Stanisław Czeszejko

Pociski przeciwradiolokacyjne – rozwój i ich stan obecny

Obronność - Zeszyty Naukowe Wydziału Zarządzania i Dowodzenia Akademii Obrony Narodowej nr 1(5), 13-43

2013

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

MUZEUM HISTORII POLSKI

AUTOR
Stanisław Czeszejko
staszejko@poczta.onet.pl

POCISKI PRZECIWRADIOLOKACYJNE – ROZWÓJ I ICH STAN OBECNY

Od lat pięćdziesiątych radarom zagraża specjalizowany środek ich zwalczania (fizycznej eliminacji) – pociski przeciwradiolokacyjne[1], które naprowadzane są na promieniowanie elektromagnetyczne radarów. Przez całe dziesięciolecia modyfikowano je, modernizowano, konstruowano nowe, opracowywano różną taktykę ich wykorzystania. Jest to nieustanny wyścig pomiędzy podmiotami, które stanowią potencjalne strony konfliktu oraz konkurują na rynku uzbrojenia. Rozwój tego rodzaju środków trwa nieprzerwanie. Oczywiście istnieją także inne środki niż pociski przeciwradiolokacyjne, które zagrażają stacjom radiolokacyjnym.

Ogólna ocena

Prowadzona tu ocena pocisków przeciwradiolokacyjnych z założenia powstała po kątem skutków oddziaływania ich ataku na stacje radiolokacyjne, co stanowi istotne uproszczenie. Dla przetrwania stacji radiolokacyjnej na polu walki ważne są tylko te, które prowadzą na nią atak lub są w stanie taki atak wykonać. Uproszczeniem jest również to, że nie poddaje się analizie lub analizuje wybiórczo okoliczności ataku.

Obecnie pociski przeciwradiolokacyjne, oceniając w uproszczeniu, wykorzystuje się do zwalczania stacji radiolokacyjnych w trakcie dwóch rodzajów działań lotnictwa:

- celowego wcześniejszego niszczenia elementów systemu Obrony Powietrznej w celu zapewnienia swobody działania w przestrzeni powietrznej przeciwnika;

[1] Pociski przeciwradiolokacyjne – zwane często również rakietami przeciwradiolokacyjnymi. Autor świadomie stosuje nazwę pociski, ponieważ do napędu tego typu środków stosowane są obecnie nie tylko silniki rakietowe, lecz także niejednokrotnie silniki strumieniowe (specyficzna odmiana silników odrzutowych, nieposiadające żadnych części ruchomych), które jako utleniacz stosują powietrze pobierane z otaczającej je atmosferyczny. Stosuje się też napęd mieszany kilku stopniowy, składający się z silników strumieniowych i rakietowych.

- niszczenia elementów systemu Obrony Powietrznej w trakcie jego pokonywania, w celu wykonania uderzenia na obiekty w głębi ugrupowania przeciwnika.

W pierwszym przypadku samoloty – nosiciele pocisków przeciwradiolokacyjnych starają się wykonać zadanie bez wchodzenia w strefę rażenia naziemnych elementów systemu OP (rakiet i artylerii lufowej). Wymaga to właściwej oceny możliwości przestrzennych rażenia tego systemu oraz dysponowania środkami do zwalczania jego elementów o odpowiednim zasięgu oddziaływania. W drugim wypadku elementy systemu Obrony Powietrznej zwalcza się w trakcie pokonywania linii ich rozwinięcia oraz te pozostające w osłonie ważnych obiektów w głębi ugrupowania przeciwnika.

Środki do tego rodzaju działań konstruowano już w latach pięćdziesiątych. Pierwsze miały służyć głównie lotnictwu strategicznemu[2] (np. w ZSRR: KSR-2P, tj. KSR-11 oraz KSR-5P i KSR-5MP; w USA: GAM-67 Crossbow[3] oraz ASM-N-8 Corvus[4]), wykorzystywane miały być w celu zwalczania pojedynczych stacji radiolokacyjnych (umiejscowionych na lądzie i pojedynczych okrętach) za pomocą głowic konwencjonalnych lub zwalczania większych obiektów militarnych wyposażonych w stacje radiolokacyjne za pomocą głowic nuklearnych (np. zespołu okrętów). Ich maksymalny zasięg zawierał się w granicach pomiędzy 180 km a 700 km. Użycie bojowe pocisków tej generacji wyposażonych w głowice konwencjonalne miało miejsce podczas wojny arabsko-izraelskiej w 1973 roku (wojna „*Jom Kippur*"), kiedy to egipskie bombowce Tu-16 odpaliły znad Morza Śródziemnego 13 pocisków KSR-2 oraz 12 pocisków KSR-11 (KSR-2P) przeciwko obiektom na wybrzeżu i w głębi terytorium Izraela (w sumie 25 pocisków). Większość pocisków (ok. 20 sztuk) przechwyciło i zniszczyło lotnictwo oraz przeciwlotnicze zestawy rakietowe typu Hawk, niemniej jednak kilka rakiet przeniknęło system OP Izraela i osiągnęło wskazane cele. Zniszczono dwa posterunki radiotechniczne (m.in. 3 stacje radiolokacyjne) oraz punkt zaopatrzenia na Półwyspie Synaj.

---

[2] Była to epoka, w której upatrywano możliwości utrzymania bezpieczeństwa w wykonywaniu uderzeń jądrowych, a szczególną rolę w konflikcie w tamtym czasie miało odgrywać min. lotnictwo strategiczne (obok okrętów podwodnych uzbrojonych w pociski balistyczne). W USA i NATO przyjęto wtedy strategię zmasowanego odwetu.

[3] GAM-67 Crossbow – eksperymentalny projekt mini samolotu – pocisku przeciwradiolokacyjnego o dużym zasięgu SP USA, który odpalany był z powietrza (samolotu – nosiciela). Pocisk nigdy nie wszedł do produkcji seryjnej.

[4] ASM-N-8 Corvus – pocisk przeciwradiolokacyjny dalekiego zasięgu Marynarki Wojennej USA, odpalany z pokładu samolotu – nosiciela, uzbrojony w głowicę jądrową 10 kT. W późniejszym okresie przekazany do SP USA.

Tabela 1. Wybrane parametry pocisków przeciwradiolokacyjnych lat 50. i 60.

Lp.	Typ rakie-ty	Typ wg NATO	Kraj	Rok wdro-żenia	Prędkość lotu [m/s]	Min. zasięg [km]	Min. czas lotu [s]	Max. zasięg [km]	Max. czas lotu [s]
1.	GAM-67 Cross-bow	-	USA	1957	292	b.d.	-	480	1.640
2.	ASM-N-8 Corvus	-	USA	1959	272	b.d.	-	315	1.160
3.	KSR-2P/KSR-11	AS-5 Kelt	ZSRR	1962	340-416, do 870	70	205-168, do 80	180-230	670-430, do 264
4.	KSR-5P/KSR-5MP	AS-6 Kingfish	ZSRR	1973	888-944	b.d.	-	280-700	788-296

b.d. – brak danych.

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie doświadczeń zdobytych w konfliktach zbrojnych tamtej epoki, głównie w Wietnamie i wojach izraelsko-arabskich oraz ze względu na rozwój skuteczności i znaczenia środków rakietowych systemu Obrony Powietrznej opracowano kolejną generację pocisków przeciwradiolokacyjnych. Pociski te powstawały w latach sześćdziesiątych i na początku siedemdziesiątych, miały służyć głównie lotnictwu taktycznemu i operacyjnemu[5] lub wg nomenklatury radzieckiej lotnictwu frontowemu (np. w USA: AGM-45 Shrike, AGM-78 Standard-ARM; w ZSRR: Ch-22P, Ch-22MP, Ch-25P, Ch-27, Ch-28, Ch-28M, Ch-58; Francja: AS-37 Martel). Z założenia miały być wykorzystywane głównie do zwalczania naziemnych stacji radiolokacyjnych za pomocą głowic konwencjonalnych, choć część z nich nadal mogła być nosicielami głowic jądrowych. Pociski te w trakcie pokonywania systemu Obrony Powietrznej pozwalały na niszczenie stacji radiolokacyjnych podsystemu wykrywania środków napadu powietrznego oraz naprowadzania na nie rakiet, a także pozwalały na niszczenie innych stacji radiolokacyjnych w trakcie działania w głębi ugrupowania przeciwnika (np. radary kontroli ruchu lotniczego, itd.). Maksymalny zasięg tego typu pocisków jest już mniejszy w stosunku do pocisków wcześniejszej generacji (tych projektowanych dla lotnictwa strategicznego), w różnych wersjach pocisków wynosił od 18 km do 120 km.

[5] W USA i NATO w epoce strategii elastycznego reagowania broń jądrowa schodzi na drugi plan. Według tej strategii przewidywano prowadzenie działań o charakterze konwencjonalnym, a w sytuacji ich niepowodzenia planowano wykorzystanie taktycznej broni jądrowej na ograniczoną skalę. Stąd też m.in. w użyciu pocisków przeciwradiolokacyjnych główną rolę zaczęły odgrywać głowice z ładunkiem konwencjonalnym.

Tabela 2. Wybrane parametry pocisków przeciwradiolokacyjnych lat 60. i 70.

Lp	Typ rakie-ty	Typ wg NATO	Kraj	Rok wdro-żenia	Prę-dkość lotu [m/s]	Min. zasięg [km]	Min. czas lotu [s]	Max. zasięg [km]	Max. czas lotu [s]
1.	AGM-45 A/B Shrike	-	USA	1964	1.000	b.d.	-	18/52	18/52
2.	AGM-78 Standard-ARM	-	USA	1968	820	b.d.	-	75	90
3.	AS-37 Martel	-	Fr. & W.B.	1969	306	15	49	30-60	98-196
4.	Ch-28/ Ch-28M	AS-9 Kyle	ZSRR	1973	750-800 do 1.000	25	33-31 do 25	90-110/ 90-120	112-160 do 90
5.	Ch-22P Burja	AS-4A Kitchen	ZSRR	1974	1.190-1.560	140	120-90	300-600	500-190
6.	Ch-22MP Burja	AS-4A Kitchen	ZSRR	1975	1.100 do 2.040	140	130-68	300-500	450-150
7.	Ch-25P	AS-12 Kegler	ZSRR	1976	300-450 do 800	2,5	8-5 do 3	30	100-66 do 38
8.	Ch-27/ Ch-27M/ Ch-27PS	AS-12 Kegler	ZSRR	1977	b.d.	3	-	10/ 40/ 60	-
9.	Ch-58	AS-11 Kilter	ZSRR	1978	450-600 do 1.000	b.d.	-	50-120	83-266 do 50

b.d. – brak danych.

Źródło: opracowanie własne.

Natomiast zasięg maksymalny opracowanego i przekazanego w tych latach do użytku pocisku Ch-22P oraz jego zmodernizowanej wersji Ch-22MP nadal pozostawał duży i wynosił od 300 km do 600 km. Pocisk przeznaczony był oczywiście dla lotnictwa strategicznego (w ZSRR nie zapominano o ewentualnym prowadzeniu konfliktu globalnego). Użycie pocisków przeciwradiolokacyjnych tej generacji w konflikcie zbrojnym odnotowano podczas wojny iracko-irańskiej (lata 1980–1988), kiedy to lotnictwo irackie użyło bojowo pocisków Ch-28 przeciwko stacjom radiolokacyjnym irańskich baterii rakiet przeciwlotniczych typu Hawk. Efektów tych ataków nie ujawniono. Natomiast znane są efekty użycia w tym konflikcie pocisków Ch-22MP Burja odpalanych z samolotów bombowych Tu-22K irackich Sił Powietrznych. Pomimo wielokrotnych odpaleń skierowanych na pozycje radarów zestawów przeciwlotniczych Hawk, tylko jeden pocisk skutecznie raził cel. Przyczyną było słabe wyszkolenie załóg irackich samolotów bombowych, niski poziom utrzymania w sprawności aparatury naprowadzania (pocisków oraz aparatury pokładowej bombowców) oraz trudności w skutecznym lokalizowaniu przez załogę pozycji radarów z dużej odległości,

a tym samym w ich efektywnym rażeniu. Dlatego też późniejsze rażenie obiektów prowadzono z odległości ok. 60 km i mniejszych, a do przenoszenia pocisków wykorzystywano samoloty bombowe Tu-16[6]. Atakowano cele w pobliżu Teheranu, rafinerii naftowych oraz innych miast bronionych przez elementy systemu OP Iranu. Na podstawie użycia pocisków Ch-22MP można się jedynie domyślać, jakie problemy towarzyszyły wykorzystaniu pocisków Ch-28.

Kolejną fazą w rozwoju pocisków przeciwradiolokacyjnych była w pierwszym rzędzie poprawa ich parametrów (wydłużanie zasięgu maksymalnego, poszerzanie parametrów radiolokacyjnych pasywnych głowic naprowadzania), efektem tego była modernizacja już istniejących (powstawanie nowych odmian pocisków) oraz produkcja licencyjna (np. w Iraku rakiet pochodzących z Rosji). Powstawały też nowe konstrukcje, lecz jedynie analogiczne do już istniejących. Generacja pocisków tego rodzaju powstawała na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych oraz w latach osiemdziesiątych i nadal pozostawała w obszarze użycia lotnictwa taktycznego i operacyjnego lub radzieckiego lotnictwa frontowego (np. w ZSRR: Ch-15P, Ch-25MP, Ch-25PS, Ch-31P, Ch-58U; w Iraku: Nisan-28 – licencyjna produkcja odmiany eksportowej pocisku Ch-28E; Francja: AS-37 Armat; w USA: AGM-88A Harm, AGM-88B Harm).

[6] http://de.wikipedia.org/wiki/AS-4_Kitchen.

Tabela 3. Wybrane parametry pocisków przeciwradiolokacyjnych lat 70. i 80.

Lp	Typ rakie-ty	Typ wg NATO	Kraj	Rok wdro-żenia	Pręd-kość lotu [m/s]	Min. zasięg [km]	Min. czas lotu [s]	Max. zasięg [km]	Max. czas lotu [s]
1.	Ch-25PS/ Ch-25MP	AS-12 Kegler	ZSRR	b.d./ 1981	400-500 do 865 /920	2,5	6-4 do 3 /3	40/ 60	80-150 do 46/ 65
2.	Ch-58U	AS-11 Kilter	ZSRR	1982	450-600 do 1.225	10	22-16 do 8	100-250	166-555 do 81
3.	AGM-88 A/B Harm	-	USA	1983/1985	633	b.d.	-	48	75
4.	Ch-31P	AS-17 Kryp-ton	ZSRR	1984	600 do 1.000	15	25 do 15	110-200	183-333 do 110
5.	AS-37 Armat	-	Fr. & W.B.	1984	306	15	49	120	392
6.	Ch-15P	AS-16 Kick-back	ZSRR	1988	1.000 - 1.100 do 1.700	40	40-36 do 23	150	150-136 do 88
7.	Nisan-28 [Ch-28E]	-	Irak	1989	800 do 1.000	b.d.	-	85-100	106-125 do 85

b.d. – brak danych.

Źródło: opracowanie własne.

Ich zadaniem było zwalczanie naziemnych stacji radiolokacyjnych z wykorzystaniem konwencjonalnych głowic bojowych. Innym trendem był powrót idei niszczenia stacji radiolokacyjnych bez wchodzenia w strefę rażenia rakiet systemu OP, co miało na celu obniżenie strat lotnictwa. Pociski tej generacji umożliwiały wykonywanie obu rodzajów zadań, tj. celowego wcześniejszego niszczenia elementów systemu OP oraz ich niszczenia w trakcie jego pokonywania. Takie modernizacje możliwe były dzięki dostępnym, coraz nowocześniejszym technologiom. Ta generacja pocisków miała zasięg maksymalny w przedziale zawierającym się pomiędzy 40 km a 250 km. Pierwsze użycie pocisków tej generacji miało miejsce 15.04.1986 roku w trakcie amerykańskiego uderzenia na Trypolis i Bengazi w Libii w ramach operacji „*Kanion Eldorado*", gdzie użyto pocisków AGM-88A Harm[7] do zwalczania radarów libijskich wyrzutni rakietowych typu S-75 Dźwina, S-125 Peczora oraz S-200 Angara w rejonie Zatoki Wielka Syrta[8]. Pociski te okazały się bardzo skutecznym środkiem zwalczania elementów systemu Obrony Powietrznej Libii w tej operacji.

[7] Jednostkowa cena pocisku AGM-88A Harm kształtowała się w tym czasie na poziomie ok. 284.000 $ w USA. Źródło: http://de.wikipedia.org/wiki/AGM-88_HARM [dostęp: 04.10.2012].

[8] http://www.ausairpower.net [dostęp: 04.10.2012].

Pociski przeciwradiolokacyjne lat dziewięćdziesiątych, czyli następnej generacji to nie tylko kolejne modernizacje i poprawa parametrów istniejących pocisków, ale też opracowanie koncepcji charakteryzującej się zupełnie nową jakością (ideą) w zakresie budowy i wykorzystania tego rodzaju uzbrojenia. Jej owocem jest brytyjski pocisk „Alarm", który może być użyty tak, jak dotychczas konstruowane pociski, ale również może samodzielnie polować na stacje radiolokacyjne, zanim w rejonie pojawią się samoloty próbujące pokonać system OP. W tej nowej opcji użycia pocisk w rejonie wykonania swojego zadania wznosi się na wysokość od 12.000 m do 21.000 m[9], a następnie wyłącza silnik, otwiera spadochron i rozpoczyna wolne opadanie, w trakcie którego pasywna głowica radiolokacyjna poszukuje obiektu uderzenia – pracującej stacji radiolokacyjnej. W przypadku wykrycia takiego celu pocisk odrzuca spadochron i pod wpływem siły ciężkości (grawitacji), kierowany przez układ sterowania, podąża w kierunku celu. „Alarm" określany jest nieraz mianem „miecza Damoklesa"[10], wiszącego nad głowami operatorów stacji radiolokacyjnych, czekającego na włączenie promieniowania.

[9] http://www.airwar.ru [dostęp: 04.10.2012].

[10] Miecz Damoklesa – przenośnie: wyrok losu, niebezpieczeństwo, zagrożenie nieubłaganie wiszące nad człowiekiem. Określenie wywodzi się od losu, jaki spotkał Damoklesa, dworzanina schlebiającego władcy Syrakuz – Dionizjosowi Starszemu. Dionizjos, chcąc unaocznić swój los Damoklesowi, który nazywał go najszczęśliwszym ze śmiertelników, zaproponował pochlebcy, aby ten na jeden dzień wcielił się w jego rolę. Jednocześnie Dionizjos podczas wieczornej uczty nakazał zawiesić nad Damoklesem ostry miecz na końskim włosie. Miało to unaocznić niebezpieczeństwa czyhające na Dionizjosa i kruchość jego potęgi. Gdy Damokles spojrzał w górę i zobaczył wiszący nad sobą miecz, ubłagał Dionizjosa, by wolno było mu odejść. Odtąd już nie zazdrościł władcy. Źródło: http://pl.wikipedia.org.

Tabela 4. Wybrane parametry pocisków przeciwradiolokacyjnych lat 90. XX wieku

Lp	Typ rakiety	Typ wg NATO	Kraj	Rok wdro-żenia	Pręd-kość lotu [m/s]	Min. za-sięg [km]	Min. czas lotu [s]	Max. zasięg [km]	Max. czas lotu [s]
1.	Ch-25MPU	AS-12 Kegler	ZSRR	’70 [b.d.]	400-500 do 850-920	3	8-6 do 3	40	100-80 do 43
2.	Alarm	-	W.B.	1991	320 do 695	8	25 do 11	45-93	140-290 do 64
3.	Ch-58E/ Ch-58EM	AS-11 Kilter	ZSRR	1991/1990	450-600 do 1.270	10-46	102-16 do 8	120-250	555-200 do 94
4.	AGM-88 C Harm	-	USA	1993	633	b.d.	-	96	150
5.	Ch-32P [Ch-22MP]	AS-4C Kitchen	ZSRR	1995	1.190	b.d.	-	700	588

b.d. – brak danych.

Źródło: opracowanie własne.

Nadmienić warto, że odmienność pocisku „Alarm”, który powstawał w czasach, gdy nie wykorzystywano jeszcze w pociskach przeciwradiolokacyjnych układów *GPS*, ma swoje konkretne powody. Klasyczny pocisk przeciwradiolokacyjny naprowadza się w pierwszej kolejności na wiązkę główną promieniowania radaru oraz również na promieniowanie jego horyzontalnie ukształtowanych listków bocznych[11] (ang. *horizontal sidelobe & backlobe*) – w zależności od odległości pomiędzy radarem a pociskiem. Starsze radary posiadają bardzo wysoki poziom horyzontalnie ukształtowanych listków bocznych, dlatego klasyczne pociski naprowadzają się głównie na nie (w tym na tzw. horyzontalnie ukształtowane dalekie boczne listki anteny), gdyż te emitowane są w sposób ciągły i pozwalają na nieprzerwane śledzenie radaru, nie nasycają przy tym odbiornika głowicy pocisku. Nowoczesne radary o niskim poziomie promieniowania horyzontalnie ukształtowanych listków bocznych dla pocisku są celem migającym, gdzie miganie powstaje w wyniku przerw odbioru promieniowania wiązki głównej radaru powstającej w wyniku obrotu jego anteny. Układy pokładowe klasycznych pocisków (tych bez układów *GPS*) muszą w takim wypadku estymować pozycję radaru na podstawie promieniowania odbieranego z przerwami. W przypadku niskiej prędkości obrotowej anteny (duże przerwy w promieniowaniu), szczególnie w końcowej fazie lotu pocisku, układ naprowadzania pocisku w przerwach promieniowania korzysta ze wsparcia

[11] Listki boczne – niepożądane promieniowanie elektromagnetyczne anteny kierunkowej utrzymujące się na różnym poziomie, skierowane w odmiennych kierunkach niż azymut promieniowania wiązki głównej.

inercyjnego (bezwładnościowego) systemu naprowadzania (brak *GPS*), czego wynikiem jest bardzo często wskazanie pozycji radaru obarczonej błędem większym (o kilka metrów), niż zakładany. Błąd jest najczęściej na tyle duży, że nie dochodzi do eksplozji głowicy w wyniku bezpośredniego trafienia (wyzwalanego zapalnikiem uderzeniowym), a wyzwala ją zapalnik zbliżeniowy. Aby zachować skuteczność ataku w takiej sytuacji należy zastosować ładunek wybuchowy głowicy pocisku o dużo większej sile (wadze).

Pionowy atak pocisku „Alarm" wynika z założenia, które przyjęto przy jego projektowaniu. Głowica pocisku naprowadza się na promieniowanie radaru skierowane ku górze, na tzw. pionowe listki boczne. Od kiedy większość radarów systemu Obrony Powietrznej jest zaprojektowana w taki sposób, aby uzyskiwać wysoką dokładność pomiaru położenia obiektu powietrznego, poziom promieniowania ich horyzontalnie ukształtowanych listków bocznych już konstrukcyjnie jest bardzo niski, ale za to utrzymuje się wysoki dla pionowych listków bocznych. Właśnie taką właściwość wykorzystuje głowica pocisku „Alarm". Bez względu na to, w którym kierunku skierowana jest wiązka główna promieniowania radaru (horyzontalna), to głowica pocisku „Alarm" jest w stanie śledzić w sposób ciągły fluktuujące promieniowanie elektromagnetyczne skierowane ku górze od anteny radaru. Naprowadzanie na tzw. pionowe listki boczne (atak pod kątem 90°) ma jeszcze jeden dodatkowy pozytywny aspekt, praktycznie redukuje wpływ promieniowania powstającego w wyniku odbić od przedmiotów terenowych, które wprowadza dodatkowy błąd w przypadku naprowadzania pod klasycznym kątem ataku (20°– 40). Wykorzystanie takiego efektu pracy radaru umożliwia przeprowadzenie precyzyjnego ataku z pomocą pocisku „Alarm", co więcej, atak taki można przeprowadzić z dokładnością do jednego metra (eksplozja z założenia powinna nastąpić w odległości jednego metra od anteny, aby uzyskać najlepszy efekt rażenia). Programowalna głowica pocisku „Alarm" może posiadać dokładne informacje o zasadniczej budowie każdego typu radaru (w tym o wysokości podniesienia anteny), co umożliwia przeprowadzenie precyzyjnie umiejscowionej eksplozji, która niszczy zespół antenowy lub zasadnicze układy elektroniczne umieszczone w głównych blokach w nadwoziu radaru (zależy od wcześniej zaprogramowanego zadania). Jest to szczególnie istotne w zwalczaniu radarów o wysoko unoszonej antenie, których zadaniem jest również wykrywanie obiektów niskolecących. Należy mieć na uwadze, że pocisk o głowicy z ładunkiem o małej wadze, precyzyjnie umiejscowiony bardzo blisko anteny, uzyska podobne efekty zniszczenia co klasyczny pocisk przeciwradiolokacyjny z większym ładunkiem eksplodujący w większej odległości. W trakcie wojny w Zatoce Perskiej pocisk „Alarm" był nowością i wielu alianckich lotników, lecące w górę pociski „Alarm" (wznoszące się w celu osiągnięcia maksymalnego pułapu i przejścia w tryb opadania na spadochronie), uznawało za rakiety irackiego systemu Obrony Powietrznej i wszczynało z tego powodu alarm

w ugrupowaniu bojowym, co stało się natychmiast powodem powstania wielu anegdot na ten temat.

Pociski generacji lat dziewięćdziesiątych są nadal wyposażeniem głównie tzw. taktycznego lotnictwa uderzeniowego wielu krajów. Lotnictwo to posiada obecnie potencjał realizacji zadań znaczenia zarówno taktycznego, operacyjnego, jak i strategicznego. Wszystko zależy od wskazanego samolotom celu do zniszczenia, używanego uzbrojenia oraz wsparcia informacyjnego (drogą radiową: satelitarną lub klasyczną naziemną) i logistycznego (np. tankowanie powietrzne). Możliwe jest to dzięki wypracowaniu optymalnych konstrukcji samolotów wielozadaniowych, a tym samym wzrostowi ich znaczenia na współczesnym polu (przestrzeni) walki[12]. W skład uzbrojenia samolotów tego typu oraz tych wyspecjalizowanych (*SEAD*[13], tj. służących do pokonywania systemu OP, np. F-4 Wild Weasel, niemieckie Tornado ECR) wchodziły również pociski przeciwradiolokacyjne (np. w ZSRR i Rosji: Ch-25MPU, Ch-32P[14], Ch-58E, Ch-58EM; w Wielkiej Brytanii: Alarm; w USA: AGM-88C Harm). W konfliktach z tych lat 90. (Zatoka Perska, Półwysep Bałkański) pociski te stosowano wyłącznie z konwencjonalnymi głowicami bojowymi. Pociski tego okresu charakteryzowały się podobnymi zasięgami maksymalnymi, co te z lat osiemdziesiątych, które zawierały się w przedziale od 40 km do 250 km, a nawet 700 km. Ten ostatni zasięg (700 km) jest wyjątkiem, który pojawił się nie przez przypadek, należy do pocisku Ch-32P, czyli zmodernizowanej wersji swego poprzednika z początku lat siedemdziesiątych – Ch-22MP. Można przypuszczać, że pociski te po przeprowadzonych modernizacjach są równie skuteczne co Ch-15P oraz Ch-31P, a zawdzięczają to ilości miejsca w głowicy umożliwiającego zastosowanie nowoczesnych (zminiaturyzowanych), ale funkcjonalnie bardziej rozbudowanych układów elektronicznych.

Pierwsze użycie bojowe pocisków przeciwradiolokacyjnych tej generacji miało miejsce w pierwszej wojnie w Zatoce Perskiej (lata 1990 – 1991), kiedy wyzwalano Kuwejt spod najazdu Irackiego (operacja w 1991 roku pk. „*Pustynna Burza*" – ang. „*Desert Storm*"). Opalono wówczas 121 pocisków „Alarm" z pokładu samolotów typu Tornado należących do brytyjskiego *RAF*, które przeprowadziły z użyciem tego typu pocisków 24 misje wyłącznie przeciwko systemowi OP Iraku oraz 52 misje w ramach pokonywania

[12] W 1991 NATO przyjęło tzw. nową koncepcję strategiczną, która była wynikiem zakończenia zimnej wojny. Jej głównym założeniem było utrzymanie wystarczającego potencjału sił konwencjonalnych i nuklearnych, odstraszających ewentualnych agresorów i umożliwiających prowadzenie działań prewencyjnych w stosunku do potencjalnych konfliktów zbrojnych na świecie.

[13] *SEAD* (ang. *Suppression of Enemy Air Defenses*) – zwalczanie systemu obrony powietrznej przeciwnika.

[14] Jest to zmodernizowana odmiana pocisku przeciwradiolokacyjnego Ch-22MP „Burja", która występowała również w wersji przejściowej o oznaczeniu Ch-26MNP o zasięgu maksymalnym 380 km.

systemu OP (*SEAD*) oraz prowadzenia działań w głębi ugrupowania przeciwnika. W kilku przypadkach odpalenia pocisków „Alarm" pochodzących z pierwszej (próbnej) serii były nieudane[15]. W trakcie tej wojny, w celu niszczenia elementów systemu Obrony Powietrznej Iraku, wojska Koalicji wykorzystywały również masowo pociski przeciwradiolokacyjne „Harm". W trakcie operacji „*Desert Storm*" wystrzelono ich ok. 2000 sztuk[16] (inne źródła potwierdzają użytą ilość pocisków „Harm" w tej operacji[17]) w kierunku irackich stacji radiolokacyjnych. Oczywiście nasuwa się natychmiast pytanie, czy Irak miał aż tyle stacji radiolokacyjnych w ramach systemu OP. Biorąc powyższe pod uwagę, można dojść do wniosku, że pociski te stosowano w wielu przypadkach na wszelki wypadek. Większość takich odpaleń z pewnością wykonały załogi zwykłych samolotów bojowych dozbrojonych w pociski przeciwradiolokacyjne, których używano jedynie z wykorzystaniem aparatury ostrzegawczej przed promieniowaniem *ALR-67 RWR*. Jak wskazują niektóre źródła, autorami tak licznych odpaleń byli głównie piloci samolotów F/A-18 Marynarki Wojennej USA, którzy do naprowadzania pocisków wykorzystywali niedokładną, wskazaną wcześniej aparaturę *ALR-67 RWR* pierwszej wersji[18]. Należy mieć na uwadze, że załogi samolotów specjalizowanych (zaprojektowane specjalnie do misji *SEAD*) prowadzą przemyślaną selekcję i niszczenie celów, ponieważ mają więcej czasu na takie działanie (zasadnicze ich zadanie), są lepiej wyszkolone oraz posiadają zdecydowanie lepsze wyposażenie elektroniczne.

Następną konfrontacją zbrojną, gdzie użyto pocisków tej generacji były działania NATO nad Półwyspem Bałkańskim. Była to pierwsza kampania, w której główną rolę odegrała broń precyzyjnego rażenia, w tym pociski przeciwradiolokacyjne. W siedemnastodniowej kampanii powietrznej NATO pk. „*Celowe siły*" (ang. „*Deliberate Force*") w roku 1995 użyto pocisków amerykańskich (SP USA) typu AGM-88 Harm pierwszych wersji, których odpalono łącznie 56 (48 sztuk odpaliły samoloty F/A-18C i EA-6B Marynarki Wojennej oraz F/A-18D Korpusu Piechoty Morskiej USA, 6 sztuk samoloty F-16 SP USA wyposażone w system *HTS* – pierwsze użycie bojowe tego systemu, oraz 2 sztuki przez EF-18 hiszpańskich SP)[19]. Należy nadmienić, że w tym czasie poszczególne obiekty ataków zostały pogrupowane i przy-

[15] http://www.airwar.ru [dostęp: 04.10.2012].

[16] Ten sam autor (Australijczyk Kopp Carlo) podaje w swoich publikacjach różne dane, tj. raz, że użyto w operacji razem ok. 2000 pocisków typu Alarm i Harm (*Matra/BAe ALARM and Matra Armat*, s. 2), drugi raz, że jedynie pocisków Harm (*Texas Instruments – Raytheon AGM-88 Harm*, s. 3). Zob., http://www.ausairpower.net [dostęp: 31.07.2012].

[17] *Raytheon – Texas Instruments AGM-88 Harm*, s. 2. Zob., http://www.designation-systems.net [dostęp: 31.07.2012].

[18] C. Kopp, *Texas Instruments – Raytheon AGM-88 Harm*, s. 10. Zob., http://www.ausairpower.net [dostęp: 31.07.2012].

[19] R. L. Sargent, *Weapons Used in Deliberate Force*, w: *Deliberate Force A Case Study in Effective Air Campaigning*, Air University, s. 266-267.

porządkowane przyszłym rodzajom działań lotnictwa. Wyodrębniono m.in. dwie ich charakterystyczne kategorie mające służyć demonstracji siły oraz prowadzeniu właściwych operacji powietrznych. Koncepcja uderzeń lotniczych dowódcy Sojuszniczych Sił Powietrznych NATO Europy Południowej (*AIRSOUTH*) obejmowała również trzecią kategorię obiektów, tzw. zintegrowany system obrony powietrznej, którą przypisano działaniom w ramach osobnej operacji pk. „*Martwe oko*" (ang. „*Deadeye*"). Wyeliminowanie zintegrowanego systemu obrony powietrznej miało być realizowane w ramach misji typu *SEAD.* Wybrano i zdefiniowano 17 rodzajów obiektów (w tym m.in. 94 stacje radiolokacyjne, 1 przeciwlotniczy system rakietowy, 12 posterunków meldowania i kontroli oraz 1 ośrodek powiadamiania i kontroli)[20].

W trakcie kolejnego etapu tego konfliktu w roku 1999 odpalono nad Serbią i Kosowem 6 pocisków „Alarm" w stronę różnych celów[21]. Użyte wówczas przez samoloty SP USA pociski AGM-88C Harm oraz przez samoloty niemieckiej *Luftwaffe* pociski wersji AGM-88B Harm nie były w stanie zadać ruchliwym jugosłowiańskim siłom i środkom systemu OP znaczących strat. Wyrządzone uszkodzenia były dosłownie symboliczne, a wynikały ze zbyt małej dokładności naprowadzania bezwładnościowych (inercyjnych) układów naprowadzania głowic pocisków, co było poważnym impulsem do rozwoju i późniejszego wykorzystania do naprowadzania w układach sterowania systemu GPS. W sumie samoloty NATO w latach dziewięćdziesiątych w trakcie działań nad krajami byłej Jugosławii odpaliły do radarów wychodzących w skład sił jugosłowiańskiej obrony przeciwlotniczej 743 pociski „Harm", 6 pocisków „Alarm" oraz 8 pocisków „Armat". Zniszczono w wyniku tych działań jedynie ok. 115-130 celów naziemnych promieniujących elektromagnetycznie, co wskazuje na wysoką skuteczność podejmowanych działań sił jugosłowiańskich, tj. wysoką dyscyplinę w zakresie kontroli czasu promieniowania radarów (krótki czas emisji radarów – do 10 sekund[22]) i utrzymywanie wysokiej manewrowości w ugrupowaniu bojowym (ciągłe zmiany pozycji zestawów przeciwlotniczych po krótkim promieniowaniu radarów). W oficjalnych raportach NATO skuteczność pocisków „Harm" oceniono na poziomie 3-6,6%[23], w zależności od etapu działań. O skuteczności działań sił jugosłowiańskich niech świadczy fakt, że strona amerykańska przebazowała do Włoch w trakcie operacji w Kosowie z Centrum Uzbrojenia Marynarki Wojennej USA z m. *China Lake* swój eksperymentalny zespół o nazwie „Tygrys", który w USA zajmuje się testowaniem nowego

[20] http://pl.wikipedia.org/wiki/Operacja_Deliberate_Force [dostęp: 04.10.2012].

[21] http://www.airwar.ru [dostęp: 04.10.2012].

[22] W. Klembowski, J. Miłosz, T. Rutkowski, J. Wiśniewski, *Środki ochrony radaru przed rakietami naprowadzającymi się na emisję radarową*, 43 Konferencja Naukowo-Techniczna Radiolokacji, Rynia, 15-16.11.2011 r., s. 21.

[23] W. Klembowski, J. Miłosz, T. Rutkowski, J. Wiśniewski, *Środki ochrony radaru przed rakietami naprowadzającymi się na emisję radarową*, 43 Konferencja Naukowo-Techniczna Radiolokacji, Rynia, 15-16.11.2011 r., s. 22.

uzbrojenia. Piloci zespołu w ciągu 36 dni przetestowali użycie ponad 400 pocisków „Harm" w celu opracowania nowej taktyki użycia tych pocisków, aby zwiększyć ich skuteczność oddziaływania[24]. Wnioski z prac zespołu natychmiast przekazano do jednostek Marynarki Wojennej USA, co skutkowało potwierdzonymi zniszczeniami atakowanych obiektów.

Kolejną operacją, w której wykorzystano pociski przeciwradiolokacyjne, była militarna operacja reagowania kryzysowego pk. „*Pustynny Lis*" (ang. „*Desert Fox*") przeprowadzona w Iraku w dniach 16-19.12.1998r. przez siły powietrzne i morskie Stanów Zjednoczonych oraz siły powietrzne Wielkiej Brytanii. Celem operacji było zniszczenie zdolności produkowania przez Irak broni masowego rażenia. Wytypowano do bombardowania około 100 celów w Iraku. Obok urządzeń mogących służyć do produkcji broni chemicznej i biologicznej celem ataków były ośrodki wykorzystywane przez służby bezpieczeństwa i iracką Gwardię Republikańską, rafineria w mieście Basra, lotniska, centra dowodzenia oraz środki obrony przeciwlotniczej. Te ostatnie cele niszczono z wykorzystaniem pocisków AGM-88 Harm, których odpalono ok. 80 sztuk[25].

Należy brać pod uwagę, że do roku 2000 amerykańskie SP oraz Korpus Piechoty Morskiej USA otrzymały ponad 19600 sztuk pocisków AGM-88 Harm różnych wersji, natomiast niemiecka Bundeswehra dla Luftwaffe oraz lotnictwa Marynarki Wojennej do roku 1997 pozyskała równo 1000 sztuk tych pocisków[26].

Doświadczenia zebrane w konfliktach lat dziewięćdziesiątych, szczególnie te z działań lotnictwa NATO nad Półwyspem Bałkańskim, wskazały na potrzebę utworzenia zdolności do zwalczania stacji radiolokacyjnych na krótkich dystansach o nazwie „*selfprotection*" (samoobrona), tj. niszczenia stacji naprowadzania rakiet toczących walkę z samolotami prowadzącymi atak powietrzny na krótkim dystansie. Wynikało to ze skutecznego, manewrowego działania jugosłowiańskiego systemu OP, skutkującego w trakcie operacji „*Allied Force*" zestrzeleniem nawet „niewidzialnego" (wykonanego w technologii „*stelth*") samolotu typu F-117 przez nie najnowocześniejszy już zestaw rakietowy typu S-125 Peczora w roku 1999.

Zebrane doświadczenia owocowały dalszym rozwojem pocisków przeciwradiolokacyjnych, które do użytku trafiły w pierwszej dekadzie XXI wieku. Część z nich to głównie efekty modernizacji starszych wersji (np. w Rosji: Ch-31PD, Ch-31MP, Ch-58USzE, Ch-58USzKE), produkcji licencyjnej (np. w Chinach rakiet pochodzących z Rosji produkowanych w latach dziewięćdziesiątych: YJ-91/YJ-93 na bazie Ch-31P), własnej produkcji (np. w Brazylii: MAR-1) oraz opracowania według nowej myśli technicznej kolejnej generacji pocisków przeciwradiolokacyjnych (w USA: AGM-88D Harm Block 6,

[24] AGM88 HARM, str. 4. Zob., http://www.globalsecurity.org [dostęp: 04.10.2012].
[25] AGM88 HARM, str. 1. Zob., http://www.globalsecurity.org [dostęp: 04.10.2012].
[26] http://de.wikipedia.org/wiki/AGM-88_HARM [dostęp: 04.12.2012].

AGM-88E AARGM; w Niemczech: „Armiger”).Wielokrotnie stanowiły i stanowią one nadal uzbrojenie wskazywanego wcześniej taktycznego lotnictwa uderzeniowego[27]. Pierwsza dekada XXI wieku zaowocowała pociskami, które charakteryzowały się bardzo podobnymi zasięgami maksymalnymi, jakie posiadały te z lat dziewięćdziesiątych XX w., ich wartość wynosi od 60 km do 250 km. Istotnym parametrem, który niekiedy ulegał zmianie był minimalny zasięg pocisków tej generacji (chodzi o „Harm” wersji D oraz E w ramach osiągania zdolności do samoobrony). Na jego zmniejszenie najistotniejszy wpływ w amerykańskich pociskach miało przyspieszenie reakcji układów elektronicznych (skrócenie czasu pomiędzy wykryciem celu, a odpaleniem pocisku). Do poprawy oczekiwanego efektu przyczyniły się również lepsze układy sterowania i zmiany w układzie napędowym. Niestety brak dostępu do danych, które wskazywałyby zakres uzyskanych zmian w tym obszarze.

Tabela 5. Wybrane parametry pocisków przeciwradiolokacyjnych I dekady XXI w.

Lp.	Typ rakiety	Typ wg NATO	Kraj	Rok wdro-żenia	Prędkość lotu [m/s]	Min. zasięg [km]	Min. czas lotu [s]	Max. zasięg [km]	Max. czas lotu [s]
1.	Star-1	-	Izrael	b.d.	b.d.	b.d.	-	100	-
2.	Ch-31PD/ Ch-31PM	AS-17 Krypton	Rosja	2002/ 2005	600-700 do 1.000/ do 1.170	15/-	25-21 do 15/-	180-250/-	257-416 do 180/-
3.	AGM-88 D Harm Block 6	-	USA	2003	- do 2.040	b.d.	-	180	- do 88
4.	YJ-91/YJ-93 [Ch-31P]	-	Chiny	2005	b.d.	b.d.	-	b.d.	-
5.	Ch-58USzE/ Ch-58USzKE	AS-11 Kilter	Rosja	-/2007	450-600 do 1.166	10-12	26-16 do 8	245	544-408 do 210
6.	Armiger	-	Niemcy	2008	- do 1.020	b.d.	-	200	- do 196
7.	MAR-1	-	Brazylia	2008	b.d.	b.d.	-	60-100	-
8.	AGM-88 E AARGM	-	USA	2009	680	b.d.	-	110	161

b.d. – brak danych.

Źródło: opracowanie własne.

[27] Nową koncepcję strategiczną z lat dziewięćdziesiątych w 1999 zaktualizowano na podstawie doświadczenia misji NATO w byłej Jugosławii. Wprowadzono pojęcie „operacji spoza artykułu 5”, którymi są przede wszystkim operacje reagowania kryzysowego, rozumiane jako: sojusznicze, wielonarodowe i wielofunkcyjne działania militarne i niemilitarne, wychodzące w swych celach militarnych poza artykuł 5 Traktatu Waszyngtońskiego. Są to działania przy użyciu sił zbrojnych skierowane na usuwanie przyczyn sytuacji kryzysowych lub kryzysów zagrażających regionalnemu lub światowemu bezpieczeństwu oraz powodujących naruszenie praw człowieka.

Najbardziej znanym konfliktem pierwszego dziesięciolecia XXI wieku, w trakcie którego użyto również pocisków przeciwradiolokacyjnych, była druga wojna w Zatoce Perskiej w roku 2003. W celu zniszczenia elementów systemu Obrony Powietrznej Iraku w tym konflikcie wykorzystano stosunkowo szeroko pociski przeciwradiolokacyjne „Harm", wystrzelono ich ponad 400 sztuk[28] w kierunku irackich stacji radiolokacyjnych różnych typów. Biorąc pod uwagę sytuację gospodarczą Iraku i możliwości odtworzenia systemu OP po konflikcie z lat 1990-1991 oraz inne późniejsze operacje powietrzne (np. „Pustynny Lis"), liczba odpalonych pocisków wydaje się zbyt duża. Tym bardziej, że ich poziom technologiczny uległ zdecydowanej poprawie, dostępne były już pociski AGM-88C Harm różnych jego wersji rozwojowych. W amerykańskich samolotach w tym czasie wprowadzono już funkcję odpalania pocisków przeciwradiolokacyjnych w trybie samoobrony (ang. self-protection), co zapewne było nadmiernie wykorzystywane przez załogi zwykłych samolotów bojowych dozbrojonych w pociski przeciwradiolokacyjne.

Natomiast ostatnim znanym konfliktem z użyciem pocisków przeciwradiolokacyjnych była wojna w Osetii Południowej w roku 2008, między siłami wojskowymi Gruzji a wojskami Osetii Południowej, Abchazji i Rosji. Tam również odnotowano skuteczne użycie rosyjskich pocisków przeciwradiolokacyjnych przeciwko gruzińskim radarom.

Druga dekada wieku XXI owocuje dotychczas jedynie doniesieniami prasowymi o nowych typach rakiet przeciwradiolokacyjnych, choć wiele wskazuje, że mowa jest jedynie o daleko idącej modernizacji już istniejących. Informacje te docierają ze wschodu, publikowane były w „*Głosie Rosji*" na początku roku 2012[29]. Dyrektor generalny korporacji „*Takticzeskoje rakietnoje wooruż*enije", konstruującej m.in. pociski lotnicze, Borys Obnosow ogłosił, że „W 2012 roku w Rosji zostaną zbudowane dwie najnowsze rakiety lotnicze typu Ch-31, niemające odpowiedników na świecie". Zaznaczył też, że zagraniczne firmy aktywnie interesują się tą bronią. Ich seryjna produkcja miała rozpocząć się jeszcze w 2012 roku i ma być kontynuowana na eksport. Wypowiedź dotyczy pocisków Ch-31AD i Ch-31PD, które mają być nowymi pociskami, ale zgodnie z przyjętym oznaczeniem będą najprawdopodobniej wersjami rozwojowymi już istniejących. Pierwszy z nich ma być ponaddźwiękowym pociskiem przeciwokrętowym o zwiększonym zasięgu, a drugi – przeciwradiolokacyjnym pociskiem sterowanym z nową radiolokacyjną głowicą samonaprowadzającą skonstruowaną do istniejącego już pocisku. Ciekawostką jest fakt, iż w dostępnych danych za datę powstania pocisku przeciwradiolokacyjnego o oznaczeniu Ch-31PD wskazuje się rok 2003, więc konsekwencja w oznaczaniu nakazywałaby przyjąć inne

[28] Materiały reklamowe firmy „Raytheon" nt. pocisku AGM-88 Harm, MS 9/07 70003Ra, 2007 rok, str. 1.

[29] http://polish.ruvr.ru/2012/01/31/65015571.html [dostęp: 04.10.2012].

oznaczenie pocisku zapowiadanego jako nowy w roku 2012. Otwarte pozostaje pytanie, w jakim stopniu głowica tego drugiego pocisku poddana zostanie modernizacji. Czy poprawiono tylko parametry istniejącej wcześniej głowicy, czy może będzie jakościowo całkowicie nowym rozwiązaniem. Nawet w przypadku całkowicie nowej jakościowo głowicy nie powinno się takiej konstrukcji nazywać nowym pociskiem.

Oceniając wpływ zasięgu pocisków przeciwradiolokacyjnych na niszczenie stacji radiolokacyjnych, nie można pominąć towarzyszącego mu nierozłącznie parametru, jakim jest prędkość lotu pocisku. Te dwa parametry decydują o czasie, w jakim pocisk osiągnie cel po odpaleniu z pokładu nosiciela. Oceniając je przy obliczaniu czasu lotu, należy mieć świadomość, że na potrzeby naszych obliczeń stosujemy uproszczenie, w którym istotna jest jedynie średnia prędkość lotu pocisku (prędkość w poszczególnych fazach lotu pocisku – w tym prędkość maksymalna – jest istotna z innych względów, np. dla ich zwalczania, reakcji obsługi radaru na pocisk radiolokacyjny, itd.) oraz najkrótsza przebyta droga (nie uwzględnia się rzeczywistej trajektorii lotu pocisku, która jest najbardziej optymalna ze względu na skutki rażenia celu). W prowadzonych tu rozważaniach przyjęto zasięg maksymalny oraz zasięg minimalny pocisków jako zasadniczy parametr, który pośrednio ma wpływ na efektywność niszczenia stacji radiolokacyjnych na współczesnym polu walki, a w efekcie przekłada się na kontynuowanie skutecznych działań systemu Obrony Powietrznej. W tabelach nr 1, nr 2, nr 3, nr 4 oraz nr 5 przedstawiono dane dotyczące prędkości, zasięgów i czasu lotu poszczególnych typów pocisków przeciwradiolokacyjnych. Dane te uzmysławiają orientacyjnie, ile czasu pozostaje obsłudze radaru po wykryciu pocisku przeciwradiolokacyjnego na podjęcie skutecznych działań w celu uchronienia radaru przed atakiem. Można dokonać umownego podziału pocisków przeciwradiolokacyjnych ze względu na ich zasięg na pociski:

- małego zasięgu – do 100 km;
- średniego zasięgu – do 200 km;
- dużego zasięgu – powyżej 200 km.

Skuteczność rażenia

Innym parametrem pocisków przeciwradiolokacyjnych, ważnym z punktu widzenia przetrwania stacji radiolokacyjnej na polu walki, jest skuteczność rażenia celu w wyniku eksplozji głowicy bojowej. Tę skuteczność charakteryzują wybrane parametry szczegółowe, ważne z militarnego punktu widzenia:

- waga głowicy bojowej (ilość powstających odłamków);
- waga ładunku wybuchowego w głowicy bojowej (siła wybuchu);

– rodzaj ładunku wybuchowego głowicy bojowej (np. odłamkowy);
– promień rażenia sprzętu radiolokacyjnego;
– promień rażenia siły żywej;
– dokładność trafienia;
– prawdopodobieństwo trafienia w cel (rażenia celu);
– odległość eksplozji zapalnika zbliżeniowego od celu;
– możliwość eksplozji w wyniku bezpośredniego trafienia (zapalnik uderzeniowy).

Pociski pierwszej generacji, przenoszone przez samoloty strategiczne, ze względu na ich pierwotne przeznaczenie (rażenie dużych celów naziemnych i morskich głowicami jądrowymi), nie były zbytnio celne ze względu na ówczesny poziom technologiczny układów naprowadzania z lat pięćdziesiątych oraz ich stosunkowo duży zasięg lotu.

KSR-2P/KSR-11 (Źródło: http://www.ausairpower.net/index.html).

Rys. 1. Fazy ataku balistycznego strategicznego pocisku przeciwradiolokacyjnego

Konsekwencje tego przekładały się na budowane na ich bazie pociski przeciwradiolokacyjne, które charakteryzowały się podobnymi parametrami szczegółowymi związanymi z dokładnością trafienia. Odpowiednią skuteczność rażenia celu osiągano poprzez umieszczenie ładunku wybuchowego o dużej wadze w głowicy bojowej (jądrowej, odłamkowo-burzącej lub

burzącej)[30], co umożliwiały ówczesne zasadnicze parametry pocisku (jego wielkość i masa maksymalna, siła ciągu silnika rakietowego). Podawany ciężar głowic bojowych[31] pocisków tamtego dziesięciolecia zawierał się w przedziale od ok. 160[32] kg (ASM-N-8 Corvus), poprzez 240[33] kg (GAM-67 Crossbow), do 840-1000 kg (KSR-2P, tj. KSR-11) i 700-1000 kg (KSR-5P oraz KSR-5MP). Niestety źródła nie podają danych dotyczących promienia rażenia sprzętu radiolokacyjnego i siły żywej dla pocisków tej generacji. Z dostępnych parametrów szczegółowych pocisków tej generacji podawane jest jedynie prawdopodobieństwo trafienia w cel dla pocisku KSR-2P (KSR-11) wynoszące 0,8.

Kolejne lata (lata sześćdziesiąte i początek lat siedemdziesiątych) owocują jeszcze jednostkową kontynuacją produkcji ciężkich pocisków dla samolotów strategicznych, które charakteryzowały się podobnymi parametrami wagowymi głowic bojowych (630-1.000 kg – dla CH-22P oraz Ch-22MP) jak te z lat pięćdziesiątych. Innowacją w opracowaniu tych pocisków było wprowadzenie, obok odłamkowo-burzącej, również głowicy bojowej o rażeniu kumulacyjno-burzącym. Ma ona konstrukcję analogiczną do typowych ładunków kumulacyjnych, opracowaną w celu lepszego ukierunkowania fali uderzeniowej. Nowością jest pojawienie się w tym czasie również trzech innych kategorii wagowych pocisków przeciwradiolokacyjnych. Pierwsza posiada cięższe głowice bojowe o wadze ok. 150 kg (Ch-58, Ch-28, Ch-28M, AS-37 Martel, AGM-78 Standard-ARM). Głowice bojowe tych cięższych pocisków o ładunku odłamkowo-burzącym lub burzącym umożliwiają rażenie sprzętu radiolokacyjnego w promieniu do 20 m (Ch-58), jak również do 50 m (Ch-28 oraz Ch-28M), a nawet 150 m (AGM-78 Standard-ARM). Ten ostatni pocisk (AGM-78 Standard-ARM) posiada specjalnie ukształtowane odłamki rażące o sześciennym kształcie i długości krawędzi wynoszącej 10 mm, co oprócz większego zasięgu rażenia sprzętu radiolokacyjnego, zapewnia rażenie siły żywej w odległości do 500-600 m. Dla drugiej kategorii wagowej, wyposażonej w średniej wagi głowice bojowe mające ok. 86-90 kg (Ch-25P, Ch-27), nie podano promienia rażenia. Tu na uwagę zasługuje pocisk Ch-27, który – jak podają niektóre źródła – ma głowicę z ładunkiem

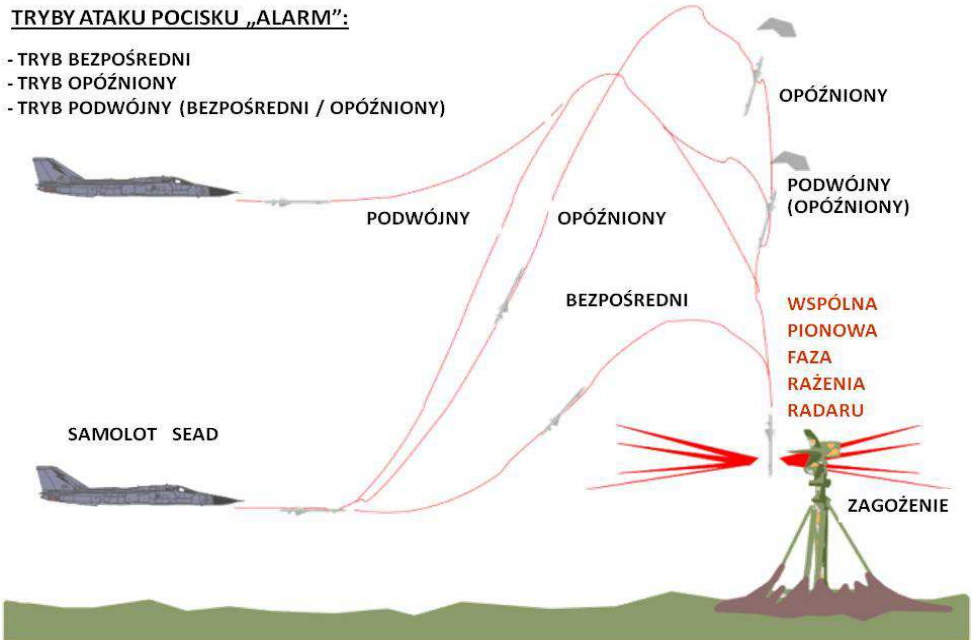
[30] Najczęściej podawanym parametrem jest waga głowicy bojowej, jedynie czasem można spotkać podaną wagę ładunku wybuchowego. Waga tego ładunku stanowi w uproszczeniu ok. 1/3 wagi głowicy bojowej.

[31] W niektórych wypadkach nie można odnaleźć w materiałach źródłowych nie tylko wagi ładunku wybuchowego, ale również brak danych nt. wagi głowic bojowych. Na podstawie dostępnych danych oszacowano w uproszczeniu, że procentowy udział wagi głowicy bojowej w wadze całego pocisku zawiera się najczęściej w przedziale pomiędzy 15% a 37%.

[32] Szacunek procentowy na podstawie innych rozwiązań analogicznych typów pocisków, w którym przyjęto 20% udziału wagi głowicy bojowej w wadze całego pocisku.

[33] Szacunek procentowy na podstawie innych rozwiązań analogicznych typów pocisków, w którym przyjęto 20 % udziału wagi głowicy bojowej w wadze całego pocisku.

o działaniu burzącym, ale w celu wzmocnienia oddziaływania na cel, uzbrojoną w stalowe odłamki. Trzecia kategoria wagowa, o lżejszej wadze głowicy bojowej wynoszącej ok. 66 kg (AGM-45 Shrike), razi cele na odległość do 15 m, a wersja A tego pocisku posiada odłamkowo-burzącą głowicę bojową posiadającą 20000 odłamków o sześciennym kształcie. Pomimo najmniejszego zasięgu, w przypadku dokładnego lub bezpośredniego trafienia celu tą wersją pocisku, można było uzyskać wysoki efekt rażenia. Do znanych parametrów szczegółowych pocisków tej generacji należy odległość (wysokość) eksplozji zapalnika od celu dla pocisku AGM-78 Standard-ARM wynosząca 15-20 m. Natomiast dla pocisku Ch-28 (Ch-28M) oraz dla Ch-58 prawdopodobieństwo trafienia w cel w promieniu rażenia 20 m wynosi 0,8, a odległość eksplozji zapalnika od celu to 5 m.



Źródło: C. Kopp, *Matra/BAe ALARM and Matra Armat*, s. 2, http://www.ausairpower.net.

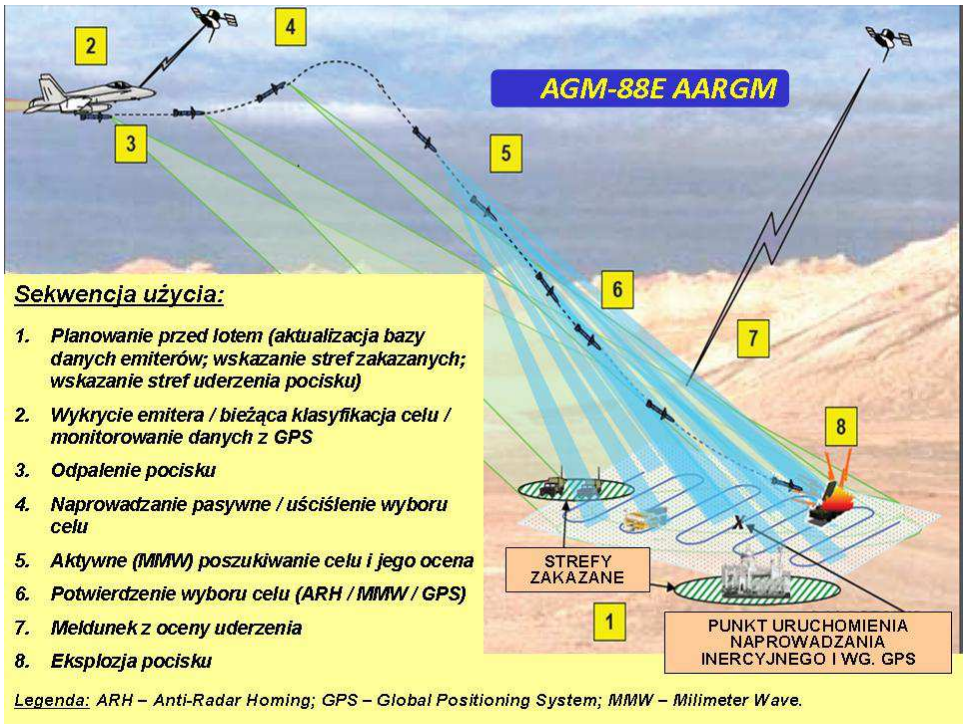
Rys. 2. Sposoby ataku brytyjskiego pocisku „Alarm"

Kolejna generacja pocisków przeciwradiolokacyjnych (tych z przełomu lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych oraz z lat osiemdziesiątych), nie obejmuje już wagi superciężkiej, której echem były jeszcze w poprzedniej generacji pociski CH-22P oraz Ch-22MP dla samolotów strategicznych. Prowadzono wówczas w pierwszej kolejności modernizację pocisków już istniejących (Ch-25MP, Ch-25PS, Nisan-28, Ch-58U, AS-37 Armat – zmodernizowana wersja pocisku AS-37 Martel). Nie poprawiono ich parame-

trów szczegółowych związanych z głowicą bojową, a w efekcie ich promień rażenia sprzętu radiolokacyjnego i siły żywej nie uległ zmianie. Równolegle opracowano jednak kilka nowych konstrukcji pocisków tego typu, lecz mieściły się one w powstałych już poprzednio kategoriach wagowych dotyczących wagi głowic bojowych (w ZSRR: Ch-15P – 150 kg, Ch-31P – 87 kg; w USA: AGM-88 Harm – 70 kg, AGM-88A Harm – 66 kg, AGM-88B Harm – 66 kg). Większość tych pocisków wyposażono w głowice bojowe odłamkowo-burzące o typowym dla tych wagomiarów efekcie rażenia sprzętu radiolokacyjnego i siły żywej. Lecz jest pośród tych pocisków wyjątek, tj. AGM-88A Harm. Niektóre źródła podają, że jego głowicę bojową wyposażono w 25000 prefabrykowanych stalowych odłamków, które zapewniają zwiększony efekt rażenia – nie podano jednak promienia rażenia. Zapewne dotyczy to również wersji pocisku oznaczonej literą B (AGM-88B Harm), gdyż dla wersji C opracowano już inną, nową głowice bojową. Dokładność trafienia pocisku Ch-15P oraz Ch-58U wynosi 5-8 m, natomiast pocisku Ch-31P to 5-7 m (niektóre źródła podają dokładność trafienia dla tego pocisku rzędu 0,25 m)[34], a dla AGM-88 Harm pierwszych wersji podaje się dokładność rzędu 7,3-9 m. Dla Ch-58U podano również prawdopodobieństwo trafienia w cel w promieniu rażenia 20 m, wynoszące 0,8.

W latach dziewięćdziesiątych, niosących ze sobą nową jakościowo konstrukcję pocisku przeciwradiolokacyjnego i jego głowicy bojowej („Alarm"), modernizowano również dotychczas istniejące (Ch-25MPU, Ch-32P, Ch-58E, Ch-58EM, AGM-88C Harm). Aby poprawić rażenie obiektów ataku pociski Ch-58E oraz Ch-58EM wyposażono w głowicę bojową odłamkowo-burzącą z wymuszoną fragmentacją, natomiast AGM-88C Harm w głowicę bojową odłamkową zawierającą 12845 elementów rażących o sześciennym kształcie ze stopu wolframowego o wielkości 5 mm, przebijających z odległości 6 metrów (zakładana dokładność trafienia pocisku) arkusz miękkiej stali grubości 12,7 mm oraz płytę pancerną grubości 6,35 mm. Ich zwiększona siła rażenia zapewnia niszczenie sprzętu radiolokacji i siły żywej w dwukrotnie większym promieniu, niż podstawowa wersja pocisku AGM-88, lecz źródła nie podają promienia rażenia wersji podstawowej. Zbudowany w Wielkiej Brytanii pocisk „Alarm" posiada wysoko efektywną głowicę bojową odłamkowo-burzącą, zawierającą wolframowe odłamki[35]. Niestety dostępne źródła nie podają ani wagi głowicy bojowej, ani promienia rażenia tego pocisku. Podawane parametry szczegółowe obejmują odległość (wysokość) eksplozji zapalnika od celu dla pocisku Ch-58E oraz Ch-58EM wynoszącą 5-8 m. Dla pocisku AGM-88C Harm dokładność trafienia wynosi 6 m.

[34] http:/johncool.host.sk/CH-31P.htm.
[35] http://www.airwar.ru [dostęp: 04.10.2012].



Legenda:

ARH (ang. Anti-Radar Homing) – naprowadzanie pocisku przeciwradiolokacyjnego na radar.

GPS (ang. Global Positioning System) – system nawigacji satelitarnej GPS.

MMW (ang. Milimeter Wave) – radar zakresu milimetrowego.

Źródło: D. Larratt, *Advenced Anti-Radiation Guided Missile*, materiały z konferencji nt. uzbrojenia artyleryjskiego i rakietowego NDIA, firma ATK, Waszyngton, 08.04.2009 r., s. 10.

Rys. 3. Typowy profil lotu pocisku AGM-88E AARGM

Pociski pochodzące z pierwszej dekady XXI wieku w zakresie efektywności rażenia nie odbiegają od swoich poprzedników, gdyż są w swojej większości ich wersjami rozwojowymi (Ch-31MP, Ch-58USzE, Ch-58USzKE, YJ-91/YJ-93, AGM-88D Harm Block 6, AGM-88E AARGM, MAR-1), ale pojawiają się w tym względzie również wyjątki (Ch-31PD, „Armiger"). Zmodernizowany pocisk o oznaczeniu Ch-31PD wyposażono w udoskonaloną głowicę bojową kasetową o uniwersalnym działaniu, o wadze zwiększonej do 110 kg i wydłużonym zasięgu rażenia w stosunku do swego poprzednika (tej z głowicy z Ch-31P). Niestety źródła informacji o nim nie podają tego zasięgu (promienia rażenia). Natomiast niemiecki pocisk „Armiger" uzbrojono w niewielką głowicę bojową o wadze zaledwie 20 kg o kombinowanym oddziaływaniu, lecz nie wyjaśniono, na czym owe oddziaływanie polega. Ta-

jemnica skuteczności tego pocisku tkwi w dokładności trafienia w cel (z wykorzystaniem systemu *GPS*), która jest mniejsza od jednego metra (≤ 1 m). Dlatego waga głowicy bojowej pocisku „Armiger" może być taka mała przy zachowaniu oczekiwanej skuteczności oddziaływania. Dla pocisku Ch-58USzE oraz Ch-58USzKE prawdopodobieństwo trafienia w cel, w promieniu rażenia 20 m, wynosi 0,8. Natomiast odległość (wysokość) eksplozji zapalnika od celu wynosi 5-8 m.

Reasumując i oceniając skuteczność rażenia celu w wyniku eksplozji głowicy bojowej pocisku przeciwradiolokacyjnego z perspektywy ich rozwoju, należy stwierdzić, że ten zasadniczy parametr w latach pięćdziesiątych – przy niskim poziomie dokładności trafienia w cel – rekompensowano głównie poprzez użycie głowicy bojowej o dużej sile rażenia. Było to możliwe dzięki konstruowaniu dużych pocisków dla samolotów strategicznych, które były w stanie je przenieść. W latach sześćdziesiątych ukształtowały się trzy nowe kategorie wagowe, które utrzymują się – z małymi wyjątkami – zasadniczo do dnia dzisiejszego. Uzyskano większą dokładność i prawdopodobieństwo trafienia w stosunku do poprzedniej generacji pocisków, co zapewniało oczekiwaną efektywność rażenia dla poszczególnych kategorii wagowych. Zoptymalizowano również odległość (wysokość) eksplozji zapalnika od celu. Taki stan rzeczy utrzymywał się do początku lat dziewięćdziesiątych, kiedy to pojawił się jakościowo nowy brytyjski pocisk „Alarm". Ze sposobu ataku tego pocisku na stację radiolokacyjną oraz jego celności (poniżej 1 metra) można ocenić, iż jego skuteczność utrzymuje się na bardzo wysokim poziomie. Kolejnym istotnym przełomem w rozwoju pocisków tego typu było skonstruowanie w pierwszej dekadzie XXI wieku przez USA pocisku AGM-88E AARGM oraz przez Niemcy pocisku „Armiger", rozwijanych równolegle na bazie pocisku wcześniejszej generacji o oznaczeniu AGM-88 Harm. Znana jest dokładność trafienia pocisku „Armiger" (również poniżej 1 metra), zapewne parametr ten dla amerykańskiego pocisku AGM-88E AARGM kształtuje się na podobnym poziomie, gdyż obydwa mają te same korzenie (AGM-88 Harm) oraz reprezentują ten sam stopień zaawansowania technologicznego.

Układy naprowadzania

Aby umiejscowić pocisk w zasięgu skutecznego rażenia radaru głowicą bojową, należało wyposażyć go we właściwe układy naprowadzania. Była to kolejna płaszczyzna rozwoju tych pocisków i za razem rywalizacji różnych stron konfliktów (producentów). Wynikało to bezpośrednio z działań podejmowanych przez obsługi stacji radiolokacyjnych w celu ich uchronienia przed zniszczeniem (wyłączanie promieniowania, włączanie dwóch identycznych radarów w bliskiej odległości, przemieszczanie radarów po

wyłączeniu promieniowania, używanie urządzeń mylących – „wabików" udających radar – ang. *decoy*[36]).

Naprowadzanie pocisków, wytwarzanych w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych, na promieniowanie elektromagnetyczne pochodzące z radarów, wspomagane było wewnętrznie jedynie poprzez układy nawigacji bezwładnościowej, zwane również inercyjnymi[37]. Całością sterował niezbyt zaawansowany technologicznie autopilot. Była to w główniej mierze spuścizna techniczna z okresu II wojny światowej, w trakcie której urządzenia te (żyroskopowe) stosowano w układach sterowania rakietami V-1 oraz V-2. Ówczesna elektronika nie była na tyle zminiaturyzowana, aby można było ją szeroko wykorzystywać w tego typu zastosowaniach. Dokładność trafienia pocisku zależała od odległości, na której utracono sygnał elektromagnetyczny radaru służący do naprowadzania, gdyż po jego utracie dalszy lot pocisku odbywał się po torze balistycznym.

Dopiero gwałtowny rozwój półprzewodnikowych podzespołów elektronicznych, głównie tranzystorów i hybrydowych[38] układów scalonych, umożliwił budowę w latach siedemdziesiątych bardziej zaawansowanych technologicznie układów naprowadzania pocisków przeciwradiolokacyjnych. Pozwalały one na realizację wcześniejszych funkcji swych poprzedników, ale posiadały już dodatkowe możliwości. W tamtym okresie była to elektroniczna pamięć umożliwiająca naprowadzenie pocisku na pozycję celu, na tyle dokładnie, na ile pozwalały na to układy nawigacji inercyjnej.

---

[36] Decoy (ang.) – „wabik" – oznacza pułapkę elektromagnetyczną (radarową), która ma na celu odciągnięcie pocisku przeciwradiolokacyjnego od rzeczywistej pozycji radaru, a tym samym jego ochronę przed uderzeniem. Wabik imituje sygnał radaru, tym samym wprowadza odbiornik głowicy naprowadzania pocisku przeciwradiolokacyjnego w stan, w który wyznacza on błędną lokalizację atakowanego radaru.

[37] Nawigacja inercyjna – głównie stosowana w różnych rakietach (w tym balistycznych), w okrętach podwodnych itd., realizowana przy pomocy systemów żyroskopowych.

[38] Hybrydowe układy scalone – budowane poprzez nanoszenie na płytki wykonane z izolatora warstw przewodnika oraz materiału rezystywnego, które następnie są wytrawiane, tworząc układ połączeń elektrycznych oraz rezystory. Do tak utworzonych połączeń dołącza się indywidualne, miniaturowe półprzewodnikowe elementy elektroniczne.

Źródło: http://www.militaryphotos.net/forums/showthread.php?202111-The-war-in-South-Ossetia-(August-2008)-Loss-of-military-equipment.

Rys. 4. Gruziński radar ST-68U (36D6-M) w pobliżu Gori zniszczony rosyjskim pociskiem przeciwradiolokacyjnym w trakcie wojny w Osetii Południowej w roku 2008

Kolejne dwa dziesięciolecia (lata osiemdziesiąte i dziewięćdziesiąte) charakteryzowały się udoskonalaniem istniejącej elektroniki pokładowej pocisków w celu możliwości budowy urządzeń posiadających programowalne, pokładowe bazy danych, służące do porównania parametrów stacji radiolokacyjnych i wyboru tych stwarzających największe niebezpieczeństwo lub wcześniej wskazanych przez człowieka – zależnie od realizowanego zadania. Rozszerzono wówczas możliwości bojowe pocisków poprzez umożliwienie zwalczania źródeł celowych zakłóceń elektromagnetycznych (ang. jemm), co zwiększyło ich elastyczność zastosowania (np. AGM-88C Harm, posiadający możliwość naprowadzania na urządzenia zakłócające system *GPS*).

Źródło: D. Larratt, *Advenced Anti-Radiation Guided Missile*, materiały z konferencji nt. uzbrojenia artyleryjskiego i rakietowego NDIA, firma ATK, Waszyngton, 08.04.2009 r., s. 13.

Rys. 5. Precyzja uderzenia pocisku AGM-88E AARGM

Natomiast w pierwszej dekadzie XXI wieku nastąpił prawdziwy boom w rozwoju układów sterowania (naprowadzania) pocisków przeciwradiolokacyjnych na cel. Układy te wzbogacono o układy nawigacji satelitarnej *GPS*[39]. Dotyczy to pocisków produkcji amerykańskiej (AGM-88D Harm, AGM-88E AARGM), niemieckiej (Armiger) oraz izraelskiej (Star-1). Na podstawie analizy najnowszych konfliktów i zebranych z nich doświadczeń rozbudowano układy sterowania niektórych pocisków o dodatkowe systemy. Armiger wyposażono dodatkowo w sensor podczerwieni (Infrared sensor) oraz w układ obrabiający obrazy pochodzące z tego sensora, co jest z pewnością konsekwencją wcześniejszego wyposażenia niemieckich specjalizowanych samolotów Tornado. ECR (*SEAD*) w sensory tego typu, mające na celu obniżenie promieniowania elektromagnetycznego emitowanego z pokładu samolotu. Ale największe zmiany zarejestrowano w konfiguracji pocisku AGM-88E AARGM, który co prawda nie ma sensora podczerwieni, ale dodatkowo posiada aktywny radar milimetrowy z precyzyjnym modulatorem Dopplera zwiększającym możliwość zwalczania celów stacjonarnych oraz ruchomych (wykrywającym manewrowy radar po jego wyłączeniu, oddalający się z pozycji bojowej) oraz układ wymiany informacji drogą radiową (aktualizacja danych o celu[40] oraz przekazywanie informacji o zwalczanym celu, zarejestrowanych bezpośrednio przed uderzeniem w niego pocisku). Układy wbudowane w pocisk AGM-88E AARGM pozwalają na pracę

[39] *GPS* (ang. *Global Positioning System*) – najnowocześniejszy z satelitarnych systemów nawigacyjnych, właściwa nazwa to satelitarny system nawigacyjny *Navstar* (*Navigational Satellite Time and Ranging*), znany potocznie pod nazwą *GPS*, który został zaprojektowany jako precyzyjny system określania położenia o zasięgu globalnym.

[40] Nie dotyczy wszystkich wersji.

w trybie współpracy radaru milimetrowego z w pełni cyfrowym pasywnym odbiornikiem emisji fal elektromagnetycznych, uniemożliwiając przerwanie ataku pocisku operatorowi atakowanego radaru poprzez jego wyłączenie, uruchomienie celu pozornego (urządzenia mylącego – „wabika" udającego radar – pułapki elektromagnetycznej – decoy) lub zmianę pozycji bojowej. Zadaniem głowicy radaru milimetrowego jest wykrycie położenia atakowanej stacji radiolokacyjnej tak, aby pocisk uderzył w atakowaną stację, a nie w nowo uruchomiony cel (źródło promieniowania), nawet gdy radar zacznie się przemieszczać.

Druga dekada XXI wieku niesie ze sobą jak na razie jedynie nieliczne zapowiedzi nowych pocisków przeciwradiolokacyjnych, choć zapewne naukowcy w różnych krajach pracują intensywnie nad kolejnymi ich rozwiązaniami. Zapowiadane ostatnio nowe pociski rosyjskie będą zapewne posiadać możliwości, które już dziś mają wcześniej omawiane ich odpowiedniki z Zachodu. Na podstawie wskazanych wcześniej oznaczeń tych pocisków można się spodziewać ich głębokiej modernizacji (głównie głowicy), która oznaczać będzie na pewno wykorzystanie satelitarnych systemów nawigacyjnych[41] do naprowadzania pocisków na radary. Dotychczas żaden rosyjski pocisk przeciwradiolokacyjny nie wykorzystywał takich systemów, a jeżeli jest inaczej, to brak jest oficjalnych informacji na ten temat. Oczywiście ze względów eksportowych można spodziewać się, że Rosjanie prawdopodobnie nie ograniczą się jedynie do systemu *Glonass*[42]. Można ocze-

[41] Nawigacja satelitarna – rodzaj radionawigacji wykorzystujący fale radiowe ze sztucznych satelitów w celu określania położenia punktów i poruszających się odbiorników wraz z parametrami ich ruchu w dowolnym miejscu na powierzchni Ziemi. Znane systemy nawigacji satelitarnej: *GPS* – najnowocześniejszy z satelitarnych systemów nawigacyjnych; satelitarny system nawigacyjny *Navstar* znany pod nazwą *GPS* został zaprojektowany jako precyzyjny system określania położenia o zasięgu globalnym; *GLONASS* – jest rosyjskim odpowiednikiem *GPS Navstar*; *GALILEO* – w 2002 UE wraz z Europejską Agencją Kosmiczną zdecydowały się na wprowadzenie alternatywy dla *GPS*, nazwanej systemem *Galileo*; *Beidou* – chiński system nawigacji satelitarnej, który w chwili uruchomienia będzie obejmował swym zasięgiem tylko region Chin i państw sąsiadujących; *DORIS* – to system nawigacyjny stworzony przez Francję; *GNSS* – obecnie w fazie projektów i wstępnych realizacji, celem jest stworzenie ogólnoświatowego cywilnego systemu nawigacji (konstelacja satelitów nawigacyjnych będzie obejmować satelity *GPS Navstar* typu II F, *GLONASS M* i nowe satelity europejskie o roboczej nazwie *Galileo*).

[42] *Glonass* – (*Globalnaja Nawigacionnaja Sputnikowaja Sistiema*) – radziecki, obecnie rosyjski, satelitarny system nawigacyjny obejmujący swoim zasięgiem całą kulę ziemską. Do niedawna odbiorniki systemu *Glonass* były zazwyczaj produkcji rosyjskiej i były przeważnie typu wojskowego lub okrętowego. Obecnie odbiorniki tego systemu produkują firmy, takie jak: Septentrio, Topcon, JAVAD, Magellan Navigation, Novatel, Leica Geosystems czy Trimble Inc. Niektórzy producenci mają w swej ofercie odbiorniki uniwersalne – współpracujące zarówno z systemem Glonass, jak i GPS, np.: 3S Navigation R100/30T, Ashtech Z18, Garmin eTrex 20/30 i inne. Obsługę systemu Glonass wprowadzono w niektórych modelach smartfonów m.in. Sony Ericsson Xperia neo V, Apple iPhone 4S, Samsung Galaxy S III, Sony Xperia S, czy też Nokia Lumia 900. Rosyjski samochód Jo-mobil również posiada odbiornik Glonass, jak i GPS. Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/GLONASS.

kiwać, że opracują również wersję wykorzystującą zachodni system GPS. Nie można oczywiście ostatecznie wykluczyć zastosowania jakiegoś całkowicie nowego rozwiązania technologicznego w zakresie naprowadzania. W przypadku przyjęcia rozwiązania zbliżonego do AGM-88E AARGM, bazą takiego rozwiązania technologicznego dla części aktywnej nowej głowicy może być istniejąca już głowica aktywna z radarem milimetrowym innego pocisku (np. Ch-15S, Ch-25MAE lub Ch-58A). Czas pokaże, w którym kierunku rozwiną swe działania rosyjskie zespoły konstrukcyjne.

Podsumowanie oceny pocisków przeciwradiolokacyjnych

Oceniając rozwój obecnie istniejących pocisków przeciwradiolokacyjnych, można wyodrębnić w uproszczeniu kilka zasadniczych sposobów zwalczania radarów:

– atak bezpośredni – pocisk odpalany jest najczęściej z dużej lub średniej odległości wznosi się na bardzo dużą wysokość (np. dla Ch-32P to 22.000 m), następnie rozpędza się do maksymalnej prędkości tak, aby w ostatnim jego odcinku lotu (w bezpośredniej odległości przed radarem) obsługa radaru nie mogła zareagować na atak w skuteczny sposób. Rozróżnić można atak tego rodzaju prowadzony pod klasycznym kątem (zawierającym się pomiędzy 20-40°– prawie wszystkie pociski) lub atak pionowy (90°– pocisk „Alarm”);

– atak balistyczny – pocisk jest odpalany najczęściej z bliskiej odległości (relatywnie blisko w przypadku pocisków strategicznych, np. Ch-32P), zmierza do radaru balistycznym torem lotu, nie osiąga maksymalnej wysokości, najczęściej porusza się z prędkością marszową;

– atak opóźniony – pocisk odpalany jest z dowolnej wysokości wznosi się na maksymalną wysokość, następnie gasi silnik i rozpoczyna opadanie na spadochronie, po wykryciu promieniującego radaru odrzuca spadochron i pod wpływem siły ciężkości opada, kierując się w stronę radaru (atak pionowy pod kątem 90 – forma ataku stosowana obecnie jedynie przez brytyjski pocisk „Alarm”);

– atak manewrujący – manewrujący pocisk przeciwradiolokacyjny, zbudowany w układzie samolotu-pocisku, po odpaleniu z samolotu podąża przed lotniczą grupą uderzeniową po uprzednio zaprogramowanej trasie (może to być kluczenie w określonym rejonie i wyczekiwanie na włączenie radaru), a jego głównym zadaniem jest oczyszczanie trasy przelotu samolotów z radarów systemu OP (forma ataku stosowana obecnie jedynie przez amerykański pocisk AGM-136 Tacit Rainbow oraz izraelski Star-1).

W obecnym czasie arsenały wielu państw nadal zawierają pociski przeciwradiolokacyjne z różnych epok technologicznych, a duży przekrój posiadanego potencjału sprawia, że na współczesnym polu walki można

się zetknąć z każdym jego typem. Szczególnie z tego względu, że obecna produkcja samolotów i prowadzone ich modernizacje idą w kierunku dostosowywania ich do jednoczesnego przenoszenia uzbrojenia pochodzącego z fabryk zbrojeniowych Zachodu oraz Wschodu. Ostatnie działania wymuszane są również staraniami firm o sprzedaż za granicę (eksport).

Kompleksowe systemy wykrywania i rażenia

Rozpoznanie celu i rozprowadzenie informacji o nim w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem obecnie istniejących systemów jest już możliwe, pozostaje kwestia jej wykorzystania. Ale i to już funkcjonuje w praktyce, takim rozwiązaniem jest np. tzw. *multi-ships techniques*, czyli proces polegający na optymalnym wykorzystaniu poszczególnych samolotów znajdujących się w ugrupowaniu bojowym lotnictwa[43]. Przykładem jest tu podsystem będący wyposażeniem samolotu F-16CJ o nazwie *HTS R7* (*Harm Targeting System – HTS*[44] wersji rozwojowej *R7*), który stanowi element systemu kierowania zwalczaniem źródeł promieniowania elektromagnetycznego przeciwnika (*Joint Emitter Targeting System – JETS*). System ten umożliwia prowadzenie misji SEAD w rejonie silnie nasyconym systemami przeciwlotniczymi dzięki wyposażeniu elementów systemu w odbiornik nawigacji satelitarnej *GPS* oraz elementy systemu transmisji danych Link-16, które pozwalają na efektywne niszczenie stacji radiolokacyjnych nie tylko rakietami przeciwradiolokacyjnymi AGM-88 Harm, ale również środkami precyzyjnego rażenia (*Precision Guided Munition – PGMs*). Opracowano i rozwinięto również podobny, nowocześniejszy system o nazwie system lokalizacji celów (*Target Acquisition System – TAS*), który przeznaczony został dla samolotów następnej generacji (np. F/A-18).

Do zwalczania stacji radiolokacyjnej można również współcześnie wykorzystać cały arsenał bomb (opadających grawitacyjnie) i pocisków (np. z napędem rakietowym, strumieniowym, itd.) kierowanych różnorodnymi systemami pozwalającymi na precyzyjne ich naprowadzenie na cel z wykorzystaniem promieniowania elektromagnetycznego (sterowanie drogą radiową, naprowadzanie aktywną głowicą radiolokacyjną), promieniowania podczerwonego, promieniowania laserowego, naprowadzania systemami optycznymi (telewizyjnymi, elektro-optycznymi), systemami nawigacji satelitarnej oraz naprowadzanych z pomocą sygnałów elektrycznych przekazy-

[43] S. Maślanka, *Zabójcy radarów*, Przegląd Sił Powietrznych nr 12 (018), Redakcja Wojskowa, Warszawa, 2008, s. 21.

[44] *HTS* – jest celowniczym systemem kierowania pocisków przeciwradiolokacyjnych AGM-88 Harm, oznaczonym AN/ASQ-213 Harm. Skonstruowany w postaci zasobnika, umieszczany jest na prawym pylonie dolnej części kadłuba F-16CJ.

wanych poprzez przewód elektryczny rozciągany od pocisku do platformy (samolotu, środka bezpilotowego).

Podsumowanie oceny zagrożeń

Na współczesnym polu walki zagrożeniem dla stacji radiolokacyjnych jest każdy środek walki, który może skutecznie je niszczyć lub obezwładniać. Na oddziaływanie niektórych z nich radary są bardziej narażone, na inne mniej. Najniebezpieczniejszymi dla nich były dotychczas i pozostają pociski przeciwradiolokacyjne, które są bronią specjalizowaną w ich zwalczaniu. W najbliższej przyszłości zapewne taki stan rzeczy pozostanie, ale zagrożenie ze strony innych wzrasta z dnia na dzień. Szczególnie tych, które wykorzystywane są w ramach wskazanych już powyżej kompleksowych systemów wykrywania i rażenia (walki). Powiązanie podsystemów rozpoznania, targetingu oraz oddziaływania ogniowego z podsystemami wymiany informacji w czasie w zbliżonym do rzeczywistego pozwala na wykorzystanie różnorodnych klasycznych środków walki do niszczenia stacji radiolokacyjnych. Oczywiście nie ułatwia to ich obrony lub podejmowania działań w celu wyjścia spod uderzenia.

Już po krótkiej i uproszczonej ocenie istniejących zagrożeń (w tym pocisków przeciwradiolokacyjnych) oraz doświadczeń płynących z konfliktów zbrojnych widać wyraźnie, że kluczem do uniknięcia skutków ataku na stacje radiolokacyjne za pomocą tego typu pocisków jest czas. Zadaniem radaru na polu walki jest wykrywanie obiektów powietrznych, co realizowane jest z pomocą promieniowania elektromagnetycznego. Czas tego promieniowania, czas pozostawania radaru na pozycji, z której promieniował oraz czas reakcji systemu przeznaczonego do jego niszczenia, tworzą oparte na zasadach fizyki równanie matematyczne, które daje nam odpowiedź na zasadnicze pytanie: Jak budować radar, aby mu zapewnić przetrwanie na współczesnym polu walki?

Bibliografia

1. Butowski P., *Lotnictwo wojskowe Rosji, cz. II*, Lampart, Warszawa 1996.
2. Butowski P., *Lotnictwo wojskowe Rosji, cz. III*, Lampart, Warszawa 1997.
3. Butowski P., *Przegląd rosyjskich pocisków kierowanych klasy powietrze-ziemia i powietrze-woda*, „Nowa Technika Wojskowa” Nr 3, 1995.
4. Czekała Z., *Parada radarów*, Bellona, Warszawa 1999.

5. Defense Acquisition Management Information Retrieval, *Raport nr DD-A&T(Q&A)823-368 nt. AGM-88E AARGM*, Ministerstwo Obrony Narodowej USA, 31.12.2011 r.

6. Emami M., Jafargholi A., Marvasti F., Moghadam M. H. S., *Progress In Electromagnetics Research*, Artykuł: *New Anti-Arm technique by using random phase and amplitude active decoys*, K. N. Toosi & Sharif University of Technology, Iran, 2008.

7. Gruszczyński J., *Uzbrojenie lotnicze. Wschód*, Przegląd Konstrukcji Lotniczych nr 15, Altair, Warszawa 1993.

8. Hewitt P. W., Waltz B., Vandiviere S., *Ramjet Tactical Missile Propulsion Status*, materiały z konferencji naukowej nt. rakiet: AIAA 2002, Atlantic Research Corporation, Gainesville, Virginia, USA, 05-07.11.2002 r.

9. Klembowski W., Miłosz J., Rutkowski T., Wiśniewski J., *Środki ochrony radaru przed rakietami naprowadzającymi się na emisję radarową*, 43 Konferencja Naukowo-Techniczna Radiolokacji, Rynia 15-16.11.2011 r.

10. Larratt D., *Advenced Anti-Radiation Guided Missile*, materiały z konferencji nt. uzbrojenia artyleryjskiego i rakietowego NDIA, firma ATK, Waszyngton, 08.04.2009 r.

11. Marynarka Wojenna USA, *Program rozwoju Marynarki Wojennej USA – pocisku AGM-88E AARGM*, 2003.

12. Maślanka S., *Zabójcy radarów*, Przegląd Sił Powietrznych nr 12 (018), Redakcja Wojskowa, Warszawa 2008.

13. *Materiały reklamowe firmy „Raytheon" nt. pocisku AGM-88 Harm*, MS 9/07 70003Ra, 2007 rok.

14. Mikołajczuk M., Gruszczyński J., *Uzbrojenie ZSRR i Rosji 1945 – 2000, Cz. I – lotnicze systemy rakietowe*, Iglica & CB, Warszawa 2000.

15. Nicpoń K., *Rakiety przeciwradiolokacyjne. Wschód*, Nowa Technika Wojskowa nr 7, Magnum-X, Warszawa 1996.

16. Nicpoń K., *Rakiety przeciwradiolokacyjne. Zachód*, Nowa Technika Wojskowa nr 5, Magnum-X, Warszawa 1996.

17. *Program rozwoju Marynarki Wojennej USA – pocisku AGM-88E AARGM*, Marynarka Wojenna USA, 2009.

18. Ptaszyński M., *AGM-88 Harm – samonaprowadzający się pocisk przeciwradiolokacyjny*, Lotnictwo, Warszawa 2011, nr 1.

19. *Roczny raport w zakresie kierowania, testów operacyjnych oraz rozwoju pt. FY 2003*, Ministerstwo Obrony Narodowej USA, 2003.

20. Zespół Oficerów Szefostwa WRt SP, *Stacje radiolokacyjne Wojsk Radiotechnicznych Sił Powietrznych – informator*, ZW SP, Warszawa 2009.

ANTI-RADIATION MISSILES – DEVELOPMENT AND CURRENT STATE

Abstract: The author presents the development of anti-radar missiles since the moment of their appearance till today. He characterizes their subsequent generations that present different technical levels in different countries. He also shows the correlation between the anti-radar missiles development and their effectiveness performance on radars. Moreover, he also presents experiences from various armed conflicts where this highly specialized armament was used.