

SIGURNOST KOMUNIKACIJA CIVILNIH BESPILOTNIH AVIONA

Slobodan Gvozdrenović, Petar Miroslavljević, Olja Čokorilo
Saobraćajni fakultet, Beograd

Rezime: *Razvoj komunikacione tehnologije bezpilotnih aviona (UAV) je veoma intenzivan. Sigurnost komunikacije UAV zavisi od frekvencije koje koriste za ostvarivanje razmene podataka sa centrima na zemlji, komunikacionih medija, sigurnosnih sistema i komunikacionih linkova. Za sada ne postoji jedinstveno komunikaciono rešenje koje će omogućiti civilnu primenu UAV. Karakteristike UAV dodatno potvrđuju činjenicu da nije moguće jedinstveno komunikaciono rešenje. Postoje razmatranja o upotrebi različitih frekvencija i modova što nameće problem raspoređivanja i širine frekvencijskog opsega, komunikacionog integriteta, sigurnosti od neovašćenog preuzimanja UAV i interoperabilnosti sa postojećim komunikacionim sistemima u vazduhu i na zemlji. Neophodno je ustanoviti pravac razvoja komunikacija za civilnu upotrebu UAV koji bi obuhvatala i dogovor o dodeli frekvencija kao i definisanje nivoa sigurnosti u komunikacijama.*

Ključne reči: *sigurnost, bezpilotni avion, komunikacije, frekvencije*

1. Uvod

Bezpilotni avioni (Unmanned Aerial Vehicles -UAV) imaju danas isključivo vojnu primenu koja je veoma restriktivna. Postoji interesovanje da se UAV sigurno integrišu u civilni vazdušni saobraćaj. U tekstu će se ukazati koji su postojeći problemi moguće primene UAV u civilnom vazduhoplovstvu kao i tehnologija komunikacija, koja mora da se razvije da bi se omogućila sigurna i ekonomična eksploatacija UAV u civilnom vazdušnom saobraćaju.

Inovacije i tehnološka rešenja do kojih se došlo u vojnim istraživačkim centrima u razvoju UAV su stvorile mogućnosti upotrebe UAV za naučna istraživanja, transport, fotogrametrijska istraživanja, itd. u civilnom vazduhoplovstvu. Problem aplikacije UAV u civilnom vazduhoplovstvu popšinja već ulaskom UAV u civilni vazdušni prostor. U već dobro organizovan sistem civilnog vazduhoplovstva ulazijedan potpuno nov oblik letenja.

Pri čemu bi let UAV bio implementiran u sistem kontrolisanog letenja koje je orjentisano komercijalnim tržištima i njihovim zakonima.

Trenutno UAV-i, u civilnom vazдушnom prostoru, obavljaju poletanja i sletanja i zaštićenim zonama, obično sa vojnih aerodroma. Primena UAV-a u civilno u komercijalno letenje, dovešće do rapidnog povećati korišćenje javnih aerodroma, primarno onih koje sada koristi generalna avijacija. Neke od tih operacija će stvoriti probleme za letenja aviona sa ljudskom posadom koje se obavljaju danas, pogotovo na manjim i nekontrolisanim aerodromima, iako se pretpostavlja da će većina UAV letova, u početku, biti zakazivana u vreme kada je manje opterećenje da bi se izbeglo mešanje sa letelicama sa ljudskom posadom.

Taksiranje od i ka pisti će zahtevati precizno kretanje na zemlji i sposobnost traženja drugih letelica i objekata (životinje, nanose snega, radne mašine) koje mogu biti blizu platformi ili taksi staza. Većina UAVa koji danas operišu na aerodromima nemaju tu sposobnost i zato se moraju dovući na pistu. Medjutim, UAVi će u budućnosti verovatno moći da taksiraju ili autonomno ili daljinskim komandama.

Mora se uzeti u obzir da će aerodromi morati da imaju infrastrukturu koja će omogućavati komunikaciji, kontrolu i pomoćne objekte za generisanje energije, ko i prostor za održavanje i smeštaj letelica. Specijalni sistemi, kao što je DGPS ili lasersko vođenje, mogu biti korišćeni za asistiranje pri sletanju i poletanju, kao i za taksiranje duž aerodroma. Ako promene u postojećim aerodromskim operacijama budu značajne, postoji mogućnost da će biti potrebni posebni sertifikati i obuka za pilote UAV-a, kontrolore leta na tornju, a moguće i za pilote koji lete u oblastima gde operišu i UAV-i. Nove aerodromske procedure će biti potrebne da upravljaju normalnim i emergency operacijama UAVa.

2. Primena UAV u civilnom vazдушnom saobraćaju

Da bi obezbedili siguran i efikasan ulazak UAV-a u vazdušni saobraćaj biće potrebno da UAV-i lete unutar postojećeg sistema civilnog vazdušnog saobraćaja. Procena o uticaju UAV-a na letove u vazdušnom saobraćaju će zavistiti od tipa UAV-a, njihovog broja, okruženja u kom lete, frekvencije letova, performansi, karakteristika i nivoa opreme koju poseduju, a odnosi se na infrastrukturu vazdušnog saobraćaja, kako sadašnju tako i planiranu. Iz razloga dosadašnjeg ograničenja UAV letova i stalnog sklanjanja iz sistema vazdušnog saobraćaja, veoma je teško proceniti uticaj uključivanja UAV u civilni saobraćaj drugačije nego analizom, modeliranjem i simulacijama.

3. Sigurnost komunikacija UAV

Pred implementacijom UAV u civilne svhe mogu postojati brojne prepreke kada je sigurnost u pitanju. Velike razlike u okruženju u kome se leti, profilima leta i veličini letelica predstavljaju veliki izazov za kontrolu sigurnosti. Sigurnosni zahtevi zemaljskih stanica, informacione infrastrukture, letelica i podataka mora biti uzeta kao pitanje od fundamentalnog značaja kada je u pitanju dizajn, operativna politika i procedure UAVa. Ako se uzme u odzir ranjivost UAV-a na sigurnosne prekršaje i oni

sami predstavljaju pretnju po sigurnost. Potencijalno široka pristupačnost savremenih UAV sistema predstavlja dodatnu pretnju po sigurnost.

4. Zemaljska infrastruktura

Operativna realizacija letova UAV-a će se izvoditi sa zemaljskih stanica. Ovi objekti će varirati od malih pokretnih stanica do velikih sistemama koji su povezani među sobom. U slučaju inveltacije UAV-a u civilne svrhe mora se razviti sigurnosni sistem za velike kontrolne stanice. Ovo postaje mnogo složenije pitanje kada se zna da će ove stanice i njihov uticaj biti rasprostranjene širom sveta.

Ovoj oblasti je posvećeno malo pažnje od strane UAV zajednice. Primena odgovarajućih sigurnosnih mera će biti lakša kada su u pitanju veliki sistemi nego kada su u pitanju male izdvojene stanice. Pored UAV kontrolnih objekata, komunikacionoj infrastrukturi će biti neophodno više alternativnih veza i puteva. Rizik za implementaciju je nizak jer je tehnologija potrebna za fizičko obezbeđenje velikih objekata već poznata. Cena za implementaciju sigurnosnih mera može da predstavlja prepreku.

5. Bezbednost komunikacionih signala

UAVi su u osnovi zavisni od veza sa zemeljskim stanicama, koje su široko geografski rasprostranjene. Ove veze se koriste za kontrolu vozila, nagledanje i za komunikaciju sa kontrolom leta i osetljive su na mnoge uticaje kao što su ometenja i interferencije ili pokušaje preuzimanja kontrole. Da bi se predupredilo ovo biće neophodan signal sa velikom zaštitom između letelice, zemaljske stanice i kontrole leta da bi se odobrio ulazak UAVa u NAS. Moderne zaštite, šifriranje i tehnologija za dešifrovanje koje se koriste mogu se pojaviti u uporebi i ovde.

Komunikaciona sigurnost zavisi od frekvencija koje se koriste, komunikacionih medija, tehnologije zaštite koja se koristi i prateće opreme komunikacionih linkova. Verovatnije je korišćenje zaštita za niske frekvencije i niže frekvencijske opsege nego za više. Generalno govoreći što je veća sigurnost to su slabije performanse i veća cena.

Vojska SAD je proizvela tehnologiju koja im omogućuje adekvatnu zaštitu satelitskih linkova (SATCOM) koje koriste veći UAVi. Sistem je skup i iz tog razloga nije pogodan za civilnu upotrebu. Moguće je da će neke civilne varijante vojnih sistema biti u upotrebi za UAVe.

Pored vojnih sistema, postoje i razne varijante tehnologije zaštite koje omogućuju civilnim sistemima da zaštite svoje linkove, ali mnoge od tih tehnologija ne mogu biti korišćene od strane svih UAV linkova koji su sada u upotrebi. Kao primer mogu navesti istraživanje koje sprovodi Japan's Advanced Telecommunications Research Institute gde rade na kriptografskom ključu koristeći fluktuirajući signal haotičnog lasera.

Obezbeđivaje mobilnih i bežičnih komunikacionih mreža će predstavljati stalni izazov ne samo za UAV-e već za sve postojeće i buduće komunikacione tehnologije. Potrebna je procena pretnje raznim sistemima veze i načina na koji ih možemo zaštititi od zloupotrebe. Stepen do kog možemo primeniti sigurnosne tehnologije će zavisiti od tipa

letelice, potencijalne štete koju može da izazove (koja će biti određena veličinom, brzinom i blizinom letelicama sa ljudskom posadom i naseljenim oblastima), operacijama za koje se upotrebljavaju i okruženju u kome lete. Samostalnost zaštite će biti definisana u zahtevima za sertifikaciju. Postoji zabrinutost da bi primena mnogo jake zaštite uticala na slabljenje efikasnosti samog sistema. Mere bezbednosti koje bi sa primenile na komunikacione sisteme i njihove komponente moraju se definisati na samom početku. Ovo bi trebalo da ustanovi bezbednosnu politiku koja sadrži i procenu pretnje samom sistemu, nivo bezbednosti koji se primenjuje na komunikacione podatke, procenu ranjivosti sistema i zahteva koji definišu način zaštite sistema.

6. Sigurnosti podataka

Vazduhoplovni podaci će biti korišćeni za planiranje UAV operacija i programiranje autonomnih sistema. U zavisnosti od podataka koji će se koristiti u UAV operacijama zahtevaće se i određen nivo integriteta istih. Ovo će zahtevati sistem ocenjivanja u više nivoa prioriteta za vreme leta. Sistem sigurnosti podataka mora da obezbedi prevenciju mogućih internacionalnih upada u sistem podataka.

SAD DoD mnogo zavisi od svojih informacionih sistema koji su deo centralizovane mreže. Da bi odgovorili bezbedonosnim zahtevima DoD razvija odgovarajuće tehnologije i programe kako bi sprečio sajber napade, a u isto vreme omogućava menadžeru informacionog sistema da vidi, presretne, odobri i preživi takve napade. Ovi vojni programi mogu biti prihvaćeni od strane vazduhoplovstva da štite podatke koji su vitalni za buduće letenje u civilnom vazдушnom saobraćaju.

Inicijative upravljanja podacima, kao što su System-Wide Information Management (SWIM), su dizajnirani da odgovore na zahteve vezane za sigurnost i integritet. Ove inicijative će, ako budu uspešne, osigurati veću tačnost, pouzdanost, i pristup podacima trenutnih misija. Već se vodi računa o tome kako sigurnost podataka utiče na moderne letelice sa ljudskom posadom. Povećanje oslanjanja na navigacione podatke za sisteme na letelicama, kao i druge podatke za planiranje letova, će verovatno biti prevaziđeno. Kontrolisanje procesa ulaza podataka, gde se dobri podaci mogu oceniti kao prioritetni za unošenje u flight management sistem –FMS UAV-a, može predstavljati najveći izazov.

7. Tehnološke i operativne kontrole

Sistemi i tipovi okruženja koje koriste UAV-i, posebno mali UAVi, pri operacijama poletanje i sletanje variraju. Neki UAV-i su sposobni da polete vertikalno kao helikopteri, drugi se lansiraju sa zgrada, vozila ili iz ruke. Ta različitost omogućava UAV ima da lete praktično u svakom okruženju uključujući i urbane sredine. Pored toga što ova fleksibilnost predstavlja plus, ona može predstavljati i minus po pitanju sigurnosti jer tajni letovi mogu lako biti izvedeni. UAV-i mogu biti upotrebljeni kao sistemi za ispuštanje hemiskog i biološkog oružja ako se uzme u obzir sposobnost UAV-a da ispusti aerosole ne pravom mestu i visini. Ova pretnja postavlja pitanje u vezi kontrole UAV operacija i tehnologije i kako se mogu razvijati a da se ne postavljaju nepotrebne restrikcije na tržištu.

8. Komunikacije za sigurno letenje UAV

Uspeh UAV civilnih letova zavisi od efektivnih i pouzdanih komunikacija. Većina UAV-a koristi tri tipa data linkova: link za kontrolu leta, link za monitorisanje sistema (telemetrija), i task link koji se koristi za kontrolu, upravljanje i monitorisanje raznih sistema na letelici. Efektivne i sigurne veze za podatke su od esencijalnog značaja za sve UAV letove.

Međutim, kako će UAV-i komunicirati sa pilotima na zemlji i sistemom kontrole leta i kako će upravljački i kontrolni podaci biti emitovani od i ka UAV-u ostaje oblast sa mnogo diskusija.

Većina UAVa koji danas lete u civilnom vazдушnom prostoru komuniciraju sa kontrolom leta koristeći VHF radio releje na UAVima. Ovo omogućuje transparentnost operacije kontrolorima i omogućuje da UAVi budu primećeni od strane drugih letelica.

Ovo je adekvatno za velike vojne ili civilne UAVe, ali problematično je da radio releje nose mali UAVi iz dva razloga. Prvi, većina UAVa ima ograničenja u teretu koji može da nosi i u snazi koju može da generiše i drugi postavljanje releja na letelicu i zemaljsku stanicu povećava verovatnoću otkaza sistema. Druga opcija je da se konstruiše sistem koji omogućava kontroloru leta da emituje na isti način kao i do sada, ali da postoji emitterski split između radija i zemaljske mreže koji direktno usmerava signal ka zemaljskoj kontrolnoj stanici. Ovo bi naravno iziskivalo velika infrastrukturna ulaganja i godine da bi se postigao nivo koji bi omogućio sertifikaciju ovih komunikacionih sistema.

9. Frekvencijski spektar

Trenutno nedostaju bezbedne civilne frekvencije za UAV komandne i kontrolne komunikacije. Dodeljivanje prostora unutar zaštićenog spektra može biti problematično jer je trenutni frekvencijski opseg koji se koristi u vazduhoplovstvu (118-137 MHz) previše zagušen da bi podržao postojeći razvoj vazdušnog saobraćaja, a kamoli nove servise. Međutim ako se moraju naći nove frekvencije najverovatnije je da će to biti unutar opsega 960-1215 Mhz i to u nižem delu, oko 970MHz.

Druga opcija je da se nastavi rad unutar ne regulisanih frekvencija. Možda se ove frekvencije mogu sertifikovati za upotrebu ako se obezbede dobre zaštite i rezervne solucije, ili u krajnjem slučaju UAVi mogu raditi i bez dodatnih frekvencija. DARPA radi na novoj generaciji komunikacionih sistema čiji spektri nisu alocirani, već umesto toga konstantno menjaju bazu koju koriste. Ovaj pristup se koristi na osnovu pretpostavke da se u jednom trenutku koristi samo 2% spektra koji je zauzet, znači veliki deo spektra ostaje ne upotrebljen. Ideja je da se razvije tehnologija koja može da iskoristi ne upotrebljen spektar, a da se ne meša sa postojećim korisnicima. Nije verovatno da će se ova tehnologija koristiti za kontrolni link.

10. Širina opsega

Drugo pitanje koje se postavlja je širina opsega. Gde se podaci emituju sa više platformi ka zemaljskim stanicama kontrole leta, kakav će slučaj biti tamo gde se koristi ADS-B, biće problema u komunikacionom pristupu (kašnjenja u preuzimanju i procesuiranju podataka), okvirima rešenja i gubicima usled kompresije i ti problemi će zahtevati šire frekvencijske opsege.

11. Komunikacioni modovi

Postoji više tehnologija koje se koriste ili se istražuju da mogu imati uticaj na radio komunikacije i datalink tehnologije koje se razmatraju. Na primer, u Evropi se testiraju datalinkovi koji koriste VHF digital Link (VDL)-4 mode. Drugi rade na upotrebi 802.11b "WiFi." Visoki frekvencijski opsezi koje koristi WiFi mogu da prenose komandne i kontrolne podatke sa video i drugih senzora preko interneta. Postoje komercijalne aplikacije koje omogućavaju korišćenje WiFi i preko linije horizonta. Međutim postoje striktna regulatorna ograničenja koja su postavljena WiFi sistemima koja mogu da ograniče njihovu upotrebu. Postoje ideje korišćenja ćeliske mreže predajnika. Čak se razmatra i korišćenje laserskih veza komunikacije za UAVE, ali najverovatnije je korišćenje sistema iridijumskih satelita niskih orbita (LEO). Studija koja je sprovedena 2003 pokazuje da je moguće korišćenje ovog (LEO) sistema kao dodatka za upravljanje i kontrolu UAV vojnih operacija preko linije horizonta, ali se ta mogućnost mora još ispitati. Australiska Aerosonde UAV (15kg , 26h leta) se koristi za meteorološke izveštaje iznad Pacifika a kontrološe se internet interfejsom.

12. Antene

Većina antena koje koriste civilne letelice sa ljudskom posadom su se pokazale kao problematične kada je u pitanju upotreba kod malih UAVa koji ne mogu da nose relativno velike antene. Napredne antene (film, sprej i nano antene) se istražuju kao zamena za klasične antene. Jedna od prednosti ovog novog dizajna, pored toga što su male i lagane, je što se mogu koristiti za više komunikacionih funkcija (GPS, radio releji, data linkovi). Ove antene su u ranoj fazi razvoja i možda neće još neko vreme ući u praktičnu upotrebu.

UAV komunikacione tehnologije i komponente su veoma dinamične. Pružanje samo jednog komunikacionog rešenja verovatno nije realno obzirom na razlike u veličini između UAVa, snage koju generišu, nivoa autonomnosti i misija koje lete. Kada se razmatraju različite varijante komunikacionih modova i frekvencija, postaviće se pitanje rasporedjivanja, širine opsega, komunikacionog integriteta, bezbednosti i interoperabilnosti sa postojećim sistemima komunikacije u vazduhu i na zemlji. Cena, snaga i težina će takodje otvoriti mnoge diskusije.

Da bi prišli rešavanju ovih problema potreban je pravac u kome će se razvijati UAV komunikacije. Zemaljske stanice, kontrola leta i letelice sa ljudskom posadom se moraju jednako razmatrati po ovom pitanju. Biće potrebno neko vreme da se dizajnira, dogovori (raspored frekvencija) i implementira rešenje za UAV komunikacije, ali pre nego što se pristupi rešavanju problema moraju se definisati potrebe u komunikacijama.

Ta definicija ne treba da se ograniči na jednu određenu tehnologiju ili sistem, niti da bude ekskluzivna za jednu zemlju ili region. Zahtevi moraju da budu dovoljno fleksibilni da dozvole inovativnim idejama i aplikacijama da budu istražene. Pravilan put za dogovaranje ovih zahteva di trebalo da bude kroz Required Communications Performance (RCP) koji je razvijen od strane ICAOa i civilnih vazduhoplovnih vlasti. Polje bežičnih i mrežnih komunikacija se rapidno menja sa napredkom novih koncepata, tehnologija i sposobnosti. Bilo bi pogrešno ograničiti buduće UAV komunikacione sistema na ono što poznajemo i što je dokazano danas.

13. Navigacija UAV letova

Da bi u budućnosti UAVi mogli da funkcionišu u civilnom vazдушnom pristoru, moraće da dostignu visok nivo navigacionih sposobnosti da bi mogli da odgovore na Required Navigational Performance (RNP) i reduced vertical separation minima (RVSM) kao i letelice sa ljudskom posadom. Najviše UAVa će za navigaciono vodjenje koristiti GPS i inercijalne sisteme, stim da će GPS biti prvi izbor zbog malih težina i niskih cena GPS setova. Kad se evropski Galileo sistem pojavi a sistemi SAD apgrejduju UAV zajednica će sigurno iskoristiti njihove prednosti.

Iako GPS pruža dobre navigacione podatke, postoje neke regulatorne prepreke koje bi mogle da onemoguće korišćenje tog sistema kod UAVa. FAA deo 91. na primer zahteva da letelica bude opremljena sa sistemom koj odgovara navigacionim sistemima na zemlji; FAA Advisory Circular 90-96 zahteva da u slučaju otkaza sistema prostorne navigacije (RNAV), za većinu UAVa će se i ovo bazirati na GPSu, letelica mora "zadržati sposobnost navigacije u skladu sa sistemima na zemlji" ("retain the capability to navigate relative to ground-based navigational aids.").

Dodatno vazdušni prevozioci očekuju da letelica bude opremljena sistemima navigacije koji su kompatibilni sa onima na ruti (Very High Frequency (VHF) Omnidirectional Range (VOR)). ICAO i EUROCONTROL traže navigacionu strukturu za satelitsku navigaciju koja se slaže sa rezervnim sistemima na zemlji. UAVi mogu da koriste i navigacione sisteme na zemlji ali je oprema previše teška za upotrebu na bilo kakvim osim velikim UAVima. Navigacija na zemlji nema dobru pokrivenost na malim visinama. Alternatima sistemima na zemlji su sistemi u svemiru, i oni se koriste. Na primer, postoje istraživanja sistema koji su bazirani na vidljivosti, ali su još uvek u eksperimentalnoj fazi.

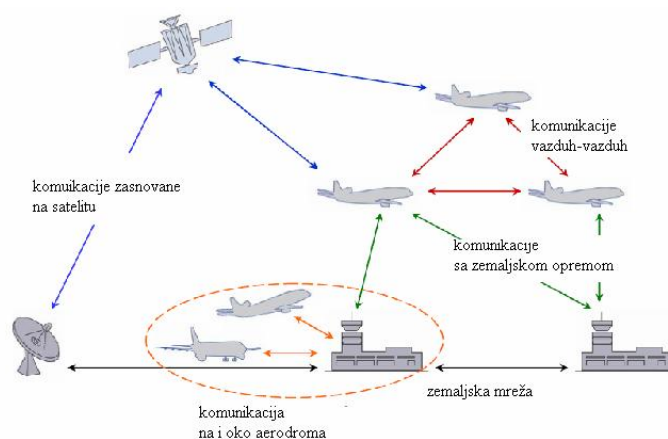
Navigacioni sistemi za sletanje takodje variraju medju UAV sistemima. Vojska SAD je razvila i radar za precizno sletanje i sistem vizuelnog prilaza sa kamerama koji asistiraju pilotu pri sletanju manuelnim kontrolama, kao kod Predatora. Kod potpuno autonomnih letelica mogu biti u upotrebljeni, ILS, MLS, ili transponder sistem sletanja. Medjutim postoji problem težine i cene koji onemogućavaju korišćenje ovih sistema kod većine UAVa. Od strane Britanskog ministarstva odbrane korišćeni su diferencijalni GPS (DGPS) pa i lasersko vodjenje na aerodromima da asistira pri sletanju.

Precizno merenje visine i druga navigaciona oprema na UAVima će biti potrebnaako će se koristiti sa 4-D letovima, RVSM i za druge navigacione standarde koji se budu razvili. Ovo je uglavnom pitanje za veće UAVe, a kod takvih letelica cena neće biti problem. Mali UAVi verovatno neće moći da postignu tako visoke standarde i neće

ulaziti u tako striktne navigacijske prostore. Manji UAVi bez obzira na navigacionu opremu, će morati da održe preciznu navigaciju da bi mogli da izbegnu vetrove na ruti.

Pouzdati navigacioni sistemi su vitalni za bezbedno operisanje UAVa u civilnom vazдушnom prostoru. Ti sistemi moraju biti precizni i sposobni da detektuju i isprave navigacijske greške po standardima regulatornih vlasti. U bliskoj budućnosti, satelitska navigacija će biti glavni navigacijski alat. Kada GPS sistem postane dovoljno jak, a dodatni sistemi kao što je Galileo dodju na tržište, potreba za zemaljskim navigacionim sistemima može biti prevaziđjena. Napredak kod UAV inercijalnih sistema će se povećati do mere da se oni mogu koristiti kao rezervni sistemi.

Mnoge primenjive navigacione tehnologije, koje mogu biti primenjene kod UAVa, već postoje u civilnom okruženju i već se primenjuju u vojsci, kao što su 4-D prostorna navigacija (RNAV), pa iz tog razloga možemo reći da je tehnički element ovog problema minimalan. Iako se radi na razvoju RNP-definisanih ruta, Standard Instrument Departure (SID), Standard Terminal Arrivals (STARs), i usavršavaju drugih navigacijskih procedura, malo njih će naći primenu u UAV operacijama. Većina UAVa će leteti van vazдушnih puteva, neće leteti point-to-poin, lećeće promenljivim i ponekad nepredvidivim rutama. Iz tog razloga razvoj navigacionih procedura za UAVE nije uzet u obzir kao glavno pitanje. Mnogo bitniji izazov će predstavljati definisanje prostora zabrane leta UAVa, posebno malih UAVa koji će leteti u urbanim sredinama, ove prostore bi trebalo definisati u digitalnom formatu. Takvi prostori bi mogli biti definisani iznad prostora osetljivih na buku, prostora velike gustine vazdušnog saobraćaja (putevi prilaza aerodromu), gusto naseljenih oblasti i drugi prostori gde se može pojaviti rizik po druge letelice i lica na zemlji.

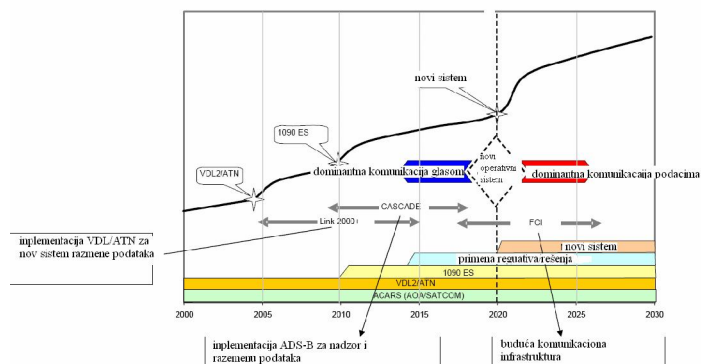


Slika 1. Integracija različitih komunikacionih sistema u vazduhoplovstvu u globalnu vazduhoplovnu mrežu sa nazivom "Networking the Sky"

14. Zaključak

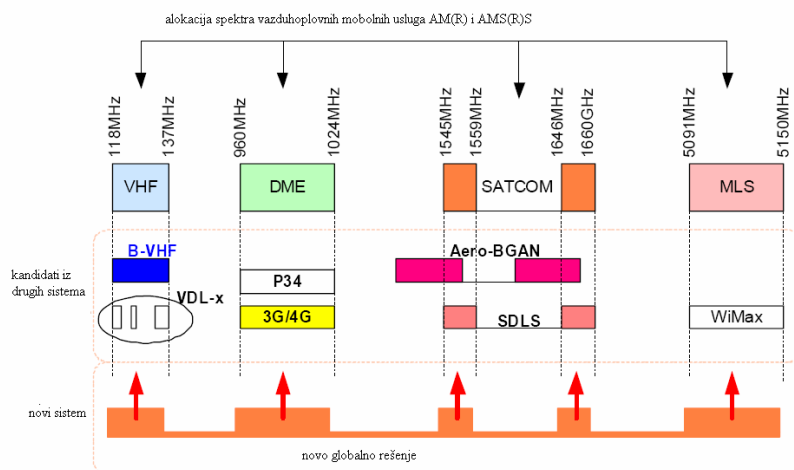
Postojeći sistem komunikacija je prezagrušen i kao takav mora da doživi značajne promene koje se zasnivaju na manje komunikacija govorom, a više

komunikacije podacima. Plan razvoja komunikaciju u civilnom vazдушnom saobraćaju je dat na slici 2. i slici 3.



Slika 2. Budući trendovi komunikacija u vazдушnom saobraćaju

Sistemi koji se predlažu u budućnosti, podrazumeva sve veću razmenu podataka putem data linkova kao što su VDL Mode2, HFDL, Satellite Communications Aero-H, a sve manju verbalnu analog voice komunikaciju (DSB-AM) koja je zasnovana na VHF i HF frekvencijama, stvorice prostor za uključivanje i UAV aviona u civilni vazdušni saobraćaj i transport.



Slika 3. Fleksibilna i efikasana upotreba alokacija u spektru vazduhoplovnih mobilnih komunikacija

Literatura

- [1]"Issues Concerning Integration of Unmanned Aerial Vehicles in Civil Airspace"
Matthew T. DeGarmo
- [2]"A report overview of the civil UAV capability assessment"
NASA Timoty H. Cox, Cristopher J. Nagy, Mark A. Skoog, Ryan Warner;
CSM.Inc. Ivan A. Somers
- [3]www.airforce-technology.com(23.08.2007.)
- [4]www.wikipedia.org(27.09.2007.)
- [5]www.aerosonde.com(21.10.2007.)
- [6]www.barnardmicrosystems.com(22.10.2007.)
- [7]www.cropcam.com(20.08.2007.)
- [8]www.darpa.mil(28.08.2007.)
- [9]www.nasa.gov(01.09.2007.)
- [10]www.tacticalaerospacegroup.com(17.10.2007.)

Abstract: *The development of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) is very dynamic. The UAV communication safety depend on frequencies which used for realization of data exchange with ground stations, communication media, safety system and communication link. Until now is not evident unique communication solution which will be able to bring to UAV civil implementation. In the addition characteristics of UAV also point that is not possible unique communication solution. Today is present idea of using different frequencies and modes which brings new problem of frequency schedule, width of frequency band, communication integrity, safety of UAV unauthorized overtaking and interoperability with present communication system in the air and on the ground. There is need for establishing way of civil UAV communication which will consist of frequency appointment and assurance of safety in communication.*

Key words: *safety, Unmanned Aerial Vehicles, communications, frequency*

**THE COMMUNICATION SAFETY
OF CIVIL UNMANNED AERIAL VEHICLES**
Slobodan Gvozdenović, Petar Mirosavljević , Olja Čokorilo