

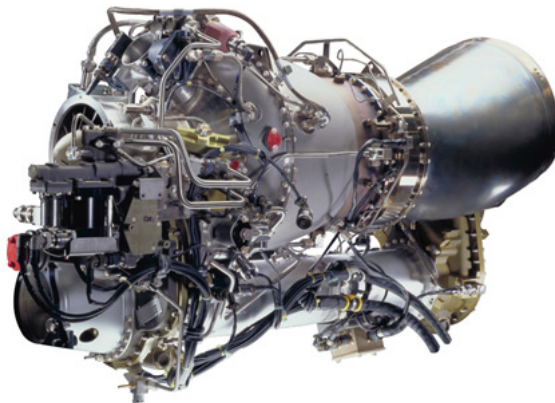
*Izraelska bespilotna transportna vazдушna mula*³³*„AirMule“, izraelski bespilotni transporter dvojne namene*

Kada je 18. decembra 2013. godine pres služba kompanije „Taktička robotika“ (Tactical Robotics Ltd.) iz Izraela objavila saopštenje za javnost da je njena filijala „Urban aeronautika“ (Urban Aeronautics, Ltd.) završila poslednju fazu testiranja „bespilotne vazdušne mule“ u laboratorijskim uslovima, bila je to prekretnica u razvoju bespilotnih transportnih vazduhoplova. Naime, to je prvo bespilotno vozilo, izuzev helikoptera, koje je namenjeno za transport. Pri tome, informacije radi, poznato je kopнено robotsko četvoronožno transportno vozilo tipa MULE,³⁴ kasnije preimenovano u projekat LS3 (Legged Squad Support System), koje je razvila kompanija „Boston dajnamiks“, a koju je krajem 2013. godine kupila čuvena informatičko-tehnološka firma „Gugl“ (Google).

³³ AirMule unmanned VTOL aircraft flies towards full mission demonstration By Ben Coxworth, December 19, 2013, GIZMAG:http://www.gizmag.com/tactical-robotics-airmule-vtol/30196/?utm_source=Gizmag+Subscribers&utm_campaign=45df555ecf-UA-2235360-4&utm_medium=email&utm_term=0_65b67362bd-45df555ecf-76697163

³⁴ Iako pojam MULE asocira na tovarnu životinju koja se koristi u planinskim i drugim jedinicama koje dejstvuju na teže prohodnom terenu, to je skraćenica za „višenamenska upotrebljiva saobraćajna sredstva za logistiku i opremu“ (Multifunction Utility/Logistics and Equipment Vehicle). Reč je, pre svega, o robotskim vozilima (bez vozača) kojima se upravlja sa daljine. Takva vozila upotrebljiva su za prevoz opreme, municije, goriva, rezervnih delova i druge logističke zadatke.

„Vazдушna mula“ (AirMule) jeste bespilotna VTOL letelica sa vertikalnim poletanjem i sletanjem (vertical take-off and landing). Tokom 2013. godine potpuno su završeni automatski testovi letelice, proverena je pouzdanost sistema za poletanje i sletanje u različitim uslovima, posebno u urbanim sredinama, i stvoreni su preduslovi da se u 2014. godini nastavi sa opitnim letovima i upotrebom u stvarnim situacijama.



Jedan od modela motora „Turbomeca Arijel“, kakvi se koriste na mnogobrojnim helikopterima i drugim letelicama

Teška skoro jednu tonu, letelica je jedinstvena u odnosu na postojeće vazduhoplove koji poleću i sleću na VTOL principu i nema izložene rotore. Poletno-sletni motori ugrađeni su u telo letelice, osim dva rotora za manevrisanje i pogon po pravcu koji se nalaze iznad izduvnih rešetki na zadnjem delu vazduhoplova. VTOL pogon omogućava da ova letelica može da se kreće u vazдушnom prostoru koji je zabranjen za bilo koju drugu vrstu aviona.

Visinu iznad tla kontrolišu i održavaju dva laserska visinomera, a naredni model imaće „pojačane“ kontrole razdaljine od letelice do tla pomoću radarskog visinomera za let u prašnjavim uslovima. Tačna pozicija održava se kroz objedinjavanje podataka na računaru koji koristi i GPS signal, inercione žiroskope i optički sistem koji markira objekte na terenu. Računar pomoću senzora stvara mapu terena prema kojoj prikazuje položaj vozila u prostornoj dimenziji.

Ovu poveću bespilotnu letelicu pokreće jedan turbolift motor tipa „turbomeca arijel“ (Turbomeca Arriel) 1x1 koji može da proizvede 559 kV potisne snage i prenosi pogonsku snagu na prednji i zadnji rotor, kao i bočne pogonske rotore, preko niza menjača i pogonskih osovina. Lopatice ispod i iznad omeđene su bočnim prstenom i proizvode čiste bočne sile za manevrisanje u gradskim ulicama ili pošumljenom terenu. Potrošnja goriva je 150 kg po satu, u zavisnosti od njegove brzine, a koristan teret za jednočasovnu misiju biće oko 400 kg.

Letelica koristi tehnologiju nazvanu „fankraft“, odnosno princip usmerenog potiska vazduha ventilatorskim propelerima (modified ducted-fan). Ova tehnologija se razvija već više od pola veka i vodeća je ideja za konstrukciju vazdušnog džipa.³⁵ Pored

³⁵ Fancraft™ look a lot like the ‘flying jeeps’ from the 60’s. What happened to them?, Tactical robotics: <http://www.tactical-robotics.com/category/faq> (Pristupljeno 22. 12. 2013. g.).

toga vozilo ima jasno definisan akustični potpis (određen nivo jačine ili pritiska zvuka u dBA) koji beleži mikrofona kalibrisan da ne dozvoli povećanje u odnosu na standardne helikoptere ili druge letelice sa vertikalnim poletanjem i sletanjem.

Početakom 2013. godine težište opitovanja letelice bilo je na nosivosti, stabilnosti tokom leta i smanjenju buke. Na daljim probnim letovima tokom 2013. godine testirane su letne osobine. Rezultat su novih šest lopatica rotora, čime je dobijeno mnogo veće opterećenje prema FPU standardu za propelere. Naime, da bi se proverila jačina lopatice izrađena je sekcija propelera sa više vrsta aerodinamičnih oblika. Inženjeri su razlikovali elise po sečivu vazduha, koji su nazivali i „nož“. Proizvedeno je 12 kompozitnih lopatica rotora za dva potisna motora. Novi rotori imaju isti prečnik kao originalni, četiri seta oštrica, a očekuje se da to poveća nosivost za 200 kg. Unutrašnje lopatice rotora su postavljene u telu letelice (za razliku od pogonskih rotora sa strane zadnjeg dela vozila), što treba da omogući letelici da sleti na „tesnom“ ili neravnom terenu, na prostor između vegetacije ili zgrada u naselju, gde bi otvorene lopatice (kakve imaju helikopteri) mogle da se oštete pri dotiru sa objektima ili bi predstavljale opasnost za ljude u blizini.

Testovi su pokazali da je moguće postići i dva puta veće centrifugalno opterećenje. Dodatni letovi i testiranje planirani su sa drugim prototipom u izgradnji. Propeleri imaju po šest definisanih uglova obrtanja osovine, što omogućava pol-etanje, ako je ugao 90 stepeni u odnosu na podlogu, i kretanje ukoliko je ugao osovine u nekom od položaja od 0 do 60 stepeni.



Bespilotna letelica „AirMULE“ testira se na poligonu gde je označen marker prema kojem se proveravaju njene letne i druge sposobnosti

Većina testiranja imala je za svrhu da poboljša sekvencu automatskog poletanja i sletanja, što je osnovni preduslov za nastavak letnih provera 2014. godine. Letelica je tokom testiranja privezana sigurnosnom žicom, dovoljno dugom da omogući let na kraju piste. Puna sekvenca testa je let do kraja piste, zaustavljanje, okretanje za 180 stepeni u lebdenju i povratak nazad do tačke polaska, sa konačnim sletanjem na marker koji se nalazi na terenu.

Dužina ove letelice je 6,2 m, širina 2,3 m i visina 3,5 m. Masa letelice čiji je oblik dizajniran tokom 2012–2013. godine iznosi 770 kg. Ona, inače, može da nosi teret do 640 kg, ima potencijalnu maksimalnu brzinu od 180 km/h, a dostiže visinu do 3.658 m. Još 2009. godine mogla je da postigne maksimalnu brzinu leta 200 km/h. Može da sleti i poleti sa površine od 40 kvadratnih metara. Maksimalna izdržljivost iznosi između dva i četiri sata. Maksimalna težina pri poletanju je 1.088 kg.

Planirano je da se letelica izloži i predstavi na aeromitingu u Buržeu 2014. godine, nakon što bude prihvaćena od Ministarstva odbrane Izraela, kao sredstvo koje je ušlo u redovnu upotrebu oružanih snaga, policije i nekih specijalnih službi (spasilačke, za prvu pomoć u ratnim okršajima, protivterorističkim dejstvima i sl.). „Vazдушna mula“ razvijena je za prevoz tereta, medicinsku evakuaciju i snabdevanja trupa u borbenim aktivnostima. To što nema kabinu za pilota omogućilo je da se poveća prostor za prevoz ranjenih vojnika.

Namena

Izraelske odbrambene snage smatraju da se ova letelica može koristiti za evakuaciju ranjenih vojnika iz borbenih zona, odnosno za logističke namene, od snabdevanja naoružanjem, municijom i drugim artiklima za borbene potrebe jedinica na terenu, i to mnogo uspešnije nego kamionima ili helikopterima.

Dosadašnji rezultati testiranja se povremeno razlikuju, ali su pokazali da je nosivost 426 kg,



UAV „vazдушna mula“ teži oko 635 kg i maksimalna masa pri poletanju je 1.130 kg
(Photo: Urban Aeronautics)

Letelicom može da se upravlja ručno iz glavne kontrolne stanice GCS (General control station), a predviđena je i mogućnost planiranja autonomnog režima pomoću računara. „AirMule“ će bezbedno sleteti uprkos komunikacionim greškama. Za upravljanje se koriste četiri kanala, na osnovu inercijalnih podataka sa senzora i žiroskopa, GPS, dva laserska visinmera i kamera. U letelici je čak 460 senzora koji šalju podatke u realnom vremenu do zemaljske stanice, odnosno operatera koji mu omogućuju da prate rad motora i podсистema. Podsystemi uključuju tri menjačke kutije, dva glavna rotora za poletanje i održavanje visine, dva za pogon i usmeravanje pravca, te još tri dolazna i odlazna kanala za komunikacije.

Pored toga, ova bespilotna letelica opremljena je infracrvenim sensorima i sa dva laserska senzora za praćenje visine leta. Radari prate pokretne i nepokretne objekte na tlu.

Podaci dobijeni sensorima prenose se do glavne kontrolne jedinice GCU, odnosno računara, koji na osnovu primljenih informacija proračunava položaj u vazduhu i prikazuje poziciju letelice u matrici prostora. Matrica prostora je u opitnim uslovima definisana položajem orijentira (markera) postavljenog na tlu poligona. GCU prati telemetrijske podatke koje su isporučili senzori UAV, koristeći komunikacione uređaje za prijem dolaznih i slanje odlaznih signala, do kontrolne stanice.

Takođe, izraelski vazduhoplovni stručnjaci testiraju i bespilotni helikopter „pikador“ (Picador vertical take-off and landing unmanned aerial vehicle). Razvijen je za pomorske i kopnene vojne snage. Može da ponese teret mase 180 kg, autonomnost mu je do 8 časova leta, pri brzini do 200 km/h.



Umetnička vizija korišćenja „vazdušne mule“ za prevoz ranjenika u urbanim dejstvima

Upravljački kompjuterski sistem za „vazdušnu mulu“ prikazan je još 2009. godine na pariskom vazduhoplovnom mitingu. Međutim, nema mnogo podataka o kojim kompjuterima i njihovim karakteristikama je reč. U jednoj od studija koje razmatraju pitanje upravljanja bespilotnim sistemima³⁶ napominje se da se koristi usavršena informatičko-komunikaciona tehnologija (ICT), zasnovana na veštačkoj inteligenciji u kombinaciji sa ljudskim operaterima za većinu vojnih robotizovanih uređaja. Međutim, na osnovu analogije sa poznatim činjenicama može se zaključiti nekoliko načelnih stavova. Prvo, Izrael ima u svom naoružanju skoro četrdesetak modela bespilotnih letelica, od strategijske do taktičke namene. Za sve njih postoje razrađeni sofisticirani upravljački sistemi, uvezani u mrežu taktičkog komandovanja. Ne treba sumnjati da su najbolje osobine tih sistema iskorišćene u projektu „AirMule“. Drugo, poznato je da je izraelska proizvodnja informatičko-komunikacione tehnologije među vodećima u svetu i to je ozbiljan argument da su za upravljanje sistemom „višenamenske logističke platforme sa opremom i alatima“ (Multi-role Utility Logistics Equipment platform) iskorišćeni potencijali kojima raspolaže ta razvojno-proizvodna struktura. Naravno, moglo bi se reći i da saradnja izraelskih vojnih stručnjaka sa naučnicima iz američke agencije za odbrambene istraživačke projekte DARPA garantuje nove ideje i koncepte, već primenjene u vojnoj praksi. I, na kraju, treba imati u vidu da je Izrael neprekidno izložen vojno-političkom pritisku i da njegova vojna snaga treba da bude spremna na izazove koje nosi „ratoborno“ okruženje. Rešenje se, svakako, nazire pre svega u politici „koegzistencije“, ali i u savremenoj naučnoistraživačkoj delatnosti za vojne potrebe. Odatle i naziv kompanije „Tactical Robotics Ltd“, koja razvija i unapređuje, pored ostalih, i robotske borbene sisteme.

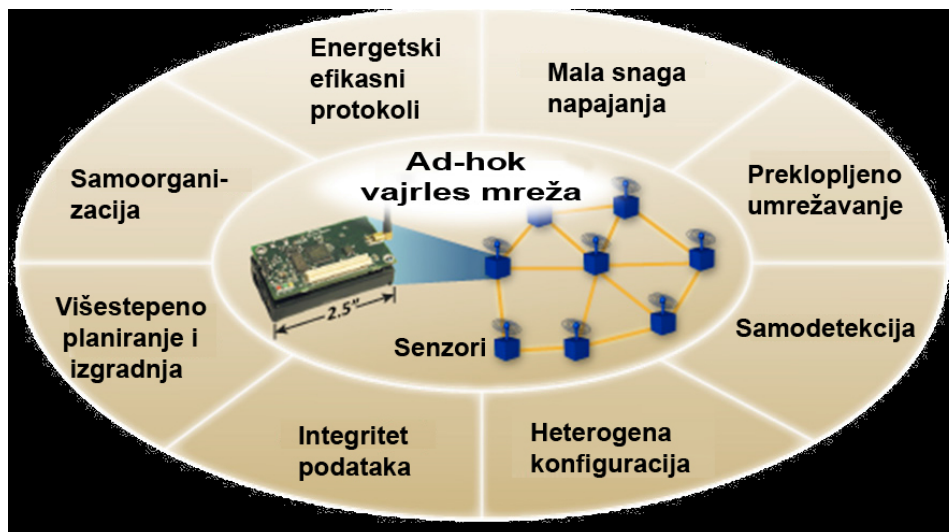
Elektronski časopis „Gizmag“,³⁷ u svom decembarskom broju 2013. godine, proglasio je „vazdušnu mulu“ bespilotnom letelicom godine. Na drugom mestu je „vilin konjic“ (Draganflier) X4-ES kvadrokopter sa kamerama za snimanje, na trećem „ekperimentalna letelica sa gorivnim ćelijama XFC (eXperimental Fuel Cell Unmanned Aerial System), koja se lansira sa podmornice. Na četvrtom je „Amazonov“ kvadrokopter (Amazons Prime Air) za dostavu porudžbima kupcima umesto motociklima ili brzim vozilima. Peto mesto zaizima lovac dronova „nebeski Džek“ (SkyJack), načinjen od prvobitne verzije „papagaja“ (Parrot), predstavljenog na sajmu informatičkih tehnologija CEBIT, 2011. godine u Hanoveru. U njega su hakeri ugradili mali računar „malina Pi“ (Raspberri Pi) što je, u stvari, minijaturni potpuno programiran kopjuter (PC) koji koristi besplatni open source Linux operativni sistem. To je, u stvari, letelica „pirat“. Taj dron može da traga za bežičnim komandnim signalima drugih bespilotnih letelica, zamenjuje ih, a zatim ih pretvara u „kontrolisane trutove“, koji potom izvršavaju komande koje operater posleđuje preko SkajDžeka.

Nikola Ostojić

³⁶ Unmanned Technology – The Holy Grail for Militaries? by ME5 Calvin Seah Ser Thong, ME5 Tang Chun Howe and ME4 (NS) Lee Weiliang Jerome.

³⁷ „Gizmag, New and Emerging Technology News“, u tekstu: 2013. godina dronova (2013: The year of the drone), proglasio je „vazdušnu mulu“ jednom od bespilotnih letelica godine, <http://www.gizmag.com/year-drone-2013/30102/> (pristupljeno 2. januara 2014. g.).

Senzorski monitoring kopnenog prostora



Osnovne karakteristike senzorskih ad hok vjajrles mreža

U armijama velikih zemalja, još od šezdesetih godina prošlog veka, na brojnim ratištima korišćeni su zemaljski senzori i detektori koji otkrivaju kretanje vozila i ljudi. Senzorska tehnologija menjala se u skladu sa napretkom nauke, da bi vrhunac dosegla početkom druge decenije 21. veka. Tada je informatička i nanotehnologija učinila snažan iskorak u minijaturizaciji te vrste senzora, čineći ih višefunkcionalnim uređajima koji su u stanju da detektuju kretanja u zoni obuhvata senzorskim poljem, te da se samostalno povežu u informatičku mrežu. Mreža omogućava detekciju promena na većem prostoru i prenošenje podataka do operativnog centra za kontrolu teritorije. Takva konfiguracija može da se koristi kao stalno osiguranje objekata i površine zemljišta, ali i za ad hok zadatke, prilikom logorovanja, vežbi, mirovnih operacija ili na borbenom prostoru.

Postoji više modela i tipova zemaljskih senzorskih sistema, koji se razlikuju po taktičko-tehničkim karakteristikama i principu rada. Iskorišćene su različite tehnologije ugrađene u uređaje, pa oni mogu biti seizmički, akustični, magnetni, piroelektrični, a mogu se koristiti i dnevno-noćne ili pasivne IC kamere. Svojevremeno, takvi sistemi su ugrađivani i u predmete koji se mogu naći na određenom zemljištu, kao što je kamenje, zemljane kupe, krtičnjaci, grane, šupljine drveća i slično. Poznato je da je u Moskvi britanska obavestajna služba duže vreme osmatrala pomoću senzora i kamera ugrađenih u ukrasne predmete i žardinjere sa cvećem više vojnih objekata.³⁸

³⁸ Čelnici ruske obavestajne službe optužili su zvaničnike ambasade Velike Britanije 23. januara 2006. godine, da su u Moskvi za špijunažu koristili lažni kamen sa osmatračkom i senzorskom opremom, pokušavajući da obezbede pristup do državnih tajni, što je objavila državna televizija Rusije.

Za zaštitu američkih jedinica koje kontrolišu granična područja na borbenom prostoru Avganistana i Iraka, sopstvenih baza, aerodroma i obezbeđivanje trenutnih informacija o pokretima na određenom prostoru, stručnjaci iz kompanije Lockheed Martin u Betezdi, proizveli su samonapajajuće umanjene senzore UGS (Unattended Ground Sensors – zemaljski senzori bez nadzora), sa vaj-faj (Wi-Fi) emiterima.³⁹ Senzori se, samostalno, povezuju sa bežičnom vaj-faj radio-vezom, a podatke koje oni emituju operativci ili osmatrači mogu pročitati pomoću tableta, smartfona, mobilnog android uređaja i putem prijemnika na bespilotnim letelicama. Time se ostvaruje senzorska pokrivenost kontrolisanog prostora i obezbeđuje trenutna informisanost o promenama i zbivanjima na njemu. Minijaturni samonapajajući senzori veličine su nekoliko santimetara. U njih su ugrađeni, pored ostalih senzorskih komponenti, i vaj-faj emiteri. Oni automatski uspostavljaju ad hoc mrežu SPAN (Self-Powered Ad-hoc Network).⁴⁰

Ovakva senzorska mreža namenjena je za detekciju kretanja na određenoj teritoriji. Te podatke šalju do stanice za komunikaciju, odakle mogu da ih preuzimaju osmatrači, izviđači, patrole prilikom obilaska terena, robotska vozila za nadzor teritorije, pa i osmatračke i izviđačke bespilotne letelice.



Samonapajajući senzori u obliku kamenčića

Mreža se sastoji od 50 senzorskih čvorova, što predstavlja ekonomično rešenje za mnoge vrste zaštite, kao što je regulatorni nadzor granica i poštovanje ugovora, obezbeđivanje prostora oko baza i privremenih boravišta vojnih i drugih jedinica na nenaseljenom terenu do poboljšanja obezbeđenja i pretpolju borbenog rasporeda kopnenih jedinica. Razmatra se i njihovo korišćenje u urbanim dejstvima.

Senzori su opremljeni izvorima napajanja i sistemima za očuvanje energije, odnosno za dugotrajni rad bez nadzora. Njihova funkcija je automatsko otkrivanje prisustva osoba ili vozila. Podatke, do najbližeg releja ili prijemne stanice, prenose u formatu digitalnog signala, koji može da sadrži zvuk, slike ili video snimke. Ti radio-frekventni emiteri mogu, takođe, da budu uključeni i u taktičku

³⁹ Lockheed Martin Links Ground Sensor Network With Unmanned Aerial Vehicles for Enhanced Threat Protection, Unattended Ground Sensors Protect Personnel and Assist In Border Surveillance, <http://www.lockheedmartin.com/us/news/press-releases/2013/october/isgs-span-1021.html> (Pristupljeno 06. 12. 2013. g.)

⁴⁰ Self Powered Ad-Hoc Networks (SPAN), Perpetually Powered Unattended Ground Sensors; Lockheed Martin Information Systems & Global Solutions, <http://www.millennialnet.com/MillennialNet/media/Technology/Datasheets/SPAN-Brochure.pdf>. (Pristupljeno 31. oktobra 2013. g.)

mrežu komandovanja i upravljanja, koristeći čak i satelitske komunikacije (SAT-COM) za vezu sa udaljenim emiterima.

U taktičkim uslovima nadgledanje senzora na kontrolisanom prostoru, rečeno je, može da obavlja i operater, pomoću tableta sa vaj-faj prijemnikom.

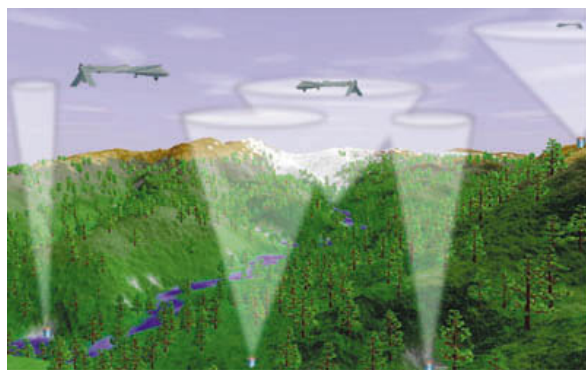
Senzori su, u suštini, pasivni i izveštavaju o aktivnosti na terenu, neprekidno emitujući podatke, ukoliko su postavljeni na područjima gde je velika frekvencija saobraćaja. Ukoliko su rašireni na području gde je frekvencija kretanja manja, senzori mogu biti u stend-baj stanju (periodu čekanja) i aktivirati se u slučaju kretanja ljudi ili vozila. Inteligentna tehnologija omogućuje razlikovanje ljudi od životinja. Ad hoc senzori postavljaju se na lokalnom (ograničenom) području, za period dok se, na primer, jedinica nalazi na odmoru, zastoju ili logorovanju. Mreža senzora može biti raspršena i na većem prostoru.

Veza se automatski održava i to na način da svaki čvor prenosi detektovane podatke na sledeći čvor, omogućujući preglednost celokupnog pokrivenog prostora. Ako se senzor aktivira, šalje signal na sledeći senzor, sve dok ne stigne do stanice za komunikaciju. Podaci se, zatim, proslede u komunikacionu taktičku vezu, odnosno mogu da se prenose preko satelita i do komandnog centra, koji može da se nalazi bilo gde u svetu.

Umesto da se prosleđuju do komandnog centra, jedan od načina je korišćenje odgovarajućih bespilotnih letelica snabdevenim uređajima za očitavanje podataka iz senzorske vaj-faj mreže. To je veoma važno za starešine jedinica koje su u neposrednoj zoni senzorskog polja, čime oni dobijaju neprerađene podatke u realnom vremenu.

Čitači podataka u bespilotnim letelicama

Bespilotne letelice sa prijemnicima za emisije zemaljskih senzora koriste se u slučajevima kada senzorska mreža pokriva šire područje ili teren gde je prijem signala otežan zbog konfiguracije ili pošumljenosti. Tokom nadletanja prostora sa mrežom senzora, uređaj na bespilotnoj letelici šalje automatski upit sensorima, na koji ovi odgovaraju automatskim slanjem podataka sa čvorova gde su podaci koncentrisani. To omogućuje automatski pregled prostora, kako po mestu, tako i po vrsti signala.



Očitavanje senzorske mreže bespilotnim letelicama

Podaci se uparuju preko odgovarajućih grafičkih prikaza na ekranu u osmatračkom centru. Ujedno omogućavaju operaterima bespilotnih letelica da usmere pažnju na identifikovane pokrete. To je racionalnije nego da one lete neprekidno iznad osmatranog prostora, po planiranim rutama i snimaju celokupan teren, kako bi analitičari mogli da uoče eventualne potencijalne pretnje u realnom vremenu.

U programe za praćenje i izveštavanje o zbivanjima na kontrolisanom prostoru ugrađeni su poboljšani algoritmi za blagovremenu obradu izviđačkih i obavještajnih podataka. Takvi podaci omogućavaju da komandanti i komandiri osnovnih taktičkih jedinica dobijaju odgovarajuće informacije i procene situacije na teritoriji, u punom spektru i vremenu zbivanja, posebno ukoliko je jedinica angažovana u protivpobunjeničkim aktivnostima. Prednost je i u tome što se podatak dobijen senzorom objedinjuje sa video-snimkom iz bespilotne letelice, tako da starešine u neposrednoj blizini dobijaju kompletan pregled situacije, što je veoma značajno u toku brzih promena na borbenom prostoru.

Celokupan proces naziva se, u vojnim stručnim krugovima, „saradnja zemaljskog i vazdušnog osmatranja“,⁴¹ ali i sinergija između zemaljskih senzora i čitača podataka iz vazduha (Synergy of UAVs and UGVs).

Samonapajanje ad hok mreže

Noviju konfiguraciju senzorskih uređaja zapremine veličine 2–3 cm³, sa neprekidnim napajanjem, koji nakon postavljanja formiraju ad hok senzorsku mrežu, razvili su inženjeri kompanije Lokid Martin. Kompletan rad i provera završeni su početkom 2013. godine. Senzori i mreža testirani su na poligonu Betezda, Merilend (SAD), gde se inače nalazi specijalni obavještajni centar u sastavu agencije za prostorno osmatranje i izviđanje NGA (National Geospatial-Intelligence Agency).

Istraživanja i projektovanja ovakvih mreža počela su još 2005. godine, po zahtevu Agencije za istraživanja i napredne odbrambene projekte DARPA, kao i na osnovu ukazanih potreba za obezbeđivanje delova teritorije na kojima se nalaze američke snage u inostranstvu.

Senzori kompanije Lokid Martin, pored toga što detektuju pokrete, emituju signal koji omogućava njihovo komunikaciono povezivanje u mrežu SPAN. Ta mreža obezbeđuje dostupnost alarma osmatračima i izviđačima ili operativcima u centrima i komandama. Mreža je razvijena za korisnike koji zahtevaju brzo postavljanje, malu verovatnoću presretanja signala i pouzdan neprekidni



Kontrola funkcionisanja i provera podataka senzorske zemaljske mreže SPAN pomoću tablet računara

⁴¹ Grocholsky, B. ; Inst. of Robotics, Carnegie Mellon Univ., Pittsburgh, PA ; Keller, J. ; Kumar, V. ; Pappas, G. , Cooperative air and ground surveillance, Published in: Robotics & Automation Magazine, IEEE (Volume:13 , Issue: 3), Sept. 2006

nadzor. Svaki senzor detektuje kretanje u krugu od nekoliko desetina metara. U svakom se nalazi minijaturni elektronski komunikacioni sklop, koji omogućava automatsko neposredno povezivanje i razmenu podataka. Mreža olakšava identifikaciju zbivanja po mestu i vremenu događaja na taj način što senzori otkrivaju pokrete u opsegu od nekoliko desetina metara. Automatska komunikacija po senzoru omogućena je u krugu nekoliko stotina metara. Tehnologija napajanja i mikroskladištenja energije eliminiše postojeće probleme napajanja, što omogućava smanjenje veličine i težine senzora.

Naučnici i inženjeri kompanije Lokid Martin nastojali su da njihovi UGS senzori budu prihvatljiviji, u poređenju sa drugim postojećim UGS sistema po veličini i težini, snazi napajanja, međusobnom povezivanju senzora, opsegu detektovanja seizmičkih i drugih promena, kao i po upotrebljivosti sistema. Oni su nastojali da unaprede svoj sistem, u odnosu na postojeće, tako što su ga usavršili u svakoj od ovih oblasti. Smatraju da je njihov sistem, krajem 2013. godine, jedan od najfleksibilnijih i veoma pouzdanih multisenzorskih zemaljskih sistema. Pored toga, minijaturizacija omogućava da se senzori maskiraju prema okruženju, ugrađeni u najuobičajenije prirodne objekte, kao što su stene, kameni obluci, panjevi, grane (osušene ili slomljene) stabljike kukuruza ili slično bilje. Pored toga, sama konstrukcija i obloga omogućava da senzori izdrže ekstremnu toplotu ili hladnoću. Mogu se postaviti i u plićacima, snegu i blatu.

Unutrašnje komponente nazivaju se i senzorski čvorovi, a koriste uređaje za pretvaranje solarne i termičke u električnu energiju. Senzori su opremljeni solarnim panelima i baterijom. Energija se skladišti u tanke ćelije (u obliku filma), koje imaju 80.000 ciklusa punjenja. To omogućava dugotrajno racionalno korišćenje prikupljene energije za funkcionisanje senzora, komunikaciju i distribuciju podataka. Senzori mogu biti korišćeni i do 20 narednih godina. Proces se naziva „adaptivni ciklični optimalni kapacitet energije“ (Adaptive cyclic optimum energy budget). Takvi sistemi mogu da se koriste za zaštitu zgrada i opreme ili za praćenje kretanja u graničnom pojasu.

SPAN mreža koristi automatski rekonfigurisanu dinamičku bežičnu komunikaciju. Prenosjenjem signala sa podacima sa senzora na senzor štedi se energija, a povećava brzina prenosa. Podaci se prenose u realnom vremenu. Napredak u štednji energijom omogućava da se mreža senzora postavi plan-



Ad hoc mrežu minijaturnih UGS senzora mogu da postave vojnici ručno, po posebnom planu

ski, odnosno, kako kažu američki vojni teoretičari, da se tajno infiltrira na području gde se planiraju dejstva i mnogo ranije nego što se pokrenu jedinice. S obzirom na to da UGS senzori sa SPAN mrežom ne zahtevaju nikakvo posebno održavanje, te da mogu da stoje neprimećeni dugo vremena, a nadzor može da se obavlja i preletom bespilotne letelice, to predstavlja značajnu prednost u prikupljanju obaveštajno-izviđačkih podataka za potrebe taktičkih jedinica.

Kada je reč o taktici primene, postoji više mogućnosti. Jedna je da se senzori postave planski mnogo pre nego što će se jedinica naći na zaštićenom (senzorski osmatranom) području. Druga varijanta je ad hoc postavljanje nakon što jedinica posedne određeni borbeni prostor, kako bi joj se omogućilo kontrolisanje međuprostora, bokova, pozadine ili dela ispred prednjeg kraja odbrane. Senzore je moguće koristiti i u napadu, eventualnim bacanjem iz letelica na prostore gde se planira vazdušni ili pomorski desant, čime se otkriva da li je taj prostor protivnik već zauzeo. Varijante taktike koju omogućavaju ovakvi maleni UGS su veoma raznolike.



DARPA's Adaptable Sensor System (ADAPT)

Iz ove konstatacije može se zaključiti da su vojni teoretičari zaista kompleksno razmatrali mogućnosti upotrebe ovakvih senzora, njihovo tajno postavljanje i nadgledanje. Koliko je sama mreža među sensorima i do stanica za komunikaciju zaštićena od eventualne detekcije signala je drugo pitanje, o kojem se ne piše, odnosno verovatno postoji i način da se protivielektronskim merama maskira elektromagnetsko zračenje od preranog otkrivanja.

Proizvođači tvrde da je mreža sposobna da objedini višesenzorske podatke, uspostavi ravnotežu signala, te da je verovatnoća otkrivanja mala, kao i verovatnoća lažnih alarma. Svi podaci sa senzora objedinjavaju se na čvorištima, gde se obrađuju i objedinjavaju sa podacima iz drugih mreža pomoću posebnih algoritama. Izlazni signali koje emituju čvorovi mogu se podesiti na odgovarajuću snagu, dovoljnu da se prime pomoću tableta ili nekog drugog smart uređaja, a pojačavaju se kada dobiju upit sa bespilotne letelice, kojoj zatim dostavljaju automatski prikupljene podatke.

Ukoliko je mreža u blizini jedinice, a nužno je pratiti promene u taktičkoj situaciji u stvarnom vremenu, radi obezbeđivanja procene zbivanja (u NATO literaturi taj proces naziva se svest o situaciji – situational awareness), ona se nadgleda u realnom vremenu. Pomoću bespilotnih letelica očitavaju se i udaljenije senzorske mreže. U priručnoj literaturi spominje se taktika upotrebe za izviđačke

jedinice, gde se češće koristiti ad hok postavljanje i uklanjanje mreže nego za operativne borbene snage. U operativnim jedinicama takvi senzori su namenjeni za obezbeđenje i nadzor (monitoring) borbenog prostora ili logorske prostorije. Takođe, drugačija je primena u obezbeđivanju stalnih baza, aerodroma ili vojnih stacionarnih objekata (prislusni ili relejni centri, osmatračnice u graničnom pojasu i sl.), gde su pod stalnim nadzorom snaga bezbednosti.

Karakteristike SPAN mreže:

- postavljanje na terenu i nije potrebno daljinsko upravljanje,
- intuitivni interfejs omogućava brzu implementaciju i lakoću rada,
- napajanje bez baterija, SPAN koristi uređaje za samonapajanje dugog radnog veka,
- mali lagani senzori mogu se uklopiti u ambijent,
- kućište se teško otkriva,
- prenosne komunikacije, uključujući satcom opciju,
- akustično i seizmičko očitavanje,
- umrežavanje u mrežu male snage smanjuje EM potpis,
- senzorski čvorovi automatski formiraju mrežu,
- obezbeđena identifikacija i karakterizacija događaja,
- ugrađena obrada podataka smanjuje lažne uzbune,
- čitanje podataka sa senzora pomoću ručnih kompjutera za lokalno praćenje.

Treba imati u vidu da senzori koriste tzv. COTS pristup geografskim informacionim podacima (The COTS Approach to Enterprise GIS), što omogućava sistemu senzora da se orijentiše prema realnim podacima i podacima dostupnim preko GPS javne i vojne mreže. U nekim specijalnim operacijama ovakvi senzori su potrošni uređaji, koji se ostavljaju ili se u njih ugrađuju komponente za samouništaivanje, što ih onesposobljava nakon realizacije osetljivih specijalnih operacija.

U prvu fazu projekta uloženo je 10 miliona dolara.

Istorijat i aktuelna primena



Izraelski špijunski sistem „zupčanik“, maskiran u kamenu gromadu, pronađen na sirijskoj obali

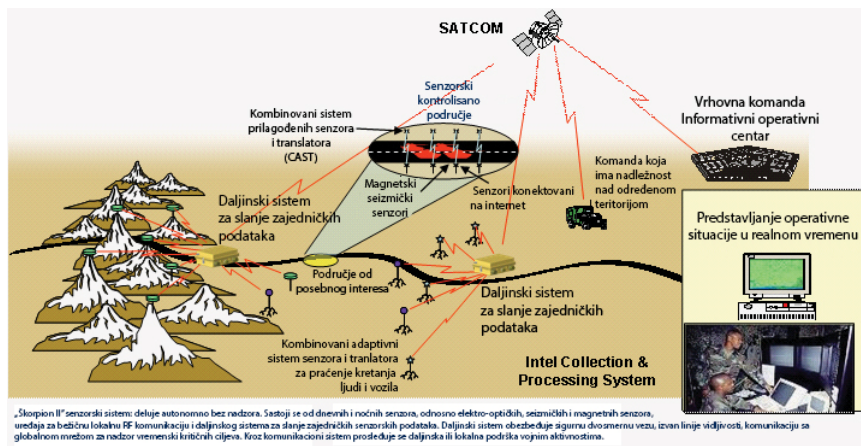
Pored incidenta između britanskih i ruskih obaveštajaca u Moskvi 2006. godine svetska javnost je upoznata i sa više sličnih primera. Tako je sirijska TV, 7. marta 2013. godine, prikazala maskiranu špijunsku opremu (kamere i audio-senzore) u kamenju na sirijskoj morskoj obali, nedaleko od jednog vojnog objekta. Vlasti su saopštile da je reč o izraelskom špijunskom sistemu „zupčanik“ (Gear). Sistem se sastojao i od uređaja koji su mogli da smanje vero-

vatnoću otkrivanja i ometanja. Iran je, takođe, otkrio špijunski kamen, na mestu pored objekta za obogaćivanje uranijuma, u septembru 2012. godine. Dok su vojnici patrolirali po obodu zabranjene zone, naišli su na uređaj za prikupljanje obaveštajnih podataka u steni. Kada su prilazili steni je eksplodirala, pošto je verovatno programirano da se samouništi pri pristupu ljudi.

Hiljade senzora, nekih maskiranih kao stene, američka vojska je postavila u Avganistanu za praćenje dešavanja u pojedinim oblastima gde su se kretali pobunjenici. Senzori su osposobljeni da prenose podatke do bespilotnih letelica, a da se u realnom vremenu koriste za obradu programom „nexus 7“ (Nexus 7).

Posle nekoliko decenija korišćenja pasivnih senzora u vojnim operacijama, oni postaju manji, mnogo precizniji i sofisticiranije izrade. Tehnološki napredak omogućio je razvoj naprednih, multinamenskih kopnenih senzora (UGS), koji funkcionišu autonomno i bez nadzora. Izrađeni su u različitim veličinama i oblicima, sadrže nekoliko senzorskih tehnologija, prilagođenih za upotrebu u različitim obaveštajno-izviđačkim oblastima. Oni danas, na početku druge decenije 21. veka služe za otkrivanje, klasifikaciju i izveštavanje o otkrivenim aktivnostima na području gde su raspoređeni, a podatke dostavljaju preko bežičnih linkova u daljinski kontrolni centar. UGS sistemi su mali, jeftini i zaštićeni (vodonepropusni i otporni na ekstremne temperature) senzori, dugog veka upotrebe koji mogu da aktivno deluju od nekoliko nedelja, meseci čak i 20 godina.

Drugi sistemi i tehnologije za zaštitu snaga



Senzorski sistem „škorpija II“

Senzorski sistem nazvan „škorpija“ (Northrop Grumman Scorpion) sačinjavaju mikro-osmatrači – kombinovani adaptivni (prilagođavajući) sistem senzora i translatora za praćenje ljudi i vozila. Tokom 2012. godine postavljeni su na planinskom prolazu Hindukuš ili u blizini poletno-sletne stazu aerodroma blizu granice sa Pakistanom. Koriste se za automatski monitoring. U sebi su sadržavali mikrofone, kamere, magnetne ili seizmičke senzore.



Komplet sistema REMBASS II

Još u vijetnamskom ratu Amerikanci su postavili akustične senzore na tzv. Ho Ši Minovom putu, kojim su se snabdevale snage Vietkonga. U Avganistanu i Iraku, američka vojska postavljeno je više od hiljadu „šorpion II“ (Scorpion II) sistema. Domet senzora za otkrivanje kretanja ljudi je 800 metara a 2.100 metara za vozila. Verovatnoća otkrivanja tog senzorskog sistema je veća od 95 odsto, a lažnih alarma je manje od 5%. Sistem je modularan i moguće ga je kombinovati prema potrebama i specifičnim namenama. Svako senzora ima u sebi GPS komponentu po kojoj ga je moguće locirati i kada je dobro skriven na zemljištu. Vek trajanja baterija je

do 6 meseci. Za komunikaciju koristi zaštićeni elektronski sistem Nortrop Gruman korporejšn-Ksetron kampus (Xetron Campus).

Naravno, postoji još mnogo zemaljskih sistema senzora bez nadzora. Jedan od njih nosi naziv REMBASS II⁴² terenski senzori (Remotely Monitored Battlefield Sensor System-II), koji ima i oznaku AN/GSR-8(V). Kao i mnogi drugi slični sistemi, koristi kombinaciju detektora, senzora (uključujući seizmička geofone), koji identifikuju vibracije tla izazvane kretanjem vozila ili pešaka. Magnetni detektori uočavaju kretanje metalnih predmeta, kao što su oružje i vozila. Akustični senzori koriste se za detekciju ciljeva sa posebnim akustičnim potpisom (buka od motora, rute kretanja i sl), a pasivni infracrveni (PIR) senzori detektuju kretanje objekata u uskom vidnom polju. Ulaz iz svih ovih detektora prikuplja „kapija“ (gate), ugrađena na ploči sa procesorima. Kada senzori utvrde da „potpisi“ odgovaraju predefinisanim matricama, aktivira se alarm i automatski prenosi radio-linkom na centralnu tačku za praćenje, odakle se podaci slivaju u operativni centar za praćenje aktivnosti u senzorski kontrolisanom području.

Komanda za elektronske komunikacije SAD (USAEICOM) namerava da u 2014. godini opremi jedinice na avganistanskom i iračkom prostoru i sa sistemom BAIS (Battlefield Anti-Intrusion System – borbeni sistem za zaštitu od upada). Oba senzorska sistema, REMBASS II i BAIS, koriste komunikacionu mrežu L-3,⁴³ koji obezbeđuje međusobnu vezu među sensorima i do 16 km.

⁴² Remote Battlefield Sensor System Version II (REMBASS-II) sets and Battlefield Anti Intrusion System (BAIS), <https://www.fbo.gov/index?s=opportunity&mode=form&tab=core&id=e64bcef85cd01f4ac7563de50f754ab4> (Pristupljeno 11.12.2013. g.).

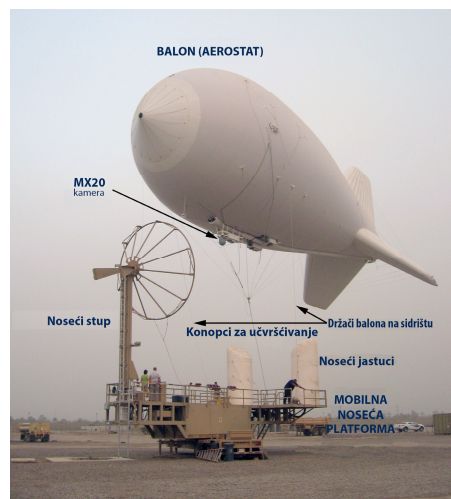
⁴³ Force Protection Joint Experiment (FPJE) Battlefield Anti-Intrusion System (BAIS) Sensors Data Analysis and Filtering Metrics, C.M. Barngrover, R.T. Laird, T.A. Kramer, J.R. Cruickshanks, S.H. Cutler Space and Naval Warfare Systems Center, San Diego (SSC SD) 53560 Hull Street, San Diego, CA 92152 http://www2.l-3com.com/cs-east/rfsys/ie_rfsys_rembassii.shtml (Pristupljeno 11.12.2013. g.).

I „Odbrambeni segment“ kompanije „Rajmetal“ predstavio je krajem 2013. godine senzore „Rajnmetall BSA UGS“. On poseduje i komponente koje zahtevaju da senzori potvrde alarm nakon aktiviranja, posebno kod uređaja za obradu slike, bilo da je ona snimljena u dnevnom ili noćnom, odnosno infracrvenom spektru. Snimljene slike se kompresuju i šalju kao kratki animirani filmovi putem RF komunikacijske veze. Taj sistem ima mogućnost da se njime upravlja pomoću daljinskog upravljača.

U studiji „Zajednički eksperiment za zaštitu oružanih snaga“ FPJE (Force Protection Joint Experiment), ukazuje se na specifičnosti i način rešavanja problema analize i filtriranja podataka prikupljenih senzorskim sistemom BAIS. Podaci su analizirani pomoću algoritama i aplikacija nazvanih SPIE višesenzorski sistem u laboratoriji za multisenzorsku analizu i fuziju informacija u Orlando na Floridi (Multisource Information Fusion, Orlando, FL), od aprila 2009. godine, a armijskoj javnosti predstavljeni su 2010. godine.

Dostupne informacije ukazuju na to da se istraživanja u primeni multisenzorskih kombinacija nastavljaju sa povećanim intenzitetom u oblastima zemaljskih senzora bez nadzora, senzora koji se razvijaju u okviru „budućeg borbenog sistema FCS (Future Combat Systems), osmatračkih senzora, detektorskih naprednih sistema za urbane sredine (UMass), integrisanih senzora u sistemima naoružanja, simulaciji uparivanja video-signala sa geografskim kartama i pomoću geografskog informacionog sistema (GIS). Senzorski sistemi se uparuju i sa zemaljskim radarima za kontrolu teritorije, posebno ukoliko se prate zbivanja na proširenom području. Ispituju se i mogućnosti da se proširi i spektar signala, kao i pokrivenost veće površine malim neuočljivim sensorima i boljoj efikasnosti automatskog uočavanja pokretnih objekata na širem, ispresecanom reljefnom području ili pokrivenom rastinjem.

Još od 2004. godine u Iraku se eksperimentiše sa primenom aerostatskog sistema PTDS (Sistem za detekciju trajnih pretnji⁴⁴). Sastoji se od balona na kojem su kamere (dnevno-noćne i infracrvene) i senzorski uređaji. Takođe, nosi i sistem za čitanje podataka zemaljskih senzora (koji automatski šalju signale sa čvorova). PTDS koristi Komunikacioni sistema internacionalne brigade (IBCS), koji omogućava komunikaciju sa taktičkim i operativnim sistemom „mirovnih snaga“ i mogućnosti umrežavanja u sistem nadzora više PSDS2 sistema na jednom području. Ovakvi senzori skeniraju veću površinu, automatski detektuju



Aerostatski sistem PTDS

⁴⁴ PTDS TEAM 4 AND THE ISR NETWORK – Arrival in Baghdad. Team introductions. “Aerostat” & kite balloon defined. The sensor payload. Elements of the ISR Network, <http://robcrimmins.com/2013/07/24/balloon-wars-chapters-1-2/> (Pristupljeno 12.12.2013. g.).

pokretne mete i izveštavaju u realnom vremenu. Pokrivenosti i udaljenosti takvih senzora zavisi od tehnologije koja se koristi, kao što su FLIR osetljivost senzora, radara, sistema za obradu signala i sl. Ovi senzori obično se koriste za zaštitu perimetra, bezbednosti granica i nadzora borbenog prostora (Battlespace).

Individualni senzorski sistemi mogu da ispolje probleme osetljivosti koji, pod određenim uslovima, imaju uticaj na degradaciju signala. Slabe tačke pokazalo je i korišćenje osmatračkih zemaljskih radara u okviru senzorskog polja. Najveći problem je otpornost senzora na lažne alarme i male brzine kretanja objekata u osmatranom prostoru.

Eksperimentiše se i korišćenjem uređaja koji u vaj-faj mreži detektuju kretanje iza gustog rastinja. Vizuelni i radarski senzori mogu biti integrisani sa visokom verovatnoćom otkrivanja pod svim vremenskim uslovima. Senzori za skeniranje mogu se koristiti i za daljinsko upravljanje automatskim naoružanim stanicama (kontejnerima sa sistemom oružja koje automatski dejstvuje). Aktiviraju ih senzori kad otkriju kretanje naoružanih osoba ili borbenih vozila, koristeći predefinisani potpis odraza protivničkog naoružanja u matičnoj mreži za podršku automatskim borbenim sistemima. Takvi sistemi mogu da se integrišu sa autonomnim patrolnim vozilima ili ljudskim patrolama koje intervenišu u realnom vremenu radi borbenog odgovora ili zaustavljanja pojedinačnih protivnika koji se kreću kontrolisanim područjem.

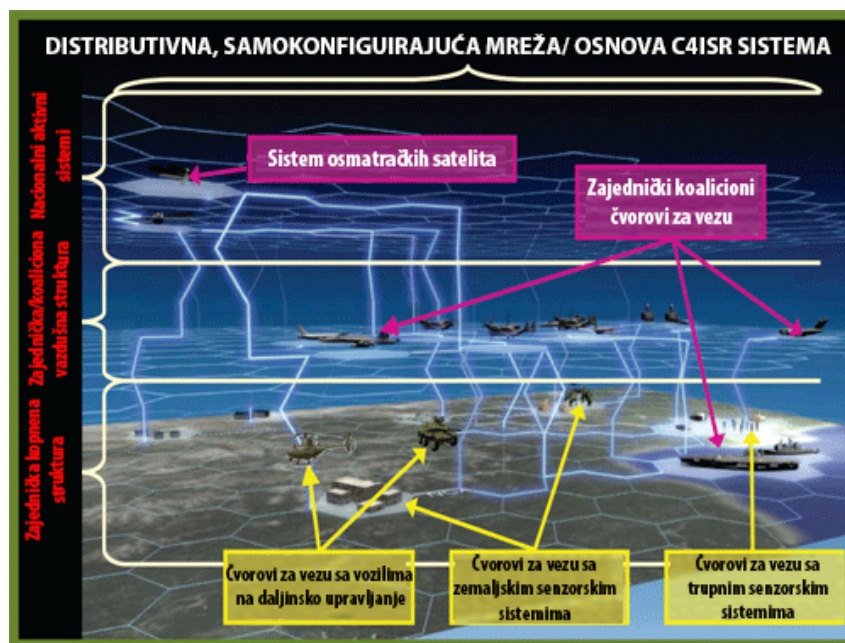
Složeniji senzorski sistemi

Razvijaju se i složeniji senzorski sistemi kao što je „tekonov sistem nekontrolisanih zemaljskih senzora“ (Tektron UGS Systems), u okviru projekta „Budući borbeni sistemi“ FCS, koji pored video-senzora treba da poseduje i nekoliko uloga. Namena mu je da služi za obezbeđenje perimetra odbrane, osmatranje i nadzor, određivanje elemenata za ciljna dejstva i omogućava procenu situacije. Ti senzori uključuju se u sisteme za hemijske, biološke, radiološke i nuklearne (CBRN) sisteme ranog upozoravanja. Budući program će uključiti niz uređaja za daljinsko očitavanje zemaljskih senzora, uključujući snimanje i registrovanje potrošnih senzora, seizmička snimanja, akustične i druge senzore.

Nova generacija senzora biće „pametnija“, osposobljena za tzv. ciljnu identifikaciju (određenih vrsta naoružanja i opreme koja nije u naoružanju NATO i savezničkih snaga) na osnovu predefinisanih potpisa u mreži komuniciranja. Većina senzora biće daljinski kontrolisana, pomoću čvorova za daljinsku komunikaciju sa udaljenim operativnim i osmatračkim stanicama i centrima. Sadržavaće mikrokomponente koje će obrađivati signale i omogućiti obradu signala i fuziju. Ti senzori unaprediće obaveštajnu sliku i pružiti više mogućnosti da komandanti ili čelni ljudi operativnih timova dobiju potpunu predstavu o operativnoj ili taktičkoj situaciji (za kompletnu procenu situacije – total situational awareness).

Posebni UGS senzori razvijeni su, u okviru programa „budući borbeni sistem“ FCS (Future combat systems) za kopnenu vojsku i urbane operacije, u sastavu sistema izveštavanja. Iako je program FCS obustavljen još 2009. godine, neki delovi programa su nastavljani, a među njima i senzorski sistemi bez neposredne kontrole. Posebno težište stavljeno je na razvoj UGS za zaštitu područja očišćenih od protivničkih snaga u naseljenoj sredini, otkrivanje zaseda i druge urbane aktivnosti. Njihov razvoj se nastavlja i u 2014. godini i ovi minijaturni jefti-

ni uređaji biće opremljeni integrisanim komunikacijama i komunikacionim linkovima koji obezbeđuju pouzdane komunikacije u urbanoj sredini. Senzori bez kontrole (UGS), iz programa FCS, postaću sastavni deo „slojevitog sistema senzorske mreže“. Pri tome će buduće senzorske mreže koristiti i daljinski kontrolisane „dugoživeće“ senzore razmeštene na područjima odakle mogu da se pojave protivničke snage kao neposredna borbena pretnja, koji će funkcionisati u sistemu ranog bezbednosnog i obaveštajnog upozorenja. Ujedno, ti sistemi će se koristiti i za zaštitu snaga u taktičkim dejstvima i angažovanih u urbanim sredinama. Radi provere, ta vrsta sistema postavljena je još 2007. godine na granici između Južne i Severne Koreje, ali je do sada više puta usavršavana. Radio mreža koja prenosi senzorske signale iz graničnog područja neprekidno je kontrolisana, posebno u periodu zaoštavanja sukoba među tim državama.⁴⁵



Slojeviti sistem senzorskih mreža

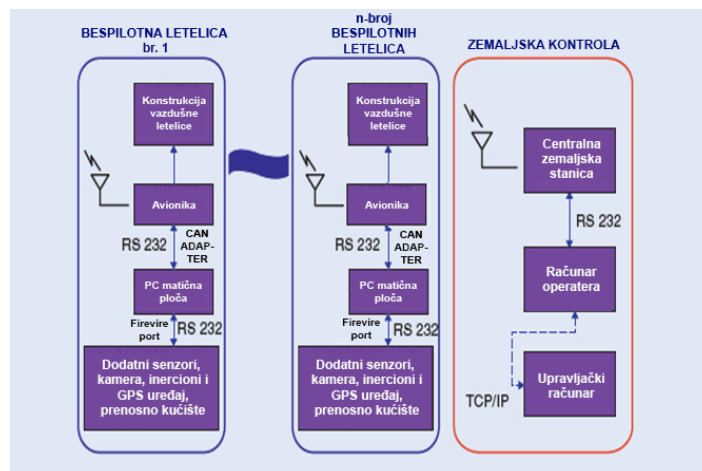
Najznačajnija osobina budućih senzora biće „ciljna detekcija“, odnosno mogućnost određivanja koordinata po GPS ili geografskom informacionom sistemu. Služiće, dakle, za praćenje i prepoznavanje zbivanja na takav način što će, povezani sa integrisanim bežičnim komunikacijama, omogućavati informisanje na svim nivoima slojevite senzorske mreže.

⁴⁵ Future Combat Systems – 2014, Posted Apr 06, 2007 by U S: This is a Future Combat Systems (FCS) promotional video of the Vanguard network system being used in combat. The movie clip covers a scenario in which we are fighting North Korea in 2014. <http://64.147.183.62/video/logistics-and-supplies/army-equipment/future-combat-systems-2014/644431653001/> (Pristupljeno 08. 01. 2014. g.)

Stručnjaci napominju da je osnovna ideja da svi senzori u narednom periodu postanu sastavni deo „akcione senzorske mreže“,⁴⁶ što će omogućiti da se operativni centri „suštinski i kontinuirano hrane informacijama“, što treba da omogući kreiranje i ažuriranje zajedničke operativne slike COP (Common Operational Picture), odnosno predstavljanje situacije u borbenom prostoru u realnom vremenu.

Mrežnoorijentisan senzorski sistem

Terenski multisenzorski sistem bez nadzora (UGS) iz programa nekadašnjeg „budućeg borbenog sistema“ FCS podeljen je u dve glavne grupe: taktički-UGS (T-UGS), koji obuhvata obaveštajne, tajne i uređaje za izviđanje ISR (Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance), hemijske, biološke, radiološke i nuklearne (CBRN -UGS), kao i senzore za gradsko okruženje (U-UGS), koji se inače upotrebljavaju u urbanim vojnim operacijama u naseljenim mestima MOUT (Military operation in urban terrain). Taktički UGS sistemi sastoje se od naprednih sistema senzora, podešenih da samoorganizuju komunikativnu mrežu, te za neposredno ili daljinsko očitavanje podataka. Dalekometnim senzorima poboljšava se odbrana perimetra vojnih baza i drugih zaštićenih objekata. Senzori se, takođe, koriste da obezbede dopunu procene operativne situacije u komandama svih nivoa, preko satelitskog nadzora određene oblasti gde se prate sve ili pojedinačne mreže. Za operativce u komandi teritorija bez senzora za nadzor je najveća rizična „rupa“ zbog koje nije moguće kompletirati procenu situacije (Total situational awareness). Zbog toga su mnogi senzori i jeftina potrošna roba, neophodni da bi se kontrolisala situacija u borbenom prostoru.



Arhitektura više-bespilotnog sistema letelica i prijemne zemaljske stanice

⁴⁶ A taxonomy of wireless micro-sensor network models, ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, Volume 6 Issue 2, April 2002 Pages 28 – 36, <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=565708> (Pristupljeno 12. 12. 2013. g.)

Kad je reč o urbanim senzorskim sistemima (Urban UGS systems), oni se neprekidno razvijaju i nastoji se iskoristiti tehnologija korišćena u detektorima vaj-faj signala, koji omogućuju „gledanje kroz zid“⁴⁷ TTWR (MIT's Through-the-wall radar), kao i tehnologija sistema ADAPT američke Agencije za unapređena odbrambena istraživanja i projekte DARPA.⁴⁸ Urbana senzorska mreža obezbeđuje lokalizovani nadzor i podršku vojnim operacijama u naseljima, posebno kad protivnik koristi ojačane objekte, kanalizaciju, sistem tunela za metro i druge veštačke prepreke. Senzori se raspoređuju tako da se mogu pratiti ručnim tablet ili smart uređajima, kao i sistemima u vozilima, povezanim sa ostalim osmatračkim i izviđačkim sistemima. U takvim uslovima najefikasnija je slojevita senzorska mreža. Kompanija „Rajtheon“ (Raitheon) razvila je sistem EMARS (Enhanced Mobile Ad hoc network Radio System) koji omogućuje korišćenje senzorskih signala niske frekvencije za detekciju pokreta iza zidova. Sistem izračunava opseg kretanja do 16 otkrivenih ciljeva u prednjem segmentu ozračivanja senzora. Ručnu jedinicu čine poseban senzor i kontrolni segment, koji omogućava daljinsko očitavanje više senzora. Drugačiji sistem razvijen je u laboratorijama BAE Systems. Njihov senzor koristi radarski signal od 920MHz, koji detektuje kretanje kroz zidove do 30 cm debljine. Senzor koristi usmerenu jagi ili omnidirekcionu antenu.

Kompanija „Kas sistemi“ (CAS Systems Limited) još od 2010. godine razvija senzafonski sistem IMS-4000, koji takođe samostalno formira mrežu i međusobno može da poveže osam senzora. Namenjen je za predstavljanje borbenog prostora, omogućavajući prikaz protivničkih snaga na borbenoj karti. U borbenim laboratorijama razrađena je i taktika upotrebe tog sistema. U taktici primene IMS koristiće se za obezbeđenje bokova, zaštitu stacionarnih objekata, blisku zaštitu malih jedinica, popunu praznine u međuprostoru i delovima terena koje nije moguće kontrolisati na drugi način. Ovaj sistem može da se koristi sa nesmrtonom municijom, čime sprečava kretanje civila u određenim oblastima, a smanjuje rizik od štete i žrtava u neizvesnim situacijama.

Obezbeđivanje „kozjih staza“

U skup „nekontrolisanih“ terenskih senzora može se uvrstiti i sistem CovertVARE, zatim „senzorski sistem za detekciju upada“ (Intrusion Detection E-UGS) za obezbeđenje „mrtvih tačaka na obodu borbenog prostora“ i „kozjih staza“ kompanije ARA, koji pripadaju drugoj generaciji senzorske tehnologije. I ovi senzori deluju u sistemu zatvorene mreže, a alarm se prenosi sa senzora na kontrolnu stanicu na daleko većoj udaljenosti od bilo kojeg drugog sistema terenskih senzora bez nadzora, koji su danas dostupni. Ovi sistemi ne koriste repetitore ili skup komplikovanih „meš“ (Mesh⁴⁹) mreža. Kod ovih senzorskih sistema postignuto je dobro razlikovanje ljudskih odraza u odnosu na vozila i smanjen je broj lažnih alarma.

⁴⁷ Nikola Ostojić, Kroz zidove pomoću vajrles rutera, Vojnotehnički glasnik 4/2013.

⁴⁸ Nikola Ostojić, DARPA, Skriveni zemaljski senzori, Vojnotehnički glasnik 3/2013.

⁴⁹ „Meš“ (Mesh) umrežavanje je vrsta topologije mreže gde svaki čvor snima podatke susednih čvorova i emituje ih zajedno sa sopstvenim podacima, odnosno služi kao relej za drugim čvorovima; Self Organizing Wireless Mesh Networks, <http://research.microsoft.com/en-us/projects/mesh/> (Pristupljeno 12. 12. 2013. g.)

Vrste senzorskih sistema:

- sistemi za nadzor perimetra odbrane,
- osmatrački radari sa odgovarajućim bezbednosnim aplikacijama,
- panoramski IR skeneri,
- terenski senzori (geofonski),
- akustični senzori,
- senzori za zaštitu vozila i stacionarnih objekata,
- upozoravajući senzori pokreta,
- senzori za zaštitu transportnih kolona,
- senzori snajperske vatre,
- elektro-optički,
- senzori eksploziva za bombaše-samoubice,
- senzori za bežično umrežavanje.
- laserski senzori

MULTISENZORSKI PROSTOR



Multisenzorska sfera borbenog prostora

Izraelski nacionalni centar za obradu slika razvija komplet senzora SAR, koji omogućava vizuelne i druge prostorne podatke u integrisanom signalu za obaveštajne strukture. Sistem je nazvan Elta-a RICENT, a centralni element sistema su senzori za obaveštajno prikupljanje podataka, nadzor i izviđanje (ISR). Podaci se prikupljaju pomoću bespilotnih letelica. Koriste savremenu komercijalnu COTS tehnologiju (senzorski podaci su objedinjeni sa GPS i GIS elementima). SAR obezbeđuje 3D sliku borbenog prostora, pošto poseduje programske rutine koje omogućuju fuzionisanje radarskih, satelitskih i aero snimaka, kao i podataka dobijenih elektronskim izviđanjem. Ovaj sistem se s punim pravom naziva i geolokacioni sistem, a na osnovu snimaka moguće je utvrditi i masu (težinu) objekta koji je ostavio trag preko nekog od senzora, na udaljenosti 30 do 90 m.

Treba spomenuti da se u razvoju ovakvih senzora koristi i tehnologija mapiranja i modeliranja. Čak se i primena u borbenim okolnostima simulira pre postavljanja senzorskih mreža.

S obzirom na to da je oblast razvoja senzora podstaknuta mnogobrojnim aktuelnim angažovanjima vojnih jedinica širom sveta, te da je stečeno iskustvo značajan činilac u njihovom osavremenjavanju i unapređivanju primena napred-

ne tehnologije, u narednom periodu pojaviće se novi sistemi čiji završetak je predviđen 2019. godine, za šta je u budžetu SAD i NATO obezbeđeno dovoljno sredstava da se programi završe. Na pomolu je sledeća generacija bežičnih zemaljskih senzora sa ad hok funkcionalnošću. Oni sve više postaju potrošna roba, sve su manjih dimenzija i nije daleko vreme kada će novi nanomaterijali omogućiti i razvoj nanosenzora. Pošto je ova oblast usko povezana sa industrijom bezbednosne opreme, odnosno uređaja za zaštitu od neovlašćenog pristupa, i za sada je kurentna na svetskom tržištu, njena perspektiva je obezbeđena. DARPA već priprema teren za razvoj nove etape u razvoju senzora, obezbeđujući transfer komercijalne tehnologije u vojne nanosisteme, među kojima su i sve vrste senzora. Cilj je stvaranje senzorske sfere iznad borbenog prostora.

Mikrosenzorske bežične mreže su, inače, identifikovane u agenciji DARPA kao jedna od najvažnijih tehnologija za 21. vek i kao jedan od najvećih izazova budućnosti. U protekle tri decenije, u procesu istraživanja i razvoja senzorskih mreža, učestvovalo je nekoliko generacija naučnika, istraživača i inženjera. Dva projekta agencije DARPA, od mnogih drugih, najznačajniji su za senzorsku mrežnu perspektivu. To su „distribuirane senzorske mreže“ DSN (Distributed Sensor Networks) i „Sensit program“, odnosno razvoj senzorskih informacionih tehnologija (Sensor Information Technology). Tehnološki trendovi koji utiču na razvoj senzorskih mreža neprekidno se menjaju, utiču na usavršavanje i minijaturizaciju novih uređaja, koje prate i odgovarajuće aplikacije za poboljšavanje funkcionisanja. Primenjive su, kako u trupnim jedinicama, tako i u bezbednosnoj infrastrukturi. Tehnički izazovi uključuju nanomrežne senzore za otkrivanje, kontrolu i usmeravanje, zajednički prenos signala i procesiranje informacija, kao i fizičku i mrežnu bezbednost. Rezultati istraživanja sa kraja 2013. godine ukazuju na novine u oblasti senzorskih mrežnih algoritama, uključujući mogućnosti lokalizovanja i difuzije senzorskih signala, distribuiranje bežičnim ad hok mrežama i korišćenje „lokalnih agenata“, odnosno minijaturnih prijemnih stanica ugrađenih u svakodnevne mrežne uređaje.⁵⁰

Nikola Ostojić

Satelit-teleskop MOIRE, orbitalno oruđe „kosmičke kupole“

Džinovski satelit snima 40% površine Zemlje odjednom⁵¹

Još se nije stišala buka koju je izazvao Edvard Snouden objavljivanjem podataka o „ušima velikog brata“ za prisluškivanje elektronskih i informatičkih komunikacija, a Pentagon nas informiše i o „oku velikog brata“. Naime, krajem

⁵⁰ Sensor networks: evolution, opportunities, and challenges, Proceedings of the IEEE ... Volume: 91 Issue: 8

<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?reload=true&tp=&arnumber=1219475&url=http://ieeexplore.ieee.org/iel5/5/27402/01219475> (Pristupljeno 23. 12. 2013. g.)

⁵¹ Special Session: Testing of Lightweight Space Structures, MOIRE Space Telescope-Challenges and Solutions in Large Scale Testing; William D. Tandy, Ball Aerospace & Technologies Corporation; Paul Atcheson, Ball Aerospace & Technologies Corporation; Jeanette L. Domber, Ball Aerospace & Technologies Corporation; Jeff Kommers, Ball Aerospace & Technologies Corporation, Chapter DOI: 10.2514/6.2013-1458 Publication Date: April 8-11, 2013, <http://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/6.2013-1458> (Pristupljeno 13. 12. 2013. g.)

2013. godine Pentagon je saopštio da, u saradnji sa „Lorencom nacionalnom laboratorijom u Livermoru“ (Lawrence Livermore National Laboratory), „Balovom kosmičkom i visokotehnološkom korporacijom“ (Ball Aerospace and Technologies Corporation) i „NeKsolve korporacijom“ (NeXolve Corporation) realizuje projekat ogromnog satelita za osmatranje i snimanje Zemljine površine. Reč je o kosmičkom objektu sa osetljivim objektivom i membranom za fokusiranje slike, nazvanom MOIRE (The Membrane Optical Imager for Real-time Exploitation).

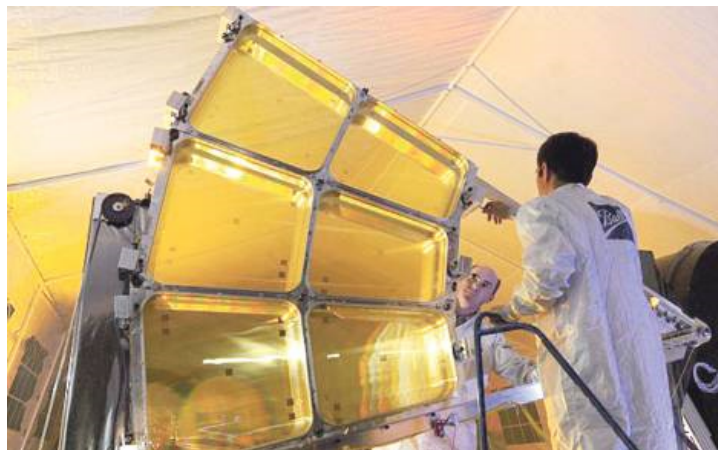


Teleskop, ili „membranski optički imidžer za snimanje u realnom vremenu“, imaće tri osnovne komponente – refleksionu membranu, kameru za snimanje u realnom vremenu i komunikacione sisteme za vezu sa zemaljskim stanicama. Sistem za snimanje posedovaće optički i digitalni zum. Optički zum funkcionisaće tako što će se slika dobijena refleksijom od optičke membrane koncentrisati u fokusu objektiva. Digitalni zum je ionako osobina svakog modernog foto-aparata ili kamere. To će omogućavati ovom teleskopu da snimi 40 odsto Zemljine površine odjednom. Zum će omogućiti detaljno snimanje brojnih dešavanja na planeti Zemlji.

Ova ogromna teleskopska naprava ima objektiv od membrane kružnog oblika, prečnika 21 metar i jedan je od najvećih teleskopa koji će lebdeći u kosmosu, na stacionarnoj putanji oko naše planete. Svojom veličinom prevazilazi poznati teleskop Hابل, čiji prečnik objektiva ima „skromna“ dva metra. I najveći teleskop smešten na tlu upola je manji od MOIRE.

Satelit su zamislili stručnjaci Pentagonove agencije za unapređena odbrambena istraživanja i projekte DARPA, koji su učestvovali u razvoju sledeće generacije oružja i tehnologije za vojne snage SAD, u projektu nekada nazvanom FCS (Future combat systems – budući borbeni sistemi). Iako je od 2009. godine koncept programa FCS pod znakom pitanja (u budžetu narednih godina nema stavki za njega), mnogi od potprojekata nastavljaju da se razvijaju pod drugim nazivima, kako ulaganjem sredstava koje dobija Pentagon, tako i sredstvima koje ulažu same kompanije, smatrajući da će njihovi projekti kad-tad biti prihvaćeni od vojnog establišmenta.

Svrha tog optičkog uređaja jeste da snima površinu Zemlje, a proizvod su koncentrisane slike HQ (visokog kvaliteta). U razvitak tog teleskopa uložena je napredna tehnologija, koja omogućava veliku preciznost koja je neophodna da bi satelit uspešno funkcionisao.



Membrana satelita koja prelama svetlost podeljena je na segmente i tanka je kao folija koja se koristi u domaćinstvu

Do sada su se teleskopi koji se šalju u svemir suočavali sa problemom ograničenja veličine objektiva, pošto veće i duže teleskope u kosmos nije mogla da prenese nijedna do sada konstruisana raketa. Zbog još uvek nerazvijene tehnologije za gradnju u svemiru, nije moguće ni slati veliki teleskop po delovima i sastavljati ga u orbiti. Svaki takav pokušaj je u današnjem vremenu preskup, bez obzira na to kolika bi bila naučna vrednost svakog od takvih projekata.

Naučnici i istraživači našli su rešenje u korišćenju refrakcione membrane⁵² koja je tanka poput folije za domaćinstva ili se koristi u trgovinama za pakovanje artikala. Membrana ima osobenost refrakcije, odnosno prividno skreće svetlost ili prelama, umesto da je odbija. Naime, pri konstrukciji savremenih teleskopa i drugih optičkih instrumenata sa staklenim sočivima koriste se i ogledala koja reflektuju svetlost u okular.

Međutim, refrakciona membrana imaće još jednu osobinu. Ona će istovremeno biti i difrakciona rešetka. Naime, folija će imati šare na površini, suviše male da budu vidljive golim okom. Te šare savijaće svetlost određenih talasnih dužina, što ukazuje na to da se različitim veličinama šara može menjati propuštanje određenih talasnih dužina. Transmisivna difraktivna optika, koja se naziva i „Fresnel sočiva“, tanja je i lakša od standardnih sočiva. Još 1995. godine istraživanja su pokazala da menjanje talasne dužine svetlosti, koja se propušta kroz objektiv, zavisi od površinskih karakteristika difraktivne optike. Međutim, nedostatak difraktivne optike teleskopa je njihov ograničen propusni opseg. Difraktivno sočivo fokusira različite talasne dužine svetlosti na različitim tačkama u prostoru, što ozbiljno ograničava svetlosni signal u fokalnoj ravni. Međutim, ustanovljeno je da obrnuti difraktivni objektiv, uparen sa svetlosnim kolektorom, ispravlja ove fokusirajuće aberacije i emituje dovoljno fotona u ravni fokusa za snimanje.

⁵² Refrakcioni astronomski teleskop, http://www.walter-fendt.de/ph14yu/refractor_yu.htm (Pristupljeno 18. 12. 2013. g.)

Od površine teritorije Zemlje, prema kojoj će biti usmeren teleskop MOIRE, svetlost će dolaziti do refrakcione membrane, odakle će je difrakciona rešetka usmeravati u koncentrisan snop svetlosti do okulara kamere za snimanje. Tu će savremena informatička tehnologija digitalizovati snimak i pretvarati ga u signal, koji će se slati u operativni osmatračko-obaveštajni centar.



Teleskop MOIRE je najnovije sredstvo za američke savremenije obaveštajno-izviđačko-osmatračke delatnosti i oruđe za precizna dejstva

Pošto ovako konstruisan satelitski teleskop ne zahteva visok kvalitet stakla, njegova proizvodnja je mnogo jeftinija. Ustanovljeno je da optika, zasnovana na membrani, omogućava projektovanje mnogo većih i dužih teleskopa, sa mnogo većom rezolucijom. Pored toga, takva membrana može da se preklapa i pakuje u manje i lakše pošiljke za kosmos. Nova tehnologija, pored toga, eliminiše potrebu brušenja i pripreme sočiva za glomazne kosmičke teleskope, koji bi bili veći od poznatog Habla.

DARPA je prototip ovog teleskopa već testirala na zemlji, a istraživači ulaze u finalnu fazu projekta, rešavajući probleme najoptimalnije konstrukcije i simulirajući najrentabilniji oblik i veličinu.

Ovaj teleskop neće biti osetljiv na atmosfersku distorziju, koja neće uticati na rezoluciju snimka. Planirano je da se prva generacija ovakvih kosmičkih teleskopa lansira 2018. godine. Prvi od takvih teleskopa imaće segmentirani otvor prečnika 6,5 m, a blende 20 m, što će i do sedam puta pojačavati svetlo u odnosu na kosmički teleskop Hابل.

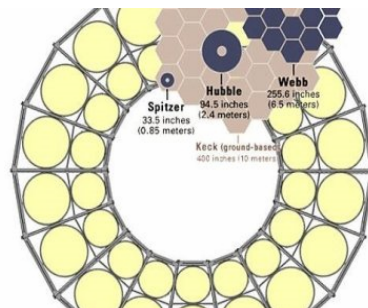
Transmisivni teleskop

MOIRE će, dakle, biti transmisivni teleskop koji će se sastojati od duge cevi i refrakcionog sočiva od tanke membrane (umesto ogledala). Na prednjem kraju membrana će prikupljati svetlost i fokusirati u okular. Optika za transmisivni teleskop je manje osetljiva na nesavršenosti folije, nego što je kod ogledala i sočiva koja se koriste u klasičnim teleskopima. Uparivanje transmisivne tehnologije sa difraktivnom optikom je, za sada, najpogodniji način da se teleskop velikih dimenzija lansira u kosmos.

Listovi folije umesto stakla, ugrađeni u sočivo prečnika 21 m, bez obzira na to koliko su tanki, omogućavaju da se na tlu konstruiše segmentirani objektiv, koji bi se otvorio u orbiti. Spomenute laboratorije, koje sa agencijom DARPA učestvuju u realizaciji projekta MOIRE, izgradili su primarni objektiv širok 5 m, kao i odgovarajući okular, koji je poslužio za testiranje. Difraktivnu optiku razvili su inženjeri u laboratorijama kompanije u Livermoru. Prototip je završen još 2002. godine, ali je projekat, zbog budžetskih ograničenja, mirovao skoro deceniju. Kad je agencija DARPA 2010. godine organizovala takmičenje u razvoju tehnologije za sistem video-snimanja u geosinhronoj Zemljinoj orbiti, analiza prispelih projekata pokazala je da je pronađeno novo rešenje za fleksibilniji okular. Time je dobijena blenda sa dovoljno velikim otvorom, koja može da prenosi difraktivni optički snop, što kosmičkom teleskopu omogućava da slika površinu Zemlje veću od 100 kvadratnih kilometara, sa stepenom ažuriranja video-snimka od jednog okvira u sekundi.

Samu vanjsku konstrukciju teleskopa projektovani su stručnjaci u laboratorijama „NeKsolve korporacije“. Njihova čvrsta konstrukcija objedinjuje optiku i dodatne elemente u jedinstvenu strukturu optičkog uređaja za snimanje, sa širokom propusnom moći. I, što je najvažnije, spakovan MOIRE teleskop može da se smesti u teretni prostor neke od kosmičkih raketa, a kada ona stigne u geostacionarnu orbitu može da se sastavi uz pomoć inteligentnog kompjutera. „NeKsolve“ je izradio membranu od poliamidnog materijala debljine 20 mikrometara, čija je masa u bestežinskom stanju nula. Na materijal ne utiču ni značajne promene temperatura u kosmičkom prostoru, te je i koeficijent termičkog širenja jednak nuli. To je značajno jer se materijali sa visokim koeficijentima termičkog širenja znatno rastežu i na taj način iskrivljuju sliku.

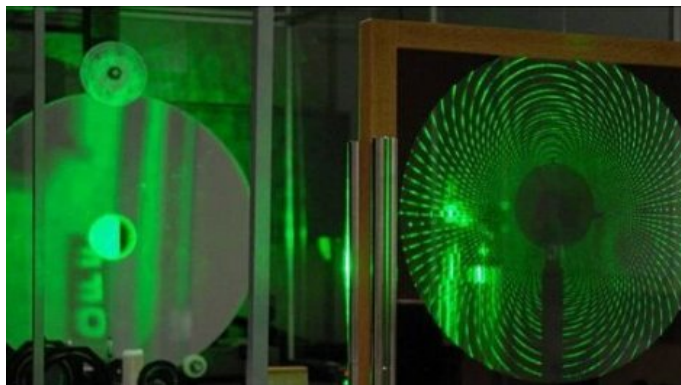
Transmisivni teleskop obično zahteva mnogo veće udaljenosti za fokusiranje nego reflektujući teleskopi. Konstruktori su u početku nameravali da konstrukciju načine tako da je okular sa drugim elektronskim komponentama, u orbiti, udaljen od sočiva za prikupljanje svetlosti nekoliko kilometara. To bi zahtevalo dve transportne rakete, kao i precizno poravnavanje daljinskim komandama sa zemlje. Takva konstrukcija bila bi složena, a rizik podešavanja suviše velik.



Šematski prikaz koji pokazuje kako će membrana satelita MOIRE biti sastavljena da bi sačinjavala sočivo od 21 m

Mikrogravura smanjuje žižnu daljinu

U konačnoj verziji smanjena je dužinu teleskopa, a za okular je iskorišćen proces mikrogravure. Na metar razmera optičkih komponenti dobijene su submikrometerske funkcije. Velika difrakciona rešetka i odgovarajuća optika skratili su potrebnu žižnu daljinu; za 10 metara prečnika teleskopa žižna daljina je 60 metara.



Prototip difrakcionih sočiva

Na kraju, sva ispitivanja završena su i provereno je da li je konstrukcija prilagođena za lansiranje. U toj varijanti primarni objektiv je postavljen na vrhu, a ostali delovi ispod, tako da se u kosmosu rašire kao kišobran. Membrana je postavljena u kružni šablon. Fotoosetljiv premaz na membrani nanesen je pomoću jonskog snopa. Rezultat tog procesa je površina na kojoj su šare, sa precizno razmaknutim žlebovima odgovarajuće dubine. Stručnjaci kompanije „NeKsolve“ su proces usavršili 2011. godini, kada je načinjen uzorak promera 80 centimetara, koji je poslužio za eksperimentisanje u ulozi objektiva za prikupljanje svetla. Već na početku testiranja efikasnost difrakcije bila je 30 odsto, dok je 35 odsto teorijska maksimalna efikasnost za konstrukciju membrane. U sledećoj fazi, okončanoj početkom 2013. godine, načinjeno je šest membrana prečnika 80 cm, za primarni objektiv trapezoidnog oblika. Odabran je difraktivni premaz odgovarajuće boje za korektor koji prenosi svetlost u uređaj za snimanje.

Sam rad na izradi teleskopa MOIRE bio je veoma izazovan za stručnjake. Oni su uočili i fotorezistentan proces na premazu, što su otklonili adaptivnom optikom i korektivnim sočivima za teleskop. Problem je predstavljala i konstrukcija uređaja koji omogućava neprekidno održavanje napetosti membrane, poboljšanje glatkoće i radijalne simetrije, što je otklonjeno još tokom procesa proizvodnje.

Preliminarna testiranja potvrdila su izvodljivost ideje i efikasnost opreme koja se koristi. Inženjeri su, na osnovu praktičnih rezultata, napisali unapređeni algoritam koji je mogao generisati više složenih funkcija, što je poslužilo da inženjeri, u laboratoriji za difraktivnu optiku, nastave simulacije i eksperimentisanje. Najoptimalniji je bio oblik optičkih šara sa četiri nivoa. Impresivne performanse potvrdile su tezu da se šarama može dobiti više sofisticiranih modela sa zahtevanim nivoima prelamanja svetlosti. Efikasnost difrakcija porastao je od 35 do 55 odsto, što je bilo i više od prethodnih procena o teorijskim mogućnostima. Pored toga, „pozadinski šum od raspršene svetlosti“ smanjena je sa 30 na 1 odsto.

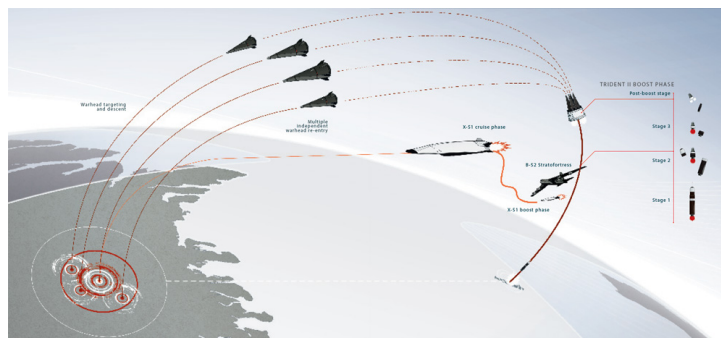
Aprila 2013. realizovana je „faza II“, demonstracija teleskopa sa integrisanim sistemom za refraktivnu optiku prečnika 5 m, na tlu. Rezultati su ubačeni u simulacioni model koji je pokazao da bi teleskop, prečnika 10 m, sa efikasnijom difraktivnom optikom, bio dovoljno efikasan u geosinhronoj orbiti. Pored toga, takav teleskop bio bi sedam puta lakši od reflektujućeg teleskopa iste veličine. „Lo-

rencova“ optika iz Livermora je prošla stručnu ekspertizu, čime je potvrđena teza da velika difraktivna membrana može da se upotrebi za lagani, segmentirani i najbitniji deo teleskopa. Odatle do zaključka da bi transmisivni svemirski teleskop sa prečnikom objektiva od 20 m bio optimalan oblik, nije trebalo mnogo. Proračunato je da bi teleskop te veličine omogućio da astronomi posmatraju vremenske prilike na Saturnu sa rezolucijom 100 kilometara ili planetarne magline daleko 600 svetlosnih godina sa rezolucijom od jedne astronomske jedinice.

Treba spomenuti da je DARPA, pored ovog teleskopa, planirala da načini i odgovarajući za „praćenje kosmičkog otpada“. Smatra se da su orbitalni sateliti postali veoma značajni za civilne i vojne aplikacije. Međutim, konstelacija postavljanja satelita oko Zemlje proizvela je opasnosti od svemirskog otpada i opšte gužve, kažu zagovornici projekta satelita za kontrolu kosmičkog otpada. To zahteva praćenje kretanja delova raketa, zastarele kosmičke tehnike i drugog otpada, kako bi se izbegli incidenti poput sudara satelita Iridijum-33 i Kosmos-2251, 2009. godine.

Militarizacija kosmosa

Ako je satelitski teleskop MOIRE trenutno najnoviji projekt američkih kosmičkih ambicija, koji treba da omogući efikasnije i temeljitije snimanje (protivničke) teritorije, kao i odraz težnji da se postigne još veća nadmoć u kosmičkoj dimenziji, onda to ukazuje na nove tendencije u militarizaciji kosmosa. S druge strane, ni Ruska Federacija ne ostavlja tu dimenziju u drugom planu. Uporedo sa generalnom reformom kosmičkog arsenala, rusko rukovodstvo usmerava težište na kvalitativno povećanje kosmičkih potencijala. Takva odluka proizilazi iz koncepcije usavršavanja strateškog raketno-nuklearnog naoružanja i povećanja potencijala konvencionalnih sredstava visoke preciznosti. U planu je novi kvalitativni odbrambeni program. Tako je 2013. godine iz Rusije lansirano desetak satelita, prethodne godine lansirani su sateliti kojima je kompletiran strateški sistem GLONASS, a u narednoj godini predstoji izvođenje u orbitu još šest novih kosmičkih uređaja, kao i početak testiranja savremene rakete-nosača „Angara“. Pored toga, počće izgradnja zemaljskih infrastrukturnih objekata. Prema preliminarnim procenama, planirano je da se u ove svrhe do 2020. potroši nekoliko triliona rubalja. Svi ti „pasivni“ kosmički uređaji, koji sami po sebi ne predstavljaju udarne sisteme, činiće neodvojivi deo oružja visoke preciznosti, glavnog oružja 21. veka.



Jedan od američkih konceptata dejstva iz kosmosa supersoničnim letelicama nazvan „globalni udar“ (Global Strike)

Ne ulazeći u dalje političke odluke i procene da vojno-kosmička savremena i pouzdana orbitalna tehnika umnogome određuje bezbednost države, može se pretpostaviti da obe velike sile smatraju da postoje tendencije koje ukazuju na mogućnost novih ratnih sukoba u 21. veku.

Pored sajber prostora, težište je i na stvaranju kosmičke infrastrukture, posebno za osmatranje, izviđanje i obaveštajno prikupljanje podataka o aktivnostima potencijalnih protivnika (ISR).

Kao što se može zaključiti, projekt MOIRE, kao i odgovarajući ruski satelitski programi, ukazuju na to da cilj rata u budućnosti nije zauzimanje teritorije protivnika, već nanošenje nepogrešivih udara po njegovim bolnim tačkama. Možda to znači da u istoriju odlazi klasična strategija masovnog korišćenja kopnene vojske i oklopno-tenkovske tehnike, a smanjuje se i uloga strateške avijacije. Strateško naoružanje postaju nenuklearna sredstva visoke preciznosti.

To, kako procenjuju ruski vojni teoretičari, podrazumeva postojanje velikog broja orbitalnih aparata za podršku – satelitska obaveštajna sredstva, sredstva za upozorenje, prognoziranje i navođenje na cilj, koja i sama zahtevaju zaštitu i odbranu. Prema njihovim proračunima, treba očekivati da će oružje visoke preciznosti u vodećim zemljama sveta, tokom druge decenije 21. veka, dostići broj od 30 do 50 hiljada, odnosno 2020. bi u kosmos bilo lansirano 70–90 hiljada orbitalnih vojnih sistema. Za njihovu podršku biće neophodno zaista mnogo drugih sistema. Bez njih će „pametne bombe“ i krstareće rakete postati beskorisna neprecizna oružja. Pored toga, biće neophodni i sigurni sateliti za informacionu podršku. U obzir treba uzeti i činjenicu da u Zemljinoj orbiti raste broj udarnog naoružanja koje je sposobno da samostalno pogađa ciljeve u kosmosu, u atmosferi i na Zemlji.

U tom konceptu ratovanja sistem MOIRE postaje „oruđe kosmičke kupole“, koja na nišanu drži čitavu planetu.⁵³

Nikola Ostojić

*Automat iz Tule za ljude žabe*⁵⁴

Po novijoj teoriji savremenog ratovanja, oružana dejstva vode se u borbom prostoru, dok je ranije korišćen pojam bojno polje. Novim pojmom želi se ukazati da su fizička poprišta savremenog ratovanja objedinjena u svih pet dimenzija – kosmičkoj, vazdušnoj, kopnenoj i pomorskoj. Peta dimenzija je sajber prostor, u koju se ratovanje seli velikom brzinom, u korak sa razvojem savremene informatičko-komunikacione tehnologije. Za svaku od dimenzija sačinjeno je adekvatno borbeno naoružanje.

Vodena prostranstva odavno su bila borbeno dimenzija, od kada je „veka i čoveka“. Međutim, podvodni prostor postao je ratna dimenzija tek kada su prve podmornice upotrebljene u borbi.⁵⁵

⁵³ Militarizacija kosmosa - pitanje vremena?; Ruska reč, Andrej Kisljakov, 12. decembar 2013. http://ruskarec.ru/science/2013/12/12/militarizacija_kosmosa_-_pitanje_vremena_26859.html (Pristupljeno 15. 12. 2013. g.).

⁵⁴ Ruski komandos-ronioci postali nevidljivi pod vodom. Oni će učestvovati i u obezbeđivanju zimske olimpijade u Sočiju, Ruski kalibar, Oružje 7. 6. 2013. <http://fakti.org/oruzje/ruski-kalibar/ruski-komandos-ronioci-postali-nevidljivi-pod-vodom> (pristupljeno 12. 12. 2013. g.).

Danas su to složena borbena podvodna oružja, među kojima su torpeda i robotski oružani podvodni sistemi, podvodne mine i druga sredstva. Od Drugog svetskog rata i ljudi žabe su jedinice za borbena dejstva pod vodom. Te snage nazivale su se i amfibijske jedinice. Ronilačko oružje za komandose počelo je da se konstruiše tokom Drugog svetskog rata i posle njega, nakon što su vojnim flotama sveta formirane jedinice podvodnih diverzanata. Koristile su oružje koje je dejstvovalo izbacivanjem strelica ili harpuna pomoću elastičnih, gumenih traka (poput pračke). Kasnije je korišćen komprimovani vazduh za izbacivanje strelica iz podvodnog oružja.



Podvodni pištolj SPP-1M

U SSSR-u su, tokom 60-tih godina prošlog veka, specijalne jedinice obavestajne službe Ratne mornarice naoružane podvodnim pištoljima SPP-1 kalibra 4,5 mm.⁵⁶ To je prvo vatreno podvodno oružje. Međutim, pištolj SPP-1 se u operativnu upotrebu počeo uvoditi 1971. godine. Na osnovu novih ideja, u ranim 70-im godinama u SSSR-u razvijena je i podvodna jurišna puška APS, pri čemu ta skraćenica označava podvodni specijalni automat (Avtomat Podvodnyj Special'nyj) ili „Specijalnu podvodnu jurišnu pušku“. Model je usvojen i puška je uvedena u naoružanje mornaričkih pešadijskih jedinica 1975. godine.





*Amfibijska jurišna puška ASM-DT
sa okvirom za podvodnu municiju (gore)
i klasičnu municiju (dole)*

ponašao se u skladu sa hidrodinamičkim zakonitostima. Zbog toga je APS u vodi imao veći domet i veću prodornu (ubojitu) moć, nego u vazduhu.

Dakle, i pištolj i puška APS mogli su efikasno i precizno da dejstvuju pod vodom, ali ne i na suvom. Na kopnu se tim oružjem moglo pucati u neprijatelja, ali samo ako je u neposrednoj blizini. Već na rastojanju od 50 m dejstvo nije bilo precizno, a i ubojitost je bila mnogo manja. Osim toga, podvodni automat, na suvom, nakon ispaljenih 180 hitaca više nije bio za upotrebu. Zbog ograničenih mogućnosti komandosi su na zadatak nosili podvodne i klasične „kalašnjikove“ i pištolje „makarov“. Naravno, to ih je sputavalo u dejstvima.

Eksperimentalna amfibijska jurišna puška

APS je imao veću ubojitu moć od pištolja, ali je to bilo glomaznije oružje, koje je zahtevalo više vremena da se usmeri na cilj. Duga cev i masivan okvir sa municijom bili su osetljivi na strujanje vode, što je zahtevalo poseban trening i uvežbavanje za rukovanje ovim oružjem, kao i veliku snagu u rukama.

Prvi poznati pokušaj da se proizvede oružje koje se može efikasno koristiti, „ispod i iznad vode“, bila je eksperimentalna amfibijska jurišna puška ASM-DT. Oružje je razvijeno u Tuli⁵⁷ 2000. godine. Za usavršavanje tog naoružanja angažovan je „Konstruktorski biro za instrumente (i naoružanje)“ KBP (Konstruktorskoe Bu-

Ta puška koristila je, za dejstvo pod vodom, municiju sa dužom čeličnom strelicom, kalibra 5,66 mm. Taj kalibar je specijalno razvijen za ovu pušku. Međutim, tom municijom se nije moglo dejstvovati van vode, jer je oblik projektila bio, po svojim hidrodinamičkim osobinama, prilagođen samo za dejstvo u vodi. Van vode pogoci su bili neprecizni, a domet veoma kratak. Ovaj kalibar za podvodni metak često se zamenjivao kalibrom 5,56 mm i 120 mm (4.75 in), zbog dužine igle koja je štrčala izvan čaure. U okvir za podvodnu municiju stajalo je 26 metaka. Cev oružja nije bila izolučena, a ispaljeni projektil



Municija za podvodnu pušku APS

⁵⁷ Tulski zavod za naoružanje, TOZ (Tulsky Oruzheiny Zavod / Тульский Оружейный Завод) Tula Arms Plant.

ro Priborostroeniya). Oružju je dodato još jedno ležište za klasičnu municiju. Puška je pod vodom, i dalje koristila podvodnu municiju sa dugačkim strelicama.

I ova puška bila je nezgrapna i komplikovana za korišćenje izvan vode. Naime, nakon izlaska iz vode vojnik je morao umetati okvir sa standardnom municijom i menjati režim vatre. To nije bilo prikladno za borbenu upotrebu i usporavalo je specijalca prilikom brzih akcija.

Iako su specijalne pomorske snage dugo koristile ovu podvodnu pušku, postavljano je više zahteva da se ona poboljša tako da se njome može efikasnije dejstvovati na kopnu.

Da bi se otklonili problemi dvojnog dejstva, u vodi i van nje, razvojni tim je usmerio svoju aktivnost u razvoj i usavršavanje municije.

Do 2005. godine razvojni tim u KBP je uspešno razvio efikasnu podvodnu municiju koja zadržava kompaktnu celinu u podvodnoj i „vazdušnoj“ varijanti. Nije menjana veličina i ona je ostala ista kao kod standardnog metka kalibra 5.45x39 7N6, kojim se dejstvuje iz puške AK-74. Time je postignuto da se za dejstvo podvodnom municijom i municijom za dejstvo na kopnu koristi isto ležište metka, što nije zahtevalo promenu konstrukcije naoružanja.

Novi podvodni metak dobio je oznaku 5.45x39 PSP, a spolja je sličan standardnom 5.45x39 metku. Dužina strelice na podvodnom metku nije problem za ubacivanje u ležište, s obzirom na to da je strelica utisnuta u čauru sve do dna, pa i podvodni metak ima dužinu 53 mm, kao i standardni. Ukupna dužina okvira je 57 mm.

Dakle, puška koristi dve vrste municije, i to metak 5.45 PSP (borbena municija) od kaljenog čelika mase 16 g, koji ima početnu brzinu u vazduhu oko 330 m/s, i metak 5.45 PSP (municija za obuku i borbeno dejstvo) sa bronzanim projektilom od 8 g. Početna brzina ovog zrna na ustima cevi je 430 m/s. Efektivni domet metka sa strelicom varira od 25 m, na dubini 5 m do 20 m na dubini od 18 m. Municija za uvežbavanje ima upola manje punjenje i domet.



Automatska puška APS 5,45 mm, sa punim okvirom, teška je 3,6 kg

Automatska puška APS, sa punim okvirom, teška je 3,6 kg, kapacitet okvira je 26 metaka, dužina puške sa sklopljenim teleskopskim kundakom je 620, a sa rasklopljenim 840 mm. Puška radi na principu pozajmice barutnih gasova, koji pomoću samopodešavajućeg ventila na gasnom cilindru omogućavaju njeno funkcionisanje na različitim dubinama pod vodom i na kopnu. U okvir puške staje 30 metaka, dok su u pištolju četiri metka.

Bulpup koncept



Prototip ruske podvodne puške ADS 5,45 mm sa bulpup sistemom i standardnim okvirom za dve vrste municije

Međutim, nadležno ministarstvo je, nakon opitovanja u korišćenju dve vrste municije, ustanovilo da je puška kompleksna i složena, te je dao nalog da se nastavi sa savršavanjem. Razvojni tim KBP, na osnovu iskustva i praktičnih prove-
ra, počeo je da razvija novi model oružja, zasnovan na bulpup konceptu. Ovaj

Jedinstvena tehnologija

Ruska tehnologija izrade automatskog podvodnog oružja je jedinstvena u svetu. Ideju i osnovnu konstrukciju razradio je pokojni ruski konstruktor streljačkog oružja Vasilij Petrovič Grazjev. Njegovo započeto delo dovršili su saradnici i učenici iz Centralnog konstruktorskog istraživačkog biroa za sportsko i lovačko oružje, u sastavu Konstruktorskog biroa za instrumente. Oni su, 2007. godine, usavršili podvodni metak, tako što su u čauru za običan metak, kalibra 5,45 mm, umesto zrna umetnuli strelicu, koja se protezala celom dužinom i oslanjala na dno. Barut je bio raspoređen oko strelice. Ležište metka na oružju nije se moralo menjati, niti režim vatre, osim što je vojnik morao zameniti okvir.

koncept podrazumeva rukohvat sa mehanizmom za okidanje ispred okvira sa municijom i nekim drugim konstruktivnim osobenostima. Nova puška je označena kao ADS (Avtomat Dvuhsrednyj Specialnyj – automat dvostruke namene – specijalni). Iskorišćena je „91m bulpup puška“, kao polazni model. Cev je zadržala istu dužinu, ali su izmenjeni ležište metka i zatvarač. Zadržan je koncept dejstva povratnog klipa na koji deluje sila gasa u gasnom cilindru i rotaciona glava zatvarača. Neki delovi oružja nužno su promenjeni, kao i materijal koji omogućava da oružje pouzdano deluje i kad je potopljeno u vodi. Modifikovan je sistem za gas, tako da se sam podešava kada oružje deluje u vodi ili u vazduhu.

Na oružje je integrisan bacač granata 40 mm VOG – 25, koji ispaljuje projektele pritiskom na dodatni prednji okidač unutar štitnika. Potcevnici ba-

cač može se ukloniti ukoliko bi predstavljao problem pri određenim dejstvima. Puška je opremljena podesivim mehaničkim nišanom, a sastavni deo za nošenje je ručka sa „pikatin“ šinom. Ona služi za nameštanje durbina, dnevno-noćnih elektronskih nišana ili laserskog merača daljine. Sa municijom kalibra 5.45x39 izvan vode dejstvuje veoma precizno, sa tačnošću i efikasnošću AK-74 / AK-74M jurišne puške. Pod vodom sa 5,45 PSP municijom nadmašuje APS podvodnu pušku, kako po tačnosti dejstva, tako i po lakoći korišćenja i rukovanja.

Sredinom 2009. godine obavljena su opsežna ispitivanja na terenu u ruskim pomorskim specijalnim snagama. Predviđeno je da se ovim modelom zamene APS podvodne jurišne puške u ruskoj mornarici, jedinicama za specijalne operacije i drugim ruskim specijalnim snagama, koje bi mogle biti angažovane u podvodnim operacijama snaga bezbednosti, za borbu protiv terorista u moru ili za podršku u klasičnim pomorskim desantnim dejstvima.

Zahvaljujući ruskim tuskim oružarima, problem dejstva istim oružjem pod vodom i van vode rešen je 2013. godine „automat-amfibijom“. Novi model se od prethodnog razlikuje po tome što poseduje samo jedno ležište za okvir i što funkcioniše na bulpup principu. Pod vodom automat dejstvuje mecima kalibra 5,45x39 mm sa

strelicom, a na suvom standardnim mecima sa klasičnim zrnom istog kalibra. Meci se nalaze u različitim okvirima, te je potrebno samo zameniti magacin.

U konstrukciji automata ADS korišćeni su kompozitni materijali, što je smanjilo masu oružja i povećalo otpornost na koroziju. Primenjeno je izbacivanje praznih čaura napred, a ne u stranu, i to bez povlačenja zatvarača. Pored toga, u razvoju te automatske puške realizovano je više originalnih tehnoloških rešenja, koja su omogućila da se smanji veličina automata bez skraćivanja cevi. Kundak ADS ima amortizere koji ublažuju trzaj oružja na rame. Gasnom cilindru dodat je regulator gasova koji omogućava automatsko biranje gasnih režima „voda-vazduh“. Na „podvodnom kalašnjikovu“ to je samopodešavajući ventil na gasnom cilindru koji se prilagođava dubini bez ikakve intervencije ronioca. Za razliku od klasičnog „kalašnjikova“ cev nema žlebove.

Prema taktičko-tehničkim karakteristikama za pušku, hidrodinamička stabilnost projektila omogućava efektivne domete pod vodom i to: na 5 m dubine domet je 30 m, na 20 m ispod površine domet je 20 m, a na 40 m domet je nešto više od 10 m.

Ronilački komplet

Ruski ronilački komplet sadrži autonomni aparat sa zatvorenim sistemom za disanje pod vodom „Amfora“, koji ne obrazuje mehuriće vazduha u vodi i omogućava roniocu da ostane nevidljiv. Ronilačko odelo omogućava spuštanje na dubinu do 40 metara i rad na temperaturi od nule do +35 stepeni. U kompletu su još i specijalni nož, lampa, kompas, peraja kao i uređaj za bezbednu podvodnu daljinsku akustičku vezu.

Svaki ronilac nosi pancir „Korsar-B“ (gusar) sa četvrtim stepenom zaštite koji izdržava hitac iz specijalnog podvodnog vatrenog oružja, kao što su pištolji SPP-1 i automati PS, kao i metke „kopnenog“ kalašnjikova AK-47.

Ministarstvo odbrane Ruske Federacije namerava da potroši 120 miliona rubalja za kupovinu 76 kompleta novih ronilačkih odela „Amfora“ za pripadnike ronilačkih specijalnih jedinica.

Za razliku od klasičnog „kalašnjikova“ cev nema žlebove koji rotiraju zrno po ispaljenju. Projektili za podvodnu pušku (kao i za pištolj) igličastog su hidrodinamičkog oblika, izrađeni od srednjetrovskog čelika. Metak se sastoji od čaure identične standardnoj municiji, dok se igličasti projektil proteže celom dužinom čaure. Pri ispaljivanju metka oseti se blagi trzaj. Međutim, treba obratiti pažnju na talasni udar sa usta cevi, pošto nepripremljenom ronioncu može da skine masku s lica ili izbaciti regulator za disanje iz usta. Puška može da puca i rafalno. Čuju se pucnji pri ispaljivanju, dok se na površini čuje prasak poput onoga kada se koristi oružje sa prigušivačem. Model puške ADS 5,45x36 mm predstavljen je na izložbi naoružanja i vojne opreme „Interpolitex 2013“ u Moskvi.

ADS automat nešto je manji od standardnog „kalašnjikova“. Prototip je prošao ceo ciklus probnog testiranja i dobio pozitivne ocene. Tokom 2013. i 2014. godine nastavljaju se opitna ispitivanja i probno korišćenje u delu specijalnih jedinica. Ispostavilo se da je konstrukcija tog oružja izuzetno dobra, a vojni stručnjaci kažu da je univerzalna. Odluka o njegovom uvođenju u operativnu upotrebu može biti doneta tokom 2014. godine kada se završe poligonska testiranja. Iako je to oružje razvijeno za ruske komandose, vojni stručnjaci ukazuju da ono može postati oružje svih specijalnih jedinica Glavne obaveštajne uprave mornaričke pešadije i kopnene vojske.

U naoružanju ruskih ljudi žaba i dalje ostaje pištolj SPP-1M. On ima četiri cevi, sa municijom je težak 1.030 g, dugačak je 244 i širok 25 mm. Reč je o vatrenom oružju koje, takođe, ispaljuje igličaste projektele izrađene od srednjetrovskog čelika, hidrodinamičkog oblika. Deklarisani efektivni domet pištolja na kopnu je do 20 m, a pod vodom zavisi od dubine – na 5 m domet je 17, a na 20 m dubine iznosi 11 m.

Podvodno oružje za Vojsku Srbije

Od maja 2012. godine u jedinicima Vojske Srbije takođe se ispituje podvodno naoružanje, puška i pištolj ruske proizvodnje.⁵⁸ Posle ispitivanja oružje će ući u upotrebu jedinica ronilaca Rečne flotile i drugih specijalnih snaga koje imaju ronilačke timove. Na ispitivanju u Tehničkom opitnom centru Vojske Srbije nalaze se podvodni pištolj SPP-1M i puška ruske proizvodnje, model ADS 5,66 mm. U opitovanju učestvuju pripadnici specijalnih jedinica i ronionci, koji nastavljaju tradiciju nekadašnjih pomorskih diverzanata iz 82. pomorskog centra. Za njih je Uprava Generalštaba Vojske Srbije za planiranje i razvoj nabavila i automatske podvodne puške i pištolje. Oružje se testira na dubinama od 5 i 20 m u realnim uslovima.

S tim u vezi, treba znati da je ronjenje u rekama i jezerima daleko teže nego u moru.

Prilikom testiranja nije se desio nijedan zastoj. Tokom 2013. godine ronionci 93. ronilačke čete Vojske Srbije testirali su spomenuto specijalno podvodno rusko oružje i švedsku ronilačku opremu, na dnu Zaovinskog jezera na Tari, u saradnji sa stručnjacima Tehničkog opitnog centra. Dubina testiranja oružja iznosila je 20 m.⁵⁹

⁵⁸ Vojska Srbije testira novo oružje namenjeno ronioncima, Vestinet.rs, <http://www.vestinet.rs/drustvo/vojska-srbije-testira-novo-oruzje-namenjeno-ronioncima> (Pristupljeno 12.12.2013. g.).

⁵⁹ Rafali pod vodom, Ronionci 93. ronilačke čete VS testirali specijalno rusko oružje i švedsku opremu, Politika online 11. 12. 2013. g. <http://www.politika.rs/rubrike/Drustvo/Rafali-pod-vodom.lt.html> (Pristupljeno 13. 12. 2013. g.).



Slično naoružanje razvijano je i u zapadnim zemljama. Poznatiji je podvodni pištolj Hekler i Koh P11 koji ispaljuje potkalibrarne čelične projekte. H&K P11. Razvijen je 70-ih godina prošlog veka kao svojevrsan odgovor na sovjetski SPP-1, a namenjen je ličnoj zaštiti podvodnih diverzanata i ronilaca u borbenim dejstvima. Oružje je kontejnerskog tipa i sastoji se od 5 cevi s umetnutim potkalibrnim projektilima, zajedno s potisnim punjenjem, objedinjenim u zajednički doboš. Kalibar municije je 7,62x36 mm, dužina 200 mm, a masa 1200 g. Punjenje sadrži 5 projektila (u kontejnerskom bloku). Efikasan domet na kopnu 30 m pod vodom 10–15 m, što zavisi od dubine dejstva. Svaka cev je samostalna i hermetički zatvorena. Kada se ispali svih 5 projektila, svaki iz zasebne cevi, celi kontejner sa 5 cevi se skida i zamenjuje novim.



Lično podvodno oružje tipa H&K P11

Nema sumnje da će, i u vremenu pred nama, razvoj tog, kako ga nazivaju „amfibijskog“ naoružanja za dvojnu upotrebu, kako pod vodom tako i na kopnu, biti nastavljen. Težište razvoja biće na povećanju dometa (posebno podvodnog), efikasnosti dejstva pod vodom i izvan vode, kao i smanjivanju ukupnih gabarita.

Nikola Ostojić

Hekler i Koh HK XM25, „pametni“ lanser granata*Lanser granata 25 mm Hekler i Koh XM25*

Vojni stručnjaci su još 2012. godine načinili listu 10 oružja budućnosti. Na prvom mestu su elektromagnetska ili energetska, pa kinetička, zatim naoružane bespilotne letelice i projektili brži od zvuka do pet puta. Spominje se metafleks maskirna tehnologija, biološki sintetički mikroorganizmi (Bio Design Synthetic Organisms), najnovija generacija protivbalističkih raketa, takođe nadzvučnih brzina i „tihu zastrašujući oružani sistemi“ (Dread Silent Weapon System), pod kojima se podrazumevaju naoružane kopnene robotske platforme.

U tu desetorku spada i „pametni“ lanser granata 25 mm Hekler i Koh XM25 (Heckler & Koch HK XM25 IAWS 25mm Grenade Launcher Smart)⁶⁰. To oružje je prvi put predstavljeno 2012. godine. Nakon toga poslato je u Avganistan, gde je korišćeno u urbanim i taktičkim dejstvima. Jedna od osobina je da dejstvuje iza zidova, prema proračunu na osnovu podataka od laserskog daljinomera. Eksplozija projektila programira se i on može da dejstvuje pre ili iza prepreke.

Kada je 2012. godine prototip programabilnog „pametnog“ bacača granata XM25 mm raspoređen u Avganistanu, vojnici su se uverili da je mikroeksplozivna municija efikasna i na daljinama većim od 750 m, što je čak i dalje nego nišanska daljina standardnog pešadijskog oružja. Tada su američki vojnici govorili da je „budućnost stigla u njihove jedinice“.

⁶⁰ Dan Alex: Future weapons, Thursday, January 26, 2012, 10 future weapons are constantly being developed, <http://future-weaponsworld.blogspot.com/>, ažurirano 11/21/2013 (Pristupljeno 19. 12. 2013. g.).

Kad je u pitanju razvoj ovog oružja, treba imati u vidu da je 90-tih godina koncipiran sistem „objektivnog borbenog individualnog oružja“ (Objective Individual Combat Weapon) ili selektivne borbene jurišne puške SABR (Selectable Assault Battle Rifle). Na osnovu prototipa i eksperimentalnog testiranja dalji razvoj je obuhvatao dva modela: poluautomatski individualni (lični) oružni sistem za dejstvo iznad terena (Individual Airburst Weapon System) i XM25 CDTE sistem za dejstvo na ciljeve iza zaklona (Counter Defilade Target Engagement System). Pojam airburst je izveden iz terminologije koja se koristi za lansere, kod kojih je na upaljaču moguće postaviti odloženo aktiviranje municije u vazduhu, iznad cilja, čime je povećana verovatnoća ubojitog dejstva.



Vrste municije za bacač granata XM25

Savremena tehnologija ubrzala je razvoj i postojeće osobine ovog tipa oružja su ujednačene. S obzirom na to da je odobren dalji razvoj tokom 2014. i 2015. godine, za očekivati je objedinjavanje svih funkcija u jednom oružju. Dakle, prema najnovijim specifikacijama to bi trebalo da bude oružje koje će moći da dejstvuje iznad protivnika, kao i po ciljevima koji se nalaze izvan vidokruga strelca, skriveni iza zida, reljefnih neravnina, u rovovima ili jarugama.

Nekoliko komponenti čini ovo oružje efikasnim. To je, pre svega, automatski laserski daljinomer, zatim senzori pokreta sa „smart“ računarom sposobnim da na osnovu brzine kretanja protivnika veoma brzo u nekoliko sekundi ili minuta, proračuna njegov položaj. Pretpostavimo da, na primer, protivnički mitraljezac dejstvuje po jedinici nekoliko trenutaka, a zatim se sakriva iza zida. Laser određuje daljinu do cilja. „Pametni“ računar, koji proračunatu daljinu uzima u ob-

zir za dejstvo, dodaje nekoliko metara iza skrivenog protivnika, kako bi granata bila efikasno prebačena preko zida i eksplodirala. Računar uzima u obzir i kretanje protivnika iza zaklona, tako da prečnik dejstva sigurno mora imati ubojiti efekat. Pri tome računar izračunava i pritisak vazduha, temperaturu i balističke elemente, koje predaje mikročipu u projektilu XM25, pre nego što je lansiran.

XM25 je poluautomatsko oružje sa gasnim cilindrom i klipom, rotirajućim zatvaračem, odnosno bulpup (bullpup) konstrukcijom. Kućište oružja je izrađeno od otpornog polimera. Otvori za izbacivanje čaura su na obe strane oružja, ali se samo jedan koristi za izbacivanje, dok je drugi zatvoren integralnim štitnikom od prašine. To omogućava dejstvo vojnicima i desnom ili levom rukom. Sa gornje strane oružja je šina za elektronski interfejs i dodatke (XM104 TA/FCS nišan). Interfejs omogućava programiranje nišana koji prenosi nameštene podatke do granate, a služi i kao osigurač u trenutku dejstva. XM104 se napaja baterijom. Dodatni režim vatre i kontrolni tasteri nalaze se na prednjem delu proširenog zaštitnika okidača. U okvir staje 6 metaka.

Za ovo oružje razvijeno je više vrsta granata i to klasični projektil koji eksplodira nakon udara u cilj XM1019, „projektil visokoeksplozivnog dejstva u vazduhu iznad cilja“ HM1049 HEAB (High-explosive airburstinground round), metak neubojitog dejstva i projektil za probijanje oklopa 50 mm penetracijom (Armor Piercing – 50 mm armor penetration).

Četvrti projektil ima ulogu da osmatraču ili snagama za podršku pokaže zonu ciljeva (Spotter detects, observes, and assigns targets and watches for the results of the shot).⁶¹

Prazno oružje je teško približno 6,35 kg, dugačko 74,9 cm a razvijeno je u laboratoriji „Alijant Tečsistems“ u Minesoti, SAD (Alliant Techsystems, Minnesota US), a u celokupnom razvoju učestvovala je i nemačka kompanija Hekler i Koh. Municija ima kalibar 25x40 mm, koja staje u magazin (Feed sistem 4). Kada je načinjen prototip 2012. godine, početna brzina projektila bila je 690 m/s, a efektivni domet 550 m za tačkaste ciljeve, 765 m za grupne mete, dok je maksimalni domet bio 1.100 m. Pored toga, gra-

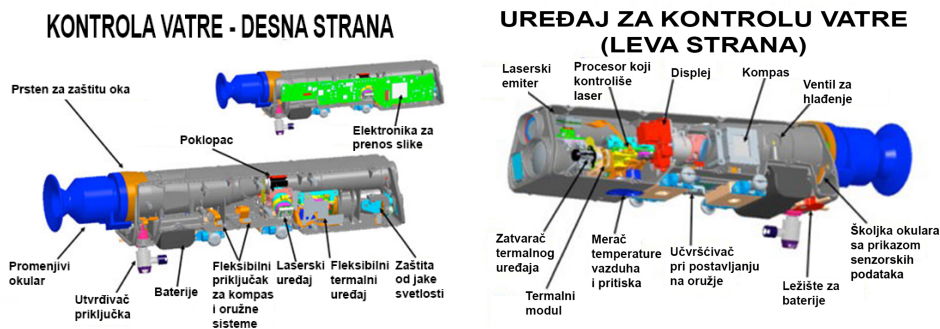


Način dejstva programiranom paljbom kroz prozor ili puškarnicu sa eksplozijom iznad protivnika

⁶¹ Ova terminologija najčešće se koristi pri dejstvu timova snajperista, gde osmatrač, na osnovu podataka o dejstvu projektila na cilju zaključuje kolika je brzina vetra, izazvana temperatura na mestu pogotka, pomaže u korekturi vatre i uglu dejstva, proračunima za korekciju dejstva u odnosu na atmosferske uslove i pri otvaranju vatre na pokretne mete. Opremljen je malim taktičkim računom ili tabletom konstruisanim specijalno za obavljanje ovih proračuna. Korišćenje municije koja dejstvuje iznad protivnika skrivenog iza zida ili u rovu, kod bacača granata, ukazuje na primenu postupaka iz vojne doktrine, gde se za svaki borbeni tim u kom je snajperista dodeljuje osmatrač, poznat kao „flanker“ (bočni član). Njegov zadatak je da posmatra objekte koji nisu vidljivi za strelca i pomaže u preciznosti pogađanja.

nata može da probije oklop debljine 50 mm penetracijom. Oružje je proveravano i testirano u opitnom centru Aberdin. Nišanski i akvizicioni sistem razvili su inženjeri kompanije L-3 IOS Brašer (L-3 IOS Brashear). Poslednja ispitivanja 2012. i tokom 2013. godine pokazala su da krajnji domet može biti i 2.300 m.

Tim bacačem naoružane su patrolne u Avganistanu, koje su slane u izviđačke akcije, učestvovala u napadima na pobunjeničke logore ili se premeštale na nove položaje. Ustanovljeno je da pametni laserski daljinometar i pametni nišanski sistem daje prednost vojnicima u preciznosti i efikasnosti dejstva. Posebno su bili uspješniji nego sa prethodnom generacijom bacača granata 45 mm. Prednost je u tome što se na oružju može podesiti da projektile iz XM25 eksplodiraju u vazduhu, iznad ili sa strane cilja. Laserski daljinometer koristi se za određivanje rastojanje do cilja. Korisnik ručno podešava udaljenost na kojoj će granata eksplodirati i može biti kraća ili duža, a najdalje do 3,0 m. Podešavanje strelca automatski se prenosi do detonatora u granati, još dok je u ležištu. Granata prati rastojanje po broju spiralnih obrtaja koje načini nakon što je izbačena iz cevi. Dakle, ovim oružjem strelac može da programira dejstvo na odgovarajućem rastojanju da proizvede željeni efekat eksplozije. Strelac može da izabere i municiju sa manjim eksplozivnim punjenjem koje ošamućuje protivnike umesto da ih ubija.



Sistemi za upravljanje vatrom XM25, pogled s obe strane

Oružje je počelo da se razvija u okviru programa „individualno borbeno oružje“ (Individual Combat Veapon) kasnih 90. godina prethodnog veka, pod nazivom bacač granata XM29 40 mm. To je trebalo da bude lično borbeno oružje koje bi se postavljalo na pušku. Masa prvog prototipa bila je 8,2 kg. Granata sa upaljačem imala je masu 540 g, ali se nije pokazala dovoljno efikasnom u dejstvu po protivničkoj živoj sili. U avgustu 2003, projekat XM29 nastavlja da se razvija u dva posebna modela, od kojih jedan predstavlja samostalni bacač granata XM25, a drugi se razvija kao potcevni bacač XM8. Kao samostalan lanser granata XM25 trebalo je da postane oružje za podršku pešadije. Šest prototipova tog oružja je 2005. godine testirano u vežbovnim uslovima. Dve godine kasnije, oni su u inostranstvu testirani u borbenim situacijama. Planirano je da to oružje bude poslato na ratište i u 2008, ali na sugestiju korisnika i rezultate testova odlučeno je da se preradi. Tek je u leto 2010. godine vojska SAD počela borbeno testiranje XM25 u Avganistanu.

Pet oružja, sa po 1.000 projektila raspoređeno je u 101. vazduhoplovnu diviziju u Avganistanu u oktobru 2010. Izveštaji iz jedinica potvrdili su da je oružje izuzetno efikasno za neutralisanje protivnika. Američki vojnici nazvali su ga „osvetnik“ (Punisher), a prvo borbena krštenje doživelo je 3. decembra 2010. godine. Od februara 2011. do kraja godine oružje je korišćeno 55 puta u vojnim operacijama, u po dve jedinice na različitim lokacijama. Njime su zaustavljena dva pobunjenička napada na osmatračnice, uništena dva mitraljeza PKM i osujećene četiri zasede. Jedinice sa XM25 nisu imale gubitaka tokom tih dejstava. Bobene aktivnosti su trajale 15 do 20 minuta. Međutim, zahtevalo se da se doomet poveća za 1.000 m. Septembra 2012, „Alijant Tečsystems“ dobija 16,8 miliona dolara za modifikaciju XM25.

Naravno, nije sve išlo kako je planirano, pa je 2. februara 2013. godine tokom uvežbavanja gađanja, detonator eksplodirao u cevi, ali je bezbednosni mehanizam sprečio bojevu glavu da ne eksplodira. Oružje je bilo neupotrebljivo posle eksplozije, a strelac je zadobio manje povrede. To oružje je zatim povučeno iz Avganistana, a statistika kaže da je između kvarova ostvareno 5.900 ispaljenja. Uprkos incidentu, Pentagon predlaže još 69 miliona dolara za unapređivanje i nabavku 1.400 komada tog oružja.

Nakon toga nastavljena je modifikacija, izmenjeno je 130 delova na oružju kao i kod municije. Ujedno su promenjene operativne procedure za njegovu upotrebu. Planirano je da se nabavi 10.876 tih borbenih sistema, ali je Odbor za oružane snage senata imao drugačije mišljenje. Ipak, i pored toga naručene su manje količine usavršenog oružja do avgusta 2014. godine, tačnije 1.100 komada sa borbenim kompletom. Oružje je trenutno u proizvodno-razvojnoj fazi, a unapređenja se odnose na poboljšanje sistema za upravljanje vatrom, trajanje baterija, smanjenje mase i veličinu transportnog pakovanja. Nakon avgusta 2014. taj oružani sistem će ponovno proći operativne, a verovatno 2015. i borbene testove. Razvojni timovi imaju još vremena da do kraja 2015. usavrše oružje i pripreme ga za uvođenje u borbenu upotrebu i operativno naoružanje. Oružjem bi bili naoružani borbeni timovi u svim brigadama, kao i jedinice KoV za specijalne operacije, odredi obaveštajnih struktura za specijalne operacije, kao i rendžerski pukovi.



Za bacač granata XM25 „osvetnik“ izrađen je i simulator za uvežbavanje i obuku u gađanju u različitim terenskim i vremenskim uslovima

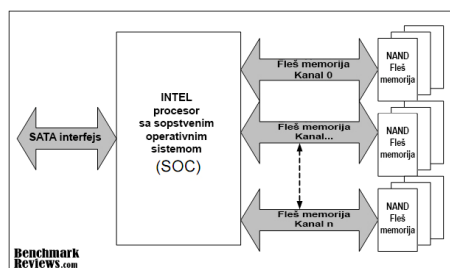
S obzirom na to da je reč o veoma sofisticiranom oružju, izuzetnih taktičko-tehničkih i ubojitih osobina, za njega je sačinjen i simulator za obučavanje.

Bacač granata XM25 sličan je po izgledu drugim bacačima granata Hekler i Koh/Alijant Tečsistems oružjima, s obzirom na to da je razvoj bio zajednički.

Kada je reč o razvoju municije za ovo oružje, planira se da borbeni komplet sadrži granate za neposredno eksplozivno dejstvo po cilju, zatim bojevu glavu sa visoko- eksplozivnim efektom (Heab – snažna eksplozija u vazduhu) i sa rasprskavajućim dejstvom. Predviđena je i granata sa termobaričnim efektom, za dejstvo u zatvorenim prostorima (u zgradama, podzemnim prolazima i pećinama). Pored toga, borbeni komplet će sadržavati i standardne granate za obuku, kao i nesmrtonosne projektele za dejstvo po uličnim demonstrantima i sl.

Sistem za upravljanje vatrom XM25 nosi naziv TAFCS (Target Acquisition Fire Control System), a razvili su ga inženjeri u laboratorijama L-3 Braširove komunikacije (L-3 Communications Brashear). On omogućava strelcu da precizno usmerava vatru na protivničke ciljeve u toku dana i noći (preko termalnog uređaja), u nepovoljnim vremenskim uslovima i na ciljeve iza prirodnih i veštačkih zaklona. Pored toga, oružje može dejstvovati i kroz otvore na zgradama po ciljevima unutar utvrđenih urbanih objekata. Laserski daljinomer omogućava da se izračuna udaljenost do prozora, a strelac programira granatu da eksplodira nekoliko metara nakon što uleti u prostoriju. Pri tome ne izaziva veća oštećenja unutrašnjeg skeleta zgrade. Na prednjoj strani oružja, odnosno na štitniku okidača nalazi se dugme za aktiviranje laserskog daljinomera. Strelac, takođe, ima kontrole za fino podešavanje opsega, za dodavanje ili oduzimanje daljine na kojoj će eksplodirati projektil. U okularu vidi krstić kojim usmerava oružje na cilj, podatke o temperaturi i pritisku, a posebno udaljenost. Sistem za upravljanje vatrom automatski procenjuje uticaj trenutne temperature vazduha i pritiska i uzima u obzir za proračunavanje balističke putanje zrna.

Celokupnim sistemom upravlja procesor Intel X25-M sa SATA memorijskim drajverom SSD (Solid State Drive).⁶² Procesor poboljšava odziv sistema za mobilne aplikacije preko standardnih memorijskih medija. Kombinovanjem Intelove NAND fleš memorije u tehnologiji od 20 nm, procesor preko kontrolera obezbeđuje čuvanje memorije na SATA (Native Serial Advanced Technology Attachment) hard disku, koji nema rotirajuće ploče i pokretnu glavu. Zbog toga procesor Intel preko SATA interfejsa omogućava brzo čitanje i zapisivanje podataka na X18-M/X25-M SSD kartici, što značajno ubrzava vremena pristupa do podataka i brze proračune. Ulazno-izlazni protok (I/O) veoma je brz i omogućava funkcionisanje elektrooptičkih komponenti na sistemu za upravljanje vatrom XM25, u realnom vremenu. Rad



Intelova arhitektura sa NAND i SATA memorijom upravlja sistemom za kontrolu vatre XM25

⁶² Intel X25-M SATA 80GB MLC SSD, Reviews Featured Reviews: Storage Written by Miles Cheatham, Sunday, 18 January 2009, http://archive.benchmarkreviews.com/index.php?option=com_content&task=view&id=283&Itemid=60&limit=1&limitstart=1 (Pristupljeno 20. 12. 2013. g.).

procesora X25-M deklarisan je na 50.000 ciklusa, što se odnosi na brzinu kojom procesor upiše neki podatak na disk, a zatim ga ukloni, pa opet obnovi.

Ova memorija ima veličinu 20 GB, što je sasvim dovoljno za funkcije koje obavlja sistem za upravljanje vatrom. Naravno, umetanjem 3D SSD memorije ona bi se mogla povećati i više od 128 GB. Vek njenog korišćenja veći je od pet godina. Postoje i prenosni gadžeti koji rade sa ovim procesorom, sa SATA HD od 80 GB.

U vojnoj teoriji XM25 je jedno od pametnih oruđa koja otvaraju vrata brojnim inteligentnim sistemima. To što je ovo oružje uvršteno među deset najperspektivnijih u 21. veku ukazuje da ideja poseduje taktički potencijal koji bi mogao promeniti lice modernog bojnog prostora, posebno kada je reč o borbi sa terorističkim snagama, koje primenjuju asimetrična dejstva. Brzina kojom ovo oružje može biti primenjeno, njegova tačnost ili preciznost pogađanja, odnosno efekti kojima se neutrališu protivnički ciljevi skriveni i iza veoma dobro utvrđenih objekata, uz pomoć računara koji koristi savremene rutine i algoritme da predvidi položaj protivničkog borca u nekoliko sekundi, pružaju osnove za dalji razvoj još savremenijih i inteligentnijih oružja. Od prvog korišćenja običnog smartfona na pešadijskom oružju, za izračunavanje balističkih elemenata prošlo je nekoliko godina. One su donele nove ideje koje će, nesumnjivo, uticati na savremenu taktiku oružane borbe.

Statistika iz 2006. godine, iz studije pripremljene za simpozijum o malom oružju i prateću izložbu, može da posluži kao primer za upoređivanje tadašnje i savremene vojne borbene tehnike. U to vreme, kada su još primenjivane standardna i klasična borbena dejstva pešadijskih jedinica, potrošnja municije bila je izuzetno velika.



Podaci o korišćenju municije po određenim vrstama ciljeva na bojištu 2006. godine

Municija koja dejstvuje iznad protivnika i pogađa ga i kada je u prirodnim zaklonima ili iza veštačkih objekata ukazivala je, već tada, na potrebu usavršavanja borbene tehnike. To je još uvek bilo vreme podrške pešadijskih jedinica oruđima sa ubacnom putanjom. Dakle, i mnogo pre nego što je informatička i druga tehnologija omogućila usavršavanje pešadijskog naoružanja, bilo je jasno šta utiče na efikasnost.⁶³ Neki noviji podaci i statistike iz borbenih dejstava Multinacionalnih snaga u Iraku i Avganistanu ukazali bi na značajnu prednost savremenih inteligentnih borbenih sistema.

Nikola Ostojić

⁶³ PM Crew Served Weapons Overview for the Small Arms Symposium & Exhibition, National Defense Industrial Association, 16-19 May 2006, Mr. Peter Errante – Deputy PM Crew Served Weapons; BG James R. Moran – Program Executive Officer Soldier; COL Carl A. Lipsit – PM Soldier Weapons.