

Neki aspekti razvoja i primjene radio-astronomije

1. Razvoj radio-astronomije. Radio-astronomija je ogranak astronomije koji proučava razna svemirska tijela (zvijezde, galaksije, magline, Sunce, planete, meteore itd.) promatranjem i analizom radio-valova koje ta tijela emitiraju. Ova promatranja, osim podataka o položaju izvora radio-zračenja u svemirskom prostoru, pružaju podatke i o prirodi tih izvora, kao i o procesima koji se u njima razvijaju. Radio-astronomija uopće, a posebno radio-astronomija putem umjetnih satelita, je najmlađa grana astronomije, a proučava radiovalno zračenje svemirskih tijela, ali i odraze u interplanetarnom prostoru i visokoj atmosferi (radarska astronomija). U radio-astronomiji koristi se svojstvo nekih valova, dužine od 1 mm do 20—30 metara, koje atmosfera propušta i koji se mogu opažati bez obzira na naoblaku, dan ili noć. U drugom svjetskom ratu elektronika omogućila je nagli razvitak radio-astronomije.

Osnovni instrument radio-astronomije je radio-teleskop. Prvi radio-teleskopi koji su ušli u upotrebu odmah poslije drugog svjetskog rata bili su radari koji su bili posebno prilagođeni za prijem radio-zračenja na valnim dužinama koje su dolazile iz svemira. Nakon toga su ovi instrumenti usavršavani do te mjere da danas predstavljaju sredstva pomoću kojih se postižu izvanredni rezultati na području astronomije. Najveći radio-teleskop na svijetu nalazi se u opservatoriji u Jodrell Banku (Đordel Benk) čiji reflektor ima prečnik od 76 metara a težak je 800 tona, dok je cijeli instrument težak 2.000 tona koje se sastoje od pokretnog čelika i bezbroj vrlo složenih elektronskih uređaja sposobnih da prime, pojačaju i registriraju veoma slabe radio-sigale, koji dopiru do nas od nebeskih tijela udaljenih nekoliko milijardi svjetlosnih godina.¹

Naziv radio-teleskop za ovaj uređaj nastao je zato što po nekim konstrukcionim elementima podsjeća na klasični astronomski teleskop, a i zbog toga što i on služi promatranju i proučavanju dalekih nebeskih tijela. Radio-teleskop kao i klasični optički teleskop služi za prijem elektromagnetskih valova koje zrače nebeska tijela. Oni se međusobno razlikuju samo po tome što ovaj posljednji može primati svjetlosne valove, a radio-teleskop radio-valove. Danas je, međutim, znanstveno dokazano da većina nebeskih tijela zrači elektromagnetske valove najrazličitijih valnih dužina od najkraćih, nevidljivih gama, rentgenskih i ultraljubičastih zrakova, preko vidljivih svjetlosnih, do nevidljivih dugačkih infracrvenih i radio-valova. Do pronalaska radio-teleskopa astronomi su pomoću optičkih teleskopa mogli da dobiju informacije o nebeskim tijelima samo na valnim dužinama svjetlosti. Sada se pomoću radio-teleskopa mogu dobiti informacije i na valnim dužinama koje spadaju u područje radio-valova. Na taj način je povećana količina informacija koje se mogu dobiti o pojedinim nebeskim tijelima, a time su povećane i mogućnosti za njihovo proučavanje i dublje upoznavanje.

Revoluciju koju je izazvala primjena radio-valova za ispitivanje radio-svemira daleko je veća od one revolucije kada je izumljeno novo oružje u obliku teleskopa. I danas, kada smo u eri planiranja svemirskih raketa koje su s ljudskom posadom već stigle na Mjesec, a koje će kasnije ići i dalje, i kada su optički instrumenti i optičke metode dostigle maksimalnu granicu dokle mogu da prodru u svemir, radio-astronomija je granica dokučivog svemira pomakla do nekoliko milijardi svjetlosnih godina, a daljnji razvoj metoda radio-astronomskog istraživanja treba ovu granicu još da poveća. Dosadašnji rezultati na području radio-astronomije imaju veliki značaj kako za astronomiju uopće tako i za određene praktične primjene. Međutim, činjenica je da se od radio-astronomije očekuje odgovor na vječito pitanje o podrijetlu svemira i o načinu njegovog postanka, da li postoji još neka planeta na kojoj su ispunjeni uvjeti za život, kakvi su ob-

lici tog života, da li postoje druga inteligentna bića u svemiru, kakve su mogućnosti kontaktiranja s njima i uspostavljanja društvenih i pravnih odnosa.

2. Primjena radio-astronomije. Vlastito gibanje zvijezda stajačica prvi je utvrdio E. Halley (Heli) 1718. godine, a prije 30 godina Karl Jansky je otkrio da iz dubina svemira dopiru elektromagnetski valovi. Ranije se tom otkriću nije davao neki naročiti značaj, ali kada su novi uređaji pokazali da elektromagnetski valovi potječu od nepoznatih izvora, udaljenih od nas stotinama, tisućama i milijunima svjetlosnih godina, ubrzo se razjasnilo da se neki od tih izvora poklapaju sa galaksijama. Danas je dokazano da dio tih zračenja potječe od izvora koji se nalaze izvan Mliječnog puta. Godine 1951. Hanbury Brown (Henderi Braun) je dokazao da maglina Andromede, koja je udaljena oko dva milijuna svjetlosnih godina od Mliječnog puta, isijava radio-valove iste jačine kao naša galaksija. Danas se pretpostavlja da je to zajednička osobina svih velikih spiralnih galaksija.

Dio astronomije u kome se pomoću radio-teleskopa istražuju i proučavaju nebeska tijela, zvijezdani sustavi, galaksije i meta-galaksija po njihovom vlastitom zračenju u dijapazonu valova od nekoliko milimetara do 40 centimetara naziva se — radio-astronomija. Radio-astronomska istraživanja mogu dati niz dragocjenih podataka o atmosferi Sunca, čiji različiti slojevi zrače energiju na raznim valnim dužinama, o aktivnim pojavama na Suncu (pjege, protuberance i dr.), što omogućava pravljenje prognoze o pojavama korpuskularnih strujanja (uključujući svemirske zrake Sunčevog podrijetla) koja izazivaju poremećaje u atmosferi naše planete i opasna su za svemirske brodove, o svjetlosnim, temperaturnim i drugim karakteristikama površinskih slojeva i atmosfere planeta. o radio-poremećajima u trenutku optičkih bljeskova nekih formacije o fizičkim uvjetima u ispitivanim područjima zvijezda u našoj galaksiji, koji nam daju određene in- i o meta-galaksiji u kojoj su otkrivena preko 104 izvora radio-zračenja; od kojih su najinteresantniji i najtajanstveniji kvazari, karakteristični po rekordnom radio-zračenju, izvanredno velikoj udaljenosti od Zemlje i brzini promjena koje se događaju u njima.

Radio-astronomija je prvenstveno vezana uz proizvodnju, širenje i primanje radio-valova. Radio-valovi, kao i svjetlost, jesu elektromagnetske vibracije koji putuju istom brzinom kao i svjetlost, a razlikuju se od vidljive svjetlosti po svojoj dužini. Tehnika odašiljanja i primanja radio-valova u radio-astronomiji je gotovo ista kao kod primjene radara za detektiranje i lokaliziranje aviona, brodova, i drugih predmeta za vrijeme prošlog rata. Radio-aparat koji se upotrebljava za astronomska opažanja sastoji se od predajnika koji u pravilnim vremenskim razmacima šalje impulse valova. Kada ti impulsi dođu do nekog predmeta koji može biti ili čvrsto tijelo, ili neka druga formacija u Zemljinj atmosferi, dio upadne energije ovih valova se reflektira i radio-jeka se vraća stanicu, gdje se prima i pojačava. Budući da radio-valovi putuju određenom brzinom, mjerenjem vremena između emisije i detekcije svakog impulsa može se ustanoviti udaljenost i oblik predmeta od kojega su se reflektirali.

U stvari, danas radio-astronomija po svojoj važnosti predstavlja najmoćniji instrument istraživanja koji u pogledu postavljanja teorija o evoluciji svemira najviše obećava. Radio-astronomska služba omogućava proučavanje magnetskih polja vrlo dalekih područja svemira, a mnogi podaci do kojih ona dolazi jedinstveni su jer njih ne mogu proučiti optičke ili bilo koje druge metode,

¹ Svjetlosna godina je put koji svjetlost pređe za jednu godinu, krećući se brzinom od 300.000 km na sekundu.

jedno od njenih najspektakularnijih obilježja leži u činjenici što ona omogućava prodor u područja svemira koja su još udaljenija od onih što ih najsnažniji teleskopi mogu doseći. U novije vrijeme radio-astronomija kao navigacijsko pomagalo omogućit će upravljanje svemirskim letjelicama putem nevidljivih zračenja zvijezda na koje ne mogu utjecati nikakve optičke interferencije oblaka ili Zemljinog magnetizma u blizini južnog odnosno sjevernog pola. Danas postoje velike disk-antene s ogromnim promjerom i akcionim radijusom koje predstavljaju savršeni instrumenti za praćenje letjelica i omogućavaju komuniciranje na udaljenost od 150 milijuna milja sa 150-vatnim odašiljačem. Radio-astronomija ima također veliku ulogu u predstavljanju poremećaja na Suncu, magnetskih oluja i srodnih pojava, što omogućuju da se izbjegnu neke vrste opasnih radijacija za vrijeme svemirskih ljetova s ljudskom posadom.

a) **Radijacija.** U dnevnim novinama zabilježeni su razni podaci prikupljeni pomoću satelita koji se razmatraju na zajedničkom sastanku predstavnika američke Akademije znanosti i američkog Društva za fiziku. Oni su objavili da su sateliti, pored ostalog, zabilježili neodređeni tip radijacija u svemiru koji svojom jačinom može paralizirati djelovanje svemirskih zraka. Tim povodom dr James A. Van Allen (Džems A. Van Alen) je rekao da ljudska bića moraju imati odgovarajuća zaštitna sredstva da bi ispunile uvjete opstanka više od pet sati na visini od preko 1000 milja. Prema izvještajima sa satelita Vanguarda I (Vangvard), koje je interpretirao Van Allen, u pojasu preko 1000 milja od Zemlje zapažaju se impulzije čestica koje su u sekundi sto puta veće nego što se očekivalo. Radijacije su bile tako intenzivne da su povremeno snažno potresale Gajgerov brojač. Pretpostavlja se da ove čestice potječu sa Sunca, dok neki učenjaci smatraju da svemirski zraci potječu iz međuzvezdanog prostora koji je daleko iza Sunca. Van Allen je iznio hipotezu da se ova potencijalno opasna radijacija možda ograničava samo na svemirsku zonu duboku nekoliko stotina ili tisuća milja.

b) **Jonosfera.** Jonosfera je omotač joniziranog plina koji obuhvaća Zemljinu površinu počevši od visine od oko stotinu milja iznad Zemlje, a gustina elektrona se mijenja u zavisnosti od Sunčeve svjetlosti koja padne na njih. Najveći praktični značaj jonosfere je njena sposobnost i da odbija radio-valove za prijenos emisija i time omogućava kratkovalne veze u cijelom svijetu. Međutim jonosfera je vrlo složena po svom sastavu, ona mijenja svoj sastav na veoma zamršen način. Najveći dio našeg znanja o gustoći elektrona dobili smo standardnim ispitivanjem jonosfere pomoću radarske tehnike, ali to se odnosi na donji dio jonosfere. Radio-valovi koji prodru u predio maksimalne gustoće elektrona, nikad se ne vraćaju, a pomoću radara prikupljeni su samo neki nepotpuni podaci o nepravilnostima u gornjem dijelu takozvanog F. sloja jonosfere.² Za radio-astronomiju jonosfera predstavlja također smetnju jer je u stanju da izobličiti sliku radio-izvora koji se nalaze iza nje, ali su radio-fizičari, i pored toga, našli da su baš ta izobličenja neobično zanimljiva za proučavanje jonosfere. Učenjaci su došli do zaključka da se u ovom dijelu svemira nalazi jedan naelektrizirani sloj zraka u kome tepere slobodni elektroni pod utjecajem radio-električnih valova. Ovaj naelektrizirani sloj upija jedan dio elektromagnetskih valova, a ostale vraća u pravcu Zemlje.

c) **Uloga umjetnih satelita u radio-astronomiji.** Postoje velika područja zračenja u svemiru koje ne možemo utvrditi sa Zemlje, jer zrake tih valnih dužina naša atmosfera gotovo u potpunosti upija. Za ispitivanje sa Zemlje ovih vrsta zračenja nećemo moći konstatirati instrumente, jer ovi zraci i ne dopiru do nas. Da bismo ta zračenja mogli ispitati, moramo se izdići iznad atmosfere. Još prvi umjetni sateliti su nam dali neke podatke o postojanju tih zračenja. Kasnija ispitivanja utvrdila su da postoje mogućnosti ustanovljavanja stalnih istraživačkih stanica. Ova ispitivanja su bila veoma potrebna zato što su ova zračenja vrlo opasna po čovjeka. Ljudski organizam je prilagođen onim zračenjima koja dopiru do

nas i sva druga zračenja mogu biti smrtonosna ili zvatati razna oboljenja. Prema tome bilo je potrebno ustanoviti kakve zaštitne mjere treba poduzeti da bi čovjek bez opasnosti mogao boraviti iznad atmosfere. Astronomske stanice iznad atmosfere bit će smještene na velikim satelitima, koji će kružiti oko Zemlje a veza sa Zemljom će se održavati putem radio-komunikacija.

Na ovim satelitima bit će smješteni razni instrumenti za ispitivanje onih zračenja koja ne dopiru do Zemlje. Time se otvara novo široko polje astronomskih istraživanja koja nam omogućuju cjelovitu predodžbu o svijetu oko nas.

Prvi astronomski opservatorij-satelit »OAO2« (Orbiting Astronomical Observatory) lansiran je 12. X 1968. godine u približno kružnu putanju na visini otprilike 800 km. Ukupna je masa tog tipičnog satelita otprilike 1700 kg, a sastoji se od 44000 dijelova. Opremljen je sa jedanaest teleskopa i nekoliko detektora gama-zraka i X-zraka. To je zapravo leteći opservatorij, neprestano orijentiran prema izabranim zvijezdama, tako da nebeska tijela koja treba promatrati budu neprekidno u vidnom polju njegovih instrumenata. Time je prvi put omogućeno dugotrajno promatranje nebeskih tijela izvan Zemljine atmosfere.

Oblaci i magle kao i druge nepogode, onemogućuju redovna promatranja. I prelamanje zrakova prave velike smetnje. Kad zraci upadaju koso iz srednjih u gušće slojeve našeg zračnog omotača, oni se tada pomalo prelamaju te pravac u kome mi vidimo zvijezdu nije sasvim isti kao i stvarni njen pravac. Taj je pravac izmijenjen utoliko više ukoliko je zvijezda bliža horizontu. Astronomi posebnim načinom računanja otklanjaju ovu razliku. Razvitak astronautike i astronomije usko je vezan s proračunima. U tome veliku ulogu imaju elektronski računski strojevi. Praćenje umjetnih satelita na njihovoj putanji ne bi se moglo zamisliti bez brzo obavljenih računa u pogledu njihovih putanja i bez brzih promjena u tim računima na bazi razlika između položaja dobijenih promatranjima i položaja nadenih računom. A bez redovnog praćenja satelita na njihovom putu astronomskog ispitivanja koje dobivamo od njih bili bi nepotpuni i netočni. Spomenuti orbitalni astronomski opservatorij uputio je na Zemlju više od 1170 fotografija zvjezdanih polja. On istražuje svakog dana stotine zvijezda, usredotočuje se posebno na ultravioletni dio elektromagnetskog spektra. Na osnovi podataka dobivenih posredstvom ovog opservatorija može se pretpostaviti da bi svemir mogao biti mnogo veći nego što se dosad mislilo. Astronomi očekuju da će se proučavanjem fotografija snimljenih iz letećih opservatorija dobiti mnogo točnija slika o svemiru, a možda i posve nova predožba o postanku i razvoju zvijezda.

3. **Organizacijski i pravni aspekti radio-astronomije.** Neophodna je puna međunarodna suradnja u svim granama astronomije a pogotovo u radio-astronomiji. Da bi se što uspješnije vršila promatranja nebeskih tijela i hvatala njihova isijavanja te putem znanstvenih istraživanja moglo donositi određene zaključke, potrebna je suradnja kako na međunarodnoj tako i regionalnoj osnovi. U tu svrhu osnovan je Međunarodni astronomski savez (International Astronomical Union — IAU), koji održava svoju godišnju skupštinu i astronomi iz cijelog svijeta se sastanu da raspravljaju o svim vidovima astronomije, od računanja vremena do pravljenja teleskopa, o unutrašnjem izgledu zvijezda i granicama svemira. U toku posljednje dvije skupštine, kada su glavni sastanci održani u Dublinu (Dablin) i Moskvi, razgovor o radio-astronomiji bio je tako obiman da su samo o toj materiji održavani posebni simpoziji. Takvi sastanci održani su u Manchesteru (Mančestr) 1955. i u Parizu 1958. godine, a svaki od ovih sastanaka trajao je po sedam dana. Prisustvovalo je samo po nekoliko predstavnika svake radio-opservatorije, ali je i pored toga na pariskom sastanku bilo dvije stotine delegata. Zahvaljujući velikom interesu pojedinaca kao i nekih nacionalnih i međunarod-

² U jonosferi postoje nekoliko slojeva, tako npr. E-sloj, F-sloj, D-sloj, F1-sloj, F2-sloj.

nih organizacija i ustanova došlo je do osnivanja astronomskih opservatorija. Tako su osnovane, između ostalih, tri najveće opservatorije na svijetu. Dvije su sveučilišne laboratorije i to opservatorija Mulard u Cambridgeu (Kembridž) i Jodrell Banku (Džodrel Benk) u Manchesteru (Mančester). Treća je u Sidney (Sidney) i nju vodi Organizacija za znanstvena i tehnička istraživanja Britanske zajednice naroda. Još 1675. godine osnovao je engleski kralj Charles II (Čarl) Kraljevsku griničku opservatoriju s posebnom namjerom da pomaže plovidbu na moru, a koja se i danas nalazi pod Admiralitetom.

Na evropskom kontinentu najviše su radio-astronomiji pridonijele opservatorije u Parizu i Leidenu (Laiden). U tim opservatorijama radio-tehniku su smatrali kao dio opće tehnike, a radio-astronomija je postala redovna sveučilišna nastava. Pod rukovodstvom stalnog stručnog osoblja studenti uče tehniku i teoriju nove znanosti a imaju prilike i za pojedinačna istraživanja. Poslije završenih studija mnogi odlaze na nove opservato-

rije kojih ima gotovo u svim zemljama. Duh naučnog istraživanja usvojila su i mnoga sveučilišta u Sjedinjenim Američkim Državama, a u tome se osobito ističe Harvardsko sveučilište. Organizacija astronomije u Sovjetskom Savezu je drukčije uređena. Tamo nisu opservatorije neposredno povezane sa sveučilištem. Za vrijeme prošlog rata bile su potpuno uništene pa je trebala velika državna pomoć da se opet podignu, osobito čuvena Pulkovska opservatorija u blizini Lenjingrada.

U istraživanju svemirskog prostora, bilo slanjem satelita s ljudskom posadom ili ispitivanjem pomoću automatskih svemirskih stanica koristi se radio-astronomija, jer ona igra značajnu ulogu u praćenju satelita. Isto tako veliku ulogu imaju umjetni sateliti u radio-astronomiji, jer su oni nosioci radio-astronomskih instrumenata. Već je lansirano nekoliko astronomskih satelita koji su pokazali veoma dobre rezultate. Ovdje ćemo navesti neke od njih:

Red br.	Naziv satelita	Zemlja	Dan lansiranja	Perigej i Apogej	Frekvencije	Primjeka
1.	"OAO-2"	SAD	12. X 1968.	—	—	Kruži na visini od 800 km, radi snimanja situacija.
2.	"OSO-5"	SAD	22. I 1969.	578 km 550 km	136,29 MHz	Orbitni opservatorij za mjerenje Sunčeve energije i radijacije.
3.	"ISIS-A"	Kanada	30. I 1969.	580 km 3521 km	401,75 MHz 136,08 MHz 136,59 MHz 137,95 MHz 136,41 MHz	Opremljen instrumentima za proučavanje jonosfere.
4.	"ZOND-7"	SSSR	7. VIII 1969.	—	—	Automatska stanica. Snima Mjesec i Zemlju i ispituje druge pojave u svemiru.
5.	"OSO-6"	SAD	9 VIII 1969.	489 km 550 km	136 MHz 710 MHz	Orbitni opservatorij za mjerenje Sunčeve energije i radijacije.
6.	"Intercosmos-4"	SSSR	14. X 1970.	263 km 668 km	—	Opremljen naučnim instrumentima za proučavanje fenomena u slojevima visokim atmosfere.
7.	"ZOND-8"	SSSR	20. X 1970.	—	—	Automatska stanica. Snima Mjesec i Zemlju i ispituje druge pojave u svemiru.
8.	"SAS-1"	SAD	12. XII 1970.	531 km 572 km	136,68 MHz	Mali astronomski satelit opremljen instrumentima za proučavanje zrakova X.

Evropske organizacije također vrše pripreme za lansiranje astronomskih satelita. Tako Evropska organizacija za istraživanje svemira (European Space Research Organization — ESRO) u svom programu predviđa suradnju u pogledu lansiranja astronomskih satelita. Proučavanje i pripreme za njihovu opremu vrše se u znanstvenim institutima Velike Britanije, Francuske i SR Njemačke. Za lansiranje tih satelita predviđena je raketa »Europa« Evropske organizacije za razvoj i izgradnju raketnih sustava za lansiranje satelita (European Launcher Development Organization-ELDO).

Raspodjela frekvencija odlučujući je elemenat čitave aktivnosti radio-komunikacija ne samo u zračnom nego

i u kozmičkom prostoru. Zbog toga je Administrativna konferencija za radio-komunikacije, koja je zasjedala u Ženevi 1959. godine, izvršila raspodjelu frekventnih opsega po radio-službama. Ova konferencija priznala je radio-astronomiju kao radio-električnu službu. Tada su dodijeljene frekvencije i za potrebe svemirske službe odnosno službe Zemlja-svemir. Ali, s obzirom na nagli razvoj svemirske radio-komunikacije, ove frekvencije nisu više odgovarale svrsi. Zbog toga je održana Izvanredna administrativna radio-konferencija u Ženevi 1963. godine na kojoj su određeni novi opsezi frekvencije za razne službe u svemiru između kojih i frekvencije za radio-astronomiju odnosno istraživanja u svemiru, koje ovdje navodimo:

<i>Službe</i>	<i>Region 1</i>	<i>Region 2</i>	<i>Region 3</i>
1. Služba istraživanja u svemiru	15762-15768 kHz	19990-20010 kHz	19990-20010 kHz
	18039-18036 kHz	39986-40002 MHz	39986-40002 MHz
	30005-30010 MHz	—	—
	8400-8500 MHz	8400-8500 MHz	8400-8500 MHz
	15,25-15,35 GHz	—	—
	31-31,3 GHz	31,5-31,8 GHz	31,5-31,8 GHz
	31,8-32,3GHz	—	—
	34,2-35,2 GHz	—	—
2. Služba istraživanja u svemiru (telemetrija i praćenje)	136-137 MHz	136-137 MHz	136-137 MHz
	143,6143,65 MHz	—	—
	1700-1710 MHz	1700-1710 MHz	1700-1710 MHz
3. Pokretna služba istraživanja u svemiru (telemjerenje i praćenje)	400,05-401 MHz	143,6-143,65 MHz	143,6-143,65 MHz
4. Služba istraživanja u svemiru (telemjerenja i praćenja u dalekom svemiru	2290-2300 MHz	2290-2300 MHz	2290-2300 MHz
5. Služba istraživanja u svemiru (daleki svemir)	5670-5725 MHz	—	—

Posljednje decenije radio-astronomija se rapidno razvijala. Broj opservatorija i zbirna površina velikih radio-teleskopa povećavaju se geometrijskom progresijom. Zbog toga su potrebni veliki uređaji, a njihov prinos astronomiji već je sada veoma značajan. Radio-astronomija dijeli radio-spektar s mnogim drugim radio-službama: radio-vezom, navigacijskom službom, daljinomjerima, radarom, televizijom. Zbog toga je potreban međunarodni sporazum u pogledu radio-spektra među korisnicima. Ta raspodjela mora biti na međunarodnoj osnovi bez ikakve diskriminacije. Međunarodni antronomski savez, u suradnji s Međunarodnim savezom za telekomunikacije, brine se za pravilnu podjelu radio-spektra i dodjelu odgovarajućih radio-frekvencija za potrebe radio-astronomije.

Opsezi frekvencije 2.890-2.700 MHz i 4.990-5.000 MHz pridijeljeni su između ostalih služba, još i službi radio-astronomije. Dodjeljujući ove frekvencije stanicama drugih službi kojima ovi opsezi pripadaju, odgovorne uprave su dužne da poduzmu sve potrebne mjere radi zaštite radio-astronomskih posmatranja od svih štetnih smetnji. Služba radio-astronomije, u odnosu na emisije službi koje rade u drugim opsezima uživati će isti stupanj zaštite kao ove službe u odnosu jedne na drugu.

Radio-astronomska služba se uveliko razlikuje od drugih radio-službi jer ona radi samo s uređajima za primanje, a osim toga signali koje ona koristi izvanredno su slabi i osjetljiviji na smetnje i oni ne mogu ometati rad drugih radio-službi. Prema tome potrebno je osigurati veću zaštitu u opsezima frekvencija koji su pridijeljeni radio-astronomskoj službi.

LITERATURA:

1. Andrew G. Haley, Space Law Government, New York 1963.
2. Božidar Popović, Od zvezdočitača do veštačkih satelita, Beograd 1960.
3. Dr Davorin Bazjanac, Svemirski letovi, Zagreb, 1970.
4. F. Graham Smith, Radio-Astronomy, London 1965.
5. J. Goldberg, Astronomija, Zagreb, 1950.
6. S. Rozgaj, Razvitak astronomije, Zagreb, 1951.
7. Kozmoplov, br. 12, Beograd, 1969.
8. Sovjetska tehnika od 3. I 1963.
9. »Vjesnik«, Zagreb, 28. V 1969.
10. Journal des telecommunications, No. 4, Ženeva, 1970.