

PAR PAVADOŅU TELEVĪZIJAS ANTENĀM UN TO UZSTĀDĪŠANU

Pavadoņu sakaru izmantošana ieņem aizvien plašāku vietu daudzās mūsdienu dzīves nozarēs. Vairumam lasītāju būs interese par pavadoņu televīzijas antenu (satelītantenu) izmantošanu TV un radioraidījumu uztveršanā. Vēl 1945. gadā angļu rakstnieks Arturs Klarks izteica ideju par trīs pavadoņu izvietojumu 120° attālumā ģeostacionārajā orbitā ap Zemi globālās televīzijas vajadzībām. Šodien šajā orbitā izvietoti vairāki simti pavadoņu, no kuriem vairāki desmiti tiek izmantoti TV un radioraidījumu translēšanai.

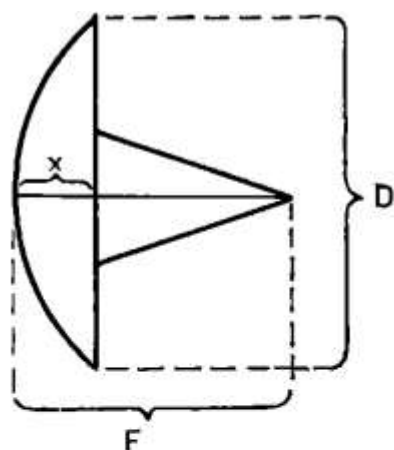
Ģeostacionārā orbita atrodas Zemes ekvatora plaknē 35 790 km attālumā no Zemes virsma. Šīs orbitas galvenā īpašība ir tā, ka tajā izvietotie pavadoņi riņķo ap Zemi ar tādu leņķisko ātrumu, kas sakrīt ar Zemes griešanās leņķisko ātrumu un virzienu. Tādēļ attiecībā pret uztveršanas iekārtām uz Zemes šie pavadoņi ieņem praktiski fiksētas vietas uz debess fona, kas ļoti atvieglo signālu uztveršanu ar samērā vienkāršiem tehniskiem līdzekļiem. Ģeostacionāros pavadoņus palaiž ar vairākpakāpju raķešiem, vispirms nogādājot zemajā (augstums ap 300 km) orbitā, tad, iedarbinot papildu raķešu pakāpi, pavadoņi ievada izstieptā eliptiskā orbitā. Šīs orbitas tālākajā punktā vēlreiz ieslēdzot raķešdzinēju, pavadoņi tiek ievadīti ģeostacionārajā orbitā.

Kad pavadoņi nokļūvis paredzamajā pozīcijā, tiek izvērtēti Saules bateriju «spārni», kas ģenerē elektroenerģiju pavadoņa uztveršanas, kontroles un raidīšanas iekārtu vajadzībām. Jaunākās paaudzes Saules bateriju paneļu

jauda sasniedz 3 kW un «spārnu vēziens» — līdz 25 m. Pirmā TV kanāla (ar papildu audio-kanālu un radiokanāliem) raidītājam (transponderam) atvēlētā jauda sasniedz 50 W. Saules un Mēness gravitācijas iespaidā ģeostacionārais pavadoņi ar laiku novirzās no paredzētās pozīcijas. Šo novirzi kompensē, ar komandām no Zemes ieslēdzot nelielus manevrēšanas dzinējus. Degvielas pavadoņa noturēšanai pareizā orbitā pietiek apmēram 7—10 gadiem. Tas praktiski arī nosaka viena pavadoņa mūžu.

Zemes uztveršanas iekārtās plaši izmanto paraboliskās, plakanās (no daudziem dipoliem samontētās) un t. s. ārpusass (novirzītās) antenas, kuru virsma atbilst rotācijas paraboloida sānu virsmas daļai (tās sauc arī par ofset-antennām). TV un radiokanālu kvalitatīvai uztveršanai Latvijas apstākļos pietiek ar antenām, kuru diametrs ir 1,2—1,4 m. Viena pavadoņa signālu uztveršanai izmanto nekustīgas antenas, bet vairāku pavadoņu signālu uztveršanai izmanto uz azimutālā vai ekvatoriālā montējuma stiprinātas antenas.

Parabolisko un ārpusass antenu galvenie parametri ir to efektīvais diametrs un fokusa attālumš, bet plakanām antenām — efektīvais laukums (sk. 1. att.). Plaši izmantojamo parabolisko antenu fokusa F un diametra D attiecība ir robežās 0,35—0,75. Antenas fokusa attālumš pēc tās diametra D un dziļuma X var noteikt pēc formulas: $F = D^2 / (16X)$. Antenas virsmai jāatbilst paraboloida virsmai ar precizitāti (0,05—0,1) λ , kur λ ir uztveramā



1. att. Satelītantenu galvenie raksturlielumi ir diametrs D , lokusa attālums F un dziļums X

vijņa garums. Ja antenas paraboloida virsma izveidota no metāla sieta, tad sieta «acu» izmēriem ir jābūt lielākiem par šiem skaitļiem. Tā saucamajā Eiropas diapazonā (10,7—12,75 GHz) šai virsmas «tīrībai» jābūt 1,5—3,0 mm robežās. No astronomiskā viedokļa satelītantena ir neliels radioteleskops, kurš «jānotēmē» uz vajadzīgo pavadoņi ar precizitāti 0,2—0,3° (sk. 2. att.)

Pavadoņu TV un radioraidījumu uztveršanai izmanto šādus diapazonus: C (3,6—4,2 GHz);

Ku (10,7—12,5 GHz); BBS (12,5—12,75 GHz, Business Band Service). C diapazons vēsturiski izveidojies pirmais, un šodien to izmanto vairs tikai daži Krievijas un «trešajai pasaulei» domātie pavadoņi. Visplašāk tiek izmantots Ku diapazons.

Pavadoņa pozīciju raksturo ar orbitālo garumu S (grādos) attiecībā pret Griničas meridiānu. Uz rietumiem no Griničas meridiāna tas ir negatīvs, uz austrumiem — pozitīvs. Lai noteiktu pavadoņa koordinātas horizontālajā koordinātu sistēmā konkrētā ģeogrāfiskajā vietā, jāzina šādi lielumi: dotās vietas ģeogrāfiskais garums — A (°); ģeogrāfiskais platumš — B (°); pavadoņa pozīcija — S (°). Pavadoņa azimutu Az aprēķina pēc formulas:

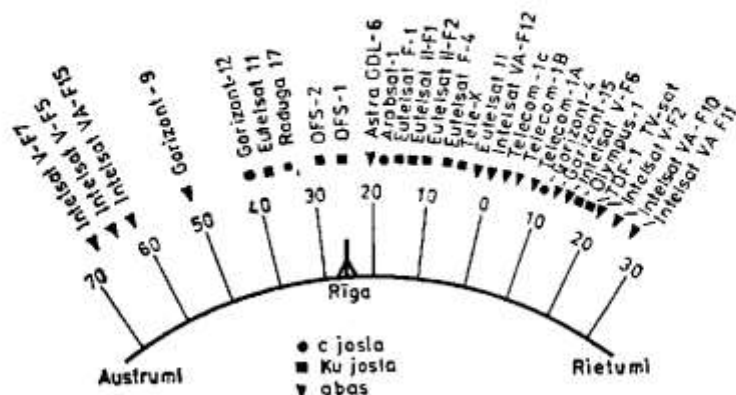
$$Az = \arctg \frac{\lg(S-A)}{\sin B}$$

Pavadoņa augstumu virs horizonta EI aprēķina pēc formulas:

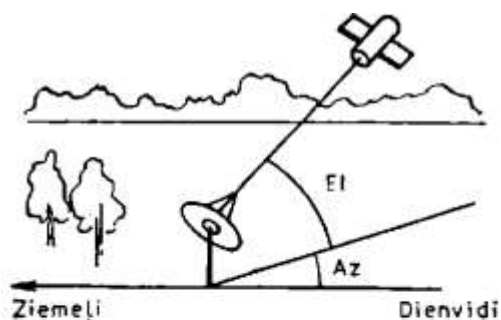
$$EI = \arctg \frac{N-0,15}{\sqrt{1-N^2}}$$

(sk. 3. att.).

Antenas orientācija pēc horizontālajām koordinātām praktiski ir izmantojama tikai nekustīgai antenai, ja pavadoņš atrodas tuvu debess meridiānam. Ja novirze ir lielāka, jūtama pavadoņa signāla polarizācijas plaknes pagriešanās attiecībā pret antenas polarizācijas plakni, kas ir paralēla vai perpendikulāra horizontam. Vairāku pavadoņu uztveršanai ar vienu antenu vairāk piemērots ir ek-



2. att. Ģeostacionāro pavadoņu izvietojums virs Eiropas 1991. gada jūlijā



3. att. Satelītantenu var iestādīt uz pavadoni pēc tā azimuta Az un augstuma EI

vatoriālais montējums. Šim montējumam dažādu pavadoņu uztveršanu nodrošina, pagriežot antenu likai ap polāro asi, t. mainot tikai vienu koordinātu. Atbilstoši pagriežas arī antenas polarizācijas plakne.

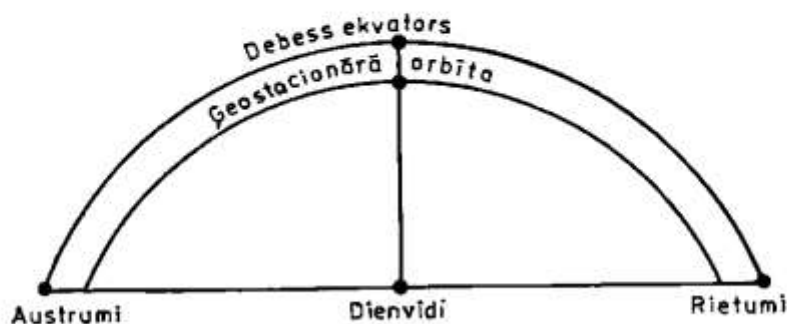
Pavadoņu televīzijas antenu orientācijas un montāžas secība. Debess meridiāna virzienu visērtāk noteikt pēc Saules kulminācijas momenta dotajā vietā. Pēc Astronomiskā kalendāra nosaka kulminācijas momentu Rīgai un pārrēķina to uz doto vietu. Kulminācijas moments jānosaka vismaz ar 10–15 sekunžu precizitāti. Isi pirms kulminācijas nostājas ar muguru pret Sauli un paceļ diegā iekārtu atsvaru. Plaukstu ar atvirzītu ikšķi tur tā, lai ēna no ikšķa sakristu ar atsvara diegu un antenas polāro asi. Kulminācijas momentā lēni nolaiž atsvaru un iezīmē šo vietu ar mietiņu. Novērojot ar šajā plaknē izvietotu ģeodēzisko

instrumentu (teodolītu, nivelieri), SAT antenas polārajai asij jāizskatās kā vertikālai līnijai. To iestāda ar pagriešanas un regulēšanas skrūvēm. Pēc tam, izmantojot leņķa šablonu, noregulē polārās ass leņķi attiecībā pret horizontu tā, lai tas būtu vienāds ar dotās vietas ģeogrāfisko platumu B ar precizitāti 0,1–0,2°.

Pirms antenas nostiprināšanas uz montējuma konvertora stiprinājuma gredzenu iestāda uz antenas ass līnijas tā, lai konvertora viļņvada priekšējā mala atrastos 1–1,5 cm no fokusa punkta antenas virzienā. Tālāko konvertora fokusēšanu un polarizācijas plaknes pagriešanu veic pēc uztveramā signāla intensitātes. Antenas stiprinājuma pakāpējam gredzenam jābūt saistītam ar polāro asi ar pārejas mezglu, kas dod iespēju izveidot noteiktu leņķi starp antenas asi un polāro asi. Šāda nepieciešamība pastāv tādēļ, ka ģeostacionārā orbīta novietota zemāk par debess ekvatoru (sk. 4. att.). Leņķi starp debess ekvatoru un ģeostacionārās orbītas augstāko (dienvidu) punktu aprēķina pēc formulas:

$$C = 90^\circ - B - \arctg \frac{\cos B - 0,15}{\sqrt{1 - (\cos B)^2}}$$

Tā, piemēram, Daugavpili debess ekvators dienvidu virzienā atrodas 34,1° virs horizonta, bet ģeostacionārā orbīta šajā virzienā ir par 7,8° zemāka. Par šo leņķi tad arī antena ir jānolaiž. Iestādījumu precizē, uztverot pavadoņa signālu. Tad šo leņķi fiksē, un turpmāk tas paliek nemainīgs.



4. att. Ģeostacionārā orbīta atrodas nedaudz zemāk par debess ekvatoru

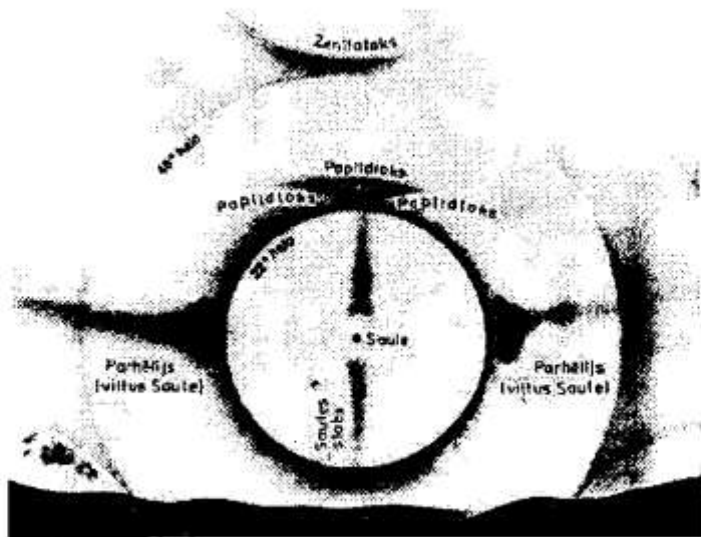
Jāatzīmē, ka dažiem pavadoņiem, kas palaisti pirmajos globālās sakaru sistēmas izveidošanas gados, piemēram, dažiem Krievijas un citiem pavadoņiem, sakarā ar manevrēšanas dzinēju degvielas izlietošanu ir radusies pozīcijas nestabilitāte, kas var sasniegt $\pm 2,5^\circ$ garuma un platuma virzienā. Šādu pavadoņu signālu intensitāte var mainīties diezgan stipri. Vēl der atzīmēt, ka Latvijā Saules gaita pie debess sakrīt ar ģeostacionārās orbītas novietojumu aptuveni 1. martā un 14. oktobrī, t. i., tad, kad Saules deklinācija sakrīt ar leņķi starp debess ekvatoru un ģeostacionāro orbītu. No antenas montāžas un orientācijas precizības un precizitātes ir atkarīga signāla uztveršanas kvalitāte. Izmantojot aprakstīto metodiku, ar nelielām radioelektronikas un astronomijas priekšzināšanām iespējams patstāvīgi uzstādīt un noregulēt visu pavadoņu televīzijas uztveršanas iekārtu.

L. Garkulis

JAUNUMI ISUMĀ ** JAUNUMI ISUMĀ ** JAUNUMI ISUMĀ

STRATĒGISKĀS REZERVES. Izmantojot 30 metru radioteleskopu, kas atrodas Francijā, pirmo reizi ārpus Saules sistēmas konstatēti sāļi, starp tiem arī vārāmais sāls. Bezvārda zvaigznē, kurai ir tikai kataloga numurs (IRC+10216) un kuru intensīvi pēti arī Radioastrofizikas observatorijā Baldonē, sāļš koncentrācija ir tik liela, ka tas varētu nodrošināt ar šo uzturā nepieciešamo vielu visus zemeslodes iedzīvotājus vairākus miljardus gadu. Darījuma cilvēki var apsvērt iespējas izmantot šīs stratēģiskās rezerves. Vienīgi saviļcīgi jānoslēdz līgums par nesējraķetes iegādi.

JUPITERA ZONDE STARTĒ SEKMĪGI. Jupitera zonde, ko jūlija vidū palaida kosmiskais aparāts «Galileo», tagad kā starpplanētu izpletņlēcējs brīvi krīt Jupitera virzienā. Brīvais kritiens kopumā ilgs apmēram piecus mēnešus. 7. decembris zonde ar ātrumu 170 000 km/h sasniegs milzu planētas mākoņu augšējos slāņus. Tad tiks izšauts galvenais izpletņis un aparāts lēnām laidsies lejā, vienlaicīgi veicot Jupitera ķīmiskā sastāva, vēja, mākoņu un zibens pētījumus.



Kompleksais halo
(Sk. Novērojumu projekts «Halo Latvijas debesis», 71. lpp.)