

Profesor
dr Momčilo Milinović,
dipl. inž.
Mašinski fakultet,
Beograd
Dr Nenad Dodić,
dipl. inž.
Vojnotehnički institut VJ,
Beograd

PREDLOG TAKTIČKO-TEHNIČKIH ZAHTEVA ZA AUTOMATSKE NIŠANSKE UREĐAJE U PVO I NJIHOVA KLASIFIKACIJA

UDC: 623.4.054.93.001.33

Rezime:

U ovom radu predlažu se taktički i tehnički zahtevi koje automatski nišanski uređaji treba da zadovolje da bi obezbedili efikasno dejstvo sistema PVO. Ovi zahtevi se razmatraju u načelu, ali se specificiraju i vrednosti najvažnijih parametara nišanskih uređaja koje garantuju uspešno praćenje i gađanje cilja i analizira njihova ostvarljivost. Takođe, predlaže se klasifikacija posmatranih uređaja prema četiri kriterijuma i daje pregled karakteristika savremenih automatskih nišanskih uređaja.

Ključne reči: automatski nišanski uređaji, praćenje cilja, protivvazдушna odbrana, taktičko-tehnički zahtevi, parametri, klasifikacija.

PROPOSAL FOR TACTICAL AND TECHNICAL REQUIREMENTS FOR AUTOMATIC SIGHTING DEVICES IN AIR DEFENSE AND THEIR CLASSIFICATION

Summary:

The tactical and technical requirements for tracking devices that, if fulfilled, provide efficient engagement using air defense systems are proposed. These requirements are discussed generally, but the required values of the most important sighting device parameters that guarantee successful target tracking and firing are also specified and their feasibility is analyzed. The classification of the considered devices according to four criteria is proposed and the review of contemporary automatic sighting devices is given.

Key words: automatic sighting devices, target tracking, air defense, tactical requirements, technical requirements, parameters, classification.

Uvod

Automatski nišanski uređaji, kao delovi sistema upravljanja vatrom (SUV), nalaze sve veću primenu na različitim borbenim sistemima. Automatski rad nišanskih uređaja zasniva se na sposobnosti njihovih senzora da detektuju cilj. Automatsko nišanje najbolje je rešeno za potrebe protivvazdušne odbrane (PVO),

jer se na čistom nebu cilj teško može trajno maskirati, odnosno, on se po svom izgledu, svetlosnim, toplotnim i radarskim osobinama u većini slučajeva dovoljno jasno razlikuje od okoline, tako da se može detektovati i pratiti korišćenjem različitih nišanskih senzora. Klasičan način maskiranja, kada se cilj svojim izgledom, bojom i drugim osobinama stapa u okolinu, u vazдушnom prostoru se teško

ostvaruje, ali se zato nastoji da se maskira privremenim stvaranjem lažnih ciljeva (toplotni i radarski mamci) ili ometanjem senzora nišanskog uređaja stvaranjem smetnji. Kao odgovor na to, automatski nišanski uređaji proveravaju da li su zaista detektovali cilj, upoređenjem izmerenog položaja objekta koji su detektovali sa prethodnom istorijom kretanja cilja.

Postoji, dakle, stalna trka i nadmudivanje između proizvođača letelica i proizvođača nišanskih uređaja za PVO. Činjenice da se ciljevi najbolje maskiraju u radarskom području elektromagnetnog zračenja, naročito tako što lete na vrlo malim visinama, čime povećavaju radarski klater i da se radarski sistemi lako otkrivaju i ometaju, dovele su do snažnog razvoja elektrooptičkih senzora, od kojih je najznačajnija termovizijska kamera. Motori letelica najintenzivnije zrače u toplotnom opsegu od 3 do 5 μm . Da bi letelica bila što manje uočljiva u toplotnom opsegu zračenja, posebna pažnja posvećena je konstrukciji, mestu i načinu ugradnje pogonskih motora i maskiranju mlaznika i izduvnih sistema, kako bi se ovo zračenje što više smanjilo. Kao odgovor na to, savremene termovizijske kamere detektuju cilj u području od 8 do 13 μm . U tom području teško je u dovoljnoj meri smanjiti toplotni odraz letelice, ali se na tome i dalje radi.

Očigledno da je nišanje u savremenim uslovima ratovanja složena i delikatna aktivnost, povezana sa mnogim teškoćama i problemima. U tim uslovima savremeni automatski nišanski uređaji za PVO treba da ostvare svoj osnovni zadatak: da obezbede takve ocene parametara kretanja cilja koji će omogućiti uspešno gađanje cilja [1]. Pored tog osnovnog zadatka, nišanski uređaji mogu imati i različite pomoćne zadatke. Tako se od

njih može zahtevati da obezbede nišanje i gađanje ciljeva na kopnu i vodi, kao i osmatranje vazdušnog prostora, kopna i vodenih površina. Nišanski uređaji treba da se optimizuju za obavljanje osnovnog zadatka. Radi toga se taktički i tehnički zahtevi postavljaju tako da osnovni zadatak bude što uspešnije izvršen.

Predlog taktičkih zahteva

Taktički zahtevi koje nišanski uređaj u PVO treba da ispuni definišu se u odnosu na oruđa PVO koja taj uređaj podržava i u odnosu na ciljeve po kojima podržana oruđa mogu da dejstvuju. U vezi s tim nišanski uređaj treba da:

- registruje cilj koji napada iz bilo kog pravca;

- registruje cilj na daljinama koje obezbeđuju pravovremeno i efikasno dejstvo na cilj oruđima kojima je namenjen. Domet detekcije treba da bude takav da vreme od trenutka detekcije do trenutka ulaska cilja u zonu efikasnog dejstva oruđa bude dovoljno dugo da omogućí prikupljanje dovoljno informacija o cilju i realizaciju dovoljno tačnog proračuna elemenata gađanja;

- ispuni prethodne zahteve za ciljeve koji predstavljaju najverovatnije objekte dejstva odbrane oruđima za koje je uređaj namenjen. Nedavna agresija na SRJ pokazuje da su to obično laki i srednji lovci-bombarderi, krstareći projektili i bespilotne letelice. Tim ciljevima, u određenim borbenim situacijama, treba dodati i borbene helikoptere;

- ostvaruje svoje zadatke danju i noću, po mogućnosti i u otežanim meteorološkim uslovima (oblačno nebo, magla i kiša). Bez ispunjenja zahteva za mogućnost noćnog dejstva, upotreba i borbeni značaj nišanskog uređaja vrlo su ograni-

čeni. Zahtev za dejstvo u otežanim meteorološkim uslovima ne mora da bude obavezan za svaki nišanski uređaj u PVO, s obzirom na to da su u tim uslovima i borbena dejstva neprijatelja znatno ograničena;

– radi u svim ambijentalnim uslovima (temperatura, vlažnost, ...) u kojima mogu da dejstvuju podržavana oruđa;

– ima mogućnost da zahvati cilj, što ostvaruje povezivanjem sa jednim ili više osmatračko-akvizicijskih uređaja ili automnomnim radom.

Predlog tehničkih zahteva

Tehnički zahtevi za nišanski uređaj treba da se definišu tako da obezbeđuju ispunjenje taktičkih zahteva, kao i druge zahteve koje nameću vojni standardi. Opšti tehnički zahtevi mogu da se definišu na sledeći način:

– nišanski uređaj treba da poseduje servomehanizme za pokretanje nišanske linije, koji treba da obezbede pun krug rotacije nišanske linije po azimutu (pravcu) i opseg rotacije po elevaciji (visini) od bar devedeset stepeni i to tako da maksimalna elevacija ne bude mnogo manja od devedeset stepeni;

– dinamika pokretanja nišanske ose treba da obezbedi kontinuirano nišanje na cilj od trenutka zahvata cilja do završetka vatrenog dejstva na cilj. Kontinuirano nišanje podrazumeva takvo pozicioniranje nišanske linije da cilj stalno bude u vidnom polju senzora [2];

– senzori nišanskog uređaja treba da obezbede detekciju cilja i merenje njegovog položaja u svim pravcima, na daljinama i pod uslovima koji se navode u taktičkim zahtevima;

– računarski blok nišanskog uređaja treba u realnom vremenu da izračunava sve parametre kretanja cilja koji su neophodni za upravljanje vatrom oruđa za koje je uređaj namenjen.

Nišanski uređaj treba da ima vezu sa uređajima koji ga navode na cilj oruđima i drugim sistemima i podsistemima koji obezbeđuju realizaciju nišanja i gađanja cilja. Brzina i kapacitet veze treba da obezbede zahvat, praćenje i gađanje cilja u realnom vremenu. Pored toga, nišanski uređaj treba da omogući prikaz toka praćenja cilja i podataka relevantnih za donošenje odluke o gađanju cilja i prekidu njegovog praćenja. U pogledu pouzdanosti, uslova rada, bezbednosti i održavanja on mora da zadovolji vojne propise i standarde armije koja planira da ga koristi.

Automatski nišanski uređaj sve navedene taktičke i tehničke zahteve mora da ispuni u režimu rada koji isključuje neposredno učešće čoveka.

Parametri nišanskih uređaja i ostvarljivost tehničkih zahteva

Na osnovu navedenih opštih tehničkih zahteva treba zahtevati vrednosti statičkih i dinamičkih parametara nišanskih uređaja u PVO. Definisane parametara omogućuje da se pristupi projektovanju nišanskog uređaja, izradi i – ili nabavci njegovih komponenata ili gotovog uređaja na tržištu. U nastavku su razmatrane vrednosti onih parametara nišanskih uređaja koji najbitnije utiču na procese praćenja i gađanja cilja. Pouzdanost, održavanje i vojni standardi neće se razmatrati. Na osnovu navedenog predlažu se zahtevi za konkretne brojčane vrednosti parametara i razmatra mogućnost njihove reali-

zacije u savremenim automaskim nišanskim uređajima.

Najveća daljina $d_{det,max}$ na kojoj uređaj za praćenje treba da detektuje cilj zavisi od dometa i brzine kretanja projektila kojim se cilj gađa, ali i od brzine kretanja cilja. Najnepovoljnija situacija nastaje kada cilj koji se kreće najvećom brzinom napada sam sistem PVO. Neka je $d_{or,ef}$ efikasni domet oruđa, $t_{p,ef}$ vreme leta projektila do daljine $d_{or,ef}$, $v_{c,max}$ najveća brzina cilja, a t_s vreme smirenja postupka praćenja – vreme koje protekne od zahvata (prve detekcije) cilja senzora uređaja za praćenje do postizanja ustaljenog i preciznog praćenja cilja. Najveća daljina detekcije u tom slučaju treba da bude:

$$d_{det,max} = d_{or,ef} + (t_{p,ef} + t_s)v_{c,max}$$

Većina protivavionskih (PA) topova malih kalibara ima efikasan domet do četiri kilometra, kojem odgovara vreme leta kraće od sedam sekundi. Najvažniji i najčešći cilj PA topova je lovac bombarder, čija brzina u borbenim uslovima obično ne prelazi 500 m/s. Vreme smirenja kod automatskih sistema za praćenje obično ne prelazi tri sekunde. Iz date jednačine proizilazi da većinu artiljerijskih sistema PVO zadovoljava $d_{det,max} = 9000$ m.

Domet raketa za blisku i srednju PVO uglavnom je u rasponu od 5 do 17 km. Brzina njihovog kretanja je od 1,5 do 3 maha, a vreme leta do granice efikasnog dometa od 7 do 17 sekundi. Iz date jednačine sledi da bi najveći domet detekcije $d_{det,max}$ za rakete trebalo da bude od 10 do 27 km, pa i veći, zavisno od tipa rakete.

Visina cilja u borbenim uslovima može biti svega nekoliko metara pri letu iznad mora, odnosno pedesetak metara

pri letu iznad ravnog kopna, ali može ići i do 12 km. Ova visina za borbene avione, u periodu koji neposredno prethodi lansiranju raketa ili otkačinjanju bombi sa aviona, najčešće ne prelazi 8 km, odnosno manja je od potrebne daljine detekcije, pa nije ograničavajući faktor za senzore. Veći problem predstavlja praćenje cilja na najmanjoj ostvarljivoj visini leta, kada je uticaj tla, odnosno površina vode, od presudnog značaja za mogućnost detekcije i merenja položaja cilja [2].

Elektrooptički senzori nišanskog uređaja (termovizijska kamera, TV kamera, laserski daljinomer) po pravilu imaju domet do 10 kilometara, ali, pri pogodnim atmosferskim prilikama, on može biti i znatno veći – recimo 15 km. Kamera (TV ili termovizijska) čija rezolucija slike zadovoljava CCIR standard (625 linija) treba da ima vidno polje 3,6 stepeni ili manje, odnosno žižnu daljinu objektiva oko 300 mm ili veću, da bi bila u stanju da detektuje borbeni avion na daljini od 10 km. Laserski daljinomeri u uslovima čiste atmosfere bez problema mere daljine cilja do 10 km, a često i veće [3]. Nišanski radari detektuju cilj na daljinama znatno većim od 10 km.

Računarska simulacija praćenja i gađanja cilja pokazuje da sledeće greške merenja položaja cilja obezbeđuju efikasno dejstvo PA topova na borbene avione: srednjekvadratne greške merenja uglova do 0,0005 rad, srednjekvadratne greške merenja daljine do 5 m. U slučaju da su nišanski uređaji namenjeni isključivo raketnim sistemima PVO, ovi zahtevi mogu se ublažiti. Savremeni elektrooptički i radarski senzori lako ostvaruju navedene zahteve za tačnošću.

Mogućnost detekcije cilja danju, noću i u različitim vremenskim uslovima već je analizirana u [2]. Zaključeno je da

nišanski radari obezbeđuju detekciju i merenje položaja cilja danju, noću, u uslovima dima, magle, pa čak i padavina, s tim što se u prisustvu čestica vode u vazduhu domet detekcije smanjuje. Termovizijske kamere i laserski daljinomeri obezbeđuju pouzdano nišanjenje danju i noću, ali oblaci, magla i padavine mogu ograničiti ili potpuno onemogućiti njihovu upotrebu.

Da bi dati tehnički zahtevi bili pouzdano ostvareni, servomehanizmi treba da pozicioniraju nišansku liniju s dinamičkom greškom manjom od polovine vidnog ugla senzora nišanskog uređaja sa najužim vidnim poljem. Oni treba da obezbede maksimalnu ugaonu brzinu nišanske linije veću ili jednaku maksimalnoj ugaonoj brzini cilja u odnosu na nišanski uređaj, kao i maksimalno ugaono ubrzanje nišanske linije veće ili jednako maksimalnom ugaonom ubrzanju cilja u odnosu na nišanski uređaj. Treba napomenuti da se vidna polja kamera obično kreću od jednog stepena naviše, vidna polja laserskih daljinomera od 0,0005 do 0,004 radijana, a vidna polja nišanskog radara do dva stepena. Shodno tome, srednjekvadratna greška pozicioniranja nišanske ose savremenih uređaja obično je oko 0,00025 radijana.

Najveće zahtevane vrednosti ugaone brzine $v_{\beta\max}$ i ubrzanja $a_{\beta\max}$ mogu se odrediti korišćenjem izraza [4]:

$$v_{\beta\max} = V/d_{\text{par}}, a_{\beta\max} = 0,65(V/d_{\text{par}})^2$$

gde je:

V – brzina leta cilja,

d_{par} – najmanja udaljenost cilja od nišanskog uređaja (daljina u parametru).

Ako se cilj kreće brzinom 500 m/s na najmanjoj daljini 300 m (najmanja daljina koju pouzdano meri laserski da-

ljinomer) onda je $v_{\beta\max} \geq 95^\circ/\text{s}$, $a_{\beta\max} \geq 103^\circ/\text{s}$.

Učestanost merenja položaja cilja znatno utiče na tačnost rekonstruisanja trajektorije cilja i predviđanje tačke susreta projektila i cilja. Ona treba da iznosi bar 20 Hz, što je razmatrano u [3]. TV i termovizijska kamera mere relativni položaj cilja 25 ili 50 puta u sekundi, a učestanost merenja položaja cilja korišćenjem nišanskog radara može da iznosi i nekoliko kiloherca. Najkritičnija je učestanost merenja daljine laserskim daljinomerom, koja je često 10 Hz i manja, pa se tada moraju koristiti posebne tehnike za kompenzaciju ovog nedostatka [3]. Savremeni laserski daljinomeri sve češće rade na 20, 25 ili čak 30 Hz.

Predlog klasifikacije nišanskih uređaja

Automatski nišanski uređaji mogu se klasifikovati: prema vrsti senzora, prema mestu ugradnje, prema načinu smeštanja i načinu pokretanja senzora.

Prema vrsti senzora ovi uređaji mogu biti:

- elektrooptički – poseduju elektrooptičke senzore za detekciju i merenje položaja cilja (TV/termovizijska kamera, laserski daljinomer);

- radarski – za detekciju i merenje položaja cilja koristi se nišanski radar;

- kombinovani – poseduju nišanski radar i bar jedan elektrooptički senzor u funkciji praćenja cilja.

Prema mestu ugradnje, odnosno prema platformi na kojoj se ugrađuju, nišanski uređaji za PVO mogu se podeliti na:

- vučne uređaje – ugrađuju se na prikolice, a kruto su oslonjeni na podlogu;

– uređaje za samohodna vozila – obično se integrišu na samohodna vozila, na kojima se nalazi i oruđe čijom se vatrom upravlja;

– brodske uređaje – ugrađuju se na plovne objekte, najčešće srednje i velike brodove, a u poslednje vreme, čak i na patrolne čamce.

Vučni uređaji ne zahtevaju stabilizaciju nišanske ose, dok je žiroskopska stabilizacija nišanskih uređaja za samohodna vozila i plovne objekte neophodna. Prema načinu smeštanja senzora nišanski uređaji se mogu podeliti na:

– nišanske uređaje sa spoljnom ugradnjom senzora – senzori su ugrađeni na pokretnom nosaču koji rotira po azimutu i elevaciji;

– nišanske uređaje sa sensorima u zaštitnoj kapsuli (kućištu) – ona štiti senzore od mehaničkih i atmosferskih uticaja; kuglaste kapsule eliminišu i poremećajne momente izazvane vetrom, čime se olakšava rad servomehanizama.

Prema načinu pokretanja senzora i nišanske ose nišanski uređaji se mogu podeliti na:

– uređaje kod kojih senzori rotiraju po azimutu i elevaciji;

– uređaje kod kojih senzori rotiraju samo po azimutu – rotacija nišanske ose po elevaciji ostvaruje se rotacijom refleksnog ogledala ili prizme, zajedničke za sve senzore;

– uređaje sa fiksiranim sensorima – senzori se ne pokreću u odnosu na nišanski uređaj već nišanska linija rotira pokretanjem refleksnog ogledala ili refleksnih prizmi po azimutu i elevaciji.

Ograničenost kretanja nišanske linije po azimutu se kod nišanskih uređaja sa fiksnim sensorima nadoknađuje rotacijom platforme na kojoj se nalazi nišanski uređaj.

Nišanski uređaji se, dakle, mogu klasifikovati prema različitim kriterijumima, što znači da određeni nišanski uređaj može pripadati većem broju klasa istovremeno. Tabela 1 prikazuje unakrsne relacije između različitih klasa nišanskih uređaja, prema predloženim podelama. Sa + je označeno da postoje nišanski uređaji koji pripadaju obema klasama, sa – uređaji koji istovremeno pripadaju dvema klasama, prema dostupnim podacima ne postoje, a sa \pm da se, prema raspoloživoj literaturi, sumnja da takvi uređaji postoje. Tabela je ilustrovana sa četiri primera nišanskih uređaja. Na slici je prikazano još 12 nišanskih uređaja. Brojevi pored slika uređaja predstavljaju brojeve klasa kojima pripadaju (prema tabeli 1).

Uporedne karakteristike savremenih automatskih nišanskih uređaja

Danas u svetu postoji više desetina različitih automatskih nišanskih uređaja različitih tipova i namena. Zbog ograničenog prostora dat je upoređan pregled svega šesnaest automatskih nišanskih uređaja. Ti uređaji prikazani su na slici i u tabelama 1, 2 i 3. Tabela 2 sadrži podatke o proizvođačima i osnovne tehničke karakteristike, a tabela 3 podatke o sensorima ugrađenim na te uređaje. Uređaji su birani tako da budu zastupljeni najnoviji modeli o kojima je prikupljeno dovoljno relevantnih podataka, ali i neki stariji modeli, koji su još uvek aktuelni zbog svojih dobrih karakteristika.

Može se uočiti da izabrani modeli uređaja zastupaju sve klase uređaja prema predloženoj podeli. Uređaji su, dakle, birani tako da ilustruju tehničku raznolikost, pri čemu se nije vodilo računa o ravnomernoj zastupljenosti poje-


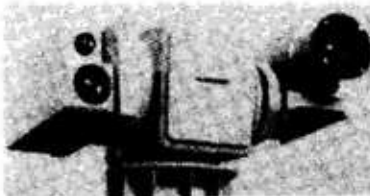


dinih zemalja. Tako, recimo, nema italijanskih uređaja, a prikazan je samo jedan francuski nišanski uređaj, iako obe zemlje proizvode veći broj relativno savremenih modela tih uređaja. Nisu zastupljeni ni ruski automatski nišanski uređaji, o kojima ima malo podataka. Poznato je, na primer, da se u Rusiji planira proizvodnja vučnog artiljerijskog PA sistema SOSNA sa elektrooptičkim automatskim nišan-

skim uređajem u čijoj se kuglastoj kapsuli nalaze termovizijska kamera i laserski daljinomer, ali nisu poznate tehničke pojedinosti o tom uređaju.

Modeli ETS 2400, AA-EOT, EOTS, APACHE i MIRRADOR su u fazi priprema za proizvodnju ili tek nalaze prve kupce. Modeli 9LV100 i LIROD MARK 1 su relativno stari. Prvi se proizvodi od 1977, a drugi od 1979. godine. Novija

Tabela 1

Unakrsne relacije između različitih klasa nišanskih uređaja

Primeri		Podela po vrsti senzora	Podela po mestu ugradnje	Podela po smeštanju senzora	Podela po načinu pokretanja senzora							
1. 6. 8. 9.	1. 6. 7. 9.											
												
SAAB SEOS	CONTRAVES LSEOS											
2. 4. 7. 9.	1. 6. 8. 12.											
												
GEC-MARCONI APACHE	SAGEM VOLCAN											
		1. elektrooptički	2. radarski	3. kombinovani	4. vučni							
		5. za samohodna vozila	6. brodski	7. sa spoljnim sensorima	8. sa sensorima u kapsuli (kućištu)							
		9. senzori rotiraju po azimutu i elevaciji	10. senzori rotiraju samo po azimutu	11. fiksni senzori								
Podela po vrsti senzora	1. elektrooptički	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
	2. radarski	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	3. kombinovani	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Podela po mestu ugradnje	4. vučni	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	5. za samohodna vozila	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	6. brodski	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Podela po smeštanju senzora	7. sa spoljnim sensorima	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	8. sa sensorima u kapsuli (kućištu)	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Podela po načinu pokretanja senzora	9. senzori rotiraju po azimutu i elevaciji	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	10. senzori rotiraju samo po azimutu	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
	11. fiksni senzori	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-

NAPOMENA: * - postoji kombinacija sa elektrooptičkim sensorima u kućištu i radarom spolja

3.
4.
5.
6.
7/8.
9.



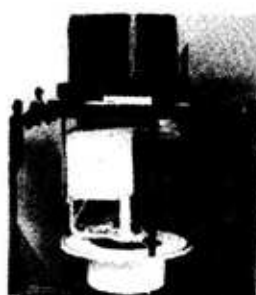
REUNERT DEFENCE
ETS 2400

1.
5.
8.
9.



KENTRON AA-EOT

1.
5.
6.
8.
10.



HUGHES EOTS

1.
4.
7.
9.



OERLIKON CONTRAVES
GUNSTAR

1.
6.
8.
9.



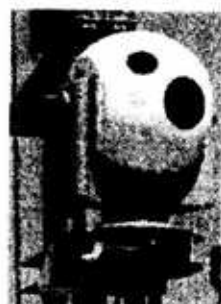
BRITISH AEROSPACE
SEA ARCHER 300

1.
6.
7.
9.



SIGNAAL MIRRADOR

1.
6.
8.
9.



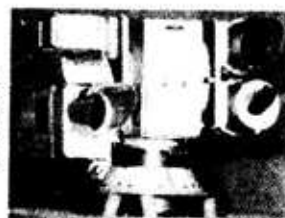
ELOPMSIS

3.
4.
7.
9.



AVIRBAS
EDT FILA

1.
6.
7.
9.



CELSIUS TECH AB
9 LV 100

1.
6.
7.
9.



RADAMEC SERIES 2000

3.
6.
7.
9.



CELSIUS TECH AB
SEA VIKING

3.
6.
7.
9.



SIGNAAL
LIROD MARK 2

Različiti modeli automatskih nišanskih uređaja

Osnovni podaci o nekim automatskim nišanskim uređajima

Model	Proizvođač	Zemlja	Dimenzije i masa	Rotacija		Maks. brz. i ubrzanja	
				azim.	elev.	azim.	elev.
ETS 2400	REUNERT DEFENCE ESD RADAR DIVISION	Južna Afrika	- -	-	-	-	-
AA-EOT	KENTRON DIVISION OF DENEL	Južna Afrika	850 × 520 × 675 mm 220 kg	360°	-30° ÷ 60°	-	-
EOTS	HUGHES AIRCRAFT COMPANY	SAD	- -	360°	-10° ÷ 75°	-	-
GUNSTAR	OERLIKON CONTRAVES AG	Švajcarska	4,6 × 2,1 × 2,4 m* 1600 kg*	360°	-20° ÷ 200°	1,5 rad/s 1,5 rad/s ²	1,5 rad/s 1,5 rad/s ²
APACHE	GEC-MARCONI RADAR & DEFENCE SYSTEMS	V. Britanija	3,55 × 1,8 × 2,35 m* 1200 kg*	360°	-15° ÷ 85°	90°/s -	90°/s -
EDT-FILA	AVIRBAS AEROSPACIAL	Brazil	-	360°	-	-	-
SEA ARCHER 30	BRITISH AEROSPACE SYS. & EQUIPMENT	V. Britanija	Ø47 × v.110 cm 270 kg	±305°	-35° ÷ 75°	90°/s 150°/s ²	90°/s 150°/s ²
MIRRADOR	HOLLANDSE SIGNAALAPPARATEN	Holandija	š.500 × v.580 mm 55 kg	340°	-30° ÷ 120°	- 340°/s ²	- 340°/s ²
MSIS	ELOP	Izrael	Ø60 × v.78 cm 60 kg	360°	-35° ÷ 85°	90°/s -	90°/s -
LSEOS	CONTRAVES	SAD	š.118 × v.83 cm 275 kg	360°	-30° ÷ 85°	- -	- -
SEOS	SAAB INSTRUMENTS	Švedska	Ø50 × v.70 cm 50 kg	360°	-35° ÷ 85°	100°/s -	100°/s -
RADAMEC 2000	RADAMEC DEFENCE SYS.	V. Britanija	- -	360°	-	-	-
SEA VIKING	CELSIUSTECH AB	Švedska	- 700 kg	360°	-	-	-
9LV100	CELSIUSTECH AB	Švedska	- 140 kg	360°	-25° ÷ 80°	85°/s 400°/s ²	85°/s 400°/s ²
VOLCAN	SAGEM	Francuska	- -	-	-	-	-
LIROD Mk 1	HOLLANDSE SIGNAALAPPARATEN	Holandija	v.1,37 m 325 kg	360°	-30° +85°	120°/s -	120°/s -

Oznake i skraćenice:
 Ø - prečnik, š. - širina, v. - visina, azim. - azimut, elev. - elevacija
 * - podaci se odnose na uređaj s prikolicom

varijanta LIROD MARK 2 prodaje se od 1993. godine i ima lakši i savremeniji radar većeg dometa (24 km). RADAMEC 2000 se proizvodi od sredine osamdesetih godina, dok su ostali predstavljeni modeli počeli da se proizvode krajem osamdesetih ili u devedesetim godinama.

Uočljivo je da se osavremenjavanje automatskih nišanskih uređaja kreće u

pravcu smanjenja masa i gabarita i povećanja osetljivosti, dometa i tačnosti merenih senzora. To se postiže sve većom primenom lakih legura i kompozitnih materijala, a pre svega napretkom u tehnologiji video-čipova, toplotnih detektora, mikrohladjaka (za termovizijske kamere), napretkom u radarskoj tehnici i mikroelektronici. Primetna je pojava malih,

Podaci o senzorima nekih automatskih nišanskih uređaja

Model	TV kamera	Termovizija	Laserski daljinomer	Nišanski radar
APACHE	samo za osmatranje	-	-	f. I/J, f.a, d. 10 km g.d. 0,5 m, g.u. 1 mrad
SEA ARCHER 30	r. 450000 t. v. 3 ÷ 17°	t.d. 8 ÷ 12 μm v. 3 ÷ 17°, r. 625 L.	t.d. 1,06 μm, v. 1,5 mrad u. 12,5 Hz, t.da. 5 m	-
MIRRADOR	v. 6,2 ÷ 62°/2,2° s.o. 0,00005 lux/5 lux	t.d. 8 ÷ 13 μm v. 17° × 5°	t.d. 1,54 μm, v. 0,6 mrad u. 8 Hz/3 Hz k.	-
LIROD MARK 1	r. 625 L. v. 3 ÷ 30°	v. 3° r. 625 L.	t.d. 1,06 μm, v. 1,5 mrad u. 10 Hz, d. 32,7 km	f. 35 GHz, a. 0,6 m d. 18 km, u. 6 kHz
ETS 2400	v. 2,2° ÷ 12° s.o. 40 lux	v. 1,1°/2,2°/7,9°	t.d. 1,54 μm, t.da. 5 m u. 10 Hz, d. 20 km	f. Ka, d. 20 km, t.da. 1m, t.u. 0,15 mrad
GUNSTAR	opciono, mesto termoviz.	t.d. 8 ÷ 12 μm v. 5°/20°, r. 625 L.	t.d. 1,54 μm, t.da. 5 m u. 1/3/6 Hz, d. 20 km	-
LSEOS	z. 32 ÷ 320 mm r. 625 L.	v. 3°/12° t.d. 8 ÷ 12 μm	t.d. 1,06 μm, t.da. 5 m v. 1 mrad, u. 10 Hz, d. 20 km	-
EOTS	t.d. 0,4 ÷ 1,1 μm, v. 2,5°/7,5° s.o. 0,5 lux	t.d. 8 ÷ 12 μm v. 2,5°/7,5° t.o. 0,25°C	t.d. 1,54 μm, v. 0,5 mrad u. 15 Hz, d. 20 km	-
SEA- VIKING	v. 42 × 31 mrad r. 625 L.	t.d. 8 ÷ 12 μm v. 52/157 mrad	t.d. 1,54 μm u. 10 Hz	f. 15,9 ÷ 17,1 GHz f.a.
9LV100	v. 42 × 31 mrad r. 625 L.	t.d. 8 ÷ 12 μm v. 52/157 mrad	t.d. 1,54 μm u. 10 Hz	-
EDT-FILA	-	posедује	posедује	f. I/J ili Ka
Skracenicе: a. - prečnik antene, f. - frekvencija zračenja, f.a. - frekventna agilnost, k. - kontinualno, L. - linija, s.o. - svetlosna osetljivost, t.d. - talasna dužina, t. - tačka, t.da. - tačnost daljine, t.o. - toplotna osetljivost, t.u. - tačnost uglova, v. - vidno polje, z. - zum objektiv Radarski opsezi: I/J - od 8 do 18 GHz, Ka - od 26,5 do 40 GHz				

lakah automatskih nišanskih uređaja skromnijih performansi, koji nude obilje jeftinijih senzora i neke nove mogućnosti, kao što je npr. slika u boji (kamere nišanskih uređaja daju gotovo isključivo monohromatsku sliku). Tipičan primer takvog uređaja je MIRRADOR, na kojem se nalaze čak četiri kamere: kolor TV kamera, TV kamera za nizak nivo osvetljenosti, kamera za praćenje uskog vidnog polja i nehladena termovizijska kamera.

Većina modela automatskih nišanskih uređaja, naročito onih elektrooptičkih, ugrađuje se na brodove, jer su oni vrlo ranjivi ciljevi koji se lako otkrivaju,

a njihov životni vek može biti relativno kratak. Da bi im se vek produžio, brodska protivvazдушna odbrana mora biti brza i efikasna. Mali ciljevi koji lete iznad same površine mora (protivbrodske rakete) kasno se otkrivaju i ostaje samo desetak sekundi za zahvat, praćenje cilja i dejstvo po cilju. Potrebnu brzinu i efikasnost dejstva obezbeđuju jedino automatski nišanski uređaji.

Zaključak

Predloženi taktičko-tehnički zahtevi automatskih nišanskih uređaja su takvi

da njihovo ispunjenje obezbeđuje efikasno dejstvo na savremene leteće ciljeve oruđima kojima su ti uređaji namenjeni. Predložena je i klasifikacija modela koja odražava tehničku i tehnološku raznolikost uređaja. Pregled reprezentativnih modela automatskih nišanskih uređaja ukazuje na pravce njihovog razvoja, ali i na njihovu manju ili veću primerenost osnovnom zadatku koji im je postavljen: odbrani jedinica i objekata na kopnu i vodi od borbenih aviona, helikoptera i projektila primenom PA topova i raketa malog i srednjeg dometa. Savremena teh-

nika vazduhoplovnog napada daje veliki značaj automatskim nišanskim uređajima kao podsistemima PVO, pa se oni sve više proizvode i koriste.

Literatura:

- [1] Milinović, M., Dodić, N.: Automatsko upravljanje vatrom protivavionskog topa, Naučnotehnički pregled, vol. 47, br. 1, str. 10-13, 1997.
- [2] Milinović, M., Dodić, N.: Automatski nišanski uređaji u PVO - 1. deo: razmatranje strukture i funkcija, vol. 48, br. 2, 2000.
- [3] Dodić, N.: Laserski daljinomeri u protivvazdušnoj odbrani, Vojnotehnički glasnik vol. 47, br. 1, str. 43-53, 1999.
- [4] Dodić, N.: Savremeni postupci i uređaji za automatsko praćenje ciljeva u vazduhu - kumulativna naučnotehnička informacija, VTI VJ, 1999.