniejszającymi skuteczność oddziaływania przeciwnika;
- uzbrojeniem dającym możliwość precyzyjnego prowadzenia ognia - km 12,7 (element nieodzowny podczas prowadzenia działań w bezpośredniej styczności z potencjalnym przeciwnikiem, co było standardem podczas 90 % operacji prowadzonych w Iraku);
- możliwością demonstracji siły (aspekt psychologiczny).

2. Takimi właśnie okazały się polskie śmigłowce wykorzystywane przez Samodzielną Grupę Powietrzno-szturmową w Iraku?

Tak, jednak śmigłowce dotychczas wykonujące zadania w Polsce wymagały natychmiastowego – chociażby minimalnego doposażenia. Do udziału w misji wytypowano 6 najstarszych, wyprodukowanych w latach 1981 – 1983 śmigłowców

Mi-24D. Jednak były to śmigłowce, które w 1998 r. przeszły remont główny. Podano je obowiązującym obsłudgom okresowym i doposażeniu do potrzeb misji. Śmigłowce otrzymały odbiorniki GPS, systemy ochrony czynnej (Ł166WIAE) oraz radiostacje współdziałania (R-828). Doposażenie śmigłowców w przedstawione urządzenia pozwoliło na swobodną nawigację w przestrzeni Iraku, współdziałanie z grupami bojowymi oraz zapewniało załogom bezpieczeństwo w przypadku ewentualnego ataku na śmigłowce. W trakcie działań uwidoczniły się jednak ograniczenia spowodowane decyzją o nie wyposażeniu Mi-24 w optoelektroniczne systemy obserwacyjno-celownicze.

3. Czym kierowano się w dostosowywaniu śmigłowców do potrzeb misji?

W czasie przygotowania do misji wykorzystano doświadczenia lotnictwa rosyjskiego z konfliktu afgańskiego. Wymieniono oleje na gęstsze, zastosowano specjalne pokrowce chroniące przed zbytnim nagrzewaniem się płatowca i jego elementów, cyklicznie usuwano piasek i pył z elementów śmigłowca. W obsłudgach okresowych wykonywano szereg czynności dodatkowych mających na celu ustrzeżenie się niesprawności sprzętu. Wprowadzenie poszerzonego zakresu prac zaowocowało wysoką sprawnością śmigłowców Mi-24D, sięgającą 86 %.

4. W jaki sposób podchodzono do organizacji lotów zważywszy na aktualnie obowiązujące dokumenty?

Przyjęto oczywiste założenia – działalność komponentu lotniczego jest oparta na ustawie z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo Lotnicze, Regulaminach Lotów Lotnictwa Wojskowego RP, Tymczasowej Instrukcji Organizacji Lotów w Lotnictwie Wojskowym RP. Dodatkowo w Iraku musiano stosować irackie *AIP (Aeronautical Informations Publication* – zbiór zasad wykonywania lotów) oraz amerykańskie zasady lotów taktycznych *APG (Aviation Procedures Guide)*. Jeśli przepisy polskie, amerykańskie i irackie różniły się od siebie w poszczególnych punktach, należało stosować te najbardziej restrykcyjne.

Oczywiście, próby dowiązania zasad wykonywania lotów, wynikających z programu Szkolenia Lotniczego PSzL-95 do realnych zadań były bardzo trudne, a praktycznie niemożliwe. Według jakiego bowiem ćwiczenia realizować zadanie eskorty konwoju lub też jak wytłumaczyć pilotowi, że obowiązuje go podczas

udziału w misji bojowej kontrola techniki pilotowania w strefie według ćwiczenia 21 (wysokość 800 m i wykonywanie wiraży z przechyleniem 15⁰)?

W przypadku realnych misji bojowych dopasowanie ćwiczeń z PSzL-95 jest często niemożliwe. Zasadnym byłoby więc odejście od realizacji tego typu zadań w oparciu o program szkolenia. Zgodnie z nazwą powinien on obowiązywać jedynie w trakcie szkolenia pilota w okresie pokoju. Natomiast wykonywanie zadań misyjnych (bojowych) powinno być realizowane zgodnie z innymi dokumentami. Po zrealizowaniu odpowiedniego zakresu szkolenia lotniczego pilot jest bowiem przygotowany do wykonania każdego zadania, natomiast podtrzymywanie nawyków powinno być oparte w większości na lotach misyjnych o różnym charakterze.

Obserwując zasady wykonywania lotów przez amerykańskie śmigłowce z optoelektronicznymi systemami obserwacyjnymi można zauważyć, że stosowanie takich systemów w naszym lotnictwie wojsk lądowych musiałoby spowodować zmiany metodyce szkolenia lotniczego, tak aby umożliwić stosowanie profili lotu adekwatnych do taktyki śmigłowców i możliwości powyższych urządzeń optoelektronicznych.

5. Jak Pan ocenia udział dowodzonych przez Pana ludzi i wykorzystywanego sprzętu misji w Iraku?

Moja zmiana PKW w Iraku zdecydowanie udowodniła przydatność ludzi i sprzętu. Poziom wyszkolenia i przygotowania do udziału w misji bardzo młodych pilotów (większość nie przekroczyła 30 roku życia), jak i teoretycznie wysłużonego i przestarzałego sprzętu okazał się celujący. Piloci byli w stanie wykonać wszystkie postawione im zadania, a 25-letnie śmigłowce w ciągu roku bezpiecznie spędzały w powietrzu po około 300 godz.

Jak wcześniej wspominałem czynnikiem ograniczającym zakres wykorzystania śmigłowców Mi-24 w misji stabilizacyjnej był brak możliwości realizacji zadań taktycznych w nocy. Wykazało to potrzebę modernizacji sprzętu ukierunkowanej na integrację systemów optoelektronicznych na śmigłowcach Mi-24 oraz adekwatne szkolenie personelu latającego w stosowaniu powyższych systemów.

6. Jakie typowe zadania realizowała Pańska grupa?

Do głównych zadań eskadry śmigłowców było:

- utrzymanie powietrznego i lądowego dyżuru *QRF – Quick Reaction Forces*, mającego na celu jak najszybsze reagowanie na pojawiające się zagrożenia w polskiej strefie odpowiedzialności i wyznaczonego rejonu działania;
- utrzymywanie dyżuru *MEDEVAC* i *CASEVAC*, gdzie pierwszy obejmował transport medyczny – *Medical Evacuation*, natomiast drugi bezpośrednie wsparcie lotnicze z podjęciem rannego z rejonu, w którym toczy się walka – *Casualty Evacuation*;
- *Close Air Support* przekładający się na bezpośrednie wsparcie lotnicze dla komponentu lądowego (np. konwojowanie, patrol bojowy, działania specjalne);
- transport, rozpoznanie oraz eskorta konwojów.

7. Jaką taktykę stosowano w czasie realizacji tych zadań?

Tego typu zadania, w specyficznych warunkach klimatycznych i niestety tylko w dzień, śmigłowce Mi-24D realizowały samodzielnie lub we wspólnym ugrupowaniu ze śmigłowcami W-3WA i Mi-8, tworząc każdorazowo grupy zadaniowe. Rzecz w kraju nieomal niewyobrażalna. Dla przykładu: ćwiczenie w kraju jest przygotowywane kilka miesięcy. Poważna operacja w Iraku w wykonaniu SGP-Sz czy batalionu manewrowego z zebraniem danych z rozpoznania, zaangażowaniem *ODA*, *MARINES*, *NCIS*, wojsk irackich, *FAC* z samolotami włącznie F-16 wymagała zawsze nie więcej niż 2 – 3 dni.

Większość operacji lądowych odbywała się ze wsparciem lotniczym. Połączenie szwadronu kawalerii powietrznej, żołnierzy pułku specjalnego, śmigłowców wielozadaniowych W-3WA Sokół, transportowych Mi-8 i szturmowych Mi-24D dało dobry efekt. Dołączenie do tego elementów zabezpieczenia i logistyki pozwalało takiemu komponentowi na realizację niemal każdego zadania w dowolnym miejscu. Optoelektroniczne urządzenia obserwacyjne dałyby możliwość zapewnienia ciągłości taktycznego użycia śmigłowców, co na razie jest niemożliwe.

8. Jakie korzyści widzi Pan z udziału polskiego komponentu lotniczego w misji stabilizacyjnej w Iraku?

Misja w Iraku udowodniła przede wszystkim konieczność posiadania w naszej armii wojsk lekkich, zdolnych do działania w wymiarze powietrzno-lądowym. Unowocześnienie wyposażenia, a przede wszystkim dostosowanie śmigłowców do realizacji zadań w nocy, stworzyłoby idealny pododdział, zdolny do wykonania każdego zadania.

W czasie misji ujawniły się również pewne braki w wyposażeniu i wyszkoleniu. Poważnym mankamentem naszych śmigłowców jest praktyczna niemożliwość wykonywania zadań w nocy. Bez przystosowania śmigłowców i co ważne, odpowiedniego przygotowania załóg do lotów z wykorzystaniem początkowo okularów nocnego widzenia *NVG*, a następnie integralnych optoelektronicznych systemów nawigacyjno-celowniczych śmigłowców, możliwości taktyczne naszego lotnictwa śmigłowcowego pozostaną niewystarczające w stosunku do potrzeb pola walki. Myślę, że o tym nikogo nie trzeba przekonywać. Celowym byłoby podjęcie jak najszybszych, stosownych kroków w tym kierunku. Zapoczątkowane to zostało w dywizjonie lotniczym w Tomaszowie Mazowieckim i powinno być sukcesywnie rozwijane także w pułkach śmigłowców bojowych.

Dziękuję za rozmowę

