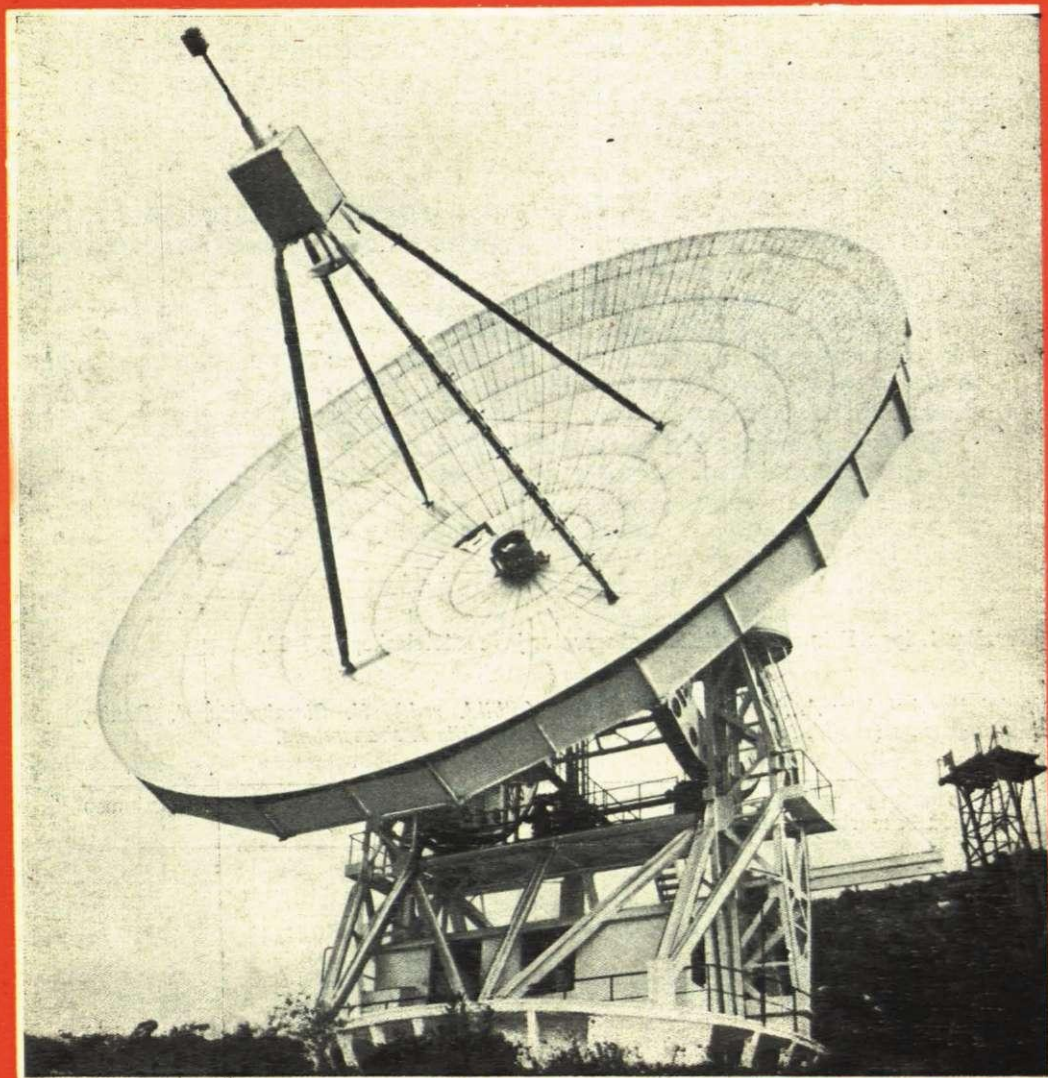


ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1978. GADA
VASARA



Uz vāku 1. lpp.: Krimas astrofizikas observatorijas radioteleskops RT-22.

Redakcijas kolēģija: A. Alksnis, A. Balklavs (atbild. red.), N. Cimahoviča, I. Daube, J. Francmanis (atbild. sekr.), L. Roze. Numuru sastādījis J. Francmanis.

Publicēts saskaņā ar Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Redakciju un izdevumu padomes 1978. gada 9. marta lēmumu.



RIGA «ZINĀTNE» 1978

Z $\frac{20600-092}{M811(11)-78}$ 111-78

Izdevniecība «Zinātne», 1978



80

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1978. GADA VASARA

LATVIJAS PSR ZINĀTŅU AKADEMĪJAS
RADIOASTROFIZIKAS OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKU RAKSTU KRĀJUMS

IZNĀK KOPS 1958. GADA SEPTEMBRA

A. BALKLAVS

JAUNAS ATZIŅAS UN IESPĒJAS PLANĒTU SISTĒMU IZCELŠANĀS PĒTIJUMOS

Jautājums par planētu sistēmu izcelšanos ir viens no svarīgākiem kosmogonijā¹. Atbildēt uz to ir svarīgi ne tikai, lai izprastu šī procesa fiziku, resp., pie kādiem nosacījumiem un kā veidojas planētas, bet arī lai varētu noteikt, ap kādām zvaigznēm tās veidojas, un līdz ar to noskaidrot, cik plaši izplatīta vispār ir planētu sistēmu veidošanās parādība, kādi ir fizikālie apstākļi uz šīm planētām, kāds ir šo planētu un to atmosfēru ķīmiskais sastāvs, kā notiek atmosfēru ķīmiskā sastāva evolūcija utt. Tas ir ļoti nepieciešams, risinot citas problēmas, piemēram — dzīvības un saprāta izplatība Visumā. Lielākā daļa pētnieku, kas nodarbojas ar šo problēmu, uzskata, ka piemērotus, resp., pietiekami ilgstošus un stabilus, apstākļus, kuros varētu izveidoties dzīvotspējīgas matērijas eksistences formas, var nodrošināt tikai ar biezu un ķīmiskā ziņā daudzveidīgi apgādātu atmosfēru apveltītas planētas, kuras turklāt vēl atrodas optimālos attālumos no centrālās zvaigznes.

Līdzšinējās kosmogoniskās hipotēzes, no kuru autoriem kā pazīstamākos parasti min Kantu un Laplasu, Saules sistēmas planētu izcelšanos parasti saista ar protoplanetāro gāzu un putekļu mākonī jeb miglāju, kas kādreiz aptvēris topošo Sauli. Izņēmums ir pazīstamais angļu astronoms Dž. Džinss, kas Saules sistēmas planētu izcelšanos izskaidroja ar katastrofisku parādību — Saulei ļoti tuvu, apmēram diametra attālumā, garām ejoša zvaigzne atrāvusi no Saules daļu tās masas, no kuras vēlāk pakāpeniskas fragmentācijas un kondensācijas rezultātā tad arī izveidojušās Saules sistēmas planētas. Dž. Džinsa hipotēze tomēr nav guvusi atzinību,

¹ Kosmogonija ir astronomijas nozare, kuras uzdevums ir noskaidrot likumsakarības, kas nosaka kosmisko objektu un to sistēmu izcelšanos un evolūciju.

jo statistiski aprēķini rāda, ka šāds divu zvaigžņu tik tuvas kontaktēšanās gadījums ir ļoti mazvarbūtīgs, proti, varbūtība, ka zvaigzne savas eksistences laikā var nonākt tik tuvu otrai zvaigznei, ir mazāka par 10^{-10} . Bet tas nozīmē, ka mūsu Galaktikā var būt tikai dažas zvaigznes, ap kurām pastāv planētu sistēmas, protams, ja pieņemam, ka planētu sistēmas var veidoties tikai šādu sadursmju rezultātā.

Pašlaik vislielāko atzinību un popularitāti iemantojusi padomju zinātnieka O. Šmita 1944.—1950. gadā izstrādātā meteorītu teorija par planētu izcelšanos, kuras galvenie secinājumi apstiprinājās arī citu zinātnieku, piemēram, padomju astronomu A. Lebedinska un L. Gureviča, aprēķinos. Saskaņā ar šo teoriju gāzu un putekļu miglājs, kas aptvēris topošo Sauli, šī miglāja rotācijas un daļiņu savstarpējo sadursmju rezultātā samērā ātri pārveidojās par plānu aplveida disku ar Sauli centrā. Šis saspiešanas gaitā diska vielas blīvums kļūst daudzkārt lielāks, nekā tas bija sākotnējā miglājā. Blīvumam pieaugot, iestājas gravitācijas nestabilitāte. Diskā rodas blīvuma fluktuācijas un sāk veidoties ļoti daudz vielas sabiezējumu — tā saucamo kondensācijas jeb akrēcijas centru, kas, tālāk attīstoties, izveidojas par dažāda lieluma meteorītu un pat asteroīdu ķermeņiem. Tiem pakāpeniski apvienojoties, t. i., mazākajiem uzkrītot uz lielākajiem, veidojas planētas.

Kā rāda pavisam nesenie padomju zinātnieka A. Cigana pētījumi, protoplanētārā diska veidošanā zināma loma varētu būt arī topošās Saules gravitācijas lauka kvadrupolajam momentam. Kvadrupolais moments rodas, Saulei rotējot un šīs rotācijas dēļ saspiežoties polos. Tā izveidojas ķermenis, kam atšķirībā no ideālas sfēras gravitācijas lauka ir kvadrupolais moments. Kvadrupolā momenta darbības ietekmē notiek gāzu un putekļu apvalka saspiešanās diskā, t. i., šim momentam piemīt it kā fokusejošas īpašības, kas ir jo izteiktākas, jo ātrāk rotē centrālais ķermenis.

O. Šmita teorija, kā zināms, izskaidro visus trīs galvenos jeb pamatfaktus, kas izriet no Saules sistēmas novērojumiem: 1) planētu orbītu mazos leņķus ar ekliptikas plakni, jo saskaņā ar šo teoriju planētas ir izveidojušās no plānā diskā koncentrētas vielas; 2) planētu orbītu ekscentricitātes ir ļoti mazas, t. i., šīs orbītas ir gandrīz riņķveida, jo saskaņā ar teoriju arī protoplanētārais disks ir bijis riņķveida; 3) planētu kustība ap Sauli un Saules rotācija ap savu asi notiek vienā virzienā, kas ir protoplanētārā miglāja — vēlākā diska un Saules kopējās rotācijas un šīs kustības daudzuma momenta nezūdamības likuma darbības sekas. Svarīga nozīme ģeofizikā un līdz ar to arī ģeoloģijā bija šīs teorijas secinājumam, ka Zeme savas veidošanās sākumā ir bijusi auksta un tikai vēlāk sasilusi dažādu radioaktīvu un tektonisku procesu rezultātā.

Kaut arī O. Šmita kosmogoniskā teorija faktiski izskaidro konkrētas sistēmas, proti, Saules sistēmas planētu izcelšanos un evolūciju un šīs sistēmas struktūras īpatnības, nav grūti saskatīt, un lielākā daļa zinātnieku to arī atzīst, šīs teorijas universālo raksturu. Svarīgi ir arī tas, ka no šīs teorijas pretstatā, piemēram, Dž. Džinsa hipotēzei, neizriet secinājums par planētu sistēmu veidošanās mazvarbūtīgo raksturu, jo, pēc šīs teorijas, planētu sistēmu izcelsme ir nevis kaut kādu ārēju cēloņu, bet gan sistēmas evolūcijas iekšējo likumsakarību darbības sekas, bet tas nozīmē,

ka planētu sistēmas var veidoties ap visām vai vismaz ap daudzām zvaigznēm un ka šī veidošanās galvenokārt ir atkarīga no protoplanetārā miglāja eksistences ap tām.

Sis pēdējais jautājums — par protoplanetāro miglāju eksistenci, šīs eksistences nosacījumiem utt. — vēl ir ļoti neskaidrs, taču novērojumu dati, kā zināms, liecina, ka ap daudzām zvaigznēm pastāv masīvu gāzu un putekļu mākoņi, un tas lielā mērā apstiprina domu par protoplanetāro miglāju visai plašo izplatību.

No novērojumu datu viedokļa daudz sarežģītāks un līdz ar to vēl daudz neskaidrāks ir jautājums par protoplanetāro disku eksistenci. Tas saistīts gan ar šādu plānu disku novērošanas tīri tehniskām grūtībām, gan arī ar to, ka šādu disku pastāvēšanas laiks, kā to rāda teorētiski apsvērumi, ir ārkārtīgi īss un tādēļ to atklāšana ir ļoti mazvarbūtīgs gadījums.

Taču pavisam nesen, 1977. gadā, amerikāņu zinātnieks R. Tompsons, uzstājoties Amerikāņu astronomiskās biedrības konferencē Atlantā (Džordžijas štats), ziņoja, ka viņa vadītajai Arizonas universitātes un Eimsa zinātniskās pētniecības centra līdzstrādnieku grupai acīmredzot ir izdevies atklāt šādu unikālu diskveida objektu — zvaigzni, kas atrodas savas planētu sistēmas formēšanās stadijā. Sis objekts, kura apzīmējums ir MWC-349, atrodas Gulbja zvaigznājā. Tā vecumu vērtē ap 1000 gadu, bet attālumu ap 10 000 gaismas gadu.

Objekts MWC-349 novērots arī infrasarkanajā spektra diapazonā ar diviem teleskopiem — Koopera augstkalnu observatorijas 91 cm teleskopu un Stjuarda observatorijas (Arizonas štats) 230 cm reflektoru. Pirmais teleskops ļāva uztvert lielu daļu no tā infrasarkanā starojuma, ko nevar reģistrēt lidzenuma observatorijās Zemes atmosfēras absorbējošās iedarbības dēļ, bet ar otrā teleskopa palīdzību ieguva objekta uzņēmumus ar lielu izšķiršanas spēju. Šie novērojumi devuši iespēju iegūt datus par MWC-349 kodolu — zvaigzni. Šīs zvaigznes diametru vērtē ap 10 Saules diametriem, bet tās masa ir apmēram $30 M_{\odot}$. Iegūtā zvaigznes masas vērtība liecina, ka tās mūžs būs samērā Neilgs — ap 100 miljoniem gadu.

Diametrs spīdošajam gāzu diskam, kas aptver zvaigzni, ir apmēram 20 reīzu lielāks par pašas zvaigznes diametru. Taču visinteresantākā šī diska īpašība, kas atklāta, periodiski fotografējot objektu, ir tā, ka diska spožums, kurš objekta atklāšanas brīdī 10 reizes pārsniedza centrālā kodola spožumu, katru mēnesi samazinās apmēram par 1%. Tas nozīmē, ka disks izzudīs un to vairs nevarēs redzēt jau apmēram pēc 100 gadiem, t. i., laika periodā, kas pēc astronomiskajiem mērogiem ir ārkārtīgi niecīgs, un vēlreiz apstiprina šādu disku novērošanas mazās iespējas. Pēc pētnieku domām, diska spožums samazinās tāpēc, ka diska viela nepārtraukti krīt uz miglāja kodolu tā pievilkšanās spēka ietekmē.

Aprēķini rāda, ka apmēram pēc 1000 gadiem temperatūra kodola, resp., protozvaigznes, centrā pārsniegs 11 miljonus grādu un tur sāks ritēt kodoltermiskās reakcijas, bet pēc 100 miljoniem gadu, kad būs izdedzinātas visas kodoldegvielas rezerves, šī zvaigzne beigs savu eksistenci kā melnais caurums, ja vien, protams, pa šo laiku tā kaut kādā veidā neatbrīvosies no sava «liekā svara».

Spīdošā diska starojums, kā liecina spektrālie novērojumi, ir termisks un atbilst pašreizējiem priekšstatiem par to, ka diska starošanas cēlonis ir siltums, kas izdalās, diska sabiezēšanas rezultātā saduroties daļiņām un berzējoties gāzu slāņiem, kuri šīs berzes un ar to saistīto enerģētisko zudumu dēļ zaudē ātrumu un, kustoties pa spirālveida orbitām, pakāpeniski krīt uz protozvaigzni, vēl vairāk palielinot tās masu un gravitāciju. Spīdošā diska ārējās malas biezums ir apmēram vienāds ar protozvaigznes diametru, bet iekšējās, zvaigznei pieguļošās, malas, faktiski, konusa virsotnes, biezums ir ap $1/40$ no ārējās malas biezuma. Domājams, ka spīdošo disku aptver platāks tumšas, t. i., nespīdošas, gāzu un putekļu matērijas disks, kurā jau var būt izveidojušies protoplanētu ķermeņi. Tas zināmā mērā apstiprina pašlaik valdošos uzskatus, ka sākumā planētas rodas nespīdošā diska ārējos apgabalos, bet pēc tam apgabalos, kas ir tuvāki centrālajai saulei. Skaidrs, ka objekta MWC-349 novērojumi paver vēl nebijušas iespējas iegūt svarīgus datus un līdz ar to rast atbildi uz vēl daudzējādā ziņā miklajiem planētu sistēmu veidošanās jautājumiem.

Kas attiecas uz tiešiem planētu novērojumiem ap citām, kaut vai vistuvākajām zvaigznēm, tad pašreizējā astronomiskā tehnika, kura saņem nepieciešamo informāciju cauri Zemes atmosfēras nemitīgajam vibrējumam, tādās iespējas vēl nenodrošina. Salīdzinājumā ar zvaigznēm sīkie planētu ķermeņi, kuri turklāt vēl spīd vienīgi atstarotajā gaismā, sūta mums tik niecīgas starojuma plūsmas, ka tās pilnīgi izgaist centrālās zvaigznes intensīvajā versmojumā un tās reģistrēt ir pilnīgi nereāli. Tādēļ līdz šim vienīgā iespēja gūt norādījumus par planētu sistēmu eksistenci ap citām un arī tad tikai ap vistuvākajām zvaigznēm bija netieši novērojumi, kas saistīti ar zvaigznes cikliskām stāvokļa izmaiņām pie debess sfēras. Šīs izmaiņas, kā viegli saprast, rodas, zvaigznei un tās pavadoņiem rotējot ap kopīgu smaguma centru, un ir jo lielākas, jo lielāka un jo tuvāka zvaigznes masai ir tās pavadoņa masa. Šādā veidā, mērot daudzu gadu laikā iegūtās zvaigžņu fotogrāfijas, ir izdevies atklāt vairāku samērā tuvu zvaigžņu neredzamos pavadoņus, t. i., ciešas dubultzvaigžņu sistēmas. Taču pilnīgi skaidrs, ka tādu planētu gadījumā, kuru masas ir nesalīdzināmi mazākas par zvaigžņu masām, šādas zvaigznes stāvokļa svārstības ir ļoti niecīgas, novērojumu kļūdās zūdošas, tādēļ maz ticamas un tāpēc var būt konstatējamās tikai pašām vistuvākajām zvaigznēm.

Uz šādiem novērojumiem, kā zināms, balstās arī amerikāņu astronoma, Sprūla observatorijas līdzstrādnieka P. Vanderkampa izteiktā hipotēze par planētu sistēmu eksistenci ap Barnarda zvaigzni² un ϵ Eridanu, kuras pieder pie vistuvākajām zvaigznēm. Pagājušajā gadā (1977. g.) šīs observatorijas direktors S. L. Lipinkots ziņoja, ka ar analogas metodikas palīdzību viņam ir izdevies atklāt vēl vienu zvaigzni, ap kuru, ļoti iespējams, pastāv planētu sistēma. Tas ir viens no trim, pēc pašreizējiem datiem, Saules sistēmai vistuvāk novietotajiem sarkanajiem punduriem, kas pazīstams ar nosaukumu Cincinnati 2354. Šī zvaigzne, kuras redzamais lielums ir 11, masa $1 M_{\odot}$ un attālums apmēram 16 gaismas gadi, ir novērota ilg-

² Skat. U. Dzērvīša rakstus «Vai Barnarda zvaigznei ir planēta?». — «Zvaigžņotā debess», 1974. gada vasara, 13.—15. lpp. un «Diskusija par Barnarda zvaigznes planētu sistēmu turpinās». — «Zvaigžņotā debess», 1976. gada vasara, 13.—14. lpp.

stošā laika posmā — no 1938. līdz 1966. gadam. Šajā periodā ir iegūti 287 tās uzņēmumi, kuru mērījumi, aprēķini un analīze, pēc S. L. Lipinkota domām, ļauj izdarīt secinājumus, ka ap zvaigzni ar periodu 26,4 gadi apriņķo masīvs (6—8 Jupitera masas) pavadoņi. Tātad tā jau ir trešā zvaigzne, par kuru ir zināmi norādījumi, ka ap to eksistē planētu sistēma, kas sastāv vismaz no vienas masīvas planētas.

Šajā ziņā ļoti interesanti ir arī pētījumu rezultāti, ko pagājušajā, 1977. gadā publicējis amerikāņu astronoms H. A. Abts (ASV Nacionālā observatorija Kitpikā, Arizonas štats). Ar Kitpikas observatorijas 2,1 m reflektoru viņš veicis ziemeļu debess 123 spožāko Saulei līdzīgo zvaigžņu spektrogrāfiskus novērojumus. Visas šīs zvaigznes atrodas ne tālāk par 85 gaismas gadiem no Saules. Pētījumu nolūks bija noteikt, cik daudz no šīm zvaigznēm ir dubultsistēmu un vairākkārtīgu sistēmu locekļi.

Iegūto novērojumu datu analīze rādīja, ka apmēram $\frac{2}{3}$ no šīm zvaigznēm ir vairākkārtīgu, galvenokārt dubultsistēmu locekļi, starp kurām dominē komponentes ar apmēram vienādām masām. Dubultsistēmas lielākoties ir ciešas, t. i., sistēmas zvaigžņu apriņķošanas periods ir mazāks par 100 gadiem, kas, pēc H. A. Abta uzskata, pieļauj domu, ka tās radušās bifurkācijās³ procesa rezultātā. Savā publikācijā H. A. Abts argumentē pieņēmumus, ka arī atlikušajai $\frac{1}{3}$ zvaigžņu ir pavadoņi, turklāt apmēram pusei no tām šie pavadoņi ir melnie punduri⁴, bet otrajai pusei — planētu sistēmas. Uz to norāda arī šo zvaigžņu mazie rotācijas ātrumi, kā arī citi apsvērumi.

No teiktā, kā redzams, izriet divi svarīgi kosmogoniska rakstura secinājumi. Pirmkārt, ka zvaigznes nedzimis vienas jeb vienuļi (jāatzīmē, ka arī teorētiski ir grūti izskaidrot, kā no pirmatnējā gāzu mākoņa var rasties viena pati zvaigzne ar masu $M \approx M_{\odot}$), un, otrkārt, ka planētu sistēmas ir jāmeklē galvenokārt pie zvaigznēm, kas nav dubultsistēmu locekļi un kuru rotācijas ātrumi ir mazi.

³ Bifurkācija — sadalīšanās, sazarošanās. Bifurkācijas process ir saistīts ar protozvaigznes sadalīšanos divās vai vairākās zvaigznēs rotācijas nestabilitātes dēļ. Protozvaigznei, kas parasti rotē sarauļoties, rotācijas ātrums palielinās. Tā iespējams sākotnēji puslīdz sfēriskā protozvaigzne deformējas, saspiežoties polu rajonos. Rotācijas ātrumam arvien pieaugot, šī figūra deformējas par rotācijas elipsoīdu un beidzot var notikt pat tās sadalīšanās — bifurkācija — divās vai vairākās daļās, kas rotē ap kopēju smaguma centru. Dubultsistēmu gadījumā ap 99% no sākotnējā kustības daudzuma momenta var pāriet abu zvaigžņu orbitālā kustībā, bet 1% no šīs kustības daudzuma momenta vērtības tādā gadījumā sastāda abu zvaigžņu rotācija ap savām asīm.

Taču jāatzīmē, ka ar bifurkāciju var mēģināt skaidrot tikai ciešu jeb tuvu dubultsistēmu un vairākkārtīgu sistēmu rašanos, turklāt liela daļa speciālistu vispār apšauba šāda procesa praktiskas norises iespējamību, kaut arī jautājums par dubultsistēmu un vairākkārtīgu sistēmu veidošanos vēl ir ļoti neskaidrs. Visvarbūtīgākā pašlaik liekas hipotēze par vairākkārtīgu sistēmu locekļu vienlaicīgu veidošanos no kopīga pirmatnējā gāzu un putekļu mākoņa vispārīgā zvaigžņu rašanās procesa gaitā.

⁴ Melnie punduri — ļoti mazas masas ($M \approx 0,01 M_{\odot}$) zvaigznes, kas spīd redzamā gaismā ap miljardu gadu gravitācijas saraušanās dēļ un, pakāpeniski atdziestot, kļūst par neredzamiem un vājiem infrasarkanajiem objektiem. No šejienes arī nosaukums — melnie punduri. Kodolreakcijas to dzīlēs vispār nesākas, jo mazās masas (svara) dēļ temperatūra šo zvaigžņu centrā sasniedz tikai ap 1 miljonu grādu, kas ir daudz mazāk par nepieciešamo, apm. 14 miljonu grādu lielo vērtību.

Pēdējais secinājums ir saistīts ar apsvērumiem, ka dubultzvaigžņu sistēmās planētu orbītas ir nestabilas. Taču, kā rāda nesenie amerikāņu zinātnieka R. Haringtona (Jūras kara spēku observatorija, Vašingtona, Kolumbijas apgabals) detalizēti pētījumi, tad šie apsvērumi nav pilnīgi absolūti. R. Haringtons matemātiski modelējis dubultzvaigžņu sistēmas, un viņa veiktie aprēķini rāda, ka pie noteiktiem nosacījumiem un sakarībām starp dubultzvaigžņu sistēmas locekļu un planētu orbītu parametriem (orbītu lielās pusasis, minimālie tuvošanās attālumi u. c.) arī dubultzvaigžņu sistēmās planētu orbītas var būt stabilas. Tādas, piemēram, var būt planētām ļoti ciešās dubultzvaigžņu sistēmas, kurās planētas apriņķo abas dubultzvaigznes, kā arī gadījumos, kad dubultzvaigžņu sistēmas komponentes ir novietotas tālu viena no otras un planētas faktiski apriņķo katru no zvaigznēm atsevišķi.

Teikto var ilustrēt divi R. Haringtona izpētītie modeļi. Pirmajā viņš Sauli aizstāja ar divām zvaigznēm, attālums starp kurām bija 0,4 a. v. un masa $0,5 M_{\odot}$ katrai. Izrādās, ka šajā gadījumā perturbācijas skartu galvenokārt Merkuru, kas pēc neilga laika iegūtu tādu ātrumu, ka izlidotu no Saules sistēmas. Venēras orbītai nedaudz izmainītos ekscentricitāte, bet pārējo Saules sistēmas planētu orbītas praktiski neizmainītos nemaz. Ja turpretim otru zvaigzni ar masu $1 M_{\odot}$ novietotu Jupitera vietā, tad perturbācijas, ko izraisītu šāda Saules sistēmas «pārkārtošana», iespaidotu tikai Marsu. Šo perturbāciju dēļ Marss pārietu uz nestabilu orbītu un, ātrumam pakāpeniski pieaugot, līdzīgi Merkuram pirmajā gadījumā pēc zināma laika atstātu sistēmas robežas. Iekšējo planētu — Merkura, Venēras un Zemes orbītas paliktu stabilas un praktiski neizmainītos.

Teiktais rāda, ka, apsverot jautājumu par iespējamo planetāro sistēmu skaitu mūsu Galaktikā un arī citās galaktikās, ir jāņem vērā arī iespējamais ieguldījums, ko var dot dubultzvaigžņu un vairākkārtīgas sistēmas, kuras, kā zināms, sastāda mūsu Galaktikā apmēram 60% no kopējā zvaigžņu daudzuma.

Ņemot vērā ļoti lielo interesi par planētu sistēmu eksistenci ap citām zvaigznēm, nesen ASV pabeidza izstrādāt projektu ar koda nosaukumu «Orions». Tā būs optisku teleskopu sistēma, kas darbosies interferometrijas režīmā un, pēc projekta autoru aprēķiniem, pavērs iespēju atklāt planētas ap zvaigznēm, kas atrodas ne tālāk par 32 gaismas gadiem no Saules, t. i., no šī viedokļa izpētīt ap 400 tuvāko zvaigžņu.

Sistēma sastāvēs no četriem teleskopiem, no kuriem katram būs viens kustīgs plakans un divi nekustīgi ielikti spoguļi, kas atradīsies vakuumā. Teleskopī būs savienoti pa diviem, veidojot divelementu interferometrus. Krītošie gaismas viļņi, ko uztvers abi teleskopī, kā jau tas notiek interferometriskās sistēmās, pastiprinās vai dzēsīs viens otru atkarībā no tā, vai tie saplūdis kopā fāzē vai pretfāzē. Tāpēc zvaigžņu attēli, ko dos šādi teleskopī, sastāvēs no koncentriskiem gaišiem un tumšiem riņķiem. Centrālā gaišā plankuma stāvoklis, kuru optiskās sistēmas īpatnību dēļ, kā izrādās, maz iespaidos Zemes atmosfēras nevienmērības, ļaus ļoti precīzi mērīt zvaigžņu koordinātes (savstarpējos attālumus) un to izmaiņas horizontālajā plaknē. Mērījumu precizitāte ir atkarīga no attāluma starp tele-

skopiem, t. i., no bāzes garuma, un palielinās, tam pieaugot. Divi šādi divelementu interferometri ar savstarpēji perpendikulārām bāzēm ir nepieciešami, lai noteiktu divas perpendikulārās sastāvdaļas attālumiem starp divām zvaigznēm.

Beidzot šo nelielo ieskatu planētu kosmogonijas jautājumos, nedaudz skarsim kādu savdabīgu ar planētu kosmogoniju saistītu hipotēzi, ko nesen izvirzījis PSRS ZA Sibīrijas nodaļas Jakutijas filiāles Kosmofizisko pētījumu un aeronomijas institūta līdzstrādnieks R. Salimzibarovs. Analizējot datus par Saules vēja un starpzvaigžņu vides mijiedarbību, īpašu uzmanību pievēršot pārejas apgabalam, kurā izbeidzas Saules vējš un sākas neperturbēta starpzvaigžņu vide, R. Salimzibarovs nācis pie secinājuma, ka asteroīdi un mazās planētas, ar kurām ir piebārstīts šis apgabals, ir nevis hipotētiskās, kādreiz it kā eksistējušās planētas Faetons paliekas un šķembas (planētas orbītu zīmē starp Marsa un Jupitera orbītām), bet gan nepārtraukti producētas protoplanētāras vielas drumslas, no kurām veidojas un turpina veidoties jauna Saules sistēmas planēta, kurai viņš jau devis nosaukumu Afrodīte.

Šis protoplanētārās vielas nepārtrauktā ģenerācija (tās daļu pievelk un akumulē jau izveidojušās planētas un sevišķi planētas giganti) neļauj uzskatīt par pabeigtu arī jau esošo planētu veidošanos. Balstoties uz saviem aprēķiniem, R. Salimzibarovs apgalvo, ka šī procesa rezultātā pēc apmēram 3 miljardiem gadu Jupitera masa kļūs vienāda ar Saules masu un mūsu Saules sistēmā uzliesmos vēl viena saule. Tas pats, pēc viņa domām, var notikt arī ar citām Jupitera grupas planētām, tādējādi veidojot Saules sistēmas robežās veselu zvaigžņu asociāciju ar jaunām planetārām sistēmām.

No šīs hipotēzes izriet vēl viens secinājums: planētu veidošanās nav notikusi vienlaicīgi un visvecākās planētas ir Zemes grupas planētas. Tādēļ tām ir vislielākais blīvums, attīstīta hidrosfēra un pabeigta planetārās vielas diferenciācija un stratifikācija. Jupitera grupas planētas tādā gadījumā ir jaunākas, uz ko norādot šo planētu vielas mazais blīvums un nepabeigtā vielas diferenciācija.

Kā redzams, R. Salimzibarova hipotēze un tās secinājumi ir pretrunā ar lielāko daļu no pašlaik valdošajiem uzskatiem planētu kosmogonijā. Tādēļ šī hipotēze ir izraisījusi daudz iebildumu un kritiku, taču tajā pašā laikā tā ir pievērsusi zinātnieku uzmanību jauniem planētu izcelsmes problēmu aspektiem. Bet zinātnes attīstības vēsture rāda, ka šādu jaunu aspektu analīze bieži vien paver pilnīgi negaidītas iespējas pārvirzīt uz priekšu sarežģītu un grūtu uzdevumu risinājumus, pie kādiem pieder arī planētu kosmogonija un ar to saistītie jautājumi.

A. ZARIŅŠ

OBSERVATORIJA LIDMAŠINĀ

Informāciju no astronomiskiem objektiem novērotājs uz Zemes saņem gandrīz vienīgi elektromagnētiskā starojuma formā, turklāt spektra lielāko daļu absorbē vai klaidē atmosfēra. Līdz Zemes virsmai nonākušais starojums koncentrēts galvenokārt divos t. s. spektra atmosfēras

caurspīdības logos — vizuālajā (viļņu garums no 0,3 līdz 1 mikronam) un radiodiapazonā (1 mm — 30 m). Tāpēc dabiski, ka astronomi cenšas savus instrumentus pacelt iespējami augstāk, lai vismaz daļēji novērstu atmosfēras absorbciju. Ideāla, protams, būtu instrumenta novietošana ārpus atmosfēras, piemēram, ZMP orbitā. Šis paņēmieni tomēr pagaidām ir ļoti dārgs, un masveida novērojumiem to mērķtiecīgi izmantot tikai tad, ja citas iespējas nav (ultravioletajos, rentgena staros). Spektra infrasarkanajā daļā turpretim starojumu absorbē galvenokārt ūdens tvaiki, ogleņskābā gāze un citi molekulāri savienojumi, kas lielākoties koncentrējas atmosfēras zemākajos slāņos — līdz 10—12 km augstumam. Šeit labus rezultātus var dot arī salīdzinoši nelielā augstumā novietots instruments. Praksē to var realizēt, izmantojot augstkalnu observatorijas, gaisa balonus vai lidmašīnas.

Pirmās divas iespējas īstenotas jau samērā sen, taču tām piemīt būtiski trūkumi: stacionāru augstkalnu observatoriju augstums praktiski ir ierobežots ar dažiem (3—5) kilometriem, to ekspluatācija ir dārga un sarežģīta, bez tam tās saistītas ar vietējiem meteoroloģiskajiem apstākļiem. Gaisa balons ir ekspluatācijā nestabils un kaprīzs aparāts ar ierobežotu celtspēju un vadāmību. Tāpēc izmantot lidmašīnas, kurām nepiemīt lielākā daļa uzskaitīto trūkumu, par IS teleskopu nesējiem ir visai vilinoši. Tas ļautu nodrošināt stabilus, no laika apstākļiem gandrīz neatkarīgus IS novērojumus ievērojamā augstumā. Lidmašīna var nest lielu derīgo kravu, tai ir autonoma energoapgāde, līdz ar to tajā var ērti izvietot visu, kas nepieciešams novērojumiem un rezultātu pirmapstrādei.

Šīs iespējas tehniskā realizācija tomēr ir stipri sarežģīta. Lidmašīnas vibrācijas, kursa nestabilitāte, gaisa bedres un plūsmas un vēl vairāki citi faktori ievērojami apgrūtina instrumenta stabilizāciju telpā, kā rezultātā lielu teleskopu izmantošanai zūd nozīme. Lidojošās observatorijas projekts ieguva realitāti tikai līdz ar elektronikas, it īpaši mazgabarieta elektronu skaitļošanas tehnikas, attīstību un lielu reaktīvo lidmašīnu parādīšanos. 10—15 km augstumā tādas lidmašīnas gaita var būt pietiekami vienmērīga, lai, samazinot triecienu un vibrāciju amplitūdu vēl apmēram 100 reizes, tā kļūtu par pilnīgi pieņemamu platformu teleskopam.

Ar 1965. gadu ASV tika veikta plaša pētījumu programma lidojošās observatorijas izveidošanai. Programmas ietvaros NASA vispirms konstruēja un pārbaudīja — galvenokārt pieredzes iegūšanai — divus nelielus novērošanas kompleksus (ar līdz 30 cm teleskopiem). 1975. gadā sākās trešās, jau nopietni astronomiskiem pētījumiem domātās Džerrarda P. Koipera lidojošās observatorijas (KAO — Kuiper Airborne Observatory) ekspluatācija.

Observatoriju nes C-141 tipa reaktīvā lidmašīna. Tajā uzstādīts 91 centimetra Kasegrēna sistēmas spoguļteleskops. Montāža ar 4 pakāpju aktīvās stabilizācijas sistēmu nodrošina gidēšanas precizitāti līdz 2 loka sekundēm, kas pilnīgi apmierina infrasarkanā diapazona prasības šīs klases teleskopiem. Instruments novietots atklātā fizelāžas nodalījumā — jebkura starpsiena starp to un apkārtējo vidi absorbē starojumu un kropļo viļņu fronti. Novērotāji un pārējā aparatūra atrodas kabīnē, kur tiek uzturēts patstāvīgs spiediens.

Montāžas horizontālā ass nobalansēta uz sfēriska pneimatiskā gultņa (invara lode 41 cm diametrā). Gultnim praktiski nav berzes, tas nodrošina instrumenta trīsas inerciālu stabilizāciju. Pneimatiskais gultnis savkārt balstās uz inerciālas platformas, kuru stabilizē 3 žiroskopi — katrs pa savu asi. Katrs no tiem izstrādā platformas novirzei proporcionālu kļūdas signālu, kas vada teleskopa pagriešanas motorus. Visu montāžu no lidmašīnas korpusa izolē pneimatiski triecienu absorbētāji. Teleskopa orientēšanā un stabilizācijā piedalās arī autopilots — tas seko kursa stabilitātei un ļauj veikt lēnas, precīzas kursa izmaiņas, lai kompensētu Zemes diennakts griešanos un lidmašīnas pārvietošanos.

Beidzot, precīzu sekošanu veic digitāla divu zvaigžņu sekošanas iekārta. Tā sastāv no 15 cm teleskopa ar jutīgu televīzijas kameru, kas pieslēgta HP-2108 tipa skaitļošanas mašīnai. Iekārtas izstrādātie kļūdas signāli vada pagriešanas motorus. Tā var izšķirt zvaigznes līdz 13^m , parastais izmantojamo zvaigžņu spožums ir ap 10^m .

Bieži vien astronomijā lielas grūtības sagādā novērojamo objektu pazīšana (identifikācija). Vēl sarežģītāk ir tos identificēt ar lidojošu videosistēmu un ierobežotā laikā. TV monitors, ko lieto šim nolūkam, parāda uz ekrāna vairākus tūkstošus zvaigžņu. Observatorija apgādāta ar elektronisko skaitļošanas sistēmu, kura būtiski atvieglo zvaigžņu identifikāciju. Sistēmas ārējā atmiņā ierakstīts SAO zvaigžņu katalogs (ap 250 000 zvaigžņu koordinātes). Sistēma generē zvaigžņu kartes gan galvenā teleskopa, gan monitora mērogā jebkuram interesējošam debess apgabalam. Karte tiek automātiski orientēta atbilstoši lidmašīnas un teleskopa stāvoklim. Papildus tam skaitļošanas sistēma var reālā laika mērogā veikt novērojumu iepriekšēju apstrādi, aprēķināt observatorijas lidojuma kursu un citus parametrus, kontrolēt zinātniskās aparatūras stāvokli.

Galvenais teleskops derīgs darbam spektra diapazonā no 0,3 mikrometri līdz milimetru viļņiem, tomēr galvenokārt ar to tiek veikti IS novērojumi. Līdzīgi citiem IS teleskopiem, arī šim sekundārais spogulis periodiski svārstās. Tas ļauj secīgi salīdzināt objekta un blakus esošā debess fona starojuma līmeņus, tādējādi izslēdzot lielāko daļu fona iespaida.

Novērojumu efektivitāti lielā mērā nosaka arī starojuma detektors. IS diapazonā tas ir visai komplicēts instruments. Koopera lidojošā observatorijā par detektoriem tiek izmantoti galvenokārt dažādi ģermānija bolometri, iekārta ļauj tos atdzēsēt līdz šķidra hēlija temperatūrai ($0,3-3^{\circ}\text{K}$). Parasti tie ir fotometru, interferometru vai citu instrumentu sastāvdaļa.

KAO var uzskatīt par modernu, labi apgādātu observatoriju, pat salīdzinājumā ar stacionārām observatorijām. Divos darbības gados tā uzskatāmi nodemonstrējusi idejas un tās izpildījuma veiksmīgumu, dodot būtisku ieguldījumu IS astronomijas attīstībā. KAO kontā ir ūdens tvaiku un fosfora atklāšana Jupitera atmosfērā, Galaktikas centra IS kartes, IS starojumu emitējošu miglāju un galaktiku pētījumi. Kā viens no pēdējiem sasniegumiem, protams, jāatzīmē Urāna gredzenu atklāšana 1977. gada aprīlī¹.

¹ Skat. E. Mūkina rakstu «Urāna gredzeni: fakti un problēmas». — «Zvaigžņotā debess», 1978. gada pavasaris, 16.—20. lpp.

ASTRONOMIJAS JAUNUMI

INTERESANTI ATRADUMI LODVEIDA KOPU — RENTGENAVOTU KODOLOS

Viena no pirmajām vietām starp intensīvi pētītiem astronomiskiem objektiem ar neparastām īpašībām pieder lodveida kopām — rentgenstaru avotiem. Šo lielo interesi izraisa pamatotas aizdomas, ka noslēpumainie rentgenstaru avoti kopu centros — t. s. bērsteri (no angļu vārda *burst* — uzliesmojums, izvirdums) varētu izrādīties tik ilgi meklētie melnie caurumi. Ar savu savdabīgo brīžiem impulsveida rentgenstarojumu šie avoti krasī atšķiras no abiem parastajiem galaktisko rentgenavotu tipiem: rentgendubultzvaigznēm un rentgennovām un ļoti atgādina sporādiskos gamma un cieto rentgenstaru bērsterus, kurus līdz šim optiski ne ar ko nav izdevies identificēt.

Optiskās identificēšanas nolūkā piekļūt lodveida kopu rentgenavotiem ir ļoti grūti, jo šo kopu centrā ir liels zvaigžņu blīvums. Tomēr šādi mēģinājumi, variējot novērojumu tehniku, neatlaidīgi turpinās. Un te pats nozīmīgākais sasniegums pieder Harvarda observatorijas astronomiem Dž. Grindlejam un V. Lilleram, kuriem pirmo reizi izdevās «ielauzties» blīvas lodveida kopas (turklāt rentgenkopas!) kodolā un iegūt priekšstatu par to veidojošo zvaigžņu dabu.

Abi zinātnieki sāka ar ūdeņraža redzamā optiskā spektra svarīgākās līnijas — Balmera sērijas pirmās līnijas — H_{α} meklējumiem lodveida kopās. H_{α} emisijas atrašana kopu kodolos liecinātu par gāzes masu

klātbūtni, un tas būtu astrofizikāli ļoti svarīgs atzinums. Jāteic, ka nesekmīgi mēģinājumi atrast H_{α} emisiju lodveida un īpaši rentgenstaru lodveida kopās pēdējos gados izdarīti vairākkārt, un tādēļ abu minēto astronomu iegūtais pozitīvais rezultāts uzskatāms par izcilu sasniegumu. Viņi veica plašus lodveida kopu elektrofotometriskus novērojumus kā platjoslas UBVR sistēmā, tā arī ar īpašiem šaurjoslas filtriem H_{α} līnijas apgabalā, lietojot veselu virkni dažāda atvēruma diafragmu ar diametriem no 4 līdz 50". Kā ļoti svarīgu savu panākumu priekšnosacījumu astronomi uzskata to, ka izmantojuši diafragmas ar caurmēru, mazāku par 10". Līdz šim lodveida kopu novērojumos tas netika darīts. Šādas ļoti maza atvēruma diafragmas ļauj izgriezt pašu centrālo kopas apgabalu, kur visdrīzāk gaidāms ūdeņraža gāzes mākonis — iespējamās H_{α} emisijas avots. Novērojumi caur dažāda atvēruma diafragmām ļauj salīdzināt savā starpā dažādus kopas slāņus un izsekot iespējamās H_{α} emisijas, kā arī integrālās zvaigžņu krāsas sadalījumam pa kopas rādiusu. Tas nepieciešams tādēļ, ka integrālkrāsa un mērāmais H_{α} indekss ir atkarīgi no kopas metāla satura, spektra u. c. raksturlielumiem un, lai spriestu, vai kopā ir kādas novirzes no normas H_{α} indeksā, jāizdara plašāki salīdzinājumi starp kopām ar līdzīgiem raksturlielumiem.

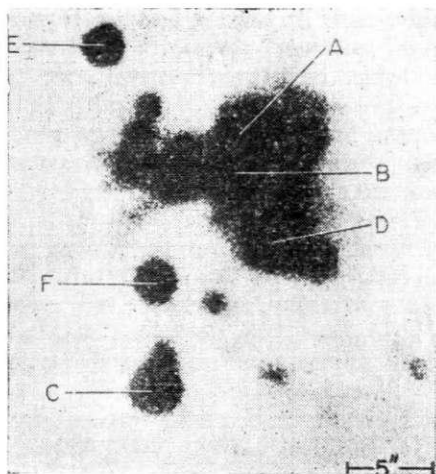
Izmērot H_{α} plūsmas ekscesu kopas centrā attiecībā pret visu kopu, Grindlejs un Lillers konstatēja, ka vislielākais tas ir kopām NGC 6624 un 5824. Pirmā no tām ir jau zi-

nāma kā lodveida kopa, kas satur rentgenavotu, otrā, kaut arī pagaidām neskaitās rentgenkopa, atrodas ļoti tuvu sporādiskajam rentgenavotam Cen X-4, un nav izslēgts, ka pēc avota pozīcijas precizēšanas tas izrādīsies kopā. Trim rentgenkopām abi pētnieki konstatēja, ka H_{α} ekscess variē no nakts uz nakti par lielumumu, kas ir ārpus novērojumu kļūdu robežām.

Grindlejs un Lillers vērtē, ka kopā NGC 6624 atrastā H_{α} emisija nāk no ūdeņraža mākoņa ar masu apmēram $0,02 M_{\odot}$, kas izvietota apgabalā, kura caurmērs nepārsniedz apgabalu, ko no kopas kodola izgriez viņu lietotā šaurākā diafragma, t. i., ap $0,2$ ps. Abi pētnieki ievēroja, ka naktīs, kad atmosfēra bija sevišķi mierīga un zvaigžņu attēlu caurmērs uz fotoplates sasniedza tikai ap $0''{,}5$, kopas centrs sadalījās zvaigznēs. Viens šāds uzņēmums parādīts 1. attēlā. Kā redzams, kopas centrā dominē divas ļoti spožas zvaigznes, kas attēlā

apzīmētas ar A un B , un pēc sava spožuma tās atbilst kopas sarkano milžu zara pašām spožākajām zvaigznēm. Grindlejs un Lillers nolēma pamēģināt naktīs ar mierīgu atmosfēru, lietojot elektronoptisko pārveidotāju, iegūt spožāko centra zvaigžņu ($A-F$) spraugas spektrogrammas, lai pārbaudītu, vai kādām no šīm zvaigznēm spektrā nav saskatāmas novirzes no normas. Rezultāts izrādījās visai negaidīts. Ja zvaigznes C , E , F varēja klasificēt kā parastus M milžus, kas pēc sava spožuma atbilst kopas milžu zara pašai virsotnei, tad ar spožākajām centra zvaigznēm tas bija citādi. Kaut arī pēc spožuma tās atbilst milžu zara virsotnei, taču tur neatrodas, jo ir krietni vien zilākas. To apstiprina gan šo zvaigžņu krāsas, gan spektrālā klasifikācija (tās ir vēlīe G vai agrīe K milži). Grindlejs un Lillers uzskata, ka tās varētu būt samērā lielas masas zvaigznes, ar masu ap $5 M_{\odot}$, kas izveidojušās, zvaigznēm saplūstot kopas blīvajā centrā.

Taču visinteresantākais izrādījās novērojums par zvaigznes B īslaicīgu — ap 25 minūtes ilgu uzliesmojumu par 1^m , kas aptvēra visu novērojamo kontinuumu ($3800-7500 \text{ \AA}$). Šo uzliesmojumu izdevās konstatēt nejauši, jo tas notika laikā, kad tika uzņemta šīs zvaigznes spektrogramma. Uzņemot spektrus, tie tika paplašināti, fotoplati lēnām pārvietojot perpendikulāri spektroskopā dispersijas virzienam, kas nodrošina labāku iegūto spektrogrammu kvalitāti. Rezultātā šis uzliesmojums iezīmējās kā tumša svītra spektrogrammas vidū. Turklāt zvaigznes spektrā uzliesmojuma laikā parādījās H_{α} līnijas zila komponente, kuras nobīde uz zilo pusi atbilda relatīvajam Doplera ātru-



1. att. Lodveida kopas — rentgenavota NGC 6624 kodols.

mam pret zvaigzni — 400 km/s. Visdabiskāk šīs komponentes parādīšanās interpretējama kā jonizētā ūdeņraža mākoņa izmešana no zvaigznes. Mākonī pēc tā izplešanās un atdzišanas notiek rekombinācija, ko pavada emisijas spektra izstarošana. Šī mākoņa masu Grindlejs un Lillers novērtē ap vienu simtmiljono daļu no Saules masas. Jāatzīmē, ka šāda apmēra gāzes mākoņu izvirdumi un ar tiem saistītie spožuma pacēlumi G un K milžos līdz šim netika konstatēti. Tas nozīmē, ka zvaigzne B šīs lodveida kopas centrā patiešām ir unikāla.

Tūlīt radās jautājums, vai šādas kopas kodola zvaigznes uzliesmojums nesaistās ar kopas rentgenuzliesmojumu. Laimīgas sagadīšanās dēļ cita astronomu grupa šajā pašā laikā izdarīja šīs kopas novērojumus rentgenstaros. Salīdzinot laikus, izrādījās, ka zvaigznes optiskā izvirduma laikā un tūlīt pēc tā rentgenuzliesmojuma nav. Kļuva skaidrs, ka ne jau pati zvaigzne ir rentgenuzliesmojumu avots. Tas ir saskaņā ar hipotēzi, ka rentgenuzliesmojumu un vispār kopu rentgenstarojuma avots varētu būt tās centrā esošais melnais caurums ar masu ap $100\text{--}1000 M_{\odot}$, kas izveidojies, masīvākajām zvaigznēm saplūstot blīvajā kopas kodolā, kā arī noraujot apvalkus no caurumam pārāk tuvu pienākušajām zvaigznēm. Perturbētās zvaigznes izmestais gāzes mākonis tūlīt nenokrīt uz melno caurumu, bet apraksta ap to sarežģītas orbītas. Divu šādu orbītejošu mākoņu — gāzes strūklu sadursme tad arī varētu izraisīt rentgenuzliesmojumu, kamēr lēnā stacionārā akrēcija atbild par starojuma nemainīgo komponenti. Ja šis ieskats ir pareizs, tad optiskie un rentgenuzliesmojumi laika ziņā nav

tieši saistīti un nepieciešami plašāki kooperēti optiskie un rentgenkopu kodolu novērojumi, lai noskaidrotu šo parādību saistību.

U. Dzērvoitis

PLAŠIE KVAZĀRI

Mūsu dienās astronomi cenšas aizvien dziļāk ielūkoties pasaules telpā, atrodot aizvien tālākus objektus — pat tādus, kuru izstarotā gaisma līdz mums ceļo ap 20 miljardiem gadu. Taču ne mazāk iespaidīgus rezultātus dod mēģinājumi atklāt objektus, kam pieder kāds cits rekords, — piemēram, izmēros vai dimensijās. Ir labi zināms, ka starp radiogalaktikām un kvazāriem sastopami īsti galaktiku pasaules milži, salīdzinājumā ar kuriem mūsu Galaktika izrādās tikai nožēlojams pundurītis. Bet kāda šeit ir augšējā robeža, cik lielus izmērus īsti var sasniegt galaktikas un kvazāri? Jāņem vērā, ka radiogalaktikas un kvazāri ļoti bieži mēdz būt dubultīgi un pat daudzkārtīgi un tādēļ to izmēri vērtējami pēc to komponentu savstarpējā attāluma.

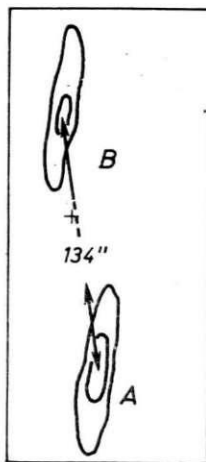
Runājot par radiogalaktikām, jāteic, ka starp tām rekords pieder radiogalaktikai 3C 236, kuras komponentes projekcijā redzamas 5,7 Mps attālumā viena no otras. Tā kā tā ir tikai attāluma redzamā projekcija, tad patiesais attālums var būt vēl lielāks. Ja turpretim izmērus rēķina, vadoties nevis no attāluma starp komponentēm, bet gan no viena atsevišķa objekta izmēriem, tad šeit pirmā vieta pieder nesen atklātajai radiogalaktikai NGC 6251. Kā rāda nosaukums, objekts ietilpst pazīstamajā miglāju un kopu katalogā un tādēļ ar atklāšanu jāsaprot šī

objekta kā radioavota atklāšana. Optiski objekts ir 14. lieluma eliptiska galaktika, un arī radiodiapazonā tas ir vājš, taču, kā nesen parādīja angļu radioastronomu pētījumi, pārsteidzoši ir šī objekta lielle izmēri. Tā caurmērs 151 Mhz radioviļņos ir $1^{\circ},2$, kas pie objekta visai «mērenā» attāluma — 140 Mps — tomēr ir 3 Mps. Salīdzinājumam der atzīmēt, ka attālums no mūsu Galaktikas līdz Andromedas miglājam ir «tikai» 0,5 Mps. Šī objekta iekšienē visai ērti varētu novietoties visa mūsu lokālā galaktiku sistēma. Turklāt ar šo objektu, tāpat kā ar pazīstamo radiogalaktiku M 87 Jaunavas zvaigznājā, ir saistīts izvirdums no galaktikas kodola, tikai arī šeit izmēri ir tikpat grandiozi — izvirduma strūklas garums ir 200 kps.

Taču, tāpat kā attālumam, arī izmēru ziņā absolūtais rekords pieder kvazāriem. Pašreizējo rekordistu izdevās atrast pavisam nesen — tas

ir dienvidu puslodes kvazārs Q 0000-398. Neparasti ir tas, ka visai liels leņķiskais attālums starptā komponentēm — $134''$ — saistās ar lielu sarkano nobīdi: tā relatīvā nobīde $z = \Delta\lambda/\lambda$ ir 2,83. Ja attālumu līdz tam rēķinām ar pašlaik atzīto Habla konstantes vērtību — 50 km/s Mps, tad tas ir 17 miljardi parseku un redzamais attālums starp komponentēm iznāk 11 Mps. Interesanti, ka šo kvazāru vispirms atrada optiski kā vāju 18. lieluma objektu un tikai pēc tam radiodiapazonā kā visai vāju avotu ar vienādas intensitātes komponentēm (pie 2695 Mhz plūsmas blīvums komponentēm ir attiecīgi 0,015 un 0,013 janski). Starp tālajiem kvazāriem visplašākie līdz šim zināmie objekti bija ar krietni vien mazākiem izmēriem: OE 323 pie $z=1,16$ ar leņķisko attālumu starp komponentēm $27''$ un OS 210 pie $z=1,99$ ar $31''$.

Interese par tālajiem plašajiem kvazāriem, protams, nav saistīta tikai ar dzīšanos pēc rekordi, jo šiem pētījumiem ir svarīga kosmoloģiska nozīme. Lielākajā daļā kosmoloģisko modeļu, tai skaitā arī plaši atzītajā Fridmana kosmoloģijā, starojuma avota redzamais izmērs nav viscaur apgriezti proporcionāls attālumam līdz tam, kā tas ir Eiklīda telpā. Aprēķins rāda, ka šajās kosmoloģijās avota caurmērs samazinās tikai līdz zināmai robežai, sasniedz minimumu un pēc tam atkal aug. Turklāt Fridmana Visumā neatkarīgi no konkrētā modeļa (slēgta vai vaļēja pasaule) šī augšana ir apmēram proporcionāla attālumam (resp., sarkanajai nobīdei z). Tādēļ tālie plašie kvazāri varētu dot liecību par to, ka pasaules telpa ir neeiklīdiska.



1. att. Kvazāra Q 0000-398 radio-karte.

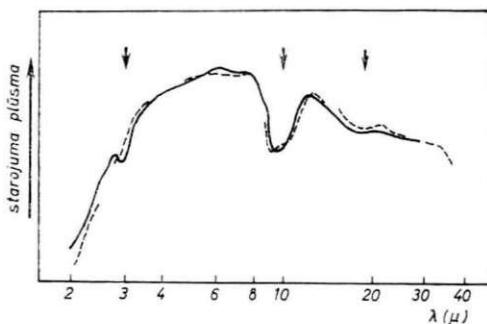
Tam, ka starojuma avotu izmēri, sākot ar zināmu attālumu, palielinās, pamatā ir gaismas un radioviļņu trajektorijas noliekšanās gravitācijas laukā. Šī parādība ir labi pazīstama attiecībā uz Sauli, kur tā sastāda vienu no Einšteina vispārīgās relativitātes teorijas pierādījumiem. Un, tāpat kā Saules gravitācijas lauks izliec telpu ap Sauli, kā rezultātā izliecas Saules diskam pie debess tuvu stāvošo zvaigžņu staru trajektorijas, tāpat to izliec arī viela, kas atrodas starp novērotāju un tālu starojuma avotu. Šo parādību bieži dēvē par gravitācijas lēcas efektu, pēc analogijas ar savācošās lēcas spēju fokusēt gaismas starus, kā rezultātā novērotājam, kas atrodas starp lēcu un tās fokusu, visi priekšmeti aiz lēcas izskatās palielināti. Un te nu minētais kvazārs pagaidām ir vienīgais, kas pavisam noteikti atrodas ārpus Eiklīda ģeometrijas nospraustās attāluma — leņķiskā izmēra sakarības.

Šī kvazāra atrašana zināmā mērā dod atbildi arī uz jautājumu, kāpēc plašo tālo kvazāru pagaidām ir zināms tik maz, ja jau reiz pēc teorijas tiem būtu jābūt taisni otrādi — ļoti daudz. Šķiet, tas ir selekcijas efekta darbības rezultāts, kas rodas tādēļ, ka līdz šim kvazāri vispirms tika konstatēti radiodiapazonā. Tikai pēc tam, raugot atrasto radioavotu optiski identificēt, tiek atklāts, ka tas ir kvazārs. Bet šie plašie tālie kvazāri radiodiapazonā ir vāji, un tādēļ perspektīvāka šķiet to meklēšana ar optiskās astronomijas līdzekļiem. Katrā gadījumā pirmais šāda veida objekts bija atrasts tieši optiski.

U. Dzērvītis

CELULOZE STARPZVAIGŽŅU VIDĒ

Ar šādu sensacionālu paziņojumu nesen nāca klajā pazīstamais angļu astrofizikis F. Hoils un Anglijā strādājošais indiešu astronoms N. Vikramasinghe, kura kontā ir daudz pētījumu par starpzvaigžņu vides putekļiem un molekulām. Pēdējos gados starpzvaigžņu vidē atklāto organisko molekulu dažādība strauji palielinās, vienlaikus pieaugot arī jaunatrsto molekulu strukturālai komplicētībai. Taču ar tik komplicētām molekulām kā celuloze un citi polisaharīdi, par kuriem ziņo Hoils un Vikramasinghe, līdz šim nebija nācies sastapties. Zinātnieku galvenais arguments par labu celulozes klātbūtnei starpzvaigžņu vidē ir infrasarkanā un vienlaikus arī hidroksila māzera radiostarojuma avota OH 26.5+0.6 infrasarkanā spektra sakritība ar celulozes un citu polisaharīdu absorbcijas spektriem. Šī avota spektrs, kā to nesen ar lielu izšķiršanas spēju 2—40 mikronu diapazonā pierak-



1. att. Infrasarkanā hidroksila māzera starojuma avota OH 26,5+0,6 spektrs 2—40 μ diapazonā (pārtrauktā līnija) un celulozes ar nelielu citu polisaharīdu piejaukumu absorbcijas spektrs (nepārtrauktā līnija). Ar bultiņām atzīmētas trīs raksturīgākās detaļas absorbcijas spektrā.

stīja V. Forests, F. Džillets u. c., parādīts 1. attēlā, kur līdzās salīdzinājumam dots arī celulozes absorbcijas spektrs ar citu polisaharīdu — glukāna, hitīna, hitozāna — nelielu piejaukumu. Kā redzams, sakritība patiešām ļoti laba. Hoils un Vikramasinghe īpašu uzmanību vērš uz spektra triju absorbcijas detaļu sakritību pie 3, 10 un 18 mikroniem (attēlā atzīmētas ar bultiņām).

Bet vai to vien varētu jau uzlūkot par pārliecinošu pierādījumu celulozes klātbūtnei starpvaigžņu vidē? Organisko molekulu taču ir tik neaptverami daudz, ka tādu pašu labu spektru sakritību, iespējams, var dabūt arī ar citu, vienkāršāku molekulu maisījumu. Un galvenais, kā starpvaigžņu vidē varētu izveidoties komplicētās polisaharīdu molekulas? Tiesa, uz Zemes celuloze patiešām ir pati izplatītākā organiskā molekula (protams, ja vien pie organiskām nepieskaitām tik primitīvu molekulu, kāda ir ogļskābajai gāzei), jo tā veido augu šūniņu apvalkus, tādējādi formējot augu cieta «skeletu». Tā, piemēram, ķīmiķi uzskata, ka kokvilna ir gandrīz tīra celuloze. Tādēļ celulozes un citu polisaharīdu izcelšanās uz Zemes ir tīri biogēnētiska — tie ir augos notiekošā komplicētā fotosintēzes procesa galvenais gala produkts. Līdz ar to celulozes izplatība uz Zemes, šķiet, drīzāk liecina pret ekstravaganto hipotēzi par tās klātbūtni ievērojamos daudzumos starpvaigžņu vidē.

Taču situācija uzlabojas, ja ielūkojamies celulozes un citu polisaharīdu molekulu struktūrā. Celuloze ir polimērs, kura struktūras pamatelements ir visiem ļoti pazīstamā vienkāršā cukura jeb monosaharīda — glikozes molekula ar ķī-

misko formulu $C_6H_{12}O_6$. Celulozē glikozes molekulas ir saslēgušās lineārā ķēdītē, kuras garums stipri variē atkarībā no iesaistīto glikozes molekulu skaita. Šis skaits x var būt 3000—12000 un, tā kā pieslēdzoties katra glikozes molekula zaudē vienu ūdens molekulu, tad celulozes ķīmiskā formula ir $(C_6H_{10}O_5)_x$. Gluži tāda pati formula ir arī citam plaši izplatītam polisaharīdam — cietei jeb stērķelei, kas vienlaikus ir arī svarīga uzturviela. Arī tās pamatā ir glikoze, tikai glikozes molekulu slēguma vietas un orientācija ir cita un arī molekulārā ķēdīte vairs nav lineāra, bet sazarojas. Tā kā glikozei ir liels skaits izomēru, kuri visi var polimerizēties, dažādos veidos un vietās saslēdzoties ķēdītēs, tad saprotams, ka iespējamo polisaharīdu veidu ir ārkārtīgi daudz — līdzīgi citiem dabiskiem organiskiem polimēriem kā olbaltumvielām vai nukleīnskābēm.

Glikozes molekulu savukārt var uzlūkot kā sešu formaldehīda molekulu kondensācijas rezultātu: $6CH_2O = C_6H_{12}O_6$. Tas tad arī ir Hoila un Vikramasinghes galvenais arguments no ķīmiskā viedokļa, jo formaldehīds patiešām ir viena no izplatītākajām molekulāro mākoņu un starpvaigžņu vides molekulām. Turklāt formaldehīda kondensācija glikozes un citu tās izomēru maisījumā ķīmiķu praksē ir ļoti pazīstams process, kuru pirmais vēl pagājušajā gadsimtā realizēja slavens krievu ķīmiķis A. Butļerovs, iedarbojoties uz glikozi ar vājiem sārmiem šķīdumiem. Tiesa, no tā, ka šie divi kondensācijas procesi formaldehīds → glikoze un glikoze → celuloze viegli realizējas laboratorijas apstākļos, nebūt neizriet, ka tāpat tas būs arī kosmiskās telpas

apstākļos. Neko noteiktu šeit pateikt nevar, jo kosmiskās vides ķīmija vēl ir balta lapa zinātnes grāmatā, taču minēto procesu norises vieglums un norises dažādība liek domāt, ka tiem ir visai universāls raksturs.

Starp citu, kādi tad ir apstākļi, kurus Hoils un Vikramasinghe paredz celulozei minētajā infrasarkanajā avotā, izejot no tā spektra īpatnībām? Infrasarkanā kontinuuma emisija nāk no centrālo zvaigzni aptveroša blīva celulozes mākoņa ar temperatūru ap 430 °K un absorbējas šī mākoņa ārējos aukstajos slāņos, kā rezultātā uz melnajam ķermenim atbilstošā emisijas spektra uzklājas celulozei raksturīgais absorbcijas spektrs. Tādējādi centrālā zvaigzne izrādās ievīstīta tik biežā «kokvilnas autā», ka tās starojums vizuālajos staros pavājinās par 20 zvaigžņu lielumiem.

Hoils un Vikramasinghe pret savu hipotēzi ir noskaņoti ļoti optimistiski un apgalvo, ka polisaharīdi ir sastopami ne tikai minētajā avotā, bet vispār ir viena no izplatītākajām kosmiskās vides organizācijām sastāvdaļām. Teiktais labi saskan ar Vikramasinghes agrākajiem atzinumiem par starpzvaigžņu vides molekulu formu, kas izriet no infrasarkanā avotu starojuma un kosmiskā īsviļņu radiostarojuma polarizācijas īpatnību teorētiskajiem pētījumiem. Lai izskaidrotu minētās īpatnības, Vikramasinghe secināja, ka šīm molekulām jābūt ar adatveida jeb, kā viņš pats to dēvē, «kaķa ūsām līdzīgu» formu. Garam lineārajām glikozes ķēdītēm celulozes molekulās ir tieši vajadzīgā forma.

Rezumējot jāatzīst, ka, kaut arī sākumā hipotēze par starpzvaigžņu vides celulozi un citiem polisaharī-

diem liekas visai ekstravaganta, tai tomēr ir vērā liekamas iespējas izrādīties pareizai — visu izšķīrstālākie dažādu infrasarkanā avotu spektru detalizēti novērojumi ar lielu izšķīršanas spēju plašā viļņu garumu diapazonā. Un, ja nu šī celulozes identifikācija tiešām apstiprināsies, tad neviļus rodas jautājums, vai kādu dienu mēs nedzirdēsīm arī par starpzvaigžņu vides olbaltumvielām.

U. Dzērviitis

ATKLĀTI JAUNI OBJEKTI

PIECI TĀLI KVAZĀRI

Pēdējā laikā atklāta vesela rinda jaunu kvazāru, no kuriem pieci ir sevišķi tāli objekti. Kopā ar dažiem jau zināmajiem kvazāriem tie paplašina mūsu «redzesloku» līdz 10 miljardu gaismas gadu ($9,46 \cdot 10^{25}$ km) rādiusam.

Kosmologus ļoti interesē šādi tāli objekti, jo tie ļauj ieskatīties senā pagātnē, kad Visums vēl pārdzīvoja savu «jaunību». Teiktais kļūst skaidrs, ja atceramies, ka 1 gaismas gadu lielu attālumu gaisma noiet vienā gadā. Tātad gaisma no jaunatklātajiem kvazāriem ir izstarota pirms 10 miljardiem gadu.

Četrus no tiem ir atraduši P. Osmeris no Sjerratololo observatorijas Čīlē un M. Smits no Angloaustrālijas observatorijas. Bez tam autori ziņo arī par diviem tuvākiem peculiāriem objektiem, no kuriem viens kopš 1974. gada kļuvis vājāks par diviem zvaigžņu lielumiem (6,25 reizes). Otrā objekta spektrā nav at-rasta α Laimana līnija (ūdeņraža

linija ultravioletajā spektra rajonā), kuru parasti novēro citu kvazāru spektros. Abu šo īpatnību cēlonis vēl nav īsti skaidrs. Piekto tālo kvazāru ir identificējuši D. Jansajs Austrālijā un P. Hiks ASV.

Pašlaik atklāto kvazāru skaits sniedzas līdz 637, starp kuriem vistālāko desmitniekā ir šādi objekti (ar zvaigznītēm apzīmēti jaunatrstie kvazāri):

Objekts	Attālums (miljardos gaismas gadu)
Q 1442-101	10,63
Q 0642-449	10,58
Q 0347-383*	10,5
Q 1402-044*	10,5
Q 0938-119	10,48
Q 2204-408*	10,47
Q 0420-388*	10,44
Q 0324-407	10,41
Q 0130-403	10,39
Q 0351-390*	10,38

VĒL VIENA PĀRNOVAS ATLIEKA

Pārnovu sprādzienus tālās galaktikās astronomi novēro samērā regulāri. Mūsu pašu Galaktikā šādi novērojumi ir reti. Tā pēdējais pārnovas uzliesmojums reģistrēts 1667. gadā.

Zvaigzne uzliesmojot nomet savu atmosfēru, no kuras izveidojas izklīstošs putekļu un gāzu mākonis. Tas redzams vēl gadsimtiem ilgi pēc notikušās katastrofas.

Līdz šim astronomiem zināmi tikai pieci šādas izcelsmes objekti, starp kuriem visspožākais ir Krabja miglājs, kurš veidojies pēc 1054. gadā notikušā zvaigznes uzliesmojuma.

Nesen ASV Nacionālā observatorija Kitpīkā ziņoja par jaunas visvecākās pārnovas paliekas atklā-

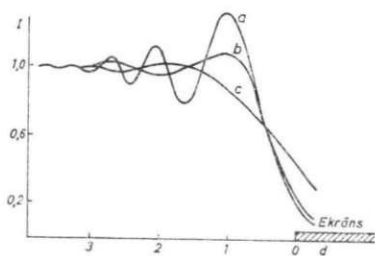
jumu Gulbja zvaigznājā. Atklājuma autori ir trīs amerikāņu astronomi T. Gulls, R. Kiršners un R. Pārkers.

Putekļu un gāzu mākonim ir saplacinātas olas forma ar caurmēru 220 gaismas gadu ($2,1 \cdot 10^{15}$ km), un tas atrodas 3900 gaismas gadu attālumā ($3,7 \cdot 10^{16}$ km). Pašlaik putekļu un gāzu mākoņi vēl joprojām izplešas uz visām pusēm no katastrofas centra ar samērā lielu ātrumu — 44 km/s. Tas liecina, ka eksplozija notikusi pirms 300 000 gadu.

I. Eglītis

ZVAIGŽŅU DIAMETRU NOTEIKŠANA AR AIZKLĀŠANAS METODI

Zvaigžņu leņķiskos diametrus var mērīt ar vairākām metodēm. Viena no tām ir metode, kurā izmanto zvaigžņu aizklāšanu. Aplūkosim to tuvāk.



1. att. Difrakcijas ainas pieraksts: *a* — ja avots ir punktveida, *b* un *c* — ja objekta leņķiskie diametri ir 0,007 un 0,015 loka sekundes attiecīgi. Uz asīm relatīvās mērvienības atlikta intensitāte *I* un attālums *d*, kas mērīts no ekrāna ģeometriskās ēnas vietas. Pieraksts līdzīgs, ja attāluma vietā atliek laiku.

Jau no laboratorijas eksperimentiem zināms, ka, aizklājot punktveida gaismas avotu ar asu ekrāna malu, novērojama difrakcijas aina, kuru veido tumšu un gaišu joslu virkne (1. att.). Visas difrakcijas ainas izmērus var aprēķināt pēc vienkāršas formulas $(\lambda \cdot D/2)^{1/2}$, kur D ir attālums līdz ekrānam, bet λ — viļņa garums, kurā novērojam. Piemēram, ja ekrāns atrodas 4 m attālumā un izmantota tiek zaļā gaisma ($\lambda=5000\text{Å}$), tad mēs redzētu 1 mm lielu difrakcijas ainu. Ja ekrāna vietā ir Mēness, bet gaismas avots zvaigzne, tad uz Zemes novērojamās ainas izmēri jau sastādītu 10 m.

Iedomāsimies, ka novērotājs ar fotometru reģistrē zvaigznes aizklāšanos. Ideālā gadījumā pieraksta aina būtu tāda kā redzams attēla. Cik ilgi turpināsies zvaigznes mirgošana? To aprēķinot, jāņem vērā Mēness kustības ātrums ap Zemi, Zemes rotācijas ātrums un, visbeidzot, Zemes kustība pa orbītu ap Sauli. Šo apstākļu dēļ zvaigznes spožuma oscilācijas ilgs tikai vienu desmitdaļu sekundes. Tomēr reizēm novērojamā aina atšķiras no tā, ko dod teorētiskie aprēķini, un tiek it kā izstiepta pa laika skalu. Te vainojams Mēness virsmas reljefs. Kā rāda aprēķini, jau 50—100 m lielas virsmas detaļas piedalās difrakcijas ainas izkropļošanā. Pēc «Apollo» un padomju kosmisko staciju nolaišanās uz Mēness kļuva skaidrs, ka Mēness kalni atšķirībā no tā kā daudzi uzskatīja, ir ļoti lēzeni, bez kraujām reljefa īpatnībām. Tikai pateicoties šim apstāklim, difrakcijas ainas kropļojumi nav pārāk bieža parādība. Atkārtotos novērojumos var droši atšķirt sabojātās difrakcijas ainas un tās atņemt.

Aizklāšanas metodi var sekmīgi izmantot vairākkārtīgu zvaigžņu sistēmu meklējumos. Ja novērojam dubultzvaigznes aizklāšanu, tad difrakcijas ainā pēc pēdējā lielākā spožuma maksimuma tā nolaidenajā daļā vērojams «kupris». Ja atkārtoti novērojumi dod vienu un to pašu ainu, tad varam būt pārliecināti, ka novērojam vairākkārtīgu zvaigžņu sistēmu. Viens šāds raksturīgs piemērs ir Sietiņa kopas zvaigzne Atlass, kuras novērojumi pierādīja, ka šeit darīšana ar dubultzvaigzni.

Neapšaubāmi pats svarīgākais metodes pielietojuma rezultāts ir zvaigžņu leņķisko diametru noteikšana. Ja Mēness aizklāj nevis punktveida avotu, bet zvaigzni ar noteiktiem leņķiskiem izmēriem, tad notiek izmaiņas difrakcijas ainā, kuras labi ilustrē 1. attēls.

Vislielākais leņķiskais diametrs līdz šim ir noteikts Lauvas zvaigznāja maiņzvaigznei R Leo — $0'',076$ (loka sekundes). Interesanti atzīmēt, ka tā nebūt nav sevišķi spoža zvaigzne, kā varētu domāt. No spožākajām tikai Antaresam (α Sco — Skorpiona α) ir liels leņķiskais diametrs. Abas zvaigznes pieder pie pārmilžiem. Atšķirībā no diviem minētajiem piemēriem zilo zvaigžņu diametri parasti nepārsniedz $0'',003$. Metode ļauj noteikt zvaigznes izmērus ar ļoti lielu precizitāti — $0'',0003$.

Ja pēc kādas metodes izdodas noteikt attālumu līdz objektam, tad vienkāršu aprēķinu ceļā var iegūt patiesos zvaigžņu diametrus (kaut vai kilometros), kam ir milzīga nozīme, risinot zvaigžņu evolūcijas problēmas.

Ilustrācijai doti ievērojamākie novēroto objektu leņķiskie izmēri, kuri iegūti Makdonalda observatorijā, ASV:

Zvaigzne	Zvaigznājs	Spektra klase	Diametrs (loka sek.)
R Leo	Lauva	M 6,5—M 9e	0,076
α Sco	Skorpions	M 1a	0,041
μ Gem	Dviņi	M 3 IIIa	0,0135
TX Psc	Zivis	C	0,0098
X Cnc	Vēzis	C	0,0090
λ Sgr	Strēlnieks	K 2 III	0,0044
87 Leo	Lauva	K 4 III	0,0037
ξ^2 Sgr	Strēlnieks	K 1 III	0,0030
V Cnc	Vēzis	Se	0,0028

I. Eglītis

JAUNA HIPOTĒZE PAR I TIPI PĀRNOVU IZCELSANOS

PSRS ZA korespondētājloceklis I. Šklovskis izvīrzijs jaunu, interesantu hipotēzi par I veida pārnovu izcelšanos. Kā zināms, pārnovu uzliesmojumiem piemīt vairākas līdz galam neizskaidrotas likumsakarības. Tā, piemēram, II tipa pārnovu spektri ir līdzīgi parasto novu spektriem un to apvalka ķīmiskais sastāvs ir līdzīgs Saulei, bet I tipa pārnovās gandrīz nav ūdeņraža emisijas līniju, kas norāda, ka to apvalkos tā ir maz. II tipa pārnovas uzliesmo tikai spirāliskajās galaktikās, galvenokārt tieši spirāļu zaros, kamēr I tipa pārnovu uzliesmojumi ir novērojami gan spirāliskajās, gan eliptiskajās galaktikās. Bez tam II tipa pārnovu uzliesmojumos ir vērojama samērā liela dažādība, kamēr I tipa pārnovu uzliesmojumi ir ļoti līdzīgi cits citam. Tas liecina, ka zvaigznes, kuras uzliesmo šādā veidā, savā starpā tikpat kā neatšķiras.

Tā kā eliptiskajās galaktikās zvaigžņu rašanās process praktiski ir beidzies un masīvās zvaigznes savu evolūcijas ceļu jau nogājušas, tajās ir sastopami tikai baltie punduri un sarkanie milži. No tiem tikai baltos pundurus raksturo ļoti nabadzīgs ūdeņraža saturs to ārējā apvalkā un gandrīz pilnīgi vienādas masas.

Šie apsvērumi arī pamudināja I. Šklovski izvīrīt pirmajā brīdī pārsteidzošu, taču labi argumentētu hipotēzi, ka tieši baltie punduri uzliesmo kā I tipa pārnovas. Pēc pašreizējās evolūcijas teorijas, baltie punduri rodas, sarkanajiem pārmilžiem noņemot apvalku planetārā miglāja veidā. Katru gadu Galaktikā veidojas vidēji 1—3 planetārie miglāji, bet I tipa pārnovas uzliesmo vidēji tikai reizi 100 gados. Tādējādi uzliesmot var tikai 0,3—1% balto punduru. I. Šklovskis uzskata, ka šo balto punduru masa tieši pēc izveidošanās pārsniegusi t. s. Čandrasekara robežu ($1,2 M_{\odot}$), virs kuras šādi veidojumi ir nestabili. Kādu laiku tie var eksistēt tāpēc, ka pietiekami augstās tempera-

tūrās arī nedaudz lielāku masu konfigurācija ir stabila, taču, baltajam pundurim atdzīstot, pieļaujamā masa pakāpeniski tuvojas Čandra-sekara robežai. Līdz ar to šādā gadījumā nenovēršami pienāk brīdis, kad baltā pundura masa kļūst lielāka par pieļaujamo. Šajā momentā arī notiek pārnovas sprādziens. Laiks, kas paiet no baltā pundura izveidošanās brīža līdz uzliesmojumam, tādējādi ir atkarīgs no masas pārsnieguma un baltā pundura sākotnējās temperatūras. Tā kā principā tie ir gadījuma lielumi, tad iespējami kā vecu, tā arī pavisam nesen izveidojušos balto punduru sprādzieni — pat tik jaunu, ka vēl nav paspējis izklīst planetārais miglājs, kas bija nomests, sarkanajam milzīm pārvēršoties par balto punduri.

Pēc I. Šklovskā domām, tieši šādam gadījumam atbilst visiem labi pazīstamais Krabja miglājs, kuru līdz šim uzskatīja par pārnovas nomestu apvalku. No citiem pārnovu apvalkiem Krabja miglājs atšķiras ar mazu izplešanās ātrumu $v=1400$ km/s. Parasti pārnovu apvalku izplešanās ātrums ir $15-20 \cdot 10^3$ km/s. Šis apvalks nav arī nobremzējies starpzvaigžņu vidē. Ja mazs izplešanās ātrums būtu bijis arī uzliesmojuma momentā, tad zvaigznes spožums būtu pieaudzis monotoni un visai lēni. Taču senās ķīniešu un arābu hronikas vēstī, ka zvaigzne parādījusies pēkšņi, tātad uzliesmojums bija straujš un ātrums liels. Otrā un patī būtiskākā atšķirība ir apvalka ķīmiskais sastāvs. Krabja miglājā ir daudz ūdeņraža, kura nav citos I tipa pārnovu apvalkos. Krabja miglāja masa ir $0,1-0,5 M_{\odot}$ un apvalka kinētiskā enerģija apmēram 10^{48} ergu;

citām I tipa pārnovām tas ir 10^{50} ergu.

Tādējādi I. Šklovskis nonāk pie secinājuma, ka Krabja miglājs nav pārnovas uzliesmojuma paliekas. Pārnova uzliesmoja planetārajā miglājā, tās nomestais apvalks ar lielu ātrumu uzdrāzās tam virsū, to deformējot, un daļēji izgāja cauri, daļēji nobremzējās. Pēc I. Šklovskā domām, reālais pārnovas apvalks pašreiz meklējams apmēram 20 sekunžu attālumā no Krabja miglāja centra, kura izmērs ir 3—5 loka minūtes.

Protams, šī hipotēze vēl prasa detalizētu gan eksperimentālu, gan teorētisku pārbaudi, taču pagaidām pret to nav izvirzīti nekādi argumenti un tā izskaidro vairākas I tipa pārnovu uzliesmojumu likumsakarības.

J. I. Straume, I. Šmelds

IZMAIŅAS SAULES ROTĀCIJĀ

Saule, kā zināms, nerotē kā ciets ķermenis, kura rotāciju raksturo viena leņķiskā ātruma vērtība. Novērojot dažādu Saules virsmas veidojumu — plankumu, flokulu, protuberanču u. c. pārvietošanos, var noteikt to kustības un līdz ar to arī Saules rotācijas leņķisko ātrumu. Izrādās, ka Saules rotācijas leņķiskais ātrums ir dažāds un atkarīgs gan no tā, kādu Saules virsmas veidojumu esam izvēlējušies par pamatu saviem novērojumiem, gan arī no tā, kādā attālumā no Saules ekvatora šis virsmas veidojums ir atradies, resp., rotācijas ātrums mainās atkarībā no heliogrāfiskā platuma φ^1 (samazinās, platumam

φ pieaugot). Tātad Saules ekvatoram pieguļošās joslas rotē ātrāk nekā polārie rajoni. Šādu rotāciju ir pieņemts saukt par diferenciālu rotāciju.

Iespējams, ka diferenciālas rotācijas cēlonis ir tas, ka Saules dziļu rotācijas ātrums daudzkārt pārsniedz novērojamo virsslāņu rotācijas ātrumu (pēc dažiem novērtējumiem, Saules kustības daudzuma momentam jābūt ap 200 reizu lielākam nekā pie novērojamā rotācijas ātruma) un ekvatoriālo apgabalu ārslāņu saņemtais kustības daudzuma moments ir lielāks nekā augstākos platumos. Vairākums mūsdienu Saules aktivitātes cikliskuma teoriju balstās uz magnetohidrodinamisko dinamo, kura darbības uzturēšanai nepieciešama liela mēroga magnētisko lauku pastāvēšana uz Saules un diferenciālā rotācija. Taču, ja jau aktivitātes ciklu veidošanās procesā tiek iesaistīta Saules virsslāņu rotācijas enerģija, varētu sagaidīt arī, ka cikla gaitā šī enerģija un līdz ar to arī rotācijas ātrums izmainās.

1976. gadā amerikāņu astrofiziķi Dž. Edijs, P. Gilmans un D. Trotere publicēja savus vēsturisko dokumentu pētījumus par Saules rotāciju ilgajā Saules aktivitātes minimuma periodā 17. gadsimtā (šis periods pazīstams kā Moundera minimums)².

¹ Saules rotācijas leņķiskā ātruma vērtības loka grādos diennaktī atkarībā no heliogrāfiskā platumā φ ir izsakāmas šādi: plankumiem $14^{\circ},38-2^{\circ},7 \sin^2 \varphi$, lāpām $14^{\circ},52-2^{\circ},6 \sin^2 \varphi$, fokolām $14^{\circ},49-2^{\circ},6 \sin^2 \varphi$, protuberancēm $14^{\circ},43-2^{\circ},15 \sin^2 \varphi$ metaliskajām inversā slāņa spektrālīnijām $13^{\circ},7-2^{\circ},7 \sin^2 \varphi$. Uz Saules ekvatora $\varphi=0$.

² Skat. G. Ozoliņa rakstu «Ilgi Saules aktivitātes minimumi». — «Zvaigžņotā debess», 1977. gada vasara, 1.—4. lpp.

Izpētot augstas kvalitātes zīmējumus, kuros astronoms Johans Hevēlijs attēlojis paša 1642.—1644. gadā novērotos Saules virsmas veidojumus, amerikāņu zinātnieki secināja, ka minētajā periodā Saules rotācijas ātrums ir bijis 3—4% lielāks nekā mūsdienās. Turklāt izrādījās, ka diferenciālā rotācija 0—20 grādu heliogrāfiskā platumā joslā abpus ekvatoram bijusi 3 reizes lielāka nekā pašreiz.

Interesantus rezultātus 1977. gadā publicējis arī Heila observatorijas (apvienotā Vilsona kalna un Palomāra kalna observatorija, Kalifornijā, ASV) līdzstrādnieks R. Hovards. Viņš noteicis Saules rotācijas ātrumu, mērot Saules diska malās novērojamo spektrālīniju frekvences Doplera novirzes lielumu, kas rodas, Saules rotācijas dēļ šīm malām gan tuvojoties, gan attālinoties no Zemes. Mērijumi rāda, ka kopš 1967. gada Saules rotācija ap savu asi pakāpeniski paātrinās. Saules ekvatoriālajos apgabalos ātruma pieaugums ir sasniedzis ap 5%, kā rezultātā šo apgabalu rotācijas ātrums pieaudzis no 7200 līdz 7600 km/st. Novērotajam ātruma pieaugumam ir diferenciāls raksturs. Vislielākais tas ir 10—15° joslā abpus Saules ekvatoram, pakāpeniski samazinoties virzienā uz poliēm.

Pēc R. Hovarda domām, šīs rotācijas ātruma izmaiņas skar tikai Saules virsējos, proti, fotosfēras, slāņus, jo ir skaidrs, ka kopumā Saules rotācijas kustības daudzuma moments nevar mainīties šī momenta nezūdamības likuma darbības dēļ. Iespējams, ka šīs parādības pamatā ir Saules virsmas slāņu magnētiskie lauki, kas ir «iesaldēti» Saules plazmā un ietekmē šo slāņu kustību. Šie magnētiskie lauki

«iesalumā», kā arī Saules diferenciālās rotācijas rezultātā var savērties, savērties līdzīgi pulksteņa atsperei, un atkarībā no kustības virziena gan paātrināt, gan palēnināt šo kustību. Ja tas tā, tad pēc kāda laika, t. i., kad mainīsies Saules magnētisko lauku polaritātes, Saules rotācijas ātrumam būs jāsamazinās, bet to varēs noteikt tikai tad, kad aktivitātes cikls būs beidzies.

Tātad nav izslēgts, ka vēsturisko pētījumu rezultātā atklātā un arī R. Hovarda novērotā Saules rotācijas ātruma izmaiņa ir līdz šim nepazīstama Saules aktivitātes cikliskuma izpausme. Nav šaubu, ka jaunatklātā parādība ļaus dziļāk ielūkoties un labāk izprast likumsakarības, kas nosaka Saules magnētisko lauku struktūru tās virsējos slāņos, Saules rotāciju un Saules aktivitātes parādības dažādo izpausmju savstarpējo saistību un nosacītību.

Nobeigumā jāpiebilst, ka vairāki autori, kas nodarbojas ar Saules aktivitātes prognozēm, izteikuši domu, ka pašreizējais Saules aktivitātes cikls būs ilgāks un pārsniegs 11 gadu intervāla robežas.

A. Balklavs, G. Ozoliņš

ARGUMENTS SAULES AKTIVITĀTES CIKLISKUMA PLANĒTU TEORIJU LABĀ

Jau viens no pirmajiem Saules aktivitātes ciklu pētniekiem Čīrihes observatorijas direktors Rūdolfs Volfs (1816—1893) uzskatīja, ka aktivitātes maiņu izraisa Saules sistēmas planētu iedarbība. Uz

šādām domām daudzus pētniekus uzvedināja Saules aktivitātes cikla 11 gadu perioda un mūsu planētu sistēmas masīvākās planētas — Jupitera sideriskā apriņķošanas perioda tuvās skaitliskās vērtības. Kā zināms, Jupiters apriņķo Sauli 11,9 gados. Kopš Volfa pētījumiem parādījies ļoti daudz darbu, kuros empīriski statistiskā ceļā atrastas sakarības, kas saista planētu konfigurācijas un to apriņķošanas periodus ar Saules aktivitātes cikliem. Darbu autori galvenokārt minējuši planētu izraisīto uzplūdu spēku iespējamo iedarbību uz Sauli.

Tomēr pēdējā gadu desmitā veiktie aprēķini liecina, ka planētu izraisītā Saules uzplūdu viļņa amplitūda ir ļoti niecīga — 1 līdz 2 milimetri! Neticami, ka tik zems uzplūdu vilnis varētu kaut cik jūtami ietekmēt mutuļojošās Saules aktivitāti. Tomēr, par spīti pamatīgai kritikai, Saules aktivitātes ciklu planētu teorijas nevēlas samierināties tikai ar vēsturisku lomu. Parādījušies darbi, kuros mēģināts atrast mehānismu, kas varētu šos uzplūdus pastiprināt. PSRS Zinātņu akadēmijas Astronomisko ziņojumu birojs savā cirkulārā publicējis P. Šternberga Valsts astronomijas institūta līdzstrādnieka A. Hlistova ziņojumus par to, ka mehāniska rezonanse var lielā mērā pastiprināt uzplūdu viļņa amplitūdu.

Tā kā šos uzplūdus izraisošo spēku periodiskās maiņas frekvences ir labi zināmas, bija jāatrod tikai svārstību sistēmas (t. i., Saules) rezonanses frekvences. Jau pašā sākumā nācās atteikties no A. Severnija vadītās Krimas astrofizikas observatorijas līdzstrādnieku grupas atklātām Saules svārstībām, jo to periods 2 stundas 40 minūtes ir daudzkārt mazāks par paša

īsākā 15 dienu Saules uzplūdu perioda ilgumu.

A. Hlistovs, izmantodams labi izstrādāto Zemes atmosfēras svārstību teoriju, parāda, ka Saules konvektīvajā zonā iespējamās rezonanses ar krietni garākiem periodiem.

Galvenie noteikumi, kas jāizpilda, lai varētu pielietot Zemes atmosfēras svārstību teoriju, ir šādi: atmosfēra sastāv no ideālas gāzes, kura atrodas vietējā termodinamiskā līdzsvarā; atmosfērā pastāv hidrostatisks līdzsvars; atmosfēras biezums ir mazs salīdzinājumā ar tās horizontālajiem izmēriem; uz atmosfēras apakšējās robežas vertikālais ātrums ir nulle; atmosfēra sastāv no saspiežamas neviskoza gāzes. Saules konvektīvajā zonā pirmie četri noteikumi tiek izpildīti pietiekami labi, piektais — tikai tuvināti. No A. Hlistova aprēķiniem redzams, ka konvektīvajai zonai ir bezgala daudz rezonanses periodu, no kuriem īsākie ir viens, trīs un seši mēneši. Pieņemot, ka konvektīvā zona ir lineāra rezonanses sistēma un ņemot vērā tikai Jupitera izraisītos uzplūdus, var pierādīt, ka pie rezonanses perioda 1 mēnesis gada laikā uzplūdu amplitūda palielinās līdz 1,9 km. Pieņemot savukārt, ka Saules aktivitāti raksturojošie Volfa skaitļi ir proporcionāli svārstību kinētiskajai enerģijai, un izvēloties piemērotus proporcionalitātes koeficientus, var iegūt Volfa skaitļu maiņas liknes, kas labi sakrīt ar reāli novērojumos iegūto Volfa skaitļu liknēm aktivitātes cikla kāpjošajā zarā. Tā, piemēram, Jupitera radītajiem uzplūdiem, ja konvektīvās zonas rezonanses periods ir 1 mēnesis, trīs gadu laikā būtu jāpalielina Volfa skaitlis līdz

cikla maksimālajai vērtībai 100. Uzplūdu viļņa amplitūda šo triju gadu laikā sasniegtu apmēram 6 km. Interesanti atzīmēt, ka šī vērtība ir samērojama ar A. Severnija grupas izmērīto Saules īsperioda svārstību amplitūdu.

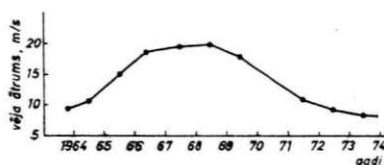
Lai pārbaudītu A. Hlistova aplēšu pareizību, jāveic speciāli novērojumi uzplūdu viļņu amplitūdu novērtēšanai.

Tā kā Saules aktivitātes cikliem ir ļoti complicēts raksturs, uzplūdu spēki varētu būt tikai viens no vairākiem Saules aktivitātes grandiozo parādību izraisītājiem cēloņiem.

G. Ozoliņš

SAULES AKTIVITĀTE UN VĒJA ĀTRUMS ZEMES ATMOSFĒRAS AUGŠĒJOS SLĀŅOS

Tadžikijas PSR Zinātņu akadēmijas Astrofizikas institūts ir pazīstams ar meteoru pētījumiem, kuros izmanto radiolokācijas metodes. Kopš 1964. gada institūtā regulāri novēro meteoru Zemes augšējā atmosfērā atstātās pēdas. No jonizētajām meteoru pēdām atstarotie radioviļņi ļāva izsekot vēja ātruma maiņām 80 līdz 110 kilometru augstumā visā 11 gadu Saules aktivitātes ciklā. Attēlā parādīta regulāra



1. att. Regulāra vēja ātruma gada vidējās vērtības 93 km augstumā.

vēja ātruma pastāvīgās komponentes gada vidējās vērtības no 1964. līdz 1974. gadam 93 kilometru augstumā. Labi redzams, ka Saules aktivitātes minimuma gadiem atbilst minimālas vēja ātruma vērtības, bet maksimuma gadiem — maksimālas.

Kā norāda paši pētnieki — P. Babadžanovs, V. Kolmakovs un R. Čebotarjovs, vēja virziens visā Saules aktivitātes cikla laikā praktiski nemainījās un gaisa masas pārvietojās uz austrumiem. Tadžikijas zinātnieki uzskata, ka Zemes atmosfēras augšslāņu vēja ātruma maiņas regulē Saules ultravioletais starojums. Ja vēja ātruma izmaiņas noteiktu Saules korpuskulu regulāra iedarbība, varētu sagaidīt arī vēja virziena maiņas, jo korpuskulārās plūsmas intensīvāk sakarsē atmosfēras augšslāņus polāros ra-

jonos un šo slāņu temperatūra, kā arī spiediens tajos pieaug virzienā uz poliem.

Tā kā vēja virziena maiņa netika novērota, jāpieņem, ka galvenā loma šeit ir Saules ultravioletajam starojumam. Konstatēts arī, ka horizontāla stacionāra vēja ātrums atmosfēras augšslāņos ar augstumu virs Zemes mainās proporcionāli temperatūras kvadrātam attiecīgā augstumā. Tādējādi var uzskatīt, ka plānā atmosfēras slānī vēja kinētiskā enerģija ir proporcionāla slāņa absorbētajai Saules radiācijai, kas ir papildu liecība par labu tam, ka intensīvā Saules ultravioletā starojuma maiņas aktivitātes cikla laikā izraisa atbilstošas izmaiņas Zemes atmosfēras augšslāņu vēja ātrumā.

G. Ozoliņš

KOSMOSA APGŪŠANA

ISA IEPAZĪŠANĀS AR «SALŪTU-6»

Padomju orbitālā stacija «Salūts-6», ar kuru pēdējo mēnešu laikā veikta vesela pirmreizīgu operāciju virkne (sk. divus iepriekšējos «Zvaigžņotās debess» laidienus), iezīmē šā tipa orbitālo staciju otro paudzi. Par tās uzbūvi un iekārtojumu stāsta laikraksta «Izvestija» korespondenta B. Konovalova raksts, kuru saīsinātā veidā pārpublicējam no avīzes 1977. gada 14. decembra numura.

Orbitālā stacija «Salūts-6» sastāv no trim cilindriem, kurus vienu ar otru savieno koniski segmenti. Vismazākais cilindrs atrodas stacijas priekšējā daļā, un tajā iekārtots pārejas nodalījums. Pašā stacijas priekšgalā uzstādīts pirmais sakabināšanās mezgls, kuram tuvojās kosmosa kuģis «Sojuz-25» un pieslēdzās «Sojuz-27».

Pārejas nodalījumam seko darba nodalījums, kas sastāv no vidējā cilindra ar diametru ap 3 metriem un garumu ap 4 metriem, no pāri par metru gara savienojošā posma un no lielākā cilindra ar diametru un garumu pāri par 4 metriem. Vidējam cilindram 120° leņķi citam pret citu piestiprināti trīs Saules bateriju paneli. Pēc ievadīšanas orbitā tie izplētās un ar automātiskas sekošanas iekārtas palīdzību pagriezās pret Sauli, lai dotu maksimālu elektroenerģijas daudzumu.

Lielākā cilindra pakalgalā iekārtots nehermētisks agregātu nodalījums ar galveno korekcijas dzinēju un nelieliem vadības sistēmas dzinējiem. Šī nodalījuma centrā novietots otrs sakabināšanās mezgls, kuram pieslēdzās «Sojuz-26» un bezpilota transportkuģis «Progress-1»; ar stacijas iekštelpām to savieno neliels pārejas tunelis.

Iepazīšanos ar «Salūta-6» iekšieni sāksim no priekšējā pārejas nodalījuma. Tur atrodas viens no septiņiem orbitālās stacijas vadības posteņiem, un no turienes bortinženieris var strādāt ar navigācijas instrumentiem. Pārejot darba nodalījumā, vispirms ieraudzīsīm centrālo vadības pulti ar krēsliem komandierim un bortinženierim. (Šī vieta parasti redzama tuvplānā televīzijas pārraidēs.)

No šī centrālā posteņa kosmonauti var vadīt orbitālo staciju, uzturēt sakarus ar Zemi, kontrolēt visu galveno sistēmu darbību, sekot automātisko programmu izpildes gaitai, strādāt ar stacijas skaitļojamo mašīnu, saņemt informāciju par «Salūta-6» stāvokli telpā, par veikto apriņķojumu skaitu ap Zemi, par ieiešanu Zemes ēnā un iziešanu no tās.

Tālāk gar abiem bortiem aiz paneliem novietoti dzīvības nodrošināšanas sistēmu reģeneratori, kuri nepārtraukti uztur «Salūta» iekšienē tīru un svaigu atmosfēru. Nedaudz tālāk atrodas arī ūdens reģenerēšanas sistēma, kura kondensē stacijā iztvaikojošo ūdeni un no jauna iesaista to riņķojumā pa stacijas noslēgto vidi. Tas ļauj būtiski samazināt līdņemamā ūdens krājumus.

Aiz centrālā vadības posteņa atrodas orbitālās stacijas ēdamtelpa. Divi

atvāžami paneļi ļauj ātri iekārtot pietiekami plašu galdu, turpat atrodas arī divi ēdiena sildītāji, kā arī karstā un aukstā ūdens krāni.

Vēl tālāk gar kreiso bortu skapī atrodas instrumentu komplekts medicīniskiem pētījumiem. Turpat blakus izvietotas ierīces fiziskiem vingrinājumiem — slidošais celiņš, veloergometrs. Pretējā pusē, pie labā borta, uzstādīts kosmonautiem visai patikams jauninājums — dušas iekārta. Lai nomazgātos, apkalpei jānolaiž no griestiem līdz grīdai plastmasas plēves konstrukcija, kas izveido nelielu kabīni. Karstais ūdens no īpašas tvertnes nonāk izsmidzinātājā, kas būtībā neatšķiras no parastās dušas. Lai ūdens pilītes nokļūtu uz cilvēka ķermeņa, nevis paliktu karājoties gaisā bezsvara stāvoklī, kabīnē tiek radīta lejup vērsta gaisa plūsma.

Vēl dziļāk stacijas iekšienē, tās pašā platākajā daļā, gar abiem bortiem atrodas kosmonautu guļvietas un ledusskapji ar pārtikas krājumiem. Stacijas pakalgalā atrodas arī divas slūžu kameras atkritumu izsviešanai, kā arī tualetes telpa.

Centrālo vietu vislielākajā cilindrā aizņem zinātniskās aparatūras nodalījums, kas izveidots kā liels konuss ar lejup vērstu platāko daļu. Zinātniskie instrumenti izvietoti arī daudzos citos stacijas nostūros. Aparatūras kopsvars sasniedz apmēram pusotru tonnu, un tā paredzēta plašiem zinātniskās un tautsaimnieciskās nozīmes pētījumiem, tehniskiem un medicīniski bioloģiskiem eksperimentiem.

Kā norāda viens no «Salūta-6» veidotājiem — profesors K. Feoktistovs, šī orbitālā stacija atšķiras no iepriekšējām ar plašāku pētījumu programmu un vairākām konstruktīvām īpatnībām. Galvenā no tām — divi sakabināšanās mezgli viena vietā. Tehniskā ziņā tie viens no otra neatšķiras. Tuvošanās un sakabināšanās vadības sistēma ļauj pieņemt kuģus gan pilnīgi automātiskā režīmā, gan ar tradicionālo rokas vadību pēdējā posmā¹.

Konstruktoriem vajadzēja pielikt daudz pūļu, lai pārveidotu agregātu nodalījumu, dzinējiekārtu, degvielas padeves sistēmu un izbrīvētu vietu otrajam sakabināšanās mezglam. Toties tagad transportkuģi var pieslēgties stacijai no divām pusēm, un tas paver vairākas jaunas iespējas. Piemēram, ja vienu kuģi caursitis meteorīts, var sūtīt uz orbitālo staciju otru kuģi un tajā atgādāt kosmonautus uz Zemi. Ja vienā no sakabināšanās mezgliem radies bojājums, iespējams izmantot otru un pēc tam mēģināt salabot pirmo. Vēl vairāk, šāda orbitālā stacija spēj pieņemt divus kuģus vienlaikus, un tas ļauj nogādāt tur papildu iekārtas, paplašināt stacijas remonta iespējas.

«SALŪTS-6»: IESPAIDĪGS STARPFINIŠS

Kā jau ziņojām², 1978. gada 22. janvārī ar padomju orbitālo zinātnisko staciju «Salūts-6», kur kopš 1977. gada 11. decembra uzturējās apkalpe kosmonautu J. Romaņenko un G. Grečko sastāvā, sakabinājās auto-

¹ Ar diviem sakabināšanās mezgliem bija apgādāta arī amerikāņu orbitālā stacija «Skylab» (skat. «Zvaigžņotā debess», 1973./74. gada ziema, 28.—31. lpp.), taču otrais (radiālais) bija paredzēts tikai islaicīgai izmantošanai pie pirmā (aksiālā) mezgla pieslēgtā kuģa avārijas gadījumā. Tā kā šāda situācija neradās, divi kuģi vienlaikus pie stacijas ne reizi nepiekabinājās.

² Skat. «Zvaigžņotā debess», 1978. gada pavasaris, 37.—39. lpp.

mātisks transportkuģis «Progress-1», atvedot degvielu un dažādu citu kravu. Pēc izkraušanas un degvielas pārsūknēšanas 6. februārī transportkuģis tika atkabināts un divas dienas vēlāk lidojumu beidza, kamēr orbitālās stacijas apkalpe turpināja kārtējos darbus.

23. februārī kosmonauti uzsāka eksperimentus ar stacijas submilimetru diapazona teleskopu BST-1M, kuru gaitā teleskops un tā optiskais vizieris pēc Sīriusa un Jupitera novērojumiem tika justēts attiecībā pret stacijas astroorientācijas sistēmu. Tika izdarīti arī teleskopa autonomās vadības sistēmas izmēģinājumi un Zemes atmosfēras submilimetru viļņu starojuma mērījumi (pavēršot teleskopu lejup). Šādi eksperimenti turpinājās arī 26. un 27. februārī.

2. martā tika palaists kosmosa kuģis «Sojuz-28» ar starptautisku apkalpi: PSRS lidotāju kosmonautu Alekseju Gubarevu un Čehoslovākijas kosmonautu Vladimīru Remeku. Ar šā kuģa startu sākās jauns posms sociālistisko valstu sadarbībā kosmosa izpētē un apgūšanā programmas «Interkosmos» ietvaros. (Šim svarīgajam solim sīkāk pievērsīsimies kādā no nākamajiem «Zvaigžņotās debess» laidieniem.) 3. martā kosmosa kuģis «Sojuz-28» sakabinājās ar orbitālo kompleksu «Salūts-6»—«Sojuz-27», un kosmonauti A. Gubarevs un V. Remeks pārgāja orbitālās stacijas telpās. Nākamajās septiņās dienās apkalpe veica virkni kopīgu eksperimentu — tehnoloģisko «Morava», bioloģisko «Hlorella» u. c.

10. martā pēc iepļānoto darbu pabeigšanas starptautiskā apkalpe kosmonautu A. Gubareva un V. Remeka sastāvā atgriezās uz Zemes kosmosa kuģi «Sojuz-28». 13. martā saskaņā ar lidojuma programmu atpakaļceļam sāka gatavoties arī J. Romaņenko un G. Grečko. 16. martā 14st19^m abi kosmonauti atgriezās uz Zemes kosmosa kuģi «Sojuz-27», noslēdzot ilgāko pilotējamo lidojumu kosmonautikas vēsturē. Tikmēr orbitālā stacija «Salūts-6» turpināja lidojumu automātiskā režīmā.

(Pēc TASS ziņojumiem)

GAMMA STARU NOVĒROJUMI KOSMOSĀ

Pateicoties instrumentu uzstādīšanas iespējai kosmiskajos lidaparātos, astronomiskiem novērojumiem pieejamais diapazons aizsniedzis arī gamma starus — pašus īsākos elektromagnētiskos viļņus, kuriem fotonu (kvantu) enerģija mērāma jau miljonos un pat miljardos elektronvoltu. Diemžēl šo ļoti enerģisko kvantu augstās caurspiedības dēļ tikpat kā nav iespējams izveidot gamma staru optiku, t. i., ierīces, kas spētu efektīvi koncentrēt uz jutīgā elementa tikai no kāda noteikta virziena nākošu starojumu. Daļēju atrisinājumu patlaban sniedz t. s. dzirksteļu kameras, kurās starojuma virzienu, enerģētisko spektru un intensitāti nosaka pēc gamma kvantu radīto elektronu — pozitronu pāru trajektorijām kameras iekšienē. Šādiem instrumentiem tomēr piemīt vairāki būtiski trūkumi: neliela jutība un leņķiskā izšķiršanas spēja (ap 1°), augsts traucējumu līmenis no enerģisku lādēto daļiņu trāpījumiem u. tml. Sakarā ar minētajām grūtībām, kā arī paša kosmiskā gamma starojuma samērā zemo intensitāti, novērojumi no mākslīgajiem Zemes pavadoņiem šajā diapazonā ir snieguši daudz pieticīgāku informāciju nekā rentgenstaros. Tomēr pašos pēdējos gados, pateicoties aparātūras un novērošanas metožu pilnveidojumiem un specializētu ZMP palaišanai, iegūti vairāki astrofizikai svarīgi rezultāti. Īsu pārskatu par šiem pavadoņiem, tajos uzstādīto aparatūru un iegūtajiem datiem sniedz žurnāla «Priroda» 1977. gada 12. numurā publicēto rakstu kopsavilkums.

Gamma astronomija ir viens no visjaunākajiem ārpusatmosfēras astronomijas novirzieniem. Par tās rašanās brīdi parasti uzskata 1961. gadu, kad amerikāņu pavadoņi «Explorer-11» uzstādīta aparātūra registrēja gamma starojumu no Galaktikas centra. Taču straujāka šīs nozares attīstība sākās tikai septiņdesmito gadu pirmajā pusē līdz ar speciāli šim nolūkam paredzētu mākslīgo Zemes pavadoņu izveidošanu. Līdz šā gada sākumam palaisti pavisam trīs šādi specializēti pavadoņi: amerikāņu SAS-2, Rietumeiropas COS-B (ar amerikāņu nesējraķeti) un franču «Signe-3» (ar padomju nesējraķeti).

«Explorer-48» jeb SAS-2 (saīsinājums no Small Astronomy Satellite — mazais astronomiskais pavadoņis) tika palaists 1972. gada 15. novembrī un ievadīts aptuveni ekvatoriālā ($i=2^\circ$) apļveida orbītā ar augstumu ap 500 kilometriem. Pavadoņi ar masu 160 kg bija uzstādīta dzirksteļu kamera gamma starojuma pētīšanai 20 līdz 200 MeV diapazonā. Instrumenta jutība bija apmēram 10 reizes augstāka nekā līdzīga veida detektoriem agrāk palaistajos kosmiskajos lidaparātos, bet starojuma avotu pozīcijas tas ļāva noteikt ar precizitāti līdz 1,5 grādiem, arī šajā ziņā apmēram 10 reizes pārspējot analogisku instrumentu pavadoņi OSO-3, ar kura palīdzību 1967. gadā bija iegūtas pirmās aptuvenās ziņas par Galaktikas gamma starojuma sadalījumu.

COS-B (saīsinājums no Celestial Observation Satellite — pavadoņis debess novērošanai) tika palaists 1975. gada 9. augustā un ievadīts stipri izstieptā polārā ($i=90^\circ$) orbītā ar perigeju Zemes tuvumā un apogeju pāri par 100 tūkst. kilometru augstumā. Pavadoņi ar masu 278 kg bija uzstādīts instrumentu komplekts gamma starojuma pētīšanai 25 līdz 1000 MeV diapazonā, kā arī rentgenstaru detektors pulsāru novērošanai.

Abi pavadoņi ļāvuši izveidot samērā detalizētu priekšstatu par mūsu Galaktikas izskatu gamma staros. Izrādījies, ka starojuma sadalījumam atkarībā no galaktiskā platuma (t. i., šķērsām Piena Ceļam) ir krasi izteikts maksimums: attālinoties no šīs koordinātu sistēmas ekvatora tikai par 10 grādiem, starojuma intensitāte samazinās 15 reizes Galaktikas centra rajonā un 3 reizes pretējā pusē, t. s. anticentra rajonā; tātad šajā diapazonā Piena Ceļš izdalās pie debesīm daudz kontrastaināk nekā ar aci redzamajā gaismā. Starojuma sadalījums atkarībā no galaktiskā garuma (t. i., gar Piena Ceļu) izrādījies visai nevienmērīgs. Centrālās daļas (30—40 grādi uz abām pusēm no virziena uz Galaktikas centru) gamma starojums gan ir vidēji 4 reizes spēcīgāks nekā no citiem rajoniem, taču gan centrālajā daļā, gan perifērijā intensitātes likni izrobo dažāda lieluma maksimumi un minimumi. (Iespējams, ka daži no tiem atspoguļo mūsu Galaktikas spirālveida struktūru — visvairāk starojuma avotu uztvērēja redzeslaukā nonāk tad, kad novērošanas virziens pieskaras attiecīgā spirāles zara asij.)

Diskrētie gamma starojuma avoti Galaktikā, kuru meklējumi arī ietilpa specializēto pavadoņu uzdevumos, novērojami uz aplūkotās difūzās kvantu plūsmas fona. Tādēļ sakarā ar gamma teleskopu zemo leņķisko izšķirošanas spēju izdevies izdalīt tikai dažus spēcīgākos avotus, bet to identificēšana ar agrāk zināmiem objektiem kļuvusi iespējama tikai pēc sīkākas iepazīšanās ar starojuma spektru un izmaiņām laikā.

Kā pirmo gamma spīdekli vēl pirms specializēto pavadoņu palaišanas bija izdevies droši konstatēt Krabja miglāju un pulsāru NP 0531+22 tā centrā¹ — 1054. gadā uzliesmojušās pārnovas atliekas. Miglāja starojums ticis reģistrēts vispār ļoti plašā elektromagnētisko viļņu diapazonā, ieskaitot visu gamma diapazonu no t. s. mīkstajiem (ar enerģiju 0,1—1 MeV) līdz «supercietajiem (ar enerģiju 10^5 — 10^7 MeV) gamma kvantiem. Izdalīt no kopējās plūsmas pulsāra starojumu bija ļāvis tā mainīgums ar gluži tādu pašu periodu kā radio, optiskajā un rentgendiapazonā — 0,033 sekundes.

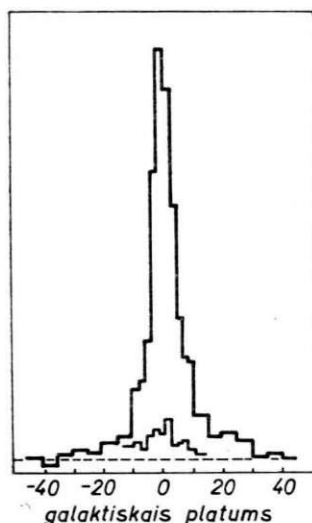
Novērojumi no SAS-2 (un apmēram tajā pašā laikā arī no augstlidojuma aerostata) atklāja otru analogisku gamma spīdekli — pirms sešiem tūkstošiem gadu uzliesmojušās pārnovas atliekas Buras zvaigznājā. Izdevās reģistrēt gan starojuma pastāvīgo komponenti no miglāja, gan mainīgo ar periodu 0,089 sekundes no pulsāra PSR 0833-45. (Priekšlikumu vērst gamma teleskopus uz šo relatīvi vecāko radiopulsāru izteicis I. Šklovskis).

SAS-2 iegūto materiālu tālākā analīze ļāva konstatēt gamma starojumu no vēl diviem pulsāriem — PSR 1747-46 un PSR 1818-04. Spriežot pēc periodiem — 0,589 un 0,742 sekundes — un to izmaiņas ātrumiem, šie pulsāri ir vēl krietni vecāki, taču ne vairāk par vienu miljonu gadu. Dīvainā kārtā no vairākiem desmitiem citu radiopulsāru, kas būtiski neatšķiras no abiem minētajiem ne ar periodu, ne ar vecumu, ne ar attālumu, nekādu gamma starojumu nav reģistrējis nedz uz tiem speciāli vērstais SAS-2 instruments, nedz citu pavadoņu aparatūra.

Bez tam SAS-2 pārraidīto datu atkārtota apstrāde sniegusi apstiprinājumu spēcīga gamma staru avota atklāšanai Gulbja zvaigznājā pēc novērojumiem no padomju aerostata 1972. gada rudenī. Šī avota starojums mainās ar 4,8 stundu periodu, kas konstatēts arī infrasarkanā un rentgenstaru diapazonā, turklāt gandrīz visa gamma kvantu plūsma pieņāk šaura, nepilnu stundu ilga impulsa veidā. Tieši šis apstākļis arī acīmredzot traucējis atklāt visspēcīgāko diskreto gamma starojuma avotu pie mūsu debesīm jau agrāk. (Šis objekts — Gulbis X-3 būtiski atšķiras no iepriekšminētajiem diskretajiem avotiem: tā 4,8 stundas ilgo periodu visdrīzāk var izskaidrot ar izstarojošās komponentes orbitālo kustību ciešā dubultsistēmā.)

Novērojumi no otrā specializētā pavadoņa COS-B liecina, ka Galaktikas plaknes tuvumā pastāv vēl vismaz seši diskreti gamma staru avoti

¹ Skaitlīs pulsāra apzīmējumā norāda tā koordinātes: šajā gadījumā rektascensija $05^{\text{h}}31^{\text{m}}$, deklinācija $+22^{\circ}$.



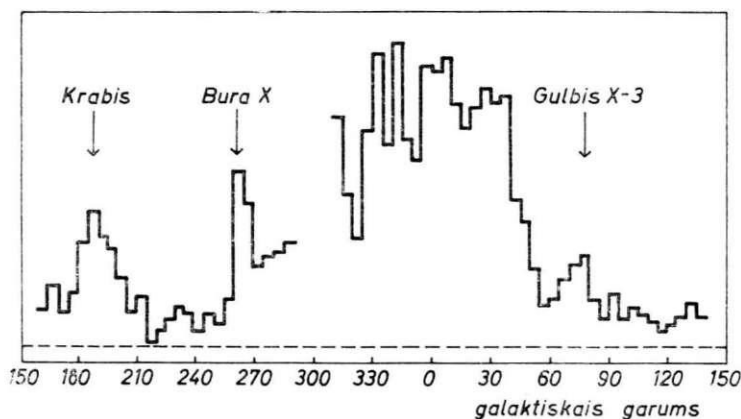
1. att. Galaktikas gamma starojuma sadalījums atkarībā no galaktiskā platumas pēc pavadoņu SAS-2 un COS-B datiem.

ar aptuveni tikpat lielu intensitāti kā Krabja miglājam, taču saistīt tos ar jau zināmiem objektiem līdz šim nav izdevies. Vēl daži arī joprojām neidentificēti avoti jau agrāk pamanīti gan Piena Ceļa joslā, gan ārpus tās no citiem pavadoņiem («Kosmoss-264», 1969. g.) un aerostatiem.

Trešais specializētais pavadoņs — franču «Signe-3» palaists 1977. gada 17. jūnijā ar padomju nesējraķeti, kura to ievadīja apmēram 500 kilometru augstā apļveida orbitā ar mērenu slīpumu pret Zemes ekvatora plakni ($i=51^\circ$). Pavadoņi ar masu 102 kilogrami uzstādīts gamma «teleskops» starojuma pētīšanai 0,02 līdz 10 MeV diapazonā, kā arī instruments Saules ultravioletā starojuma novērošanai.

Pavadoņs «Signe-3» lidojumā pa orbitu tiek stabilizēts ar rotāciju ap Saules virzienā vērsto korpusa garenisko asi. Uz pavadoņa priekšējā paneļa uzstādīta iekārta Saules ultravioletā starojuma pētīšanai, bet gamma «teleskops» uzstādīts pretējā pusē 10° leņķi pret pavadoņa garenisko asi un vērsts projām no Saules. Tā kā šī instrumenta redzesleņķis ir 20° , tad, pavadoņim rotējot, pie debess tiek pastāvīgi aplūkots apgabals ar 40° diametru. Viena gada laikā, Zemei kopā ar pavadoņi veicot pilnu apriņķojumu ap Sauli, šis apgabals arī noies pa debess sfēru pilnu apli un izveidos tur 40° platu joslu; tā ietvers gan Galaktikas centru, gan anticentru².

«Signe-3» lidojuma programmā paredzēti trīs galvenie pētījumu virzieni. Pirmais no tiem ir rentgena un gamma starojuma difūzā fona pētījumi 20 keV līdz 10 MeV diapazonā. Šis fona starojums ir reģistrēts milzīgā enerģiju diapazonā no elektronvolta desmitdaļām līdz vairākiem tūkstošiem megaelektronvoltage un jau samērā sīki izpētīts: izrādās, ka tā



2. att. Galaktikas gamma starojuma sadalījums atkarībā no galaktiskā garuma pēc pavadoņu SAS-2 un COS-B datiem.

² Līdzīgas orientācijas metodes pielietotas arī daudzos citos pavadoņos, kas paredzēti gamma un rentgenstaru novērojumiem.

intensitāte visai vienmērīgi krīt līdz ar kvantu enerģijas pieaugumu. Taču novērojumi no pavadoņiem ERS-18, OSO-3 un «Kosmoss-461» liek domāt, ka 1 MeV apkārtņē samērā gludajai intensitātes liknei ir lūzums — pie kvantu enerģijas, kas augstāka par šo vērtību, it kā parādās papildu starojuma komponente, kura dilst manāmi lēnāk. Šīs komponentes izcelsmes izskaidrošanai izvirzītas vairākas hipotēzes, un to apstiprināšanai vai atspēkošanai vajadzīgi jauni mērījumi, kurus iecerēts veikt ar šo pavadoņi.

Otrais pētījumu virziens paredz meklēt ar «Signe-3» palīdzību jaunus diskrētus rentgena un gamma starojuma avotus enerģijas diapazonā līdz 1—2 MeV.

Trešais pētījumu virziens ir kosmiskā gamma starojuma uzliesmojumu novērošana. Uz gamma un rentgenstaru diapazona robežas šādi spēcīgi un īslaicīgi uzliesmojumi atklāti septiņdesmito gadu sākumā pēc novērojumiem padomju pavadoņi «Kosmoss-428». Šo uzliesmojumu avotus izdevies identificēt ar lodveida zvaigžņu kopām, kuru centrā, domājams, atrodas «melnie caurumi» ar masu simtiem un tūkstošiem reižu lielāku nekā Saulei.

Gamma diapazona iekšienē kosmiskas izcelsmes uzliesmojumi pirmo reizi reģistrēti amerikāņu pavadoņos «Vela». Četri šā tipa pavadoņi atradās līdzīgās apļveida orbitās 100—120 tūkst. kilometru augstumā aptuveni vienādos attālumos cits no cita, un nelielās atšķirības starp uzliesmojumu reģistrēšanas momentiem dažādos pavadoņos ļāva dažkārt novērtēt virzienu uz starojuma avotu. Sakarā ar ne visai precīzo laika atskaites sistēmu un pašu uzliesmojumu sarežģīto struktūru, virziena noteikšanas kļūda iznāca vairāki grādi, turklāt pietiekami droši to izdevās izdarīt tikai sešos gadījumos (no trīsdesmit). Tādēļ gamma uzliesmojumus neizdevās saistīt ar kādu no zināmajām parādībām optiskajā vai radiodiapazonā.

«Signe-3» gamma «teleskops» ļauj pētīt uzliesmojumu laika struktūru ar izšķiršanas spēju līdz dažām milisekundēm, un, vienlaikus izmantojot citus pavadoņus ar līdzvērtīgiem gamma starojuma uztvērējiem, paveras iespēja precīzāk lokalizēt uz debess sfēras uzliesmojumu avotus.

Ar pavadoņi «Signe-3» iegūto zinātnisko informāciju kopīgi apstrādā un analizē franču un padomju speciālisti. (Tā kā tas ir visai darbietilpīgs process, runāt par rezultātiem ir vēl pārāgri.) Saskaņā ar PSRS un Francijas vienošanos par sadarbību gamma astronomijas jomā tiek plānoti arī citi eksperimenti Saules³ un kosmiskā gamma starojuma uzliesmojumu pētīšanai. Jaunu specializētu pavadoņi ar krietni lielāku masu nekā līdzšinējiem līdz gadu desmita beigām paredz palaist arī ASV.

(Pēc žurnāla «Priroda» materiāliem)

³ Mierīga Saule gamma starus praktiski neizstaro. Uzliesmojumu laikā šāds starojums no Saules pamanīts 1972. gadā ar padomju un franču aparatūru pavadoņi «Prognose-2» un amerikāņu aparatūru pavadoņi OSO-3.

NO 108 MINŪTĒM LĪDZ 96 DIENĀM

Līdz Jurija Gagarina vēsturiskā lidojuma septiņpadsmitajai gadskārtai bija atlikušas četras nedēļas, kad pēc vairāk nekā trīs mēnešus ilgas uzturēšanās orbitālajā stacijā «Salūts-6» uz Zemes atgriezās padomju kosmonauti Jurijs Romaņenko un Georgijs Grečko. Tādējādi, kosmonautikas dienā kārtējo reizi rezumējot sasniegumus pilotējamo lidojumu jomā, varējām atzīmēt, ka septiņpadsmit gadu laikā šādu lidojumu maksimālais ilgums pieaudzis gandrīz 1300 reizes — no 108 minūtēm līdz 96 dienaktīm 10 stundām. Tas noticis šādā secībā:

«Vostok-1» (Gagarins)	1961	1,5 st.
«Vostok-2» (Titovs)	1961	1 diena
«Vostok-3» (Nikolajevs)	1962	3 „
«Vostok-5» (Bikovskis)	1963	5 „
«Gemini-5» (Kūpers, Konrads)	1965	8 „
«Gemini-7» (Bormens, Lovells)	1965	14 „
«Sojuz-9» (Nikolajevs, Sevastjanovs)	1970	18 „
«Salūts-1» (Dobrovoļskis, Volkovs, Pacajevs)	1971	24 „
«Skylab» (Konrads, Kervins, Veitcs)	1973	28 „
«Skylab» (Bīns, Gerriots, Lūsma)	1973	59 „
«Skylab» (Karrs, Gibsons, Pougss)	1973/74	84 „
«Salūts-6» (Romaņenko, Grečko)	1977/78	96 „

Ja šī rekordu saraksta beigu daļai pievienojam vēl trīs citus ilgstošus lidojumus orbitālajās stacijās «Salūts-4» (1975. gads, 30 un 63 dienas) un «Salūts-5» (1976. gads, 49 dienas), tad iznāk, ka pavisam pieci mūsu planētas kosmonauti pavadījuši izplatījumā apmēram trīs mēnešus no vietas, septiņi — apmēram divus mēnešus vai drusku mazāk, vēl pieci — vienu mēnesi. Tas ir statistiskā ziņā pietiekami plašs materiāls, lai iegūtajiem medicīniskajiem datiem par organisma pielāgošanos kosmiskā lidojuma apstākļiem un atkalpielāgošanos normālajiem Zemes apstākļiem nevarētu būt gadījuma raksturs, ar konkrētā cilvēka vai konkrētā lidojuma īpatnībām saistīts. Šie novērojumi un eksperimenti liecina, ka, ievērojot pareizu darbu, atpūtas, uztura un fizisko vingrinājumu režīmu, kosmonautu veselības stāvoklis lidojuma laikā un pēc atgriešanās uz Zemes praktiski nemainās līdz ar lidojuma ilguma pieaugumu no viena mēneša uz diviem un trim.

Tādēļ apgalvojums, ka cilvēks var droši doties pat sešus mēnešus ilgā lidojumā, tagad jau iemantojis kosmiskās medicīnas speciālistu vispārēju atzinību, kamēr vēl pirms pāris gadiem daudzi to uzskatīja par pārlieku drosmīgu un vēl nepietiekami pamatotu. Šāds lidojums acīmredzot kļūs par īstenību nākamajā gadu desmitā, kad orbitā ap Zemi parādīsies lielas, visai ilgstošai ekspluatācijai paredzētas orbitālās stacijas.

DIVI GALVENIE INSTRUMENTI

TASS ziņojumā par pilotējamās orbitālās stacijas «Salūts-6» zinātniskajiem uzdevumiem (11. XII 77) kā pirmie minēti kosmiskajā telpā norītošo procesu un parādību novērojumi un Zemes virsmas un atmosfēras pētījumi tautas saimniecības interesēs. Tādēļ iepazīstinām lasītājus ar abiem galvenajiem instrumentiem šo uzdevumu veikšanai — submilimetra diapazona teleskopu BST-1M un daudzjoslu fotoaparātu MKF-6M. (Informācija par to pielietošanas gaitu atrodama kārtējos ziņojumos par «Salūta-6» lidojumu attiecīgi šajā un iepriekšējā «Zvaigžņotās debess» laidienā).

Orbitālās stacijas «Salūts-6» submilimetra diapazona¹ teleskops BST-1M pēc optiskās shēmas ir reflektors ar 1,5 m diametra galveno spoguļi. Instruments uzmontēts uz kardāna piekara, kas ļauj to grozīt 10° robežās gan vertikālā, gan horizontālā plaknē. Izraudzītā objekta meklēšanai un teleskopa pavēršanai uz to izmanto optisko vizieri — palīgteleskopu ar divpadsmitkārtīgu palielinājumu.

Par spoguļa savāktā starojuma uztvērēju kalpo divi nelieli (5×5 mm²) fotorezistori. Tā kā no pētāmajiem objektiem saņemtais starojums ir ļoti niecīgs, bet tūvumā esošās teleskopa daļas rada spēcīgu siltuma fonu, uztvērēju bloks maksimāli jāatdzesē. Šajā nolūkā orbitālajā stacijā uzstādīta kriogēnā sistēma, kas spēj radīt un ilgstoši uzturēt šķidrā hēlija temperatūru. Neraugoties uz sarežģīto konstrukciju, tās gabarīti ir aptuveni tādi kā parastam ledusskapim, svars — tikai 130 kilogrami, elektroenerģijas patēriņš — 1,5 kilovati. Šķidrā hēlija temperatūru iekārta sasniedz pusotras stundās no ieslēgšanas brīža.

Daudzjoslu kosmisko fotoiekārtu MKF-6M kopīgi izstrādājuši PSRS un VDR speciālisti un izgatavojis uzņēmums «Carl Zeiss, Jena». Šī iekārta ļauj uzņemt Zemes virsmu vienlaikus sešās spektra joslās — katrā caur savu objektīvu uz savu filmu. Pēc tam uz Zemes ar speciālu projektoru, ko arī izgatavojis uzņēmums «Carl Zeiss», no četriem melnbaltiem attēliem var sintezēt krāsainus, turklāt piecreiz palielinātus. Kombinējot dažādās spektra joslās iegūtos attēlus, iespējams iezīmēt ar nosacītu krāsu jebkuru dabas veidojumu, piemēram, kaitēkļu apsēstus meža rajonus vai nogatavojušās labības laukus.

Šīs kosmiskās fotosistēmas pirmais variants ar apzīmējumu MKF-6 tika izmēģināts kosmosa kuģa «Sojuz-22» lidojuma laikā, kad septiņās dienās tika iegūti 2,5 tūkstoši daudzjoslu attēlu. Modernizētais variants ar indeksu «M» ir dažādi uzlabots un pielāgots ilgstošam darbam orbitālajās stacijās: tajā iebūvēts rezerves elektronikas bloks, uzstādītas divas papildu kasetes un tml.

Katrs kadrs no «Salūta-6» orbītas aptver 165×220 km² lielu teritoriju. Filmas garums katrā kasetē ļauj uzņemt vairāk nekā 10 miljonus km² Zemes virsmas.

(Pēc padomju preses materiāliem)

¹ Par submilimetra diapazonu mēdz saukt infrasarkanā diapazona tālāko daļu, kas robežojas ar milimetru radioviļņiem.

KONFERENCES UN SANĀKSMES

SKOLA «MOLEKULAS ASTROFIZIKĀ»

Ukrainas PSR ZA zinātnieku jaunrades namā Krimā, Kaciveli ciematā, pagājušā gada oktobrī strādāja jauno astrofiziku skola «Molekulas astrofizikā». To bija organizējusi PSRS ZA Astronomijas padome, piedaloties mūsu valsts vadošiem speciālistiem astrofizikā un molekulārajā fizikā.

Skolu atklāja orgkomitejas priekšsēdētājs PSRS ZA korespondētājloceklis I. Šklovskis, atzīmējot, ka šāds pasākums, kas veltīts molekulārajai astrofizikai, ir organizēts pirmo reizi ne tikai Padomju Savienībā, bet arī visā pasaulē. Referents īsi raksturoja galvenos virzienus molekulārajā astrofizikā, kā arī līdz šim iegūtos rezultātus šajā nozarē. Galvenie virzieni, pēc I. Šklovskā domām, būtu — molekulas zvaigžņu atmosfērās, planētu atmosfērās un citos Saules sistēmas ķermeņos, kā arī starpzvaigžņu vidē. Pirmie soļi molekulārajā astrofizikā tika sperti šā gadsimta trīsdesmitajos gados un bija saistīti ar izotopu $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ attiecības noteikšanu zvaigžņu atmosfērās, izmantojot oglekļa savienojumu veidotās absorbcijas joslas. Viena no galvenajām problēmām planētu atmosfērās ir to ķīmiskā sastāva noteikšana. Tuvākajiem Zemes kaimiņiem mūsu Saules sistēmā, piemēram, Venērai un Marsam, to jau var veikt eksperimentāli ar automātisko starpplanētu staciju palīdzību, bet tālajām planētām tas ir molekulārās astrofizikas uzdevums.

Starpzvaigžņu vidē molekulas atklāja Svings 1937. gadā. No tā laika optiskās un radioastronomiskās metodes ir būtiski pilnveidojušās, un pašreiz starpzvaigžņu vidē ir atklātas 39 molekulas, no tām 10 neorganiskas, 29 molekulas satur vismaz vienu oglekļa atomu un 10 — divus.

Pirmās skolas dienas bija veltītas, ja tā varētu teikt, molekulārās astrofizikas teorētiskajam pamatam. Lekcijās, ko nolasīja L. Gribovs, V. Hersonskis un S. Umaniskis, tika apskatīta molekulāro spektru klasifikācija, to struktūra un citi lielumi, kas raksturo starojumu molekulārajās joslās. Par starojuma pārneses teorijas pielietojšanu stāstīja D. Nagirners no Ļeņingradas Valsts universitātes.

Turpmākajās lekcijās bija iztīrātas problēmas, kas rodas, novērojot molekulas kosmosa apstākļos, kā arī ar iegūto datu interpretāciju un to saistību ar konkrē-



I. att. Fizikas un matemātikas zinātni doktors V. Slišs.

tiem astronomiskiem objektiem. Vairākas no tām aplūkoja tieši dažādās kosmisko molekulu starojuma pētīšanas metodes. Tā fizikas un matemātikas zinātņu doktora V. Sliša (Maskava) lekcija bija veltīta molekulu radiostarojumam centimetru un milimetru viļņu diapazonos. Pētījumi tieši milimetru viļņos ir ļoti aktuāli, jo radioastronomija tikai pēdējā laikā apguvusi šo diapazonu, un tādēļ līdz pat šim brīdim tas ir samērā neizzināts. Lektori galveno uzmanību pievērša tieši konkrētajām tehniskajām metodēm, ar kurām pēti dažādu kosmisko objektu molekulāro radiostarojumu. Referenti uzsvēra, ka pēdējā laikā padomju zinātnieki radījuši iekārtas ar parametriem, kas līdzvērtīgi vai pat pārsniedz attiecīgos ārzemju izstrādājumu paraugus. Tā, piemēram, Krimas astrofizikas observatorijā izveidots 1,35 cm H_2O kosmiskā māzera līnijas uztvērējs ar trokšņu temperatūru 200 K. Vairāki citi referāti pievērsās tieši molekulārā radiostarojuma novērojumiem konkrētos astronomiskos objektos. Tāda, piemēram, bija fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta G. Rudņicka (Maskava) lekcija par molekulu novērojumiem vēlo zvaigžņu gāzu un putekļu apvalkos. Šādi novērojumi ļauj iegūt daudz interesantu materiālu par šo apvalku fizikālo uzbūvi, bet tas savukārt dod iespēju precizēt zvaigžņu evolūcijas teoriju — zvaigžņu gāzu un putekļu apvalki varētu būt radušies, zvaigžnei evolūcijas laikā zaudējot masu. Šie apvalki bez tam ir kosmiskā māzera radiostarojuma avots, un šis starojuma neparastās īpašības izraisa interesi.

Jautājumi, kas saistīti ar šo starojumu, kā arī citiem procesiem, kas norit apstākļos, kad molekulu sadalījums pa spektra enerģētiskajiem līmeņiem neatbilst termodinamiskajam līdzsvaram, tika apgaismoti fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta V. Streļņicka (Maskava) lekcijā. Izrādās, ka apstākļos, kur vielas koncentrācija ir samērā neliela (līdz 10^{10} cm^{-3}), pretstatā laboratorijas apstākļiem, šāds stāvoklis ir sastopams ļoti bieži. Rezultātā nereti novērojamas tādas parādības kā attiecīgās līnijas starojuma temperatūras un apkārtējās vides kinētiskās temperatūras (ko nosaka pēc līnijas platuma) neatbilstība, atšķirīgas spožuma temperatūras dažādās spektra līnijās vai pat māzera starojums. Tādējādi molekulārajā astrofizikā šādu procesu izpētei ir ļoti liela nozīme — tieši šie procesi bieži vien nosaka starpzvaigžņu molekulu starojuma īpašības.

Par citu ne mazāk svarīgu molekulārās astrofizikas jautājumu — molekulāro radioavotu telpisko struktūru referēja fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts L. Matve-



2. att. Lekciju pārtraukumā. PSRS ZA korespondētājloceklis I. Sklovskis.



3. att. Ar PSRS ZA Krimas astrofizikas observatoriju skolas dalībniekus iepazīstināja fizikas un matemātikas zinātņu doktors R. Geršbergs.

jenko. Pēdējā laikā šajā novadā sevišķi lieli panākumi gūti, pateicoties supertālās bāzes radiointerferometrijai, kas ļauj panākt izšķiršanas spēju līdz pat tūkstošdaļai loka sekundes. Aktīvi šajos novērojumos piedalās arī Padomju Savienības radioastronomi, izmantojot Krimas 22 m radioteleskopu.

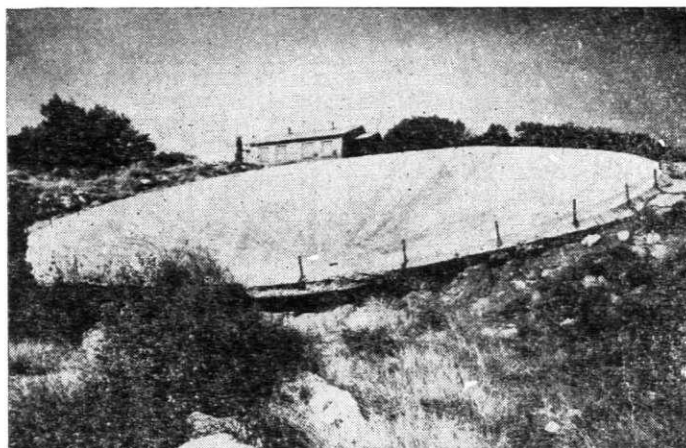
M. Orlova lekcija bija veltīta zvaigžņu atmosfēru izotopiskajam sastāvam, kuru nosaka ar molekulāro spektru palīdzību. Jautājums par viena elementa dažādu izotopu attiecību zvaigžņu atmosfērās ir ļoti svarīgs zvaigžņu iekšējās uzbūves un evolūcijas teorijā. Lai noteiktu dažādu elementu izotopu daudzumu, zvaigžņu atmosfērās nepieciešami augstas dispersijas spektri, jārisina molekulu disoatīvā līdzsvara vienādojumu sistēma un uz zvaigžņu atmosfēru modeļu pamata teorētiski jāizrēķina tā sauktais sintētiskais spektrs, ko pēc tam salīdzina ar novēroto. Šāda analīze pašreiz ir izdarīta 14 molekulām — C_2 , CH, CN, CO, H_2 , H_2O , MgH,

NH, OH, TiO, CO_2 , SiO, VO, ZrO. Pēdējās četras molekulas Saules spektrā nav novērotas.

Molekulu lomu zvaigžņu rašanās procesā aplūkoja I. Koļesņiks (Kijeva). Mūsu Galaktikā daudzās vietās novēro gāzu un putekļu mākoņus. Tādi, piemēram, ir Oriona zvaigznājā — Oriona miglājs, Strēlnieka zvaigznājā Sgr B1, Sgr B2 un citi.

Zvaigžņu rašanās centri ir gāzu putekļu mākoņi ar masu $M=10^5-10^6 M_{\odot}$ (M_{\odot} — Saules masa), izmēri daži parseki. Šādi gāzu un putekļu mākoņi gravitācijas spēka ietekmē sablīvējas jeb kolapsē. Kolapss var turpināties līdz zvaigznes veidošanai tādā gadījumā, ja liekā enerģija, kas rodas saspiešanās rezultātā, palielinoties blīvumam un temperatūrai, tiek aizvadīta prom no mākoņa. Liela loma enerģijas aizvadīšanas procesā ir molekulu starojumam — temperatūra mākoņa iekšienē atbilst tai, kas nepieciešama, lai ierosinātu šo starojumu rotācijas spektra līnijās.

Molekulām komētās pievērsās L. Šulmans un J. Kaimakovs. Pirmo reizi molekulu spektrus komētās novēroja 1864. gadā Donatī Florencē, taču viņš tos nepareizi identificēja ar metālu līnijām. 1868. gadā Hāgens tās pareizi identificēja ar C_2 Svana sistēmas joslām. Pašreiz atklāto joslu skaits ir krietni lielāks. Komētu galvās novēro CN, C_2 , NH, C_3 , GH, NH_2 , CH un CH^+ molekulu joslas, bet komētu astēs CO^+ , N_2^+ , CO_2^+ , OH^+ joslas. Uz Zemes molekulas neeksistē šādā formā, tāpēc uzskata, ka tās izvei-



4. att. Prof. S. Vitkēviča 30 m stacionārā radioteleskopa paliekas Kaciveli ciematā.

dojušās, sabrūkot sarežģītākām molekulām. Jautājums par šo pirmmolekulu struktūru ir atklāts un, lai tajā ienestu kaut kādu skaidrību, tiek plānots izmantot automātisko starpplanētu staciju Halleja komētas pētīšanai. Komētai jānonāk Zemes tuvumā 1985. gadā. Interesantas šķiet arī reliktais molekulas, kuras var atrasties komētās zem sasaluma slāņiem un ir Saules sistēmas rašanās laiku liecinieces. Tāpēc komētu pētījumi var dot daudz jauna Saules sistēmas izcelsmes noskaidrošanā.

Pēdējās skolas dienās lielu interesi izraisīja PSRS ZA korespondētājlocekļa I. Sklovskas lekcija par pārnovām, kurā viņš izklāstīja savu hipotēzi par I tipa pārnovu uzliesmojumu mehānismu¹, kā arī seminārs, kurā vairāki jaunie zinātnieki iepazīstināja klātesošos ar saviem jaunākajiem darbiem.

No nodarbībām brīvajās dienās skolas dalībnieki iepazīnās ar netālu esošo Krimas AO radioteleskopu RT-22 un tā darbu, kā arī ar pašu Krimas astrofizikas observatoriju. Bez tam notika arī ekskursijas uz Bahčisaraju un Ņikitas botānisko dārzu.

J. I. Straume, I. Šmels

¹ Skat. J. I. Straumes un I. Šmels rakstu «Jauna hipotēze par I tipa pārnovu izcelšanos», 19. lpp.

HRONIKA

RADIOASTROFIZIKAS OBSERVATORIJA 1977. GADĀ

1977. gada nogalē Radioastrofizikas observatorijas Zinātniskā padome apsprieda observatorijas darbu 1977. gadā.

Atskaitei periodā ar Smita teleskopu un ar diviem 55 cm teleskopiem reflektoriem turpinājās fotometriskie un zemas dispersijas spektrālie zvaigžņu novērojumi, lai noteiktu oglekļa un dažu citu vēlo tipu zvaigžņu fizikālos raksturlielumus un izpētītu tos statistiskos parametrus, kas atspoguļo attiecīgo zvaigžņu populāciju evolūciju mūsu Galaktikā. Ar Smita teleskopu gada laikā tika novērotas 158 nakts (atkarībā no meteoroloģiskiem apstākļiem pilnas vai nepilnas), iegūts 1081 negatīvs. Nonpublicēti zvaigžņu lielumu un mainīguma pētījumu rezultāti divās zonās ap Galaktikas ekvatoru, iesākta vēl citu divu zonu uzņēmumu apstrādešana. Cerams, ka šādi pētījumi dos atbildi uz jautājumu, vai oglekļa zvaigžņu nestacionaritāte ir atkarīga no to atrašanās vietas Galaktikā, palīdzēs atrisināt zvaigžņu evolūcijas vēlo stadiju problēmas. Liela nozīme ir kāda tipa zvaigžņu pētījumiem zvaigžņu kopās un to apkārtne, jo ar lielu varbūtību var apgalvot, ka zvaigznes, kas pieder kādai kopai, ir radušās vienlaikus (vai arī, ka rašanās laiks ir daudz mazāks par kopas vecumu) un ķīmiskais sastāvs visām kopas zvaigznēm sākumā ir vienāds. Tātad var apgalvot, ka zvaigznes kopā atšķiras vienīgi ar savu sākuma masu. Ir zināms ļoti maz oglekļa zvaigžņu, kas pieder pie kopām. Tāpēc mūsu observatorijā ir veikti oglekļa zvaigžņu pētījumi sešu vēļējo kopu apkārtne. Starp vēlo spektrālo tipu zvaigznēm ir arī tā saucamās S zvaigznes, kuru ķīmiskajam sastāvam ir raksturīgas dažas anomālijas (ZrO molekulas joslas, dažu smago elementu linijas). Domājams, ka šīs zvaigznes atrodas evolūcijas stadijā starp parastajām sarkanajām M zvaigznēm un oglekļa zvaigznēm. Svarīgi noteikt, vai kādas no zināmām S tipa zvaigznēm pieder pie kopām. Radioastrofizikas observatorijā tika sastādīts to S zvaigžņu saraksts, kas ar zināmu varbūtību varētu piederēt pie tām. 1977. gadā tika apkopoti 39 oglekļa zvaigžņu elektrofotoimetriskie novērojumi,

kas ir veikti 1972.—1977. gadā ar 55 cm teleskopu. Tika konstatēts piecu oglekļa zvaigžņu mainīgums un precizēti mainīguma tipi vairākām citām oglekļa zvaigznēm.

1977. gadā Radioastrofizikas observatorijā turpinājās arī Saules aktivitātes pētījumi. Ar observatorijas 10 m radioteleskopu ir novērots Saules radioplūsmas blīvums un tā izmaiņas laikā (kvaziperiodiskas fluktuācijas). Tā kā starp citām PSRS observatorijām RAO atrodas vistālāk uz rietumiem, mūsu Saules novērojumi palīdz ievērojami pagarināt nepārtrauktos Saules novērojumus Padomju Savienībā. Šie novērojumi deva iespēju pētīt, kā Saules plazmā notiek perturbāciju izplatīšana 11 gadu cikla Saules aktivitātes pieauguma fāzē. Ir izstrādāta metode, kā pētīt Saules un ģeofizisko parādību mijiedarbību, izpētīta sakarība starp gada vidējo zvaigžņu dienakšu garumu un Saules aktivitāti. Konstatēts, ka diennakts garums sasniedz maksimumu 3 gadus pēc Volfa skaitļa maksimuma sasniegšanas. Izstrādāta Saules aktivitātes minimuma fāzes ilguma prognozēšanas metode. Kopā ar dažām citām PSRS observatorijām RAO piedalās darbos, kas ir saistīti ar Saules radiostarojuma efektīvā smaguma centra nobīdes novērošanu. Šos datus arī var izmantot Saules aktivitātes prognozēšanai.

1977. gadā RAO iznākuši divi rakstu krājumi «Saules un sarkano zvaigžņu pētījumi» (Nr. 6 un 7) un tematiskais krājums «Oglekļa zvaigžņu fotometriskie pētījumi», kas būtībā ir vairāku autoru kolektīvā monogrāfija. Bez tam publicēti vēl 16 atsevišķi zinātniski raksti dažādos PSRS un starptautiskos zinātniskos izdevumos.

Observatorijas līdzstrādnieki aktīvi cēla savu kvalifikāciju, vairāki darbinieki mācījās aspirantūrā un bija komandēti kā stažieri pētnieki citās PSRS observatorijās. Atskaitei periodā divi observatorijas darbinieki (E. Grasbergs un I. Šmelde) aizstāvēja fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta disertācijas.

Atskaitei gadā daudz ir veikts zinātnes popularizēšana. Kā katru gadu, iznākuši 4 «Zvaigžņotās debess» izdevumi un Astromiskais kalendārs 1978. gadam, iznācis prospekts «Latvijas PSR ZĀ Radioastrofizikas observatorija». Tika nolasītas 60 lekcijas par astronomijas un kosmonautikas

jautājumiem, kuras noklausījās pāri par 2600 klausītāju. Observatoriju Riekstukalnā apmeklēja 71 ekskursija (ap 1900 ekskursantu), 11 reizes observatorijas darbinieki uzstājās pa radio un televīziju.

Zinātniskā padome Radioastrofizikas observatorijas darbu 1977. gadā atzina par sekmīgu.

J. Francmanis

XI KONFERENCE PAR ZINĀTNES UN TEHNIKAS VĒSTURI BALTIJĀ

Tradicionālā kārtējā konference par Baltijas zinātnes un tehnikas vēsturi 1977. gadā notika oktobrī Tallinā un Tartu. Tā bija veltīta Lielās Oktobra revolūcijas 60. gadskārtai un 175 gadu atcerei, kopš atjaunota Tartu universitāte (1802. g.). Visa konferences atklāšanas plenārsēde bija veltīta zinātnes sasniegumu retrospektīvam apskatam Baltijas republikās. Šīs sēdes referenti bija vadoši zinātnes darbinieki (no mūsu republikas akadēmiķis P. Valeskalns), un interesanti bija no dzirdētā salīdzināt, kādas zinātnes nozares katrā republikā ir guvušas ievērojamākus panākumus un kā-



dām tiek pievērsta lielāka uzmanība. Šis salīdzinājums nebija glaimojošs astronomijai Latvijā: ja Igaunijā un Lietuvā astronomiju (galvenokārt astrofiziku) salīdzinājumā ar citām zinātnes nozarēm uzskata par nozīmīgu un min kā vienu no pirmajām, uzskaitot republikas zinātnes sasniegumus, tad referātā par zinātnes sasniegumiem

mūsu republikā astronomija vispār netika pieminēta.

Plenārsēdi bagātināja akadēmiķa B. Kedrova (Maskava) emocionālā uzstāšanās, veltīta Ļeņina plānam par zinātnes attīstību mūsu valstī, proti, Ļeņina norādījumiem, kā izmantot sociālistiskā iekārtā zinātnes sasniegumus, kā virzīt zinātni tālāk uz priekšu, saglabājot esošo Zinātņu akadēmijas organizatorisko formu, to tālāk attīstot un pilnveidojot.

Konferences «otrais cēliens» risinājās senajā studentu pilsētā Tartu, un visi tur nolasītie referāti bija veltīti Tartu universitātes pagātnei (runājot par pagātnei, mēs esam parādūši teikt Tērbatas universitāte) un zinātniskajiem sakariem ar citiem kultūras centriem. Jāteic, ka par Tartu universitātes dibināšanas gadu daudzos izdevumos tiek minēts 1802. gads, tātad pagājušajā gadā bija atzīmējama universitātes 175 gadu jubileja. Taču notikušajā konferencē vairākkārt tika uzsvērts, ka Tartu universitātes sākumi meklējami jau 1632. gadā, kad tur nodibināta universitāte Academia Gustaviana. Šī augstskola gan 1656. gadā kara apstākļu dēļ savu darbību izbeidz, bet 1690. gadā to atjauno ar nosaukumu Academia Gustavo Carolina. Mācību iestāde darbojas līdz 1700. gadam, tad pārceļas uz Pērnavu un tur savu darbību pilnīgi izbeidz 1710. gadā. Visi mēģinājumi atjaunot universitāti 18. gs. nedod rezultātus, līdz kamēr 1802. gadā universitāti nodibina no jauna. Tā tad arī bez pārtraukuma eksistē līdz mūsu dienām.

Tā kā šoreiz zinātnes vēstures konferencei pieteikto referātu skaits tuvojās diviem simtiem, tad, saprotams, gandrīz viss konferences darbs norisa sekcijās, to pavisam bija 11. Latvijas astronomiem, dabiski, vistuvākā bija astronomijas un ģeofizikas sekcijas tematika. Sekcijas darbu lietprātīgi vadīja Tartu astronoms H. Elsalu. No nolasītajiem referātiem īpaši gribas atzīmēt tos, kas veltīti diviem pagājušā gadsimta vācu tautības astronomiem — K. F. Celneram (Zöllner) un J. H. Medleram (Mädler), kuru darbība tieši saistīta ar zinātnes attīstību Krievijā un Baltijā. Gan Celneru, gan Medleru citē F. Engells «Dabas dialektikā». Pirmo — negatīvā nozīmē, kritizējot par sadarbošanos ar spīritistiem, otro vairākkārt piemin sakarā ar viņa populārajiem izdevumiem, vietām arī kritizē. Referents D. Hermans (Berlīne) galvenokārt pievērsās K. Celnera (1834—1882) sadarbībai ar Pulkovas observatorijas otro direktoru O. Strūvi. Celneru nākas pieskaitīt pie astrofizikas celmlaužiem, viņš radījis fotometru (Celnera fotometrs), kas

ar zinātnieka aktīvu līdzdalību tika ieviests daudzās Eiropas observatorijās. Celners sekmējis astrofizikas attīstību Pulkovas observatorijā. Viņam piedāvāta gan vecākā astronoma vieta Pulkovā, gan direktora postenis Viļņas observatorijā, taču šie priekšlikumi dažādu iemeslu dēļ nav realizējušies. Tālākā sadarbība ar krievu astronomiem veidojas tādejādi, ka Celners vairākkārt devies uz Pulkovu, bet jauns astronoms Kononovičs no Odesas braucis uz Berlīni un Leipcīgu, lai pie Celnera praktizētos fotometrijā. Celnera un Strūves zinātniskā sadarbība ir spilgts ievērojamāko Krievijas un Vācijas astronomu sadarbības piemērs. Celners ir bijis pirmais, kas attīstījis tālāk I. Kanta kosmogonisko hipotēzi, tālāk to pilnveidojis un popularizējis F. Engels.

Par Tērbatas observatoriju J. Medlera vadīšanas laikā (1840—1868) referēja H. Elsalu (Tartu). J. Medlers (1799—1874) jau Vācijā bijis atzīts astronoms, kad aicināts uz Tērbatu par observatorijas direktoru. Viņu uzskata par mūsdienu zinātniskās selenogrāfijas (Mēness virsmas kartogrāfijas) nodibinātāju. Tērbatā Medlers ir ne tikai V. Strūves pēctecis observatorijas direktora amatā, bet arī viņa darba turpinātājs dubultzvaigžņu pētījumu jomā. Tērbatas periodā Medlers kļuvis par praktiskās zvaigžņu dinamikas pamatlicēju, ievēdot principu, ka Galaktikas struktūras izpēti pamatā liekami novērojamie kinemātiskie dati, kas interpretējami ar atbilstošiem dinamiskiem modeļiem. Medlers nodarbojies arī ar kosmoloģisko paradoksu izskaidrošanu, tāpēc viņu pieskaita arī pie kosmoloģijas izveidotājiem.

J. Medlera un V. Strūves personību, raksturu un zinātnisko uzskatu pretstati, ievērojot V. Strūves milzīgo autoritāti, vairākkārt nostādījuši Medleru nepamatoti nelabvēlīgā gaismā. Negatīvu nostāju pret Medlera zinātnisko ieguldījumu veicinājis arī G. Ļevicka (Tērbatas observatorijas direktors, 1894—1908) publicētais darbs par Tērbatas astronomiem. Tagad, sekojot senās universitātes pilsētas Tartu tradīcijām, pienācis laiks J. Medlera zinātniskās autoritātes pilnīgai reabilitācijai un viņa pieņiņas nostiprināšanai.

Sekcijas vadītājs H. Elsalu atreferēja arī rīdzinieka I. Rabinoviča ziņojumu par paleoastronomiskajiem tēliem latviešu folklorā. Ar daudziem izraisītajiem jautājumiem un aizsāktu diskusiju ziņojums guva neapšaubāmu klātesošo atsaucību.

Ārkārtīgi interesanta bija arī izsmēlošā informācija par kompleksajiem arheoloģis-

kiem pētījumiem, ko igauņu zinātnieki veic pie Kāli ezera Sāremā salā, kur pirms 2500—3000 gadu nokritis liels dzelzs meteoroīds. Iesāktie izrakumi jau devuši necerētus atradumus, jo acimredzot pirms kristietības izplatīšanās pirmatnējiem igauņiem tur bijusi upurēšanas vieta. Var sagaidīt, ka tālākie pētījumi atklās daudz arheoloģisku vērtību.

Ar lielu uzmanību klausītāji sekoja arī ziņojumam par akmens krāvumu labirintiem Arhangeļskas apgabalā jūras krastā, kuru rašanos no nozīmi vēl nav izdevies zinātniski izskaidrot.

Konferences rīkotāji bija rūpējušies par interesantiem pasākumiem un ekskursijām, kurās dalībniekiem bija patīkama iespēja gūt daudz neizdzēšamu iespaidu gan par lieliski saglabāto viduslaiku vecpilsētu senās Tallinas centrā, gan daudzajiem kultūras pieminekļiem akadēmiskām tradīcijām bagātajā Tartu. Patīkamu iespaidu atstāj vērojums, ka Igaunijā visu laiku ir bijusi cieņā sava novada vēsture un vēstures pieminekļu saglabāšanai arvien pievērsta liela vērība.

Konferences noslēgumā Lietuvas delegācijas vadītājs uzaicināja zinātnes vēsturniekus pēc diviem gadiem pulcēties Viļņā uz līdzīgu konferenci, kad paredzēts atzīmēt 400 gadus, kopš dibināta Viļņas universitāte.

Leonids Roze

ATSKAITĀS VISSAVIENĪBAS ASTRONOMIJAS UN ĢEODĒZIJAS BIEDRĪBAS LATVIJAS NODAĻA

Katra gada beigās tiek rīkota Vissavienības astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas gada pārskata sapulce. Pagājušajā gadā tā notika 14. decembrī. Nodaļas vispārējo un Astronomijas sekcijas pārskata referātu nolasīja priekšsēdētājs, LVU Astronomiskās observatorijas vecākais zinātniskais līdzstrādnieks M. Dīriķis, Ģeodēzijas sekcijas atskaiti — sekcijas vadītājs, RPI vecākais pasniedzējs J. Klētnieks.

VAGB Latvijas nodaļā 1977. gada 1. decembrī bija 277 biedri un 15 kolektīvie biedri. 1977. gadā aktivizējies Ģeodēzijas sekcijas darbs, biedri daudz vairāk nekā agrāk ir piedalījušies zinātnes propagan-

das darbā. Kopā ar LPSR ZA Radioastrofizikas observatoriju izdots 1978. gada Astronomiskais kalendārs. Nodaļas biedri ir publicējuši populārzinātniskus rakstus Zinātņu akadēmijas izdevumā «Zvaigžņotā debess», nolasījuši vairākas lekcijas. Lielu palīdzību gan astronomiem un ģeodēzistiem speciālistiem, gan arī amatieriem sniedz nodaļas bibliotēka, kurā pašlaik ir pāri par 5700 grāmatu, žurnālu un publikāciju. Liela vēriba atskaites referātā tika veltīta nodaļas observatorijai, kas atrodas Siguldā. Observatorijas galvenie objekti ir mājiņa, kur uzturas novērotāji, glabājas daži instrumenti un daļa no bibliotēkas, F. Blumbaha teleskopa paviljons un sudrabaino mākoņu novērojumu paviljons. Ir izstrādāts projekta uzdevums novērotāju mājas kapitālajam remontam un pārbūvei, jo tā jau sen vairs neatbilst nodaļas augošajām prasībām. Observatorijā regulāri tiek organizēti debess spīdekļu demonstrējumi. Tomēr jāatzīst, ka F. Blumbaha teleskops netiek pilnīgi izmantots, it īpaši zinātniskiem mērķiem.

Gada laikā Astronomijas sekcija sarīkojusi 8 sapulces, kurās apskatīja jaunākos sasniegumus astronomijā un kosmonautikā, atzīmēja dažādas jubilejas (pirmā ZMP palaišanu pirms 20 gadiem, 200 gadus kopš F. Gausa dzimšanas), noklausījās atskaites par komandējumiem, par amatieru teleskopu konstruēšanu. Visās sapulcēs tika iztirzāti jautājumi par novērojumu organizēšanu, ekspedīcijām utt. Pēc sapulcēm parasti notika dažādu darba grupu (teleskopu būves, vēstures, mācību un metodiskā darba) sēdes.

Ģeodēzijas sekcija organizējusi 4 sapulces un piedalījies divu konferenču organizēšanā. Sekcijas darbs pārskata gadā tika koncentrēts divos virzienos — celtņu deformāciju pētījumi un arhitektūras fotogrammetrija. Deformāciju pētījumi, kurus veikusi inženierģeodēzijas darba grupa, devuši vērtīgu materiālu attiecīgo objektu drošai un kvalitatīvai ekspluatācijai. Arhitektūras fotogrammetrijā turpinājās darbi arhitektūras pieminekļu stereofotogrammetrisko mērījumu metodikas pilnveidošanā un ieviešanā praksē. 1977. gadā tika sastādīts 13. gs. arhitektūras pieminekļa «Pētera baznīca» galvenās fasādes frontālais plāns. Katru gadu VAQB Latvijas nodaļa piešķir L. Ozola veicināšanas prēmiju un diplomu par labāko darbu ģeodēzijā. 1977. gadā prēmija tika piešķirta J. Lazdānam, kurš 10 gadus vadīja inženierģeodēziskos darbus Rīgas augstceltņu celtniecībā.

Pēc gada pārskata referāta nolasīšanas sākās diskusija, vēlāk — domu apmaiņa

draudzīgā atmosfērā pie kafijas tases. Vairāku biedru uzstāšanos kuplināja diapozitīvu demonstrējumi. J. Klētnieks pastāstīja par jauno Meliorācijas muzeju Mālpilī un Ģeodēzijas sekcijas palīdzību muzeja ekspozīcijas organizēšanā. J. Vjaters no LVU Astronomiskās observatorijas dalījās iespaidiem par komandējumu uz Bolīviju uz ZMP novērošanas staciju, J. Kauliņš — par braucienu ar laivām pa Ziemeļkarēlijas upēm.

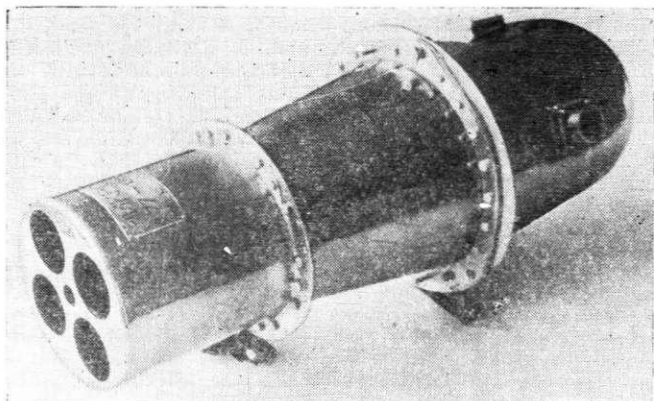
I. Francmanis

IGAUNIJAS PSR VALSTS PRĒMIJA PIRMAJĒM TIEŠĒM SUDRABAINO MĀKOŅU INSTRUMENTĀLAJĒM PĒTĪJUMIEM

Starp zinātniskajiem darbiem, kam 1977. gadā piešķirta Igaunijas PSR Valsts prēmija, bija arī eksperimentāls sudrabaino mākoņu, Zemes atmosfēras un virsmas pētījums ar teleradiometru «Mikrons», kas veikts orbitālajā stacijā «Salūts-4». Iegūtie rezultāti publicēti rakstu krājumā: Оптические исследования излучения атмосферы, полярных сияний и серебристых облаков с борта орбитальной станции «Салют-4». Тарту, 1977.

Darba vadītājs — Igaunijas PSR Zinātņu akadēmijas Astrofizikas un atmosfēras fizikas institūta kosmisko pētījumu sektora vadītājs C. Villmans. Galvenā uzmanība darbā pievērsta sudrabainajiem mākoņiem, kas, kā zināms, redzami krēslā apmēram 80 km augstumā. Novērojumus 1975. gadā no 12. janvāra līdz 9. februārim veikuši kosmonauti A. Gubarevs un G. Grečko («Sojuz-17») un no 26. maija līdz 27. jūlijam — P. Kļimuks un V. Sevastjanovs («Sojuz-18»). Pirmā ekspedīcija realizēja vizuālus un fotogrāfiskus novērojumus, bet otrā izmantoja infrasarkanu teleradiometru «Mikrons». Tie ir pirmie instrumentālie sudrabaino mākoņu pētījumi, kas veikti kosmosā.

Teorētisko atmosfēras struktūras modelēšanu, tāpat novērošanas uzdevumu formulēšanu un izvērtēšanu veikuši Igaunijas PSR ZA līdzstrādnieki O. Avaste un K. Ērme. Rezultātā apstiprinājumu ir guvusi teorētisku izvirzītā hipotēze, ka sudra-



I. att. Teleradiometrs «Mikrons». U. Veismana foto.

bainie mākoņi var veidot nepārtrauktu globālu joslu uz ziemeļiem no $+45^\circ$ ģeogrāfiskā platuma. Atklātas daudzveidīgas mākoņu formas. Apstiprinājusies arī hipotēze par to, ka sudrabainos mākoņus veido cietvielas daļiņas. Atklāta korelācija starp sudrabaino mākoņu spožumu un OH koncentrāciju atmosfēras mezopauzes joslā.

H. Elsalu

SERGEJS BOHANOVŠ

1977. gada 11. novembrī 71 gada vecumā no dzīves šķīries astronomijas amatieris, VAĢB Latvijas nodaļas biedrs Sergejs Bohanovs. Viņu labi pazina ne tikai daudzi astronomijas amatieri, bet arī profesionālie astronomi no ZA Radioastrofizikas observatorijas un Latvijas Valsts universitātes. Pēdējos dzīves gados S. Bohanovs aktīvi nodarbojies ar optiku un amatieru teleskopu būvi.

Sergejs Bohanovs dzimis 1906. gada 25. maijā Rīgā, kalpotāju ģimenē. Bērība un skolas gadi viņam pagājuši Odesā. 16 gadu vecumā S. Bohanovs nolidzis uz kuģa par mašīnistu un strādājis uz tā apmēram pusotra gada. Sajā laikā viņš iepazinās dažādās Eiropas zemes un jūras, braucis arī pa Vidusjūru, piestājot Francijas un Itālijas ostās. No kuģa S. Bohanovs nokāpis Beļģijā, kur kādu laiku strādājis dažādus gadījuma darbus, pēc tam devies uz Franciju. Francijā viņš iestājies Reno automobiļu rūpnīcā, kur nostrādājis vairākus gadus par mehāniķi. Sajos gados

viņš apguvis vairākas svešvalodas un autovadītāja amatu. 1926. gadā Sergejs Bohanovs atgriezās Rīgā un sāka strādāt par autovadītāju. 1930. gadā viņš pārgāja dzīvot uz Tukumu, bet, sākoties Lielajam Tēvijas karam, iestājies Latviešu strēlnieku korpusa rindās. Seit Sergejs Bohanovs nostāigājis garu cīņas ceļu visus kara gadus līdz pat Uzvaras dienai. Pēc demobilizācijas viņš atgriezās Tukumā, kur turpināja strādāt par autovadītāju kādā Tukuma uzņēmumā. 1953. gadā viņš pārgājis uz



Sergejs Bohanovs.

Tukuma rajona rūpkombinātu un turpinājis tajā strādāt līdz pat aiziešanai pensijā 1966. gadā. Arī pēc aiziešanas pelnītajā atpūtā S. Bohanovs vēl vairākus gadus darbojās šajā uzņēmumā.

Sergejs Bohanovs daudzus gadus līdzās savam tiešajam darbam un pienākumiem daudz pūļu un brīvā laika ziedojis dažādu tehnisku uzskates līdzekļu un modeļu būvei, turklāt visi viņa darinājumi vienmēr bijuši precīzi un rūpīgi izgatavoti. Vairāki no S. Bohanova darinātajiem modeļiem bijuši precīzas oriģināla kopijas, tikai, protams, attiecīgi miniaturizētas. Daži no viņa labākajiem tehniskajiem modeļiem tika nosūtīti pat uz ārvalstīm. Tukumnieki, iespējams, vēl atceras rakstu sava rajona avīzē ar virsrakstu «Tukums—Leipciga», kurā aprakstīts viens no S. Bohanova izgatavotajiem tvaika lokomotīves modeļiem, kas tika aizsūtīts uz starptautisko modeļu izstādi Vācijas Demokrātiskajā Republikā, Leipcigā. Šeit interesanti atzīmēt kādu epizodi izstādes laikā: pie izstādes paviljona pa dzelzceļa slieidēm piebraukusi istā tvaika lokomotīve, bet pa mazajām slieidēm, kas bija šeit speciāli iekārtotas, tai tuvojies S. Bohanova darinātais tvaika lokomotīves modelis, kas, tāpat kā lielā lokomotīve, kustējies pats ar savu tvaika dzinēju, izgrūdis tādas pašas tvaika mutiņas un pēc izskata pilnīgi atbilda lielajai lokomotīvei. Lietderīgi pieminēt, ka šo un vēl citus lokomotīvu un vagonu modeļus — precīzas oriģinālu kopijas — visā savā tehniskajā pilnībā un uzbūvē S. Bohanovs gatavojis tikai pēc labas kvalitātes tehniskajām fotogrāfijām.

Kā jau teikts, Sergejs Bohanovs darinājis ne tikai lokomotīvu un vagonu modeļus. Daudzi tukumnieki atceras redzējuši veikala skatlogā S. Bohanova izgatavoto kuģa modeli, kas tur tika novietots vispārējai aplūkošanai. Šis kuģa modelis bija veidots tikpat precīzi un rūpīgi kā jau pieminētie lokomotīvu modeļi.

Rīgas Pionieru pilī vēl tagad var apskatīt dažus S. Bohanova darinātos modeļus, pēc kuriem skolu jaunatne var ļoti uzskatāmi mācīties un apgūt daudzus tehniskās jaunrades sasniegumus.

Pēdējos 7—8 gadus Sergejs Bohanovs aktīvi nodarbojies ar amatieru teleskopu būvniecību. Sajā laikā viņš uzbūvējis divus no amatieru viedokļa samērā prāvus teleskopus. Pirmais bija 180 mm Nūtona sistēmas reflektors ar paralaktisko montējumu. Taču ar sasniegto S. Bohanovs neapmierinājās. Drīz pēc tam viņš iesāka būvēt vēl lielāku — 315 mm Kasegrēna sistēmas teleskopu ar dakšas montējumu un

sekmīgi to pabeidza 1976. gadā. Tā kā sīkāk par abiem teleskopiem aprakstīts mūsu izdevumos¹, tad pie tiem šoreiz nepakavēsimies. Atzīmēsim tikai, ka šobrīd Bohanova 315 mm Kasegrēna sistēmas teleskops nodots Daugavpils Pedagoģiskā institūta rīcībā. Lai lietderīgāk un efektīvāk izmantotu šo vērtīgo instrumentu, nolemis mazliet papildināt šā teleskopa konstrukciju tā, lai ar to varētu veikt ne tikai vizuālos (kā bija iecerējis autors), bet galvenokārt fotogrāfiskos novērojumus.

S. Bohanovs darinājis arī dažādas palīgierīces, kas nepieciešamas gan spoguļu gatavošanas procesā, gan optiskajai kontrolei. No šādām palīgierīcēm vispirms jāmin spoguļa optiskās pārbaudes ierīce ar elektrisko spuldzīti pēc t. s. Fuko naža metodes, kas dod iespēju veikt spoguļa virsmas kontroli daudz drošāk un precīzāk nekā ar parastajiem paņēmieniem pēc tās pašas metodes. Jāpiemin arī autora gatavotā ierīce spoguļa sfēriskā iedobuma dziļuma mērīšanai un kontrolei.

Sergejs Bohanovs sniedzis palīdzību arī ZA Radioastrofizikas observatorijai. Pirms dažiem gadiem viņš kopīgi ar savas darbvietas kolēģi izgatavoja dažas nepieciešamās palīgierīces 10 m radioteleskopam.

Sergejs Bohanovs bija cilvēks, kas prata ar vienkāršiem līdzekļiem sasniegt lieliskus rezultātus. Savā ilggadējā praktiskajā darbā amatieru teleskopu būvniecībā viņš bija izstrādājis savdabīgas un interesantas metodes gan gatavojot optiku, gan veidojot teleskopa mehāniskās daļas. Vairāki autora darba paņēmieni un metodes šai jomā tehniskajā literatūrā par amatieru teleskopu būvniecību tikpat kā nav aprakstītas, bet tās tomēr pelna ievēribu, lai tiktu aplūkotas un nodotas atklātībā nākamajai amatieru paaudzei.² VAQB Latvijas nodaļas kolektīvs Sergeja Bohanova personā zaudējis aktīvu biedru, un, kaut arī mūsu vidū viņa vairs nav, viņa darbi un garīgais mantojums dzīvos.

I. Jurgītis

¹ Skat. Astronomiskais kalendārs 1973. gadam. Rīga, «Zinātne», 1972, 172. lpp. un I. Jurgītis rakstu «Amatiera teleskops Tukumā». — «Zvaigžņotā debess», 1975. gada vasara, 53.—55. lpp.

² Jurgītis I. Dažas Sergeja Bohanova metodes amatieru teleskopu izgatavošanā. — Astronomiskais kalendārs 1979. R., «Zinātne» (iespiešanā).

ASTRONOMIJA SKOLĀ

MAIŅZVAIGZNES

Nespeciālistu uztverē zvaigznes parasti ir nemainīguma un pastāvības simbols. Patiesi, ko gan vēl mēs redzam tik nemainīgu kā zvaigžņu veidotās konfigurācijas pie debess ik katru skaidru nakti, ja vien atrodam iespējas un vēlēšanos uz tām palūkoties. Tādi gadījumi kā spožās Gulbja novas uzliesmojums 1975. gada augustā nav bieži. Un arī tad tikai labi zvaigžņotās debess pazinēji pamanīja, ka Gulbja zvaigznājā parādījusies agrāk neredzēta spoža zvaigzne, kuras klātbūtne izmainīja ierasto zvaigznāja izskatu. Jau pēc vienas nedēļas ar neapbruņotu aci tā vairs nebija saskatāma.

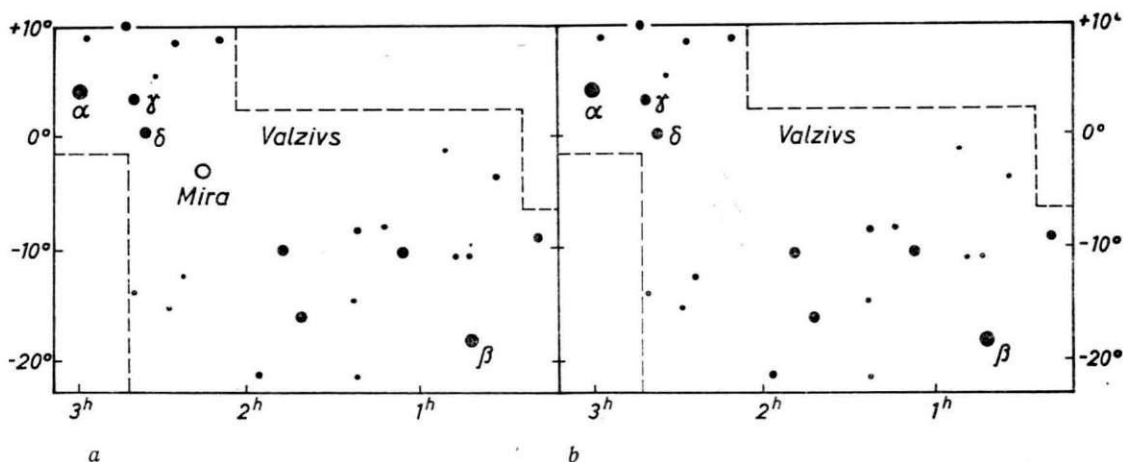
Šis gadījums vēl svaigā atmiņā astronomijas interesentiem un liecina, ka zvaigznes var mainīt savu spožumu. *Zvaigznes, kuru spožums nav pastāvīgs, sauc par maiņzvaigznēm.* Daudzas spožas zvaigznes, piemēram, Polārzvaigzne (Mazā Lāča α), Betelgeize (Oriona α), Algols (Perseja β) u. c., ir maiņzvaigznes.

PIRMĀS MAIŅZVAIGZNES

Jādomā, ka cilvēku uzmanību jau sen pievērša tie gadījumi, kad pie debess parādījās nepazīstama spoža zvaigzne un atkal pazuda. Vecās hronikās pieminēta zvaigžņu — «viešņu» parādīšanās. Visā pilnībā šādu parādību pirmoreiz aprakstīja slavenais dāņu astronoms Tiho Brahe 1572. gadā, kad Kasiopejas zvaigznājā uzliesmoja tik spoža zvaigzne, ka bijusi pat dienā redzama.

Tomēr maiņzvaigžņu atklāšanas un novērošanas vēsture īsti sākās tikai 17. gs. Vācu astronoms D. Fabriciuss 1596. gadā Valzivs zvaigznājā saskatīja nepazīstamu 2. lieluma zvaigzni, kuras spožums strauji samazinājās. Pēc dažiem mēnešiem zvaigzne izzuda (1. att.). 1603. gadā, kad J. Baijers sastādīja savu pasaulslaveno zvaigžņu atlantu, tā atkal bija redzama. Kārtodams zvaigžņu apzīmējumus Valzivs zvaigznājā un nekā nezinādams par zvaigznes īpatnējo dabu, J. Baijers tai deva apzīmējumu Valzivs o (omikron). Tikai 1639. gadā, kad novērojumi bija uzkrājušies, holandietis J. Holvarda saprata, ka zvaigzne nepārtraukti maina savu spožumu un tāpēc brīžiem labi redzama ar neapbruņotu aci, brīžiem nav saskatāma pat to laiku tālskatī. Līdz 1660. gadam noskaidrojās, ka zvaigznes spožuma maiņa notiek cikliski ik pa 11 mēnešiem. Zvaigzne Valzivs o guva nosaukumu Mira, kas nozīmē Brīnišķīgā. 1670. gadā Hidras zvaigznājā atrada līdzīgu maiņzvaigzni, bet 1686. gadā tādu saskatīja arī Gulbja zvaigznājā.

1669. gadā itālis Dž. Montanāri atklāja, ka spožumu maina Perseja β , bet pavisam citādā veidā, — katrs spožuma maiņu cikls ilgst tikai nepilnas 3 dienas. Zvaigznei Perseja β bija jau savs nosaukums Algols, kas



1. att. Valzivs zvaigznājs, kad Mira redzama (a) un kad nav redzama (b).

veidojies no arābu nosaukuma Al-ghul, kur vārda otrā puse nozīmē ļaunu mitoloģisku būtni — dēmonu, burvi. Nav gan kādu tiešu pierādījumu, ka senie arābi pazina Algola īpatnējo dabu.

Visā 18. gs. minētām četrām pievienoja vēl septiņas maiņzvaigznes.

KĀ APZĪMĒ MAIŅZVAIGZNES

19. gs. pirmajā pusē, kad sistemātiskai maiņzvaigžņu pētniecībai pievērsās vācu astronoms F. Argelanders, bija zināmas 17 maiņzvaigznes. Vajadzēja izstrādāt maiņzvaigžņu apzīmēšanas sistēmu. Daļai spožu zvaigžņu, kas vēlāk izrādījās mainīgas, apzīmējumus bija devis J. Baijers: Valzivs o, Gulbja γ u. c. Tos nolēma saglabāt. Pārējo maiņzvaigžņu apzīmēšanai F. Argelanders ieviesa latīņu alfabēta pēdējos lielos burtus R, S, T, U, V, W, X, Y un Z, kurus J. Baijers nebija izmantojis. Tā Hidras zvaigznājā atrasto maiņzvaigzni apzīmēja Hidras R. Atklāto mainīga spožuma zvaigžņu skaits strauji auga. Drīz vien daļā zvaigznāju visi 9 burti bija izlietoti un nācās ieviest kombinācijas RR, RS, ..., RZ; SS, ST, ..., SZ līdz ZZ. 1904. gadā arī šīs kombinācijas bija izsmeltas un nolēma atgriezties pie alfabēta sākuma, ieviešot kombinācijas AA, AB, ..., AZ; BB, BC, ..., BZ līdz QZ. Tā, paplašinot F. Argelandera ieviesto nomenklatūru, katrā zvaigznājā ar lieliem latīņu alfabēta burtiem var apzīmēt 334 maiņzvaigznes. Bet, piemēram, Gulbja zvaigznājā, kas atrodas zvaigznēm bagātos un labi izpētītos ziemeļu debess Piena Ceļa apgabalos, visas burtu kombinācijas sen izsmeltas. Nākamo maiņzvaigzni tad apzīmē ar 335. numuru, pievienojot priekšā burtu V (variable — mainīga) — Gulbja V 335. Pašlaik Gulbja zvaigznājā reģistrēts pāri par 1500 maiņzvaigžņu.

Jaunatklātām maiņzvaigznēm apzīmējumus dod vienotā centrā, kur saplūst ziņas no visas pasaules. Gadsimta pirmajā pusē tāds centrs

darbojās Vācijas Astronomijas biedrības ietvaros. Gadu gaitā izcilo padomju astronomu P. Parenago (1906—1960) un B. Kukarkina (1909—1977) vadībā spēcīgs maiņzvaigžņu pētnieku kolektīvs izveidojās Maskavā. 1946. gadā Starptautiskās astronomijas savienības izpildkomiteja PSRS Zinātņu akadēmijas Maiņzvaigžņu komisijai uzticēja divus svarīgus uzdevumus: dot nosaukumus jaunatklātām maiņzvaigžņiem un sastādīt visu zināmo maiņzvaigžņu katalogu.

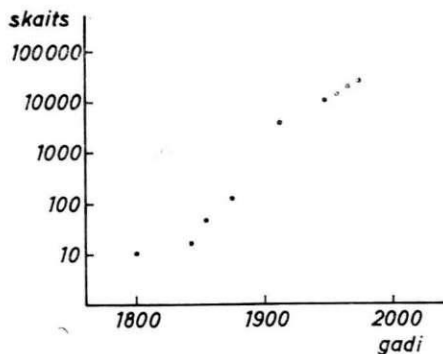
MAIŅZVAIGŽŅU SKAITS

PSRS ZA Maiņzvaigžņu komisijas darbinieki 1948. gadā laida klajā pirmo Vispārīgā maiņzvaigžņu kataloga izdevumu ar ziņām par 10912 zvaigžņiem, 1958. gadā otro izdevumu ar ziņām par 14711 zvaigžņiem un 1968. gadā trešo izdevumu ar ziņām par 20448 zvaigžņiem. 1977. gadā kopā ar trīs papildinājumiem katalogā ietvertas ziņas par 25853 zvaigžņiem. 2. attēlā logaritmiskā skalā parādīts maiņzvaigžņu skaita pieaugums gadu gaitā.

Kā tad izdevies atklāto maiņzvaigžņu skaitu palielināt no dažiem tūkstošiem 20. gs. sākumā līdz diviem desmitiem tūkstošu gadsimta otrā pusē? Te noteicošā loma ir pārejai no atsevišķu zvaigžņu individuālas novērošanas uz masveida metodēm, kas kļuvušas iespējamās pēc fotogrāfijas ieviešanas astronomijas praksē (Harvarda observatorijā fotouzņēmumus maiņzvaigžņu pētīšanai sāka lietot 1890. gadā). Strādājot ar platleņķa teleskopiem, uz fotoplates iegūst liela debess apgabala uzņēmumu, kas ietver daudzu tūkstošu zvaigžņu attēlus. Ja pēc kāda laika tas pats debess apgabals uzņemts vēlreiz, tad abu negatīvu salīdzināšanai var izmantot speciālu iekārtu — komparatoru. Ar tā palīdzību var samērā ātri salīdzināt visu zvaigžņu attēlus uz abām plātēm. To zvaigžņu attēlu diametri, kuras maina spožumu, nebūs vienādi un tādā kārtā maiņzvaigznes

var izdalīt pārējo starpā. Tomēr, lai justos droši, ka sameklētas visas maiņzvaigznes kādā debess apgabalā, jāsalīdzina daudzi plašu pāri.

Neapšaubāmi, ka zināma loma maiņzvaigžņu skaita straujā pieaugumā ir arī novērotāju skaita pieaugumam. Tagad maiņzvaigznes meklē un pēta simti gan astronomu profesionāļu, gan astronomijas interesentu. Pēdējie apvienojušies tādās biedrībās kā Amerikas un Francijas maiņzvaigžņu novērotāju asociācijas, Jaunzelandes maiņzvaigžņu apvienība u. c. Astronomijas amatieri gan vairāk nodarbojas ar jau zināmu spožu maiņzvaigžņu ilggadēju rūpīgu izpēti. Lai gūtu vēra ņemamus rezul-

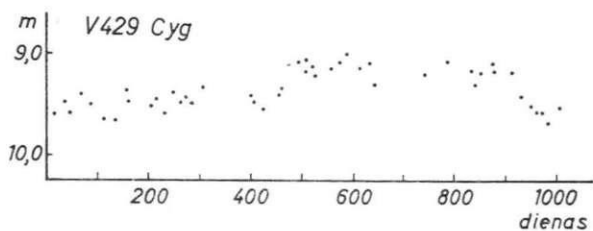


2. att. Maiņzvaigžņu skaita pieaugums gadu gaitā.

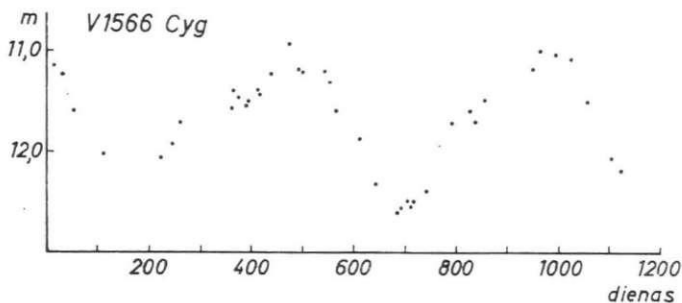
tātus, katram maiņzvaigžņu novērošanas amatierim vajadzīgs ilgstošs treniņš. Pirms ķerties pie patstāvīga darba, rūpīgi jāapgūst novērošanas metodes, jāizstrādā iemaņas un jāpārbauda sava gatavība ziedot nakts atpūtas stundas visai nogurdinošam darbam.

MAIŅZVAIGŽŅU TIPI

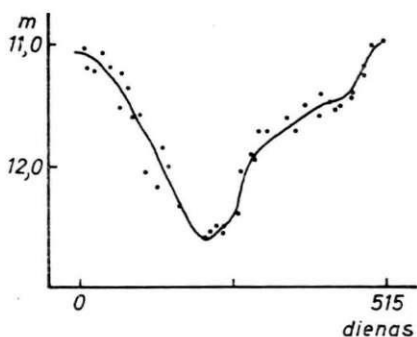
Zvaigznes spožuma maiņu atklāšanai seko mainīguma rakstura izpēte, kas prasa ilgstošus novērojumus. Katrs maiņzvaigznes novērojums dod tās spožumu noteiktā laika momentā. Spožuma maiņu raksturu uzskatāmi atspoguļo spožuma maiņas likne, ko konstruē, atliekot uz horizontālās ass laika momentus, bet uz vertikālās — zvaigznes spožumu attiecīgā momentā. Zvaigznes spožuma starpību momentos, kad zvaigzne atrodas spožuma maksimumā un minimumā, sauc par spožuma maiņas amplitūdu. 3. attēlā parādīta spožuma maiņas likne zvaigznei ar neregulārām spožuma maiņām. Tās spožuma maiņas amplitūda ir $0^m,5$. Ja zvaigznes spožuma maiņas ir regulāras, t. i., tās cikliski atkārtojas iepriekšējā veidā, tad laika intervālu starp diviem sekojošiem maksimumiem vai minimumiem sauc par spožuma maiņas periodu. 4. attēlā dota spožuma maiņas likne zvaigznei ar regulārām spožuma maiņām. Regulāru maiņu



3. att. Spožuma maiņas likne neregulārai maiņzvaigznei V429 Cyg pēc novērojumiem ar RAO Šmita teleskopu.



4. att. Spožuma maiņas likne regulārai maiņzvaigznei V1566 Cyg, kuras spožuma maiņu periods ir 515 dienas. Novērojumi izdarīti ar RAO Šmita teleskopu.



5. att. Zvaigznes V1566 Cyg spožuma maiņas likne, reducēta uz vienu periodu.

gadījumos visus spožuma novērojumus var reducēt uz vienu periodu (šajā gadījumā periods vienlīdzīgs 515 dienām) un dot vidējo likni (5. att.), kas pilnībā atspoguļo zvaigznes spožuma maiņas īpatnības.

Jau pēc pirmo maiņzvaigžņu atklāšanas bija skaidrs, ka zvaigznēm piemīt visai atšķirīgas mainīguma īpatnības. Līdz ar maiņzvaigžņu skaita pieaugumu viendabīgus objektus sāka apvienot tipos. Tipu skaits arvien pieaug, jo, pirmkārt, dažus tipus pēc rūpīgākiem pētījumiem nākas sadalīt sīkāk un, otrkārt, vēl arvien izdodas atklāt pavisam jaunus tipus. Pašlaik katalogos maiņzvaigznes sadala ap 50 tipus un apakš-

tipos. Ne vienmēr maiņzvaigzni izdodas iedalīt noteiktā tipā, jo maiņzvaigznei var būt īpašības, kas to padara īpatnēju vai pat unikālu.

Astronomi neatlaidīgi pēta, kāpēc pastāv dažādi mainīguma tipi, kādi ir zvaigžņu spožuma mainīguma iemesli. Pagaidām pilnīgi skaidrs, ka visas maiņzvaigznes pēc savas būtības sadalās divos pamatveidos — fizikālās un aptumsuma maiņzvaigznēs. Abiem pamatveidiem, kas savukārt sadalās daudzos atsevišķos tipos, ir radikāli atšķirīgi spožuma maiņas iemesli. Aplūkosim tuvāk fizikālās maiņzvaigznes.

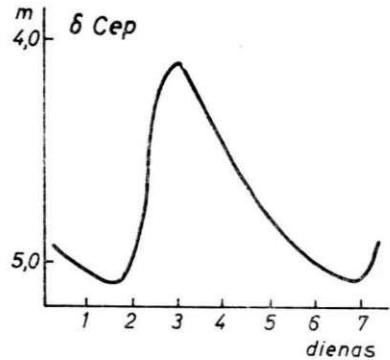
Fizikālo maiņzvaigžņu spožuma maiņas izraisa dažādi, visai atšķirīgi procesi pašās zvaigznēs, uz to virsmas un to ciešā apkārtnē. Atbilstoši tam, dažādas ir arī spožuma maiņu izpausmes. Fizikālās maiņzvaigznes sadalītas divās lielās grupās — pulsējošās un eruptīvās maiņzvaigznēs.

Pulsējošās maiņzvaigznes

Visvairāk fizikālo maiņzvaigžņu — tuvu 15 000 pieder pie pulsējošām maiņzvaigznēm. Šī grupa ir ne tikai skaitliski bagāta, bet arī daudzveidīga pēc savām īpatnībām. Aplūkosim dažus visraksturīgākos tipus.

1784. gada rudenī angļi Dž. Gudraiks atklāja, ka zvaigzne Cefeja δ periodiski ik pa 5 dienām 9 stundām maina spožumu par vienu nepilnu spožuma klasi. Cefeja δ spožuma maiņas likne dota 6. attēlā. Maiņzvaigznes ar līdzīgām spožuma maiņas līknēm, kurām raksturīgas nelielas amplitūdas, straujš pacēlums un lēzens slidējums lejup, guvušas cefeīdu nosaukumu. Viens no cefeīdu svarīgākiem raksturlielumiem ir periods. Cefeīdām piemīt periodi no 0,5 līdz 50 dienām, turklāt katrai zvaigznei perioda garums precīzi saglabājas. Tagad ir zināms vairāk par 700 cefeīdu. Mazā Lāčā α jeb Polārzvaigzne arī ir cefeīda ar periodu $3^d,96975$ un spožuma maiņām no $2^m,50$ līdz $2^m,64$. Amplitūda ļoti maza, tāpēc nav brīnums, ka nepamanām neskaitāmas reizes aplūkotās Polārzvaigznes spožuma maiņas!

Cefeīdu spektru novērojumi liecina, ka līdz ar spožuma maiņu par apmēram 1^m mainās arī spektra klase no F1—F3 maksimumā līdz G1 minimumā (7. att.). Tātad vairāk nekā par 1000° izmainās arī virsmas temperatūra. Bez tam zvaigznes spektrā notiek periodiska atomu līniju novirze: minimuma momentā vislielākā uz spektra sarkano galu, bet maksimuma momentā vislielākā uz spektra zilo galu. Tas nozīmē, ka zvaigznes ārējie slāņi, kuru stāvokli spektrs atspoguļo, periodiski te tuvojas zvaigznes centram, te attālinās no tā. 7. attēlā cefeīdu ārējo slāņu pulsācija parādīta kā radikālo ātrumu izmaiņas ΔV no negatīvām vērtībām spožuma maksimumā uz pozitīvām vērtībām minimumā.

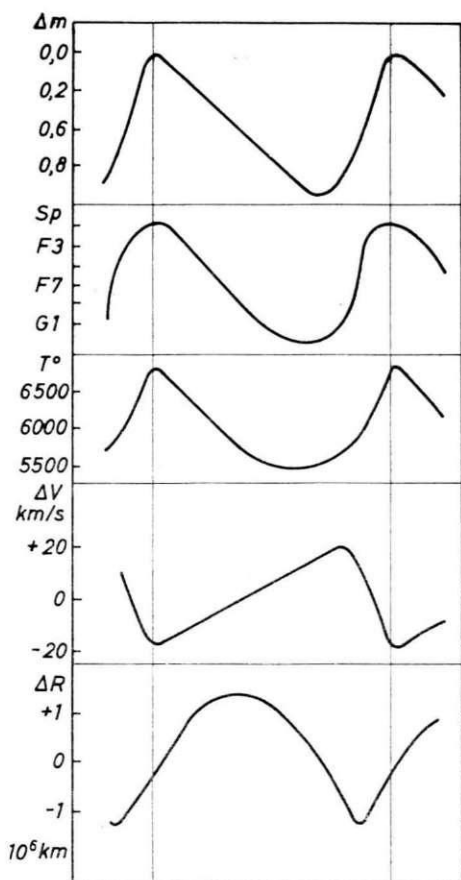


6. att. Cefeīdas Cefeja δ spožuma maiņas likne.

Tātad cefeīdas, kuru rādiusi R ir 5 līdz 100 miljonu kilometru jeb 10 līdz 150 Saules rādiusu lieli, nepārtraukti izplešas un saraujas par vairākiem miljoniem kilometru dažās dienās.

Kādi spēki izraisa cefeīdu ārējo slāņu pārvietošanos? Lai atbildētu uz šo jautājumu, kaut nedaudz jāpievēršas zvaigžņu iekšējai uzbūvei. Zvaigzni līdzsvara stāvoklī notur, no vienas puses, pašas zvaigznes vielas pievilkšanas spēks uz tās centru, kas liek zvaigznei sarauties, un, no otras puses, gāzes un starojuma spiediens, kas cenšas izplest zvaigzni. Spiedienu uztur enerģijas plūsma no zvaigznes dzīlēm, kur notiek elementu (vispirms ūdeņraža, tad hēlija utt.) «degšanas» procesi. Tādā attīstības stadijā, kad ūdeņradis izdedzis un enerģijas plūsma uz laiku samazinājusies, gravitācijas spiediens rada temperatūras un blīvuma palielināšanos zvaigznes dzīlēs, bet pieaugušais spiediens iekšienē savukārt izraisa visu zvaigznes slāņu izplešanos. Ja spiediens pieaug ļoti strauji, tad zvaigzne izplešoties pēc inerces pārsniedz līdzsvara stāvokli un izplešas tiktāl, ka spiediens kodolā kļūst mazāks par spiedienu ārējos slāņos — rezultātā zvaigzne atkal saraujas. Domājams, ka pulsāciju turpināšanai nepieciešamā enerģija uzkrājas saraušanās stadijā, kad jonizētais hēlijs zvaigznes ārējos slāņos pārvēršas neitrālā un samazina zvaigznes vielas caurspīdību. Tāpēc daļa enerģijas plūsmas no zvaigznes iekšienes tiek aizturēta, un tas izraisa kārtējo izplešanos, kuras laikā caurspīdība atkal palielinās. Tā cefeīda, iegājusi pulsāciju ritmā, ar lielu precizitāti to saglabā. Tikpat ritmiskas pulsācijas kā cefeīdām, bet ar īsāku periodu, kas izsakāms stundās vai dienās daļās, piemīt cita, radniecīga tipa pulsējošām zvaigznēm. Šī tipa raksturīga pārstāve ir zvaigzne Liras RR. Lirīdu zināms pāri par 4000, tātad krietni vairāk nekā cefeīdu. Cefeīdām un lirīdām ir vairāki apakštīpi.

Ar pavisam cita veida pulsējošo zvaigžņu pārstāvi Valzivs o jeb Miru iepazīnāms jau raksta sākumā, runājot par mainīgvzvaigžņu atklāšanu. 8. attēlā redzama Miras spožuma maiņas likne. Spožuma maiņas amplitūda lielāka par 5^m un tātad ievērojami pārsniedz cefeīdu amplitūdas. Bez



7. att. Cefeīdu spožuma, spektra klases, temperatūras, radiālā ātruma un rādiusa maiņas liknes.

zināms spožuma maiņu cikliskums, kas gan brīžiem nojūk, tad citām spožuma maiņas notiek pilnīgi neregulāri. Tāpēc izdalīti vēl divi sarkano maiņzvaigžņu tipi, kas nosaukti par pusregulārām un neregulārām maiņzvaigžņēm.

Pēdējos gados izveidojies uzskats, ka sarkanām maiņzvaigžņēm spožuma maiņas raksturu nosaka ne tikai pulsācijas, bet arī virsmas granulācija (neregulārās maiņzvaigžņēs tā pat var būt vienīgais mainīguma iemesls)². Gāzu konvektīvā kustība zvaigznes augšējos slāņos uz tās virsmas rada desmitus milzīgu granulu. Katra no tām pastāv ap 200—300

tam Mirai amplitūda nav pastāvīga, atsevišķi maksimumi un minimumi gadās ievērojami augstāki vai zemāki. Tāpēc maksimālā Miras spožuma maiņas amplitūda sasniedz 8^m. Mirām radniecīgas maiņzvaigznes ar periodiskām spožuma maiņām un amplitūdām, lielākām par 2^{m,5}, sauc par mirīdām.

Salīdzinājumā ar samērā karsto, dzeltenbalto Cefeju δ , Mira ir auksta, sarkana zvaigzne. Pēc izmēriem Mira ir kolosāla un arī tās pulsācijas grandiozas. Miras rādiuss līdzinās ap 400 Saules rādiusu. Pulsācijas procesā Miras rādiuss izmainās par 20% jeb 60—80 miljoniem km. Visas mirīdas ir sarkanas milžu zvaigznes.

Atgriežoties pie 8. attēla, varam konstatēt, ka Miras spožuma maiņas periods (331^{d,6}) ir nesalīdzināmi garāks par cefeīdu periodiem. Visu mirīdu periodi skaitāmi simtos dienu, tāpēc mirīdas sauc arī par garperioda maiņzvaigžņēm¹. Pašlaik zināms pāri par 5000 šā tipa zvaigžņu.

Atšķirībā no cefeīdām un lirīdām, mirīdas nesaglabā spožuma maiņas likni pilnīgi nemainīgu no viena perioda uz otru. Pastāv sarkanās maiņzvaigznes, kurām šī īpatnība izpaužas vēl spīgtāk. Un, ja daļai no tām vēl novērojams

¹ Skat. I. Daubesa rakstu «Garperioda maiņzvaigznes». — «Zvaigžņotā debess», 1972. gada rudens, 51.—53. lpp.

² Skat. U. Dzērvīša rakstu «Jauns ieskats par sarkano milžu spožuma maiņas iemeslu». — «Zvaigžņotā debess», 1976. gada rudens, 15.—17. lpp.

dienu, kamēr atdzisusi dod vietu jaunām granulām. Granulu skaits nepārtraukti mainās, līdz ar to rodas virsmas temperatūras izmaiņas, un šis apstāklis atspoguļojas spožuma maiņu neregularitātēs.

LPSR Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorijas līdzstrādnieki nodarbojas tieši ar sarkano maiņzvaigžņu atklāšanu un pētīšanu. Šim nolūkam izmanto ar Smita teleskopu iegūtus uzņēmumus. Gadsimta sākumā atklātās neregulārās maiņzvaigznes Gulbja V429 spožuma maiņas līkne (skat. 3. att.) konstruēta pēc 1969.—1971. gadā izdarītiem novērojumiem. Bet zvaigznes Gulbja V1566 mainīgums (4. att.) atklāts un izpētīts, balstoties uz 1971.—1975. gada novērojumiem. Pavisam kopš 1969. gada Radioastrofizikas observatorijā mainīguma raksturs izpētīts vairāk nekā 100 jaunatklātu sarkano maiņzvaigžņu un dažiem desmitiem agrāk zināmu.

Šis materiāls kalpos par pamatu jaunai, precīzākai sarkano maiņzvaigžņu sadalei pa tipiem. Pagaidām neregulārās un pusregulārās maiņzvaigznes sadalītas 6 apakštipos, garperioda maiņzvaigznēm apakštipu nav. Bez tam robežas starp neregulārām, pusregulārām un periodiskām zvaigznēm nav pietiekami stingri definētas un jaunizpētītās maiņzvaigznes tipa noteikšana bieži sagādā grūtības.

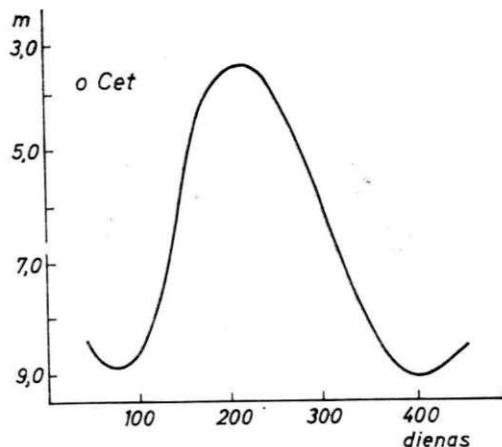
Diemžēl ārpus apskata paliek vairāki skaitliski mazi, bet interesanti pulsējošo maiņzvaigžņu tipi. Apkopojot visu, jāteic, ka visas pulsējošās maiņzvaigznes pieder lielas un vidējas masas starjaudīgām zvaigznēm — sarkaniem, dzelteniem un baltiem milžiem un pārmilžiem vēlās evolūcijas stadijās. Ar pavisam cita veida objektiem sastapsimies nākamajā nodaļā.

Eruptīvās maiņzvaigznes

Otru lielu fizikālo maiņzvaigžņu grupu veido tādas zvaigznes, kurām raksturīga vielas iznešana šādā vai tādā veidā jeb erupcija.

Vistipiskākās eruptīvās maiņzvaigznes ir novas³, kuru spožums pāris dienu laikā pieaug desmitiem tūkstošu reizi, t. i., par 7^m — 13^m . Šķiet, ka pie debess parādījusies jauna (*nova* latīņu valodā) zvaigzne. Patiesībā

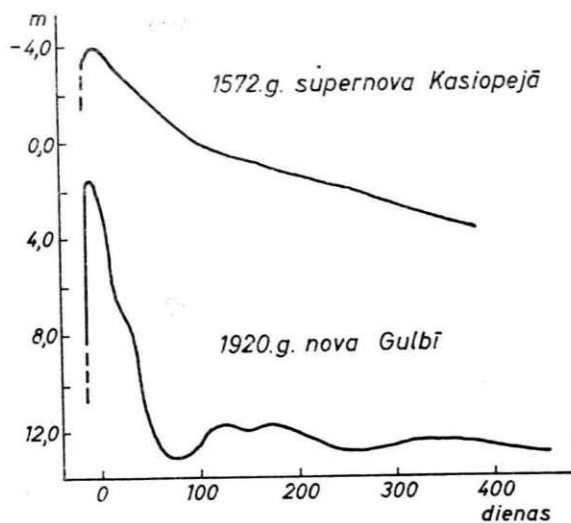
³ Skat. E. Grasberga, N. Cimahovičs rakstu «Kā rodas novas?». — «Zvaigžņotā debess», 1976. gada pavasaris, 1.—4. lpp.



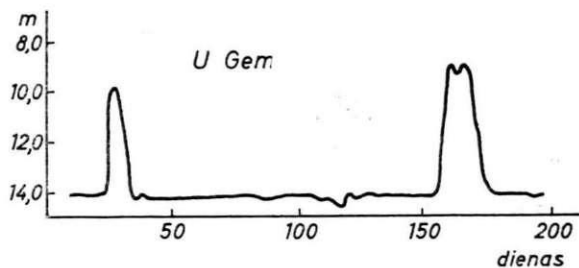
8. att. Garperioda maiņzvaigznes Miras spožuma maiņas līkne.

novas parādīšanās nozīmē, ka noticis vājas, agrāk neievērotas vai pat nesaskatāmas zvaigznes uzliesmojums, kuru izraisījis pēkšņs, sprādzienam līdzīgs process. Zvaigzne uzliesmodama it kā uzpūšas un nomet pašu ārējo apvalku, pati būtiski neizmaināmās. Ap novu izveidojas sprādziena laikā izmestās vielas miglājs. Pēc uzliesmojuma maksimuma novas spožums atkal strauji samazinās, bet ne gluži tik strauji kā pieauga. Vēlāk mēnešu un gadu gaitā nova pamazām, spožumam te pieaugot, te samazinoties, tiecas uz pirmsuzliesmojuma stāvokli. Zināmas dažas novas, kas uzliesmojušas atkārtoti. 1920. gada Gulbja novas spožuma likni var uzskatīt par tipisku (9. att.). Ik gadus mūsu Galaktikā uzliesmo ap 30 novas, bet tikai dažas no tām izdodas atklāt. Tāpēc reģistrētas pavisam pāris simtu novu. Novas sadala piecos apakštipos.

Supernovas ir zvaigžņu uzliesmojuma ekstremāls gadījums, to spožuma maiņas amplitūda sasniedz 20^m . Spožuma pavājināšanās pēc uzliesmojuma notiek lēnāk un



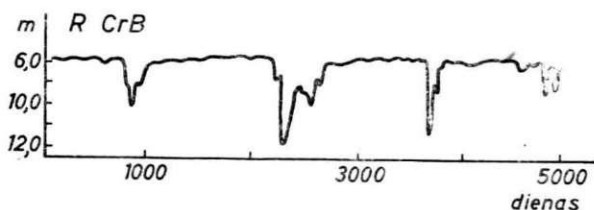
9. att. Raksturīgas supernovas un novas spožuma maiņas līknes.



10. att. Eruptīvās maiņzvaigznes Dvīņu U spožuma maiņas līkne.

uzliesmojuma notiek lēnāk un vienmērīgāk nekā novām. Raksta sākumā pieminētais uzliesmojums Kasiopejas zvaigznājā 1572. gadā bija supernovas uzliesmojums. Šīs supernovas spožuma maiņas līkne parādīta 9. attēlā, kur to var salīdzināt ar novas līkni. Supernovu uzliesmojumi ir ļoti reta parādība, mūsu Galaktikā vidēji notiek viens uzliesmojums 500 gados. Grandiozo uzliesmojumu laikā notiek zvaigznes struktūras būtiskas pārmaiņas. Sprādziens norauj visu ārējo slāni, un paliek atsegtis zvaigznes kodols, kas tālāk eksistē kā neitronu zvaigzne. Teorētiski sen paredzētās neitronu zvaigznes tika atklātas kā pulsāri — mainīgi objekti radiodiapazonā ar periodiem ap vienu sekundi. Teiktā pārliecinošākais piemērs ir Krabja miglājs — apvalks, ko izmeta 1054. gada pārnova Vērša zvaigznājā, un pulsārs tā centrā.

Vēl jāmin novām līdzī-



11. att. Zvaigznes Ziemeļu Vainaga R spožuma maiņas likne.

zvaigžņu. Intervāls starp to uzliesmojumiem ilgst no desmitiem līdz tukstošiem dienu, un, jo lielāka atstarpe, jo lielāka uzliesmojuma amplitūda. Dvīņu U tipa zvaigznes neuzpūšas kā novas. Nezināmu iemeslu dēļ no to dzīlēm reizēm notiek vētrains enerģijas izdalīšanās, kas rada spožuma palielināšanos.

Novas un novām līdzīgās zvaigznes apvieno arī tas, ka tās ir dubultzvaigžņu sistēmu locekles. Sistēmās ietilpst dzeltena vai sarkana zvaigzne, kas uzliesmo, un sīka zila zvaigzne, ap kuru mēdz būt gāzes gredzens. Jādomā, ka zvaigžņu dubultīgumam ir noteikta loma uzliesmojuma izraisīšanā. Novu un Dvīņu U tipa zvaigžņu vieta kopējā evolucionārā ķēdē visai neskaidra.

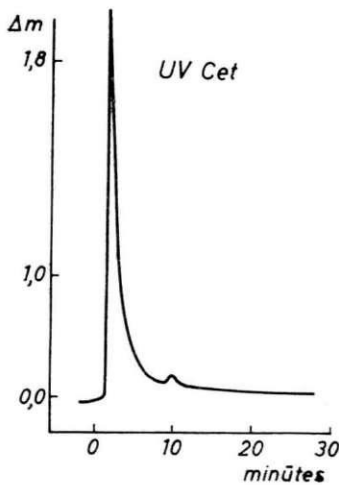
Eruptīvo zvaigžņu grupā tiek ieskaitītas arī Ziemeļu Vainaga R tipa zvaigznes, kas pēc spožuma maiņas rakstura ir pilnīgs pretmets uzliesmojošām zvaigznēm. Kā redzams no pašas Ziemeļu Vainaga R spožuma maiņas līknes (11. att.), tās lielāko daļu laika ir spožas un tikai pēc pilnīgi nenoteiktiem laika sprīžiem (100—1000 dienām) satumst. Dziļi spožuma minimumi turpinās ap 100 dienu. Vispāratzīts ir uzskats, ka ap šī tipa zvaigznēm pastāv putekļu apvalki, kas jaunu putekļu mākoņu izvirzīšanu dēļ no zvaigznes atmosfēras palaikam sabiezē un aptumšo zvaigzni. Pēdējos gados radušās aizdomas, ka Ziemeļu Vainaga R ir dubultzvaigzne ar infrasarkanu pavadoni⁴. Tādā gadījumā aptumšošanās izraisa ieišana pavadoņa putekļu apvalkā.

Pastāv vēl otra liela eruptīvo zvaigžņu grupa, krasi atšķirīga no novām. Raksturīgākās šīs grupas pārstāves ir Valzivs UV tipa zvaigznes⁵, kuru uzliesmojumi ar amplitūdu 1^m līdz 6^m notiek dažu desmitu sekunžu laikā. Jau pēc 10 līdz 30 minūtēm zvaigzne pilnīgi nomierinājusies (12. att.) un tuvojas savam parastam spožumam. Laika intervāli starp uzliesmojumiem ļoti nenoteikti, bet vidēji to garums ap 30 stundām. Tā kā atsevišķu uzliesmojumu grūti pamanīt, šīm zvaigznēm pievērša uzmanību tikai 40.—50. gados. Šīs uzliesmojošās zvaigznes pieder pie punduriem ar mazu starjaudu, tāpēc tās saskatāmas tikai Saules tuvākā apkārtnē. Saulei vistuvākā zvaigzne Proksima arī ir Valzivs UV tipa maiņzvaigzne! Vēl nepilnus 10 gadus atpakaļ bija zināmi tikai daži desmiti šo

⁴ Skat. A. A l k š ņ a rakstu «Vai zvaigznei RCrB ir infrasarkanais pavadoņš?». — «Zvaigžņotā debess», 1975. gada pavasaris, 17.—18. lpp.

⁵ Skat. J. F r a n c m a ņ a rakstu «Uzliesmojošās zvaigznes». — «Zvaigžņotā debess», 1970./71. gada ziema, 10.—14. lpp.

gās Dvīņu U tipa zvaigznes. Šo zvaigžņu prototipu gadsimta sākumā atklāja Maskavas astronoms L. Ceraska. Dvīņu U spožuma maiņas likne parādīta 10. attēlā. Zvaigzne parasti ir vāja un tikai reizi apmēram 100 dienās kļūst par 4^m spožāka. Tagad zināms gandrīz 300 Dvīņu U tipa



12. att. Zvaigznes Valzivs UV viena uzliesmojuma spožuma maiņas likne.

zvaigžņu, bet labi izvērsta patrlēšanas dienests devis bagātus rezultātus. Vispārējā maiņmaiņzvaigžņu kataloga pēdējos papildinājumos ievietoti vairāki simti šo zvaigžņu. Daudz līdzības atrasts Valzivs UV tipa zvaigžņu un Saules hromosfēras uzliesmojumos.

Daļa Valzivs UV zvaigžņu saistītas ar gāzes miglājiem, tās izdalītas atsevišķā apakštipā. Vēl ciešāks sakars ar miglājiem ir Vērša T tipa maiņzvaigznēm, kas grupējas tumšiem un gaišiem miglājiem bagātos debess apgabalos, kā, piemēram, Oriona miglājā. Atšķirībā no iepriekšējā tipa zvaigznēm Vērša T tipa pārstāvēm spožuma uzliesmojumi nav tik strauji, turpinās stundu desmitus vai pat dienas.

Vērša T un it īpaši Valzivs UV tipa zvaigznēm atšķirībā no pulsējošām maiņzvaigznēm ir mazas masas, mazi izmēri un mazas starjaušanas. Šīs zvaigznes vēl atrodas veidošanās stadijā. Par to liecina, piemēram, to ciešais sakars ar difūzo vielu, no kuras, pēc pašreizējiem priekšstatiem, top jaunas zvaigznes. Jauno zvaigžņu nestabilais stāvoklis rada uzliesmojumu iespējas.

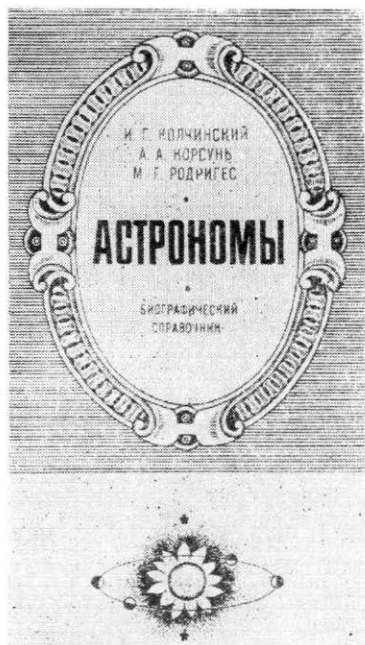
Ar šo beigsim īsu fizikālo maiņzvaigžņu apskatu.

Z. Alksne

JAUNAS GRĀMATAS

«ASTRONOMI»

1977. gadā Kijevas izdevniecības «Наукова думка» apgādā nāca klajā vērtīga un ļoti vajadzīga grāmata — I. Kolčinska, A. Korsuņas un M. Rodrigesa biogrāfisku izziņu krājums «Astronomi»¹. Tajā dotas



vairāk nekā 400 visas pasaules ievērojamo astronomu īsas biogrāfijas, sākot ar 1. gadu tūkstoši pirms mūsu ēras līdz mūsu dienām. Krājumā ievietotas arī ziņas par dažu fiziku, matemātiķu, filozofu un citu zinātnieku, kā arī kosmonautu dzīvi un darbiem, ja tie ievērojami sekmējuši astronomijas attīstību. Gandrīz visām biogrāfijām pievienoti arī zinātnieku portreti un norādes par viņu nozīmīgākajiem darbiem. Patīkami atzīmēt, ka šo ievērojamo

zinātnieku vidū atrodam arī latviešu astronomus — Jāni Ikaunieku un Kārli Steinu.

Pēc biogrāfiskās vārdnīcas un literatūras saraksta, kurā ir 304 nosaukumi, doti vēl 5 pielikumi. Tajos sakopota astronomijas svarīgāko atklājumu un citu notikumu hronoloģija, dati par dažādu debess parādību pirmajiem novērojumiem, par lielu observatoriju, astronomisku biedrību un ievērojamu izdevumu dibināšanu, par lielu teleskopu un citu instrumentu darbību. Pielikumos doti arī Mēness, Marsa un tā pavadoņu krāteri, kas nosaukti astronomu vārdos, līdz ar īsām biogrāfiskām ziņām par tiem zinātniekiem, kas nav atrodami krājuma galvenajā daļā. Atsevišķs pielikums veltīts Starptautiskās astronomijas savienības vēsturei, tās uzdevumiem un struktūrai. Tālāk seko personāliju alfabētisks saraksts, kas ievērojami paātrina vajadzīgā materiāla atrašanu. Ļoti labi, ka blakus zinātnieku uzvārdiem krievu valodā, iekavās dota arī to rakstība oriģinālvalodā. Grāmatas beigās ievietota īsa astronomisko terminu vārdnīca.

Jaunā Ukrainas astronomu sastādītā grāmata nepilnās 22 iespiedloksnes sniedz plašu enciklopēdisku izziņas materiālu par astronomijas un tai radniecīgo dabaszinātņu un tehnikas attīstības vēsturi no pirmsākumiem līdz 1976. gadam (ieskaitot). Lasot konspektīvās, tomēr pietiekami izsmeltošās visu laikmetu astronomu biogrāfijas, kā arī hronoloģijas datus, varam izsekot, kā soli pa solim daudzu gadsimtu laikā veidojies zinātniskais priekšstats par Visumu, notikuši ievērojami atklājumi, radušās jaunas teorijas un hipotēzes, pilnveidojušies astronomiskie instrumenti un pētījumu metodes, kam savukārt seko vesela virkne jaunu Visuma objektu un parādību atklājumi. Jau 20 gadus zinātnisko aparāturu iespējams pacelt ārpus Zemes atmosfēras, kas traucē un ierobežo astronomiskos novērojumus. Mūsdienās Saules sistēmas tuvākos ķermeņus iespējams novērot ne tikai to tiešā tuvumā, bet veikt pētījumus pat tieši uz to virsmas.

Grāmata «Astronomi» domāta vispirmas astronomijas vēstures pētniekiem. Taču tā ļoti noderēs arī skolu un augstāko mācību iestāžu pasniedzējiem, studentiem un visiem pārējiem lasītājiem, kas interesējas par daudzveidīgo zvaigžņu pasauli un kosmosu.

¹ Колчинский И. Г., Корсунь А. А., Родригес М. Г. Астрономы. Биографический справочник. Киев, «Наукова думка», 1977. Отв. ред. д-р физ.-мат. наук А. Ф. Богородский.

«SAULES UN SARKANO ZVAIGŽŅU PĒTĪJUMI» Nr. 7

1977. gada decembrī iznācis Radioastrofizikas observatorijas tematiskā krājuma 7. numurs. Tajā iespiesti 6 raksti. Tāpat kā gandrīz visos iepriekšējos numuros, vispirms atrodam darbus, kas balstās uz novērojumiem ar Radioastrofizikas observatorijas Smita teleskopu.

A. Alksnis un I. Eglītis jau vairākus gadus novēro un pēta infrasarkanā oglekļa mainzvaigzni RW LMi. Šajā publikācijā parādīti 1975./76. gada novērojumu sezonā iegūtie RW LMi spožuma mērījumi 4 dažādās spektra joslās — ultravioletā, fotogrāfiskā, vizuālā un sarkanā (U, B, V, R). Konstatēts, ka pēdējā minimuma laikā zvaigzne bijusi vājāka nekā jebkad agrāk. Tāpat kā iepriekšējos gados, novērotas šīs zvaigznes spožuma fluktuācijas.

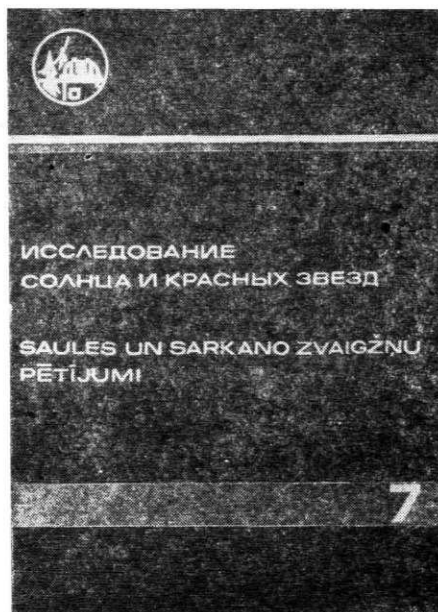
A. Alksnis, Z. Alksne un I. Platāis veikuši plašu spektrālu apskatu pēc objektīva prizmas spektru uzņēmumiem divās Galaktikas ekvatoram paralēlās zonās, kuru summārais laukums pārsniedz 1000 kvadrātgrādu, ar nolūku atrast līdz šim nezināmas oglekļa zvaigznes un atlasīt varbūtējos vaļējo zvaigžņu kopu locekļus. Pavisam identificētas 302 oglekļa zvaigznes, tai skaitā 142 Radioastrofizikas observatorijā atklātās, un 50 vaļējās zvaigžņu kopas.

I. Daube, pamatojoties uz fotogrāfiskiem novērojumiem ar observatorijas Smita teleskopu, kas iegūti laikā no 1971. līdz 1976. gadam, ieguvusi jau agrāk pazīstamas mirīdas RU Aur un autoreis atklātās cefeīdas ЦПЗ 2184 spožuma maiņas līknes R, V un B lielumos. ЦПЗ 2184 spožuma maiņas elementus noteicis P. Holopovs (Maskava), izmantojot elektronisko skaitļošanas mašīnu saskaņā ar viņa izstrādāto programmu.

Krājuma nākamie 3 raksti veltīti teorētiskiem pētījumiem.

J. I. Straume, pamatojoties uz saviem agrāk izskaitļotajiem zvaigžņu atmosfēru modeļiem, šajā darbā aprēķinājis enerģijas sadalījumu vēlo spektra klašu zvaigžņu nepārtrauktajam spektros. Tiem ir sarežģīta struktūra, jo pāri nepārtrauktajam spektram klājas ļoti daudz absorbcijas līniju un joslu. Šī iemesla dēļ vēlo spektra klašu zvaigžņu nepārtraukto spektru iegūšana bieži vien ir ļoti grūta un tāpēc vēlams aprēķināt tos teorētiski.

M. Paupere parādījusi savas agrāk publicētās procesu savstarpējās atkarības pētīšanas metodes skaitliskas pārbaudes rezul-



tātus. Metodes pamatā ir vienlaicīgo izsitienu sadalījums. Salīdzināti šīs metodes pielietojuma rezultāti ar korelācijas metodes rezultātiem un atrasta laba saskaņa.

A. Balklavs un V. Locāns izstrādājuši metodi Saules un citu kosmiskā radiostarojuma avotu radiospožuma sadalījuma noteikšanai, ja ticama informācija dota tikai par avota kompleksās redzamības moduli. Metode balstās uz nelineāras (kvadrātiskas) vienādojumu sistēmas risināšanu ar ātrākās nolaišanas paņēmieni. Dotie aprēķinu piemēri, kuri veikti pēc šīs metodes, liecina par labu saskaņu starp aprēķinos iegūto un patieso kosmiskā radiostarojuma avotu radiospožuma sadalījumu. Sevišķi labus rezultātus izklastītā metode dod tadā gadījumā, ja par kosmiskā radiostarojuma avotu ir zināma papildu informācija.

Radioastrofizikas observatorijas rakstu krājums «Saules un sarkano zvaigžņu pētījumi» iznāk kopš 1974. gada. Šajā laikā tam jau izveidojušās savas tradīcijas, racionālāks un glītāks kļuvis tehniskais noformējums. Taču šī nelielā apjoma rotaprinta izdevuma izlaidšanai vajadzīgs vēl pārāk ilgs laiks. No manuskripta iesniegšanas līdz krājuma saņemšanai pāriet apmēram vesels gads.

I. Daube

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1978. GADA VASARĀ

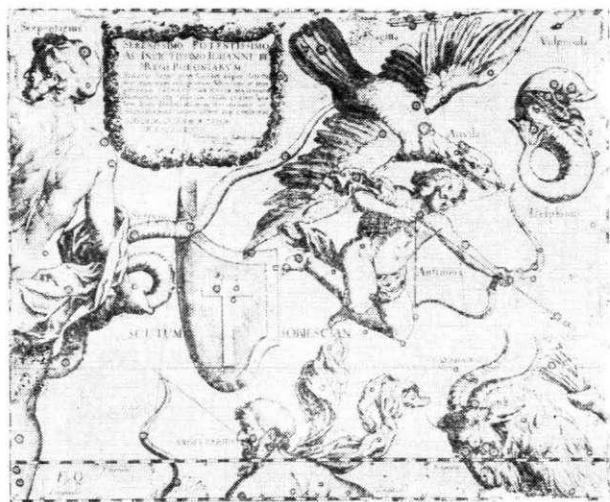
ZVAIGZNES

1978. gada astronomiskā vasara sākas 21. jūnijā pl. 21st 10^m pēc Mas-kavas dekrēta laika. Saule šajā momentā atrodas vasaras saulgriežu pun-ktā Dvīņu zvaigznājā un tai ir vislielākā iespējamā ziemeļu deklinācija (+23°27'). 5. jūlijā Saule atrodas afēlijā (vistālāk no Saules). Attā-lums — 1,016706 astronomiskās vienības jeb 152,1 miljons km.

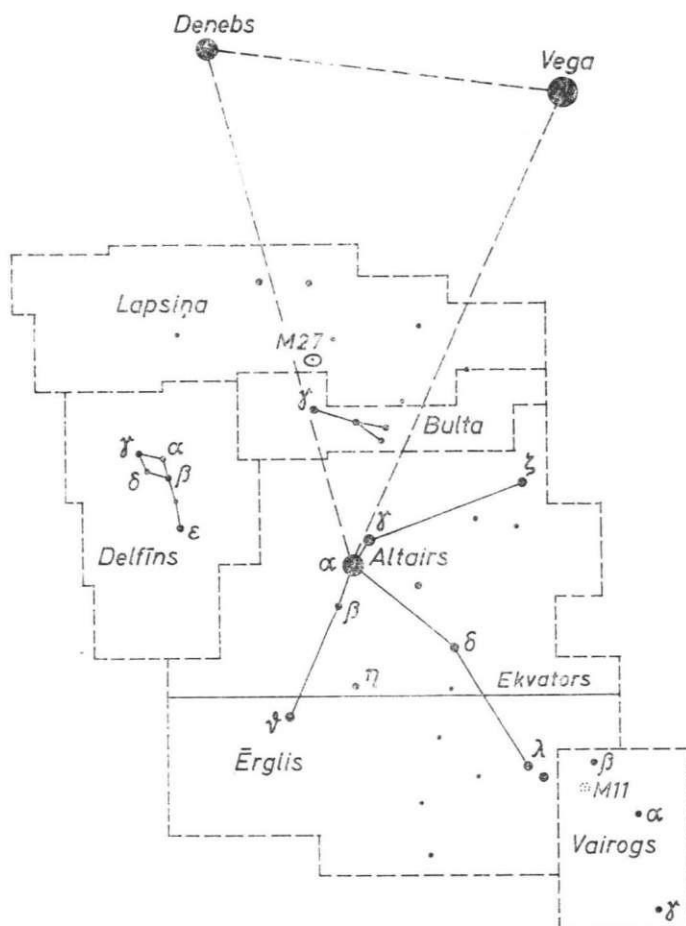
Vasaras vakaros pēc Saules rieta debess dienvidu pusē kā pirmā iemir-dzas zilganbaltā Vega (Liras α) un gandrīz vienlaikus ar to parādās arī Denebs (Gulbja α) un Altairs (Ērgļa α). Šīs trīs zvaigznes veido t. s. vasaras trijstūri — vasaras un rudens debesij raksturīgu figūru, kas pazīstama gandrīz tikpat labi kā Lielā Lāča kauss un jau izsenis tiek izmantots navigācijā. Vasaras vakaros trijstūris ir redzams augstu pie debesīm dienvidaustrumos vai dienvidos, rudenī — dienvidrietumos, bet ziemā līdz ar tumsas iestāšanos — rietumos. Denebs un Vega mūsu pla-tumā ir nenorietošas zvaigznes un redzamas pat ziemas naktīs ziemeļos ļoti tuvu pie apvāršņa.

Vega ir zilganbalta A0 spektra klases zvaigzne, kuras virsmas tem-peratūra ir 11 000°. Tās diametrs un masa apmēram 3 reizes lielāki nekā Saules diametrs un masa, bet starjauca 52 reizes pārsniedz Saules star-jaudu. Līdz Vegai ir 26 gaismas gadi. No šī attāluma mēs to redzam kā 0. lieluma zvaigzni, kamēr Saule Vegai blakus mirgotu kā vāja 4,5. lieluma zvaigznīte.

Denebs ir balts A2 spektra klases pārmilzis. Tā diametrs ir 40 rei-zes, bet starjauca 25 000 reizes lielāka nekā Saulei. Un tomēr Denebs



1. att. Zvaigžņu karte ar Ērgļa zvaigznāju no J. Hevē-lija zvaigžņu atlanta.



2. att. Ērgļa zvaigznājs un tā tuvākā apkārtnē.

redzams tikai kā 1,2. lieluma spīdeklis, jo līdz tam ir 820 gaismas gadi. Saule šādā attālumā izskatītos kā 12. lieluma zvaigznīte un būtu saskatāma tikai spēcīgā teleskopā.

Vistuvāk Saulei atrodas dzeltenīgi baltais Altairs, kura spektra klase ir A7, bet redzamais spožums 0,9. Līdz tam ir tikai 16 gaismas gadi. Altairs, tāpat kā Saule un Vega, ir galvenās secības punduris. Tā diametrs ir 1,6 reizes lielāks nekā Saulei, bet virsmas temperatūra 8400°. Altairs tuvojas Saulei ar 26,3 km/s lielu ātrumu. Tuvojas Saulei arī abas pārējās vasaras trijstūra zvaigznes: Vega — ar ātrumu 13,9 km/s, Denebs — ar ātrumu 5 km/s.

Altairs (tulkojumā no arābu valodas — lidojošais) ir nelielā, bet ļoti skaistā Ērgļa zvaigznāja spožākā zvaigzne. Vecās zvaigžņu kartēs šajā

zvaigznājā ir uzzīmēts ērglis, kas, spārnus izpletis, lido pāri Piena Ceļam. Altairs atrodas uz ērgļa kakla. Šajā zvaigznājā senie grieķi iemūzināja ērgli, kas pildīja Olimpa valdnieka Zeva sūtņa pienākumus. Zeva uzdevumā tas nolaupija uz Zemes skaisto jaunekli Ganimēdu un uznesa to Olimpā. Zevs piešķīra Ganimēdam nemirstību, un turpmāk viņš kopā ar Hēbi apkalpoja dievus pie dzīru galda. Pēc Zeva pavēles, ērglis mocīja pie Kaukāza klints piekalto Prometeju, katru dienu knābādams tā aknas, kas atkal un atkal atauga. No šīm ciešanām Prometeju atbrīvoja Hērakls, kas nošāva ērgli ar bultu.

Abpus Altairam redzamas divas vājākas zvaigznītes. Spožākā no tām ir γ — K3 spektra klases sarkanīga zvaigzne, kas atrodas 230 gaismas gadu attālumā no Saules. Vājākā zvaigzne β ir dzeltena, pēc izmēriem un fizikālām īpašībām Saulei līdzīga zvaigzne. Līdz tai ir 42 gaismas gadi. Apmēram par 10 gaismas gadiem tālāk atrodas A5 spektra klases zvaigzne δ .

Tieši zem Altaira tuvāk apvārsnim redzama spoža cefeīdu tipa maiņzvaigzne Ērgļa η . To atklāja angļu astronomijas amatieris E. Pigots 1783. gadā. Gadu vēlāk viņa draugs Dž. Gudraiks atklāja tāda paša tipa maiņzvaigzni Cefeja zvaigznājā — Cefeja δ . No Cefeja zvaigznāja vēlāk tika atvasināts šī tipa maiņzvaigžņu kopīgais nosaukums — cefeīdas, kaut gan hronoloģiski būtu pareizāk saukt tās par akvilidām. (Aquila — Ērgļa zvaigznājs latīņu valodā.) Cefeīdas η spožuma maiņas periods ir 7,2 dienas, bet amplitūda 0,8 zvaigžņu lieluma klases. Līdz tai ir 910 gaismas gadi.

1918. gadā Ērgļa zvaigznājā netālu no Čūskas zvaigznāja pie paša debess ekvatora uzliesmoja nova. Kādu laiku tā bija spožāka pat par Vēgu un tikai nedaudz vājāka par Sīriusu. Tagad tā ar neapbruņotu aci vairs nav redzama.

Tieši virs Ērgļa vasaras trijstūra iekšpusē atrodas nelielais, bet tikpat senais Bultas zvaigznājs. Tā četras spožākās 4. lieluma zvaigznes (uz Piena Ceļa austrumu zara) veido bultai līdzīgu figūru, kas pat uz spožo zvaigžņu mākoņu fona samērā viegli ieraugāma. Ar šo bultu Hērakls nonāvēja ērgli.

Pa kreisi no Bultas blakus Piena Ceļam redzams Delfīns — mazs, bet izteiksmīgs zvaigznājs. Arī tajā nav zvaigžņu, spožāku par 4. lielumu. Piecas no tām veido nelielu rombu ar astīti, kurā, ja papūlas, var saskatīt rotaļīgo delfīnu, kas izpeldējis no Piena Ceļa. Šis delfīns izglābis teiksmaino dziedoni Orfeju, kad tam draudējusi noslikšana jūras viļņos.

Vēl augstāk virs Delfina un Bultas atrodas 17. gs. poļu astronoma J. Hevēlija debesīs novietotā Lapsiņa. Ar neapbruņotu aci tajā nekas nav saskatāms. Lapsiņas zvaigznājā atrodas planetārais miglājs M 27, ko tā formas dēļ sauc par Hanteli. Miglāja redzamais spožums ir 7,6. Binokli to var saskatīt kā miglainu plankumiņu, bet, lai redzētu tā raksturīgo formu, ir vajadzīgs teleskops.

Virzienā no Altaira uz Ērgļa λ atrodas vēl viens J. Hevēlija ieviestais zvaigznājs — Vairogs, kurā pie labākās gribas neko šim zvaigznājam raksturīgu ieraudzīt nevar.

Ērgļa zvaigznājs robežojas arī ar Herkulesa, Čūskneša, Čūskas un trim zodiaka zvaigznājiem — Strēlnieku, Mežāzi un Ūdensvīru.

Vecās zvaigžņu kartēs zem Ērgļa ir redzams jauneklis. Tas ir Antinoja zvaigznājs, kuru 2. gs. ieviesa imperators Hadriāns. Antinojs bija grieķu jauneklis, ko Hadriāns bija pieņēmis savā galmā un veda līdz ceļojumos. Kad Hadriānam pareģoja drīzu nāvi, Antinojs nolēma labprātīgi ziedot sevi nāves dieviem un tādējādi glābt mīloto valdnieku. Viņš izbrauca ar laivu Nilas ūdeņos un noslīcinājās. Hadriāns ilgi skuma pēc Antinoja un paziņoja, ka tas nav miris, bet atgriezies debesīs pie dieviem, no kuriem ir cēlies. Ar laiku viņam sāka celt svētnīcas un godināt to kā dievu. Tagad šis zvaigznājs ir likvidēts un tā zvaigznes pievienotas blakus esošajiem zvaigznājiem.

PLANĒTAS

Merkurs saskatāms tikai septembra pirmajā pusē no rītiem pirms Saules lēkta zemu pie apvāršņa kā 0,1. lieluma spideklis.

Venera vasaras sākumā vēl ir redzama kā Vakara zvaigzne ļoti zemu pie apvāršņa Lauvas zvaigznājā. Augustā un septembrī vairs nav saskatāma.

Marss redzams vakaros vasaras sākumā Lauvas, vēlāk — Jaunavas zvaigznājā.

Jupiters 10. jūlijā atrodas konjunktijā ar Sauli un kļūst redzams tikai augusta beigās no rītiem Vērša zvaigznājā.

Saturns 27. augustā atrodas konjunktijā ar Sauli. Mazliet saskatāms tikai vasaras sākumā vakaros un septembra otrajā pusē no rītiem.

Urāns nav redzams.

MĒNESS

Mēness fāzes vasarā

☽ (jauns Mēness)

20. jūnijā	pl. 23 st 31 ^m
20. jūlijā	„ 6 06
18. augustā	„ 13 15
16. septembrī	„ 22 02

♁ (pēdējais ceturksnis)

27. jūnijā	pl. 14 st 45 ^m
27. jūlijā	„ 1 32
25. augustā	„ 15 18
24. septembrī	„ 8 08

☾ (pilns Mēness)

5. jūlijā	pl. 12 st 51 ^m
4. augustā	„ 4 01
2. septembrī	„ 19 10
2. oktobrī	„ 9 42

♂ (pirmais ceturksnis)

13. jūlijā	pl. 13 st 15 ^m
11. augustā	„ 23 07
10. septembrī	„ 6 21
9. oktobrī	„ 12 39

Ā. Alksne

«ZVAIGŽNOTĀS DEBESS» PĒDĒJO PIECU GADU TEMATISKAIS RĀDĪTĀJS

(Nr. 61, 1973. g. rudens — Nr. 80, 1978. g. vasara)

Līdz ar šo «Zvaigžnotās debess» 80. numuru noslēdzas izdevuma divdesmitais gadagājums un tāpat arī ceturrtā piegāde. Saskaņā ar tradīciju sniedzam pēdējo piecu gadu rakstu tematisko rādītāju. Tā uzdevums ir dot zināmu pārskatu par «Zvaigžnotās debess» pēdējo 20 numuru saturu, kā arī palīdzēt lasītājam sameklēt materiālus par kādu noteiktu jautājumu. Saprotams, ka rakstu klasifikācija nevar būt stingri viennozīmīga, jo daudzus rakstus var pieskaitīt vairākām tēmām. Tā, piemēram, «melnais caurums» var būt gan mūsu Galaktikas dubultzvaigznes komponente, gan arī atrasties citu galaktiku kodolos. Ziņas par Marsu var meklēt gan nodaļā par kosmosa apgūšanu, gan arī apskata rakstos un astronomijas jaunumos.

Meklējot optimālo sadalījuma variantu, šī ceturrtā «Zvaigžnotās debess» tematiskā rādītāja sakārtojums salīdzinājumā ar iepriekšējiem rādītājiem, kas publicēti 1963. gada vasaras (Nr. 20), 1968. gada rudens (Nr. 41) un 1973. gada rudens (Nr. 61) numuros, ir nedaudz izmainīts. Rakstu sadalījums pa tēmām arī nedaudz atšķiras no tā, kāds pieņemts «Zvaigžnotās debess» atsevišķos numuros. Vispirms dota nodaļa «Astronomija Latvijā», kur uzrādīti tie raksti, kuros atspoguļoti astronomiski pētījumi mūsu republikā. Apskata raksti un astronomijas jaunumi apvienoti vienā nodaļā, grupējot tos pēc pētījumu objektiem. Pa objektiem sadalīta arī nodaļa «Kosmosa apgūšana». Katrā nodaļā un apakšnodaļā raksti sakārtoti pēc autoru uzvārdiem alfabēta kārtībā. Tālāk rādītājā atzīmēts izdevuma numurs, gads, gadalaiks (p — pavasaris, v — vasara, r — rudens, z — ziema) un lappuse.

«Zvaigžnotās debess» pēdējos 20 numuros pavisam publicēti 406 raksti. 376 no tiem ir oriģinālraksti, kas rakstīti tieši «Zvaigžnotai debesij». Daži tulkojumi no centrālās preses slejām, kā arī informācijas, kas sagatavotas pēc padomju preses materiāliem un TASS ziņojumiem, ievietoti vienīgi nodaļā «Kosmosa apgūšana». No 76 autoriem 41 rakstījis tikai vienreiz. Visražīgākie autori pēdējo piecu gadu laikā bijuši A. Balklavs (35 raksti) un E. Mūkins (34 raksti).

ASTRONOMIJA LATVIJĀ

Z. Alksne	1973. gads LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijā	64	1974	v	41
Z. Alksne	PSRS Zinātņu akadēmija un LPSR ZA Radioastrofizikas observatorija	65	1974	r	1
Z. Alksne	LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijas kolektīva veikums 1974. gadā	68	1975	v	57
Z. Alksne	1975. gads ZA Radioastrofizikas observatorijas darbā	72	1976	v	60

Z. Alksne	1976. gads Radioastrofizikas obser- vatorijā	76	1977	v	50
A. Alksnis	Kad Baldonē vislabāk novērot zvaigznes?	65	1974	r	31
A. Alksnis	Riekstukalna Šmita teleskops des- mit gados	74	1976/77	z	1
M. Dirīķis, G. Ozoliņš	Saules aptumsums 1976. gada 29. aprīlī	74	1976/77	z	7
J. Francmanis	Radioastrofizikas observatorija 1977. gadā	80	1978	v	38
A. Maslovskis	Saules aptumsums 1975. gada 11. maijā	71	1976	p	47
J. Mieziš	Republikāniskā Zinību nama 10 ga- di	65	1974	r	6
I. Platais, I. Jurgītis	Gulbja Nova 1975	71	1976	p	4
Leonids Roze	25 gadi vienotajā PSRS laika die- nestu saimē	72	1976	v	1
K. Šteins	Astronomisko pētījumu virzieni Lat- vijas PSR	67	1975	p	1

APSKATA RAKSTI UN ASTRONOMIJAS JAUNUMI

Visums, ārpusgalaktikas astronomija

A. Alksnis	Kosmosa objekti ar straujām op- tiskā un radiostarojuma maiņām	62	1973/74	z	4
A. Alksnis	Lacertīdas	66	1974/75	z	16
A. Alksnis	Seiferta galaktikas NGC 1068 in- frasarkanais starojums	66	1974/75	z	19
A. Alksnis	Kvazāru un BL Lacertīdu mainī- guma rekordi	73	1976	r	14
A. Balklavs	Kas ir kvazāri?	61	1973	r	14
A. Balklavs	Infrasarkano staru astronomijas jaunumi	62	1973/74	z	21
A. Balklavs	Neitrīno un Visums	64	1974	v	11
A. Balklavs	Reliktītais starojums un slēgtais laiks	64	1974	v	8
A. Balklavs	Jauna tipa radiogalaktikas	65	1974	r	11
A. Balklavs	Radiogalaktikas palīdz pētīt starp- galaktisko vidi	69	1975	r	11
A. Balklavs	Galaktiku kodolos — baltie vai melnie caurumi?	73	1976	r	1
A. Balklavs	Vēl viens melnā cauruma kandi- dāts	75	1977	p	23
A. Balklavs	Kvazāri turpina pārsteigt	77	1977	r	20
U. Dzērvītis	Kosmosa robežas paplašinās	64	1974	v	9
U. Dzērvītis	Lacertīdas — kvazāru paveids	75	1977	p	25
U. Dzērvītis	Kur atrodas Lielā Magelāna Mā- koņa kodols?	76	1977	v	14
U. Dzērvītis	Strīds par Habla konstantes lie- lumu	77	1977	r	16
U. Dzērvītis	Eliptiskajās galaktikās atrasts nē- itrālais ūdeņradis	78	1977/78	z	19
U. Dzērvītis	Plašie kvazāri	80	1978	v	12
J. Francmanis	Deitērija daudzums Visumā	69	1975	r	13
J. Francmanis	Hēlijs un Visuma evolūcija	76	1977	v	4
I. Eglītis	Varbūtēji jauni mūsu Galaktikas pavadoņi	78	1977/78	z	26

<i>I. Eglītis</i>	Atklāti jauni objekti	80	1978	v	16
<i>I. Smelds</i>	Jauna kvazāra 3C 279 radionovērojumu interpretācija	61	1973	r	15

Galaktika, zvaigznes, miglāji, starpzvaigžņu vide

<i>Z. Alksne</i>	No zvaigznes — par planetāro miglāju	65	1974	r	19
<i>Z. Alksne</i>	Jauni zvaigžņu diametru mērījumi	67	1975	p	19
<i>Z. Alksne</i>	Par jaunu zvaigžņu atklāšanu	68	1975	v	1
<i>Z. Alksne</i>	Zvaigžņu spektru klasifikācija	70	1975/76	z	4
<i>Z. Alksne</i>	Jauna maiņzvaigzne Oriona Trapecē	78	1977/78	z	25
<i>A. Alksnis</i>	Vai zvaigžnei R CrB ir infrasarkanais pavadonis?	67	1975	p	17
<i>A. Alksnis</i>	Interesants infrasarkanais objekts: oglekļa zvaigzne CIT 6 jeb RW LMi	70	1975/76	z	1
<i>A. Alksnis</i>	No oglekļa zvaigznēm par planetāriem miglājiem?	74	1976/77	z	19
<i>A. Balklavs</i>	Jauni interesanti pulsāri	62	1973/74	z	17
<i>A. Balklavs</i>	Vai jauns «melns caurums»?	66	1974/75	z	20
<i>A. Balklavs</i>	Jauna hipotēze par kosmiskā gamma starojuma uzliesmojumu cēloņiem	66	1974/75	z	16
<i>A. Balklavs</i>	Radiopulsārs — dubultsistēmas loceklis	70	1975/76	z	11
<i>A. Balklavs</i>	Jauni pētījumi un atziņas par Galaktikas kodolu	72	1976	v	9
<i>A. Balklavs</i>	Vēlreiz par planetārajiem miglājiem	78	1977/78	z	23
<i>I. Daube</i>	Vismasīvākā dubultzvaigzne	75	1977	p	22
<i>A. Deičs</i>	Neredzamo pavadoņu meklējumi turpinās	74	1976/77	z	11
<i>U. Dzērvītis</i>	Vai Barnarda zvaigžnei ir planēta?	64	1974	v	13
<i>U. Dzērvītis</i>	Kas zināms par pirmsnovām?	72	1976	v	11
<i>U. Dzērvītis</i>	Diskusija par Barnarda zvaigznes planētu sistēmu turpinās	72	1976	v	13
<i>U. Dzērvītis</i>	Jauns ieskats par sarkano milžu spožuma maiņas iemeslu	73	1976	r	15
<i>U. Dzērvītis</i>	Rentgenstaru uzliesmojumi lodveida kopās	75	1977	p	15
<i>U. Dzērvītis</i>	Radioastrometriski noteiktas pulsāru inatnējās kustības	75	1977	p	28
<i>U. Dzērvītis</i>	Supersmagie elementi un neitronu zvaigznes	76	1977	v	11
<i>U. Dzērvītis</i>	Globālā interferometrija sniedz jaunas ziņas par Galaktikas kodolu	78	1977/78	z	20
<i>U. Dzērvītis</i>	Celuloze starpzvaigžņu vidē	80	1978	v	14
<i>U. Dzērvītis</i>	Interesanti atradumi lodveida kopu — rentgenavotu kodolos	80	1978	v	10
<i>I. Eglītis</i>	Miglāja M 20 starojums	73	1976	r	17
<i>I. Eglītis</i>	Divas interesantas trīskāršas zvaigznes	73	1976	r	17
<i>I. Eglītis</i>	Zvaigžņu diametru noteikšana ar aizklāšanas metodi	80	1978	v	17
<i>I. Francmanis</i>	Kā rodas oglekļa zvaigznes?	66	1974/75	z	10

<i>J. Francmanis</i>	Zvaigžņu evolūcijas agrās stadijas	68	1975	v	7
<i>E. Grasbergs</i>	Magnētiskās zvaigznes	63	1974	p	18
<i>E. Grasbergs,</i> <i>N. Cimahoviča</i>	Kā rodas novas?	71	1976	p	1
<i>J. I. Straume,</i> <i>I. Smelds</i>	Jauna hipotēze par I tipa pārnovu izcelšanos	80	1978	v	19
<i>I. Smelds</i>	Mainzvaigzne V 1057 Cyg — īpatnējs radiostarojuma avots	65	1974	r	20
<i>I. Smelds</i>	Silīcija oksīds — kosmiskā māzera radiostarojuma avots	70	1975/76	z	14

Saule

<i>J. Averjanihina,</i> <i>N. Cimahoviča</i>	Saules pulsācijas	79	1978	p	12
<i>A. Balklavs</i>	Saule un meteoroloģiskie apstākļi	70	1975/76	z	13
<i>A. Balklavs,</i> <i>G. Ozoliņš</i>	Izmaiņas Saules rotācijā	80	1978	v	20
<i>N. Cimahoviča</i>	Saules aktivitāte granuācijas ietvaros	62	1973/74	z	14
<i>N. Cimahoviča</i>	Jauns pierādījums Saules vispārējā magnētiskā lauka eksistencei	63	1974	p	22
<i>N. Cimahoviča</i>	Saule un Zemes klimats	63	1974	p	26
<i>N. Cimahoviča</i>	Saules aktivitātes centru saistības pētījumi	69	1975	r	12
<i>N. Cimahoviča</i>	Saules polārās spikulas	71	1976	p	11
<i>N. Cimahoviča</i>	Saules pamatviļņojums	71	1976	p	12
<i>N. Cimahoviča</i>	Mierīgās Saules sīkstruktūra	74	1976/77	z	24
<i>N. Cimahoviča</i>	Cik atomu izsviež Saule?	76	1977	v	20
<i>N. Cimahoviča</i>	Vēlreiz par solārkonstanti	79	1978	p	25
<i>N. Cimahoviča</i>	Saules magnētiskās mikrostruktūras	79	1978	p	24
<i>J. Francmanis</i>	Par Saules neitrino novērojumiem	63	1974	p	24
<i>J. Francmanis</i>	Saules neitrino paliek dienas kārtībā	76	1977	v	16
<i>V. Kasinskis</i>	Saules vainaga rentgenstruktūra	69	1975	r	1
<i>G. Ozoliņš</i>	Saules radiostarojuma kvaziperiodisko fluktuāciju pētījumi Speciālajā astrofizikas observatorijā	63	1974	p	23
<i>G. Ozoliņš</i>	Saules aktivitātes cikli. Fakti un prognozes	68	1975	v	11
<i>G. Ozoliņš</i>	Ilgī Saules aktivitātes minimumi. Cik ilgi pastāv Saules vainags?	76	1977	v	1
<i>G. Ozoliņš</i>	Arguments Saules aktivitātes cikliskuma planētu teoriju labā	80	1978	v	22
<i>G. Ozoliņš</i>	Saules aktivitāte un vēja ātrums Zemes atmosfēras augšējos slāņos	80	1978	v	23

Saules sistēma, planētas, to pavadoņi

<i>Ā. Alksne</i>	Jupitera Galileja pavadoņiem ir atmosfēra	65	1974	r	21
<i>Ā. Alksne</i>	Jauni dati par Marsa pavadoņiem	70	1975/76	z	15
<i>Ā. Alksne</i>	Jupitera pavadoņu jaunie vārdi	74	1976/77	z	25
<i>Ā. Alksne</i>	Jaunākais par Saturna gredzeniem	75	1977	p	53

<i>A. Balklavs</i>	Zemes magnētiskā lauka maiņas un klimats	64	1974	v	15
<i>A. Balklavs</i>	Nedaudz par Jupitera pavadoņiem	75	1977	p	21
<i>A. Balklavs</i>	Vai iespējama dzīvība uz Jupitera?	79	1978	p	22
<i>A. Balklavs</i>	Jaunas atziņas un iespējas planētu sistēmu izcelšanās pētījumos	80	1978	v	1
<i>N. Cimahoviča</i>	Saturna gredzena spirāles	78	1977/78	z	28
<i>I. Daube</i>	Oranžas krāsas ieži Mēness krāterī	61	1973	r	17
<i>L. Duncāns</i>	Atklāts Jupitera trīspadsmītais pavadoņs	68	1975	v	22
<i>U. Dzērvītis</i>	Jauni dati par Merkura perihēlija rotāciju	72	1976	v	14
<i>U. Dzērvītis</i>	Jauns uzskats par planētu atmosfēru veidošanos	79	1978	p	21
<i>J. Francmanis</i>	Vai aiz Plutona ir vēl kādas Saules sistēmas planētas?	61	1973	r	16
<i>J. Francmanis</i>	Zemes putekļu pavadoņi	62	1973/74	z	19
<i>J. Francmanis</i>	Diennakts garuma izmaiņa 1974. g. janvārī	66	1974/75	z	21
<i>J. Francmanis</i>	Vai Merkurs kādreiz bija Venēras pavadoņs?	71	1976	p	13
<i>J. Francmanis</i>	Saturna gredzenu spožuma noslēpumi	76	1977	v	18
<i>L. Laucenieks</i>	Zemes mākslīgo pavadoņu loma Zemes formas izziņāšanā	73	1976	r	9
<i>E. Mūkins</i>	Merkura virsma un dzīles	73	1976	r	18
<i>E. Mūkins</i>	No kā sastāv Venēras mākoņi?	75	1977	p	20
<i>E. Mūkins</i>	Radiolokators zīmē Venēras karti	76	1977	v	20
<i>E. Mūkins</i>	Merkura krāterim — Raiņa vārds	76	1977	v	23
<i>E. Mūkins</i>	Gredzeni ap Urānu	77	1977	r	19
<i>E. Mūkins</i>	Marsa karte: 1877. un 1977. gads	77	1977	r	12
<i>E. Mūkins</i>	Urāna gredzeni: fakti un problēmas	79	1978	p	16
<i>M. Paupere</i>	Raida Zeme	64	1974	v	12
<i>L. Rihlova</i>	Zemes polu svārstības	62	1973/74	z	1
<i>L. Roze</i>	Pirmie seismiskie novērojumi uz Mēness	62	1973/74	z	18

Mazās planētas, komētas, meteorīti un meteorīti

<i>A. Balklavs</i>	Jauna hipotēze par Tunguskas meteorītu	71	1976	p	9
<i>N. Cimahoviča</i>	Cereras radiostarojums	65	1974	r	22
<i>I. Daube</i>	Elejā novērots spožs bolids	78	1977/78	z	22
<i>M. Diriķis</i>	Bredfilda komēta	67	1975	p	18
<i>M. Diriķis</i>	Mazās planētas ar neparastām orbitām	67	1975	p	20
<i>M. Diriķis</i>	Jauna iekšējā planēta	73	1976	r	20
<i>M. Diriķis</i>	Jauni mazo planētu nosaukumi	73	1976	r	21
<i>M. Diriķis</i>	Jauni mazo planētu nosaukumi	74	1976/77	z	27
<i>M. Diriķis</i>	1976 UA — maza planēta ar vismazāko orbitu	76	1977	v	22
<i>M. Diriķis</i>	Adoniss	77	1977	r	20
<i>M. Diriķis</i>	Jauni mazo planētu nosaukumi	79	1978	p	27
<i>L. Duncāns</i>	Kohouteka komēta	64	1974	v	16

<i>I. Francmanis</i>	Lielākais akmens meteorīts	75	1977	p	22
<i>Leonids Roze</i>	Jaunie mazo planētu nosaukumi	65	1974	r	17
<i>I. Smelds</i>	Vai gaidāma Zemes un asteroīda sadursme?	73	1976	r	23

Pētījumu metodes

<i>P. Aļanasjeva</i>	Radioastrometrija	77	1977	r	3
<i>A. Balklavs</i>	Jaunas iespējas kosmisko gravitācijas viļņu meklējumiem	74	1976/77	z	17
<i>A. Balklavs</i>	«Mākslīgie logi» jonosfērā un radioastronomija	74	1976/77	z	21
<i>A. Balklavs</i>	Astronomisko objektu izstaroto monoimpulsu meklējumi radiodiapazonā	78	1977/78	z	7
<i>L. Laucenieks</i>	Meklēt, atrast, novērot	67	1975	p	3
<i>L. Laucenieks</i>	ZMP optiskās novērošanas metodes	75	1977	p	1
<i>L. Laucenieks</i>	Kaut debess apmākusies	77	1977	r	8
<i>Leonids Roze</i>	Momentu reģistrācija astronomiskos novērojumos	67	1975	p	9
<i>A. Rubans,</i> <i>I. Vjaters</i>	Lāzera stars kosmosā	67	1975	p	15

Dažādi

<i>A. Balklavs</i>	Par «maģiskiem» skaitļiem, mikro- un makrokosmu	77	1977	r	23
<i>A. Balklavs</i>	Daži apsvērumi par sakariem ar ārpuszemes civilizācijām	79	1978	p	1
<i>R. Cesjuļevičs</i>	Lielajam Kopernikam piecsimtajā dzimšanas gadā	61	1973	r	12
<i>R. Ciesiulevičs</i>	In quingentesium annum natalis Magni Copernici	61	1973	r	10
<i>L. Mirošņičenko</i>	Kosmiskie starī caurskata piramīdas	64	1974	v	1
<i>M. Paupere</i>	Kosmisko staru indikācija... cilvēka galvā	61	1973	r	18
<i>I. Rabinovičs</i>	Populāri par P. Bola kvaziperiodiskām funkcijām	70	1975/76	z	8
<i>I. Vilka</i>	Zvaigžņotā debess un putnu ceļojumi	78	1977/78	z	1
<i>Redkolēģija</i>	«Zvaigžņotās debess» sveiciens svētkos	77	1977	r	1

KOSMOSA APĢŪŠANA

ZMP, kosmiskie kuģi, orbitālās stacijas, to lidojumi

<i>I. Apenčenko</i>	Orbitālā stacija «Salūts-5»	73	1976	r	24
<i>E. Mūkins</i>	«Skylab»	62	1973/74	z	28
<i>E. Mūkins</i>	«Skylab»	63	1974	p	31
<i>E. Mūkins</i>	«Skylab»	65	1974	r	25
<i>E. Mūkins</i>	«Skylab» (Par dažiem lidojuma rezultātiem)	66	1974/75	z	24
<i>E. Mūkins</i>	«Sojuz—Apollo»	70	1975/76	z	17

<i>E. Mūkins</i>	Isa iepazīšanās ar «Salūtu-6»	80	1978	v	25
<i>E. Mūkins</i>	No 108 minūtēm līdz 96 dienām	80	1978	v	32
<i>V. Samšins</i>	Pavadoņi iedez zilos ekrānos	78	1977/78	z	30
<i>A. Zariņš</i>	Pirmajam kosmiskajam raķetei — 20 gadi	77	1977	r	27
	Jauns eksperiments kosmosā (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	62	1973/74	z	24
	Orbitālās stacijas «Salūts-3» un kosmosa kuģa «Sojuz-14» lidojums (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	66	1974/75	z	23
	Orbitālās stacijas «Salūts-3» un kosmosa kuģa «Sojuz-15» lidojums (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	67	1975	p	23
	«Sojuz-16» — gatavošanās kopējam lidojumam (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	67	1975	p	24
	Orbitālā stacija «Salūts-4» (<i>Pēc B. Konovalova ziņojuma</i>)	67	1975	p	25
	«Sojuz—Apollo» (<i>Pēc padomju preses materiāliem</i>)	68	1975	v	29
	Kosmonauti orbitālajā stacijā «Salūts-4» (<i>Pēc padomju preses materiāliem</i>)	68	1975	v	32
	«Salūta-4» otrā apkalpe: 63 dienas kosmosā (<i>Pēc padomju preses materiāliem</i>)	69	1975	r	15
	«Sojuz—Apollo» (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	69	1975	r	16
	«Salūta-4» darba gads (<i>Pēc padomju preses materiāliem</i>)	71	1976	p	18
	«Interkosmos» jauna veida pavadoņi (<i>Pēc padomju preses materiāliem</i>)	73	1976	r	25
	Sadarbība vēršas plašumā (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	74	1976/77	z	31
	«Salūta-5» lidojuma hronika, 1 (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	75	1977	p	31
	«Salūta-5» lidojuma hronika, 2 (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	76	1977	v	25
	«Salūta-5» finišs (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	77	1977	r	35
	«Salūts-6» orbītā ap Zemi	78	1977/78	z	30
	Kosmiskās ēras pirmie 20 gadi un astronomija (<i>Pēc I. Šklovska</i>)	79	1978	p	30
	«Salūts-6»: pirmreizīgu operāciju virkne	79	1978	p	37
	«Salūts-6»: iespējams starpfinišs (<i>Pēc TASS ziņojumiem</i>)	80	1978	v	26
	Divi galvenie instrumenti (<i>Pēc padomju preses materiāliem</i>)	80	1978	v	33

Saule, Mēness

<i>V. Krats,</i> <i>J. Muzaļevskis</i>	Saules stratosfēras observatorijas ceturtais lidojums	64	1974	v	18
<i>E. Mūkins</i>	Saules zonde «Helios-1»	68	1975	v	27
<i>E. Mūkins</i>	«Heliosi» Saules tuvumā	73	1976	r	26
	Lidojums pēc Mēness iezīmiem (<i>Pēc padomju preses materiāliem</i>)	74	1976/77	z	32

Planētas, starpplanētu vide

<i>I. Kovaļs</i>	Atkal uz «sarkano» planētu	62	1973/74	z	24
<i>E. Mūkins</i>	«Pioneer-10» pie Jupitera	64	1974	v	23
<i>E. Mūkins</i>	«Mariner-10» pie Merkura	65	1974	r	28
<i>E. Mūkins</i>	«Mariner-10» otrreiz pie Merkura	67	1975	p	26
<i>E. Mūkins</i>	«Pioneer-11»: pēc Jupitera uz Saturnu	68	1975	v	33
<i>E. Mūkins</i>	Gravitācijas manevrs starpplanētu lidojumos	69	1975	r	5
<i>E. Mūkins</i>	«Mariner-10» trešo reizi pie Merkura	69	1975	r	18
<i>E. Mūkins</i>	«Pioneer-10» un «Pioneer-11» lidojuma rezultāti	70	1975/76	z	23
<i>E. Mūkins</i>	Meklēt dzīvību uz Marsa	71	1976	p	15
<i>E. Mūkins</i>	«Viking-1» un «Viking-2» uzbūve un lidojums	72	1976	v	21
<i>E. Mūkins</i>	Desmit gadus orbītā ap Sauli	72	1976	v	25
<i>E. Mūkins</i>	«Venēras-9» un «Venēras-10» zinātniskais veikums	74	1976/77	z	33
<i>E. Mūkins</i>	«Viking-1» uz Marsa	74	1976/77	z	38
<i>E. Mūkins</i>	«Viking-2» uz Marsa	75	1977	p	33
<i>E. Mūkins</i>	Lielais ceļojums	76	1977	v	26
<i>E. Mūkins</i>	Desmit «Venēras»: aparāti, lidojumi, rezultāti	77	1977	r	30
<i>E. Mūkins</i>	Desmit «Mariner»: aparāti, lidojumi, rezultāti	78	1977/78	z	32
<i>E. Mūkins</i>	Tālo planētu virzienā	79	1978	p	33
	Automātisko starpplanētu staciju «Marss-4», «Marss-5», «Marss-6» un «Marss-7» lidojums (Pēc TASS materiāliem)	65	1974	r	24
	Lidojumā «Venēra-9 un «Venēra-10» (Pēc TASS ziņojumiem)	69	1975	r	17
	«Venēra-9» un «Venēra-10» sasniegušas mērķi (Pēc padomju preses materiāliem)	70	1975/76	z	20
	Padomju «Marsi»: aparāti, lidojumi, rezultāti (Pēc TASS materiāliem)	72	1976	v	16

Dažādi

<i>L. Engelgarde</i>	Kosmonautikas dzimtenē	64	1974	v	20
<i>M. Keldišs</i>	Kosmonautika un zinātniski tehniskais progress	63	1974	p	28
<i>E. Mūkins</i>	Gamma staru novērojumi kosmosā	80	1978	v	27
	Dažas kosmiskās medicīnas problēmas (Pēc O. Gizenko)	79	1978	p	35
	Jurija Gagarina Kosmonautu sagatavošanas centrs	71	1976	p	14

OBSERVATORIJAS UN INSTRUMENTI

<i>M. Ābele</i>	Lāzeru novērojumi Ēģiptē	67	1975	p	54
<i>A. Alksnis</i>	Pie unģāru astronomiem	71	1976	p	25
<i>A. Balklavs</i>	Radiointerferometru jaunākā paau-dze	68	1975	v	37

<i>I. Daube,</i> <i>J. Francmanis</i>	Taškentas observatorijai 100 gadu	66	1974/75	z	34
<i>J. Francmanis</i>	Budapeštas observatorija	63	1974	p	34
<i>J. Francmanis</i>	Pikdimidi observatorija	71	1976	p	20
<i>G. Helfreih</i>	Saules radioastronomija Pulkovā	64	1974	v	36
<i>I. Jurgītis</i>	Amatiera teleskops Tukumā	68	1975	v	53
<i>K. Lapuška</i>	Zem tālās Bolīvijas debesīm	68	1975	v	16
<i>K. Lapuška</i>	Zem dienvidu zvaigznājiem	72	1976	v	49
<i>G. Septunovs</i>	Blagoveščenskas platuma laboratorija	62	1973/74	z	32
<i>A. Zariņš</i>	Observatorija lidmašīnā	80	1978	v	7

ZINĀTNIEKI UN VIŅU DARBS

<i>A. Andžāns</i>	Mihails Viljevs (1893—1919)	61	1973	r	19
<i>N. Cimahoviča</i>	N. Morozovs — revolucionārs un zinātnieks	64	1974	v	34
<i>N. Cimahoviča</i>	Sofija Kovaļevska	66	1974/75	z	27
<i>N. Cimahoviča</i>	Bernhards Rīmans	73	1976	r	34
<i>N. Cimahoviča</i>	Kārlis Frīdrihs Gauss	75	1977	p	38
<i>N. Cimahoviča</i>	Izaks Ņūtons	77	1977	r	36
<i>I. Daube</i>	Pāvelu Parenago atceroties	73	1976	r	41
<i>M. Grigorjovs</i>	Padomju planetoloģijas pamatlicējs	63	1974	p	40
<i>A. Maslovskis</i>	F. Argelanderam — 175	63	1974	p	42
<i>I. Rabinovičs</i>	Pīrss Bols (1865—1921)	69	1975	r	37
<i>A. Sarovs</i>	Lieliskais padomju zinātnieks. 70 gadi kopš P. Parenago (1906—1960) dzimšanas dienas	73	1976	r	42
<i>M. Zepe</i>	Kristiāns Doplers	62	1973/74	z	37
<i>M. Zepe,</i> <i>A. Andžāns</i>	Zinātniskās kosmogonijas pamatlicēji I. Kants un P. Laplass	64	1974	v	25

ASTRONOMIJAS VĒSTURE

<i>U. Dzērvičis</i>	Koperniks un cīņa par heliocentrisko pasaules uzskatu	61	1973	r	1
<i>J. Francmanis</i>	1054. gada pārnovas novērojumi Armēnijā	66	1974/75	z	22
<i>I. Klētnieks,</i> <i>I. Strauhmanis</i>	Drēzdenes Tehniskajai universitātei — 150	79	1978	p	47
<i>I. Rabinovičs</i>	Vēsturiskās etīdes astronomijā (1., 2.)	71	1976	p	39
<i>I. Rabinovičs</i>	Etīdes astronomijas vēsturē (3.)	72	1976	v	27
<i>I. Rabinovičs</i>	Etīdes astronomijas vēsturē (4.)	73	1976	r	29
<i>I. Rabinovičs</i>	Etīdes astronomijas vēsturē (5.)	74	1976/77	z	51
<i>I. Rabinovičs</i>	Etīdes astronomijas vēsturē (6.)	76	1977	v	40
<i>I. Rabinovičs</i>	Etīdes astronomijas vēsturē (7.)	78	1977/78	z	44
<i>I. Rabinovičs</i>	Vai pastāv Mēness ietekme uz dzīvo dabu?	79	1978	p	53
<i>M. Zepe</i>	Gaismas ātruma 300 gadi	70	1975/76	z	44

Astronomijas vēsture Latvijā

<i>I. Daube</i>	Jelgavas astronomiskā observatorija	67	1975	p	36
<i>I. Daube</i>	Astronomija Latvijā 18. un 19. gad-simtā	70	1975/76	z	36
<i>A. Egle</i>	Astronomijas elementi latviešu fol-klorā	64	1974	v	32
<i>J. Stradiņš</i>	Otto Šmita pēdas Latvijā	66	1974/75	z	1

KONFERENCES UN SANĀKSMES

<i>A. Alksnis, M. Dirīķis A. Alksnis</i>	Pirmajā Vissavienības astronomijas un ģeodēzijas konferencē Simpozījs par maiņzvaigznēm zvaigžņu sistēmās	62 67	1973/74 1975	z p	46 29
<i>A. Alksnis</i>	Eiropas astronomu sanāksme Grū-zijā	71	1976	p	36
<i>A. Alksnis</i>	Astronomu kongresā Grenoblē	75	1977	p	1
<i>A. Alksnis</i>	Seminārs par astronomisko foto-grāfiju	78	1977/78	z	57
<i>Z. Alksne, A. Balklavs, J. Francmanis</i>	Starptautiskās astronomu savienī-bas Ārkārtējā ģenerālā asamblejā Polijas Tautas Republikā	63	1974	p	1
<i>A. Balklavs</i>	Apspriede «Slēptā masa Visumā»	69	1975	r	23
<i>A. Balklavs</i>	8. Vissavienības radioastronomijas konference	71	1976	p	32
<i>A. Balklavs</i>	Astronomijas padomes plēnums Ki-jevā	76	1977	v	30
<i>J. Balodis</i>	K. Ciolkovska zinātniskā mantoju-ma un ideju attīstībai veltītie X lasījumi	72	1976	v	43
<i>J. Bilde</i>	Nutācija un Zemes rotācija	78	1977/78	z	56
<i>N. Cimahoviča</i>	Cilvēks un kosmiskā vide	61	1973	r	35
<i>M. Dirīķis</i>	Vissavienības Astronomijas un ģeo-dēzijas biedrības Centrālās pa-domes plēnums	77	1977	r	47
<i>L. Duncāns</i>	R CrB tipa maiņzvaigžņu pētnieku apspriede Kijevā	65	1974	r	48
<i>M. Eliāss, G. Ozoliņš</i>	Saules pētnieku sanāksme Karpa-tos	63	1974	p	47
<i>M. Eliāss</i>	Apspriede Saules radiostarojuma sekcijā	72	1976	v	31
<i>J. Francmanis</i>	Pirmā konference Speciālajā astro-nomiskajā observatorijā	63	1974	p	44
<i>J. Francmanis</i>	Astronomu starptautiskā sadarbība paplašinās	65	1974	r	38
<i>J. Francmanis</i>	VAGB Centrālās padomes IV plē-nums Kijevā	65	1974	r	42
<i>J. Kletnieks</i>	Apspriede «Zvaigžņu evolūcijas ag-rās stadijas»	67	1975	p	34
<i>J. Kižla</i>	Pirmā apspriede par infrasarkano astronomiju	70	1975/76	z	31
<i>K. Krūze</i>	Inženierģeodēzijas konference Bratskā	66	1974/75	z	43
<i>L. Laucenieks</i>	PSRS ZA Astronomijas padomes plēnumā	68	1975	v	43
<i>J. Mieziš</i>	Pasaules planetāriju sasaukšanās	72	1976	v	36
<i>J. Mieziš</i>	III Vissavienības jauno astronomu salidojums	75	1977	p	48

<i>G. Ozoliņš</i>	Saules pētnieku tikšanās Azerbaidžānā	68	1975	v	46
<i>L. Roze, M. Dirīķis L. Roze</i>	XX PSRS astrometrijas konference	70	1975/76	z	33
	XI konference par zinātnes un tehnikas vēsturi Baltijā	80	1978	v	39
<i>G. Spulģis</i>	Konference par fotometrijas jautājumiem	65	1974	r	50
<i>J.-I. Straume</i>	Apspriede par zvaigžņu atmosfēru modeļiem	74	1976/77	z	43
<i>J.-I. Straume</i>	Apspriede Odesā par zvaigžņu atmosfēru modeļiem	78	1977/78	z	51
<i>J.-I. Straume, I. Šmēlds I. Šmēlds</i>	Skola «Molekulas astrofizikā»	80	1978	v	34
	Jauno astronomijas speciālistu vasaras skola Vitnā	62	1973/74	z	52
<i>I. Šmēlds</i>	Saules pētnieku apspriede Irkutskā	74	1976/77	z	47
<i>J. Štrauhmanis</i>	VIII Starptautiskā kartogrāfu konference	76	1977	v	38
<i>J. Voss, M. Dirīķis U. Zuments</i>	Starptautiska konference par mezosfēras un jonosfēras procesiem	69	1975	r	27
	Vissavienības sanāksme par ģeodēzijas jautājumiem celtniecībā	74	1976/77	z	45

Konferences un sanāksmes Latvijā

<i>M. Dirīķis</i>	Saules sistēmas mazo ķermeņu pētījumu darba grupas apspriede Rīgā	62	1973/74	z	55
<i>S. Francmane, M. Dirīķis, I. Daube</i>	Kopernika jubilejai veltītie svinīgie sarikojumi	61	1973	r	25
<i>J. Francmanis, J.-I. Straume E. Grāvilis</i>	Vissavienības apspriede par zvaigžņu evolūciju Jūrmalā	79	1978	p	40
	Ģeodēzistu zinātniski praktiskā konference Jelgavā	61	1973	r	31
<i>L. Roze</i>	Vissavienības konference LVU	66	1974/75	z	41
<i>L. Roze</i>	Gadskārtējā astronomijas sekcija LVU konferencē	73	1976	r	28
<i>Leonīds Roze Leonora Roze</i>	Šī gada Universitātes konference	77	1977	r	46
	Astronomu devums Latvijas Valsts universitātes XXXII zinātniskajai konferencē	61	1973	r	33
<i>Leonora Roze</i>	Astronomija P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes XXXIII zinātniskajā konferencē	65	1974	r	36
<i>Leonora Roze</i>	Zinātniskā darba skate P. Stučkas Latvijas Valsts universitātē	69	1975	r	22
<i>J. Stradiņš</i>	X Baltijas zinātnes vēstures konference	70	1975/76	z	26
<i>I. Šmēlds</i>	Frīdriha Candra V lasījumi	78	1977/78	z	53

ASTRONOMIJA SKOLĀ

<i>Z. Alksne</i>	Maiņzvaigznes	80	1978	v	44
<i>A. Asare</i>	Apspriede par astronomijas mācīšanu	62	1973/74	z	43

B. Cāzers, A. Brāzma I. Daube J. Francmanis J. Francmanis J. Klētnieks	Jauno astronomu veikums trijos gados Kalendāra reforma Zvaigžņu fizika vidusskolā Zvaigžņu enerģijas avoti Leņķu mērāmie instrumenti vien- kāršotiem astronomiskiem novē- rojumiem	71 61 69 70 63	1976 1973 1975 1975/76 1974	p r r z p	45 37 31 47 50
J. Klētnieks	Saules astronomiskā azimuta no- teikšana pēc Saules zenītdistan- ces mērījumiem	66	1974/75	z	45
H. Legzdiņš H. Legzdiņš	Jūras astronomija planetārijā Planetārijs un kuģa vietas noteik- šana	67 75	1975 1977	p p	47 56
J. Miezis, A. Asare I. Miezis	Pirmā skolēnu astronomijas olim- piāde Otrā skolēnu astronomijas olim- piāde	62 65	1973/74 1974	z r	40 51
J. Miezis	Trešā skolēnu astronomijas olim- piāde	70	1975/76	z	51
J. Miezis	Ceturta skolēnu astronomijas olim- piāde	74	1976/77	z	60
J. Miezis	Piektā skolēnu astronomijas olim- piāde	78	1977/78	z	38
I. Rabinovičs	Mikroplanetārijs ar Sauli un Mē- nesi	76	1977	v	52
R. Savelļeva	Ārpusklases darbs astronomijā Aiz- putes vidusskolā	72	1976	v	55
J.-I. Straume	Astronomijas studijas Ļeņingradas universitātē	68	1975	v	49
B. Voroncovs- Veļjaminovs	Astronomijas mācīšanas aktuālie jautājumi	77	1977	r	49

JAUNAS GRĀMATAS

A. Alksnis	Jauna Mēness karte	68	1975	v	60
A. Balklavs	Kosmosa fizika. Mazā enciklopē- dija	76	1977	v	57
N. Cimahoviča N. Cimahoviča	«Saules vētru atbalss uz Zemes» Kosmiskie putekļi uz Zemes	62 71	1973/74 1976	z p	57 57
I. Daube	Grāmata par sarkano zvaigžņu pē- tijumiem	62	1973/74	z	57
I. Daube	Aukstās zvaigznes	64	1974	v	41
I. Daube	Saules un sarkano zvaigžņu pētī- jumi	65	1974	r	54
I. Daube	Saules un sarkano zvaigžņu pētī- jumi Nr. 2	68	1975	v	60
I. Daube	Saules un sarkano zvaigžņu pētī- jumi Nr. 3	71	1976	p	57
I. Daube	Saules un sarkano zvaigžņu pētī- jumi Nr. 4	72	1976	v	59
I. Daube	Grāmata par Jelgavas Pētera aka- dēmiju	72	1976	v	59
I. Daube	Saules un sarkano zvaigžņu pētī- jumi Nr. 5	74	1976/77	z	63

<i>I. Daube</i>	Saules un sarkano zvaigžņu pētījumi Nr. 6	78	1977/78	z	62
<i>I. Daube</i>	«Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorija»	78	1977/78	z	62
<i>I. Daube</i>	«Astronomi»	80	1978	v	55
<i>I. Daube</i>	Saules un sarkano zvaigžņu pētījumi Nr. 7	80	1978	v	56
<i>J. Kriķis</i>	P. Bola darbu sakopojums	67	1975	p	52
<i>Leonids Roze</i>	Profesors Kārlis Steins. Biobibliogrāfija	67	1975	p	52

PERSONĀLIJAS

<i>A. Balklavs</i>	Atzinība zinātniekiem [V. Koteļņikovs, V. Troickis]	67	1975	p	54
<i>A. Balklavs</i>	Radioastronomi saņem Nobeļa prēmiju [M. Rails; A. Hjuūšs]	68	1975	v	22
<i>J. Balodis, K. Lapuša Z. Cīrse</i>	Jauns zinātņu kandidāts [L. Lauceniekis]	66	1974/75	z	51
	Profesoram B. Voroncovam-Veljaminovam 70 gadi	63	1974	p	39
<i>Z. Cīrse</i>	Jauns zinātņu kandidāts [I. Smeldis]	79	1978	p	59
<i>I. Daube, L. Roze L. Diriķe</i>	Īsa saruna ar jubilaru Matisu Dirīķi	61	1973	r	39
	Profesoram Georgam Dubošinam 70 gadu	68	1975	v	41
<i>J. Francmanis</i>	Aizstāvēta kandidāta disertācija [E. Grasbergs]	78	1977/78	z	63
<i>A. Ivanovs, P. Rozenbergs E. Kaupuša, M. Diriķis R. Krūpens K. Lapuša</i>	Jauni zinātņu kandidāti. Māris Ogriņš	69	1975	r	52
	Leonids Roze — jubilārs	68	1975	v	56
	Profesors V. Freijs — jubilārs	73	1976	r	47
	Jauni zinātņu kandidāti. Jānis Balodis	69	1975	r	51

IN MEMORIAM

<i>A. Alksnis</i>	Profesoru S. Pikelneru pieminot	72	1976	v	62
<i>N. Cimahoviča</i>	Džordžo Pikardi	61	1973	r	43
<i>I. Daube</i>	Boriss Kukarkins	79	1978	p	60
<i>I. Daube</i>	Atvadu rindas Izākam Rabinovičam	79	1978	p	62
<i>M. Diriķis</i>	Gļebs Čebotarjovs (1913—1975)	71	1976	p	52
<i>J. Francmanis</i>	Vlodzimežs Zonns (1905—1975)	71	1976	p	50
<i>I. Jurģītis</i>	Sergejs Bohanovs	80	1978	v	42
	V. Brantu pieminot	75	1977	p	68

HRONIKA

<i>Ā. Alksne</i>	Jāni Ikaunieku atceroties	62	1973/74	z	58
<i>N. Cimahoviča</i>	Jāņa Ikaunieka atcerai	65	1974	r	55
<i>Z. Cīrse</i>	Radioastrofizikas observatorijā vienojas profesors B. Voroncovs-Veljaminovs	79	1978	p	59
<i>I. Daube, M. Diriķis</i>	Profesors S. Vasiļevskis Rīgā	75	1977	p	65

<i>J. Daube</i>	Kosmiskās ēras 20 gadus atzīmējot	79	1978	p	45
<i>L. Dirīķe</i>	Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas atskaites sapulce	68	1975	v	59
<i>H. Elsalu</i>	Igaunijas PSR Valsts prēmija pirmajiem tiešajiem sudrabaino mākoņu instrumentālajiem pētījumiem	80	1978	v	41
<i>J. Francmanis</i>	Pie mums viesojas japāņu astronoms D. Sugimoto	75	1977	p	66
<i>J. Francmanis</i>	Atskaitās Vissavienības astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa	80	1978	v	40
<i>J. Klētnieks</i>	Pasniegta Ludviga Ozola prēmija	61	1973	r	41
<i>J. Klētnieks</i>	Atceroties Voldemāru Jungu	65	1974	r	55
<i>J. Klētnieks</i>	Ģeodēzijas ekspozīcija Mālpils Tautas muzejā	71	1976	p	53
<i>J. Mieziš</i>	Republikāniskajā Zinību namā	67	1975	p	56
<i>L. Roze</i>	Viešņa no Rumānijas LVU Astro-nomiskajā observatorijā	66	1974/75	z	52
<i>L. Roze</i>	PSRS Tautas saimniecības sasniegumu izstādes apbalvojumi	76	1977	v	51

ZVAIGŽNOTĀS DEBESS APSKATS

<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1975. gada rudenī. Nenorietošie zvaigznāji	69	1975	r	54
<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1975./76. gada ziemā	70	1975/76	z	55
<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1976. gada pavasarī	71	1976	p	59
<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1976. gada rudenī. Astronomiskās parādības	73	1976	r	50
<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1976./77. gada ziemā	74	1976/77	z	64
<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1977. gada pavasarī	75	1977	p	69
<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1977. gada vasarā	76	1977	v	59
<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1977./78. gada ziemā	78	1977/78	z	64
<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1978. gada pavasarī.	79	1978	p	64
<i>Ā. Alksne</i>	Zvaigžnotā debess 1978. gada vasarā	80	1978	v	57
<i>J. Mieziš</i>	Zvaigžnotā debess 1973. gada rudenī	61	1973	r	45
<i>J. Mieziš</i>	Zvaigžnotā debess 1974. gada pavasarī	63	1974	p	62
<i>J. Mieziš</i>	Zvaigžnotā debess 1974. gada vasarā	64	1974	v	44
<i>J. Mieziš</i>	Zvaigžnotā debess 1974. gada rudenī	65	1974	r	57
<i>J. Mieziš</i>	Zvaigžnotā debess 1974./75. gada ziemā	66	1974/75	z	53
<i>J. Mieziš</i>	Zvaigžnotā debess 1975. gada vasarā	68	1975	v	61

<i>L. Roze</i>	Zvaigžņotā debess 1973./74. gada ziemā. Parastais un neparastais ziemas debesis	62	1973/74	z	60
<i>Leonora Roze</i>	Zvaigžņotā debess 1975. gada pavasarī. Daži pie pavasara debesīm redzami zodiaka zvaigznāji	67	1975	p	57
<i>Leonora Roze</i>	Zvaigžņotā debess 1976. gada vasarā	72	1976	v	64
<i>Leonora Roze</i>	Zvaigžņotā debess 1977. gada rudenī	77	1977	r	54
<i>I. Daube</i>	«Zvaigžņotās debess» pēdējo piecu gadu tematiskais rādītājs	80	1978	v	61
<i>J. Francmanis</i>	«Zvaigžņotajā debesī» pēdējo piecu gadu laikā publicēto rakstu tematiskais rādītājs	61	1973	r	52
	Dažas ziņas par autoriem	62	1973/74	z	63
		64	1974	v	48
		67	1975	p	60
		77	1977	r	59
		79	1978	p	70

Sastādījusi I. Daube

SATURS

Jaunas atziņas un iespējas planētu sistēmu izcelšanās pētījumos — <i>A. Balklavs</i>	1
Observatorija lidmašīnā — <i>Ā. Zariņš</i>	7
Astronomijas jaunumi	10
Interesanti atradumi lodveida kopu — rentģenavotu kodolos — <i>U. Dzērvičis</i>	10
Plašie kvazāri — <i>U. Dzērvičis</i>	12
Celuloze starpzvaigžņu vidē — <i>U. Dzērvičis</i>	14
Atklāti jauni objekti — <i>I. Eglītis</i>	16
Zvaigžņu diametru noteikšana ar aizklāšanas metodi — <i>I. Eglītis</i>	17
Jauna hipotēze par I tipa pārnovu izcelšanos — <i>J. I. Straume, I. Šmēlds</i>	19
Izmaiņas Saules rotācijā — <i>A. Balklavs, G. Ozoliņš</i>	20
Arguments Saules aktivitātes cikliskuma planētu teoriju labā — <i>G. Ozoliņš</i>	22
Saules aktivitāte un vēja ātrums Zemes atmosfēras augšējos slāņos — <i>G. Ozoliņš</i>	23
Kosmosa apgūšana	25
Isa iepazīšanās ar «Salūtu-6» — <i>E. Mūkins</i>	25
«Salūtu-6»: iespaidīgs starpiņiņš — <i>Pēc TASS ziņojumiem</i>	26
Gamma staru novērojumi kosmosā — <i>E. Mūkins</i>	28
No 108 minūtēm līdz 96 dienām — <i>E. Mūkins</i>	32
Konferences un sanāksmes	34
Skola «Molekulas astrofizikā» — <i>J. I. Straume, I. Šmēlds</i>	34
Hronika	38
Radioastrofizikas observatorija 1977. gadā — <i>J. Francmanis</i>	38
XI konference par zinātnes un tehnikas vēsturi Baltijā — <i>Leonīds Roze</i>	39
Atskaitās Vissavienības astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa — <i>J. Francmanis</i>	40
Igaunijas PSR Valsts prēmija pirmajiem tiešiem sudrabaino mākoņu instrumentāliem pētījumiem — <i>H. Elsalu</i>	41
<i>Sergejs Bohanovs</i> — <i>I. Jurgītis</i>	42
Astronomija skolā	44
Maiņzvaigznes — <i>Z. Alksne</i>	44
Jaunās grāmatas	55
«Astronomi» — <i>I. Daube</i>	55
«Saules un sarkano zvaigžņu pētījumi» Nr. 7 — <i>I. Daube</i>	56
Zvaigžņotā debess 1978. gada vasarā — <i>Ā. Alksne</i>	57
«Zvaigžņotās debess» pēdējo piecu gadu tematiskais rādītājs — <i>I. Daube</i>	61

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ВЕСНА 1978 ГОДА

Сборник научно-популярных статей
Радиоастрофизической обсерватории
Академии наук Латвийской ССР
Рига, «Зинатне», 1978
На латышском языке
Составитель Ю. Францманис

ZVAIGZNOTĀ DEBESS,
1978. GADA PAVASARIS

Redaktore *I. Ambaine*. Mākslinieciskais redaktors *V. Zirdziņš*. Tehniskais redaktors
I. Stokmane. Korektore *L. Brahmāne*.

ИБ № 371

Nodota salikšanai 23. 02. 78. Parakstīta iespiešanai 19. 05. 78. JT 07390. Formāts 70×90/16.
Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedes tehnika. 4,75 fiz. iespiedl.;
5,56 uzsk. iespiedl.; 6,05 izdevn. l. Metiens 2000 eks. Pasūt. Nr. 439. Maksā 25 k. Izdev-
niecība «Zinātne». 225018 Rīgā, Turgeņeva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Ministru Pado-
mes Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Apvienotajā
veidlapu uzņēmumā 226050 Rīgā, Gorkija ielā 6.

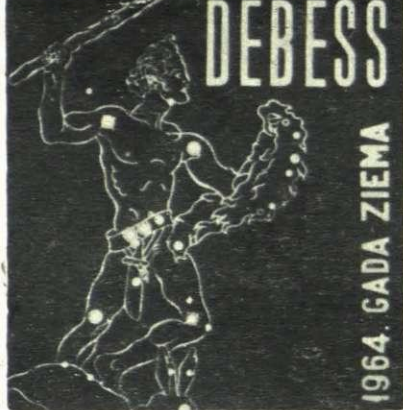
Zvaigžņotā



DEBESS

1961. GADA ZIEMA

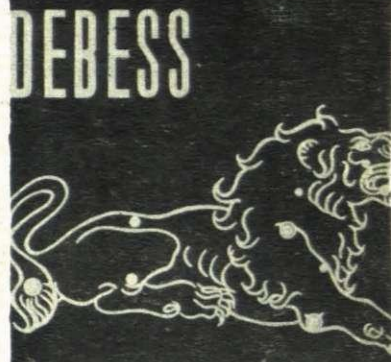
Zvaigžņotā



DEBESS

1964. GADA ZIEMA

Zvaigžņotā



DEBESS

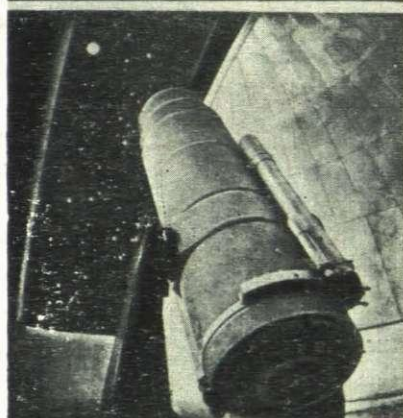
1964. GADA PAVASARIS

Zvaigžņotā
DEBESS



1967. GADA PAVASARIS

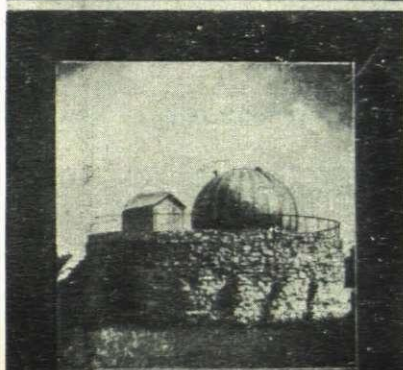
ZVAIGŽNOTĀ
DEBESS 1969./70.
GADA ZIEMA



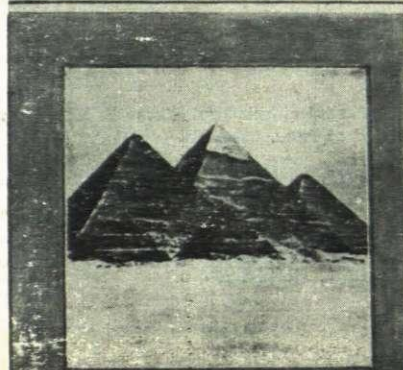
ZVAIGŽNOTĀ
DEBESS PAVASARIS



ZVAIGŽNOTĀ
DEBESS



ZVAIGŽNOTĀ
DEBESS 1974. GADA
VASARA



ZVAIGŽNOTĀ
DEBESS 1975./76. GADA
ZIEMA

