

Uvod

Savremeni borbeni avioni sve češće dobijaju višenamenski karakter, koji zavisi od njegovog sistema za upravljanje vatrom, čiji je ključni element avionski radar, koji kod savremenih aviona preuzima sve više funkcija.

U članku su prikazani režimi rada i funkcija, kao i osnovne karakteristike i tendencije razvoja savremenih avionskih radara. U tabelama su navedeni podaci o većem broju avionskih radara proizvođača iz zapadnih zemalja, čija je proizvodnja, odnosno upotreba u toku.

S obzirom na to da su numerički podaci preračunavani iz anglosaksonskih mernih jedinica u međunarodni sistem jedinica, pri proračunu je obavljeno zakruživanje vrednosti. Neke podatke proizvođači nisu objavili, pa ih nema u tabelarnom pregledu.

Višefunkcionalnost radara

Jedinstvena klasifikacija radara ne postoji. Pod avionskim radarima obično se podrazumevaju: izviđački i navigacioni radari, radari za upravljanje vatrom i za bombardovanja, meteorološki radari,

radari za let na malim visinama, višenamenski radari, itd.

Savremeni avionski radari, za razliku od ranijih, obavljaju veliki broj različitih funkcija koje se, uslovno, mogu svrstati u dve grupe. Prva grupa funkcija avionskog radara, koja se odnosi na okruženje aviona, obuhvata navigaciju, identifikaciju, rano upozoravanje na opasnost iz vazdušnog prostora, meteorološko osmatranje, merenje visine, i slično. Druga grupa funkcija odnosi se na zadatke koje obavlja avion i obuhvata pretraživanje i osmatranje (uključujući mapiranje terena i izvidanje), praćenje ciljeva, upravljanje vatrom naoružanja aviona, praćenje pogodaka, rekonstrukciju putanje projektila, obeležavanje (ozračavanje) ciljeva, itd. Nekada je za svaku od ovih raznovrsnih funkcija postojao poseban radar, tako da jedan avion nije mogao imati sve ove radare. Međutim, u savremenim uslovima, zahvaljujući napretku digitalne i računarske tehnologije, kao i tehnika obrade signala i minijaturizacije koju je donela tehnologija integrisanih kola, veći broj ovih funkcija integriše se u jednom radaru. Zbog toga je razvoj višenamenskih avionskih radara već postao praksa.

Režimi rada avionskih radara su: vazduh–vazduh (v–v); vazduh–zemlja (v–z) i vazduh–more (v–m). Glavne funkcije radara, odnosno modovi u funkciji pojedinih režima, prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1

Režimi rada i funkcije avionskih višenamenskih radara

Režimi rada radara	
vazduh–vazduh	vazduh–zemlja (more)
Merenje daljine u toku pretraživanja – osmatranja – otkrivanja (Range While Search).	Mapiranje terena (kartografija): – realnim snopom zračenja (Real Beam Mapping), – Doplerovim izoštravanjem snopa (Doppler Beam Sharpening), – sa sintetizovanjem otvora antene (Synthetic Aperture). Selekcija pokretnih ciljeva na zemlji (Ground Moving Target Indication).
Pretraživanje po brzini (Velocity Search).	Praćenje pokretnih i nepokretnih ciljeva na zemlji (Fixed and Moving Target Track).
Praćenje u toku skeniranja (Track While Scan).	Merenje udaljenosti do zemlje (Air-to Ground Ranging).
Praćenje pojedinačnog cilja (Single Target Track).	Pretraživanje površine mora (Sea Surface Search).
Prepoznavanje ciljeva (Target Recognition).	
Bliska manevarska borba (više modova).	
Obezbeđenje leta na maloj visini: – izbegavanje prepreka (Terrain Avoidance), – praćenje terena (Terrain Following).	

U članku su ukratko objašnjeni samo neki važniji delovi radara, kod kojih dolazi do značajnih promena. Konfiguraciju avionskog radara čini primopredajnik (uključujući i antenu), procesor signala uz koji figurira i računar, pokazivač i upravljačka jedinica.

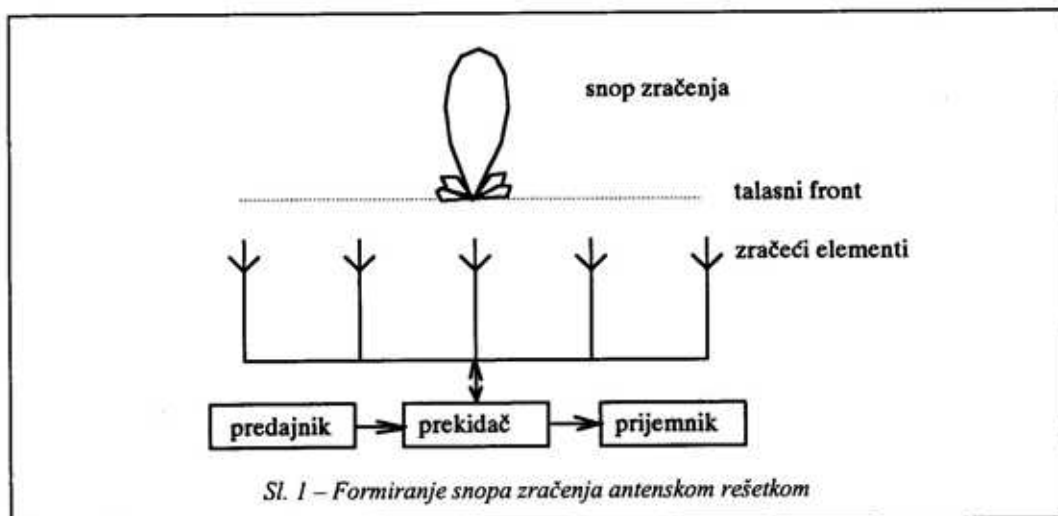
Antena avionskog radara

Antena ima veliki uticaj na taktičko-tehničke karakteristike radara. Njen oblik i dimenzije zavise od namene radara, a težnja da avionski radari budu višenamenski,

u principu, zahteva više različitih zasebnih antena. S druge strane, antene su, bez obzira na to da li se radi o reflektor-anteni ili savremenoj faziranoj antenskoj rešetki (FAR), do sada uglavnom pasivnoj (jedi-no kod švedskog avionskog radara Erleye radi se o aktivnoj FAR), lako uočljiv cilj za protivnički radar, jer na avionu obično predstavlja veliku i nepoželjnu radarsku refleksnu površinu. Zbog toga su mnoga istraživanja posvećena upravo smanjenju broja zasebnih antena potrebnih za obavljanje različitih funkcija, pa se razvijaju višenamenske antene koje koriste isti izvor zračenja za formiranje složenog dijagrama zračenja. U toku su ispitivanja više različitih tipova antena na više aviona.

Razvoj mikroprocesorske tehnologije omogućio je ne samo projektovanje novih antena, odnosno realizaciju već ranije poznatih ideja koje se bez primene računara nisu mogle praktično ostvariti, već su postali i sastavni deo funkcionisanja antene. FAR i antene sa veoma niskim nivoom bočnih snopova ostale bi i dalje samo teorija da se moralo ostati na klasičnom načinu projektovanja bez primene računara. Takođe, bez primene računara, mnoge odavno teorijski poznate metode formiranja i obrade signala, tehnika proširenog spektra, promene oblika impulsa i slično, ostale bi i dalje samo teorija, bez praktične realizacije. To se odnosi i na takozvane radare sa antenom sa sintetizovanim otvorom (Synthetic Aperture Radar – SAR).

Antene „prednjih“ radara, izuzev onih koje koriste tehniku SAR, imaju malu moć razlaganja na terenu. Zbog toga se „prednji“ radar ne koristi za izviđanje i osmatranje vojnih aktivnosti na tak-



tičkoj dubini protivnika. Naime, širina snopa zračenja višenamenskih „prednjih“ radara sa paraboličnom antenom zavisi od prečnika antene i od talasne dužine. Prečnik parabolične antene najčešće se kreće od 0,6 do 0,8 m, jer glavno ograničenje za veličinu antene predstavlja smeštajni prostor u nosu aviona. Rešenje je pronađeno u korišćenju radara sa bočno usmerenim snopom, sa uzdužno postavljenim antenama dužine do šest metara. Tako je bočni radar (Sideways Looking Radar – SLR or Side Looking Airborne Radar – SLAR) uspešno pokrio nedostatke i ograničenja pojedinih vrsta i tipova radara za radarsko izviđanje. SLAR je impulsno nekoherentni radar, čiji je antenski snop u toku pravolinijskog leta aviona, usmeren bočno. Širina snopa zračenja po vertikali iznosi 10 do 30°, a po azimutu oko 1°. Bočnim zračenjem prekriva se širok pojas površine tla.

Iz tabelarnog pregleda može se uočiti da se sve ređe koristi reflektor antena, a sve više antenske rešetke, koje mogu biti sa mehaničkim i elektronskim

skeniranjem, a ove poslednje mogu biti pasivne i aktivne.

Najjednostavnija antenska rešetka zasnovana je na napajanju iz jednog izvora visokih frekvencija na više pojedinačnih zračećih elemenata, koji su obično razmešteni na istim rastojanjima u istoj ravni. Signali koje zrače pojedini elementi rešetke superponiraju se u prostoru tako što, zavisno od faznog odnosa između zračećih elemenata, dolazi do njihovog sabiranja ili oduzimanja. Pogodnim upravljanjem faznom razlikom moguće je postići sabiranje signala svih elemenata u željenom pravcu (slika 1). To je, u opštem slučaju, pravac normalan na ravan u kojoj su smešteni zračeći elementi, ali je moguće formirati snop zračenja u pravcima i do 60° u odnosu na normalu. Isti princip važi i za signale koji se reflektuju i iz prostora dolaze na antenu.

Antenske rešetke sa elektronskim skeniranjem odavno se koriste za formiranje radarskog snopa zračenja u oblasti dugih talasa. U mikrotalasnom području često su u upotrebi antenske rešetke sa mehaničkim

skeniranjem i kod zemaljskih i avionskih radara.

Glavna prednost antenske rešetke jeste što omogućava precizniju raspodelu amplituda i faza pojedinih zračećih elemenata, što omogućava bolje oblikovanje snopa zračenja, a posebno bočnih snopova dijagrama zračenja. Postizanje niskog nivoa bočnih snopova zračenja često je od suštinskog značaja za dobre karakteristike radara u operativnim uslovima.

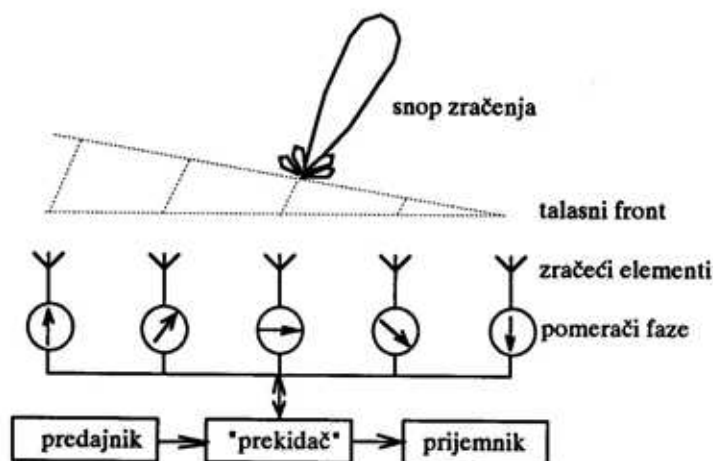
Projektanti radara odavno su uočili prednost elektronskog skeniranja snopa zračenja radara, koje sve više potiskuje mehaničko skeniranje. Razvijena su dva metoda elektronskog skeniranja, i to frekventno i fazno.

Kod antenske rešetke sa faznim skeniranjem (pošto su elementi za pomeranje faze pasivni naziva se pasivna fazirana antenska rešetka ili samo fazirana antenska rešetka, slika 2) moguća je promena položaja snopa zračenja i po azimutu i po elevaciji. Razvoj mikrotalasnih sklopova sa relativno malim gubicima, koji

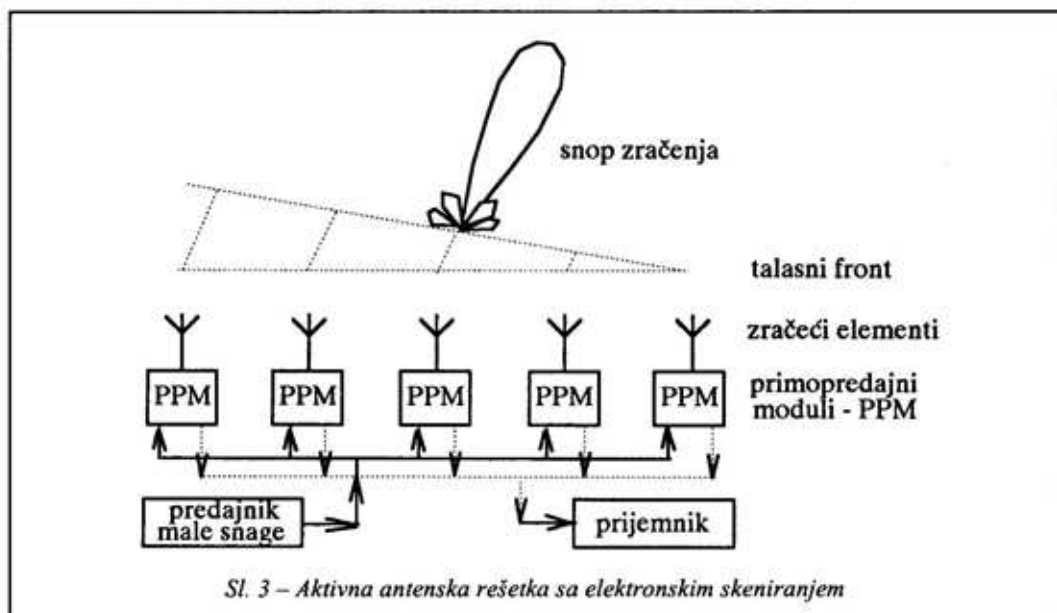
mogu da unose precizan fazni pomak u predajni transmisioni kanal, omogućio je praktičnu realizaciju antena sa faznim skeniranjem. Brzi pomerači faze na bazi PIN dioda ili ferita pružaju mogućnost promene pravca snopa zračenja za vrlo kratko vreme. Prema tome, skeniranje je praktično bezinerciono. Pomeranje snopa zračenja radara može se prilagoditi tekućim operativnim potrebama i nema nedostatke mehaničkog skeniranja.

Ovim tipom antene može se direktno zameniti antena sa mehaničkim skeniranjem, a da ostali deo radara (kao što su predajnik velike snage i dvokanalni ili trokanalni prijemnik) ostane isti.

Osobina koja definiše antenu „aktivnom“ jeste ugradnja pojačivačkih sklopova kao sastavnih elemenata antene. Kod ovog tipa antene svaki zračeći element direktno je povezan sa izvorima napajanja, radi zračenja energije, i osetljivim pojačavačem, radi prijema signala koji dolazi iz prostora na antenu. Prema tome, svaki zračeći element je direktno



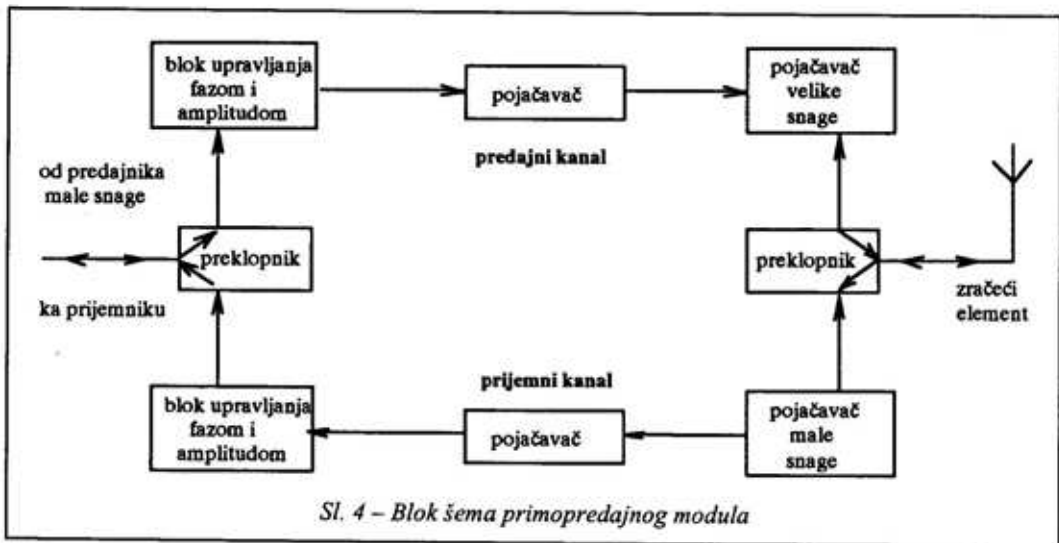
Sl. 2 – Pasivna antenska rešetka sa elektronskim skeniranjem



povezan na primopredajni modul (slika 3). Svaki primopredajni modul sadrži pojačavač snage u predaji, niskošumni pojačavač u prijemu i sklop za upravljanje fazom i amplitudom. Primopredajni modul sadrži osnovne visokofrekventne elemente radara male snage i može se smatrati aktivnom antenom sastavljenom od velikog broja minijaturnih radara. Pogodnom raspodelom signala sa velikog broja primopredajnih modula, u prostoru dolazi do superponiranja signala radi formiranja snopa zračenja velike snage u željenom pravcu. Ovakvim pristupom otklanja se potreba za jednim snažnim predajnikom, kao što je npr. cev sa progresivnim talasom. Slično tome, na prijemu se, kombinujući signale iz velikog broja niskošumnih pojačavača, mogu formirati snopovi sa velikim pojačanjem. Elektronsko skeniranje postiže se upravljanjem fazama signala u primopredajnim modulima. Tipičan sastav primopredajnog modula prikazan je na slici 4.

Praktična primena radara sa aktivnom antenom zavisi od napretka u oblasti visokofrekventne poluprovodničke tehnologije i mikrotalasnih sklopova, kao i brze obrade signala. Pored toga, razvoj sklopova na bazi galijum-arsenida i silicijuma omogućio je izradu kompaktnih sklopova sa znatnom snagom i koeficijentom iskorišćenja.

Do sada je ovaj pristup najčešće korišćen kod zemaljskih radara velikog dometa za rano upozorenje, pri otkrivanju objekata u vazдушnom prostoru. U Velikoj Britaniji je takav pristup primenjen kod radara u razvoju, pod oznakom ME-SAR, a Švedska i Izrael usvojili su ga u razvoju radara za rano upozorenje. Poseban interes pokazan je za primenu ove tehnike na višim radnim frekvencijama, posebno u opsegu od 10 GHz, gde radi veliki broj avionskih i zemaljskih uređaja. Na ovim višim frekvencijama javlja se više tehničkih problema koje treba rešiti, ali su već postignuti značajni rezulta-



ti kod radara sa aktivnim antenama koji su u razvoju: u SAD za avion F-22 i u Japanu za avion FS-X. Sada je već jasno da će ova vrsta sklopova predstavljati osnovu avionskih radara.

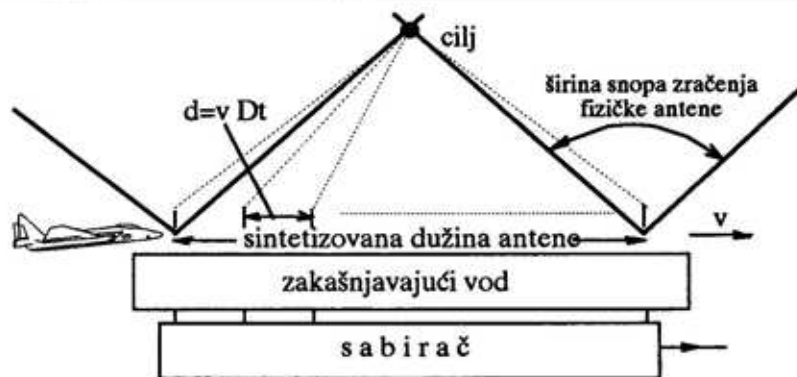
Za dobijanje visokih rezolucija razdvajanja pri mapiranju terena koristi se antena sa sintetizovanim otvorom, odnosno veštački formirana linijska, antenska rešetka, s tim što se za njeno formiranje u većini slučajeva koristi samo jedan zračni element i kretanje noseće platforme (slika 5). Ovaj element ozračava objekat, na primer Zemljinu površinu pri mapiranju terena i kretanju platforme, odnosno aviona. U prijemnik radara dolaze reflektovani signali različite Doplerove frekvencije od površine koja je bila ozračena radarskim snopom. Obradom ovih signala dobija se ekvivalentna (sintetizovana) antena velikog otvora, dužine nekoliko stotina metara.

Bitno je napomenuti da uzdužna rezolucija kod SLAR zavisi od dimenzija antene, pa antena mora biti velika, što ne važi za SAR. Poprečna rezolucija kod

SLAR i SAR je ista i zavisi od dužine impulsa.

Procesor signala radara

Američki analitičari smatraju da je povećanje cene aviona dovelo do potrebe za višenamenskim taktičkim avionom. Međutim, višenamenski avion je zahtevao povećanje obima elektronske opreme, što nije bilo moguće na račun ostalog prostora u avionu. Naime, sistemi v-v zahtevaju veliku brzinu obrade podataka (brzina približavanja cilja iznosi i preko 1800 m/s). Takođe, od radara se zahtevao fleksibilan (promenjiv) talasni oblik, kako bi se omogućilo otkrivanje ciljeva pod svim uglovima i na svim visinama. Sistemi v-z opet zahtevaju veliki memorijski prostor za skladištenje i obradu podataka, radi mapiranja terena sa visokom rezolucijom. Ovi zahtevi su kontradiktorni pa je bila neophodna nova tehnologija. Nagli razvoj digitalne tehnologije početkom sedamdesetih godina upravo je to omogućavao. Jedan od prvih višenamen-



Sl. 5 – Princip formiranja antene sa sintetizovanim otvorom

skih lovaca bio je F/A-18 Hornet, na šta je ukazivala i oznaka F/A – fighter/attack. U ovom objedinjavanju ključan je bio programabilni digitalni procesor signala radara AN/APG-65. Prethodni radar AN/APG-63 takođe je imao digitalnu obradu signala, ali sa hardverskim procesorom (hard-wired logic) sa fiksnim repertoarom režima rada.

Avionski radar sa aktivnom FAR (za avion F-22)

Ilustrativan primer savremenih tendencija u razvoju avionskog radara je AN/APG-77 koji je, za potrebe američkog savremenog lovačkog aviona F-22, razvila firma Nortrop Gruman (Northrop Grumman) u saradnji sa firmom Rajteon (Raytheon) iz Luisvila (Louisville), a čiji podaci nisu prikazani u tabeli. Broj zasebnih antena kod ovog radara sveden je na minimum. To je prvi američki radar koji ima aktivnu faziranu antensku rešetku. Prečnik antene iznosi oko 1 m, a sastoji se od oko 1500 poluprovodničkih primopredajnih modula, na osnovu mo-

nolitnih integrisanih visokofrekventnih kola. Moduli su dužine oko 70 mm i debljine svega nekoliko milimetara.

Maksimalna daljina otkrivanja velikih ciljeva u vazдушnom prostoru ovim radarom iznosi 270 do 300 km, a ciljeva veličine krilatih raketa 150 km. Zemaljske pokretne ciljeve može da otkriva na daljini do 70 km. Sektor osmatranja je $\pm 60^\circ$, a u uslovima bliske vazdušne borbe smanjuje se na $\pm 30^\circ$. Pilot može da menja sektor osmatranja, po vertikali, u granicama od 10 do 60° . Ako cilj uđe u zonu osmatranja na udaljenosti manjoj od 18 km, radar ga automatski zahvata i započinje praćenje. Može da prati 20 ciljeva istovremeno. Mogućnosti ovog radara u otkrivanju malih ciljeva ilustruje podatak da može da otkriva ciljeve reda veličine francuske krilate rakete Apaš. Ovaj radar je i pouzdaniji od svojih prethodnika. U poređenju sa avionskim radarima na lovačkim avionima četvrte generacije, radar AN/APG-77 ima za 25% veće srednje vreme između otkaza. Okvirna cena ovog radara iznosi oko 3 miliona dolara.

Zemlja proizvođač: SAD (Northrop Grumman ESSD)

AN/APG-66 (V)	v-v/v-z upravljanje, vatrom/ osmatranje	9,7-9,9	150	3209/32 0/215000	0,15- 20/0,18- 4	FAR	vretenast/ 1	3,3/4,6	±60/±60	118	566	na 16 različitih aviona u 21 RV-u, MTBF >250h
AN/APG-6B	upravljanje, vatrom		300	5976/-		FAR	vretenast/ 1	3/4	±60/±60	172	566	za F-16 C i D/MTBF >300 h
AN/APN-241	navigacija/ meteorol.	9,3-9,41	510	9509,5/ 116	promenlj./ promenlj.	ravna	fan/2	2,7/4,0	270/ ±10/-25	59		za C-130H i J/MTBF >1000h
AN/APY-1/2 (AWACS)	AEW/AEW& C/osmatranje/ ostalo	2-4	395			FAR				456		na skoro 70 aviona AWACS širom sveta

Zemlja proizvođač: SAD (Northrop Grumman Norden Systems)

AN/APG-76	v-z/MTI/ osmatr./ ostalo	12-18	>150	7352400 /13000		FAR	1,4x50/ -	2,2/3,6-6,8	±60/ ±30	334		za višenamenske lov. avione za dejstvo u svim uslovima
AN/APY-3 (JSTARS)	izvidanje/ osmatr./ ostalo					FAR		±60/ 200		1905		višenamenski/prace- nje iza horizonta/SEAD

Zemlja proizvođač: SAD (Rockwell Collins Air Transport Div.)

FMR-200X	meteorol.	9,33	do 590	200/1,6/ 150	0,1-9/1- 20	FAR	ovalan/1	3,7/3,1	do ±90/ ±45	32	72	doplerovski/meteo- rol./pravac i brzina vetra
WXR-700C	meteorol.	5,44	590	145/1,1/ 240	0,16- 9,0/1-20	FAR	kružni/1	5,4/5,4	±40/ ±145	30	72	doplerovski/meteo- rotoski
WXR-700X	meteorol.	9,33	590	160/1,2/ 150	0,18- 1,44/1- 20	FAR	kružni/1	3,5/3,5	±40/ 160	30	72	doplerovski/odredi- vanje pravca i brzine vetra u prednjem polusferi

Zemlja proizvođač: Škotska (GEC-Marconi Avionics Ltd. Radar Systems Div.)

Blue Kestrel 5000		I		1770/-		planarna rešetka				93	4LRU	radar sa kompresijom impulsa
Blue Kestrel 6000		I				planarna rešetka				116	4LRU	koherentni radar
Seaspray 2000	osmatranje	I		1700/- /100000		planarna rešetka				74	4LRU	osmatranje u priobalju
Seaspray 3000	otkrivanje	I	veliki	1850/-		planarna rešetka				83	6LRU	za otkrivanje na velikim daljinama osračav. ciljeva

Pregled karakteristika avionskih radara zapadnih zemalja

Oznaka	Namena	Frek. opseg (GHz)	Doimet (km)	Snaga ul./izl.sr./vršna (W)	Frekv. pon./traj. impulsa (MHz/ms)	Antena	Oblik dij. zrač./broj snopova	Širina dij. zrač. (az./elev.)	Zona skenir. (az./elev.)	Masa (kg)	Zapremina (dm ³)	Napomena
Zemlja proizvođač: Francuska (Thomson - CSF Radar Systems & Contre Mesures)												
Ocean Master	osmatranje	X		4900/-						70		otkriv. malih ciljeva u svim uslovima na moru
RDY	v-v/v-z	X				ravna sa prerezima	- 1					za više ciljeva/programab. proces
SLAR 2000	izvidanje	X	145	4900/-					radarska slika i selekcija pokretnih ciljeva (MTI)/predaja signala u realnom vremenu			
Zemlja proizvođač: Nemačka (Daimler-Benz Aerospace AG, Airborne Systems Div.)												
AN/APG-65GY	v-v/v-z	X							prepoznavanje ciljeva/visoka otpornost na smetnje/praćenje više ciljeva			
European Fighter	otkrivanje/praćenje								vođenje više projektila/praćenje više ciljeva/prepoznavanje ciljeva			
Ocean Master	v-v/v-z								otkrivanje i praćenje brodova i podmorn./traženje i spašavanje			
Tornado	v-v/v-z								navigacija i upravljanje vatrom/nosni radar za praćenje jednog cilja			
Zemlja proizvođač: SAD (Curtwright Electronics Inc.)												
AN/DPQ-9	praćenje pogodaka	2,4	0,054	112/4/10/200/250	dipol		polusferni/6	120/120	360/360	11,3	10	praćenje pogodaka/rekonstr. trajektorije
Zemlja proizvođač: SAD (Hughes Aircraft Co.)												
AN/APG-65	upravljanje vatrom/osmatranje	X	> 110	4900/-						254	170	doplerovsko izoštravanje snopa za mapiranje terena
AN/APG-70	upravljanje vatrom/osmatranje/praćenje	X	> 110		sr./visoka/	planar. rešetka				266	245	modernizacija AN/APG-63 SAR za mapiranje terena
AN/APG-73	v-v/upravljanje vatrom/osmatranje/praćenje	X	> 110			planar. rešetka				227	167	modernizacija AN/APG-65/višenamenski, sa više talasnih oblika
AN/APQ-181	izvidanje/osmatranje	Ku				planar. rešetka				952	1487	višenamenski, LPI/mapiranje
ASARS-2	izvidanje	X										mapiranje sa SAR

Seaspray 4000	I	1850/-/-	planarna rešetka		95	6LRU	radar sa kompresijom impulsa			
Zemlja proizvođač: Švedska (Ericsson Microwave Systems AB)										
Erlaye	AEW/ AEW&C	3,1-3,3	435	sr. do visoka/ 4-2000	disk/1	0,7/9	300/9	1496	3085	upravljanje snagom/potpuno prekrivanje
PS-05/A	v-v/v-z/ izvidanje	X		0,8- 2000/ 0,1-40	prerez. talasov.	4				impulsno-doplerov za avion Gripen
Zemlja proizvođač: Velika Britanija (Racal-Thorn Defense)										
Searchwater	AEW/osmatranje	9,5-10	435	promeni/ promeni	parab. reflektor	3	360/±10			za priobalni pojas/v-v u gornjoj i donjoj polusferi
Super Marec	AEW/ meteorol./ ostalo		>185							jeftinija varijanta radara Super Searcher
Super Searchwater	AEW/ meteorol./ostalo	9,5-10	>280	800/100 /85000	ravna ploča/ reflektor	1	360/±10	<100		za priobalni pojas, male mase, jeftin

Legenda: Značenje oznaka frekventnih opsega: I = 8 - 10 GHz, X = 8 - 12 GHz, Ku = 12 - 18 GHz;
 Značenje skraćenića: v-v (vazduh-vazduh); v-z (vazduh-zemlja); AEW (Airborne Early Warning) - rano upozoravanje iz vazduha;
 AEW&C (Airborne Early Warning and Control) - rano upozoravanje i komandovanje iz vazduha; MTI (Moving Target Indication) - selekcija pokretnih ciljeva; LRU (Line Replaceable Unit) - zamjenjivi sklopovi; LPI (Low Probability of Interception) - skrivенost rada;
 SEAD (Suppression of Enemy Air Defenses) - neutralisanje protivvazdušne odbrane protivnika; FAR - fazirana antenska rešetka;
 SAR (Synthetic Aperture Radar) - radar sa antenom sa sintetizovanim otvorom; MTBF (Mean Time Between Failure) - srednje vreme između otkaza.

Zaključak

Za donošenje odluke o dejstvu kao i za samo dejstvo, pilotu su potrebne informacije, koje treba da mu obezbedi elektronika u koju spada i avionski radar, čija uloga sve više raste, i koji poprima višenamenski karakter.

Za avionske radare se, obično, postavljaju sledeći taktičko-tehnički zahtevi: male dimenzije; mala masa; mala potrošnja električne energije; visok nivo integracije različitih ali zavisnih funkcija i parametara; visoka pouzdanost; visok stepen automatizacije rada; jednostavno održavanje.

Glavna prednost radara jeste da može da otkriva ciljeve u svim vremenskim uslovima, a osnovni nedostatak, sa vojnog stanovišta, što svojim radom (aktivnim zračenjem elektromagnetnih talasa) otkriva svoje prisustvo.

Interesantno je zapaziti da, nasuprot očekivanju, nema mnogo novih avionskih radara, a ni novih firmi koje ih proizvode, najverovatnije zbog toga što je

razvoj ovakvih sistema, pogotovo višenamenskih, veoma skup. Takođe, interesantno je da se isto toliko radi na modernizaciji postojećih radara koliko i na razvoju novih. Naime, ugradnjom novog radara i novog naoružanja kojim se tada može upravljati, avioni druge generacije ostvaruju mogućnosti koje imaju avioni četvrte generacije. Modernizacija postojećih radara retko se uočava po spoljnjem izgledu kućišta radara, jer se nove tehnologije ugrađuju tako da se uklope u postojeći prostor, a povećanje broja funkcija, u istom prostoru nije problematično, s obzirom na trendove minijaturizacije. Međutim, poboljšanje performansi, koje je ponekad i neverovatno u odnosu na ranije mogućnosti, može se uočiti tek na osnovu tehničkih podataka.

Literatura:

- [1] Herskovitz, D.: A Sampling of Airborne Radar Systems, *Journal of Electronic Defense*, january 1998, supplement str. 24-29.
- [2] Watkins, D. C.: Active Antenna Radars, *Military Technology*, 5/1996, str. 10-15.
- [3] *Jane's Avionics 1989-90*.
- [4] Iljin V., Kudišin I.: Istrebitelj Lohid-Martin F-22, Raptor, Avijacija i kosmonautika, str. 7-21.