W amerykańskim lotnictwie wojskowym F-15 jest dziś stopniowo zastępowany samolotem dominacji w powietrzu F-22, wciąż jednak pozostaje podstawowym myśliwcem USAF przeznaczonym do wywalczenia i utrzymania przewagi w powietrzu. F-15 jest też najskuteczniejszym współczesnym samolotem myśliwskim, mającym na koncie ponad setkę zestrzelonych przeciwników, jednocześnie nie będąc nigdy pokonanym w walce w powietrzu.
Fot. USAF

Michał Fiszer, Jerzy Gruszczyński

Boeing F-15A/B/C/D Eagle

30 września 1968 r. zostały sprecyzowane szczegółowe założenia taktyczno-techniczne nowego myśliwca przewagi powietrznej dla USAF i wysłane do ośmiu firm lotniczych: McDonnell Douglas, North American, Grumman, General Dynamics i Fairchild-Republic. 23 grudnia 1969 r. zwycięzcą konkursu na projekt samolotu w ramach fazy *Full Scale Development* ogłoszono firmę McDonnell Douglas, która opracowała projekt samolotu o fabrycznym oznaczeniu model 199-B. Wkrótce USAF nadało mu oznaczenie F-15 *Eagle*.

Jak na stawiane wymagania konstrukcja płatowca F-15 była zadziwiająco klasyczna, bez wykorzystania najnowszych osiągnięć w dziedzinie aerodynamiki (zmienna geometria płata) czy futurystycznych technologii (tytan, specjalne paliwo lotnicze, kierowane pociski rakietowe dalekiego zasięgu).
Fot. Boeing

Kontrakt produkcyjny podpisano 2 stycznia 1970 r. Opiewał on na dostarczenie 20 samolotów serii próbnej, 12 przeznaczonych do testów w tzw. kategorii I (prób podstawowych) a 8 – kategorii II (prób zaawansowanych) i kategorii III (prób eksploatacyjnych). Łącznie planowano zakup 749 maszyn: 12 nie w pełni wyposażonych samolotów do testów kategorii I; 432 maszyny przeznaczone bezpośrednio dla jednostek bojowych, co stanowiło ekwiwalent sześciu skrzydeł po 72 maszyny (trzy dywizjony po 24) – trzech dla TAC, dwóch USAFE i jednego PACAF; 108 samolotów dla jednostek szkolno-bojowych; 54 samoloty które miały stanowić bezpośrednią rezerwę jednostek i 143 stanowiące rezerwę centralną.

Pierwsze 20 samolotów otrzymało oznaczenia F-15A (samoloty jednomiejscowe) i TF-15A (samoloty dwumiejscowe, szkolno-bojowe). W październiku 1978 r. oznaczenie samolotu dwumiejscowego, TF-15A zmieniono na F-15B.

Ciekawym elementem konstrukcji jest skrzydło samolotu, wykonane jako płat trapezowy, o niewielkiej stosunkowo mechanizacji i nieskomplikowanej konstrukcji. W przeciwieństwie do myśliwca F-4E *Phantom* II, który został wyposażony w sloty i tylne klapy manewrowe, płat F-15 jest całkowicie gładki, a jedynym wychylanym elementem używanym do manewrowania jest lotka. Płat został zoptymalizowany do manewrowania z prędkością okołodźwiękową, najbardziej typową dla walki powietrznej. Otrzymał zatem obrys trapezowy, ze skosem krawędzi natarcia 45°. Dzięki zastosowaniu obrysu trapezowego uzyskano stosunkowo dużą powierzchnię skrzydła, wynoszącą 56,5 m^2. Przy obliczonej masie bojowej 16 160 kg (przy takiej samolot najczęściej wchodzi do walki) obciążenie powierzchni nośnej wynosiło zaledwie 286 kg/m^2, co na owe czasy było doskonałym wynikiem.

Dzięki temu siła nośna uzyskiwana na umiarkowanych kątach natarcia wystarczała do wytwarzania dużych przeciążeń. Dlatego można było nie tylko zrezygnować z mechanizacji, ale także zastosować stosunkowo cienki profil laminarny NACA 64A o grubości względnej 6,6% u nasady i 3% przy końcówce. Zastosowanie skręcenia aerodynamicznego miało złagodzić przebieg przeciągnięcia, które mogło być dość gwałtowne przy zastosowanym profilu. Sam profil został nieco zmodyfikowany – zmieniono nosek profilu, zakrzywiając go w dół. Tworzyło to coś w rodzaju wychylonych na stałe klap przednich, na niewielki kąt, typowy dla manewrów na prędkościach okołodźwiękowych. Manewrowanie ułatwiały też niewielkie napływy na przejściu skrzydło-kadłub, wytwarzające małe wiry zwiększające energię strugi w przykadłubowej części płata, które dla obrysu trapezowego o małym wydłużeniu było najbardziej narażone na szybkie oderwanie strug.

Szeroki kadłub samolotu uczestniczył w wytwarzaniu siły nośnej, a jego duża pojemność umożliwiała umieszczenie w nim skomplikowanej aparatury elektronicznej oraz dużego zapasu paliwa.

F-15 był pierwszym na świecie samolotem zbudowanym w myśl koncepcji zwolnienia pilota z obserwowania wnętrza kabiny i zajmowania się sprawami płatowca, a skoncentrowaniu się na taktycznych problemach walki. Samolot nie miał jeszcze aktywnego układu sterowania, ale został wyposażony w bardzo zaawansowany technicznie układ sterowania współdziałający ze zwykłą statecznością aerodynamiczną klasycznego płatowca. Miał on układ zmieniający przełożenie wychylenia drążka i wychylenia sterów w zależności od prędkości i wysokości lotu oraz układ zapobiegający przekroczeniu dopuszczalnych kątów natarcia, a także dopuszczalnych przeciążeń. Całość była zintegrowana w systemie *Control Augmentation System* – CAS (system wspomagania sterowania). Oddzielnym układem był *Stability Augmentation System* (SAS, system wspomagania stateczności), stabilizujący samolot, uzupełniając naturalną stateczność aerodynamiczną. System ten wykorzystujący procesor elektroniczny ustateczniał samolot używając szybkich, niewielkich wychyleń powierzchni sterowych

Próby uzbrojenia F-15: prototyp 71-0286 uchwycony podczas odpalania kierowanego pocisku rakietowego „powietrze-powietrze" średniego zasięgu AIM-7E *Sparrow* (październik 1973 r.) oraz prowadzenia ognia z sześciolufowego działka M61A *Vulcan* (sierpień 1974 r.).
Fot. Boeing (2)

Próby w locie

Pierwszy egzemplarz samolotu, F-15A-1-MC (71-0280) został wytoczony z hali montażowej 26 czerwca 1972 r. Wkrótce po uroczystości został on zdemontowany, załadowany na pokład samolotu transportowego C-5A i dostarczony do bazy Edwards. Tu samolot zmontowano i 27 lipca 1972 r., został on oblatany przez szefa pilotów doświadczalnych firmy McDonnell Douglas Irvinga L. Burrowsa.

Pierwszy, trwający 54 minut lot zakończył się pomyślnie, ale z powodu niesprawności układu chowania podwozia przeprowadzono go ostrożnie, nie przekraczając prędkości 600 km/h i wysokości 3700 m. Dobre własności pilotażowe samolotu, a przede wszystkim usunięcie niesprawności, zachęciły jednak do stopniowego zwiększania uzyskanych parametrów i w ciągu pierwszego tygodnia prób samolot rozwinął prędkość Ma=1,5. Loty na samolocie prowadzili dwaj piloci – Irving L. Burrows i Peter Garrison. W toku dalszych prób pierwszy egzemplarz samolotu był wykorzystywany do badania własności lotnych w różnych konfiguracjach, z podwieszeniami i bez. Tysięczny lot wykonano na nim w sierpniu 1973 r., przy czym do tego momentu latano na nim już z prędkościami do Ma=2,5 i na wysokościach do 18 500 m.

System kierowania ogniem

Prace nad radarem dla nowego myśliwca rozpoczęły się w sierpniu 1968 r. Początkowo rozpatrywano pięć różnych konfiguracji stacji radiolokacyjnej dla przyszłego F-15, ostatecznie zdecydowano się na zbudowanie stacji impulsowo-dopplerowskiej o dużym zasięgu, dostosowanej do wykrywania i śledzenia celów zarówno powyżej samolotu, jak i na tle ziemi oraz do współpracy z pociskami rakietowymi kierowanymi półaktywnie radiolokacyjnie.

Opracowany przez firmę Hughes Aircraft Company z El Segundo w Kalifornii. radiolokator został oznaczony przez USAF AN/APG-63. Głównym konstruktorem radiolokatora był Erv Grau, obecnie wiceprezes oddziału Space and Airborne Systems firmy Raytheon. Charakteryzował się on wysokim zasięgiem wykrywania, sięgającym 240 km przy wykrywaniu dużego bombowca lecącego kursem przeciwnym. Dla podob-

Samolot myśliwski przewagi w powietrzu F-15A został uzbrojony w zabudowane w napływie lewego płata (patrząc w kierunku lotu) działko M61A *Vulcan* kal. 20 mm, cztery kierowane pociski rakietowe: „powietrze-powietrze" średniego zasięgu AIM-7E *Sparrow* przenoszone na podwieszeniach zewnętrznych rozmieszczonych na krawędziach bocznych chwytów powietrza do silników oraz cztery pociski małego zasięgo AIM-9P *Sidewinder*.
Fot. USAF

Samolot myśliwski przewagi w powietrzu F-15C MSIP II uzbrojony w cztery pociski kierowane „powietrze-powietrze" średniego zasięgu AIM-120A i cztery pociski małego zasięgu AIM-9M. Kosztem pocisków AIM-9M mogą być zabrane kolejne pociski typu AIM-120 (maksymalnie osiem). Innym wariantem uzbrojenia samolotu mogą być dwa pociski typu AIM-7M, cztery AIM-120 i dwa AIM-9M. Fot. USAF

Wymagania ROC-9-98, według których zrealizowano program F-X/F-15, przedstawiały się następująco:

1. Skrzydło zoptymalizowane dla dużych wartości przeciążenia przy prędkości Ma=0,9 na wysokości 10 000 m, wolne od drgań flatterowych i buffetingu;
2. Wysoki stosunek ciągu do ciężaru samolotu dla osiągnięcia wysokiej energii manewrowania samolotu w całym zakresie dopuszczalnych parametrów lotu;
3. Minimalna prędkość Ma=2,5 na dużej wysokości;
4. Radiolokator impulsowo-dopplerowski o dużym zasięgu i zdolności do wykrywania i śledzenia celów na tle ziemi;
5. Jednoosobowa załoga zdolna do prowadzenia wszystkich zadań;
6. Nowoczesne wyposażenie kabiny z odpowiednim zobrazowaniem, ze wskaźnikiem projekcji czołowej (HUD);
7. Żywotność płatowca nie mniejsza niż 4000 godzin lotu;
8. 360-stopniowa widoczność z kabiny;
9. Wysoka sprawność techniczna, nakład pracy nie większy niż 11,3 godziny prac obsługowych na jedną godzinę lotu;
10. Znacząco korzystniejszy średni czas pomiędzy awariami elementów systemu awionicznego w stosunku do sprzętu obecnie używanego przez USAF;
11. Struktura płatowca o wysokiej przeżywalności na polu walki, zdwojone układy hydrauliczne, przewody paliwowe, elektryczne i podwójny układ sterowania;
12. Możliwość autonomicznego uruchomienia silników, bez pomocy żadnego sprzętu naziemnego;
13. Międzykontynentalny zasięg do przebazowania samolotu bez tankowania w powietrzu;
14. Maksymalna masa startowa do przechwycenia celu powietrznego 18 150 kg;
15. Niskie ryzyko opracowania płatowca, zespołu napędowego i awioniki, wszystkie elementy muszą sprawnie działać w czasie prób.

nego celu, ale oddalającego się, zasięg ten wynosił około 185 km. W stosunku do celu typu myśliwiec (powierzchnia odbicia ok. 5 m^2) powyższe parametry wynosiły w przybliżeniu 180 km (do celu nadlatującego) i 120–130 km (do oddalającego się). Malały one w przypadku wykrywania małego celu na tle ziemi: do odpowiednio (około) 120 km i 70–80 km. Radiolokator nie wykrywał celów lecących na tle ziemi prostopadle do samolotu myśliwskiego. Zasięgi śledzenia stanowiły około 60% powyższych wartości. Sam radar z anteną oraz blokami elektroniki ważył około 230 kg. Radiolokator pracuje w zakresie częstotliwości 8,0–12,0 GHz.

Nadajnik i odbiornik radiolokatora oraz procesor sterujący ich pracą były analogowe. Radiolokator dysponował analogowo-cyfrowym konwerterem sygnałów i dwoma cyfrowymi procesorami obróbki sygnałów. Zobrazowanie stacji radiolokacyjnej było przedstawiane w postaci pionowej na monitorze w kabinie (widok z góry ala mapa) oraz na wskaźniku projekcji czołowej. F-15, obok morskiego F-14, był pierwszym amerykańskim samolotem w którym na ekranie nie prezentowano „surowego" zobrazowania z radaru, lecz cele wyświetlano za pomocą symboli z opisem ich podstawowych parametrów lotu. Dlatego w radarze zastosowano dwa procesory cyfrowe sygnałów – jeden z nich określał parametry sygnałów odbitych od celów, a drugi na podstawie tych informacji oddzielał cele prawdziwe od ech zakłóceń i wydawał informacje o parametrach lotu celów prawdziwych, które wydawał do centralnego komputera misji.

Podstawowym zakresem poszukiwania radiolokatora jest *Long Range Search*, na którym można było wybrać zakresy poszukiwania na odległości 295 km, 150 km, 75 km lub 37 km. Na zakresie tym radiolokator pracował na przemian na dużej i średniej częstotliwości powtarzania, przy czym na średniej częstotliwości powtarzania osiągano duży zasięg, zaś na wysokiej częstotliwości powtarzania sygnałów uzyskiwano dużą precyzję określenia położenia celu.

System umożliwiał precyzyjne podanie informacji o dziesięciu celach. Na tym zakresie radar wytwarzał wąską wiązkę skierowaną do przodu, z czterema poziomymi warstwami przeszukiwania.

Zakresem do poszukiwania samolotów w szerokim zakresie przestrzeni powietrznej (do ±60° na boki od osi samolotu i w kilkunastu warstwach poziomych, czyli w zakresie kątów w elewacji ±20°) był *Short Range Serach* (SRS), wówczas zasięg radiolokatora był ograniczony do 20 km. Na tym zakresie można było ręcznie wskazać cel do zwalczania i przejść na zakres *Single Target Track* (śledzenie jednego celu). Wówczas pozostałe samoloty znikały ze wskaźnika, zaś śledzony cel był wskazywany systemowi uzbrojenia do zwalczania (wybranym przez pilota pociskom rakietowym lub system obliczał parametry

do strzelania z działka). Możliwe było też przejście systemu na automatyczne śledzenie najbliższego celu. Jeśli przełącznik uzbrojenia na dźwigni sterowania silnikami był w położeniu na „działko", to system automatycznie przechodził na śledzenie najbliższego celu w zakresie całej przeszukiwanej przestrzeni. Jeżeli system uzbrojenia był w położeniu na SRM (AIM-9) lub MRS (AIM-7) i pilot uruchomił zakres automatycznego przejścia na śledzenie na drążku sterowym (jeden ruch przycisku do przodu) to system przechodził na zakres *SuperSearch* (SS), automatycznie przechwytując najbliższy cel w zakresie do 20° od osi podłużnej samolotu, jednocześnie wskazując ten cel głowicom wybranych pocisków rakietowych. Jeśli pilot wybrał na drążku sterowym zakres *Boresight Track* (BST; dwa ruchy do przodu) to system automatycznie przechwytywał najbliższy cel w zakresie do 4° od osi podłużnej samolotu. Zakres ten służył do półautomatycznego przejścia na zakres śledzenia – w przypadku gdy w pobliżu były własne samoloty i pilot chciał sam wskazać cel do zwalczania, to wybierając ten zakres musiał skierować nos samolotu mniej więcej w stronę wybranego celu, a system automatycznie przechodził na jego śledzenie. W przypadku przypadkowego uchwycenia nie tego celu, pilot mógł „zrzucić" śledzenie przełącznikiem na dźwigni sterowania silnikiem. Dodatkowo radiolokator miał też zakres *Vertical Search* (VS), kiedy antena skanowała przestrzeń w płaszczyźnie pionowej (odwrotnie, ±60° w elewacji i ±20° w azymucie), ułatwiając utrzymanie celu w ciasnych manewrach w bliskiej walce powietrznej.

AN/APG-63 został wyposażony w szereg nowoczesnych układów przeciwzakłóceniowych: szybka ucieczka z zakłócanej częstotliwości, odbiór i analiza sygnałów na listkach bocznych z elektroniczną eliminacją fałszywych ech, układ diversity częstotliwości itd.

Poza wymienionymi funkcjami radiolokator mógł też być użyty do pomiaru odległości w przypadku zwalczania celów naziemnych, a także do celów nawigacyjnych – przede wszystkim dopplerowski pomiar prędkości rzeczywistej i kąta znoszenia oraz wykonywanie mapy (do celów nawigacyjnych, ale nie celowniczych). Był też zakres samonaprowadzania się na radiolatarnię tankowca powietrznego oraz zakres pasywny, który wspomagał system walki radioelektronicznej samolotu (o czym dalej).

Wszelkie dane ze stacji radiolokacyjnej wyświetlano na wskaźniku przeziernym HUD McDonnell Douglas Electronic AN/AVQ-20 oraz na wyświetlaczu sytuacji taktycznej. Obok radiolokatora samolot wyposażono w transponder radarowy z zakresami cywilnymi jak i wojskowymi, na tzw. zakresie mod IV wykorzystywanym do identyfikacji „swój-obcy". Było to urządzenie Hazeltine AN/APX-76.

System samoobrony

Założono, że F-15, wykorzystywany do ofensywnych misji w których miał zwalczać cele powietrzne nad terytorium przeciwnika, musi otrzymać kompleks walki radioelektronicznej typowy dla samolotu uderzeniowego. Był to pierwszy typowy kompleks samoobrony WRe, który mógł pracować automatycznie, bez udziału pilota. Kompleks TEWS (*Tactical Electronic Warfare System* – taktyczny system walki radioelektronicznej) składał się z analogowego urządzenia ostrzegającego przed opromieniowaniem radiolokacyjnym Loral AN/ALR-56A, dodatkowego urządzenia ostrzegającego przed opromieniowaniem z tylnej półsfery Magnavox AN/ALQ-128, wyrzutnika flar/dipoli Tracor AN/ALE-39 (w zasobniku pod zewnętrznym zaczepem) oraz wbudowanego aktywnego systemu zakłócającego Northrop AN/ALQ-135, który umożliwiał wytwarzanie zakłóceń szumowych i mylących stacji radiolokacyjnych kierowania ogniem, zarówno znanych wówczas samolotów myśliwskich (MiG-21, MiG-23, MiG-25), jak i kierowanych radiolokacyjnie przeciwlotniczych zestawów rakietowych. Urządzenie w początkowej postaci pracowało w zakresie częstotliwości (w przybliżeniu): zakres I – 2000–5000 MHz i zakres II – 4500–10.000 MHz, razem pokrywając przedział długości fali 15,0–3,0 cm. Anteny AN/ALQ-135 (dwie mniejsze jedna za drugą) mieściły się pod przednią częścią kadłuba, pomiędzy dwoma większymi antenami radiowymi. AN/ALR-56A pracował w zakresie od 2,0 do 18, GHz i pozwalał na podstawową klasyfikację wykrytych środków elektronicznych przeciwnika. Podobny odbiornik był też integralną częścią ALQ-135. Zakłócenia aktywne były uruchamiane na podstawie analizy sygnałów pochodzących z trzech różnych źródeł: integralnego odbiornika urządzenia zakłócającego ALQ-135, odbiornika ostrzegawczego ALR-56A lub z radiolokatora, który okresowo włączał się na pasywny zakres pracy, zasilając TEWS odpowiednimi informacjami. Natomiast do dziś mało znany Magnavox ALQ-128 nie był sprzężony z resztą TEWS i służył jedynie do wspomagania zobrazowania sytua-

F-15A dzięki nowoczesnym i silnym silnikom Pratt & Whitney F100-PW-100 miał stosunek ciągu do ciężaru, przy obliczonej masie bojowej 16 160 kg (przy takiej masie średniej samolot wchodził do walki powietrznej) – 1 4, a przy normalnej masie startowej 19 212 kg (paliwo w zbiornikach wewnętrznych i uzbrojenie w postaci czterech pocisków AIM-7E, czterech AIM-9P oraz amunicja do działka) – 1,2 na korzyść ciągu. Zapewniało mu to doskonałe charakterystyki dynamiczno-manewrowe. Fot. USAF

W dwumiejscowym samolocie F-15B (oblot prototypu 7 lipca 1973 r.) umieszczenie drugiego fotela wymagało stosunkowo niewielkich zmian, gdyż kabina F-15A była bardzo obszerna (zmieniono jedynie rozmieszczenie niektórych bloków elektroniki). Masa samolotu dwumiejscowego wzrosła o około 380 kg. Fot. USAF

Dzięki instalacji uzupełniania paliwa w powietrzu, czas przebywania F-15 w powietrzu jest limitowany jedynie stanem psychofizycznym załogi. Znane są misje samolotu, podczas których – dzięki kilkukrotnemu dotankowaniu – przebywał on w powietrzu do 15 godzin. **Fot. USAF**

cji radioelektronicznej na okrągłym wskaźniku systemu w prawej górnej części tablicy przyrządów pilota.

Uzbrojenie

F-15A/B przenosił cztery pociski kierowane AIM-7F (a od 1979 r. także AIM-7M) umieszczone na dolnych krawędziach skrzynkowego kadłuba, po dwa jeden za drugim. Do manewrowych walk na bliskie odległości F-15A/B wyposażono w cztery pociski AIM-9P. Od 1980 r. zaczęto stosowanie wersji AIM-9L, która mogła być stosowana do atakowania zarówno z tylnej, jak i z przedniej półsfery celu (AIM-9P tylko z tylnej).

Możliwości przestrzenne

Typowym uzupełnieniem pocisków rakietowych w misjach „powietrze-powietrze" był zestaw zbiorników podwieszanych w kombinacjach: jeden podkadłubowy lub dwa podskrzydłowe, albo wszystkie trzy zbiorniki jednocześnie. Wszystkie trzy zbiorniki mają pojemność po 2309 l, dzięki czemu zapas paliwa wzrastał z 6750 l do 13 677 l. Przy zastosowaniu zbiorników zasięg samolotu do przebazowania z zapasem aeronawigacyjnym (na wypadek nieprzewidzianego przedłużenia lotu) wynosił 4160 km. Taktyczny promień działania w czasie przechwytywania celów powietrznych na dużej wysokości wynosił 810 km bez zbiorników i 1350 km ze zbiornikami, a na małej wysokości – odpowiednio 480 km i 900 km. Ponieważ przy dyżurowaniu na lotnisku zasięg przechwycenia rzędu 500 km był zupełnie wystarczający, to z reguły nie używano zbiorników podwieszanych do tego rodzaju misji. W misjach *Combat Air Patrol* – zwalczanie celów powietrznych z dyżurowania w powietrzu – samolot bez zbiorników mógł dyżurować przez dwie godziny w odległości 250 km od lotniska, a ze zbiornikami – cztery godziny w tej samej odległości. Długotrwałość lotu samolotu F-15A/B sięgała 4,8 h.

Maksymalna masa podwieszeń samolotu w konfiguracji myśliwca przewagi w powietrzu wynosi 6916kg i obejmuje trzy dodatkowe zbiorniki paliwa oraz osiem kierowanych pocisków rakietowych „powietrze-powietrze". W wypadku podwieszenia stacji zakłóceń aktywnych AN/ALQ-131 masa podwieszeń samolotu wzrasta do 7224 kg. Na zdjęciu dwumiejscowy F-15D, którego prototyp oblatano 19 czerwca 1979 r. **Fot. USAF**

Produkcja seryjna

Produkcję seryjną samolotów F-15 rozpoczęto 1 marca 1973 r. Do końca 1973 r. dostarczono osiem maszyn z drugiej partii przedprodukcyjnej (F-15A-5-MC, 72-0113 do 72-0116 i F-15A-6-MC, 72-0117 do 72-0120), a w 1974 r. podjęto już pełnoskalową produkcję seryjną. Z budżetu na rok 1973 zakupiono 23 samoloty F-15A i 7 dwumiejscowych F-15B, należące do serii produkcyjnej (Block) 7, 8 i 9.

Łącznie wyprodukowano 18 samolotów przedseryjnych F-15A w blokach 1 do 6 (4 dostarczono do Izraela), 366 F-15A w blokach 7 do 20 (347 dla USAF i 19 dla Izraela), 2 samoloty przedseryjne F-15B w blokach 3 i 4 oraz 61 samolotów seryjnych F-15B w blokach 7 do 20 (59 dla USAF i 2 dla Izraela). Razem powstało więc 445 *Eagle* pierwszej odmiany produkcyjnej. Samoloty F-15A/B dotrwały w uzbrojeniu sił regularnych do połowy lat 90., gdy ostatnie zostały w 325 Skrzydle zastąpione przez F-15C/D.

Conformal Fuel Tank

Po pomyślnym wprowadzeniu F-15A/B do eksploatacji firma McDonnell Douglas zajęła się wyeliminowaniem wad samolotu. Pierwszą sprawą było niespełnienie wymagania możliwości przebazowania samolotu z USA do Europy bez tankowania w locie. Uzyskiwany na F-15A zasięg 4160 km był niewystarczający. Jedną z możliwości, zaproponowanych przez McDonnell Douglas było dodanie zbiorników zewnętrznych, ale nie klasycznych podwieszanych, lecz wypełniających przestrzeń we wnęce między bokami kadłuba a przykadłubową częścią skrzydeł.

Zbiorniki mogły pomieścić znaczny zapas paliwa, nie pogarszając znacząco osiągów samolotu (prędkość maks. Ma=2, dopuszczalne przeciążenie manewrowe g+5,5). Miały być one wykonane z kompozytów i oprócz paliwa mogły pomieścić też dodatkowe wyposażenie radioelektroniczne. Wykorzystanie tego rodzaju zbiorników/zasobników na wyposażenie nazwanych FAST *Pack* (*Fuel And Sensor Tactical* – paliwo i taktyczne sensory) zaproponowano jeszcze na początku 1974 r. Ich odmiana, która miała zawierać wyłącznie paliwo została szybko opracowa-

na i pierwszy raz wykorzystana do próbnego lotu na drugim egzemplarzu TF-15A (F-15B, 72-0291) 27 lipca 1974 r. We wrześniu tego roku samolot ten wykonał przelot bez tankowania w powietrzu z bazy Loring w stanie Maine (północno-wschodni kraniec USA) do Farnborough w Wielkiej Brytanii, odległość w linii prostej wynosiła 5675 km. Lot trwał 5 godzin 25 minut, a w momencie lądowania na samolocie było jeszcze 2500 l paliwa. Jeden zbiornik FAST *Pack* mieścił 2912 l, łącznie zapas paliwa wzrósł o 5824 l (do 19 384 l), co wystarczało do osiągnięcia zasięgu ok. 5200 km (z odpowiednim aeronawigacyjnym zapasem paliwa).

Pomimo iż McDonnell Douglas zaproponował szereg różnych odmian FAST Pack – z aparaturą rozpoznawczą, do misji zwalczania naziemnych elementów systemu OP (*Wild Weasel*), do misji uderzeniowych. Jednak USAF zdecydował się na zakup wersji *fuel-only*, czyli po prostu w postaci dodatkowego zbiornika paliwa. Otrzymały one oficjalną wojskową nazwę CFT (*Conformal Fuel Tank* – dostosowane /do kształtu/ zbiorniki paliwa).

Wbudowanie na samolocie drugiej kabiny wymusiło rezygnację z zabudowy na jego pokładzie stacji zakłóceń aktywnych AN/ALQ-135. Umieszczenie stacji w innym miejscu nie było możliwe ze względu na niezgodność elektromagnetyczną urządzeń. Problem rozwiązano poprzez umieszczenie podobnego urządzenia zakłócającego – AN/ALQ-131, na centralnym węźle podkadłubowym. Fot. USAF

Zastosowanie CFT nie było jedyną zmianą instalacji paliwowej nowej odmiany samolotu powstającej od 1976 r., dodatkowo firma Goodyear opracowała nowe kadłubowe zbiorniki kadłuba, wypełniając większą część jego wewnętrznej objętości. Pojemność zbiorników wewnętrznych wzrosła o 1086 l (846 kg) do 7836 l. Łączny zapas paliwa ze zwykłymi zbiornikami podwieszanymi wyniósł zatem 14 646 l, a ze zbiornikami CFT do 20 470 l, co wystarczało do uzyskania zasięgu do przebazowania 5560 km, w zupełności wystarczającego do lotu ze wschodniej części USA do RFN.

Modernizacja radiolokacyjnego systemu kierowania ogniem

Główną wadą radaru AN/APG-63 w dotychczasowej postaci była niemożność obserwowania innych samolotów i śmigłowców przeciwnika na zakresie śledzenia jednego z nich, wybranego do zwalczania. Ponadto w trakcie obserwacji celów powietrznych z większych odległości radar *Orła* nie rozróżniał poszczególnych samolotów lecących w jednej grupie.

W końcu lat 70. powstał więc plan dalszego rozwoju F-15, który konsekwentnie realizowano w latach 1979-1985. Właśnie w ramach wytyczonej wówczas linii rozwojowej podjęto modernizację niektórych systemów samolotu, zaczynając od systemu kierowania ogniem.

Pierwszym krokiem do tego było usunięcie wspomnianych wcześniej dwóch głównych wad stacji radiolokacyjnej. Było to możliwe dzięki zdobyczom cyfrowej techniki obliczeniowej i osiągnięciom w tej dziedzinie, dokonanym w latach 70. XX wieku Wprowadzenie cyfrowego komputera do sterowania radarem w miejsce analogowo-cyfrowego, umożliwiło prowadzenie obróbki sygnałów i porównywania nadanych impulsów z odebranym echem,

Non-Cooperative Target Recognition

Najciekawszym, a jednocześnie najmniej znanym urządzeniem zamontowanym na F-15C/D MSIP II jest NCTR (*Non-Cooperative Target Recognition*). Początki prac nad tego typu urządzeniem sięgają wojny wietnamskiej, kiedy to Amerykanie opracowali urządzenie do wywoływania aktywnej odpowiedzi z radzieckiego systemu identyfikacji SRO-2. Urządzenie to, zamontowane na niektórych F-4E ułatwiało rozpoznanie celu, dublując pracę własnego systemu identyfikacji „swój-obcy".

Problem polegał bowiem na tym, że w wielu przypadkach identyfikacja niektórych, szczególnie późno wykrytych celów jest często bardzo utrudniona. Jeżeli dwa samoloty, własny i nieprzyjacielski znajdują się blisko siebie, albo są na jednej linii w stosunku do stacji zapytującej, zdarzają się przekłamania w pracy urządzenia „swój-obcy". Może się bowiem zdarzyć, że pozytywna odpowiedź pochodzi od innego samolotu, niż jest to zobrazowane na ekranie stacji radiolokacyjnej. Dodatkowo, zakłócenia sztuczne lub naturalne lub po prostu awarie urządzenia identyfikacji powodują czasem brak odpowiedzi od własnego samolotu. Przy przyjętej filozofii walki – zwalczania celów powietrznych na jak największej odległości, pewna identyfikacja atakowanego samolotu miała ogromne znaczenie. Dlatego właśnie rozpoczęto poszukiwania innego sposobu rozpoznania celu, niż klasyczna metoda „zapytania-odpowiedzi".

Prace nad urządzeniem identyfikującym, nie wysyłającym zapytania (czyli *Non-Cooperative* – nie współpracującym) rozpoczęły się w końcu lat 70. XX wieku pod kryptonimem „Musketeer". Program został utajniony jako tak zwana *klasyfikacja: czarna* co oznaczało, że oficjalnie w ogóle nie istniał. Został on częściowo odtajniony dopiero w 1998 r., do niedawna nikt niewtajemniczony o nim nie słyszał.

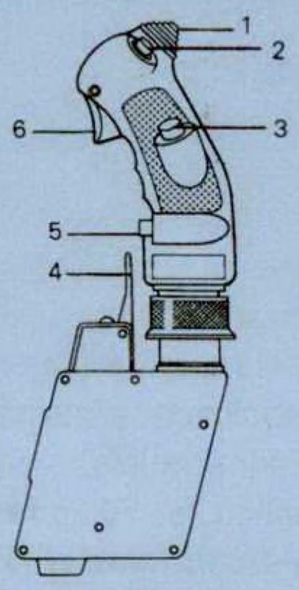
Urządzenie NCTR jest przystawką do radaru, służącą do cyfrowej obróbki jego sygnałów (niezależnej od obróbki prowadzonej przez procesor radaru) umożliwiającą określenie liczby łopatek pierwszego stopnia sprężarki lub ostatniego turbiny, jeśli cel jest ustawiony w przybliżeniu w przedniej lub tylnej półsferze (wydzielenie wtórnych częstotliwości dopplerowskich pochodzących z odbić w tunelu wlotowym lub dyszy wylotowej nieprzyjacielskiego samolotu, z tła jego ogólnego echa). Określenie liczby łopatek oraz ich charakterystyk obrotów i porównanie ich z biblioteką danych w pamięci urządzenia umożliwia rozpoznanie typu samolotu, a w związku z tym – jego przynależności. Opracowanie skutecznie działającego NCTR było możliwe dopiero w końcu lat 80. XX wieku, gdy technika komputerowa umożliwiała wykorzystanie odpowiednio zaawansowanego oprogramowania.

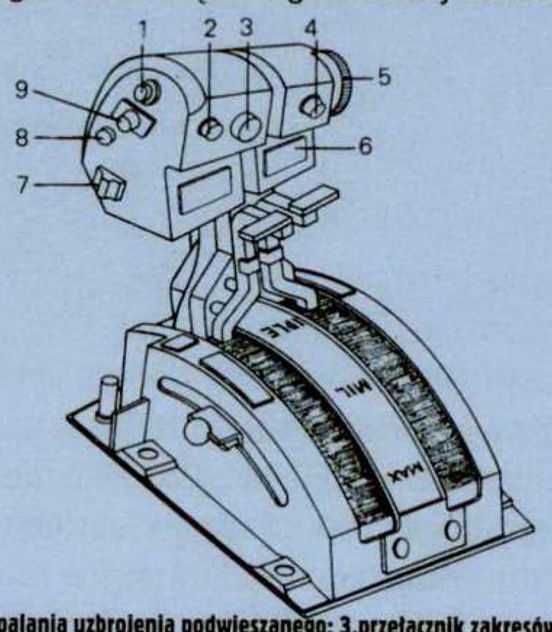
NCTR wprowadzono na F-15C/D w ramach programu modernizacji MSIP II i po raz pierwszy wykorzystano w czasie operacji „Pustynna Burza" (1991 r.). Fot. USAF

Układ HOTAS na F-15A/B/C/D

W przedniej części drążka znajdował się przycisk trymera, który sterowany kciukiem w górę/dół i na boki zmieniał neutralne położenie drążka sterowego w kanale steru wysokości i w kanale lotek (nie było klasycznych trymerów aerodynamicznych, bowiem F-15 ma bezzwrotny hydrauliczny układ sterowania). Obok znajdował się także obsługiwany kciukiem przycisk wciskany i przesuwany w dół służący do odpalania uzbrojenia podwieszanego (działający tylko przy włączeniu głównego przełącznika uzbrojenia). Po lewej stronie drążka znajduje się przełącznik przesuwany do przodu i do tyłu lub odchylany w bok od drążka. Służy on do uruchomienia zakresu *Super Serach* stacji radiolokacyjnej (pierwszy ruch do przodu) i zakresu *Boresight* (drugi ruch do przodu) lub zakresu *Vertical Scan* (ruch do tyłu). Odchylenie przełącznika w bok od drążka powodowało powrót na zakres dalekiego poszukiwania (jaki był włączony przed uruchomieniem wspomnianych zakresów typowych dla walki powietrznej). Przy wyłączonym radarze (lub włączonym na zakresie naprowadzania na tankowiec) odchylenie przycisku w bok odłączało odbiornik do pobierania paliwa w locie. W przedniej części drążka znajdował się spust działka uruchamiany palcem wskazującym. Wciśnięcie przycisku do połowy powodowało przejście systemu kierowania uzbrojeniem na wyliczanie balistyki i przełączenie się HUD na zakres celowania do celu powietrznego z pomiarem odległości do celu przez radar. Wciśnięcie przycisku do końca to otwarcie ognia. W dolnej części drążka znajdowały się jeden nad drugim dwa przyciski uruchamiane małym palcem. Miały one różny kształt, co ułatwiało ich rozróżnienie dotykiem palca. Górnym włączało się sterowanie przednim kołem na ziemi. Dolnym wyłączało się sterowanie przednim kołem, a przy schowanym podwoziu – odłączało się autopilota.

Na obu bliźniaczych dźwigniach sterowania silnikami znajdowało się dodatkowe przełączniki. Od strony pilota na dźwigni sterowania prawym silnikiem znajdował się przełącznik nadawania do radiostacji, przy czym wciśnięcie go do przodu uruchamiało nadawanie na pierwszej radiostacji, a do tyłu – na drugiej (pracowały one na różnych częstotliwościach do jednoczesnego prowadzenia łączności w dwóch różnych sieciach). Poniżej znajdował się przełącznik hamulca aerodynamicznego. Trzeci od góry był przełącznik odrzucenia przechwycenia celu przez pocisk, a poniżej przełącznik uzbrojenia o trzech położeniach: kpr „powietrze-powietrze" średniego zasięgu (przednie położenie), kpr „powietrze-powietrze" małego zasięgu (środkowe położenie) i działko (tylne położenie). Te cztery przełączniki pilot obsługiwał kciukiem lewej dłoni. Pod palcem wskazującym na dźwigni prawego silnika znajdował się wielofunkcyjny czterokierunkowy przełącznik służący do sterowania zakresami zobrazowania i zakresami pracy wyposażenia nawigacyjnego, a pod palcem serdecznym dźwigienka do ręcznego wskazywania celu do śledzenia dla radiolokatora. Dźwigienka ta miała formę przycisku z wnęką do którego wkładało się palec serdeczny lewej dłoni i wychylało ją na wszystkie strony. Na lewej dźwigni silnika znajdował się przycisk do ręcznego sterowania radarem na zakresie wykonywania mapy terenu, zaś od strony burty był przełącznik do podnoszenia/opuszczania osi widzenia anteny radaru obsługiwany małym palcem lewej dłoni. Jeszcze niżej znajdowała się dźwigienka uruchamiana kantem dłoni (jak przy ciosie karate) służąca do ręcznego odpalenia pułapek na podczerwień/dipoli przeciwradiolokacyjnych.





Drążek sterowy: 1.przełącznik trymera; 2.przycisk służący do odpalania uzbrojenia podwieszanego; 3.przełącznik zakresów pracy stacji radiolokacyjnej; 4.przycisk włączania sterowania kołem przednim; 5.przycisk wyłączania sterowanie przednim kołem, a przy schowanym podwoziu – odłączenia autopilota. 6.spust działka.

Dźwignia sterowania zespołem napędowym: 1.przycisk nadawania radiostacji; 2.przycisk uruchomienia interrogatora; 3.przełącznik sterowania oznaczeniem celu; 4.wielofunkcyjny czterokierunkowy przełącznik służący do sterowania zakresami zobrazowania i zakresami pracy wyposażenia nawigacyjnego; 5.pokrętło ustawienia kąta elewacji anteny radiolokatora; 6.przycisk odpalenia dipoli zakłócających/flar pułapek (uderzany kantem dłoni); 7.przycisk wybierania rodzaju uzbrojenia (działko, kpr „p-p" bliskiego zasięgu, kpr „p-p" średniego zasięgu); 8.przycisk blokowania siatki celownika (na zakresie na działka) lub „zrzucenia" przechwycenia kierowanego pocisku rakietowego bliskiego zasięgu; 9.przełącznik hamulców aerodynamicznych;

odbitym od celu. Cyfrowa obróbka sygnałów nie tylko lepiej zabezpieczyła stacje radiolokacyjną przed zakłóceniami radioelektronicznymi, ale także umożliwiła wydzielenie poszczególnych samolotów lecących w ciasnych formacjach.

Podobnie rzecz się miała z jednoczesnym przeszukiwaniem przestrzeni powietrznej i podświetlaniem wybranego do zwalczania celu wiązką kierowania pocisków średniego zasięgu AIM-7.

Wprowadzenie cyfrowego procesora sterowania radarem (obok istniejących już dwóch procesorów sygnałów), przy zastosowaniu dotychczasowej anteny typu Cassegrain, pozwoliło na szybsze skanowanie przestrzeni powietrznej. Taki procesor znany jako *Programmable Signal Processor* (PSP) opracowany przez firmę Hughes, dostosowany do pracy jako element AN/APG-63 pojawił się w końcu 1979 r. Jego pamięć operacyjna miała pojemność 96 K, w porównaniu do 24 K pamięci dotychczas stosowanego procesora analogowo-cyfrowego. W dodatku w przeciwieństwie do poprzedniego urządzenia o stałym algorytmie pracy, nowy procesor miał oprogramowanie które mogło być zmieniane.

Stacje radiolokacyjne z nowym procesorem weszły do produkcji w 1980 r. Samoloty F-15C/D wyprodukowane w 1980 r. miały więc jeszcze stare radary, ale do 1984 r. zmodyfikowano je do postaci docelowej. Stacja radiolokacyjna nadal pracowała na dotychczasowych zakresach (nie było zakresu *Track While Scan*, a jedynie *Single Target Track*), ale poprawiono odporność na zakłócenia oraz rozdzielczość stacji radiolokacyjnej. Wprowadzono też zakres *Raid Assessment Mode* (RAM) umożliwiający rozdzielanie samolotów lecących w zwartej grupie w odległości ok. 75 km. Dodatkowo w stacji wprowadzono zakres *Long Range Boresight Track* (LRBST), który działał tak jak *Boresight Track* (BST), ale mógł być uruchamiany na zasięgu do 150 km (BST tylko do 20 km). Ponadto, dzięki nowemu procesorowi radiolokator otrzymał później oprogramowanie, umożliwiające współpracę z pociskami AIM-120.

Trzecim obszarem niezbędnej modernizacji F-15 był silnik. Chodziło przy tym o zdjęcie dość kłopotliwych ograniczeń eksploatacyjnych, które nałożono na samoloty F-15A i F-15B, niepotrzebnie pogarszające właściwości manewrowe i pilotażowe samolotu w czasie walki powietrznej na małych odległościach. Ponieważ przygotowanie pełnej modernizacji miało zająć trochę czasu, a produkcji F-15 nie chciano przerywać, zmiany postanowiono wprowadzać stopniowo, na produkowanych od 1979 r. maszynach jednomiejscowych (oznaczanych odtąd F-15C) i dwumiejscowych (F-15D). Dlatego pierwszy F-15C, 78-0468, oblatany 26 lutego 1979 r. w St. Louis różnił się od F-15A jedynie instalacją paliwową o zwiększonej pojemności, dostosowaniem do przenoszenia zbiorników CFT (FAST *Pack*), wzmocnioną strukturą płatowca i nieznacznie zmodernizowanym podwoziem (te dwie ostatnie zmiany były związane z przewidywaną większą masą startową, przy czym zakładano jej dalsze zwiększenie w przyszłości). Pusty F-15C ważył 13 235 kg, a w wersji dwumiejscowej F-15D – 13 700 kg. Ta ostatnia odmiana, w której w stosunku do F-15B wprowadzono identyczne zmiany (instalacja paliwowa, wzmocnienie konstrukcji) jak na bojowym F-15C, ale która wzorem F-15B nie była wyposażona we wbudowany nadajnik zakłóceń aktywnych AN/ALQ-135, została oblatana 19 czerwca 1979 r. (78-0561). Próby samolotu przebiegały pomyślnie i już w pierwszej połowie roku 1979 podjęto seryjną produkcję F-15C (Block 21), a w drugiej połowie tego samego roku – F-15D (także w ramach Block 21). W takiej postaci wyprodukowano 83 F-15C (serie 21, 22 i 23) oraz 14 F-15D (te same serie produkcyjne). Większość z nich trafiła do 18 Taktycznego Skrzydła Myśliwskiego w bazie Kadena na Okinawie, pierwszej jednostki PACAF wyposażonej w F-15 i pierwszej jednostki bojowej używającej wersji F-15C/D.

Wyposażone w zmodernizowaną stację radiolokacyjną F-15C i F-15D (znaną nieoficjalnie jako APG-63 PSP) trafiły w pierwszej kolejności do Europy, do 36. Taktycznego Skrzydła Myśliwskiego, zastępując używane tam F-15A i F-15B.

W tej postaci, czyli nie tylko z nową instalacją paliwową, ale także z ulepszonym radarem zbudowano łącznie 287 F-15C i 70 F-15D (razem ze starszymi samolotami tej wersji całkowita produkcja F-15C/D, prowadzona w latach 1979-1985 wynio-

F-15 może zabrać trzy bomby wagomiaru 2000 funtów lub 18 bomb wagomiaru 500 funtów, przy wykorzystaniu belek wielozamkowych na sześć bomb pod jedną belką. Całkowita masa bomb z belkami wynosi 4266 kg. W praktyce wariant ten nie jest jednak stosowany. Dopiero obecnie samolot planuje się dozbroić w korygowane globalnym systemem nawigacji satelitarnej bomby JDAM.
Fot. USAF

sła 370 maszyn jednomiejscowych i 84 F-15D). Z wymienionych 287 F-15C, 221 przejęło USAF, 46 dostarczono Arabii Saudyjskiej, 8 Izraelowi i 2 Japonii (w tym ostatnim przypadku – wraz z licencją na ich wytwarzanie). Z 70 F-15D natomiast 34 przejęło USAF, 16 wyeksportowano do Arabii Saudyjskiej, 8 do Izraela i 12 do Japonii.

MSIP – Multi-Stage Improvement Program

W wyniku prowadzonych studiów podjęto w końcu 1982 r. wieloetapowy program modernizacyjny, zmierzający do dostosowania F-15 do wymagań nowoczesnego pola walki. Program nazwano *Multi-Stage Improvement Program* – MSIP. W jego pierwszej fazie, MSIP I, wszystkie eksploatowane samoloty F-15A/B miały zostać doprowadzone do standardu F-15C/D. Po ujednoliceniu całego parku sprzętowego miał on być w całości objęty docelowym programem modernizacji, nazwanym MSIP II. Jednocześnie nowo produkowane samoloty F-15C/D miały mieć od razu identyczną postać, jak maszyny modernizowane. Jednak po sporządzeniu harmonogramu prac uznano, że bardziej korzystne będzie zastąpienie starszych F-15A/B, przekazywanych stopniowo Gwardii Narodowej, nowo wyprodukowanymi F-15C i F-15D, z płatowcem o wzmocnionej konstrukcji (F-15C/D dopuszczono do manewrowania z przeciążeniem g+9, podczas gdy F-15A/B były ograniczone do g+7,33). W wyniku tej decyzji zwiększono zakupy F-15C/D i ostatecznie USAF otrzymał 894 myśliwce przewagi powietrznej (774 F-15A i F-15C oraz 120 F-15B i F-15D) w miejsce planowanych 749. Tym samym uwagę skoncentrowano na etapie MSIP II, czyli na modernizowaniu F-15C/D, zarówno na linii produkcyjnej, jak i już wyprodukowanych.

Dostosowanie F-15 do jednoczesnego zwalczania kilku celów powietrznych wymagało wprowadzenia nowego uzbrojenia. W opracowaniu znajdował się pocisk AIM-120, wyposażony w aktywną, radiolokacyjną głowicę samonaprowadzającą się, nie wymagającą podświetlenia celu wiązką radiolokacyjną z pokładowej stacji myśliwca. Można więc odpalać wiele pocisków AIM-120 do różnych celów, a każdy z nich samodzielnie kieruje się na swojego przeciwnika. W praktyce jednak stacja AN/APG-63 PSP zabezpieczała odpalenie dwóch pocisków do dwóch różnych celów, z przerwą czasową konieczną do przejścia na śledzenie kolejnego celu.

W pierwszej połowie lat 80. XX w. w firmie Hughes opracowano nowy radiolokator przeznaczony dla wersji F-15E *Strike Eagle*, który pojawił się w 1985 r. Otrzymał on oznaczenie AN/APG-70. Radar jest wyposażony w tą samą antenę co radar AN/APG-63, ale nowy układ sterowania pozwala na elektroniczne skanowanie przestrzeni w elewacji, procesor cyfrowy o pamięci 960 K (czyli dokładnie dziesięć razy więcej niż na AN/APG-63 PSP – 96 K) i o trzykrotnie większej szybkości działania (34,5 mln operacji na sekundę, wobec 11,4 mln oper./s w poprzedniej stacji). Stacja AN/APG-70 śledzi jednocześnie do 10 celów powietrznych w szerokim kącie widzenia (przypuszczalnie ok. 20° na średnich odległościach i 60° na małych) na zakresie *Track While Scan* (TWS), po raz pierwszy wprowadzonym na tej stacji. APG-70 może współpracować z sześcioma odpalonymi rakietami AIM-120 (każda do innego celu). Skuteczny układ SAR (*Synthetic Aperture Resolution*) umożliwia nie tylko jesz-

Zmodernizowany myśliwiec przewagi w powietrzu F-15C otrzymał system kierowania ogniem dostosowany do współpracy z nowymi kierowanymi pociskami kierowanymi AIM-7M oraz AIM-9L, zmodyfikowany zespół napędowy (F100-PW-220) oraz zdolność do przenoszenia konforemnych dodatkowych zbiorników paliwa, umożliwiających mu przelot non-stop z USA do Europy.
Fot. USAF

cze lepsze wydzielenie poszczególnych samolotów z grupy w ciasnym ugrupowaniu, ale także wykonywanie precyzyjnej mapy terenu. Na wersjach myśliwskich jednak montowano wersję radiolokatora AN/APG-70 pozbawioną zakresu SAR, zoptymalizowaną do prowadzenia walk powietrznych. Zakres ten był bowiem na myśliwcach rzadko wykorzystywany, a pozbawiony tych funkcji radar charakteryzował się wyższą niezawodnością, prostszą obsługą i mniejszą ceną.

Radiolokator automatycznie zmienia zakresy pracy umożliwiając pełny przegląd sytuacji przy jednoczesnym śledzeniu 10 celów (TWS), a także wykorzystując włączany na krótko zakres pracy pasywnej – analizuje odebrane sygnały zakłócające. W przypadku wykrycia zakłóceń radar automatycznie zmienia częstotliwość pracy, która może być też zmieniana od impulsu do impulsu niezależnie od zakłóceń radioelektronicznych (*Frequency Agile*). Radiolokator wykorzystuje 32 zaprogramowane na ziemi kanały częstotliwościowe, które zmieniają się w kolejności pseudolosowej.

W systemie kierowania ogniem zastosowano też nowy komputer centralny IBM CP 1075 o pojemności pamięci 128 K i również potrojonej w stosunku do poprzedniego szybkości działania. Komputer ten współpracował z nowym panelem sterowania w kabinie. Dotychczas sterowanie uzbrojeniem na F-15A, B, C czy D odbywało się z użyciem klasycznego pulpitu z przełącznikami i lampkami sygnalizacyjnymi. W nowym wariancie wprowadzono wielofunkcyjny (to znaczy zobrazowujący różne sekwencje informacji), kolorowy wyświetlacz Sperry

Zasadniczym obszarem kolejnych zmian było dostosowanie samolotu do jednoczesnego zwalczania kilku celi powietrznych, z użyciem kierowanych pocisków rakietowych „powietrze-powietrze" wyposażonych w aktywną samonaprowadzającą się głowicę radiolokacyjną. Na zdjęciu – dwumiejscowy F-15D pobiera paliwo w powietrzu. Fot. USAF

MPCD (*Multipurpose Color Display*), a większość czynności wykonywanych z wyborem rodzaju uzbrojenia i zakresów jego użycia odbywa się z drążka sterowego i dźwigni sterowania silnikami (DSS), poprzez wybór odpowiednich zakresów z menu na monitorze.

Bardzo ułatwiło to pracę pilota, w poprzednim systemie musiał on sięgać ręką do przełączników, przenosząc wzrok na lampki, teraz szybko wybierał opcje z drążka sterowego i DSS, a informacja na wyświetlaczu jest zobrazowana w sposób o wiele bardziej przejrzysty. Monitor zamontowano lewej dolnej części tablicy przyrządów, na lewo i w dół od dotychczasowego *Vertical Situation Display* (VSD).

Aby zintegrować nowy „ucyfrowiony" radar, nowy komputer oraz procesor zarządzania podwieszeniami na samolocie zamontowano dwie szyny danych MilStd-1553B oraz jedną szynę danych MilStd-1776. Ta ostatnia umożliwiła zastosowanie nowych typów kierowanych pocisków rakietowych, AIM-120C, a ostatnio także AIM-9X.

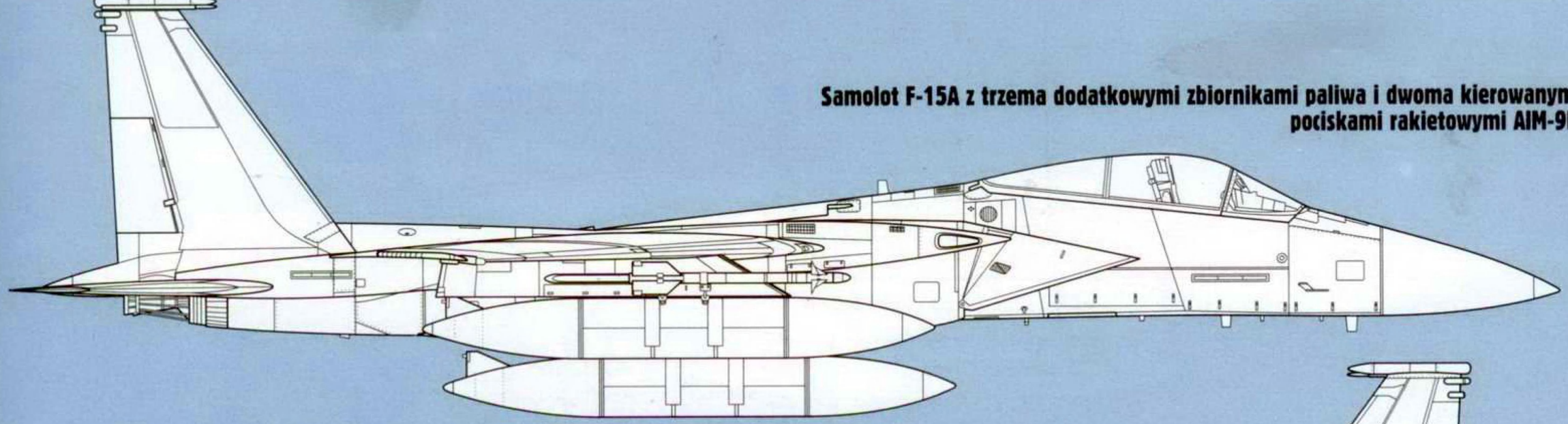
Kompleks walki elektronicznej

Drugim elementem, usprawnionym w ramach MSIP II był kompleks walki radioelektronicznej samolotu. Wprowadzono m.in. nowe urządzenie ostrzegające o opromieniowaniu przez stacje radiolokacyjne przeciwnika AN/ALR-56C. Jest to cyfrowa odmiana analogowego AN/ALR-56A, z dodatkowymi ulepszeniami. Rozszerzono pasmo częstotliwości urządzenia z dotychczasowych 2,0 GHz÷18,0 GHz do 300 MHz÷25 GHz. Superszybkie skanowanie częstotliwości dostosowano do wykrywania pracy radarów zmieniających częstotliwość pracy w umiarkowanym tempie (wykrywanie pracy radaru przestrajanego od impulsu do impulsu jest przypuszczalnie niemożliwe). Bibliotekę danych urządzenia rozszerzono o najnowsze typy stacji radiolokacyjnych przeciwnika, których zakresy pracy analizowano dzięki danym zebranym przez samoloty rozpoznania radioelektronicznego (głównie RC-135), satelity i wywiad agenturalny. Z AN/ALR-56C współpracowało urządzenie analizy zagrożenia Magnavox AN/ALQ-128, które dysponowało też własnymi odbiornikami. To ostatnie urządzenie jest do dziś osłonięte mgłą tajemnicy, do publicznej wiadomości nie podaje się nawet jego dokładnego przeznaczenia. Jego anteny mieszczą się w zakończeniu lewego statecznika pionowego. Nie wiadomo, czy było ono montowane na wszystkich samolotach, czy dopiero od wersji C/D, gdyż owiewki na stateczniku mają wszystkie seryjne F-15, przeznaczone dla USAF.

Na samolocie przewidziano też zamontowanie wyrzutników flar/dipoli Tracor AN/ALE-45, początkowo jednak uznano, że zakłócenia pasywne są mało skuteczne i należą do przeszłości. Później jednak okazało się, że silne flary są wciąż skuteczne w osłonie przed samonaprowadzającymi się rakietami z głowicą termiczną (na podczerwień). Ostatecznie więc, ale dopiero w toku modernizacji MSIP II na samoloty F-15C/D założono AN/ALE-45, w tym także na wcześniej wyprodukowane, przy okazji ich remontów. Jego głównym przeznaczeniem było wyrzucanie flar-pułapek na podczerwień, dipole stosuje się obecnie rzadziej, głównie w połączeniu ze środkami aktywnymi i odpowiednim manewrem. Wyrzutnik umieszczono w tylnej, dolnej części przykadłubowych opływów, do których mocowane są skrzydła samolotu. Można do niego ładować do 240 naboi RR-170, RR-180 lub RR-188 (wszystkie z dipolami) lub 120 flar MJU-7. Inny wariant to załadunek 48 flar MJU-10. Wspomniane ładunki można łączyć ze sobą w odpowiedniej proporcji: dwie MJU-10 zajmują miejsce pięciu MJU-7 lub dziesięciu naboi z dipolami.

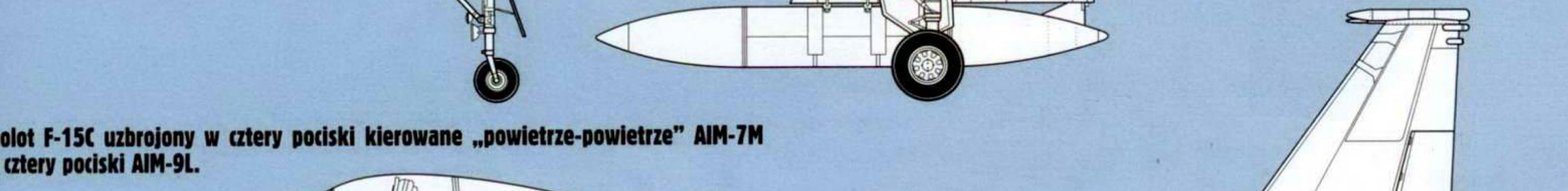
Nowy nadajnik zakłóceń aktywnych AN/ALQ-135(V) wytwarzający zakłócenia szumowe i mylące powstał w oparciu o te same zało-

Od lat 90. XX wieku 24 samoloty F-15 wyposażono w terminale zautomatyzowanego systemu dystrybucji informacji taktycznej JTIDS.

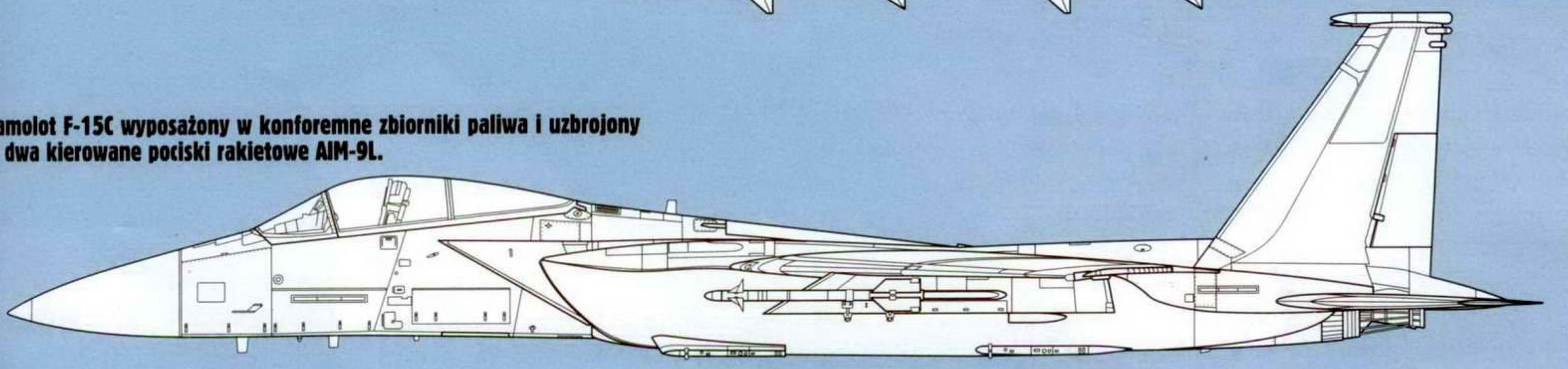


Samolot F-15A z trzema dodatkowymi zbiornikami paliwa i dwoma kierowanymi pociskami rakietowymi AIM-9L.

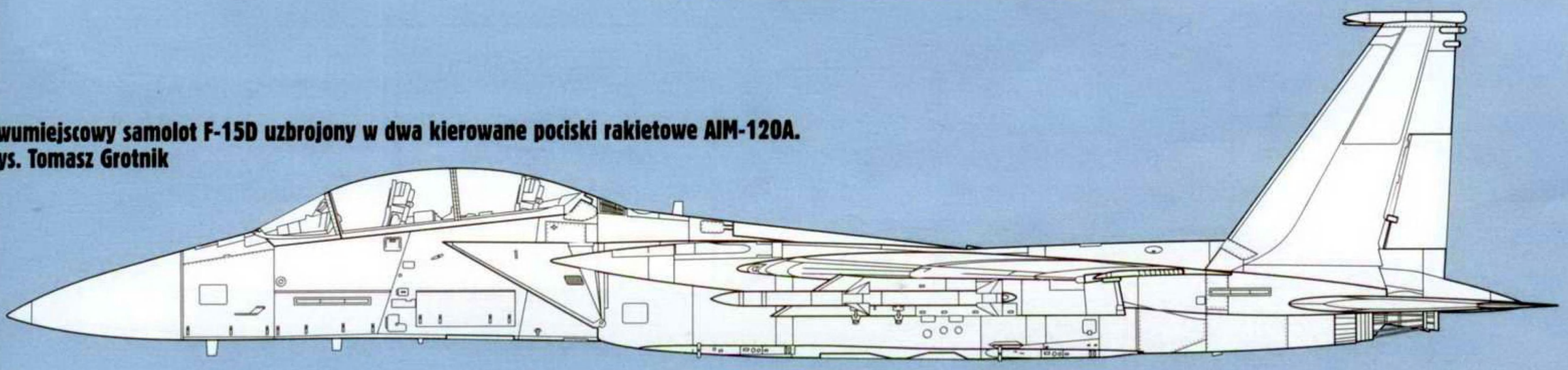
Dwumiejscowy samolot F-15B z dodatkowym zbiornikiem paliwa na centralnym węźle podkadłubowym i dwoma kierowanymi pociskami rakietowymi AIM-9L.



Samolot F-15C uzbrojony w cztery pociski kierowane „powietrze-powietrze" AIM-7M oraz cztery pociski AIM-9L.



Samolot F-15C wyposażony w konforemne zbiorniki paliwa i uzbrojony w dwa kierowane pociski rakietowe AIM-9L.



Dwumiejscowy samolot F-15D uzbrojony w dwa kierowane pociski rakietowe AIM-120A.
Rys. Tomasz Grotnik

żenia, co AN/ALR-56C. Wymusiło to rozszerzenie zakresu częstotliwości o zakres III (przypuszczalnie 8000÷18 000 MHz; długość fali 3,75 do 1,67 cm). Anteny tego zakresu umieszczono za wnęką podwozia przedniego i w specjalnej owiewce u nasady prawego statecznika poziomego. Jednocześnie połączono I i II zakres w jednej, zmodyfikowanej antenie.

Próby nowego kompleksu walki radioelektronicznej przeprowadzono na zmodernizowanym F-15A w grudniu 1984 r. W 1985 r. trafił na seryjnie produkowane samoloty MSIP II: F-15C i F-15D (w tym ostatnim przypadku bez nadajnika zakłóceń AN/ALQ-135(V), którego bloki w samolocie bojowym znajdują się w kabinie za fotelem pilota).

Dopracowany zespół napędowy

Elektronika i technika cyfrowa pomogła też rozwiązać problemy silników F-15. Pompażu wywołanego zmiennymi warunkami pracy silnika i tunelu wlotowego można było bowiem uniknąć poprzez szybką i precyzyjną regulację kąta natarcia łopatek sprężarki (wieńców kierujących) w połączeniu z regulacją ilości wtryskiwanego paliwa. Tak powstał silnik Pratt & Whitney F100-PW-220, w którym regulację wymienionych elementów powierzono elektronicznemu mikroprocesorowi, pracującemu w oparciu o zaawansowane oprogramowanie. Jednocześnie dopuszczono wzrost temperatury gazów wylotowych i w związku z tym ciągu silnika (do 13 050 kG/128 kN z dopalaniem), co było związane z likwidacją marginesu bezpieczeństwa przy mechaniczno-elektrycznym systemie sterowania pracą silnika. W silnikach seryjnych obniżono jednak temperaturę gazów, zmniejszając ciąg maksymalny do 10 900 kG (107 kN), nieco mniej nawet niż silnika F100-PW-100, co jednak dało wzrost resursu silnika i spadek jego awaryjności. Próby silnika F100-PW-220 zakończyły się w marcu 1985 r. Od 1986 r. silniki te są też montowane na wcześniejszych F-15C i F-15D, przy czym na wcześniej wyprodukowane samoloty montuje się przy okazji remontów bądź to nowo wyprodukowane F100-PW-220, bądź zmodernizowane F100-PW-220E, powstałe z przebudowy F100-PW-100.

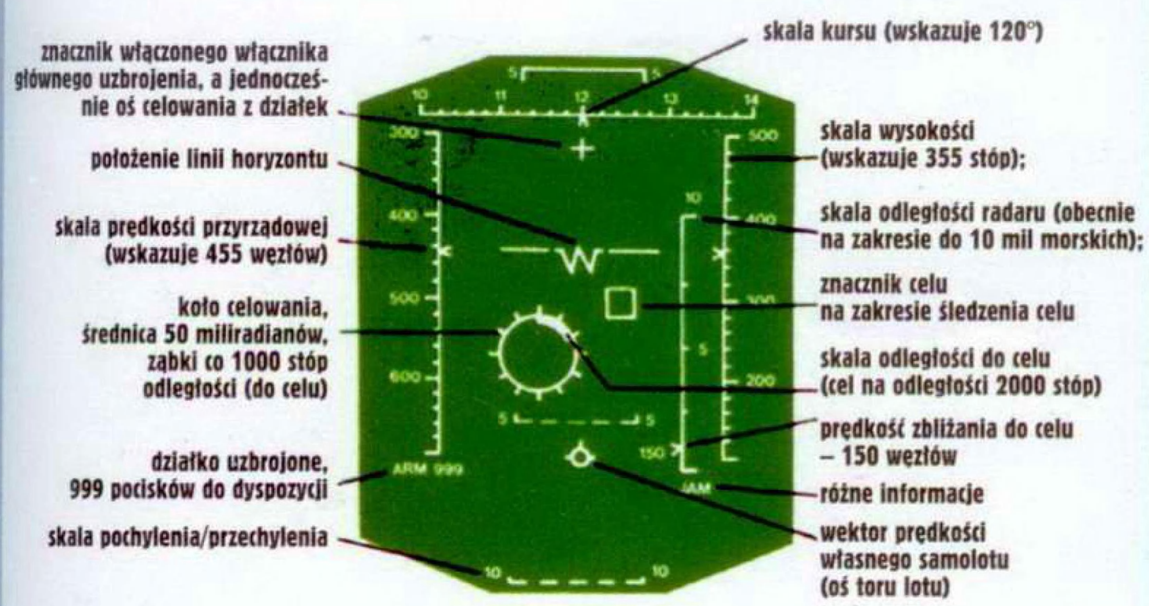
Samolot myśliwski przewagi w powietrzu F-15A *Eagle*

Rys. Tomasz Grotnik

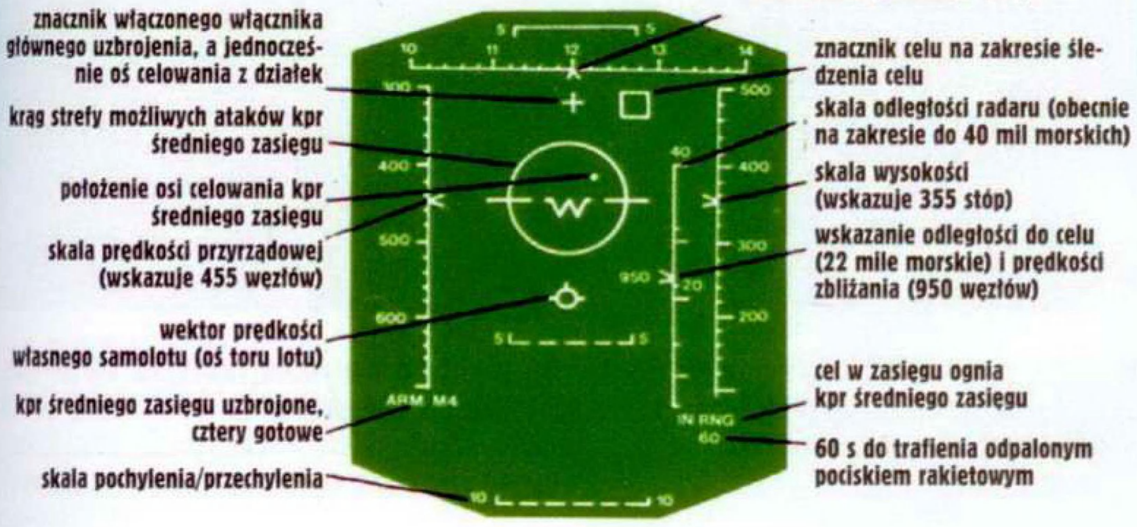
0 1 2 3 4 5 m

Zobrazowania wskaźnika projekcji czołowej AN/AVQ-20

Zwalczanie celu powietrznego z wykorzystaniem działka M61A *Vulcan*



Zwalczanie celu powietrznego z wykorzystaniem kierowanych pocisków rakietowych średniego zasięgu AIM-7M *Sparrow*



Dane taktyczno-techniczne:

Wyszczególnienie	F-15A	F-15C
Załoga	1	1
Silnik	F100-PW-100	F100-PW 220
Ciąg maks. (kN)	64	64
Ciąg maks. z dopal. (kN)	112	107
Wymiary		
Rozpiętość (m)	13,05	13,05
Powierzchnia nośna (m2)	56,49	56,49
Długość (m)	19,43	19,43
Wysokość (m)	5,63	5,63
Masy		
Własna (kg)	12 700	13 235
Startowa normalna (kg)	19 212	20 185
Bojowa (kg)	16 160	17 520
Startowa maks. (kg)	25 400	30 845
Zapas paliwa		
Zbiornikach wewn. (l)	6750	7836
Zbiornikach dodat. (l)	6927	12 634
Razem (l)	13 677	20 470
Osiągi		
Prędkość maks. 0 m n.p.m. (Ma)	1,2	1,2
Prędkość maks. 12500 m (Ma)	2,5	2,5
Wznoszenie 0 m n.p.m. (m/s)	270	275
Zasięg normalny (km)	1970	2200
Zasięg ze zb. dodat. (km)	4600	4500/5560
Takt. Promień działania (km)	900–1350	1200–1800
Start i lądowanie		
Rozbieg (m)	275–970	300–1065
Dobieg (m)	760–1120	850–1075
Maks. przeciążenie ekspl. (g)	+7,0/-3,0	+7,6/-3,0 MSIP +9,0/-3,0

Wejście dopalania do pracy trwa ok. 4 s, a dopalanie można włączać jednocześnie w obu silnikach, na dowolnej prędkości i wysokości (także do startu).

Produkcja F-15C/D MSIP II

Pierwszy F-15C zmodernizowany według programu MSIP II, wyposażony w radar AN/APG-70, silniki F100-PW-220 i nowy kompleks samoobrony, ale jeszcze bez instalacji dla rakiet AIM-120 i bez terminalu JTIDS został ukończony 20 czerwca 1985 r. Tego samego dnia został on oblatany i przekazany USAF pod numerem seryjnym 84-0001. Samolot ten zapoczątkował 37 i 38 serię produkcyjną, przy czym 30 kolejno wyprodukowanych F-15C i 5 F-15D nie miało jeszcze ani radaru AN/APG-70, ani silników F-100-PW-220, wprowadzono jedynie nowy kompleks samoobrony. Dopiero 48 ostatnich F-15C (41-42 serie produkcyjne) i 2 F-15D (41 seria) były jedynymi F-15C/D, na których fabrycznie zamontowano silniki F100-PW-220 oraz radiolokatory AN/APG-70. Przyczyną tego stanu rzeczy był brak odpowiedniej ilości silników F100-PW-220 (pierwszeństwo w ich dostawie otrzymały jednosilnikowe F-16C/D) oraz opóźnienie w uruchomieniu produkcji stacji radiolokacyjnej AN/APG-70 (te z kolei trafiały najpierw na F-15E). Na tych samolotach produkcja F-15C/D została zakończona w listopadzie 1989 r. Do listopada 1989 r. łączna produkcja samolotów F-15C wyniosła więc 485 (w tym 2 F-15J dla Japonii, pozostałe zbudowano w firmie Mitsubishi) a produkcja wersji F-15D osiągnęła 104 (w tym 12 F-15DJ dla Japonii).

Wszystkie wymienione elementy były jednak stopniowo montowane na samolotach przekazywanych z jednostek bojowych na przeglądy główne i prace okresowe. Wspomniane prace modernizacyjne były wykonywane w *Warner-Robbins Air Logistic Center* w stanie Georgia (na samolotach bazujących w USA), w zakładach CASA w Getafe w Hiszpanii (na samolotach USAFE) i w centrum logistycznym w bazie Kim Hue w Korei Południowej (na samolotach PACAF).

W 1992 r., już po wojnie w Zatoce Perskiej F-15C/D przystosowano do przenoszenia rakiet AIM-120. Samolot może przenosić osiem rakiet tego typu – cztery na zaczepach kadłubowych używanych poprzednio dla pocisków AIM-7M i cztery kolejne na uniwersalnych

Samolot myśliwski przewagi w powietrzu F-15C odpalający kierowany pocisk rakietowy „powietrze-powietrze" średniego zasięgu AIM-7 *Sparrow*.
Fot. USAF

wyrzutniach LAU-114 w miejsce pocisków AIM-9M. W praktyce jednak łączy się je z AIM-9 w kombinacji 4+4 lub 6+2. Jednocześnie część samolotów (jak dotąd jedynie 24 F-15C wchodzące w skład 366 Skrzydła) wyposażono w terminale zautomatyzowanego systemu dystrybucji informacji taktycznej JTIDS. *Joint Tactical Information Distribution System* jest siecią terminali komputerowych, które przekazują sobie wzajemnie uzyskane przez siebie informacje o położeniu przeciwnika, wzajemnie ją porównują i kompilują (łączą), tworząc jednolity obraz sytuacji taktycznej wyświetlony na monitorach u użytkowników systemu.

Pomimo zakończenia produkcji wersji F-15C/D w listopadzie 1989 r., linię produkcyjną myśliwców otwarto na krótko w latach 1991-1992, kiedy to wykonano 9 F-15C (serie 49 i 50) oraz 3 F-15D (seria 49) dla Arabii Saudyjskiej oraz 5 F-15D (seria 50) dla Izraela. Wszystkie 17 maszyn oparto już o płatowiec F-15E, o nieco zmienionej i wzmocnionej strukturze wewnętrznej, z komorą silnikową dostosowaną do montażu jednostek napędowych zarówno firmy Pratt Whitney, jak i General Electric i innym nieco rozmieszczeniu niektórych elementów instalacji pokładowych.

Na tym jednak produkcja odmiany myśliwskiej w Stanach Zjednozonych została definitywnie zakończona, choć produkcja licencyjna w Japonii trwała jeszcze przez pewien czas (szczegółowo zostanie to opisane przy okazji omówienia użycia samolotów F-15 w Japonii).

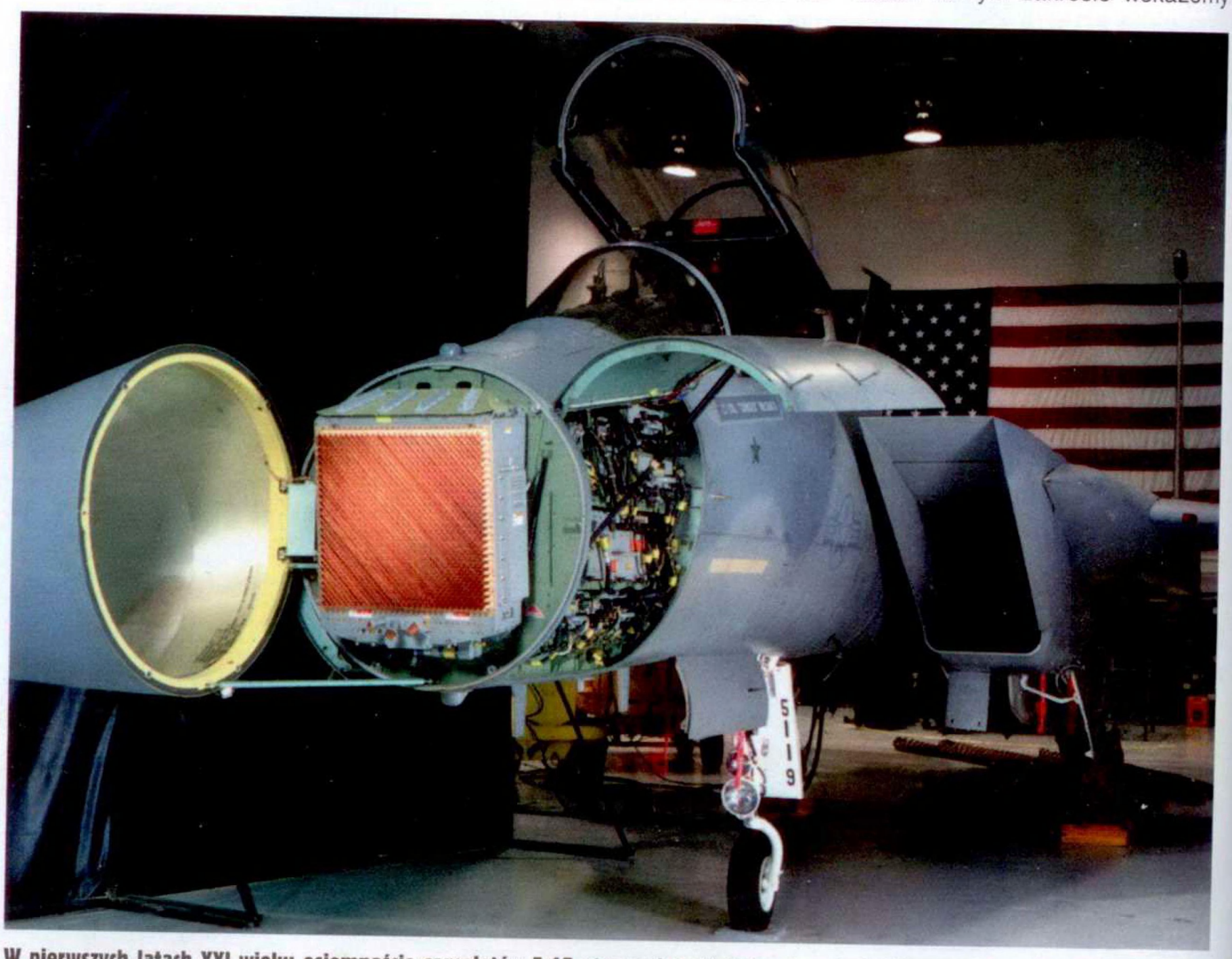
F-15C/D Golden Eagle

Łącznie, poza nowo wyprodukowanymi 9 F-15C i 8 F-15D oraz poza 48 F-15C i 2 F-15D ostatniej serii, na odmianę MSIP II przebudowano ogółem 427 F-15A/B/C/D starszych wersji (z wyjątkiem montażu silników F100-PW-220, część maszyn nadal lata z silnikami F100-PW-100). W latach 1992–1996 przeprowadzono też modernizację samolotów F-15A/B niemal doprowadzając je do standardu wersji F-15C/D, poza tym, że nie zamontowano w nich radarów AN/APG-70 i nie modernizowano instalacji paliwowej (ani nie powiększano zbiorników wewnętrznych, ani nie dostosowano samolotów do zbiorników CFT).

Od 1996 r. montuje się na samolotach F-15 stację radiolokacyjną AN/APG-63(V)1, opracowywaną od 1994 r. Jest to zoptymalizowana do zwalczania celów powietrznych (brak zakresu SAR) stacja AN/APG-70, w której wiele starszych elementów elektroniki półprzewodnikowej zastąpiono nowoczesnymi układami scalonymi o wysokim stopniu integracji. Nie są więc to dokładnie te same bloki jak w przypadku stacji AN/APG-70, lecz jeszcze nowocześniejsze, wykonane na nowej bazie elementowej. Dodatkowo APG-63(V)1 posiada skuteczniejszy wbudowany system samokontroli. W stosunku do radaru AN/APG-70 zwiększyło to znacznie niezawodność stacji (średnio 120 godzin pracy między uszkodzeniami), a także zapewniło utrzymanie wysokich osiągów radaru w toku jego eksploatacji. Średni czas między awariami wzrósł blisko 10-krotnie w stosunku do oryginalnej stacji AN/APG-63. Stacja AN/APG-63(V)1 ma te same zakresy z zakresu walki z celami powietrznymi co AN/APG-70, ale wykrywa cele o mniejszej skutecznej powierzchni odbicia i wykazuje większą odporność na zakłócenia (nowe oprogramowanie). W ten sposób APG-63(V)1 jest dostosowana do zwalczania pocisków manewrujących oraz małych bezzałogowych aparatów latających.

W miejsce zakresu *Long Range Search* typowego dla radiolokatora APG-63, na wersji AN/APG-63(V)1 wprowadzono zakres *Range While Scan* (RWS). Na tym zakresie radar poszukuje cele na dużej odległości, ale dodatkowo obok symbolu celu podawane są w postaci cyfrowej informacje o wysokości celu i odległości do niego. Począwszy od odległości 150 km radar można przełączyć na zakres *Track While Scan* (TWS), którego nie było na „zwykłym" AN/APG-63. Na zakresie tym można zobrazować do 10 celów przy jednoczesnym zobrazowaniu (w postaci cyfrowej) informacji o odległości do celu, prędkości celu i wysokości celu. Jednakże zakres TWS ma ograniczenia w zakresie kątów obserwacji stacji. Jeżeli na tym zakresie wskażemy

Od 1996 r. na samolotach myśliwskich F-15 montuje się radiolokacyjną stację kierowania ogniem AN/APG-63(V)1, która jest zoptymalizowaną do zwalczania celów powietrznych (brak zakresu SAR) stacją AN/APG-70, w której wiele starszych elementów elektroniki półprzewodnikowej zastąpiono nowoczesnymi układami scalonymi o wysokim stopniu integracji. **Fot. Boeing**



W pierwszych latach XXI wieku osiemnaście samolotów F-15 otrzymało radiolokacyjne stacje kierowania ogniem AN/APG-63(V)2, wyposażone w kwadratową antenę o fazowanej sieci antenowej. **Fot. Boeing**

cel do zwalczania, to radar przechodzi na zakres *Designated* TWS (DTWS), ustawiając wybrany cel w osi anteny, przeszukując przestrzeń powietrzną w zakresie określonych kątów od osi linii celowania do wskazanego celu, natomiast bez wskazania celu (*Non-Designated* TWS, NDTWS) radar przeszukuje przestrzeń wokół osi samolotu, przy czym pilot może ręcznie odchylić stożek poszukiwania w dowolną stronę. Przy dalszym zawężeniu kąta widzenia na zakresie TWS można zwiększyć ilość informacji podawanych o celu (o cyfrową informację o kursie celu oraz czy się on zniża czy wznosi lub zakręca). Ten zakres nazywa się *High Data* TWS (HDTWS), przy czym także występuje odmiana DHDTWS lub NDHDTWS (*Designated* HDTWS lub *Non-Designated* HDTWS). Z reguły, po przełączeniu na TWS radar przechodzi na zakres NDTWS jeśli poprzednio był włączony RWS, na zakres DTWS jeśli poprzednio był włączony STT lub na DHDTWS jeśli cel był przechwycony na zakresie BST (*Boresight Track*) czy LRBST (*Long Range Boresight Track*).

Łącznie firma Hughes (później Raytheon) otrzymała kontrakt na 161 radiolokatorów AN/APG-63(V)1, które wykorzystano do większości zmodernizowania pozostających w służbie samolotów F-15C/D, a także samolotów F-15A/B należących do 125. Skrzydła Myśliwskiego Gwardii Narodowej stanu Floryda.

Ponieważ radiolokator AN/APG-63(V)1 był dostosowany do stosowania anteny o elektronicznym skanowaniu fazowym, to postanowiono tę możliwość wykorzystać. W 2001 r. firma Raytheon opracowała wersję AN/APG-63(V)1, w której klasyczną sterowaną mechanicznie antenę Cassegraina zastąpiono nieruchomą kwadratową anteną o fazowanej sieci antenowej, złożoną z 1000 elementów. Antena była nieznacznie zmienioną wersją anteny z radiolokatora AN/APG-79 samolotu *Super Hornet*. Nowy radiolokator oznaczony AN/APG-63(V)2 miał znacznie poszerzone kąty pola widzenia stacji radiolokacyjne na zakresie *Track While Scan*. Dodatkowo wzrosła odporność na zakłócenia mylące z racji zastosowania elektronicznego skanowania przestrzeni, bardziej odpornego niż mechaniczne skanowanie, co wynikało z samego sposobu pomiarów kąta azymutu i elewacji. Dodatkowo poszerzono też zakres częstotliwości pracy stacji (wciąż w ramach zakresu 8-12 GHz), radykalnie zwiększając ilość kanałó częstotliwości roboczych.

W latach 2003-2005 zbudowano tylko 19 stacji AN/APG-63(V)2, przy czym 18 z nich zamontowano na samolotach bojowych należących do 3. Skrzydła bazującego na Alasce. Warto przy tym dodać, że zarówno AN/APG-63(V)1 jak i (V)2 powstawały jako modyfikacje istniejących stacji, poprzez wymianę określonych bloków. W przypadku radaru (V)2 trzeba też było zmienić układ zasilania stacji.

Poza wspomnianymi zmianami flota F-15 *Eagle*, która przeszła wcześniej modernizację MSIP II, jest nadal modernizowana. W latach 1996-2005 wszystkie samoloty dostosowano do użycia gogli nocnego widzenia, a następnie do użycia celowników nahełmowych *Joint Helmet-Mounted Cuing System* (JHMCS). Jednocześnie na samolotach stopniowo montowano nowy bezwładnościowy system nawigacyjny AN/APN-93, czyli standaryzowany w USAF Litton (później Northrop Grumman) LN-93 oparty o żyroskopy laserowe, sprzężony z odbiornikiem GPS. Jednocześnie na samolotach stopniowo zamontowano nowe urządzenie identyfikacji „swój-obcy" BAE Systems (oddział USA) AN/APX-113 *Combined Interrogator Transponder* (CIT), który zastąpił dotychczasowy interrogator (urządzenie zapytujące) Hazetline APX-76 i transponder (urządzenie odpowiadające) Teledyne APX-101.

Kolejnym krokiem było przeprowadzone w latach 2006-2007 dostosowanie samolotu do przenoszenia pocisków AIM-120C-5 AMRAAM i AIM-9X *Super Sidewinder*. Równocześnie system samoobrony samolotu uzupełniono o holowaną na światłowodowym kablu pułapkę AN/ALE-55 amerykańskiego oddziału firmy BAE Systems.

Wciąż niezastąpiony?

W 2006 r. podjęto decyzję, by samoloty F-15C/D *Eagle* pozostały w służbie do co najmniej 2025 r. Wynika to z faktu ograniczenia zakupów samolotów F-22 do 183 sztuk ze względu na ich zbyt wysoką cenę. Wówczas zdecydowano, że na współczesnym polu walki nie wszystkie zadania muszą być wykonywane przez zaawansowane technologicznie i kosztowne F-22A *Raptor*. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że mieszane ugrupowania starszych i nowszych samolotów o zróżnicowanych możliwościach bojowych dobrze sobie radzą w typowych konfliktach zbrojnych toczonych w końcu XX i na początku XXI wieku. Dlatego USAF zdecydowała się na stworzenie mieszanego ugrupowania ze 183 najnowszych F-22 *Raptor* które zostaną wprowadzone do służby oraz ze 178 F-15C/D *Eagle* – 160 F-15C/D ze stacjami AN/APG-63(V)1 i 18 F-15C ze stacjami AN/APG-63(V)2. Jednocześnie jednak planuje się wyposażenie F-15C/D wyposażonych w stacje AN/APG-63(V)1 w nowy radiolokator AN/APG-63(V)3. Podobną modyfikację (i to w pierwszej kolejności, przed jednostkami regularnymi USAF) ma przejść 48 F-15C/D używanych przez jednostki Gwardii Narodowej.

Aby utrzymanie wspomnianych samolotów w służbie było możliwe, F-15 muszą przejść program wzmocnienia płatowca, który będzie polegał na wymianie niektórych żeber w płacie (przede wszystkim w miejscu mocowania pylonów na podwieszenia zewnętrzne) oraz zamocowaniu wzmocnień innych elementów struktury płatowca.

Poza wykonaniem wszystkich wcześniej opisanych zmian, co na planowanej do pozostawienia w służbie flocie myśliwskich F-15 zakończono w grudniu 2007 r., modernizowane samoloty nazwane teraz nieoficjalnie F-15C/D *Golden Eagle* mają otrzymać nowe stacje radiolokacyjne AN/APG-63(V)3. Pomimo oznaczenia, jest to niemal zupełnie nowy radiolokator, mający niewiele wspólnego z APG-63. Jest to niemalże AN/APG-79, przepakowany do bloków typowych dla F-15 oraz z okablowaniem i oprogramowaniem dostosowanym do współpracy z istniejącym wyposażeniem awionicznym samolotu F-15C/D. AN/APG-63(V)3 posiada zbliżone same parametry pracy, co AN/APG-79 i te same zakresy pracy. □

Ciąg dalszy nastąpi

Nowoczesny symulator lotu F-15 umożliwia m.in. rozgrywanie walk powietrznych z innymi tego typu symulatorami lub samolotami będącymi aktualnie powietrzu w dowolnym punkcie świata! **Fot. Boeing**