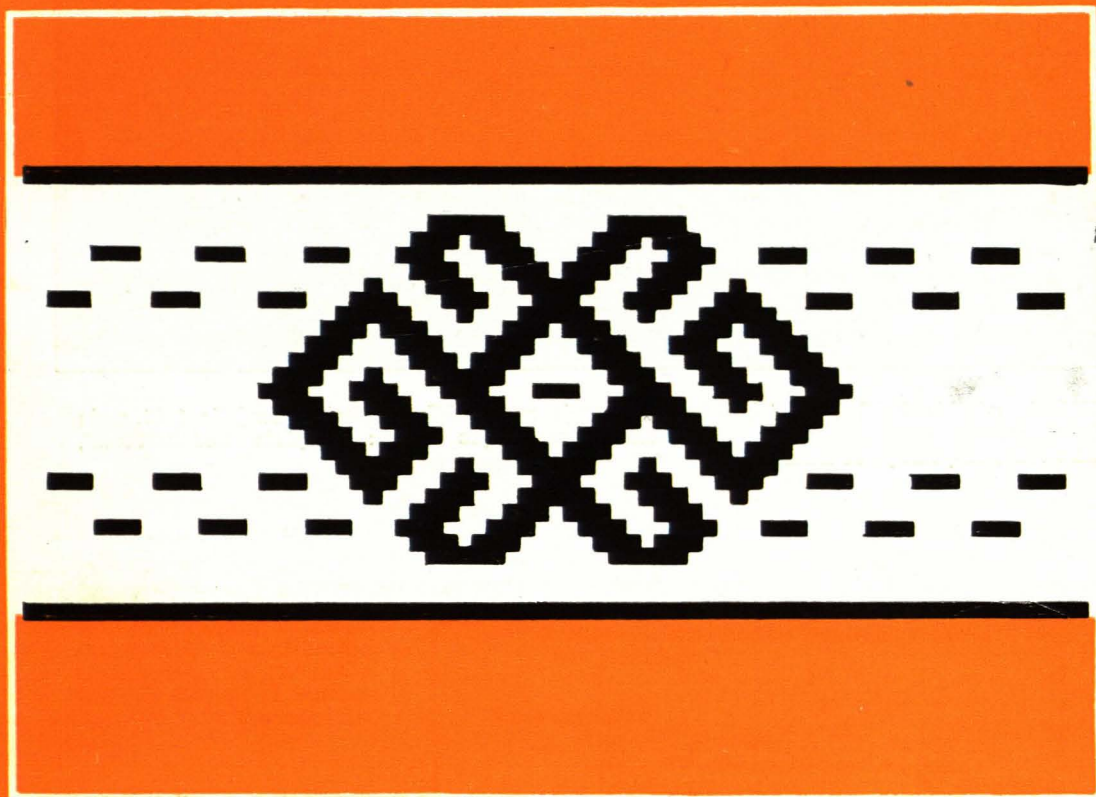


# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



Jauna hipotēze par radiogalaktikām ● Kas ir Hironi? ● Radioastrofizikas observatorija 1989. gadā ● Kas jauns un kas vecs kosmiskajā transportā ● Vislielākie atomi sastopami... ● Zinātniskās meteorītikas klasiķis no Latvijas ● Ko slēpj Krievānu Māras josta? ● Lasītāj, atsaucies!

## 1990 VASARA

# ZVAIŽŅOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADEMIJAS  
RADIOASTROFIZIKAS  
OBSERVATORIJAS  
POPULĀRZINĀTNISKS  
GADALAIĶU IZDEVUMS.  
IZNĀK KOPS 1958. GADA RUDENS  
CETRAS REIZES GADĀ.

1990. GADA VASARA (128)



## REDAKCIJAS KOLEĢIJA:

A. Alksnis, A. Andžāns, A. Bal-  
klavs (atbild. red.), J. Birzvalks  
(atbild. red. vietn.), A. Buiķis,  
N. Cimahoviča, L. Duncāns,  
J. Francmanis, J. Klētņieks,  
R. Kūlis, E. Mūkins, I. Pundure  
(atbild. sekr.), T. Romanovskis,  
L. Roze

Numuru sastādījis A. Andžāns



RĪGA «ZINĀTNE» 1990

## SATURS

### Jaunumi

- N. Cimahoviča.* Kosmosā — ekstremāli  
atomi . . . . . 2  
*M. Dirīķis.* Hironi — varbūt komēta? . . . . . 3  
*Z. Alksne.* Vai mūsu ēras sākumā Siriuss  
bijis sarkans? . . . . . 3  
*J. Klētņieks.* Noslēpumainie Solovku salu  
labirinti . . . . . 5

### Kosmosa pētniecība un apgūšana

- E. Mūkins.* Starplanētu lidojumi  
1989. gadā . . . . . 12  
*E. Mūkins.* Pārmaiņas kosmosa trans-  
portā pierimst . . . . . 22

### Tautas garamantas

- J. Klētņieks.* Krievāņu Māras jostas ka-  
lendārais raksts . . . . . 29

### Skaitļotājs astronomijā

- M. Ābele, T. Romanovskis.* Programma  
vienādojumu sistēmas risināšanai . . . . . 36

### Hipotēžu lokā

- A. Balklavs.* Jauna hipotēze par kvazāru  
un radiogalaktiku dabu . . . . . 39

### Zinātnieks un viņa darbs

- A. Jeremejeva.* Grothusa loma zinātnis-  
kā meteoritikas izveidē . . . . . 43  
*E. Riekstiņš.* Matemātikim P. Bolam—125 . . . . . 47

### Konferences, sanāksmes

- A. Alksnis.* No mirīdām līdz planetāra-  
jiem miglājiem . . . . . 51  
*A. Balklavs.* Pie Pulkovas astronomiem . . . . . 53

### Skolā

- T. Romanovskis.* Elipses novilkšana caur  
trīs punktiem . . . . . 55

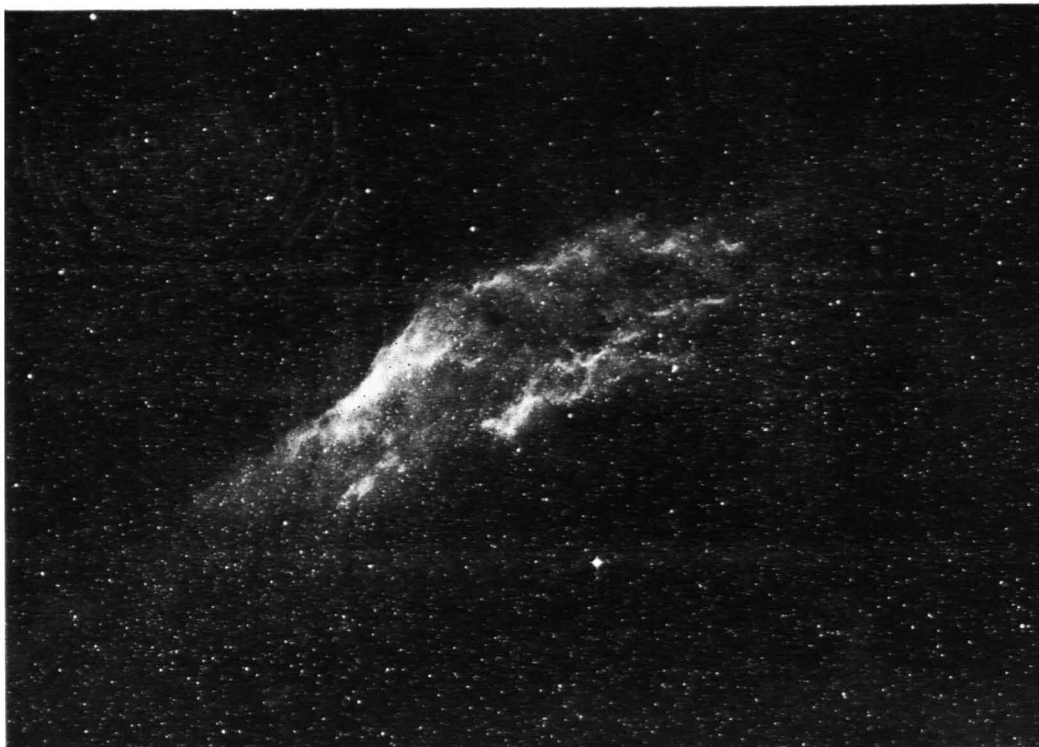
### Mūsu republikā

- A. Alksnis, E. Bervalds, I. Pundure,*  
*I. Smelds.* Radioastrofizikas observato-  
rija 1989. gadā . . . . . 58

### Amatieru lappuse

- L. Garkuļa Saules fotouzņēmumi . . . . . 63  
*I. Vilks, M. Dirīķis.* Zvaigžņotā debess  
1990. gada vasarā . . . . . 65

© Izdevniecība «Zinātne», 1990



Difūzais miglājs NGC 1499 (Kalifornija) Perseja zvaigznājā. Uzņēmis I. Jurģītis 1981. gada 25./26. septembrī ar Riekstukalna Smita teleskopu sarkanajos staros; fotoplate Kodak 103aF, filtrs RG1, ekspozīcija 60 minūtes.

Vāku 1. lpp.: Vasaras saulstāvju laikzīme no Krievānu Māras jostas rakstiem (sk. J. Klētnieka rakstu).



## Kosmosā — ekstremāli atomi

Radioastronomija kārtējo reizi ļāvusi mums ieskatīties nepazītu parādību lokā. Udeņraža atoma 21 cm starojums, kvazāri, pulsāri, Saules superkorona — ja nebūtu radioteleskopu, mēs vispār nezinātu, ka šādi procesi un objekti eksistē. Bet nesen Maskavas radioastronomiem izdevās iegūt informāciju vēl par vienu kosmiskās pasaules īpatnību — par atomiem augsti ierosinātā, ekstremālā stāvoklī, tuvu jonizācijas robežai, respektīvi, tuvu atoma pastāvēšanas robežai.

Kā zināms, atoms ir komplicēta sistēma, kuras iekšējo enerģiju raksturo elektronu nosacītā kustība ap atoma kodolu. Elektronu orbītas attālums no kodola nosaka atoma enerģijas līmeni — jo tas lielāks, jo lielāka atoma enerģija. Atomam saņemot enerģiju apstarojuma veidā, elektrons «pārlec» uz augstāku orbītu — tālāk no atoma kodola. Ja to tur iztraucē — visbiežāk atoma sadursmē ar kādu citu atomu —, elektrons var «lekt» uz leju, enerģijas starpību izstarojot pasaules telpā. Tā mēs saņemam zvaigžņu gaismu — enerģijas kvantu plūsmu.

Bet ja atomu ilgāku laiku nekas netraucē? Tad, saņemot apkārtējā telpā esošo dažādo starojumu enerģiju, atoma elektrons var pakāpeniski aizkļūt līdz ļoti tālai orbītai, gandrīz līdz tai robežai, kur kodola pievilksanas spēks kļūst par vāju tā noturēšanai. Vēl kāds enerģijas kvants un — elektrons dodas prom, atstājot atomu jonizētā stāvoklī. Teorija liecina, ka mūsu Galaktikā, ņemot vērā te pastāvošo fona elektromagnētisko starojumu, maksimumā iespējamais atoma stāvoklis ir tāds, ko raksturo galvenais kvantu skaitlis  $n=900$ . Šis skaitlis rāda elektrona enerģijas līmeni.

Salīdzinājumam — Zemes apstākļos udeņraža atomiem novērotās  $n$  vērtības nepārsniedz dažus desmitus, jo te atomi gan ļoti bieži saduras cits ar citu, gan ir pakļauti dažāda veida elektromagnētiskajiem impulsiem. Bet Galaktikas aukstajā tumsā un retinājumā tikai netermiskais radiostarojums — radioviļņu plūsma no pārnovu atliekām un radiogalaktikām — var ierobežot atoma dzīves iespēju augstas ierosmes stāvoklī.

Meklējot kosmosā šādus augsti ierosinātus atomus, PSRS Zinātņu akadēmijas Fizikas institūta un Maskavas Valsts universitātes P. Šternberga Valsts astronomijas institūta līdzstrādnieki E. Lehts, G. Smirnovs un R. Soročenko ar īpašām metodēm reģistrēja intensīvā radioviļņu avota Cas A starojumu 30 MHz diapazonā, lai lūkotu atrast tajā šo atomu absorbcijas līnijas. Respektīvi, ja Cas A starojums ceļā līdz mums satiek ekstremālos atomus, tad daļa plūsmas enerģijas kvantu šais atomos «iestrēgst», un reģistrētajā spektrā novērojam absorbcijas līnijas. Eksperiments zinātniekiem izdevās. Novērojot Cas A ar Fizikas institūta dekametru viļņu radioteleskopu DKP-1000 un izmantojot 96 kanālu spektra analizatoru, tika reģistrētas absorbcijas līnijas C593 $\alpha$  un C747 $\beta$ . Interesantākā ir līnija C747 $\beta$ , jo tā liecina, ka Galaktikā ir udeņraža atomi, kuru galvenais kvantu skaitlis  $n=747$ . Šādā atomā elektrons atrodas jau tik tālu no kodola, ka atoma aizņemtā telpa, ko nosacīti sauc par tā diametru, ir apmēram 0,06 milimetri. Ja šādu atomu varētu izolēt un noturēt uz vietas, tad gandrīz vai gribētos to aplūkot ar palielināmo stiklu... Salīdzinājumam: parastos apstākļos udeņraža atoma diametrs ir  $10^{-8}$  centimetru.

N. C i m a h o v i č a

## Hirons — varbūt komēta?

1977. gada oktobrī Čārlzs Kauels atklāja neparastu mazo planētu, kuru nosauca par Hironu. Neparasts ir tā lielais attālums no Saules — Hirona orbītas lielā pusass ir 13,7 astronomiskās vienības (ua). Orbītas ekscentricitāte ir 0,38, tādēļ perihēlijā tas nonāk līdz 8,5 ua (tātad nedaudz tuvāk par Saturnu), bet afēlijā attālinās līdz pat 18,9 ua (tātad gandrīz līdz Urāna orbītai). Kā zināms, visbiežāk mazās planētas sastopamas joslā starp Marsa un Jupitera orbītām, un to lielās pusass vērtība ir robežās starp 2,0 ua un 3,2 ua, neliela daļa atrodas arī ārpus šīs joslas.

Līdz 1977. gadam bija pazīstama tikai viena mazā planēta — (944) Hidalgo —, kurai orbītas lielā pusass (5,8 ua) ir ievērojami lielāka par Jupitera orbītas lielo pusasi (5,2 ua). Tā kā Hidalgo orbītas ekscentricitāte ir īpaši liela — 0,66 —, tad Starptautiskā mazo planētu pētīšanas centra direktors B. Mārsdens secināja, ka Hidalgo varētu būt «izdzisusi» komēta. Pēc Hirona atklāšanas daži astronomi sprieda, ka arī tam varbūt ir komētāra daba, bet, lai to pierādītu, vajadzētu atklāt kaut nelielu gāzu un putekļu atmosfēru ap to (t. s. komu). Tā kā Hironam neko tādu neatrada, to pieskaitīja pie mazajām planētām un ar 2060. numuru ierakstīja asteroīdu sarakstā. Kauels domā, ka varbūt pat pastāv pagaidām vēl neatklāta asteroīdu josla šādā attālumā no Saules un ka Hirons ir tikai viens no tiem.

1988. gadā tika pamanīts neparasts Hirona spožuma pieaugums; līdz ar to astronomi sāka interesīvāk pievērst uzmanību šim asteroīdam. 1989. gada aprīlī K. Mičs (Havaju universitāte) un M. Beltons (Kitpīka Nacionālā observatorija), izmantojot Kitpīka observatorijas 4 m reflektoru, atklāja komu ap Hironu — puteklus un ogļskābo gāzi, kas izplūst no tā. Hirona diametru vērtē ap 180 km, tātad, ja Hirons tomēr ir komēta, tad tā ir vislielākā komēta, rēķinot pēc kodola diametra. Kā zināms, piemēram, Haleja komētas

kodola vidējais diametrs ir tikai 16 kilometru.

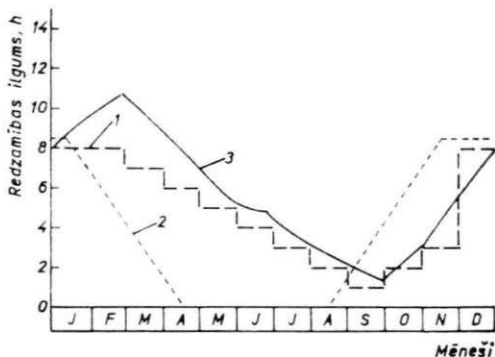
Tuvākajos gados, kad Hirons tuvosies savas orbītas perihēlijam (to sasniegs 1995. gadā), var gaidīt interesantus atklājumus par to. Atgādināsim, ka Hironam Saules apriņķošanas periods ir 50,8 gadi.

M. Dirīķis

## Vai mūsu ēras sākumā Sīriuss bijis sarkans?

Autoritatīvais sengrieķu zinātnieks Ptolemajs mūsu ēras 2. gadsimtā sarakstītajā darbā «Almagest», pamatojoties gan uz saviem, gan citu astronomu novērojumiem, sniedz tiem laikiem bagātīgu zvaigžņu katalogu, kurā Lielā Suņa alfa jeb Sīriuss raksturots kā sarkana zvaigzne. Norādījumus par Sīriusa sarkano krāsu laikposmā ap mūsu ēras sākumu var atrast arī citu Eiropas un Austrumu zinātnieku darbos. Turpretī tagad un vismaz visu pēdējo tūkstošgadi Sīriuss pazīstams kā koši balta zvaigzne.

Zvaigžņu evolūcijas teorija mūsdienās spēj izskaidrot sarkanas zvaigznes pārvēršanos baltā, tāpēc pats Sīriusa krāsas maiņas fakts izbrīnu neizraisa (sk.: Z. Aiksnē. Kā Sīriuss kļuva balts? — Zvaigžņotā Debess, 1983. gada rudens, 8.—10. lpp.). Lietas būtība īsumā ir šāda. Dubultzvaigznes Sīriusa baltās krāsas primārais komponents vēl arvien atrodas ilgstošā attīstības fāzē, kas atbilst galvenās secības zvaigžnei, bet sekundārais komponents attīstījies krietni tālāk — jau nonācis baltā pundura fāzē. Pēc teorētiskām atziņām, lai zvaigzne kļūtu par balto punduri, tai jāpamet galvenā secība un jāiziet sarkanā milža fāzē. Tātad kaut kad agrāk sekundārajam komponentam patiešām vajadzēja būt milzīgi uzpūstam, lielam, aukstam un sarkanam objektam. Tad tā starojums varēja ietekmēt kopējo dubultzvaigznes krāsu un padarīt Sīriusu sarkanu. Sekundārajam komponentam tālāk pārtopot sīkā, vājā baltajā pundurī, Sīriuss varēja atgūt balto krāsu.



Robeolas (1), Sīriusa (2) un Arktura (3) redzamības ilguma salīdzinājums rāda, ka Robeola nav identificējama ar Sīriusu.

Tiktāl viss liekas likumsakarīgi. Tomēr, atbilstoši teorijai, sarkanā milža pārvēršanās baltajā pundurī ir ilgstošs, vētrains process, kuru pavada vielas izmešana. Ziņu par šādu procesu tomēr nav. Pārvērtība it kā notikusi ātri, mierīgi un nemanāmi. Vai norādījumi par Sīriusa sarkano krāsu mūsu ēras sākumā gluži vienkārši ir kļūdaini un vai baltā pundura tapšana notikusi jau aizvēsturiskos laikos? Vai arī Sīriuss samērā nesēnā laikā patiešām ir bijis sarkans, un teorētiskās atziņas par pārvērtības tempiem un raksturu no sarkanā milža uz balto pundurī ir nepareizas?

Lai rastu atbildi, astronomi vēl un vēl meklē kādus datus par Sīriusa krāsu antīko autoru darbos. Pēdējos gados izvērsusies pat sava veida detektīvdarbība, kurā pārmaiņus triumfē Sīriusa krāsas maiņas piekritēji un noliedzēji. Novirzes no patiesības neapšaubāmi rada seno tekstu nepareizs skaidrojums, kura cēlonis ir nepierasta terminoloģija, sveši zvaigznāju un zvaigžņu apzīmējumi, dzejiskais izteiksmes veids utt. Te jāatgādina, ka astronomi ziņas galvenokārt smēļ ne jau no grūti pieejamiem seno tekstu oriģināliem, bet gan no mūsdienās izdotiem tulkojumiem. Diemžēl, ne jau katram valodniekam «debesu lietas» ir tik skaidras, lai tekstus perfekti pārtulkotu.

Tāpat pārpratumi un nesaskaņas rodas, aplūkojot nepilnīgu teksta daļu. Piemēram, iztirzājams pāris rindiņu no romiešu dzejnieka

Marka Maniliusa mūsu ēras 15. gadā sacerētas poēmas, J. Rīdpatš saskatījis tur apliecinājumu jūraszilai Sīriusa krāsai, bet P. Biknēls, analizējams plašāku teksta daļu, cenšas pierādīt, ka Sīriuss pēc krāsas atgādinājis Marsu — tādat bijis sarkans vai rūsgans.

Citā gadījumā V. Slosers un V. Bergmanis grib pierādījumam, ka Sīriuss bijis sarkans, izmantot kāda Francijas pilsētiņas bīskapa G. Gregorīusa ap 580. gadu rakstīto traktātu. Lai atvieglotu garīdzniekiem nakts dievkalpojumu laika noteikšanu, bīskaps sagatavojis zvaigznāju un spožāko zvaigžņu redzamības aprakstu, pie tam viņš lietojis turienes iedzīvotāju pieņemtos spīdekļu nosaukumus. V. Slosers un V. Bergmanis traktātā minēto Robeolu, t. i., rūsas vai sarkanas krāsas zvaigzni, identificē ar Sīriusu. Viņiem oponentē R. van Gents, pilnīgi skaidri pierādīdams, ka Robeola patiešībā ir Arkturs — spoža patiešām sarkanīga vai oranža zvaigzne. G. Gregorīuss norāda, ka Robeola novērojama pie debess visu gadu, mainās tikai redzamības ilgums, — un tieši tādi ir Arktura redzamības apstākļi. Turpretī Sīriuss no maija līdz gandrīz jūlija beigām nemaz neparādās (sk. att.). Tālāk G. Gregorīuss norāda uz Robeolas redzamību septembrī gan pēc Saules rieta, gan arī pirms tās lēkta, — un tas atkal atbilst tieši Arktura, bet ne Sīriusa redzamības apstākļiem. Tātad aplūkojamais traktāts neapliecina Sīriusa sarkano krāsu.

Vispār R. van Gents stingri iestājas par to, ka Sīriuss pāris pēdējos gadu tukstošos nav mainījis krāsu. Viņš savācis daudz apstiprinājumu savai domai. Vecāko liecību par Sīriusa balto krāsu, kas attiecas uz 9. gs. p. m. ē., viņš atradis seno persiešu poēmā, bet 275. g. p. m. ē. uzrakstītā grieķu poēmā Sīriusa krāsa raksturota kā jūras zila. Nākamā liecība attiecas uz 91. g. p. m. ē., kad ķīniešu astronoms Sīriusu nosaucis par baltu. Arī 10. g. p. m. ē. sacerētā romiešu darbā Sīriuss figurē kā zilbinoši balts. (Sk.: The Observatory, 1989, vol. 103, N 1088, p. 23, 24.)

Kāpēc citos avotos ir norādes par Sīriusa sarkano krāsu? Iespējams, ka senatnē Sīriuss bieži novērots zemū pie horizonta, jo šis spožās zvaigznes pirmā parādīšanās lecošās Sau-

les gaismā pēc dažu mēnešu ilga pilnīgas neredzamības perioda daudzām Austrumu tautām kalpoja par zīmi kalendāra regulēšanai un, piemēram, Ēģiptē tik svarīgai lietai kā Nilas plūdu paredzēšanai. Grieķu astrologs Hēfaistions no Tēbām savā 425. gadā izdotajā traktātā norāda, ka Sīriuss uzlecot var būt balts, dzeltens, zellīts, okera krāsas vai sarkans. Patiesām, apmēram 15 minūtes pēc lēkta un tikpat pirms rieta, kad Sīriusa stari slīpi iet cauri Zemes atmosfērai, tas var izskatīties pat tik sarkans kā Betelgeize. Šajā sakarībā R. van Gents saka: «Tikai balta zvaigzne var izskatīties tik dažāda, kad to novēro zemu pie horizonta dažādos atmosfēras ekstinkcijas apstākļos, turpretī patiesi sarkana zvaigzne nekad nevar izskatīties balta.» Pārējā nakts daļā, kad Sīriuss atrodas diezgan augstu virs horizonta, zināma loma var būt mīrģošanai, jo uzliesmojuma momentos spoži baltās zvaigznes krāsa var mainīties uz zilu, zaļu vai pat sarkanu.

R. van Genta rīcībā ir vēl dati par norādēm uz Sīriusa balto krāsu 7. gs., kā arī 13. un 14. gs. avotos. Tāpēc šķiet, ka periodā starp 9. gs. pirms mūsu ēras un mūsu ēras 14. gs. Sīriuss krāsu nav mainījis — vienmēr bijis balts. Sekundārā komponenta pārvēršanās baltajā pundurī acīmredzot notikusi ļoti senā pagātnē. Liecība par šo notikumu, iespējams, atspoguļojas primārā komponenta atmosfēras sastāvā. Kā rāda jaunākie pētījumi, sekundārā komponenta izmestā viela bagātinājusī primāro komponentu ar metāliem — Fe, Ti, V, Cr, Sr, Y un Zr. Tāpēc primāro komponentu iesaka pieskaitīt pie tā sauktajām metāliskajām zvaigznēm.

Z. A l k s n e

## Noslēpumainie Solovku salu labirinti

Solovku salas Baltajā jūrā pie Ņeģas līča ir tālākais austrumu areāls, kur izplatīti īpatnējie megalitiskās kultūras pieminekļi — labirinti.

Labirinti ir akmeņkrāvumi, kuros akmeņi izkārtoti rindā, cits citam blakus, veidojot dažādas spirālveida figūras (sk. krāsu ielikumu). Šie savdabīgie veidojumi sastopami gar visu Eiropas ziemeļrietumu piekrasti. Zinātnieki lēš, ka kopumā ir vairāk nekā 600 labirintu. Padomju Savienības teritorijā tādu zināms ap 50 un tie atrodas galvenokārt Karēlijā. Lielākā daļa — 33 labirinti — atklāti Solovku salās.

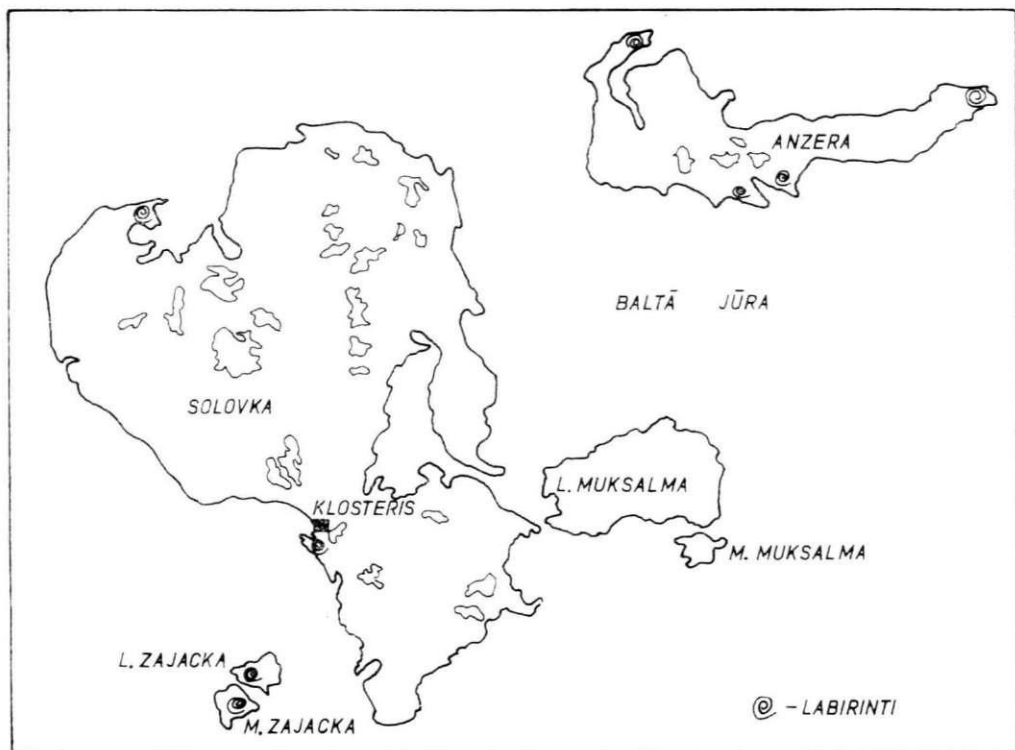
Solovku salu grupā ietilpst vairākas salas, no kurām sešas lielākās ir Solovka, Anzera, Lielā un Mazā Muksalma un Lielā un Mazā Zajacka (1. att.).<sup>1</sup> Salas veido granīti un gneisi. Reljefs ledāju izvagots, ir ļoti daudz (ap 560) saldudens ezeru. Klimatā un augu pasaulē jūtams ziemeļu polārā loka tuvums. Salas atrodas ap 65° ziemeļu paralēli, tikai apmēram 160 km uz dienvidiem no polārā loka ( $\varphi = 66,5^\circ$ ). Solovku salās atklāts ap 170 arheoloģijas pieminekļu. Tur saglabājušās izcilas krievu koka arhitektūras celtnes. Ievērojamākais arhitektūras ansamblis ir no lieliem klints blokiem būvēts klosteris (1436—1920) ar kremli (2. att.). Solovku salās pārstāvēti kultūras pieminekļi sākot no neolīta, caur viduslaikiem līdz mūsu dienām.

Jau gandrīz pirms 150 gadiem kļuva zināms, ka Krievijas ziemeļdaļā atrodas labirinta veida akmeņkrāvumi. Šiem īpatnējiem veidojumiem viens no pirmajiem pievērsa uzmanību ievērojamais Tērbatas universitātes dabaszinātnieks Kārlis Ernsts Bērs (1792—1876), nākamais Pēterburgas Zinātņu akadēmijas akadēmiķis.<sup>2</sup> Vēlāk labirintu aprakstus publicēja arī citi zinātnieki, tomēr ilgu laiku netika veikta šo izcilo aizvēstures pieminekļu izpēte. Plašāki pētījumi uzsākti tikai pēdējos divdesmit piecos gados.

Tas nenozīmē, ka vēsturniekus šie objekti nebūtu interesējuši. Diemžēl, jau pirmajos

<sup>1</sup> Raksta autoram bija iespēja apmeklēt Solovku salas 1989. gada oktobrī Rīgas kinostudijas populārzinātnisko filmu uzņemšanas grupas (režisors Romualds Pipars) sastāvā.

<sup>2</sup> Baer E. Über labyrinthförmige Steinsetzungen im Russischen Norden. — Bull. de L'Acad. de St.-Petersb., 1844, 1.



1. att. Solovku salu grupa Baltajā jūrā. Atzīmētas labirintu atrašanās vietas.

padomju varas gados vairāki Krievijas ziemeļrietumu apgabali kļuva zinātniskiem pētījumiem nepieejami, jo tur tika ierīkotas no metnes politiskajiem ieslodzītajiem. Solovku salas izveidojās par Gulaga arhipelāga (kā šos ziemeļu apgabalus nosaucis Aleksandrs Solženičins) centru. Jau 1922. gadā Solovku klosteri, kas pirms tam bija visas Krievzemes lepnums, sāka malt Gulaga nāves dzirnas, līdz 1938. gadam iznīcinot daudzus miljonus cilvēku.

Tagad varmācības upuru kapavietas sedz krūmāji un mežs. Tikai rets satrūdējis koka krusts vēl liecina par traģēdiju, kas tur norisinājies pirms vairāk nekā piecdesmit gadiem. Dažviet bada nāvē un aukstumā mirušo cilvēku pišļus sedz pavisam plāna zemes kārtā un akmens šķembas.

Turpat netālu atrodas akmeņu kaudzes, zem

kurām pirms 4—3 tūkstošiem gadu apbedīti šo salu pirmiedzīvotāji. Blakus senajām apbedījuma vietām saglabājušās svētnīcas — akmeņkrāvuma labirinti. Šajos ziemeļu cilšu primitīvajos tempļos droši vien notikuši rituāli, ar kuriem senie cilvēki aizvadījuši mirušo dvēseles viņšaulē. Bet kas dos mieru varmācīgajā nāvē mirušajiem? Vai viņu nāves brīdī no gadsimtu dzilēm pret debesīm pacēlās Solovku mūku lūgšanas un dziesmas?

Kopš 1974. gada Solovku salas ir vēstures, arhitektūras un dabas muzejrezervāts. Aiz kremļa sienām virs mirušo kauliem jau vietām paceļas jauni nami. Solovka veidojas kā tūrisma centrs. Tūrisma attīstoties, plauks arī muzejrezervāts. Līdzekļi nepieciešami izpostītā klostera arhitektoniskā ansambļa atjaunošanai. Jau aizsākta slavenās Uspenska katedrāles restaurācija. Katedrāli 1552.—1557.





2. att. Solovkas klosteris un kremlis (15.—20. gs.). Skats no Svjatojes ezera puses.

gadā būvējis Novgorodas meistars Ignats Salka. Atjaunošanas darbi nepieciešami ik uz soļa, katrā vietā, tos gaida arī saules pulkstenis blakus klostera centrālo vārtu dienvidpuses ailei. Tāpēc muzejrezervāta vadība vasaras sezonā aicina uz Solovku prasmīgus un savas tautas dvēseli mīlošus amata meistarus.

Solovku salās tika izpostīti arī aizvēstures pieminekļi. Tos cilvēces kultūrai vairs neatdos neviens. Ir gan 1977. gadā mēģināts pēc arheologu agrākajiem uzmērījumiem rekonstruēt divus labirintus, izvietojot tos apmēram iepriekšējā vietā netālu no kremļa, lai varētu rādīt tūristiem. Tomēr šo labirintu orientējums vairs neatbilst sākotnējam stāvoklim.

Arhangeļskas arheologu A. Kuratova un A. Martinova veiktie izrakumi devuši daudz atklājumu par Solovku salu pirmapdzīvotāju — protosāmu — kultūru. Protosāmi tur mituši 2.—1. g. t. pirms mūsu ēras. Savus mirušos viņi apbedījuši zem akmeņu kaudzēm vai arī no akmeņiem saliktā telpā — dolmenā (3. att.). Sastopami arī kapi bez apbedījuma — kenotafi, kur mājvietu savas dzimtas mirušo saimē radušas svešumā bojā gājušu cilvēku dvēseles. Kapulauka tuvumā izveidoti viens vai vairāki akmeņkrāvuma labirinti.

Solovkas salā neizpostīti labirinti to pirmatnējā veidā vairs nav sastopami. Anzerā,

kas ir otra lielākā sala, atklāti 11 labirinti, vairākas apbedījumu vietas un apmetne. Labirinti ir dažāda lieluma, mazākie 3 m, lielākie — līdz 21 m diametrā. Raksturīgi, ka visi atrodas jūras krastā un ieeja tajos galvenokārt no dienvidpuses.

Lielajā Zajackas salā kādreiz bijuši 13 labirinti. Tagad te neizpostītus izdevās ieraudzīt tikai trīs lielākus un divus mazākus — spirālveida labirintus. Lielākie atrodas plaša, akmeņu kaudzēm nokrauta kapulauka dienvidu nogāzē. Ieeja tajos arī ir no dienvidpuses. Pats lielākais izvietots austrumpusē, tā diametrs ieejas virzienā — 21,5 m, bet šķērsvirzienā — 23,5 metri. Blakus tam, mazliet uz dienvidrietumiem, atrodas nedaudz mazāks labirints (diametrs ieejas virzienā — 15,7 m, bet šķērsvirzienā — 17,5 m).

Vēl tālāk, arī dienvidrietumu virzienā no abiem iepriekšējiem, izveidots trešais labirints. Tas ir vēl mazāks (diametrs ieejas virzienā 10,7 m, šķērsvirzienā — 11,0 m). Apskates gaitā šo labirintu uzmērīja ar teodolītu un ruleti (4. att.). Liela mēroga labirinta plānā uzskatāmi redzams akmeņu loku veids un orientējums (5. att.).

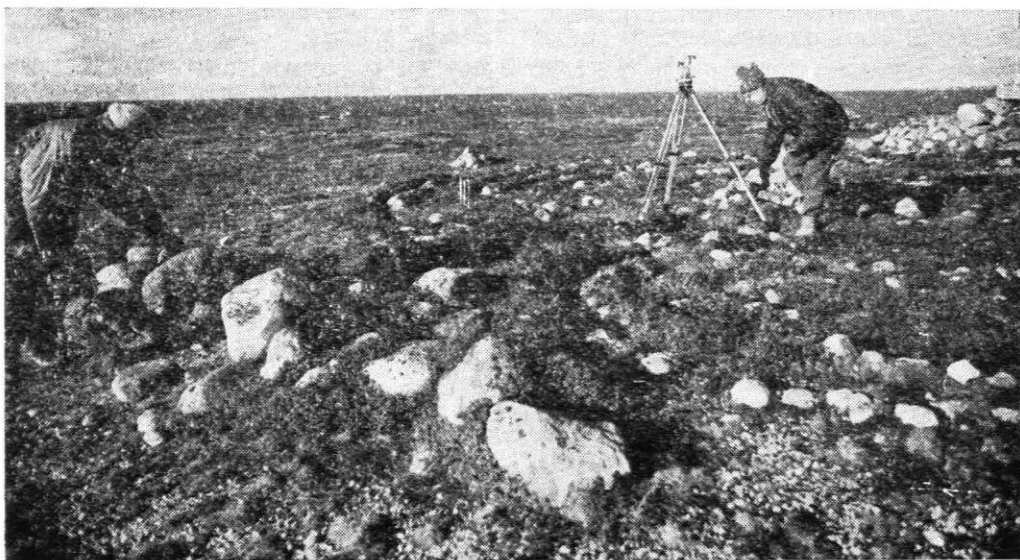
Kas gan ir šie labirinti, kādiem mērķiem tie kalpojuši? Patlaban arheologi uzskata, ka labirintiem bijusi iracionāla loma reliģiskos kultos. Iespējams, ka tur noticis iniciācijas rituāls, kas saistīts ar cilts jauniešu iesvētī-



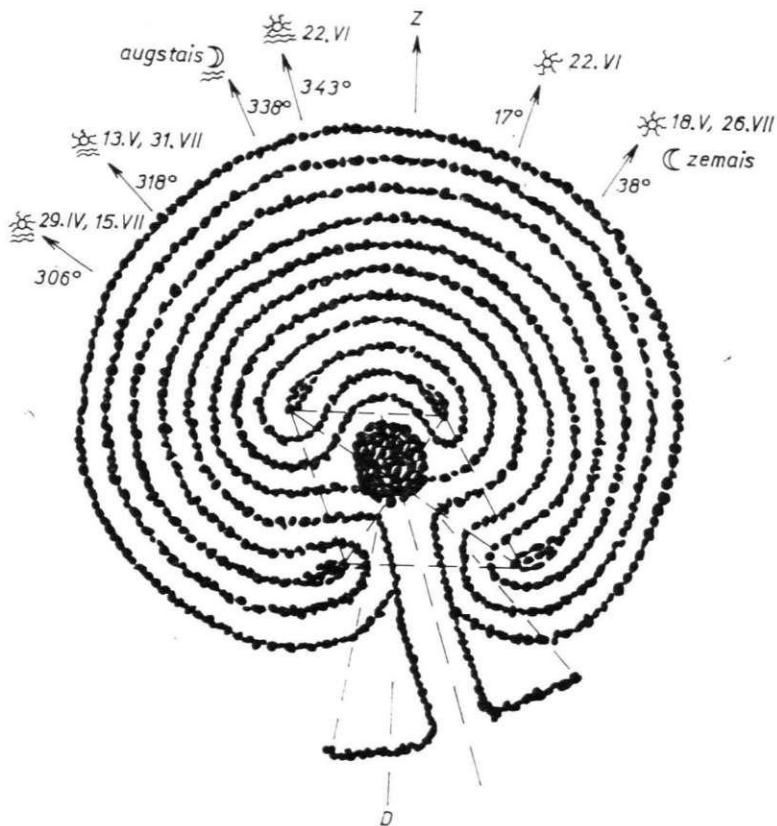
3. att. Lielās Zajackas salas dolmens.

šanu pieaugušo kārtā. Labirintos varēja iet arī rituālas riņķa dejas, kas vēl tagad pazīstamas dažām ziemeļu tautām.

Labirintu noslēpuma atminēšana ir sarežģīts uzdevums. Tagadējās tautas, kas apdzīvo ziemeļu novadus, par šiem divainajiem veidoju-



4. att. Labirinta uzmērīšana Lielajā Zajackas salā.



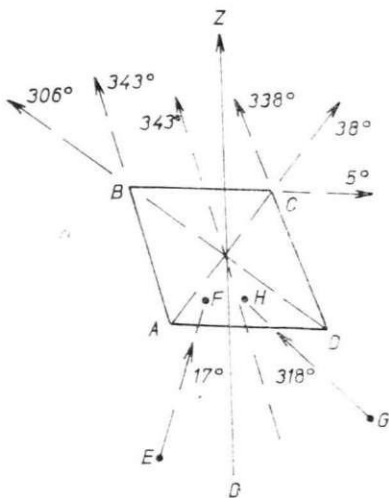
5. att. Viens no Lielās Zajakas labirintiem un tā ietvertie astronomiskie virzieni.

miem neko nezina. Ziņas par tiem nav saglabājušās arī ne mitoloģijā, ne etnogrāfijā. Tāpat tie neatklājas klinšu petroglifos, kas šajos apgabalos sastopami.

Vispār nosaukums «labirints» ir nosacīts. Tas neizteic šo savdabīgo akmeņkrāvumu būtību, jo šajos veidojumos cilvēks nevar apmaldīties. Sengrieķu teiksmas stāsta par Krētas labirintu pie Knosas, ko leģendārais Daidals pēc valdnieka Minoja pavēles uzbūvējis Mīnotauram. Tas bija viens no antīkās pasaules brīnumiem. Slavens bija arī Samas labirints, ko licis uzcelt valdnieks Polikrats, un Parsenona celtais labirints pie Klusijas Etrū-

rijā. Eiropas ziemeļu novadu akmeņkrāvumi neatbilst šiem antikajiem priekšstatiem par labirintu, tāpēc tiem jāmeklē cits skaidrojums.

Akmeņu labirintu noslēpumam var tuvināties, meklējot saskares punktus senatnes cilvēku uzskatos par apkārtējo pasauli. Pirmatnējo cilvēku īpaši ietekmēja pie debess vērojāmās parādības. Saules un Mēness cikliskais ritējums, tāpat zvaigžņotās debess izskata maiņa bija saistīta ar nemitīgām pārmaiņām dzīvē un darbībā. Arī mirušo kults un priekšstati par aizkapa dzīvi tika saistīti ar debess spidekļu mūžīgo ritumu.



6. att. Labirinta ģeometriskā struktūra un raksturīgie virzieni.

### Virzieni uz Saules un Mēness lēkta un rieta vietām pie horizonta

Akmeņi	Virziena azimuts, grādi	Virziena kalendārā nozīme
A—B	343	Saules riets vasaras saulstāvjos — 22.VI
A—C	38	Saules lēkts 18.V, 26.VII. Zemais Mēness ( $\delta = 18,7^\circ$ )
D—C	338	Mēness stāvoklis pie ekvatora plaknes ( $\delta = 23,8^\circ$ )
D—B	306	Saules riets 29.IV, 15.III
E—F	17	Saules lēkts vasaras saulstāvjos — 22.VI
G—H	318	Saules riets 13.V, 31.VII. Zemais Mēness ( $\delta = 18,7^\circ$ )



Vēsturnieki labirintus uzskata par megalitiskās kultūras sakrālajām būvēm. To izpētei tāpēc piemērojami vispārīgie megalitiskās astronomijas principi, kas balstās uz spīdekļu lēkta un rieta pozīciju noteikšanu debess piehorizonta joslā. Šādā skatījumā aplūkosim vienu no Lielās Zajackas salas labirintiem, lai pārliecinātos, vai tā struktūrā neslēpjas kādas astronomiskas likumsakarības.

Labirinta veidojumā var izšķirt vairākus raksturīgus elementus: ieejas gaiteni, akmeņu grupas abpus ieejai, centrālo kaudzi un paplašinātos spirālveida loku galus (sk. 5. att.). Pēdējie pelna īpašu uzmanību, jo galu akmeņi veido gandrīz ģeometriski pareizu rombveida figūru ABCD (6. att.). Figūras diagonāles ir savstarpēji perpendikulāras, bet malas  $BC \parallel AD$  un  $AB = BC$ . Aplūkojot šīs figūras diagonāļu un malu orientējumu pret debespusēm, konstatējami ļoti raksturīgi kalendārie virzieni (sk. tabulu).

Galveno astronomisko virzienu nosaka gaitēņa garenass, kas, raugoties no ieejas ailes, virzīta uz Saules vietu pie horizonta vasaras saulstāvjos. Raksturīgie labirinta akmeņi E un F, savukārt, nostiprina virzienu uz Saules lēkta vietu tajā pašā gadalaikā. Dotajā zie-

7. att. Labirinta spirālveida loki tuvplānā. Skats no ziemeļiem.



8. att. Lielās Zajackas uzņēmētā labirinta kopskats. Tālumā pa kreisi redzama Mazā Zajacka.

meļu platumā ( $\varphi=65^\circ$ ) tie ir vistālākie punkti uz ziemeļiem, līdz kuriem redzams saullēkts un saulriets. Pirms 3—3,5 tūkstošiem gadu, kad ekliptikas slīpums pret ekvatoru bija  $23,8^\circ$ , Saule vasaras saulstāvju naktis gan ripinājās turpat pie horizonta, tikai to aizsedza sala (Solovka) ziemeļpusē no labirinta.

Interesantas likumības izpaužas Mēness redzamībai dotajā ziemeļu platumā. Augstais Mēness ( $24^\circ < \delta < 29^\circ$ ) kļūst nenorietošs. Iespējams, ka ar augstā Mēness lēkta un rieta vietu pie horizonta saistīti labirinta deviņi spirālveida loki. Deviņu gadu periodā Mēness iziet pilnu augstās redzamības amplitūdu, pēc tam pārejot zemā lēkta un rieta pozīcijās.

Labirinta ģeometriskā struktūra, ietverot vairākus raksturīgus virzienus uz Sauli un Mēnesi debess piehorizonta joslā, it kā materializē arhaisko ziemeļu kalendāru. Tāds kalendārs bija nepieciešams vasaras gadalaiku

svētku svinēšanai. Noteiktās gadalaika reizēs labirintā notika rituāli, kas bija saistīti ar Saules un Mēness pielūgsmi. Spirālveida loki ļāva imitēt šo vareno debess spīdekļu kustību, to atgriešanos un aiziešanu, simboliski atkārtotot laika ciklu dzimšanu un atmiršanu. Labirintus tāpēc var uzskatīt par primitīviem ziemeļu tautu «Saules tempļiem».

Šajā rakstā aplūkota tikai viena atsevišķa labirinta astronomiskā struktūra. Labirintu veidi ir dažādi, tāpēc katrs no tiem prasa speciālu izpēti, nosakot astronomisko orientējumu un uzņemot ģeodēziski raksturīgo akmeņu izvietojumus. Īpaša uzmanība jāpievērš arī labirintu sistēmām, jo tās var saturēt savstarpējas likumsakarības. Lai visā pilnībā atklātu labirintu noslēpumu un astronomiskās struktūras varētu vispārināt, arheoastronomiskie pētījumi vēl jāturpina.

J. Klētnieks

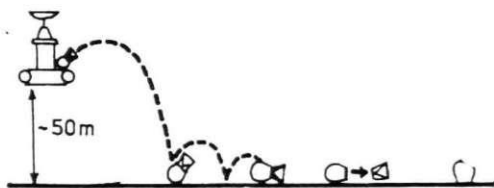


## STARPPLANĒTU LIDOJUMI 1989. GADĀ

Aizgājušais gads atšķīrās no diviem iepriekšējiem ar lielu aktivitāti starpplanētu lidojumu jomā: tika pabeigtas divas Saules sistēmas ķermeņu kosmisko pētījumu programmas (viena ar triumfālu panākumu, otra pamatvilcienos neveiksmīgi) un aizsāktas divas jaunas.

### «FOBOSS-2» BEIDZ DARBOTIES PRIEKŠLAICĪGI

Kā zināms, 80. gadu otrajā pusē Padomju Savienībā izstrādāja jauna parauga (trešās paaudzes) automātisko starpplanētu staciju.\* Tās pirmie divi eksemplāri — «Foboss-1» un «Foboss-2» — 1988. gada jūlijā tika palaisti



1.att. Padomju automātiskās stacijas «Foboss-2» kustīgā nolaižamā aparāta plānotā darbības shēma: *augšā* — nolaišanās (nēbremzēta) uz Fobosa; *apakšā* — pārvietošanās pa Fobosa virsmu. (Pēc «Kosmonavtika, astronomija».)

Marsa virzienā, lai 1989. gadā kļūtu par šīs planētas mākslīgajiem pavadoņiem, lēni palidotu garām tās dabiskajam pavadoņim Fobosam tikai dažu desmitu metru attālumā un nomestu uz tā virsmas trīs nolaižamos aparātus — divus stacionārus un vienu kustīgu (1. att.). Abu automātisko staciju orbitālajos aparātos bija uzstādīts optisko instrumentu (telekameru, spektrometra, fotometru, radiometru) komplekts Fobosa un Marsa virsmas un Marsa atmosfēras novērošanai ultravioletajos, redzamajos un infrasarkanajos staros, aktīvās tālzonlēšanas ierīces Fobosa grunts sastāva noteikšanai, kā arī daži citi instrumenti šo debess ķermeņu virsējo slāņu pētīšanai; turpat bija izvietots plazmas analīzes komplekss Saules vēja un Marsa mijiedarbības pētīšanai. Stacionārie nolaižamie aparāti bija aprīkoti ar telekameru apkārtnes apskatei, grunts elementsastāva analizatoru un seismometru, bet kustīgais nolaižamais aparāts, kāds bija tikai «Foboss-2», — ar instrumentiem grunts mehānisko īpašību vērtēšanai.\*\*

Diemžēl, kā jau tūmā esam ziņojuši,\*\* abas automātiskās stacijas pārstāja funkcionēt

\* Sk.: Mūkins E. Jauna automātisko staciju paaudze. — Zvaigžņotā Debess, 1988. gada rudens, 30.—36. lpp.

\*\* Sk.: Mūkins E. «Foboss» un Marss. — Zvaigžņotā Debess, 1988./89. gada ziema, 19.—24. lpp. un Mūkins E. «Foboss» un Foboss. — Zvaigžņotā Debess, 1989. gada pavasaris, 27.—36. lpp.

\*\*\* Sk.: Zvaigžņotā Debess, 1989. gada rudens, 14. lpp. (Jaunumi tūmā.)

1. tabula

### Automātiskās stacijas «Foboss-2» lidojums Marsa apkārtnē

#### A. Areocentrisko orbītu parametri

Datums	Aprīkoj. periods, h	Minim. augst., km	Maksim. augst., km
29.01.89	77	850	80 000
12.02.89	86	6 400	81 000
18.02.89	8,0	6 350	6 350
21.03.89	7,65	6 000	6 000

Piezīme. Visu orbītu slīpums ~ 1 grāds.

#### B. Fobosa novērojumu seansi

Datums	Attālums no Fobosa, km	Maksim. izšķirtspēja, m	Pārraidīto attēlu skaits
21.02.89	860—1130	150	9
28.02.89	320—440	60	15
25.03.89	190—280	35	14
27.03.89	215—370	(40)	—

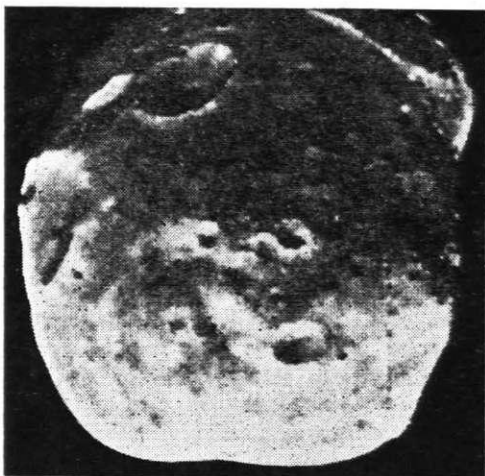
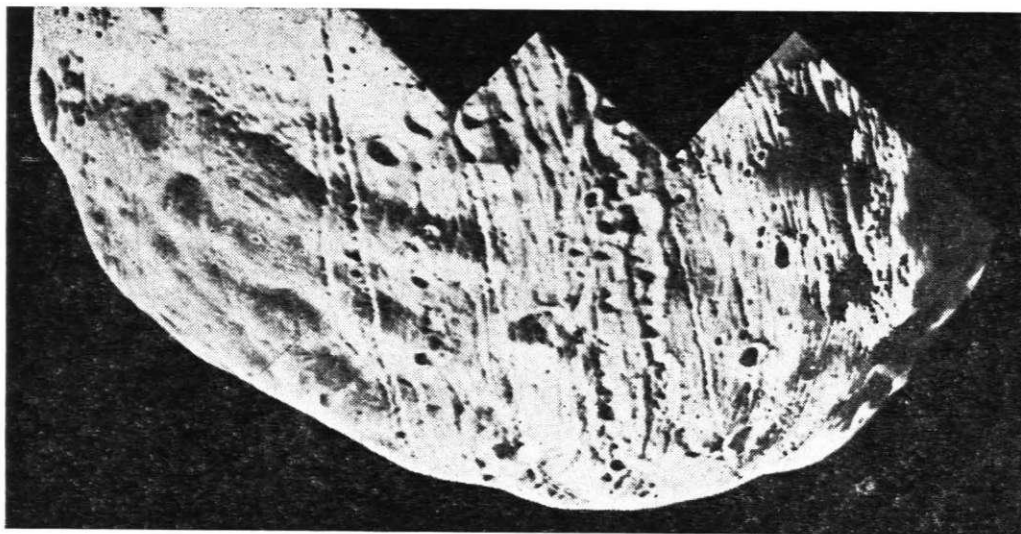
priekšlaicīgi: «Foboss-1» — vēl ceļā uz Marsa apkaimi, «Foboss-2» — jau būdams orbītā ap Marsu un veicdams pēdējos manevrus pirms ciešās tuvošanās Fobosam. Pēdējos Fobosa novērošanas seansos «Foboss-2» atradās vēl 200 vai vairāk kilometru attālumā no šā debess ķermeņa un labākajiem uzņēmumiem izšķirtspēja bija krietni zemāka nekā tiem attēliem, kurus 70. gadu beigās no aptuveni tāda paša un pat mazāka attāluma uzņēma amerikāņu automātiskā stacija «Viking-1» (2. att.). Tiesa, tā kā padomju aparāts bija uzņēmis Fobosu citā rakursā, pēc jaunajiem attēliem varēja dažviet precizēt šā debess ķermeņa formu. Tāpat tie ļāva arī noteikt Fobosa atrašanās vietu novērojumu periodā daudz precīzāk, nekā varēja prognozēt, balstoties uz desmit gadus vecajiem «Viking» datiem. Visbeidzot, pēc Fobosa ietekmes uz automātiskās stacijas kustību kļuva

iespējams apmēram desmit reizes precīzāk nekā iepriekš aprēķināt Marsa dabiskā pavadoņa masu. Diemžēl, šie zinātniskie rezultāti ir tikai niecīga daļiņa no plānotā, tādējādi jāatzīst, ka programmas «Foboss» galvenais uzdevums — Fobosa pētījumi — būtībā nav veikts.

Daudz veiksmīgāk pildīts lidojuma otršķirīgais uzdevums — no dažu tūkstošu kilometru attāluma novērot Marsu un tiešā veidā zondēt tam apkārtējo kosmisko telpu —, lai gan arī šajā jomā nācies sastapties ar tehniskiem sarežģījumiem (sk. turpmāk). Ar kartējošo infrasarkanā radiometru daļa Marsa ekvatoriālās zonas visai detalizēti aplūkota siltuma stros (3. att.), ar plazmas analīzes kompleksu pirmo reizi veikti daudzpusīgi plazmas raksturlielumu mērījumi šo planētu aptverošajā telpā (tie liecina par labu Marsa magnētiskā lauka pastāvēšanu, taču simtprocentīgi pārliecinošu pierādījumu tomēr nesniedz). Labāko «Fobosa-2» pārraidīto Marsa virsmas uzņēmumu izšķirtspēja ir ap 1 km, t. i., tāda pati, kā visu Marsu aptverošajiem attēliem, kurus jau 70. gadu sākumā ieguva šīs planētas pirmais mākslīgais pavadoņs «Mariner-9».

«Fobosa-1» zaudēšanas konkrētais iemesls, kā vēlāk noskaidrojās, bija operatora kļūda: kartējā sakaru seansā pārraidot automātiskajai stacijai kādu vadības komandu, viņš bija izlaidis vienu simbolu. Rezultātā no citiem simboliem bija izveidojusies komanda izslēgt orientācijas sistēmu, un pēc tās izpildīšanas kosmiskais aparāts sāka patvaļīgi griezties, pamazām novērsdams Saules baterijas no to enerģijas avota. Līdz nākamajam sakaru seansam, kurš, kā parasti, tika rīkots pēc trijām dienām, «Fobosa-1» nelielās akumulatoru baterijas arī bija pilnīgi izlādējušās, tā ka visi mēģinājumi glābt situāciju, dodot kosmiskajam aparātam attiecīgās komandas, izrādījās veltīgi.

Lai gan šā negadījuma tiešais vaininieks bija operators un personas, kuru pienākums bija kontrolēt viņa rīcību, «Fobosa-1» zaudēšanas dziļākais cēlonis ir tas, ka nedz uz Zemes, nedz kosmiskajā aparātā nebija nekādas aizsardzības pret potenciāli bīstamām komandām. Pēc šā notikuma gan tika ieviesta kār-



2. att. Marsa pavadoņa Fobosa uzņēmumi no dažu simtu kilometru attāluma: *augšā* — vairāku uzņēmumu mozaika, kuru 1977. gadā pārraidījusi amerikāņu automātiskā stacija «Viking-1» (NASA/JPL attēls); *apakšā* — uzņēmums, kuru 1989. gadā pārraidījusi padomju automātiskā stacija «Foboss-2» (pēc «Pravda»).

tība, ka visas komandas pirms pārraidīšanas automātiskajai stacijai vispirms analizē vadības centra skaitļotājs, taču šāda pārbaude, protams, varēja pasargāt tikai no operatora kļūdām. Lai nodrošinātos arī pret informācijas kropļojumiem, kuri var rasties sakaru līnijā Zeme—kosmos, vajadzēja vai nu iestrādāt analogisku pārbaudi kosmiskā aparāta skaitļotājā, vai arī likt tam jebkuru komandu pirms pildīšanas pārraidīt kontroles nolūkā atpakaļ uz Zemi. Taču tik radikāli pārprogrammēt «Fobosa-2» skaitļo-

tāju situācijā, kad tam nav aizsardzības pret informācijas kropļojumiem, tika atzīts par riskantāku nekā turpināt lidojumu bez šāda jaunieveduma.

«Fobosa-2» zaudēšanas konkrētais iemesls raksta tapšanas brīdī joprojām nebija noskaidrots, zināma bija tikai situācija, kurā sakari pēkšņi pārtrūka. Lai Foboss nonāktu telekameru redzes laukā, automātiskā stacija bija uz divām stundām pagriezta tā, ka galvenā antena bija vērstā projām no Zemes, un sakaru nebija.



3. att. Marsa virsmas uzņēmums tālajā infrasarkanajā diapazonā (siltuma staros) no 6000 km augstuma ar padomju automātiskās stacijas «Foboss-2» kartējošo infrasarkano radiometru. (Pēc «Radio».)



Pēc Fobosa uzņemšanas seansa beigām automātiskajai stacijai vajadzēja noorientēties parastajā stāvoklī un sakariem atjaunoties, taču tas nenotika. Tādējādi viens no «Fobosa-2» zaudēšanas (un pašreizējās neziņas) cēloņiem bija tas, ka jaunā parauga automātiskajām stacijām optiskie instrumenti nebija izvietoti uz autonomi notēmējamās platformas, kuru varētu brīvi pagriezt vēlamajā virzienā, nemainot visa kosmiskā aparāta orientāciju. (Šāda platforma bija divām pēdējām iepriekšējā parauga padomju automātiskajām stacijām — 1984. gadā uz Haleja komētu sūtītajām «Vegām», bet amerikāņu starpplanētu lidaparāti tiek aprīkoti ar šādām ietaisēm jau kopš 1969. gada.)

Programmā «Foboss» iesaistītie padomju un ārzemju speciālisti nosaukuši vēl vairākus būtiskus trūkumus jaunā parauga automātisko staciju konstrukcijā. Datu pārraides temps no Marsa apkaimes uz Zemi tām ir tikai 4000 bitu sekundē — 15 reižu lēnāks nekā «Vegām» un 30 reižu lēnāks nekā 1973. gadā palaistajai amerikāņu automātiskajai stacijai «Mariner-10» no apmēram tāda paša attāluma (par 1977. gadā palaistajiem «Voyager» nemaz nerunājot). «Fobosam-2» atrodies Marsa ēnā, slikti funkcionējusi orientācijas sistēma: tēmējuma kļūda solītā 1° vietā sasniegusi pat 8°, un rezultātā daudzkārt izjukuši Marsa atmosfēras augšējo slāņu pētījumi ar ultravioleto fotometru.

Paši galvenie un dziļākie projekta «Foboss» neveiksmes cēloņi, kā uzskata ilggadējais PSRS ZA Kosmisko pētījumu institūta direktors akadēmiķis R. Sagdejevs un citi izcili speciālisti, ir, pirmkārt, milzīgā steiga šā projekta īstenošanā un, otrkārt, kosmiskās tehnikas izgatavotāju diktāts tās lietotājiem\*. Pa-

\* Par izgatavotāju diktāta būtību un sekām sk.: Grīngauzs K. Kosmiskā ātruma zudums. — Zvaigžņotā Debess, 1989./90. gada ziema, 33.—37. lpp.

rasti no tik sarežģīta projekta īstenošanas sākuma līdz lidojuma sākumam paiet seši septiņi gadi, turpretī šoreiz, lai gan tika gatavotas pilnīgi jaunas konstrukcijas automātiskās stacijas, šis laiks bija divarpus gadil. Bez tam būtiska nozīme acīmredzot bijusi arī Padomju Savienībā izgatavoto elektronikas komponentu zemajai kvalitātei.

## «VOYAGER-2» PĒTĪ PĒDĒJO CEĻAMĒRĶI — NEPTŪNU

Kā jau ziņojām,\* amerikāņu automātiskā starpplanētu stacija «Voyager-2», kas bija palaista 1977. gada augustā un lidojuma gaitā pētījusi ne vien pamatprogrammā paredzēto Jupiteru un Saturnu, bet arī Urānu, 1989. gada augustā aizsniedza savu otro un pēdējo virslāna ceļamērķi — Neptūnu.

Tā kā Neptūns atrodas pusotras reizes tālāk no Zemes nekā Urāns, datu pārraides tempam no tā apkaimes ir kā vajadzētu būt gandrīz divarpus reižu lēnākam. Lai tā nenotiktu, trīsarpus gadu laikposmā starp «Voyager-2» ierāšanos pie Urāna un Neptūna tika, pirmkārt, būtiski modernizēts ASV Tālo kosmisko sakaru tīkls, kas ietver stacijas Goldstonā (Kalifornijā), pie Kanberas (Austrālijā) un pie Madrides (Spānijā). Otrkārt, Neptūna pētījumu seansa laikā Kanberas stacijai tika elektroniski pievienots Pārksas radioteleskops, bet Goldstonas stacijai — milzīgais apertūras sintēzes radioteleskops Sokoro tuvumā (Ņūmeksika). Visu šo pasākumu rezultātā maksimālais datu pārraides temps no Neptūna apkaimes palika tāds pats kā no Urāna apkaimes — 21 600 bitu sekundē. (No 1 ua attāluma, kāds raksturīgs Zemes grupas planētu kosmiskajos pētījumos, sakaru sistēma ar šādu potenciālu principā spētu nodrošināt pārraides tempu ap 20 miljonu bitu sekundē!)

Tā kā Neptūns atrodas pusotras reizes tālāk nekā Urāns arī no Saules, visu objektu apgaismojums tur ir gandrīz divarpus reižu vājāks un attēlu iegūšanai nepieciešamās ekspozīcijas

\* Sk.: Mūkins E. Lielā Ceļojuma finišs. — Zvaigžņotā Debess, 1990. gada pavaris, 24.—33. lpp.

## Automātiskās stacijas «Voyager-2» atklātie Neptūna sistēmas objekti

### A. Gredzeni

Pagaidu apzīmējums	Vidējais rādiuss, tūkst. km	Platums, km	Sīku putekļu daudzums, %
1989 N3A	42	<50	40—60
1989 N2A	53	<50	40—60
—	56	4000	10
1989 N1A	63	<50	30—60

Piezīme. Visi gredzeni atrodas planētas ekvatora plaknē.

### B. Pavadoņi

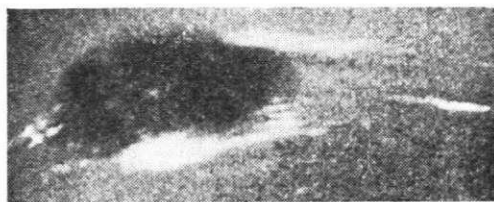
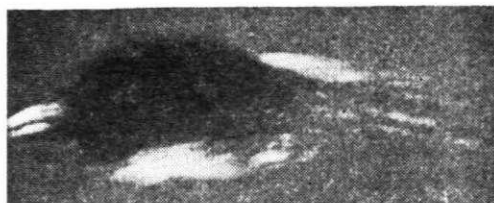
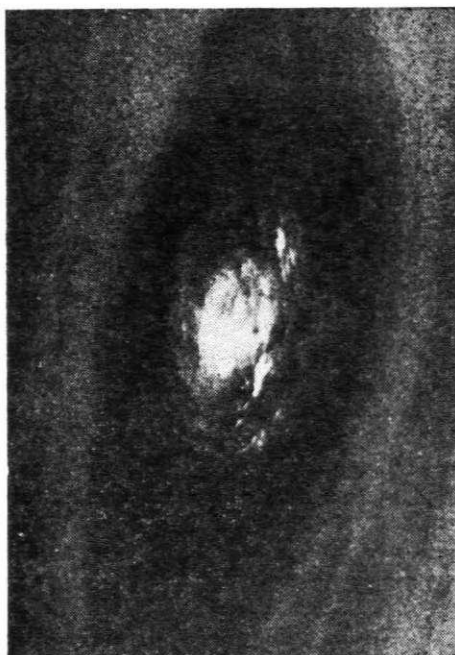
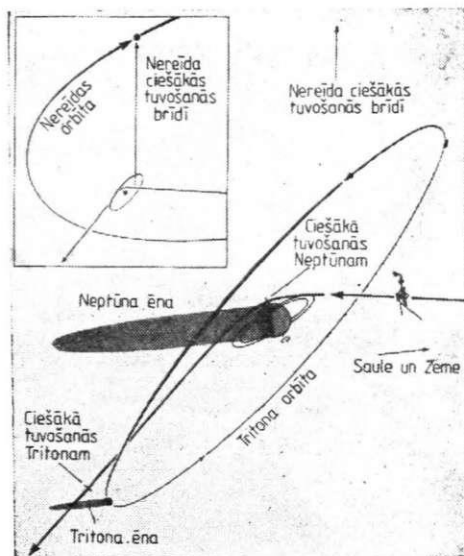
Pagaidu apzīmējums	Aprīkoš. periods, h	Orbitas rādiuss, tūkst. km	Pavadoņa vidējais diametrs, km
1989 N6	7,1	48,2	50
1989 N5	7,5	50,0	90
1989 N3	8,0	52,5	140
1989 N4	9,5	62,0	160
1989 N2	13,3	73,6	200
1989 N1	26,9	117,6	400

Piezīme. Visu jaunatklāto pavadoņu orbītas ir apļveida un atrodas aptuveni planētas ekvatora plaknē (slīpums <5°); tādējādi tās krasi atšķiras no abu agrāk zināmo pavadoņu orbītām, kuras ir visai slīpas (Nereīdai ~30°, Tritonam 160°), turklāt viena arī ļoti izstiepta (Nereīdai).

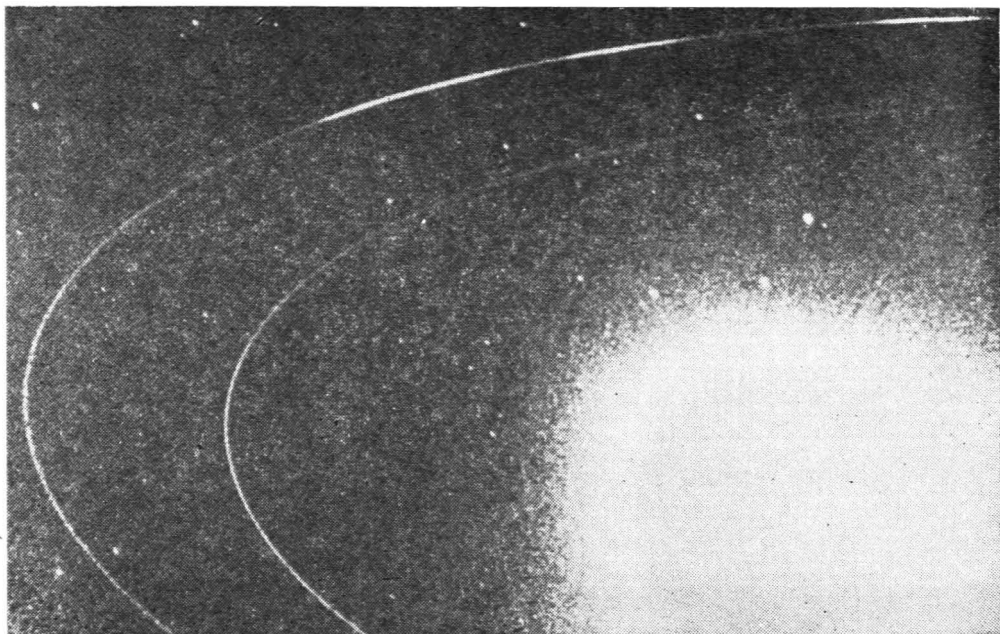
Pēdējā brīdī. Jaunatklātajiem pavadoņiem piešķirti šādi nosaukumi: 1989 N6 — Najāda, 1989 N5 — Talasa, 1989 N3 — Despina, 1989 N4 — Galateja, 1989 N2 — Lārisa, 1989 N1 — Protejs.

ilgums — atbilstoši lielāks (tipiskā gadījumā 15 s). Lai, kosmiskajam aparātam lidojot gar Neptūnu ar ātrumu 27 km/s, attēli tomēr neizmēģinātu, bija jāievieš vēl smalkāki kustības kompensēšanas paņēmieni nekā Urāna pārlidojumā. Tas tika izdarīts, modificējot ar radio-komandām no Zemes tās «Voyager-2» skaitļotāju programmas, kuras vada šā kosmiskā apa-

4. att. Amerikāņu automātiskās stacijas «Voyager-2» trajektorija Neptūna apkārtnē. Tā kā Neptūna attālums no Saules un Zemes ir daudzkārt lielāks nekā šo divu debess ķermeņu savstarpējais attālums, tie telpas apgabalī, kuros kosmiskais aparāts bija slēpts no Zemes, praktiski sakrita ar Neptūna un Tritona mestajām ēnām (attēlotas ar punktējumu). «Voyager-2» minimālais attālums no Neptūna mākoņu segas virskārtas bija 4825 km, no Tritona virsmas — 36 500 km, no Nereidas — 4,7 miljoni kilometru. (Šeit un turpmāk — NASA/JPL attēli.)



5. att. Amerikāņu automātiskās stacijas «Voyager-2» pārraidītie Neptūna mākoņu segas attēli: *pa kreisi* — anticikloniskas dabas virpulis  $54^\circ$  uz dienvidiem no ekvatora, uzņemts no viena miljona kilometru attāluma (ziemeļi pa labi); *pa labi* — anticikloniskas dabas virpulis  $22^\circ$  uz dienvidiem no ekvatora un ar to saistītie spalvu mākoņi, uzņemti ar vienas Neptūna diennakts atstarpēm no dažu miljonu kilometru attāluma (ziemeļi augšā).



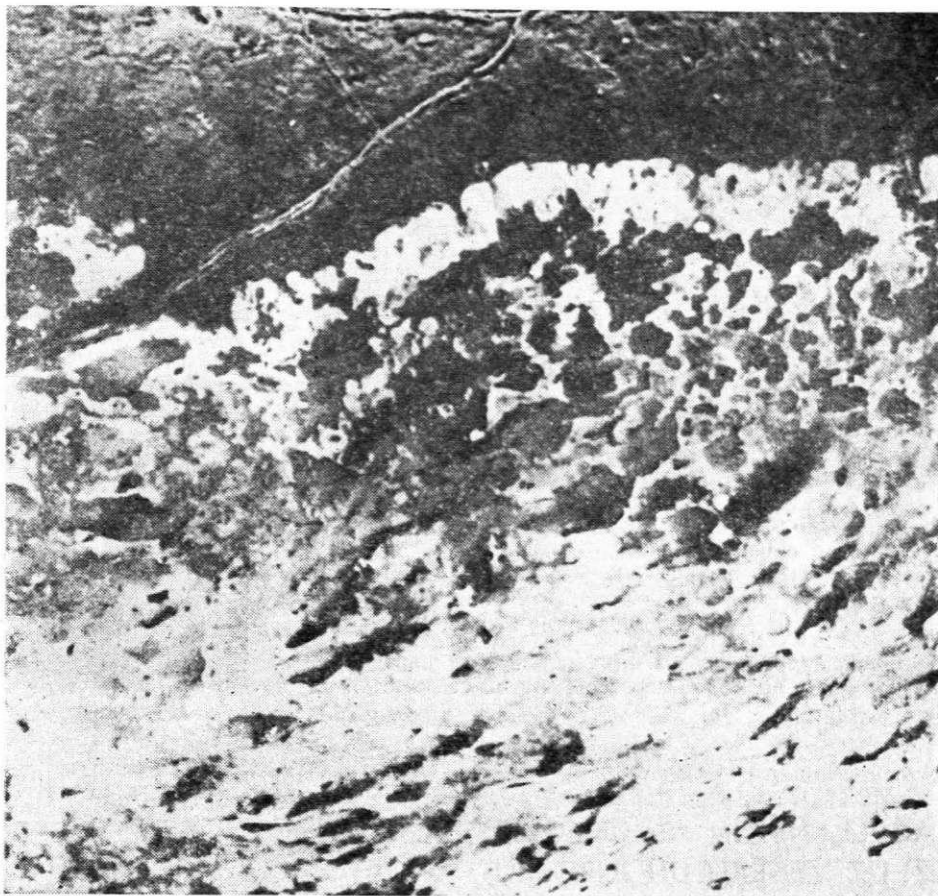
6. att. Amerikāņu automātiskās stacijas «Voyager-2» pārraidīts Neptūna gredzenu sistēmas attēls, kas uzņemts lēzeni atstarotā Saules gaismā no dažu miljonu kilometru attāluma. Redzami abi blīvākie un spožākie gredzeni — 1989 N1A un 1989 N2A —, kuru rādiuss ir attiecīgi 63 000 un 53 000 kilometru.

rāta orientācijas sistēmu un autonomi notēmējamas platformas grozīšanās mehānismus.

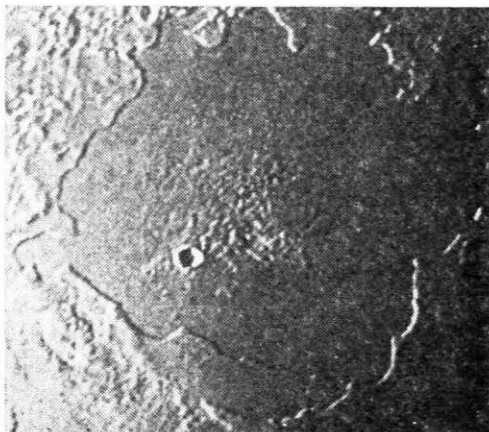
Tā kā radiosignālu izplatīšanās ilgums no Neptūna līdz Zemei un atpakaļ ir astoņas stundas, «Voyager-2» skaitļotāju programmas tika pārveidotas tā, lai nodrošinātu lidaparātam maksimālu patstāvību, kā arī darbības saglabāšanos pēkšņas kļūmes gadījumā. Tomēr «Voyager-2» lidojums cauri Neptūna sistēmai noritēja bez kādiem sarežģījumiem. Ar kosmiskā aparāta optisko instrumentu (telekameru, spektrometru, fotopolarimetra) kompleksu tika iegūti ļoti daudz pirmreizējas informācijas par Neptūna mākoņu segas, planētas gredzenu sistēmas un pavadoņa Tritona virsmas izskatu, optiskajām īpašībām un temperatūru, par Neptūna un Tritona atmosfēras raksturlielumiem, par vairāku agrāk nezināmu pavadoņu eksistenci, izmēriem, orbītām utt. Ar plazmas analīzes instrumentiem ieguva tikpat vērtīgas ziņas par Neptūna magnētosfēru un tās mijiedarbību ar

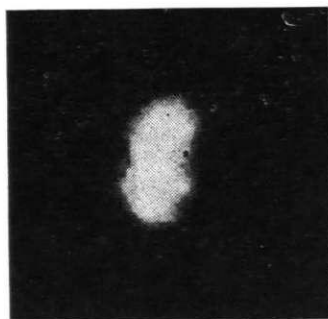
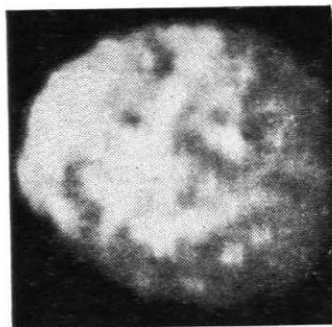
Saules vēju, kā arī par planētas dziļu rotācijas periodu.

Programmas «Voyager» triumfālo panākumu pamatā ir visu kosmiskā aparāta komponentu augstā kvalitāte, ļoti rūpīgi pārdomātā konstrukcija (bortsistēmu vadīšana ar skaitļotāju starpniecību, autonomi notēmējamās platformas izmantošana utt.), kvalificētā un piesardzīgā lidojuma vadīšana (skaitļotājiem pārraidīto programmu retranslēšana atpakaļ uz Zemi kontroles nolūkā), amerikāņu elektronikas ārkārtīgi augstais tehniskais līmenis (spēja pārraidīt datus visai straujā tempā pat no ļoti liela attāluma u. tml.). Liela nozīme acīmredzot bijusi arī tam, ka visa pasākuma īstenošana — kosmisko aparātu būve, svarīgāko zinātnisko instrumentu izstrādāšana, lidojuma vadīšana un zinātnisko pētījumu koordinēšana — koncentrēta vienas spēcīgas organizācijas (Kalifornijas Tehnoloģiskā institūta Reaktīvās kustības laboratorijas) rokās.



7. att. Amerikāņu automātiskās stacijas «Voyager-2» pārraidītie Neptūna lielā pava-  
doņa Tritona (diametrs ap 2750 km) attēli, kas  
uzņemti no dažu desmitu tūkstošu kilometru  
attāluma: *augšā* — dienvidu puslode ar garu  
un dziļu tektoniskas izcelsmes plaisu un ļoti  
gaišu sasalušas gāzes veidotu polāro cepuri,  
uz kuras redzamas tumšas līdz 150 km garas  
gāzu un putekļu izvirdumu pēdas (ziemeļi  
*augšā*); *apakšā* — sasaluša šķidrums pildīts  
baseins (diametrs nepilni 200 km) dienvidu  
puslodes mērenajos platuma grādos.





8. att. Amerikāņu automātiskās stacijas pārraidītie Neptūna mazo pavadoņu attēli: *pa kreisi* — jaunatklātais pavadonis 1989 N1 (diametrs ap 400 km), uzņemts no dažu simtu tūkstošu kilometru attāluma; *pa labi augšā* — jaunatklātais pavadonis 1989 N2 (diametrs ap 200 km), uzņemts no dažu simtu tūkstošu kilometru attāluma; *pa labi apakšā* — jau agrāk zināmais pavadonis Nereīda (maksimālais diametrs ap 350 km), uzņemta no nepilnu piecu miljonu kilometru attāluma.

## «MAGELLAN» UN «GALILEO» CEĻĀ UZ VENĒRU UN JUPITERU

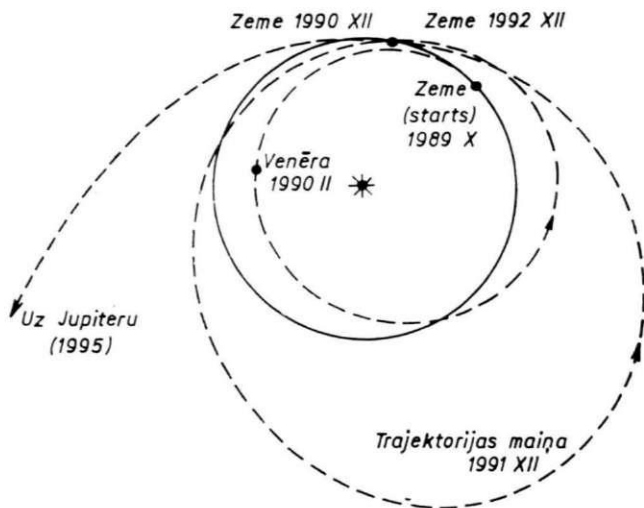
3. tabula

Pēc vairāk nekā desmit gadus ilga laikposma, kurā ASV nebija sāкта neviena jauna planētu pētniecības misija, 1989. gadā lidojumā tika sūtītas divas amerikāņu automātiskās stacijas: «Magellan» — uz Venēru, «Galileo» — uz Jupiteru (taču arī gar Venēru). Katrai no tām jāklūst par savas attiecīgās planētas mākslīgo pavadoni, bet otrajai vēl jānogādā tās atmosfērā nolaižamais aparāts.

«Magellan» konstrukcija, konkrētās detaļās gan citāda nekā iepriekšējām amerikāņu automātiskajām starpplanētu stacijām, ar principiāliem jauninājumiem tomēr neizceļas. Vēl vairāk, šā lidaparāta būvē pēc iespējas izmantoti no iepriekšējām starpplanētu lidojumu programmām pārpalikušie mezgli un tādēļ izraudzīti daži zinātniskā un tehniskā ziņā neoptimāli

Automātiskās stacijas «Galileo» starpplanētu lidojuma plāns [provizorisks]

Lidojuma notikums	Aptuvenais datums	Minim. attālums no debess ķermeņa, km
Starts no Zemes	1989 X	—
Venēras pārlidojums	1990 II	15 000
Zemes pārlidojums	1990 XII	600
Gaspras pārlidojums	1991 X/XI	1000
Zemes pārlidojums	1992 XII	300
Idas pārlidojums	1993 VIII	1000
Jupitera sasniegšana	1995 XII	350 000



9. att. Amerikāņu automātiskās stacijas «Galileo» plānotā starpplanētu trajektorija.

risinājumi. «Magellan» vienīgais zinātniskais instruments ir apertūras sintēzes radiolokators, kura uzdevums — kartēt lielāko daļu Venēras virsmas ar pārsimt metru izšķirtspēju, t. i., daudz aptverošāk un detalizētāk nekā ar padomju automātisko staciju «Venēra-15» un «Venēra-16» lokatoriem 80. gadu vidū.

«Galileo» konstrukcija, lai arī tajā daudz kas pārņemts no iepriekšējām Jupitera virzienā sūtītajām amerikāņu automātiskajām stacijām, tomēr ir būtiski jauna, starpplanētu lidojumu praksē pirmreizēja. Proti, viena tās daļa pastāvīgi rotē ap Zemes virzienā vērsto garenasi, tātad ir stabilizēta tikai ap divām atlikušajām savstarpēji perpendikulārajām telpiskajām asīm (kā «Pioneer-10» un «Pioneer-11»), turpretī otra daļa ir nekustīga — stabilizēta ap visām trim asīm (kā «Voyager-1» un «Voyager-2»). Stabilizācijas uzturēšana, liekot rotēt kosmiskajam aparātam vai pietiekami masīvai tā daļai, krasi samazina šim mērķim nepieciešamo degvielas patēriņu, tātad ir ļoti izdevīga lidojumā, kuram jāilgst daudzus gadus. Kosmiskā aparāta rotācija ap asi rada arī labvēlīgus apstākļus magnetosfēras pētīšanai: magnetometra rādījumos ļauj viegli atšķirt ārējo magnētisko lauku no paša aparāta radītā magnētiskā lauka, plazmas analīzes instrumen-

tiem dod iespēju reģistrēt tās raksturlielumus dažādos virzienos. Kosmiskā aparāta vai tā daļas nemainīga orientācija, savukārt, ir nepieciešama efektīvai optiskai pētniecības instrumentu izmantošanai — operatīvai pārtēmēšanai uz dažādiem objektiem (izmantojot autonomi grozāmu platformu), ilgstošai eksponēšanai.

Tādējādi «Galileo» konstrukcija visā pilnībā atbilst paredzētajiem plašajiem un daudzveidīgajiem pētniecības uzdevumiem: ar telekamerām, spektrometriem un citiem optiskajiem instrumentiem sistemātiski un detalizēti pētīt Jupiteru, tā gredzenu un četrus lielos pavadoņus, ar magnetometriem un plazmas analīzes instrumentiem — šīs planētas magnetosfēru, tās mijiedarbību ar Saules vēju un pavadoni Jo.

Galvenā dzinējiekārta, ar kuru automātiskā stacija jāievada orbītā ap Jupiteru, izstrādāta un izgatavota Vācijas Federatīvajā Republikā.

«Galileo» nolaižamais aparāts pēc konstrukcijas vispārējos vilcienos atgādina Venēras pētīšanai domāto automātiskās stacijas «Pioneer-Venus-2» lielāko nolaižamo aparātu, taču ir aprīkots ar daudzkārt biežāku siltumaizsardzības slāni, jo, sastopoties ar Jupitera atmosfēru, tā ātrums būs gandrīz 50 km sekundē. Šā aparāta uzdevums ir tiešā veidā mērīt Jupitera atmosfēras vidējo slāņu raksturlielumus — līdz brī-

dim, kad to sabojās atbilstoši dziļumam aizvien pieaugošais spiediens.

«Magellan» un «Galileo» ir lielākās un smagākās Venēras un Jupitera pētīšanai domātas automātiskās stacijas: to masa pēc ievadīšanas starpplanētu trajektorijā ir attiecīgi 5,8 un 3,0 tonnas. Tādēļ šo kosmisko aparātu sūtīšanai lidojumā bija paredzēts izmantot 80. gadu visspēcīgāko kosmosa transportlīdzekli — «Space Shuttle» tipa kosmoplānu kopā ar šķidrā ūdeņraža un šķidrā skābekļa darbināto raķešpakāpi «Centaur-G1». Taču pēc «Challenger» bojāejas amerikāņu speciālisti nolēma fik sprādzienbīstamu degvielu kosmoplāna kravas telpā tomēr nepārvadāt, tā ka «Centaur-G1» nācās aizstāt ar cietas degvielas darbināto un tieši tādēļ mazāk spēcīgo raķešpakāpi IUS. Tādējādi minētā katastrofa ne vien aizkavēja automātisko staciju startu par attiecīgi vienu un trijiem gadiem, bet arī padarīja neiespējamu «Magellan» un «Galileo» ievadīšanu sākotnēji plānotajās starpplanētu trajektorijās.

Rezultātā «Magellan» nācās sūtīt uz Venēras apkaimi pa trajektoriju, kura ietver nevis pusi

Saules aprīņojuma, bet gan pusotra šāda aprīņojuma, līdz ar to paildzinot lidojumu līdz ceļamērķim no nepilna pusgada uz gandrīz pusotra gada. «Galileo» jaunajā tehniskajā situācijā varēja sasniegt Jupiteru vienīgi tad, ja pēc starta vispirms palidotu vairākas reizes tuvu garām masīvākajām Zemes grupas planētām un izmantotu to gravitācijas spēku nepieciešamā ātruma uzņemšanai; šādu lidojuma variantu arī nācās pieņemt. Tik sarežģīta manevrēšana Saules sistēmas iekšējos apgabalos palielināja lidojuma ilgumu līdz ceļamērķim no trim uz sešiem gadiem, taču arī pavēra plašas iespējas citu debess ķermeņu pētīšanai. Patiesi, ja lidojums noritēs normāli, «Galileo» pa ceļam uz Jupiteru varēs novērot no maza attāluma Venēru, Mēnesi (tā pagaidām neiepazīto ziemeļpola apkārtni), kā arī divas mazās planētas jeb asteroīdus — Idu un Gaspru (3. tab.). Automātiskā stacija «Magellan» savu vienīgo ceļamērķi sasniegs 1990. gada augustā.

E. M ū k i n s

## PĀRMAIŅAS KOSMOSA TRANSPORTĀ PIERIMST

Tradicionālajos ikgada pārskatos par pasaules kosmosa transporta stāvokli vienmēr esam akcentējuši šajā nozarē notiekošās progresīvās pārmaiņas, sevišķu uzmanību pievēršot virzībai uz transportlīdzekļu daudzkārtēju izmantojamību, kura principā varētu padarīt kosmiskos lidojumus lētākus, vienkāršākus un biežākus. Taču pēdējā laikā konstatējama pretēja tendence — atteikšanās no straujas pārorientēšanās uz daudzkārt izmantojamiem lidaparātiem un pat jau eksistējošo kosmoplānu ekspluatācijas sašaurināšana. Kā jau ziņojām,\* Amerikas Savienotās Valstis, kuru kosmosa transports 80. gadu vidū bija pārorientēts

lielākoties uz «Space Shuttle» lietošanu, pēc «Challenger» katastrofas nolēma pa pusei atgriezties pie parastajām nesējraķetēm. Tagad jākonstatē, ka Padomju Savienībā, kur aizpērn sakarā ar kosmoplāna «Buran» pirmo izmēģinājuma lidojumu tika pilnā balsī pieteikta daudzkārt izmantojamo transportlīdzekļu drīza ieviešana ekspluatācijā (saglabājot arī parastās raķetes), aizgājušā gada gaitā prognozes kļuvušas daudz piesardzīgākas. Vēl vairāk — izteiktas pat šaubas, vai šādi kosmoplāni vispār ir vajadzīgi un ekonomiski lietderīgi Padomju Savienības kosmosa pētīšanas un apgūšanas programmai. Tādējādi varam apgalvot, ka visai radikālie pavērsieni kosmosa transportā, par kuru sāksanos rakstījām iepriekš, būtībā apstājušies pusceļā un patlaban šajā nozarē noris tikai relatīvi nelielas pakāpeniskas pārmaiņas.

\* Sk. «Zvaigžņotās Debess» iepriekšējo gadu vasaras numurus.



## PAR AIZGĀJUŠĀ GADA NOTIKUMIEM

Padomju Savienības kosmosa transportā pārmaiņas 1989. gadā galvenokārt bija saistītas ar atklātuma pieaugšanu.

Pirmkārt, tika publicētas līdz šim nepieejamas ziņas par svarīgiem padomju kosmosa transporta vēstures faktiem, visvairāk — par agrāk slēptām neveiksmēm. Piemēram, kļuva zināms, ka starpkontinentālā ballistikā raķete R-7, ar kuras nedaudz modificētu variantu 1957. gadā tika palaists pasaulē pirmais ZMP, gan pirmajā startā (maijā), gan divos nākamajos cietusi neveiksmes, tikai ceturtajā reizē (augustā) beidzot funkcionējusi normāli un jau piektajā (oktobrī) likta lietā kosmosa transportlīdzekļa lomā.

Vairāku centrālās preses izdevumu publikācijās tika atzīts, ka Padomju Savienība 60. gadu otrajā pusē un 70. gadu sākumā pilotējamo Mēness ekspedīciju programmas ietvaros mēģinājusi radīt sevišķi lielas jaudas nesējaķēti N-1. Tās galvenā, cilvēka lidojumam uz Mēnesi domātā, varianta celtpējai zemā orbītā vajadzēja būt 95 t (gandrīz pusotras reizes mazāk nekā amerikāņu Mēness ekspedīciju raķetei «Saturn-V»), taču bijusi paredzēta arī iespēja izveidot vairākus krietni mazākas jaudas variantus. Tā kā šis kosmosa transportlīdzeklis izstrādāts milzīgā steigā, bet sevišķi lielas vilces (simtiem tonnu) raķešdzi-

nēju Padomju Savienībai tolaik nav bijis, pirmajā pakāpē iebūvēti veseli 30 (!) pieticīgākas jaudas dzinēji, visi — ar petroleju un šķidro skābekli darbināmi. (Par pārējām pakāpēm nekādas ziņas pagaidām nav publicētas.) Visos četros izmēģinājuma startos, kas rīkoti 1969.—1972. gadā, piedzīvotas ļoti nopietnas kļūmes — vai nu atsevišķu dzinēju darbībā, vai visa dzinēju kompleksa darbībā, vai arī pirmās pakāpes funkcionēšanā vispār (1. tab.). Rezultātā nesējaķēti N-1 ik reizi cietusi smagu neveiksmi, un 1974. gadā, lai arī bijuši gatavi vēl divi tās eksemplāri, visi ar šo kosmosa transportlīdzekli saistītie darbi izbeigti. (Raķetei «Saturn-V» veiksmīgs bija jau pirmais izmēģinājuma lidojums, kas notika 1967. gada 9. novembrī.)

Otrkārt, 1989. gadā pirmo reizi tika sniegta tehniska informācija par divām jau pirms vairākiem gadiem izstrādātām un pašlaik intensīvi lietotām padomju nesējaķētiem, kurām līdz tam tika turēts slepenība pat nosaukums Vidējas jaudas nesējaķēti «Ciklons» izveidota, par pamatu ņemot divpakāpju ballistisko raķeti, un tādā pašā konfigurācijā tā dažkārt izmantota par kosmosa transportlīdzekli jau kopš 1967. gada. Taču «Ciklona» prototips varējis sasniegt tikai suborbitālu trajektoriju, tādēļ kravu vienmēr nācies aprīkot ar nelielu raķešdzinēju vēl nepieciešamā ātruma uzņemšanai. 1977. gadā sākts izmēģināt un 1980. gadā nodots ekspluatācijā raķetes trīspakāpju variants, kurš var

1. tabula

### PSRS kosmiskās nesējaķētes N-1 palaišanas mēģinājumi

(Pēc laikrakstu «Izvestija» un «Pravda» materiāliem)

N. p. k.	Palaišanas mēģinājuma datums	Dzinēju darbības ilgums,* s	Pirmās pakāpes dzinēju priekšlaicīgas izslēgšanās (vai iztīcināšanas) tehniskais cēlonis
1	21.02.69	70	Ugunsgrēks pakāpes aizmugurējā nodalījumā
2	03.07.69**	—	Šķidrā skābekļa sūkņa eksplozija, tie iedarbinot
3	27.07.71	7	Pakāpes patvaļīga griešanās ap garenasi
4	23.11.72	107	Eksplozija pakāpes aizmugurējā nodalījumā

\* Normālais pirmās pakāpes dzinēju darbības ilgums — 114—140 s.

\*\* Pēc laikraksta «Poisk», kurā šāda datuma pareizību apliecina situācijas konteksts (pēc laikrakstiem «Izvestija» un «Pravda» — 3.07.70).

**PSRS kosmisko nesējraķešu lidojumu statistika  
{1.01.1970—31.05.1989}**

Nesējraķetes tips	Celbspēja, t	Startu kopskaits	Neveiksmju skaits	Darbības drošums, %
Kosmos	>1	333	14	95,8
Ciklons	4	75	2	97,3
Vostok	<5	92	1	98,9
Sojuz	7	771	22	97,1*
Protons	21	132	10	92,4
Zenīts	<14	21	0	100
Energija	105	2	0	100

\* Pamatvariantam — 97,9%, variantam ar papildu augšējo pakāpi («Molnija») — 94,8%.

Ievadīt zemā orbītā 4 t kravas (iedarbinot trešās pakāpes dzinēju divreiz, atbilstoši mazāku kravu, proti, 550 kilogramus, iespējams nogādāt 3600 km augstā apļveida orbītā). Kā jau raķetei, kas sākotnēji konstruēta militāriem mērķiem, «Ciklonam» visās trijās pakāpēs izmantota parastā temperatūrā uzglabājama degviela, tā sagatavošana startam norit visai ātri un ir pilnīgi automatizēta. Taču šā paša iemesla — militārās izcelsmes — dēļ ļoti ierobežotas ir kļūmju novēršanas iespējas pirmsstarta periodā: pēc instrukcijas, atklājot pat nelielu defektu, raķete nevis jāremontē, bet gan jādemontē un jāiznīcina! Mūsdienās nesējraķetes «Ciklons» startē no Pļeseckas kosmodroma un ievada aptuveni polārās orbītās dažus sērijas «Kosmos» pavadoņus, meteoroloģiskos pavadoņus «Me-teors» un dažus citus kosmiskos aparātus.

Samērā lielas jaudas nesējraķete «Zenīts», tāpat kā sevišķi spēcīgā raķete «Energija», ietilpst Padomju Savienības jaunās paaudzes kosmosa transportlīdzekļu saimē. Šīs raķetes pirmajā pakāpē iebūvēts petrolejas un šķidrā skābekļa darbinātais sevišķi lielas vilces dzinējs RD-170, kurš principā domāts vairākkārtējai izmantošanai (tas pats, kas lietots raķetes «Energija» sānblokos). Taču nekādu ziņu, ka līdzšinējos «Zenīta» lidojumos, kuru skaits jau pārsniedzis divus desmitus, pirmā pakāpe vai tās dzinēju bloks būtu lēni nolaidies uz Zemes, nav (kā zināms, pagaidām šādā veidā nav atgriezušies arī «Energijas» sānbloki). Ja

agrāk, neminot raķetes nosaukumu, bija ziņots, ka tās pirmais lidojums noticis 1985. gadā un ka tās celbspēja zemā orbītā ir 12 t; pagājušajā gadā, savukārt, tika pasludināts, ka tās celbspēja ir 13,7 t un ka kopš 1988. gada tā ir regulārā ekspluatācijā. Ticis pavēstīts arī, ka šīs raķetes sagatavošana startam notiek pilnīgi automātiski un aizņem visai maz laika — 21 stundu.

Treškārt, 1989. gadā beidzot publicētas sistemātiskas ziņas par PSRS nesējraķešu darbības drošumu (2. tab.). Laikposmā no 1970. gada janvāra līdz 1989. gada maijam Padomju Savienībā notikuši pavisam 1426 kosmiskie starti, no kuriem 1377 bijuši veiksmīgi un 49 — neveiksmīgi, tātad padomju nesējraķešu vidējais darbības drošums ir bijis 96,9% — labāko amerikāņu raķešu līmenī. Par izcili drošu kosmosa transportlīdzekli sevi apliecinājusi vidēji spēcīgā nesējraķete «Vostok»: tā izpildījusi uzdevumu gandrīz 99% lidojumu! Toties diezgan nedroša izrādījies lieljaudas raķete «Protons»: tā cietusi neveiksmes vidēji septiņas reizes biežāk nekā «Vostok» un gandrīz divas reizes biežāk nekā amerikāņu lieljaudas raķete «Titan-III».

Pagaidām tikai veiksmīgi lidojušas abas jaunākās padomju nesējraķetes — «Zenīts» un «Energija», taču samērā nelielais līdzšinējo startu skaits (pirmajai divi desmiti, otrajai tikai divi) vēl neļauj dot to darbības drošuma galīgo vērtējumu.

## ASV jaunākās kosmiskās nesējraķetes

## A. Nesējraķetes «Delta» jaunākā modifikācija («Delta-II»)

Nesējraķetes variāta apzīmējums	Celtspēja, t	
	zemā orbitā	pārejas trajekt.*
Delta-6920	4,0	1,45
Delta-7920	4,5	1,6
Delta-8920	5,0	1,8

\* Domāta trajektorija pārejai uz ģeostacionāro orbītu

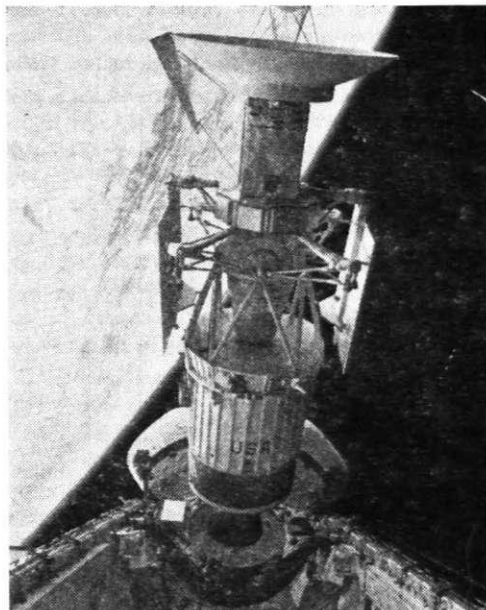
## B. Nesējraķetes «Titan» jaunākās modifikācijas

Nesējraķetes modifikācijas apzīmējums		Celtspēja, t	
vecais	jaunais	zemā orbitā	ģeo- stac. orbitā*
Titan-2	Titan-II	~ 4	—
Titan-34D	Titan-III	~ 15	2,25
Titan-34D7	Titan-IV	~ 20**	4,5

\* Izmantojot ievadīšanai šajā orbītā visjaudīgākās augšējās pakāpes (attieciņi IUS un «Centaur-G1»).

\*\* Sākumā 18 t, vēlāk (no 1991. g.) 22 t.

1989. gadā nebija nekādu būtisku notikumu daudzārt izmantojamās kosmosa transportsistēmas «Energija»+«Buran» izmēģināšanas un ieviešanas jomā, vienīgi tika paziņoti tās divu turpmāko lidojumu termiņi un uzdevumi. Kosmoplāna «Buran» otrajam izmēģinājumam jānotiek tikai 1991. gadā, jāietver augšupceļš bezpilota režīmā, automātiska saslēgšanās ar orbitālo kompleksu «Mir», tā apkalpes locekļu uzturēšanās kosmoplānā un lidaparāta atgriešanās uz Zemes vai nu automātiskā, vai arī pilotējamā režīmā. Trešajam izmēģinājumam orbītā ap Zemi jābūt no sākuma līdz galam pilotējamam un jānotiek 1992. gadā. (Pirmajam amerikāņu kosmoplānam «Columbia» visi



Amerikāņu kosmosa transportsistēmas «Space Shuttle» pirmais pielietojums starpplanētu lidaparāta palaišanai: kosmoplāns «Atlantis» nogādā izplatījumā Venēras pētišanai domāto automātisko staciju «Magellan» (1989. g. maijs). Atbilstoši pagriežot starta galdu (diskveida objekta apakšā), automātiskā stacija (no šķīvveida, kastveida, gredzenveida un olveida bloka sastāvošais objekts augšā) un tai pievienotā raķešpakāpe IUS (lielais cilindruveida objekts vidū) tiek uzslēgtas 45° leņķi pret kravas telpas grīdu, lai starta galda iebūvētais atsperes mehānisms varētu tās sūtīt patstāvīgā lidojumā. (NASA attēls.)

četri izmēģinājuma lidojumi tika sarīkoti 15 mēnešu ilgā laikposmā — no 1981. gada aprīļa līdz 1982. gada jūlijam.) Bez tam vēl šogad iespējams viens nesējraķetes «Energija» starts bez kosmoplāna «Buran» — ar vairākiem automātiskajiem pavadoņiem derīgās kravas lomā.

Tādējādi tehniskā ziņā PSRS kosmosa transportā aplūkojamajā laikposmā būtiska pārmaiņa bija tikai pilotējamo orbitālo kompleksu apgādes jomā: automātiskais kravas kuģis «Progress» gada otrajā pusē tika aizstāts ar kuģi «Progress M». Tad arī tika paziņots, ka daudzas jaunā lidaparāta bortsistēmas pārņemtas no apkalpju transportkuģa «Sojuz TM», ka tam ir

## Kosmoplānu «Space Shuttle» lidojumi 1988./1989. gadā\*

Lidojuma apzīmējums, kosmoplāna nosaukums	Lidojuma sākuma un beigu datums	Lidojuma ilg., d.	Apkalpe, civ.	Galvenā derīgā krava, tās īpašnieks (NASA — ASV Nac. aeronaut. un kosmonaut. pārvalde, DOD — ASV Aizsardz. ministrija)	Kravas pārvad. virziens
STS-26 Discovery	29.09.88 03.10.88	4	5	Sakaru pavadoņi TDRS-C kosmisko lidaparātu apkalpošanai (NASA)+IUS	augšup
STS-27 Atlantis	02.12.88 06.12.88	4½	5	Militārās izlūkošanas pavadoņi (DOD)	augšup
STS-29 Discovery	13.03.89 18.03.89	5	5	Sakaru pavadoņi TDRS-D kosmisko lidaparātu apkalpošanai (NASA)+IUS	augšup
STS-30 Atlantis	04.05.89 08.05.89	4	5	Automātiskā starpplanētu stacija «Magellan» Venēras pētīšanai (NASA)+IUS	augšup
STS-28 Columbia	08.08.89 13.08.89	5	5	Militārās izlūkošanas pavadoņi (DOD) Militārtehniskās pētniecības pavadoņi (DOD)	augšup augšup
STS-34 Atlantis	18.10.89 23.10.89	5	5	Automātiskā starpplanētu stacija «Galileo» Jupitera u. c. debess ķermeņu pētīšanai (NASA)+IUS	augšup
STS-33 Discovery	23.11.89 28.11.89	5	5	Militārās izlūkošanas pavadoņi (DOD)+IUS	augšup

\* Par kosmoplānu «Space Shuttle» iepriekšējiem lidojumiem sk. tabulas «Zvaigžņotās Debess» 1984. gada pavasara un 1985.—1987. gada vasaras numuros; tabulā, kas publicēta 1986. gadā, lidojuma S1-J galveno derīgo kravu saraksts jāpapildina: «Neatdalāma platforma ar aparātūras komplektu militārai izlūkošanai (DOD)».

IUS — papildu raķešpakāpe pavadoņu ievadīšanai augstākā orbītā un automātisko starpplanētu staciju ievadīšanai starpplanētu trajektorijā (ASV ražojums).

Apkalpiju sastāvu sk. rubrikas «Jaunumi Tsumā» materiālos.

lielāka kravnesība, autonomā lidojuma ilgums un manevrētspēja un ka to var aprīkot ar nelielu nolaižamo aparātu; taču nekāda informācija par kuģa konstrukciju kopumā 1989. gadā netika publicēta. Nupat minētās īpašības gan liek domāt, ka pilnā masa jaunajam kravas kuģim ir daudz lielāka nekā vecajam un ka tā ievadīšanai orbītā tiek izmantota nevis raķete «Sojuz», bet gan par to divas reizes spēcīgākā jaunās paaudzes nesēja raķete «Zenīts».

Amerikas Savienotajās Valstīs 1989. gadā sāka lidot agrāko nesēja raķešu «Delta» un «Titan» jaunākās modifikācijas (3. tab.): 14. februārī pirmo reizi startēja vidējas jaudas raķete «Delta-II», 14. jūnijā — pašlaik spēcīgākā amerikāņu raķete «Titan-IV». Gan šie, gan visi pārējie pērn notikušie amerikāņu nesēja raķešu starti bija veiksmīgi. Gada otrajā pusē

arī kļuva intensīvāka daudzkārt izmantojamās transportsistēmas «Space Shuttle» ekspluatācija, tā ka no lidojumu atsākšanas 1988. gada septembrī līdz 1989. gada beigām bija veikti pavisam septiņi reisi (4. tab.). (Vēl divus 1989. gadam paredzētus reisos nācās pārcelt uz 1990. gadu, tādēļ ka par apmēram mēnesi aizkavējās gan kosmoplāna «Columbia», gan starta laukuma № 2 atgriešanās darba ierindā.) Tādējādi tika pamatvilcienos pārvarēta dziļā krīze, kuru ASV kosmosa transportā bija izraisījusi, no vienas puses, pārsteidzīgi straujā pārorientēšanās uz vieniem vienīgiem kosmoplāniem un, no otras puses, ilgstošais piespiedu pārtraukums šo lidaparātu ekspluatācijā.

Bez nevienas neveiksmes 1989. gadā turpināja lidot Rietumeiropas valstu nesēja raķetes «Ariane», tādējādi viešot cerību, ka eks-

pluatācijas sākumā piedzīvoto kļūmju cēloņi tagad ir novērsti un ka darbības drošuma ziņā tās droši vien spēs līdzināties PSRS un ASV nesējraķetēm. 1989. gadā tika raidīts lidojumā šo Rietumeiropas nesējraķešu pirmās paaudzes pēdējais eksemplārs — kāda «Ariane-3» tipa raķete, visu turpmāko kosmisko aparātu palaišanu atstājot dažādiem «Ariane-4» variantiem. (Drīz pēc aplūkojamā laikposma beigām — 1990. gada otrajā startā, kurš notika naktī uz 23. februāri, — «Ariane» atkal cieta neveiksmi: šoreiz minūti pēc pacelšanās eksplodēja raķetes pirmā pakāpe.)

Japāna savu pagaidām spēcīgāko nesējraķeti N-1 pagājušajā gadā lika lietā tikai vienu reizi — 5. septembrī ievadīja ģeostacionārajā orbītā meteoroloģisko pavadoni GMS-4.

Ķīna, lai gan jau 1988. gada 7. septembrī ar panākumiem bija izmēģinājusi lidojumā uz zemu polāru orbītu jaunās nesējraķešu saimes CZ-4 pamatmodeli (bez starta paātrinātājiem un augšējās pakāpes), 1989. gadā nevienu kosmisko startu nesarīkoja. (Amerikāņu sakaru pavadona palaišanu ar CZ-3 tipa raķeti jau kuro reizi vajadzēja atlikt uz nākamo gadu politisku un organizatorisku sarežģītumu dēļ.)

1989. gada beigās visai negaidīti nāca Irākas paziņojums, ka 10. decembrī šī valsts izmēģinājusi trīspakāpju raķeti, ar kuru nākotnē domāts ievadīt orbītā Zemes mākslīgos pavadonus. Spriežot pēc publicētajām ziņām par raķetes masu un gabarītiem, tās celtspēja varētu būt līdz ~1 tonnai.

## PAR NESĒJRAĶEŠU UN KOSMOPLĀNU EKONOMISKUMU

Kā esam jau iztīrījusi,\* vienreiz izmantojamo nesējraķešu aizstāšana ar daudzkārt izmantojamiem kosmoplāniem viena pati, bez radikāliem uzlabojumiem raķešbūves tehnoloģijā, nebūt negarantē kosmisko transportoperāciju krasu palētināšanos. No vienas puses, gal-

veno dzinēju, vadības sistēmu un citu dārgāko sastāvdaļu atgriešanās uz Zemes un no tās izrietošā atkārtotās izmantošanas iespēja, protams, krasi samazina ar lidojumu saistītos izdevumus. No otras puses, tas apstāklis, ka līdzās derīgajai kravai augšup ik reizes jāved arī orbitālā lidmašīna, prasa lietot daudz spēcīgākus raķešdzinējus un tērēt daudz vairāk degvielas, tādējādi izdevumi krasi palielinās. Rezultātā katra derīgās kravas kilograma nogādāšana orbītā gan ar parasto nesējraķeti, gan ar daudzkārt izmantojamo kosmoplānu varētu izmaksāt aptuveni līdzīgu summu.

Šādu teorētisku spriedumu apstiprina amerikāņu transportsistēmas «Space Shuttle» ekspluatācijas pieredze. Ekspluatācijas pirmā posma (līdz 1986. g.) beigās katrs kosmoplāna reiss izmaksāja >100 miljonu dolāru — apmēram tikpat daudz, cik vienas nesējraķetes «Titan-34D» izgatavošana un palaišana, bet kosmoplāna celtspēja bija gandrīz 30 t — divreiz lielāka nekā šai nesējraķetei. Tādējādi ideālā gadījumā — lidojot ar pilnu kravu uz zemu orbītu — kosmoplāns bija divas reizes ekonomiskāks par šo raķeti, bet praksei raksturīgākos gadījumos, kad kosmoplāna noslodze nebija pilnīga un krava bija jāsūta uz augstāku orbītu, — aptuveni līdzvērtīgs tai. Ekspluatācijas pašreizējā posmā (kopš 1988. g.), kad papildu drošības pasākumu dēļ kosmoplāna celtspēja ir samazinājusies līdz 25 t, bet lidojuma izmaksa pieaugusi, «Space Shuttle» tikai pašos labvēlīgākajos gadījumos ir nedaudz ekonomiskāks par sērijas «Titan» raķetēm, bet parasti pat atpaliek no tām. Tādējādi amerikāņu kosmoplānu izmantošana parasto pavadonu ievadīšanai orbītā, izrādās, ir patiesi lietderīga tikai tad, ja cilvēka klātbūtne ir vai nu nepieciešama pavadona iedarbināšanā un palaišanā, vai arī var reāli glābt šo kosmisko aparātu kļūmes situācijā.

Ar padomju kosmoplāna ekspluatācijas reisu saistītie izdevumi, ja piepildīsies šā lidaparāta radītāju prognozes, būs ~100 miljoni rubļu, resp., viena «Buran» lidojuma izmaksa rubļos un viena «Space Shuttle» reisa izmaksa dolāros iznāks skaitliski apmēram vienādas. Padomju Savienībā visbiežāk lietotās vidējās jaudas nesējraķetes — «Sojuz» un «Ciklons» —

\* Sk.: Mūkins E. Par «Space Shuttle» likteni. — Zvaigžņotā Debess, 1988. gada pavasaris, 24.—30. lpp.

maksā, kā apgalvots atbildīgu amatpersonu izteikumos, tikai dažus miljonus rubļu, turpretī līdzīgas jaudas rietumvalstu raķetes, kā zināms, maksā desmitiem miljonu dolāru, resp., šeit vērojama nevis skaitliska sakritība, bet gan apmēram desmitkārtīga (!) starpība par labu padomju raķetēm. Lai gan šādas pārsteidzošas atšķirības parasto raķešu cenās acīmredzot ir daļēji izskaidrojamas ar atšķirībām izmaksu aprēķināšanas metodikā, tomēr ir pamats uzskatīt, ka arī realitātē minētās padomju nesējraķetes ir manāmi lētākas nekā tām celtspejā līdzvērtīgās amerikāņu raķetes. Tātad Padomju Savienībā tradicionālo kosmosa transportlīdzekļu aizstāšana ar «Buran» tipa kosmoplāniem pavadoņu palaišanas izdevumus nevis samazinātu, bet gan krasi palielinātu. Šāds secinājums saskan ar kritiskajām atziņām, kuras par šā kosmoplāna ekonomiskumu publiski izteikuši vairāki ievērojami padomju kosmonautikas administratori un kosmiskās tehnikas speciālisti.

Kosmoplāni, gan nespēdami pagaidām nodrošināt ietaupījumu kravu vešanā uz orbītu, toties pavēruši kādu principiāli jaunu iespēju, kura ekonomiskā ziņā ir visai daudzsolāša, —

atgādāt pavadoņus atpakaļ uz Zemi, lai sagatavotu atkārtotai izmantošanai, vai pat izremontēt tos orbītā. Patiesi, ja kosmonautikas zinātnisko, praktisko vai militāro uzdevumu īstenošanai tiek izmantoti skaitā nedaudzi, toties ar plašām iespējām apveltīti un ilgdarbīgi, tādēļ arī stipri dārgi pavadoņi, kā to dara ASV, šī jaunā iespēja var dot ļoti būtisku ietaupījumu. To vairākkārt nodemonstrēja sakaru pavadoņu un zinātniskās pētniecības pavadoņu glābšana ar «Space Shuttle» tipa kosmoplāniem 80. gadu vidū. Ja turpretī priekšroka tiek dota daudziem atbilstoši vienkāršākiem un lētākiem pavadoņiem, kā tas pieņemts PSRS (par šādu pieeju liecina kaut vai ļoti lielais ikgadējais kosmisko startu skaits Padomju Savienībā), izdevīgāk ir bojātā pavadoņa vietā palaist jaunu. Tādējādi arī šajā aspektā «Buran» tipa kosmoplānu reālais nodarīgums PSRS kosmiskajā programmā jāatzīst par stipri apšaubāmu. Arī šo secinājumu apstiprina dažu atbildīgu speciālistu izteikumi: pēc viņu uzskata, tādu kosmisko aparātu, kurus būtu vērts vest atpakaļ uz Zemi, Padomju Savienībai tikpat kā nav.

E. M ū k i n s

## JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ 1989. gada 19. novembrī ar nesējraķeti «Delta» Zemei tuvā solārsinhronā orbītā (augstums 900 km, slīpums 94°) ievadīta amerikāņu automātiskā kosmiskā observatorija COBE (Cosmic Background Explorer), kurā uzstādīti trīs instrumenti Visuma radio un infrasarkanā starojuma fona pētīšanai. Ar tālā infrasarkanā diapazona absolūto spektrofotometru paredzēts pārliecināties, vai kosmosa reliktā starojuma spektrs ir tieši tāds pats kā absolūti melnam ķermenim, kura temperatūra ir 2,7 K jeb  $-270,5^{\circ}\text{C}$ . Šis instruments spēj mērīt starojuma intensitāti simt atsevišķās joslās, kuras kopumā aptver 0,1—10 mm jeb 100—10 000  $\mu\text{m}$  diapazonu, tik precīzi, ka temperatūras vērtējuma kļūda nepārsniedz grāda desmitmiljono daļu. Ar diferenciālo mikroviļņu radiometru iecerēts ļoti precīzi pārbaudīt, vai reliktā starojuma intensitāte patiesām ir visās debess daļās pilnīgi vienāda. Šis instruments uztver 3,5 mm, 5,7 mm un 9,6 mm garus radioviļņus ar divām dažādos virzienos vērstām antenām (to virziendiagrammas platums — 7°) un spēj reģistrēt starojuma intensitātes starpību, kura atbilst grāda desmitstokstošajai daļai. Ar difūzā infrasarkanā fona radiometru, kurš mērī starojuma intensitāti un polarizāciju astoņās 1—400  $\mu\text{m}$  diapazona joslās, tiks mēģināts konstatēt pirmatnējo zvaigžņu un galaktiku starojumu. Lai paši infrasarkanā starojuma uztvērēji nekļūtu par traucējoša siltuma starojuma avotu, tie ir atdzesēti līdz 1,6 K temperatūrai, izmantojot šķidro heliju. Tā krājumi domāti vismaz gadu ilgam darbam, un šajā laikā ar pavadoņa instrumentiem iecerēts divas reizes aplūkot visu debesi.



## KRIEVĀNU MĀRAS JOSTAS KALENDĀRAIS RAKSTS

JĀNIS  
KLĒTNIĒKS

Jostu rakstos, tāpat arī villaiņu un zīļu vainagu ornamentos, izpaužas daļa no tautas gara un dailes. Ikvienu audēja, jostu darinot, ielika visu savu prasmi un izdomu, izmantodama no paaudzes paaudzē pārmantotās tradīcijas. Jostai un prievītēm kā apģērba sastāvdaļai bija ne vien praktiska nozīme, bet arī tiešs sakars ar dažādām tautas ieražām un ticējumiem. Ornamentiem izrakstītās jostas lietoja visos svarīgos dzīves brīžos, it sevišķi kāzās un bērēs. Jostās ieaustie raksti bija laimes un labklājības vēlējums, tiem vajadzēja pasargāt no ļaunuma un nelaimēm.

Jostu rakstus tagad skaidro dažādi, jo ornamentiem nav saglabājušies viennozīmīgi nosaukumi un ir zaudēts to simboliskais saturs. Laika gaitā ornamentu stipri pārveidojušies, kļūdami kompozicionāli sarežģītāki un daudzveidīgāki. Nav vairs viegli izsekot atsevišķu raksta elementu pakāpeniskai attīstībai, jo ģeometriskās struktūras ļauj izdalīt dažādas pamatformas. Nozīmīgi kļūst tikai tie ornamentālie elementi, kas saistīti ar seno priekšstatu nojēgumu.

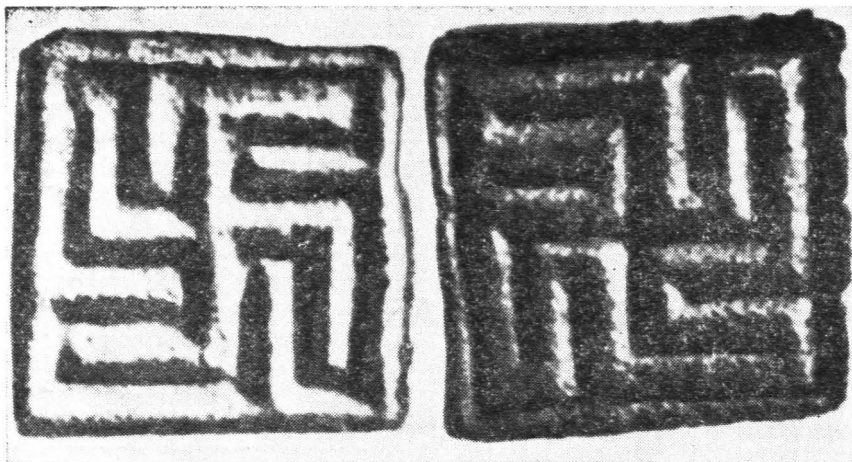
Tautasdziesmās cilvēka mūžs salīdzināts ar Saules ritējumu. Arī ornamentikā, kas, tāpat kā folklorā, plūst no tautas gara dzīlēm, rodams tēlainis Saules rituma atspulgs. Krāšņi tas parādās jostu rakstos. Sevišķi bagātīgi ar «Saules rakstiem» izrakstīta Krievānu Māras josta. Tā nāk no Augšzemes un ir viena no vecākajām jostām, kas vēl saglabājušās.

Krievānu Māras josta etnogrāfiskajā literatūrā pazīstama arī kā Kaldabruņas josta vai matu pine.<sup>1</sup> Pagājušā gadsimta 80. gados to etnogrāfiskajai ekspedīcijai dāvājusi Māra Krievāne no Kaldabruņas Mačulāniem (Ilūkstes apr.). Iespējams, ka josta austa 18. gad-

simtā, jo Mārai Krievānei to atstājusi viņas vecmāmiņa. Tagad josta glabājas Latvijas Vēstures muzeja Etnogrāfijas nodaļas krātotvē.

Josta ir 172 cm gara un 3 cm plata, tās galu rotā grezns, ar stikla pērlītēm un vilnas dzijas bārkstīm rotāts pušķis (22×6 cm). Josta darināta divās pamatkrašās — zilā un dzeltenā, ar zaļu apmali, kurā ieausta rit-

<sup>1</sup> Paegle E. Josta ar uguns krustiem. — Latvijas Saule, 1923, nr. 10, 89.—93. lpp.



1. att. Ugunskrusts kā laimes simbols. Harapas kultūra, Indostānas ZR (3. g. t. p. m. ē.).

miski pārtraukta sarkana svītra. Katrā jostas pusē veidojas pretēja krāsu salikuma ornamentālais raksts. Pavisam ieausti 49 ornamenti 36 dažādos variantos, no kuriem vairākums ir ugunskrusti (sk. krāsu lielikumu).

Ugunskrusts ir viens no senākajiem ornamentiem, ko daudzas tautas pazinušas jau aizvēstures laikos. Senajā Indijā ugunskrusts bija laimes simbols (1. att.). Sanskritā *svasti* nozīmē «laime», «būt laimīgam». No sanskrita arī ieviesies ugunskrusta sinonīms — svastika. Hinduismā svastika asociējas ar Sauli vai ar cilvēka dzīves krustcelēm.<sup>2</sup>

Ugunskrusts sastāv no diviem, galos uz pretējām pusēm atliektiem zariem, kas sakrustoti taisnā leņķī viens pret otru. Zaru gali var būt atliekti pa labi jeb pulksteņa rādītāja gaitas virzienā (labiskais ugunskrusts) vai pa kreisi (kreiliskais ugunskrusts). Atkarībā no atliekuma virziena ugunskrustiem piedēvē dažādas semantiskās nozīmes. Senajā Ķīnā un Indijā izplatītais duālistiskais pasaules uzskats noteica visām lietām un parādībām viriškās un sieviškās īpašības. Tādas tika piedēvētas arī ugunskrustam. Labisko

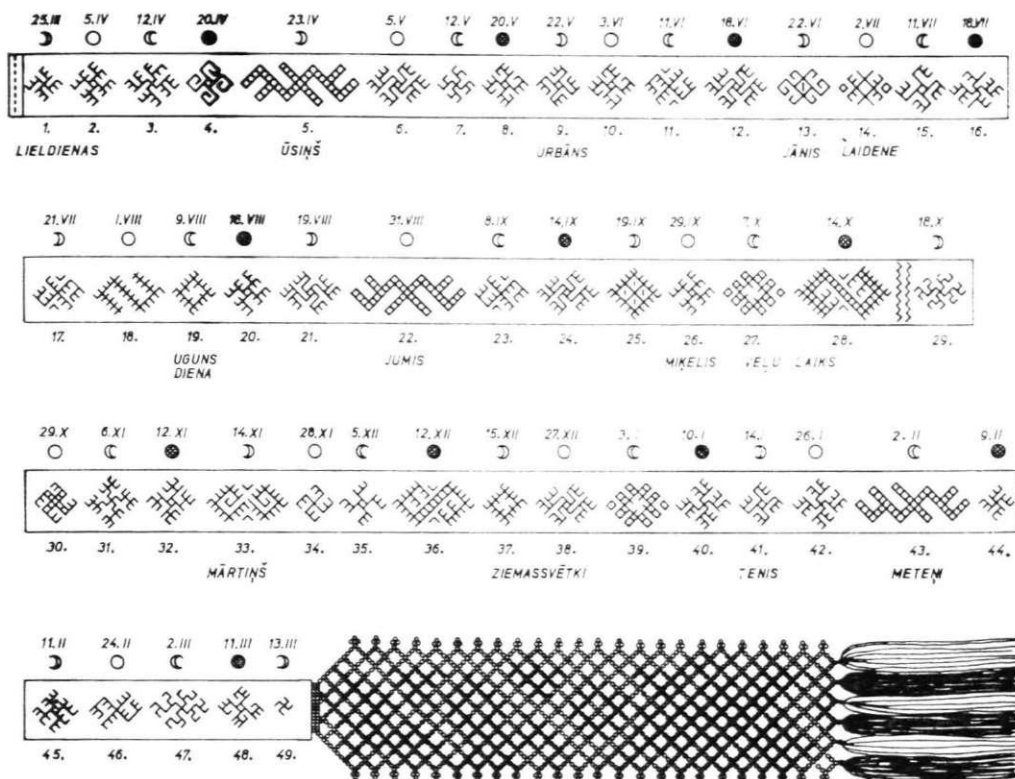
ugunskrustu jeb svastiku uzskatīja par sievišķo simbolu. Tas raksturoja arī Saules ikdienas kustības virzienu. Turpretim kreiliskajam ugunskrustam jeb sauvastikai piedēvēja viriškās īpašības. Tāds ugunskrusts izteica Mēness kustības virzienu.

Balstoties uz cilvēku senākajiem priekšstatiem par debess spīdekļiem, kas veido astronomijas pirmmetus, ugunskrusts ir zīme, ideogrāfiskais pirmveids telpas un kustības izpratnei. Tā izteic telpas un kustības arhetipu. Krusteniskie zari iedalā horizontālo pasauli četrās daļās, bet zaru galu atliekums norāda debess spīdekļu kustības virzienu. Ja ugunskrustu atveido kā taisnu krustu, tad tā zari pasaules telpā iezīmē galvenās debesspuses — ziemeļus—dienvidus un rītus—vakarus. Ja ugunskrusta zari pagriezti tā, ka veido slīpo krustu, tad tie pasaules telpā norāda Saules lēkta un rieta vietas piehorizonta joslā vasaras un ziemas saulstāvjos (solstīcijās).<sup>3</sup> Baltu tautas ugunskrustu, ko sauc arī par pērkona, zaru krustu vai kāškrustu, parasti attēlo slīpā krusta veidā — tāpat kā ausekliša zīmi —, jo tad tas simbolizē Saules ritējumu.

<sup>2</sup> Ions V. *Indian Mythology*. London, 1975, 141 p.

<sup>3</sup> Klētnieks J. *Latvju rakstu astronomiskā semantika*. — *Zvaigžņotā Debess*, 1990. gada pavaris, 7.—15. lpp.





2. att. Krievānu Māras jostas raksti un to astronomiskā interpretācija.

Krievānu Māras jostā ieautie ugunskrusti ir ornamentāli sarežģītas kompozīcijas ar vairākiem atzariem no centrālā zaru krusta. Katrs no tiem ir stilistiski pabeigts ornaments ar savu semantiku. Etnogrāfiskajā ziņā josta ievērojama ar to, ka nevienā citā materiālā vienkopus nav sastopams tik daudz ugunskrustu. Ievēribu pelna arī ornamentu lineārais izkārtojums un to kopskaits.

Kā jau minējām, jostā ieauti pavisam 49 ornamentu, no tiem 37 ir ugunskrusti, kas izteikti 24 dažādos veidos. Tikai 12 ir cita tipa ornamentu (2.att.). Vai šie raksti būtu tikai audējas izdoma, vai varbūt tie ietver kādu mums nezināmu simbolisko jēgu? — Īpatnējais ornamentu skaits un to izkārtojums netieši norāda, ka jostā varētu būt ierakstīts

kalendārā gada cikls. Gads, kā zināms, sastāv no 12 mēnessgriežiem ( $30d \times 12 = 360d$ ) un 5 dienām, kopumā ietverot 49 Mēness redzamības fāzes. Tāpēc hipotēzes veidā var pieņemt, ka 49 jostas ornamentu izteic visus gada laikā redzamos mēnessgriežus.

Jostas ornamentu kopskaits vien vēl neliecina par iespējamo kalendārā gada ciklu. Ar raksturīgiem un atšķirīgiem ornamentiem tad jostā noteiktās vietās jābūt ierakstītiem arī galvenajiem kalendārajiem svētkiem. Tie ir gadalaiku svētki, ko svin vasaras un ziemas saulstāvjos, kā arī pavasara un rudens saulgrīžos. Gadalaiku svētki pakārtoti Saules galvenajiem stāvokļiem pie debess, kad dabā novērojamas sezonas izmaiņas. Ar gadalaiku svētkiem saistītas skaistākās tautas tradīcijas,

no kurām daudzas saglabājušās līdz pat mūsu dienām.<sup>4</sup> Gada ritumā tādi svētki ir Lieldienas, Jāņi, Miķeļi un Ziemassvētki.

Bez gadalaiku svētkiem zināmas vēl daudzas citas svinamās dienas — Osiņa diena, Pēteri, Laidene, Jēkabi, Uguns diena, Māra, Mārtiņi, Katrinas, Tenis, Meteņi u. c. Arī tām vajadzētu būt atzīmētām jostas rakstos, ja vien pati josta izteic kalendāru.

Gadalaiku svētku un svinamo dienu izkārtojums Saules gada ritumā nebūs pilnīgs, ja iepriekš nezināsim, kādā Mēness redzamības fāzē šie svētki svinēti. Diemžēl šo jautājumu folkloristi nav pienācīgi pētījuši.

Baznīcas tradīcijas nosaka, ka vieni no galvenajiem kristiešu svētkiem — Kristus augšāmcelšanās svētki jeb Lieldienas — jāsvin svētdienā, kas seko Mēness pilnajai fāzei pēc pavasara ekvinokcijas (21. marta). Baznīcas kalendārā Lieldienām tāpēc nav konkrēta datuma. Līdz ar to arī vairāki citi baznīcas svētki, kas saistīti ar Lieldienām, parasti iekrīt noteiktā Mēness redzamības fāzē. Piemēram, Debesbraukšanas dienā (40 dienas pēc Lieldienām) parasti Mēness ir pēdējā ceturksnī, Vasarsvētkos (50 dienas pēc Lieldienām) — pirmajā ceturksnī.

Mēs nezinām, kādā Mēness redzamības fāzē senie latvieši svinējuši savus gadalaiku svētkus. Var pieņemt, ka Lieldienas tikušas svinētas Mēness pilnajā fāzē jau pirmskristietības laikā, jo kristieši savus galvenos baznīcas svētkus piemēroja pagāniskajam gadalaiku sadalījumam, ieviešot tajos tikai jaunu formu un saturu.

Cauri gadsimtiem saglabājušies tradīcija vasaras saulstāvju svētkus jeb Jāņus svinēt tikai vienā noteiktā naktī. Tas nozīmē, ka vajadzēja prast noteikt precīzu kalendāro laiku, lai kļūda nebūtu lielāka par vienu vai divām dienām. To nevarēja nodrošināt ne priekšmeta ēnas garuma mērījumi, ne zvaigžņu novērošana debess rīta pusē pirms saullēkta. Vasaras saulstāvju laikā arī ļoti maz izmainās virziens uz Saules lēkta un rieta

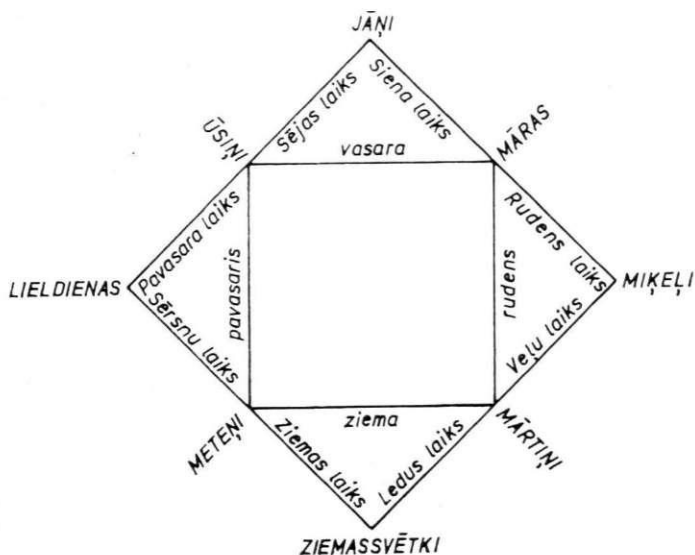
vietu pie horizonta. Drošākais un precīzākais kalendārā laika mērs senatnē varēja būt vienīgi Mēness ar savu izskata maiņas cikliskumu jeb mēnessgriežiem. Visticamāk, ka vasaras saulstāvju svētkus svinēja tad, kad vasaras ziedu laikā vakarpusē pie debess kļuva redzams jaunā Mēness sirpītis. Ja debess bija apmākusies, tad svinamo nakti varēja noteikt tikai pēc pieredzes, skaitot dienas no iepriekšējiem mēnessgriežiem. Latviešu ticējumos jaunā Mēness sirpītim piedēvēts dzīvību un auglību veicinošs spēks. Tātad vasaras laiks, kad kļūst redzams jauns Mēness, atbilst vasaras saulstāvju kā auglības svētku rituālajam raksturam.

Ziemas saulstāvjus jeb Ziemassvētkus arī svin dienas tumšajā daļā — vakarā un naktī. Bluķa vilkšanas un ķekātās iešanas tradīcija norāda, ka šos svētkus vislabāk varēja svinēt pilnmēness laikā, jo tad ir gaišāks. Neesot rakstītam kalendāram, arī pārējās svinamās dienas vajadzēja saistīt gada ritumā ar Mēness redzamo izskatu.

Astronomijā vispārpieņemtais Mēness fāžu iedalījums — jauns Mēness, pirmais ceturksnis, pilns Mēness un pēdējais ceturksnis — nedaudz atšķiras no tautā pieņemtā. Tautas astronomijas priekšstatī arī ietver četrus Mēness redzamības veidus: tukšs Mēness (kad tas nav redzams, atrodas konjunktijā ar Sauli), jauns, augošs jeb briestošs Mēness (spīd no jaunā sirpiša parādīšanās brīža, līdz ir piebriedis  $\frac{2}{3}$  no pilnā diska), pilns Mēness (aizņem pilnu disku vai vairāk nekā  $\frac{2}{3}$  briesotot vai dilstot) un vecs jeb dilstošs Mēness (aizņem mazāk nekā  $\frac{2}{3}$  no diska līdz dilstošā sirpiša pilnīgai izzušanai). Mēnessgrieži tiek skaitīti no viena jaunā sirpiša parādīšanās brīža līdz nākamajam. Ar noteiktiem mēnessgriežiem savukārt ir saistīts gadalaiku un gada sākums.

Vecākajā romiešu kalendārā (8. gs. p. m. ē.) gads iesākās martā, skaitot par mēneša pirmo dienu jeb kalendu jaunā Mēness sirpiša parādīšanās brīdī. Jautājums par gada sākumu latviešu senajā laika skaitīšanas sistēmā joprojām ir neskaidrs. Pazīstamais latviešu svinamo dienu petnieks Osvalds Līdeks par vasaras sākumu uzskatīja Osiņa jeb Jurga

<sup>4</sup> Līdeks O. Latviešu svētki. R., 1940. 102 lpp.



3. att. Gada sadalījums laikos. A. Brastiņa rekonstrukcija.

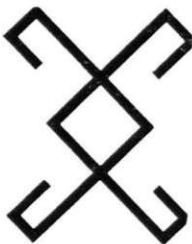
dienu (23. aprīlī).<sup>5</sup> Tas ir laiks, kad daba jau atmodusies jaunai dzīvei, un ar šo dienu sākas pieguļas laiks. Par vasaras beigām viņš pieņēma Miķeļa dienu, no kuras iesākās tumsas un dabas iznīcības laiks. Pēc tam sāka svinēt veļu dienas. Latviešu tautas garīgās dzīves pētnieki Margērs un Māra Grīni seno latviešu gada sadalījumu izskaidro, balstoties uz Arvida Brastiņa atklājumiem.<sup>6</sup> Gads tiek sadalīts astoņos 45 dienu garos laikos ar piecām 9 dienu savaitēm katrā. Pāri paliekošās 5 (vai garajā gadā 6) dienas kalendārā tiek sadalītas starp Ziemassvētkiem un Lieldienām. Gada maiņa izvēlēta Meteņos, kad sākas pavasaris. A. Brastiņa izveidotais kalendārā gada iedalījums nodrošina simetrisku galveno svinamo dienu izkārtojumu (3.att.). Gada ceturkšņu viduspunkti, 45 dienas pēc gadskār-

tām, šajā sistēmā diemžēl nav saistīti ar mēnessgriežu ritmisko maiņu. Tāpēc Meteņi, Ūsiņi, Māras un Mārtiņi it kā svinami vienādā Mēness redzamības fāzē. Tas nesaskan ar jau zināmajām tradīcijām, jo šīs svinamās dienas ir vairāk vai mazāk nesimetriskas pret gada laiku pārliekuma punktiem.

Krievānu Māras jostā var saskatīt labu atbilstību iepriekš aplūkotojiem kalendārā laika skaitīšanas principiem. Pieņemsim, ka gads sākas pavasara saulgriežu laikā (21. martā) ar jaunā Mēness sirpiša parādīšanos Māras dienā (25. martā). Jostā šis laiks attēlots ar pirmo ornamentu — trīsatzaru kreilisko ugunskrustu (sk. 2.att.). Pēc pavasara saulgriežiem pilnmēness laikā tiek svinētas Lieldienas. Jostā Lieldienu ornamentālais raksts 2. ieausts kā daudzatzaru ugunskrusts ar centrālo dārziņu. Ar tādu pašu ornamentu (20 un 26) jostā apzīmēts laiks, kad svin Lielo Māru (15. augustā) un Miķeļus (29. septembrī). Miķeļus tāpat kā Lieldienas svin pilnmēness laikā, atšķirībā no Lielās Māras svētkiem, kuri atbilstoši šīs jostas rakstam iekrit tukšā Mēnesī.

<sup>5</sup> Līdeks O. Latviešu svinamās dienas. R., Latviešu Folkloras krātuves izdevums, 1942. 224 lpp.

<sup>6</sup> Grīns M., Grīna M. Latviešu gads, gadskārta un godi. Amerikas latviešu apvienība, 1987, 10.—44. lpp.



4. att. Vasaras saulstāvju laikazīme. Rekonstrukcija pēc Krievānu Māras jostas ornamentālā motīva.



5. att. Vasaras saulstāvju laikazīmes. *Pa kreisi* — Krievānu Māras jostas rakstu elementi: uz vasaru ejošs gadalaiks (*augšā*) un uz ziemu virzošs gadalaiks (*apakšā*). *Pa labi* — zodiakālā Vēža zīme.

Otrie mēnessgrieži gada ritumā ietver Ušiņa dienas (23. aprīli) svinamo laiku. Jostā šie mēnessgrieži izteikti ar ornamentiem 5—8. Ušiņa svētkus svin nakti pēc jaunā Mēness sirpiša parādīšanās. Šis laiks jostā attēlots ar lielu, raksturīgu ornamentu 5. Ušiņa ornamentālā zīme satur auglības simboliskus elementus, kas tālāk jostā ietverti Jumja ornamentā 22.

Jaunā Mēness sirpiša parādīšanās trešajos mēnessgriežos noteica Urbāna dienas (25. maijā) svinamo laiku. Jostas rakstos Urbāna ornaments 9 ir sazarots ugunskrusts ar centrālo dārziņu. Jostā šis ornaments neatkārtojas.

Ar ļoti raksturīgu ornamentu 13 jostā atzīmēta jaunā Mēness sirpiša parādīšanās vasaras saulstāvjos (21.—22. jūnijā). Tā ir krāšņa vasaras saulstāvju svētku — Jāņu — ornamentālā zīme, kas ietver auglības un kalendārā laika simbolus (sk. arī vāku 1. lpp.).

Jāņa ornaments ietver vairākus pamatelementus, ko var uzskatīt par raksturīgām laikazīmēm. Divi elementi attēlo pretēji savietotas laikazīmes (4. att.). Atsevišķi katra no tām simboliski izteic Saules ritējumu pār debesjumu. Līdz saulgriežiem Saule uzkāpj visaugstāk un diena kļūst visgarākā. Pēc tam Saule rit uz rudens pusi, pakāpeniski slidot lejup un dienām kļūstot īsākām. Tāpēc šīs laikazīmes it kā atdala divus astronomiskos gadalaikus.

Minētās laikazīmes var skaidrot arī no megalitiskās astronomijas izpratnes viedokļa. Geometriski tās attēlo Saules azimutālo ritējumu saullēktos un saulrietos visa gada laikā. Līdz ar to var domāt, ka šīs laikazīmes ietver senāko apkārtējās pasaules izpratnes jēgu.

Interesanti salīdzināt vēl divus Jāņa ornamenta pamatelementus ar astronomijā pazīstamo zodiakālo Vēža zīmi (5. att.). Tās ir saskanīgas laikazīmes, jo abas izteic divus astronomiskos gadalaikus. Viens no ornamenta pamatelementiem (5. att. *pa kreisi augšā*) attēlo uz vasaras saulstāvjiem, otrs — uz ziemas saulstāvjiem (5. att. *pa kreisi apakšā*) ritošu gadalaiku. Tāda pati semantiskā jēga ir zodiakālajai Vēža zīmei, kas arī attēlo divus, gadalaikus raksturojošus ciklus.

Pēc Jāņu nakts pilnmēness laikā svin Laideni (2. jūlijā). Krievānu Māras jostā šie svētki apzīmēti ar tikpat greznu ornamentu (14) kā Jāņi. Arī šis ornaments ietver vairākas gadalaikus atdalošas laikazīmes. Ar Laideni aptuveni sakrīt Pētera diena (29. jūnijā), ko kristīgā baznīca svēta kā apustuļu Pētera un Pāvila nāves dienu. Iespējams, ka kristieši savus svētkus pielāgojuši pagāniskajiem svētkiem, ko svinēja pilnmēness laikā pēc vasaras saulstāvjiem.

Gada piektie mēnessgrieži jostā ieausti ar diviem raksturīgiem ornamentiem — 18 un 19. Šajos mēnessgriežos iekrīt Jēkaba diena (25. jūlijā), ko katoļticīgie svēta par godu apustulim Jēkabam, un arī Annas (26. jūlijā). Jostas rakstos šie svētki tomēr nav izcelti. Toties jostā ar īpatnēju ornamentu 18 apzīmēts pilnmēness laiks. Pēc tam dilstoša Mēness fāzē atzīmēta Uguns diena (10. augustā). Uguns diena (19) jostā attēlota ar labisko

ugunskrustu, ko aptver dārziņš. Ar Uguns dienu saistīti dažādi ticējumi. Desmit dienas pirms tās tautā sauca par uguns laiku. Šajā periodā bija aizliegts dedzināt uguni. Varbūt ornamentu 18 un 19 izteic šo laiku? Senatnē lidumus dedzināja sākot ar Uguns dienu, jo uzskatīja, ka tad kokiem neaugs atvases un arī nedīgs nezāles. No Uguns dienas sākās arī kulšanas darbi rījās un vakarēšana pie uguns gaismas istabās. Uguns laika mēnessgrieži beidzas ar Lielās Māras dienu, ko svin tukša Mēness fāzē.

Nākamie — sestie — mēnessgrieži ietver Jumja svētkus, ko svin pilnmēness laikā. Ornamētālā Jumja zīme 22 jostā attēlota ar pazīstamo auglības simbolu — divām slīpi krustotām, smagi nolikušām vārpām.

Ar septītajiem mēnessgriežiem sākas rudens laiks. Rudens saulgrieži jostā attēloti ar īpatnēju ornamentu 25, kas simboliski izteic četrdalīgu kalendāro laikzīmi. Pēc rudens saulgriežiem seko Miķeļi, ko svin pilnmēness laikā. Miķeļi apzīmēti ar tādu pašu ornamentu kā Lieldienas un Lielā Māra. Pēc Miķeļiem Mēness dilstošā fāzē sākas Veļu laiks. Jostā tas parādīts ar grezniem ornamentiem — 27 un 28. Šiem ornamentiem droši vien ir svarīga mitoloģiskā nozīme. Kreiliskais ugunskrusts 27 un tāpat — kreiliskā laikzīme 28 varbūt simboliski izteic pagājušo laika ritumu. Veļu laiks beidzas nākamajos mēnessgriežos pilnmēness laikā. Jostā tas atzīmēts ar platu kreilisko ugunskrustu 30.

Devītajos mēnessgriežos iekrit Mārtiņu laiks. Mārtiņi, tāpat kā Osiņa diena, tiek svinēti, parādoties jaunam Mēness sirpītim. Mārtiņiem jostā veltīts ornaments 33, kas stipri atšķiras no visiem pārējiem.

Desmitajos mēnessgriežos aizsākas ziemas saulstāvju laiks. Šo periodu raksturo divi grezni jostas raksti. Mēnessgriežu sākums apzīmēts ar ornamentu 37, kas līdzīgs Uguns dienas zīmei 19. Abi ornamentu atšķiras tikai

ar ugunskrustu aptverošā dārziņa orientējumu. Mēness dilstošo fāzi raksturo ornaments 39, kura centrā labiskais ugunskrusts. Šis ornaments pēc uzbūves līdzīgs Veļu laika zīmei 27. Pēdējā gan ietver kreilisko ugunskrustu. Jostas raksti netieši norāda, ka ziemas saulstāvji svinēti ilgāku laiku — no Mēness jaunā sirpiša redzamības līdz Mēness dilstošajai fāzei.

Gada pēdējie mēnessgrieži ietver divas ievērojamas svinamās dienas — Teņa dienu (17. janvāri) un Meteņus (februāra sākumā). Jostas raksti parāda, ka Teņa diena svinēta Mēness jaunā sirpiša redzamības laikā (ornaments 41), bet Meteņi — dilstošā. Meteņi jostā apzīmēti ar greznu, auglības simboliem rotātu ornamentu 43. Meteņa zīme stila ziņā līdzīga Ūsiņa un Jumja zīmei. Gads beidzas ar mēnessgriežiem, kuriem pievienotas liekās dienas (ornaments 49).

Aplūkotā Krievānu Māras jostas kalendārā sistēma neatklāj visus senā laika skaitīšanas elementus. Nenoskaidrots paliek jautājums par dienu sadalījumu mēnessgriežos, kā arī par lunārā jeb mēness gada lieko 11 dienu sadalīšanu. Iespējams, ka jostas raksti ietver vēl citas neapzinātas svinamās dienas, kuras latviešu tradīcijās mazāk pieminētas. Jāņem vērā arī, ka jostas kalendārā sistēma veidota hipotētiski, balstoties uz ornamentu lineāro izkārtojumu. Tāpēc iegūtie rezultāti kritiski izvērtējami, salīdzinot tos ar citiem etnogrāfiskajiem materiāliem.

Neraugoties uz ornamentu interpretācijas hipotētisko raksturu, ir skaidrs, ka Krievānu Māras jostas raksti ir īpatnējs kodētās informācijas veids, kas ietver senus cilvēku priekšstatus par apkārtējo telpu un laika ritumu. Par to liecina jostas rakstu lineārā struktūra un ornamentu dažādība. Pie debess skatītās laikzīmes — mēnessgrieži ar Mēness izskata maiņu — varēja rast atspoguļojumu ornamētālajos rakstos.



## PROGRAMMA VIENĀDOJUMU SISTĒMAS RISINĀŠANAI

**Pirmoreiz mūsu rubrikā programmu piedāvā profesionāls astronoms. Māris Ābele programmu izmanto savā eksperimentatora darbā, apstrādājot novērojumu rezultātus un konstruējot jaunas optiskās ierīces.**

— **Kā un kāpēc jūs izstrādājāt programmu vienādojumu sistēmas risināšanai?**

— Pirms desmit gadiem es aktīvi nodarbojos ar Zemes mākslīgo pavadoņu attāluma mērīšanu, izmantojot lāzertālmēru. Kamēr ZMP atrodas redzamības zonā, var izdarīt apmēram 200 «lāzeršāvienus». No mērījumiem bija jānoskaidro, kā laikā mainās attālums līdz ZMP. Attāluma atkarība no laika ir visai sarežģīta funkcija, kuru var izteikt ar piektās kārtas polinomu  $s = a + bt + ct^2 + dt^3 + et^4 + ft^5$ . Šešu nezināmo koeficientu noteikšanai grībējās izmantot visus 200 novērojumus. Universitāte tolaik tikko bija saņēmusi jaunu vienotās sērijas ESM, kurai vēl nebija programmnodrošinājuma. Tā kā neesmu profesionāls programmētājs, tad zināmie algoritmi mani neapmierināja savas sarežģītības, skaitļotāja lielās atmiņas izmantošanas un līdz ar to lēndarbības dēļ. Caurskatot dažādas grāmatas par skaitliskajām metodēm, «uzdūros» t. s. Holeska metodei. Iepazinos ar programmēšanas valodas PL pamatiem un «pārtulkoju» Holeska algoritmu programmā, kuru es glabāju piecās perfokartēs.

— **Bet kur tad palika 200 pulksteņa rādījumi un 200 lāzera gaismas impulsa lidojuma laiki?**

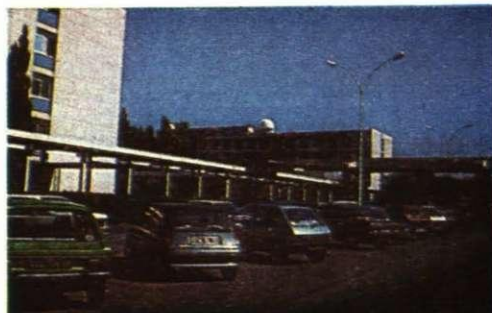
— Novērošanas stacijā pulksteņa rādījumi un lāzerimpulsa lidojuma laiki automātiski tiek fiksēti perfolentē. Mans kolēģis E. Mūkins palīdzēja automatizēt datu ielasišanu no perfolentes skaitļotāja atmiņā.

— **Jūsu programmas pašreizējā versija uzrakstīta personālskaitļotājam BK-0010. Vai arī to izmantojat savā darbā?**

— Apmēram pirms gada tika ievērots, ka kaut kas nav kārtībā ar tālmēra teleskopa orientāciju. Bija aizdomas, ka atkarībā no teleskopa pagrieziena leņķa mainās vertikālās ass stāvoklis. Uz teleskopa uzlika līmenrādi un izmērija novirzi  $s$  no vertikāles atkarībā no teleskopa pagrieziena leņķa  $t$ . Skaidrs, ka šai atkarībai jābūt periodiskai funkcijai no leņķa. Izvēlējos formulu  $s = a \sin(t) + b \cos(t) + c \sin(2t) + d \cos(2t)$ . Tajā laikā observatorijā parādījās personālskaitļotājs BK-0010. Iepazinos ar programmēšanas pamatiem beisikā un izmēģināju jau apgūto Holeska metodi. Bez pūlēm atradu koeficientus  $a, b, c, d$ , atrisinot 140 vienādojumu sistēmu. Par spīti nelielai atmiņai, risinu visdažādākās problēmas. Pašreiz nākas konstruēt jaunu optisko sistēmu, kuras optimizēšanai jārisina vienādojumu sistēma ar sešiem nezināmajiem. Izmainu stikla laušanas koeficienta vērtību, lē-



Langdoka Zinātnes un tehnikas universitātes teritorijā.



Skats no ieejas ēkā, kurā notika kolokvija sēdes.



Ieliņa Monpeljē vecpilsētā.



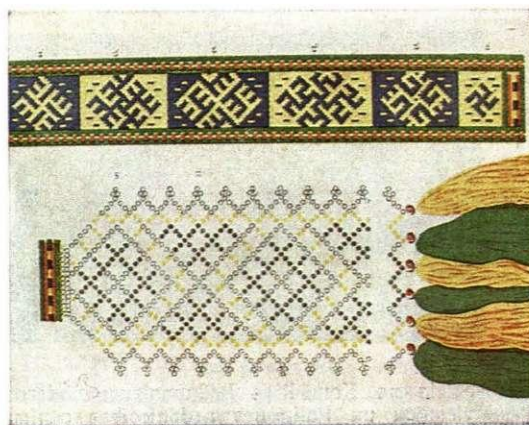
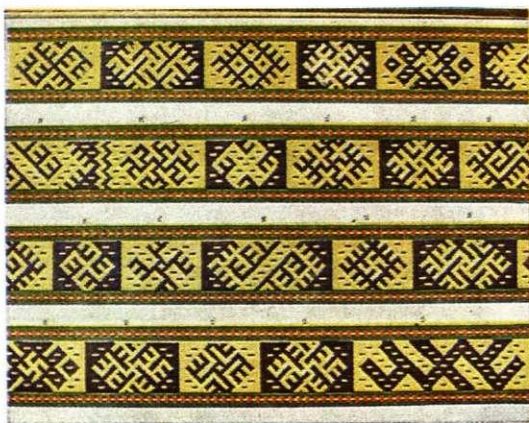
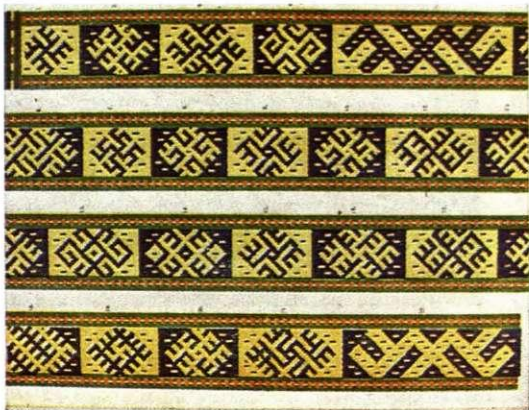
Modernais Antigones dzīvojamais rajons Monpeljē centra tuvumā.



Komēdijas laukums Monpeljē.



Skats no Komēdijas laukuma uz modernu viesnīcu un Poligones tirdzniecības centru.

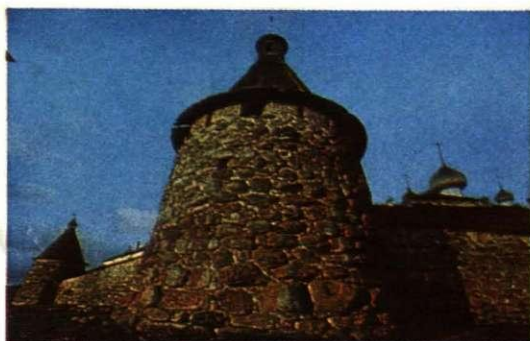


Krievānu Māras jostas raksti. Josta nāk no Augšzemes, no Kaldabruņas Mačulāniem (Ilūkstes apr.). Tā ir viena no vecākajām jostām, kas saglabājušās līdz mūsu dienām (Latvijas Vēstures muzeja Etnogrāfijas nodaļā).





Solovkas kremļa siena.



Solovkas kremļa nocietinājuma tornis.



Lielās Zajakas salas kapulauks ar raksturīgajām akmeņu kaudzēm, zem kurām apbedīti mirušie (2.—1. g. t. p. m. ē.).



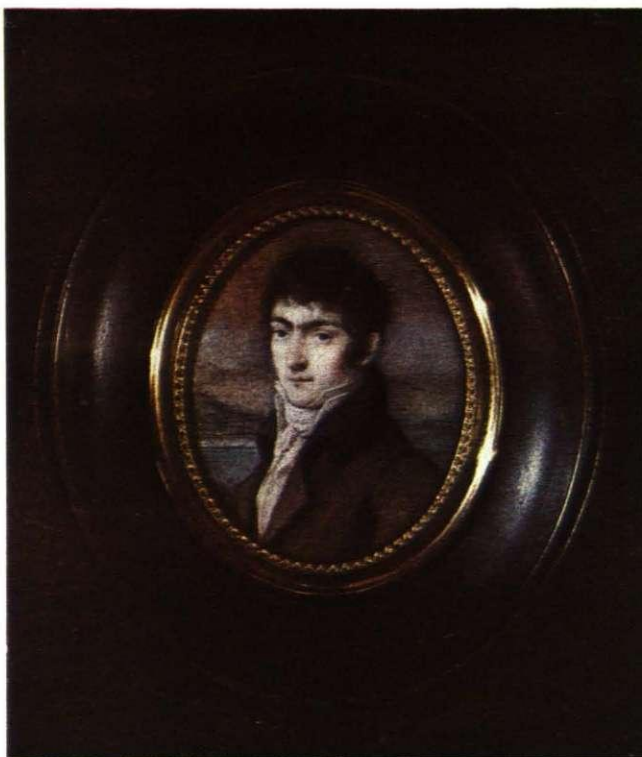
Viens no Lielās Zajakas salas labirintiem, kuram atklāta raksturīga astronomisko virzienu sistēma.



Lielās Zajakas salas augšējais labirints. Tālumā pie horizonta redzama Mazā Zajakas sala.



Labirinta spirālveida loki tuvplānā. Skats uz Lielās Zajakas salas augšējo labirintu.



Par miniatūro Teodora Grothusa portretu Latvijas PSR Aizrobežu mākslas muzeja zinātniskā līdzstrādniece Vera Bartoševska sniedz šādu informāciju:

— Ar šo miniatūro portretu Aizrobežu mākslas muzejs lepojas gan tā mākslinieciskā, gan arī vēsturiskā nozīmīguma dēļ. Šā interesantā mākslas darba vēsture ir tikpat neparasta kā tajā attēlotā zinātnieka mužs. Miniatūras autors ir franču grafiķis Zils Luī Kretjēns (1754—1811), kas to pēc pasūtījuma gleznojis 1807. gadā, kad T. Grothuss kādu laiku dzīvoja Parīzē. Pēc T. Grothusa nāves 1822. gadā miniatūra kopā ar zinātnieka arhīvu nodota Kurzemes Literatūras un mākslas biedrībai Jelgavā, vēlāk Kurzemes provinces muzejam. Otrā pasaules kara laikā tā kopā ar citiem mākslas priekšmetiem nosūtīta uz Vāciju un tādejādi paglābusies no iznīcības 1944. gada vasarā, kad karadarbības rezultātā gandrīz pilnīgi tika nopostīta Jelgava. 1946. gadā Grothusa portrets nokļuvis Maskavā, no turienes atsūtīts uz Rīgu un iekļauts Aizrobežu mākslas muzeja fondos. Miniatūra gleznota uz kaula pamata akvareļa tehnikā. Tās lielums ir 6,5×5,2 cm. Seit ievietotā reprodukcija uzskatāma par šā mākslas darba pirmpublicējumu.

T. Grothusa portrets bijis eksponēts Aizrobežu mākslas muzejā Rīgā (no 1984. g. augusta līdz 1987. g. martam un 1988. gadā no janvāra līdz augustam) un Meisenes manufaktūras izstāžu zālē Vācijas Demokrātiskajā Republikā (1987. gadā no aprīļa līdz oktobrim).

cas sfēras rādiusu, attalumu starp lēcām un citus parametrus un risinā vienojumu sistēmu no jauna. Meklēju tādus parametrus, lai optiskajai sistēmai panāktu vēlamo gaismaspēju. Vienkāršāk sakot, vienojumu sistēmas atrisinājumi rāda, vai izvēlētie parametri konstrukcijā tuvinā ideālai sistēmai vai attālina no tās. Jāpanāk, lai visi stari, kas ies cauri sistēmai, nonāktu vienā punktā, t.i., fokusā, neatkarīgi no stara ģeometrijas un viļņa garuma. Reizēm darbinu skaitļotāju cauru nakti un dienu. Parametru meklēšanu taču arī var automatizēt. Jāuzraksta tikai dažas papildu rindas programmai. Kā praktiķis esmu ļoti apmierināts ar Holeska metodi. Tā mani nekad nav pievilusi. Iesaku to arī citiem.

— Atļausos demonstrēt jūsu programmu divos raksturīgos piemēros: vienojumu sistēmas atrisināšanā un novērojumu rezultātu apstrādē.

Elipsi, kuras centrs sakrīt ar koordinātu sistēmas sākumpunktu, apraksta vienojums  $aX^2 + XY + cY^2 = 1$ . Kā redzams, triju nezināmo koeficientu noteikšanai jāzina trīs elipsei piederošo punktu koordinātas. Mūsu izdevuma iepriekšējā un šajā numurā ir pierādīts, ka šādi trīs punkti ir, piemēram, virsotnes jebkuram trīsstūrim, kura ģeometriskais centrs ir koordinātu sākumpunktā. Izvēlēsimies trīsstūri  $(-128, -74)$ ,  $(169, -31)$ ,  $(-41, 105)$ . Šā trīsstūra virsotņu  $X$  un  $Y$  koordinātu summa ir 0, tātad ģeometriskais centrs atrodas koordinātu sākumpunktā. No koordinātām aprēķinām vienojumu sistēmas koeficientus, piemēram,  $C(1,1) = (-128) \cdot (-128) = 16384$ ,  $C(1,2) = (-128) \cdot (-74) = 9472$ ,  $C(1,3) = (-74) \cdot (-74) = 5476$ ,  $C(1,4) = 1$ .

Strādājot ar programmu, uz ekrāna veidojas šāds dialogs:

Ievadiet nezināmo skaitu? 3  
 Ievadiet vienojumu skaitu? 3  
 Ievadiet koeficientu  $C(1,1)$ ? 16384  
 Ievadiet koeficientu  $C(1,2)$ ? 9472  
 Ievadiet koeficientu  $C(1,3)$ ? 5476  
 Ievadiet koeficientu  $C(1,4)$ ? 1  
 Ievadiet koeficientu  $C(2,1)$ ? 28561  
 Ievadiet koeficientu  $C(2,2)$ ? -14711  
 Ievadiet koeficientu  $C(2,3)$ ? 961  
 Ievadiet koeficientu  $C(2,4)$ ? 1

Ievadiet koeficientu  $C(3,1)$ ? 1681  
 Ievadiet koeficientu  $C(3,2)$ ? -4305  
 Ievadiet koeficientu  $C(3,3)$ ? 11025  
 Ievadiet koeficientu  $C(3,4)$ ? 1  
 $X(1) = 0.00003217 \dots$   
 $X(2) = 2.6529 \dots E-7$   
 $X(3) = 0.000085901 \dots$

Elipses vienojuma koeficienti tātad ir  $a=X(1)$ ,  $b=X(2)$ ,  $c=X(3)$ . Izmantojot šos koeficientus un elipses vienojumu, ar skaitļotāju var uzzīmēt elipsi un pārliecināties, ka tā iet cauri dotā trīsstūra virsotnēm.

Tagad aplūkosim no ballistiskas pistoles izšautas pingponga bumbiņas kustību, kas uzņemta filmā\*. Tabulā doti filmas apstrādes rezultāti, bumbiņas koordinātas atkarībā no laika. Pieņemot, ka bumbiņa lido atbilstoši skolas fizikas kursā labi zināmajam likumam  $y = vt - gt^2/2$ , atradisim sākumātrumu un brīvās krišanas paātrinājumu. Salīdzinot kustības vienojumu ar programmā uzrakstīto vienojumu sistēmu, redzam, ka  $C(n,1) = t(n)$ ,  $C(n,2) = t(n) \cdot t(n)$ ,  $C(n,3) = y(n)$ . Tā kā ta-

No ballistiskas pistoles izšautas pingponga bumbiņas lidojuma laiks un vertikālā koordināta kā dati programmai

Laiks $t$ , s	$t \cdot t$ , s <sup>2</sup>	Koord. $y$ , cm
$C(n,1)$	$C(n,2)$	$C(n,3)$
0.02	0.0004	6.5
0.04	0.0016	13.0
0.06	0.0036	18.7
0.08	0.0064	24.0
0.10	0.01	29.0
0.12	0.0144	33.7
0.14	0.0196	38.0
0.16	0.0256	41.7
0.18	0.0324	45.0
0.20	0.04	48.0
0.22	0.0484	50.7
0.24	0.0576	53.2
0.26	0.0676	55.0
0.28	0.0784	56.5
0.30	0.09	57.5
0.32	0.1024	58.3
0.34	0.1156	58.7

\* Sk.: Zvaigžņotā Debess, 1979./80. gada ziema, 48.—53. lpp.

bulā doti 17 novērojumu dati, tad mums ir 17 vienādojumi un divi nezināmie  $X(1)=v$  un  $X(2)=-g/2$ . Atbildot uz programmas jautājumiem ar tabulas datiem, uz ekrāna parādīsies atrisinājumi  $X(1)=338,9\dots$  un  $X(2)=$

$=-490,1\dots$ . Tātad sākumātrums  $v$  bumbiņai ir bijis 3,39 m/s, bet brīvās krišanas paātrinājums 9,8 m/s<sup>2</sup>.

Sarunu pierakstīja T. Romanovskis.

## PROGRAMMA

```

10 REM Vienādojumu sistēmas risināšana ar Holesku metodi
20 REM BK 0010 versija M. Ābele, Latvijas Universitāte
30 REM
40 REM K - nezināmo skaits, M - vienādojumu skaits, K<=M
50 REM C(1,1)=X(1)+C(1,2)*X(2)+...+C(1,K)*X(K)+C(1,K+1)
60 REM C(2,1)=X(1)+C(2,2)*X(2)+...+C(2,K)*X(K)+C(2,K+1)
70 REM
80 REM C(M,1)=X(1)+C(M,2)*X(2)+...+C(M,K)*X(K)+C(M,K+1)
90 REM Atrisinājumi: X(I)=U(I,K+1), X(K)=U(K,K+1)
100 REM
110 GOSUB 1000 'koeficientu ievadīšana
120 GOSUB 2000 'vienādojumu sistēmas atrisināšana
130 GOSUB 3000 'rezultātu izvadīšana
140 STOP
1000 REM 'koeficientu ievadīšana
1010 INPUT "Ievadiet nezināmo skaits K:" K
1020 INPUT "Ievadiet vienādojumu skaits M:" M
1030 DIM C(M+2,K+2), U(K+2,K+2)
1040 FOR S=1 TO M
1050 FOR J=1 TO K+1
1060 PRINT "Ievadiet koeficientu C(1,S):",J,C(1,S)
1070 INPUT C(S,J)
1080 NEXT J, S
1090 RETURN
2000 REM 'vienādojumu sistēmas risināšana
2010 FOR S=1 TO K
2020 FOR J=S TO K+1
2030 U(S,J)=0
2040 FOR Q=1 TO M
2050 U(S,J)=U(S,J)+C(Q,S)*C(Q,J)
2060 NEXT Q
2070 IF S=1 THEN GOTO 2110
2080 FOR Q=1 TO S-1
2090 U(S,J)=U(S,J)+U(Q,S)*U(Q,J)+U(Q,Q)
2100 NEXT Q
2110 IF S=J THEN GOTO 2130
2120 U(S,J)=U(S,J)/U(S,S)
2130 NEXT J, S
2140 FOR S=K+1 TO 1 STEP -1
2150 FOR Q=S+1 TO K
2160 U(S,K+1)=U(S,K+1)+U(S,Q)*U(Q,K+1)
2170 NEXT Q, S
2180 RETURN
3000 REM 'rezultātu izvadīšana
3010 FOR J=1 TO K
3020 PRINT "X(1),J)=",U(J,K+1)
3030 NEXT J
3040 RETURN

```

PIETEIKUMS ★★ PIETEIKUMS ★★ PIETEIKUMS

## Strādājam ar datoru

Pēc 1989. gada ziņām, vairāk nekā 70 procentos skolu ir skaitļotāju klases. Strauji pieaudzis personālskaitļotāju daudzums augstskolās, zinātniskajās iestādēs un mājās. Vēl nesen galvenais darbošanās veids ar skaitļotāju bija programmēšana, pie tam beigiskā. Sodiens arvien lielāku īpatsvaru gūst darbs ar gatavām programmu paketēm. Var minēt četras visizplatītākās programmas: teksta redaktors, grafiskais redaktors, datu bāzes un elektroniskās tabulas. Ārzemēs tās nereti sauc arī par teksta, zīmējumu, datu un skaitļu procesoriem. Šīs programmas, neatkarīgi no lietotāja profesijas, būtiski paaugstina garīgā darba kultūru.

Diemžēl latviešu valodā nav literatūras par šādu programmu lietošanu, nav arī nostiprinājusies terminoloģija, un daudzi izmanto programmas, kurās dienesta informācija ir angļu vai vācu valodā. Tāpēc mūsu izdevums sāks iepazīstināt ar populārākajām lietīšajām programmām. Par pamatu ņemsim tās, kuras izstrādātas IBM firmas savie-tojamiem personālskaitļotājiem (datoriem) un mūsu republikā visizplatītākajam skolas skaitļotājam BK-0010.

Minētās datu apstrādes programmas nav saistītas ar konkrētu profesiju. Tomēr, lai veicinātu mūsu lasītāju interesi, piemērus ņemsim no mūsu žurnāla tematikas.

T. Romanovskis



## JAUNA HIPOTĒZE PAR KVAZĀRU UN RADIOGALAKTIKU DABU

Radiogalaktikas un kvazāri\* atšķirībā no komētām,

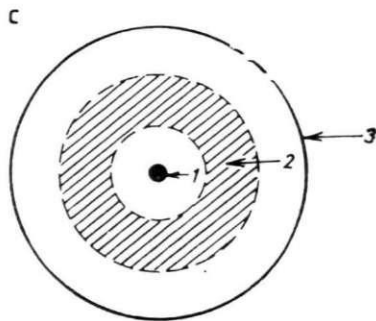
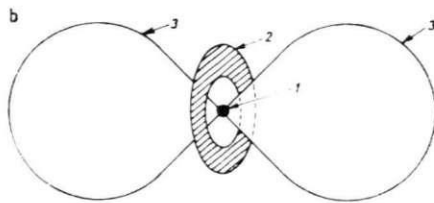
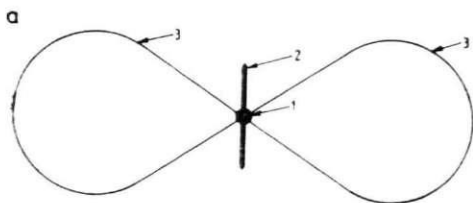
\* Sk. autora rakstus: «Radiogalaktikas» (krāj.: Kosmiskie trokšņi. R., 1963, 54.—67. lpp.), «Kas notiek superzvaigznēs?» (Astronomiskais kalendārs 1966. gadam, 111.—134. lpp.), «Jaunākās atziņas par kvazāru dabu» (Zvaigžņotā Debess, 1979. gada pavasaris, 1.—10. lpp.) un «Kas jauns kvazāru pētniecībā?» (turpat, 1985. gada pavasaris, 17.—26. lpp.).

planētām, zvaigznēm un parastajām galaktikām, kā zināms, nav gluži ordināri kosmiskie objekti. Tie iekļuvuši astronomu interešu sfērā samērā nesen — mūsu gadsimta otrajā pusē, pateicoties jaunajām iespējām, kādas pavēra kosmiskā radiostarojuma reģistrēšanas un analīzes metožu izstrādāšana un ieviešana astronomisko pētījumu praksē, tas ir, radioastronomijas izveidošanās.

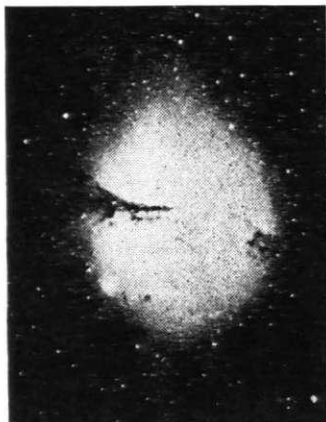
So objektu pētīšanas gaitā gūtās atziņas ievērojami paplašinājušas mūsu zināšanas par kosmiskās matērijas aprites īpatnībām, kā arī radījušas virkni jaunu problēmu, kuru atrisināšanai būtu ļoti liela nozīme tālākā Metagalaktikas uzbūves un

attīstības, ar novērojumu datiem saskanīgas kopējās ainas precizēšanā un izveidošanā, kas ir galvenais fundamentālo zinātņu, un it sevišķi jau astronomijas, uzdevums.

Attiecībā uz kvazāriem pašlaik dominē uzskats, ka tās ir parastas, pa lielāku daļu jaunizveidojušās galaktikas, kuru kodols atrodas neparastas aktivitātes stadijā sakarā ar pastiprinātu apkārtējās vielas akrēciju uz to. Rezultātā, norisinoties dažādiem specifiskiem fizikālajiem procesiem, ģenerējas šo objektu neparasti spēcīgais, ļoti lielos attālumos reģistrējams starojums plašā spektra diapazonā. Taču neskaidro jautājumu loks,



1. att. Atkarībā no aktīvās galaktikas orientācijas tā tiek uztverta vai nu kā radiogalaktika (attēli *a* un *b*), vai arī kā kvazārs (attēls *c*, kur galaktika redzama no priekšas un kļūst saskatāms tās aktīvā kodola starojums optiskajā diapazonā, kas radiogalaktikas gadījumā var būt pat pilnīgi aizsegts ar kodolu aptverošo gāzu un putekļu disku): 1 — radiogalaktikas kodols (var būt redzams gan optiskajā, gan radiodiapazonā), 2 — putekļu un gāzu akrēcijas disks (redzams optiskajā diapazonā kā starojumu absorbējošas vielas masa), 3 — galaktikas magnētiskā lauka ass virzienā no galaktikas kodola izmesto relativistisko daļiņu «spārni» (redzami tikai radiodiapazonā).



2. att. Galaktika NGC 5128—  
Zemei tuvākā intensīva  
kosmiskā radiostarojuma  
avota jeb radiogalaktikas  
Centaurus A optiskais attēls.

kas saistās ar kvazāriem, vēl joprojām ir ļoti plašs, tādēļ kvazāru pētniecība, ņemot vērā to svarīgo lomu kosmisko parādību kopsakarību noskaidrošanā, intensīvi turpinās. To pašu var teikt arī par radiogalaktikām un mēģinājumiem sasaistīt gan šīs pekulārās, gan parastās ga-

laktikas vienotā genealogiskā vai evolucionārā sistēmā.

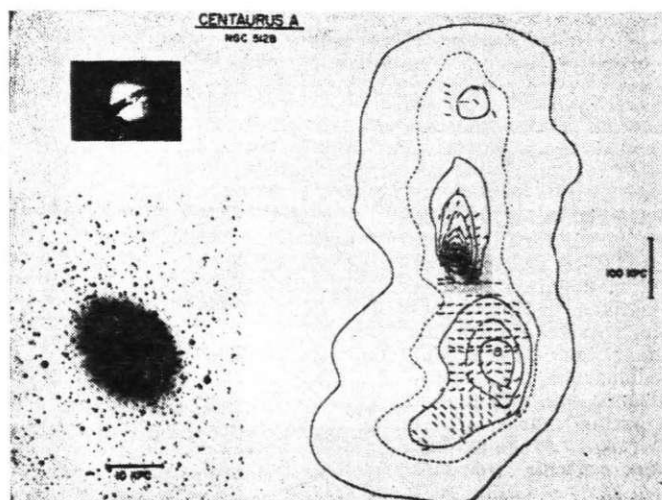
Nesen ar jaunu interesantu hipotēzi šajā jomā nācis klajā holandiešu astrofizikis Peters Bartels (Groningenas universitāte). Viņš uzskata, ka radiogalaktikas un kvazāri ir vieni un tie paši objekti; atšķirības cēlonis ir to orientācija attiecībā pret novērotāja skata virzienu, tātad tīri geometriskas dabas efekts. Schematiski tas parādīts 1. attēlā.

Līdz ar to abos gadījumos runa ir par galaktikām. Novērojumi liecina, ka ikvienas galaktikas centrālajā daļā esošais veidojums, tā sauktais kodols, uzrāda lielāku vai mazāku aktivitāti, kuras rezultātā galaktikas magnētiskā lauka ass virzienā tiek izstaroti vairāk vai mazāk intensīvi lādētu daļiņu, it īpaši relativistisku elektronu, kūļi. Sevišķi uzskatāma šī aina kļūst, novērojot galaktikas radiodiapazonā, tas ir, pētot tās ar radioastronomiskām metodēm. Abpus galaktikai, ja tā novērojama no sāniem, labi redzami divi milzīgi spārni — spēcīgu radiostarojumu ģenerējoši apgabali (sk. 1. att. a, b).

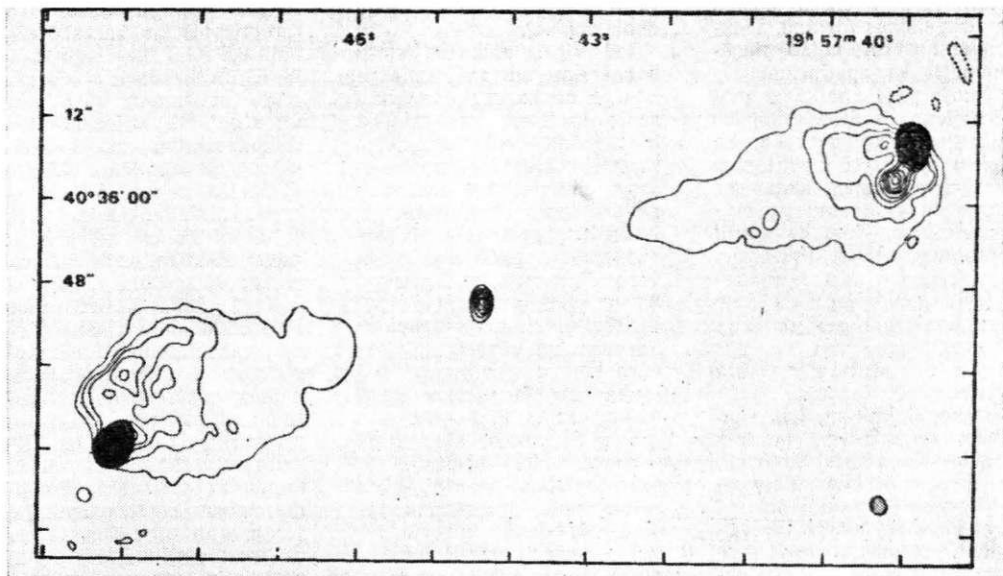
Nesen ar radioteleskopiem izdevies novērot vājas strūklas, kas stiepjas no galaktikas kodola uz spārnēm. Šīs strūklas acimredzot iezīmē paštrināto elektronu un citu lādēto, ar lielu enerģiju apveltīto daļiņu kustības trajektorijas, pa kurām tiek pārnesta enerģija no kodola slēptā avota, iespējams, melnā cauruma, uz radiostarojumu ģenerējošajiem spārnēm. Radiostarojuma cēlonis ir lādēto daļiņu paštrināta kustība šo apgabalu magnētiskajos laukos.

Kvazāri optiskajā diapazonā šķiet gan no galaktikām, gan radiogalaktikām stipri atšķirīgi objekti. Tie ir ļoti spoži un, galvenais, neliela izmēra veidojumi. Kvazāri uzrāda arī ļoti spēcīgu radiostarojumu, taču tas parasti saistīts it kā ar pašu šo objektu, nevis ar diviem apgabaliem abpus tam, kā tas ir raksturīgi radiogalaktikām.

Šīs situācijas analīze tad arī rosinājusi P. Bartelu izvirzīt domu, ka kvazāri un radiogalaktikas pieder pie vienas kosmisko objektu grupas — aktivajām galaktikām, kuru kodolus aptver un



3. att. Centaurus A (NGC 5128) optiskā un radioattēla savietojums: kreisajā pusē augšā — tas pats attēls, kas redzams 2. att. (tikai samazināts), kreisajā pusē apakšā — palielināts NGC 5128 attēls (negatīvs) ar iezīmētiem diviem intensīviem centrālajiem radiostarojuma apgabaliem, labajā pusē — NGC 5128 radioattēls. Izofotas savieno vienādi intensīvi izstarojošos punktus, svītrīņas iezīmē radiostarojuma polarizācijas vektora virzienus.



4. att. Vēl vienas radiogalakcijas — Cyg A — attēls 6 cm radiodiapazonā. Šī galaktika, kas atrodas Gulbja zvaigznajā, ir pavērsta pret mums ar sāniem — tas ir 1. attēlā a parādītās shematiskās ainās reāls piemērs: centrā galaktika un abpus tai radiodiapazonā izstarojošie spārni, kuros ar melniem laukumiem iezīmēti visintensīvāka izstarojuma apgabali.

aizsedz samērā blīvi torveida gāzu un putekļu mākoņi. Tora rādiuss ir vairāki simti gaismas gadu. Relativistisko elektronu un citu lādēto daļiņu strūkļas ir virzītas gar tora asi, kā virzīts arī galaktikas kopējais dipolveidīgais magnētiskais lauks.

Ja tors redzams no sāniem, tad putekļi aizsedz spožo kodolu un radiodiapazonā ir redzami divi radiostarojumu ģenerējoši apgabali — radiogalaktikām tipiska aina. Ja tora, un līdz ar to starojuma, ass vērstas Zemes virzienā, kļūst redzams spožais kodols, un objekts tiek uztverts un reģistrēts kā kvazārs.

Skaidrs, ka arī kvazāriem ir divi radiostarojumu ģenerējoši apgabali. Taču ģeometriskās orientācijas rezultātā priekšplānā izvirzās viens apgabals, kuru baro

Zemes virzienā plūstošu relativistisku daļiņu strūkļa. Otro, pa daļai vai pat pilnīgi aizsegto, apgabalu baro pretēja virziena plūsma. Saskaņā ar relativitātes teoriju, ātri kustējoša objekta starojums vienmēr ir spēcīgāks kustības virzienā. Tādēļ arī uz Zemi vērstās strūkļas starojums jeb spožums radiodiapazonā ir simtiem reižu lielāks nekā pretējā virziena strūkļas spožums. Jāņem vērā arī tas, ka uz Zemi vērstā strūkļa kustas paātrināti, kas pastiprina Doplera efektu. Visa tā rezultātā radioteleskopī reģistrē tikai uz Zemi vērstās strūkļas starojumu.

Starp citu, P. Bartela jaunā hipotēze izskaidro vēl vienu ar kvazāriem saistītu miklu — kustību, kuras ātrums pārsniedz gaismas izplatīšanās ātrumu. Šādi ga-

dījumi tika atklāti, novērojot un izmērot no kvazāriem, no to centralās daļas izplūstošo strūkļu ātrumu. Analizējot šo, no relativitātes teorijas viedokļa, it kā neiespējamo problēmu, astronomiem izdevās parādīt, ka šādi gadījumi nebūt nerunā preti relativitātes teorijas pamatnostādņēm par materiālu objektu kustības ātruma ierobežojumu ar  $c$  — gaismas izplatīšanās ātrumu vakuumā un ka tos ir iespējams izskaidrot ar ģeometriskiem efektiem, ja šādas strūkļas ir vērstas Zemes virzienā.

Izejot no pieņēmuma, ka kvazāri, un tātad arī to ģenerētās strūkļas, telpā var būt orientēti ļoti dažādi, astronomi secināja, ka tikai nedaudziem kvazāriem šīs strūkļas var būt vērstas tieši Zemes virzienā un līdz ar to arī tikai nedaudziem kva-

zāriem tās šķietami kustas ar virsgaismas ātrumu. Līdzšinējie novērojumi šo pieņēmumu it kā apstiprina.

Tomēr pēdējā laikā ar modernajiem radioteleskopiem veiktie novērojumi rāda, ka visiem detalizēti izpētītajiem kvazāriem pastāv šādas ar virsgaismas ātrumu apveltītas strūklas. Tas, kā viegli saprotams, atbilst P. Bartela hipotēzei, ka mēs kosmisko objektu novērojam kā kvazāru tikai tajā gadījumā, ja tā magnētiskā ass un gar to plūstošā strūkla ir vērsta uz Zemi.

Radiogalaktikām, kas skatāmas no sāniem, neviena strūkla nav vērsta uz Zemi. Tādēļ abas ir redzamas, un to spožums radiodiapazonā ir mazāks nekā kvazāra vienīgās redzamās strūklas spožums. Bez tam radiogalaktiku strūklu ātrumam, ja pareiza ir P. Bartela hipotēze, nevajadzētu arī pārsniegt gaismas izplatīšanās ātrumu. Tas nozīmē, ka šā pēdējā secinājuma pārbaude varētu dot ļoti spēcīgu argumentu vai nu par, vai pret jauno hipotēzi, taču, kā norāda P. Bartels, radiogalaktiku strūklu ātrumu būs

grūti izmērit strūklu vājā spožuma dēļ.

Vēl viena atšķirība starp kvazāriem un radiogalaktikām ir tā, ka radiogalaktiku radiostarojums, kas faktiski ir noteiktā veidā orientētos magnētiskajos laukos kustošos relativistisko elektronu sinhrotronais starojums, ir ievērojami polarizēts. Kvazāriem šādu parādību nenovēro. P. Bartels to izskaidro kā dabisku starojuma depolarizāciju, tam ejot cauri karstiem un blīviem no kvazāra kodola gar magnētiskā lauka asi iemestiem gāzu mākoņiem. Radiogalaktiku radiostarojumam, kas vērsts perpendikulāri šai asij, jāšķērso daudz plānāki gāzu slāņi, tādēļ depolarizācijas efekts ir daudz mazāks.

Ja pareiza ir P. Bartela hipotēze un atšķirības starp kvazāriem un radiogalaktikām ir saistītas tikai ar to orientāciju attiecībā pret skata virzienu, tad var mēģināt aprēķināt minimālo leņķi starp šo skata virzienu un galaktikas magnētiskā lauka asi vai no tās izplūstošās strūklas virzienu, kurā radiogalaktiku sākam uztvert kā kvazāru, un otrādi. Ana-

lizējot spēcīgus kosmiskos radioavotus ar sarkano nobīdi 0,5—1,0, kas atbilst ap 4—6 miljardiem gaismas gadu attālumam līdz tiem, un zinot, ka attiecība starp radiogalaktiku un kvazāru skaitu ir apmēram 30:13, P. Bartels nonāca pie secinājuma, ka šis leņķis, kurā kvazārs vēl netiek uztverts kā radiogalaktika, nedrīkst pārsniegt 45 grādus.

Kaut gan, kā redzējām, P. Bartela ideja visai loģiski un, var pat teikt, eleganti sistematizē visus pašlaik zināmos novērojumu un pētījumu datus par kvazāriem un radiogalaktikām, uz neko vairāk kā hipotēzes nosaukumu tā pagaidām pretendēt nevar. Nepieciešami gan vienu, gan otru objektu padziļināti pētījumi, lai šo hipotēzi vai nu paaugstinātu teorijas rangā, vai noraidītu. Tomēr var droši apgalvot, ka tā ir vērtējama kā ļoti nopietns mēģinājums un ievērojams ieguldījums šo eksotisko kosmisko objektu dabas izpratnē un Metagalaktikas uzbūves kopainas noskaidrošanā.

A. B a l k l a v s

## JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ 1989. gada 8. augustā ar nesējraķeti «Ariane» stipri izstieptā orbītā (perigejs 200 km, apogejs 36 000 km augstumā) ievadīta pirmā astrometriskiem novērojumiem domātā kosmiskā observatorija — Rietumeiropas valstu pavadonis HIPPARCOS (High-Precision Parallax Collecting Satellite); nedaudz vēlāk tam ar savu raķešdzinēju bija jāpāriet uz ģeostacionāro orbītu. Vairākkārt pārlūkojot visu debesi ar diviem pavadoni uzstādītajiem 30 cm teleskopiem, kuru optiskās asis veido lielu, taču ļoti labi zināmu leņķi, vajadzēja ārkārtīgi precīzi fiksēt redzeslaukā nonākušo zvaigžņu savstarpējos leņķiskos attālumus. Pamatojoties uz šiem datiem, tiku izveidots 120 000 zvaigznes ietverošs katalogs, kurā šo spīdekļu leņķiskās koordinātas un paralakse būtu noteiktas kādas 50 reizes precīzāk (ar tikai 0,002'' kļūdu) nekā katalogos, kas sastādīti pēc novērojumiem no Zemes. Taču dzinēja neieslēgšanās dēļ HIPPARCOS palika eliptiskajā orbītā, kurā ir nelabvēlīgāki Saules bateriju darbības apstākļi un nav iespējami nepārtraukti radiosakari starp pavadoni un Zemi, kādi būtu nepieciešami pilnas novērojumu programmas īstenošanai. Tādēļ katru zvaigzni varēs novērot nevis plānotās 80, bet gan tikai 10 reizes, un tās astrometrisko raksturlielumu noteikšanas precizitāte acimredzot būs «tikai» 15 reizes augstāka nekā no Zemes.





## GROTHUSA LOMA ZINĀTNISKĀS METEORĪTIKAS IZVEIDĒ

ALINA  
JEREMEJEVA

Teodors Grothuss [1785—1822] zinātnes vēsturē pazīstams kā viens no elektroķīmijas un fotoķīmijas pamatlicējiem. Nozīmīga, bet līdz šim neizgaismota ir viņa darbība zinātniskās meteorītikas pamatu izveidošanā un tālākās attīstības procesā. Par Teodoru Grothusu, kas pagājušā gadsimta sākumā dzīvojis un strādājis Gedučos (tag. Lietuvā) un cieši sadarbojies ar tālaika kultūras un izglītības centru Jelgavā, stāstījis A. Jeremejevas rakstā jau mūsu izdevuma iepriekšējā numurā. Tur atainota jaunas zinātnes nozares — meteorītikas — izveidošanās un vācu fiziķa E. Hladni revolucionārās idejas šajā jomā.

19. gadsimta pirmajā ceturksnī E. Hladni ar lielu entuziasmu pētīja senās hronikas sējumus, atrodot un publicējot arvien jaunus avotus ar ziņām par dažādām vielām, kas «nokritušas no debesīm», par akmens, dzelzs, «sēra» un tamlīdzīgiem «lietiem». Šajās ziņās viņš saskatīja apstiprinājumu savai koncepcijai par meteorītu kosmisko izcelsmi. Neiztika arī bez kurioziem atgadījumiem. Piemēram, Grothuss ap 1815. gadu pierādīja, ka «sērs», kas nolijis Jelgavā\*, patiesībā bijuši priēžu putekšņi. Tādu pašu pareizu skaidrojumu par «sēra» lietu, kas bija novērots Pēterburgā, deva Pēterburgas Zinātnu akadēmijas ķīmiķis I. Muhins 1819. gadā. Vēlāk, 1820. gadā, Grothuss izskaidroja tā saukto debess pupu Zemes izcelsmi. Šis it kā no debesīm nokritušās pupas gadsimtu bija glabājušās kādā kolekcijā Jelgavā. Taču arī Grothuss pats ilgu laiku bija maldīgos uzskatos par kādreiz daudz-

nāto «Raudas meteorītu papīru» — ogļmelnu kārtainu vielu, kas lielā daudzumā bija nokritusi 1686. gadā sniega vētras laikā pie Raudas muižas Kurzemē.

Par šo notikumu Grothuss izlasīja Hladni 1819. gadā publicētajā kārtējā — piektajā — papildinājumā vēsturisko «meteorīta masu» sarakstam. Brīnumainā kārtā Grothuss bija redzējis sava tēva kolekcijā šā paša «papīra» gabaliņus ar ziņām par to krišanu no debesīm 1686. gadā, un tagad viņš aizrautīgi ķērās pie to pētīšanas. Tieši šis gadījums piesaistīja Grothusu, nu jau kā pētnieku, jaunam virzienam — topošai zinātniskajai meteorītikai. 1820. gadā Grothuss darīja zināmu atklātbai, ka šķietamajā papīrā atrasts niķelis [pirmā pazīme, kas liecina par vielas meteorītisko izcelsmi!]. Vēl jo vairāk — atradis tajā augu pazīmes, Grothuss vēstulē J. Meinekem izteica aizdomas, ka eksistē ne tikai aerolīti, bet arī «aerofīti» — gaisa, varbūt pat ārpuszemes, augi. Tas, ka šī doma aizrāva daudzus prātus, rādīja, cik spēcīgi Hladni revolucionārā koncepcija bija satricinājusi tradicionālo pasaules

\* Ar zinātnes centru Jelgavā — Jelgavas Pētera akadēmiju [ģimnāziju] — Grothusam bija ciešs kontakts.

uztveri, padarot zinātniekus uzņēmīgākus pret jaunu, pat ekstravaganšu, domas pavēršenu.

Pa to laiku Grothuss nosūtīja «Raudas meteorīta papīra» paraugus pārbaudīt zviedru ķīmiķim J. Bercēliusam, Pēterburgas akadēmīķim A. Šereram — žurnālā «Allgemeine nordische Annalen der Chemie» izdevējam —, vācu fiziķim L. Gilbertam, kura izdevumā «Annalen der Physik» tolaik tika publicēti daudzi materiāli par meteorītiem, vācu ķīmiķim F. Štromeieram, jau minētajam Meinekem un citiem, kā arī pašam Hladni. Un, kad drīzumā Bercēliuss pārliecināši pierādīja, ka «Raudas papīrs» nesatur niķeli, Grothuss, kā jau pret sevi ļoti prasīgs cilvēks un godīgs zinātnieks, atzina savu kļūdu, kas pieļauta ķīmiskajos pētījumos mājas laboratorijā ar visai ierobežotām iespējām.\* Viņš ļoti smagi pārdzīvoja šo notikumu, asi izjūtot savu zinātnieka izolāciju Kurzemes provinciālismā, atrautību no istām laboratorijām...

Taču arī šie Grothusa pētījumi nebija velīgi: to gaitā viņš pilnveidoja angļu ķīmiķa V. Volastona ieteikto metodi niķeļa atklāšanai aizdomās turētā dzelzs meteorītā. Grothuss atklāja, ka, apstrādājot vielu ar reaktīviem pēc Volastona metodes, rodas raksturīgas krāsas nogulsnes, kas it kā liecina par niķeļa savienojumu, taču patiesībā pēc šīs pazīmes nevar atšķirt niķeli no daudziem citiem elementiem, piemēram, no mangana, kas atrodams gan uz Zemes, gan arī meteorītos. Metodē, ko liek priekšā Grothuss, paredzēta iegūto nogulšņu apstrāde ar dažādiem reaktīviem; rezultātā niķeļa un mangana savienojumi iegūst dažādu krāsu. Grothusa kļūda bija tā, ka viņš iegūto dzelzs sulfīdu noturēja par niķeļa sulfīdu. «Raudas meteorīta papīrs» izrādījās Zemes augu atliekas, kas bija sapsesējās izžuvsā ezerā un vētras laikā paceltas gaisā.

Otrs notikums, kas Grothusu rosināja pievērsties meteorītikai, bija Latvijā (tolaik — Kurzemē) pirmā zināmā meteorīta — Liksnas meteorīta — krišana 1820. gada 30. jūnijā

[pēc vecā stila]\*\*. Tas nokrita Daugavpils apvidū, netālu no Liksnas. Grothuss deva pirmo šā meteorīta aprakstu un izdarīja vispusīgu tā fizikālķīmisko analīzi. Lai gan viņš strādāja ļoti grūtos apstākļos — nabadzīgā laboratorijā, turklāt ciezdams stipras sāpes —, viņa analīzes rezultāti izrādījās, kā viņš pats apgalvoja, pasaules zinātnes līmenī, līdzīgi tiem, kurus vēlāk ieguva pazīstamais franču ķīmiķis A. Ložjē Parīzē.

Sākumā ieguvis no Liksnas grāfa Plātera-Ziberģa nelielu meteorīta gabaliņu, Grothuss tā pētījumus publicēja 1820. gadā Pēterburgas izdevumā «Allgemeine deutsche Zeitung» 244. numurā. Pēc tam viņš no grāfa saņēma lielāku meteorīta gabalu, un tā pētījumi precizēja iepriekšējos rezultātus. Bez tolaik vispazīstamiem meteorīta vielai raksturīgiem elementiem un minerāliem (dzelzs, niķelis, silīcija oksīds) Grothuss tajā atklāja vēl arī hroma un mangāna pēdas.\*\*\* Pēc tam, izpētījis vēl trešo Liksnas meteorīta fragmentu, kuru viņa rīcībā bija nodevusi Kurzemes Literatūras un mākslas biedrība, Grothuss publicē rezultātus divos rakstos Šerera un Gilberta žurnālos. No meteorīta fizikālajām īpašībām viņš pētīja cietību. Viņam radās aizdomas par metālisko sastāvdaļu kristālisku (oktaedrisku) struktūru. Grothuss izpētīja arī meteorīta elektriskās un magnētiskās īpašības. Starp citu, viņš izteica domu, ka meteorītā, iespējams, ir divas magnētiskās asis, kuras krustojas.

Tagad mēs esam nonākuši pie viena no galvenajiem Grothusa ieguldījumiem meteorītikā, — kā teicis Hladni, pie «daudzām piezīmēm par meteoru akmeņiem vispār». Tādu novērtējumu Hladni deva, izlasījis Grothusa rakstu Gilberta žurnālā.

Jau meteorītu vielas pētījumu jomā Grothuss atradās virs savu laikabiedru līmeņa, bet jautājumos, kas attiecas uz meteoru izcelsmi, meteora ķermeņa veidošanos un sevišķi uz

\* «Astronomiskajā kalendārā 1985» norādīts nepareizs tā krišanas gads — 1812. gads.

\*\* Hromu meteorītos pirmais atklāja T. Lovics 1804. gadā. Pēc tam kad 1813. gadā nokrita pirmais meteorīts («Lotolakss»), kurā nebija niķeļa, tika likts priekšā uzskatīt, ka hroms ir zīmīgākā meteorīta vielas pazīme.

\* Grothusa laboratorijā atradās tikai ogļu krāsns, plēšas un sudraba tīģelis. Lietuviešu zinātnieks J. Kriksťopaitis 1988. gadā norādījis, ka viņš it kā esot atklājis šīs laboratorijas atliekas.

procesiem, kas pavada meteorīta ķermeņa lidojumu cauri Zemes atmosfērai, viņš bija vēl krietni apsteidzis citus, pat pašu Hladni, jo taisnīgi kritizēja daudzas viņa tēzes.

Rakstu populārajam A. Šerera žurnālam «Allgemeine nordische Annalen der Chemie» [1821, Bd. 7, H. 1], Grothuss sāk ar vārdiem: «Saskaņā ar pašreizējo zinātnes attīstības līmeni, es pieņemu, ka meteorīti nāk no Mēness». Zinātniskajā Gilberta žurnālā «Annalen der Physik» [Bd. 7 [67], 4] speciālā nodaļā «Vispārīgas domas attiecībā uz akmens lietiem» viņš aprobežojas tikai ar piezīmi par to, ka viņa «uzdevums nav aplūkot dažādas hipotēzes par meteoru akmeņu rašanos». — «Es vēlos,» Grothuss turpina, «izteikt tikai dažus pieņēmumus un domas, kas var vismaz kalpot, lai izskaidrotu daļu šā brīnišķīgā fenomena, un kas izriet no faktiem.»

Visas pārējās piezīmes abos rakstos ir vienādas, un, kā viņš pasvitro rakstā A. Šerera izdevumam, nav atkarīgas no tā, vai Mēness hipotēze ir pareiza vai ne.

Grothuss noraidīja tolaik izplatītās Hladni domas par meteora ķermeņa kušanu lidojumā. «Zemes [akmens] meteorīti, ejot cauri Zemes atmosfērai, nevar atrasties ne mīkstā, ne izkusušā, ne šķidrā stāvoklī,\* vēl jo mazāk gāzveida stāvoklī; acimredzot tiem ir tā pati blīvā forma, kādā mēs tos atrodam tūlīt pēc nokrišanas.»

Tādu iebildumu un norādījumu par tikai virspusēju meteorīta sakaršanu līdz Grothusam bija izteikuši daži mineralogi [piemēram, G. Deluks, E. de Drē], balstoties uz novērojamo meteoru akmeņu iekšējās uzbūves heterogenitāti. Taču šā iemesla dēļ vairākums mineraloģu vispār noraidīja meteorītu kosmisko izcelsanos.

Turpretī Grothuss aplūko meteorītus kā kosmisku parādību, taču, atšķirībā no Hladni dod jaunu izskaidrojumu visām parādībām, kas saistītas ar meteora ķermeņa lidojumu caur Zemes atmosfēru — sākot ar bolīdu [«uguns lodi»] līdz meteorīta nokrišanai uz Zemes. Grothuss uzskatīja, ka visas masas izkušana ir pretrunā ne tikai ar heterogenitāti, bet arī

ar homogēnu virsmas garozu. Viņš rakstīja: «Zemes meteoru akmeņiem tikai to virsma varēja būt sakarsēta, izraisot kušanu, pie tam ļoti īsu laiksprīdi.\*\* Iekšienē tie nesakarsa, par ko skaidri liecina melnā izkususi garoza, kas iesniedzas tikai nedaudz dziļāk akmenī. Šī garoza varēja izveidoties,» viņš turpina tālāk Hladni garā, «akmens sasīšanas un berzes dēļ gaisā, tam strauji virzoties cauri atmosfērai, kas pretojas.»

Šajā rakstā Gilberta žurnālam Grothuss ziņo arī par saviem pētījumiem mākslīgas kusuma garozas iegūšanai uz Līksnas meteorīta gabalu iekšējās virsmas, ar lēcu koncentrējot Saules siltumu. Kā konstatējis Grothuss, tā iedarbības rezultātā rodas tāda pati pelnu pelēka substance, kāda ir zem dabiskās meteorīta garozas.

Tālāk Grothuss dod jaunu skaidrojumu skaņas un gaismas parādībām, ko novēro, meteora ķermenim lidojot cauri Zemes atmosfērai. Tolaik Hladni ideju ietekmē vispāratzīts bija uzskats, ka bolīds spīd, meteora masas cietajām daļiņām [sēram, dzelzij] parastā veidā sadegot. Nenoliedzot šādas sadegšanas iespējamo lomu, Grothuss raksta, ka bolīda spīdēšana patiešām ir «atkarīga arī no sakarsētā akmens stāvokļa, taču galvenokārt no sevišķi spēcīgās un ātrās atmosfēras gaisa saspiešanās...» [Šeit un turpmāk — Grothusa izcēlums.] «Acimredzot,» viņš paskaidro, «spīd pats ātri saspieštais gaiss, un šī saspiešanās rada troksni atmosfērā, ja gaisam pie tam ir iespēja brīvi izplatīties.» Skaņas efekta rašanos — pērkona dārdus pēc galvenā sprādziena — Grothuss izskaidro šādi: «Tas acimredzot rodas, gaisam ieplūstot tukšajā telpā, kuru ugunīgā lode uz mirkli atstāj aiz sevis. Tā kā ugunīgā lode kustas nesalīdzināmi ātrāk par skaņu, pēdējā sasniedz

\* A. Šerera žurnālā šeit iekavās piemēti nāts: «kā domā Hladni».

\*\* Mīklaina palika vienīgi akadēmiķa P. Palasa Sibīrijā atrastā dzelzs masa ar tās iekšienē ieslēgtajiem olīvīna veidojumiem, kas radušies augstā temperatūrā. Tas lika Grothusam pieņemt, ka tikai šādi īpaši ķermeņi varēja atrasties «vēl izkusušā pusšķidrā veidā, kad tie sasniedza Zemi [iespējams, nonākot šādā stāvoklī pēdējā krišanas stadijā pleaugoša karstuma ietekmē]».

mūs ievērojami vēlāk.» Tādējādi mūsu priekšā ir nekas cits kā triecienviļņa apraksts.

Nereti novērojamo bolida galvas sadalīšanās — sprādzienu ceļa nobeigumā — tolaik izskaidroja tā, ka iekšējo gāzu spiediena rezultātā ar troksni sasprāgst izkusušās vielas «pūslis», kādā pārvērties atmosfērā ātri kustošais kosmiskais ķermenis. Grothuss dod pilnīgi citu skaidrojumu: «Meteora sadalīšanās, kuras rezultātā nokrīt akmeņi, iespējams, nav nekas cits kā cietas, sakarsētas un atmosfērā ar paātrinājumu lejup kustošas — burtiski, — atmosfērā iegrimstošas — masas sadalīšanās, tai atsitoties pret sevišķi saspiebtu [nedzirdētā ātruma dēļ] atmosfēras gaisu.»

Visai interesants ir paša šā «trieciena» apraksts. Grothuss rakstīja: «Man šķiet, nav neiespējami, ka, palielinoties cietā ķermeņa kustības paātrinājumam\* vidē, kas pretojas, šīs vides blīvums un pretestība pēkšņi var tā pieaugt, ka ķermeņa kustība vismaz uz mirkli pilnīgi nobremzējas, un ķermenis tai mirkli paliek it kā karājamijs gaisā. Ja no ārpuses sakarsētās akmens masas iekšējās daļiņas nav pietiekami cieši savstarpēji saistītas, lai izturētu šo gaisa pretrīecienu (un tas būs ļoti spēcīgs), tad masai jāsašķīst gabalos.»

Mūsu priekšā atkal ir aina, kas atbilst mūsdienu fizikas priekšstatiem par meteora ķermeņa izīršanu atmosfērā. Grothuss viens no pirmajiem izteica mūsdienu meteoritiskā skaidri zināmo ideju par meteorīta «aiztures punktu» tā lidojumā caur Zemes atmosfēru. Kaut ko līdzīgu teicis arī Hladni, taču vienīgi tādā nozīmē, ka spēcīgi bremzējošais gaiss, kas var pilnīgi apstādināt lidojošo ķermeni, spēj sakarsēt šo ķermeni līdz izkušanai. Grothuss, nenoliedzot berzes izraisītu sakarsānu, tajā

\* Divreiz minētā paātrinātā kustība, meteora ķermenim ejot caur Zemes atmosfēru, acīmredzot ir pārteikšanās, jo Grothuss pats rakstījis par ķermeņa spēcīgu bremzēšanos atmosfērā. Laikam gan, nosaukdamis ķermeņa kustību, tam tuvojoties Zemei, par paātrinātu, viņš domājis to šīs kustības komponenti, kuru nosaka Zemes pievilksanas spēks un kura varētu pilnīgi parādīties tikai vakuumā. Taču šajā gadījumā tai klājas pāri bremzēšanās atmosfērā.

pašā laikā, šķiet, pirmais saistīja ideju par gaisa saspišanu lidojoša meteora ķermeņa priekšpusē ar pēdējā sabrukšanu.\*\*

Interesi izraisa Grothusa izteiktie secinājumi par lidojumā caur atmosfēru sadalījušās cietās meteora ķermeņa masas fragmentu likteni. «Gaiss, kas no visām pusēm aptver sairusās masas sakarsušās daļas, izraisa sēra degšanu\*\*\* uz atsevišķu gabalu nokaitētās virsmas; tādēļ augstā temperatūra vēl vairāk paaugstinās, un uz katra gabala var izveidoties kušanas garoza. Tas pilnīgi atbilst novērojumiem.» Neatkarīgi no tā, vai ideja par «sēra degšanu» uz lidojoša meteora ķermeņa virsmas atbilst īstenībai vai ne, doma par lidojošo fragmentu termiskās pārveides procesa pastiprināšanos līdz pat to apkušanai, ja tiem piekļūst apkārtējā gaisa skābeklis, šķiet pilnīgi pareiza.

Beidzot, Grothuss, kurš novērojis vulkāna darbību uz Zemes, pamatoti kritizē meteoru vulkāniskās izcelsmes hipotēzi. Viņš rakstīja: «Ja meteoru akmeņi patiesi būtu izmesti no Mēness vulkāniem, tad šiem Mēness vulkāniem vajadzētu atrasties speciālā stāvoklī, jo meteoru akmeņi, atrazdamies tikai dažas minūtes Zemes vulkāna tekošajā lavā, nerunājot jau par pašu krāteri, būtu izkusuši homogēnā masā vai stiklveida pastā.»

Interesanti piebilst, ka Grothuss, dažādos darbos apspriežot Līksnas meteorīta sastāvu, vairākkārt salīdzinājis to ar Pallasas dzelzs sastāvu [acīmredzot viņam bija šā meteorīta fragments]. Starp citu, viņš pareizi uzskatīja, ka Pallasas dzelzs meteorītā praktiski nav sēra at-

\*\* Grothuss pie tam atsaucas uz izmēģinājumiem ar lielgabala lodi, kuras ātrums [1200 pēdas s jeb ap 500 m/s] tolaik bija viens no lielākajiem zināmajiem ātrumiem uz Zemes. Un tomēr tas strauji samazinājās atmosfēras pretestības rezultātā. «Taču kādā gan ir atmosfēras pretestība ugunīgas lodes kustībai,» viņš iesauca, «ja tās ātrums bieži vienāds ar diviem miljoniem pēdu sekundē!» Jāteic, ka abos apspriežamajos rakstos Grothuss kļūdaini dod bolida ātrumu 10 reizes palielinātu [600 km/s, nevis 60 km/s]. Šī viņa kļūda iekļuva arī J. Stradiņa monogrāfijā par T. Grothusu.

\*\*\* Piebildīsim, ka meteorīta krišanas aprakstā parasti minēta sēra smaka. Ar sēra degšanu izskaidroja arī spožo bolida spīdēšanu.

šķirībā no Liksnas meteorīta dzelzs iespraudumiem. Grothuss rod tam apstiprinājumu Ložjē, Šreibersa un Klaprotā darbos. Sēra iztrūkumu Pallasas dzelzs masā Grothuss izskaidroja ar augstākas temperatūras ietekmi uz tā vielu, par ko liecināja sakusūsās olīvīna lāses.

Interesi izraisa Grothusa minējums par kosmosā pastāvošu «trīskāršu» elementu kompleksu. Atzīstot, ka meteora dzelzi īsti nevar saukt par tīrradni, t. i., pilnīgi tīru\*, jo tajā vienmēr ir vismaz niķelis un sērs, viņš rakstīja, ka turklāt niķeļa dzelzs un sēra dzelzs meteorītos atrodas nevis atsevišķi, bet homogēnā maisījumā, iespējams, «homogēnā trīskāršā savienojumā — sērnikeldzelzī.\*\*

1820. gadā Grothuss izteica vēl kādu svarīgu hipotēzi — par meteorītu akmeņu veidošanās noteikumiem. «Tā kā meteoru dzelzs neuzrāda oksidēšanās pēdas, ir pamats pieņemt, ka tie rodas bezūdens apgabalos; taču nevar apgalvot, ka tie rodas apgabalos, kuros pilnīgi nav skābekļa, jo oksīdi, kurus satur meteorītu akmeņu minerāli, norāda uz tā klāt-

būtni.» Eiropā tādus pašus secinājumus par bezūdens vidi, kurā veidojas meteorīti kosmosā, pirmais izteicis Bercēliuss 14 gadus vēlāk — 1834. gadā.

Gan Grothusa darbu apskats un analīze, gan vairāku ievērojamu Rietumu pētnieku, viņu vidū arī Hladni, atsauksmes liecina, ka Grothusam patiešām bija ievērojama loma zinātniskās meteorītikas kā jaunas dabaszinātņu nozares izveidošanā un visas plašās revolucionārās Hladni koncepcijas par meteorītu kosmisko dabu nostiprināšanā un attīstībā. Rezultātā astronomiskajā pasaules ainavā tradicionālos priekšstatus par tukšu starplanētu telpu, kur pašām savām orbitām kustas planētas lielā atfālumā cita no citas, aizstāja pašā saknē atšķirīgs priekšstats par kosmisko telpu, kas papildīta ar nelieliem un arī pavisam maziem meteoru ķermeņiem. Tas nostiprināja ideju par Visuma kopīgu attīstību un izmaiņām, katastrofiskām mazo ķermeņu savstarpējām sadursmēm ar lielajām planētām. Bet pēc tam kad 1833. gadā bija pierādīta meteoru plūsmu un līdz ar to arī meteorītu kosmiskā daba [jo meteoru un bolīdu radniecību neviens vairs neapšaubīja], pirmo reizi, jau ceturtdaļgadsimtu pirms spektrālanalīzes izgudrošanas, bija iegūts pierādījums par mūs aptverošā Visuma materiālo vienotību. Un, lai gan Teodora Grothusa īsā, traģiskā dzīve pati nozibēja kā spožs meteors pie zinātnes debesīm, tās atstātās nemirstīgās pēdas saglabājušās zinātnes vēsturē.

\* Tieši šādi to sākotnēji kvalificēja, izdalot kā vienu no galvenajiem meteorītu komponentiem.

\*\* Līdzīgu ideju par raksturīgu trīskāršu elementu [dzelzs, niķeļa un kobalta] «savienību» kosmosā izteica pazīstamais mineralogs un meteorītu — pallasītu pētnieks P. Čirvinskis 1919. gadā. Tā publicēta viņa grāmatā «Pallasīti» [M., 1967].

## MATEMĀTIĶIM P. BOLAM — 125

1990. gada 23. oktobrī paiet 125 gadi, kopš Valkā dzimis ievērojamais Latvijas matemātiķis Pīrss Fēlikss Pauls Bols. Viņa biogrāfijai veltīti I. Rabinoviča raksti, tā dota vairākos Bola zinātnisko darbu krājumos, kuru vidū ir arī pilns rakstu krājums<sup>1</sup>. Par Bolu un viņa darbiem

referēts gandrīz katrā Baltijas zinātņu vēstures konferencē, sākot ar 60. gadu beigām [J. Gaiduks, L. Reiziņš, I. Heniņa, E. Riekstiņš]. Vār minēt arī Bola nekrologu<sup>2</sup>, kurā aplūkoti Bola galvenie darbi un dota īsa biogrāfija.

Neraugoties uz plašajiem pētījumiem, P. Bola biogrāfijā vēl arvien ir vairāki «baltie plankumi». Šā raksta mērķis ir atklāt dažus no tiem. Tomēr ne visi jautājumi ir noskaidrojami. Tā, piemēram, joprojām paliek nezināms, vai Bols

<sup>1</sup> Rabinovičs I. Pīrsu Bolu pieminot. — Zvaigžņotā Debess, 1965. gada rudens, 30.—34. lpp.; Мышкис А., Рабинович И. Математик Пирс Боль из Риги. Р., Зинатне, 1965. 99 с.

<sup>2</sup> Боль П. Собрание трудов. Р., Зинатне, 1974. 517 с.

<sup>3</sup> Kneser A., Meder A. Piers Bohl zum Gedächtnis. — Jahresberichte der DMV, 1925, Bd. 33, S. 25—32.



prata latviešu valodu. Iespējams, ka prata, jo vāciešu 19. gadsimta otrajā pusē Valkā bija maz un bērniības gados viņam neapšaubāmi bija sakare ar latviešu tautības bērniem.

Bola fotoattēls ir pazīstams tikai pateicoties laimīgam gadījumam. Sakarā ar šaha meistara K. Bētiņa 70 gadu jubileju žurnāla «Atpūta» 1937. gada 12. novembra numurā bija ievietota Rīgas šaha komandas fotogrāfija. Šī komanda gadsimtu mijā bija piedalījies korespondenčšaha sacensībās ar Maskavas un Berlīnes šahistiem. Fotogrāfijā, kuru atradis doc. A. Bunga, ir redzams arī P. Bols, kurš bija viens no spēcīgākajiem Rīgas šahistiem. No šīs fotogrāfijas izkopēta tā Bola ģimete, kas tiek ievietota visos izdevumos. Vēl jāpiemēta, ka pastāvēja zināmas šaubas par to, vai personas fotogrāfijā uzrādītas pareizi. Tomēr šīs šaubas izklaidēja žurnālā «Baltische Schachblätter» ievietotā Baltijas I šaha kongresa (1899. g.) dalībnieku fotogrāfija, kurā redzami pārējie minētās šaha komandas dalībnieki.

Zīņas par Bolu ģimenes priekštečiem līdz šim nebija meklētas. Kā tagad noskaidrots, Pīrsa

vecāki — tirgotājs Georgs Frīdrihs Voldemārs Bols un Otilija Marija Emāne — precējušies 1863. gada 7. jūlijā Valkā [šeit un turpmāk — pēc vecā stila]. Viņu ģimenē bija bērni Aleksandrs Georgs Johans [dz. 28.03.1864], Pīrss Fēlikss Pauls [dz. 11.10.1865], Edgars Kārlis Ernests [dz. 23.03.1867], Ella Frīderika Vilhelmīne Alīde [20.08.1868—15.07.1869], Kārlis Marija Oskars [30.03.1870—23.08.1870], Elfrīda Aleksandra Alīde [dz. 12.05.1873], Alfrēds Eduards Kārlis [dz. 16.09.1874]. Šie dati iegūti no Valkas baznīcas grāmatām. Pēc 1874. gada Bolu uzvārds tur vairs nav atrodams, tādēļ ir aizdomas, ka ģimene pārcēlusies uz citurieni. Neparasto priekšvārdu Pīrss mantojis no sava krusttēva — Valkas mācītāja Pīrsa Oto Ernesta Kona.

Bolu ģimene nāk no Valmieras, bet vēl senāk — no Rūjienas. Valmierā dzīvoja maizniekmeistars Johans Georgs Bols [1791 Rūjienā — 2.09.1853 Valmierā], kas 1815. gada 8. oktobrī precējies ar galdnieka meitu Katerīnu Sofiju Hībneri [3.08.1782—28.03.1832]. Viņiem bija trīs bērni. Pēc Katerīnas Sofijas nāves Johans Georgs precējies otrreiz — ar Frīderiku Agnesi Volfeilu, kuras senči arī meklējami Rūjienā. Jaunajā ģimenē bija bērni Marija Auguste Sofija [dz. 20.07.1834] un Pīrsa tēvs Georgs Frīdrihs Voldemārs [dz. 8.01.1839]. Izņemot šo jaunāko dēlu, pārējie ģimenes bērni palika Valmierā.

Tālākie Pīrsa senči nav konstatējami, jo arhīvā nav atbilstošu Rūjienas draudzes baznīcas grāmatu. Toties Rūjienas draudzes muižās 18. gadsimtā bijušas vairākas zemnieku ģimenes, kuru pēcnācēji vēlāk pieņēmu vārdu Bols [Bohl, Bohle]. Viņu izcelsme rodama Ternejas pagasta Jurātes un Ternejas muižās, 18. gadsimtā — Bainīšos, Dirīķos un Lejas Jānēnos. Jurātes muižā ir arī mājas Bolles. Varbūt kāds no šīs plašās dzimtas ir pārvācojies un Pīrsa Bola izcelsme no tēva puses ir latviska. Pīrss pats savā biogrāfijā raksta «Baltdeutsche» [baltvācietis]. Valmierā dzīvojuši arī Johana Georga māsa Elizabete Sofija [1786 Rūjienā — 29.07.1840 Valmierā], kura 1817. gadā precējusies ar drēbniekmeistaru Kristiānu Benjāminu Bormanu.

Pīrsa mātes senči ir vidusšķiras vācieši no Igaunijas. Viņa māte Otilija dzimusi 1833. gada

18. septembrī Valkā; tās vecāki ir maiznieks Kārlis Gustavs Ēmanis (dz. 1801. Teļlicā, Igaunijā) un Alīde Vilhelmine, dz. Korda [1816 Pilisterē, Igaunija — 22.07.1899 Valkā]. Alīdes vecāki, savukārt, ir drēbnieks Klaudiuss Johans Kords [1786 Vilandē — 7.01.1856 Valkā] un Elizabete Katrīna, dz. Helferte [1790 Lohofā, Igaunijā — 16.03.1862 Valkā]. Ir zināmi arī Kārļa Gustava Ēmana vecāki — dzirnavnieks Juhans Andreass Ēmanis un Helēna Tīdemane.

1878. gadā Pīrss Bols iestājas Vilandes klasiskāšs ģimnāzijas kvintā un skolu beidz 1884. gadā. Kaut gan no Vilandes nākuši Pīrsa mātes senči, tomēr tajā laikā viņam tur laikam vairs radu nebija, jo Pīrss skolas gados dzīvo internātā. Nav zināms, kur palikuši viņa vecāki. Valkā Pīrss vēlāk nav atgriezies. No 1884. gada līdz 1887. gadam viņš studē Tartu universitātes Fizikas un matemātikas fakultātē un beidz to ar matemātikas kandidāta grādu. Par diplomdarbu viņam ieskaita ar zelta medaļu apbalvotu konkursa darbu «Lineāru diferenciālvienādojumu invariantu teorija un pielietojumi» [1886], kuru tagad daudzi matemātiķi uzskata par līdzvērtīgu kandidāta disertācijai. Pāris nedēļas pēc universitātes beigšanas viņš nokārto arī eksāmenu elementārās matemātikas metodikā un iegūst ģimnāzijas skolotāja tiesības. Bols strādā par privātskolotāju Lēvi [Igaunijā] kādā muižnieku ģimenē un 1888. gadā īsu laiku — Irlavas skolotāju seminārā. Diemžēl pieejamos šā semināra dokumentos, kas atrodas Centrālajā Valsts vēstures arhīvā, Bola vārds nav atrodams. Mācības seminārā notika vācu valodā.

1889. gadā Bols atkal ir sastopams Tartu universitātē, kur viņš gatavojas maģistra disertācijas aizstāvēšanai [kaut kas līdzīgs mūsdienai aspirantūrai] 1890. gada oktobrī un novembrī viņš kārto maģistra eksāmenus. Ir vērts par tiem pastāstīt sīkāk, lai pasreizējiem aspirantiem būtu ko salīdzināt. Trīs nedēļas bija jānoliek eksāmeni šādos priekšmetos: 1) lietīšķā matemātika [analītiskā mehānika, hidraulika, praktiskā mehānika, matemātiskā fizika, mehānikas vēsture un literatūra, varbūtību teorija]; 2) tīrā matemātika [diferenciālvienādojumi, ieskaitot parciālos, diferenciāļgeo-

metrija un kompleksā mainīgā funkciju teorija]. Matemātiskajā fizikā Bolam bija uzdoti jautājumi, kas saistīti ar mainīgo atdalīšanas metodi cilindrisko un eliptisko koordinātu sistēmās.

Maģistra disertāciju «Par viena argumenta funkciju izteikšanu ar trigonometriskām rindām no daudziem argumentiem, kas proporcionāli vienam argumentam» Bols aizstāv 1893. gada 1. februārī. Diemžēl disertācijas nosaukums pilnībā neatklāj tās saturu: šajā darbā aplūkota jauna, praktiski svarīga funkciju klase — kvaziperiodiskās funkcijas. Tā kaitlpsf 20. gadsimta divdesmitajos gados dāņu matemātiķa H. Bora pēitajā plašākajā — gandrīz periodisko funkciju — klasē. Ar kvaziperiodiskajām funkcijām Bols saskāries arī vairākos turpmākajos darbos. Piemēram, kādā rakstā<sup>4</sup> viņš aplūko vienādojumu

$$\frac{d^2x}{dt^2} + f(t)x = \varphi(t),$$

kur  $f$  un  $\varphi$  ir kvaziperiodiskas funkcijas, un pierāda, ka vienādojuma atrisinājums arī izsakāms ar kvaziperiodiskām funkcijām, ja visi atrisinājumi ir ierobežoti.

Līdzšīnēje Bola darbu pētnieki nebija saskatījuši avotu, no kura Bolam varēja rasties ideja par šādu funkciju klasi. L. Reiziņa un E. Riekstiņa referātā, kas nolasīts 13. Baltijas zinātņu vēstures konferencē,<sup>5</sup> ir parādīts, ka doma par kvaziperiodiskām funkcijām var būt smelta Tartu profesora zviedru astronoma A. Lindsteta darbos, kuri 1882.—1884. g. publicēti žurnālā «Astronomische Nachrichten». Minētais vienādojums tur aplūkots gadījumos, kad  $f(t)$  un  $\varphi(t)$  ir speciāla veida trigonometrisku funkciju lineāras kombinācijas [kvaziperiodisku funkciju speciālgadījums]. Lindstets atrisinājuma konstruēšanai lietoja formālu metodi, kas pēc būtības ir pirmsākums mazā

<sup>4</sup> Bohl P. Über eine Differentialgleichung der Störungstheorie. — Journal für reine und angewandte Mathematik, 1906, Bd. 131, S. 268—321.

<sup>5</sup> Рейзинь Л., Риекстыньш Э. Метод малого параметра и квазипериодические функции в работах Линдстедта. — Тезисы 13-ой Прибалт. конф. по ист. науки. Тарту, 1982, ч. 2 [2], с. 19—28.

parametra metodei. Viņu neinteresēja jautājumi ne par šīs metodes pamatošanu, ne arī par formālās rindas konvergenci. Mazā parametra metodi 1886. gadā pamatoja franču matemātiķis A. Puankarē, bet Bols pievērsa uzmanību citai problēmai, kas atklājās Lindsteta darbos, — jautājumam par to funkciju klasi, kurai pieder formālie atrisinājumi. Uzmanīgam lasītājam nelieši norādījumi uz Lindsteta darbiem atrodami kā Bola maģistra disertācijā, tā arī jau plevinētajā rakstā.

Līdz šim nebija zināms, ko Bols darīja pēc maģistra disertācijas aizstāvēšanas līdz 1895. gada rudenim, 1. septembrim, kad viņš sāk strādāt par ārstata pasniedzēju Rīgas Politehnikumā, ko nākamajā gadā pārveido par politehnisko institūtu. Žurnālā «Baltische Schachblätter» publicēta Bola korespondenču sēra partija ar K. Bētiņu [no 1893. g. augusta līdz 1894. g. martam], kur norādīts, ka Bols atrodas Irlavā. Acīmredzot viņam bija jāatgriežas vecajā darba vietā un jāgaida uz vakanci kvalificētam darbam, neraugoties uz iegūto maģistra grādu un ievērojamiem pētījumiem matemātikā. Rīgas Politehniskajā institūtā Bols 1897. gada 14. jūnijā tiek paaugstināts par matemātikas adjunktprofesoru, pie kam šajā amatā viņš tiek ieskaitīts ar atpakaļejošu datumu — jau ar 1896. gada 1. jūliju. Pēc doktora disertācijas aizstāvēšanas 1900. gadā viņam tā paša gada 18. decembrī tiek piešķirts lietiskās matemātikas doktora grāds, bet no 1901. gada 12. novembra viņš ir augstākās matemātikas profesors.

Kad 1915. gadā Politehniskais institūts no Rīgas evakuējas, Bols aizbrauc tam līdzī uz Maskavu. Būdam profesors, Bols saņēmis šādus Krievijas valdības apbalvojumus: sv. Annas 3. šķiras ordeni [1.01.1903], sv. Staņislava 2. šķiras ordeni [9.01.1907], sv. Annas 2. šķiras ordeni [1.01.1911], kņaza Vladimira 4. šķiras ordeni [1.01.1914]. 1915. gadā viņam piešķīra tiesības nēsāt Romanovu dzimtas 300 gadu piemi-

ņas nozīmi. Bols bija Rīgas Dabas pētnieku biedrības biedrs, nolasīja tur arī dažus referātus. Vasaras atvaļinājumu laikā viņš vairākkārt apceļoja dažādas Eiropas valstis. Nav zināms, vai šajos ceļojumos viņam radušies personiski kontakti ar ārzemju matemātiķiem.

No Maskavas Bols atgriezās 1918. gada vasarā. Viņa veselība pa kara gadiem bija stipri cietusi. Kad 1918. gada augustā un septembrī Rīgā organizējās Baltijas tehniskā augstskola, Bols tajā atkal bija matemātikas profesors [kopš 31.08.1918] un arī augstskolas padomes loceklis. Viņš palika šajā amatā arī nākamajās šīs augstskolas modifikācijās — gan Padomju Latvijas, gan Latvijas Republikas augstskolā. Par viņa tālāka darbību ir maz ziņu, viņa klātbūtni apliecina vienīgi paraksts sēžu protokolos. Vēl Inženierzinātņu nodaļas stundu plānā redzams, ka 1919. gada pavasara semestrī Bols lasījis augstākās matemātikas kursu inženieriem 18 stundas nedēļā. Savukārt, 1920. gadā viņš piedalījies komisijā, kas pārbauda dokumentus un dod rekomendācijas tiem pasniedzējiem, kuri kandidē uz profesora nosaukumu [viņu vidū arī matemātiķiem E. Lejnīekam un A. Mēderam].

Bola veselība strauji pasliktinājās. Pēc otrreizēja asinsizplūduma smadzenēs viņš mira 1921. gada 25. decembrī. Bols apglabāts Jēkaba kapos [vēlāk — Lielo kapu sastāvdaļa, piegu] Mēness, bij. Pokrova, ielai]. Viņa kapa vieta tomēr nav atrodama. 1921. gada 28. decembrī avīzē «Rigasche Rundschau» līdzās sēru sludinājumam ievietots arī īss A. Mēdera rakstīts nekrologs. Tajā Bols raksturots kā noslēgts vientuļīgs cilvēks, kuram bijis maz draugu. Varbūt tieši tas ir viens no iemesliem, kādēļ viņa pētījumi nav guvuši pienācīgu ievēribu autora dzīves laikā. Bola darbu nozīme tika plaši atzīta tikai mūsu gadsimta 50. gados, pateicoties I. Depmanim, A. Mišķim un I. Rabinovičam.

E. Riekstiņš





## NO MIRĪDĀM LĪDZ PLANETĀRAJIEM MIGLĀJIEM

Ziņojums par šāda temata starptautiska kolokvija rīkošanu kopā ar pievilcīgu informācijas plakātu 1989. gada maijā pienāca Radioastrofizikas observatorijā. Programmā paredzēti referāti, ziņojumi un diskusijas par Miras tipa maiņzvaigznēm, infrasarkanajiem hidroksila avotiem, oglekļa zvaigznēm, protoplanetārajiem miglājiem, planetārajiem miglājiem un par līdzīgiem novērojamiem zvaigžņu pasaules objektiem. Un vēl — par zvaigžņu evolūcijas teoriju, zvaigžņu pulsācijām, masas zaudēšanu, putekļu un gāzu apvalku veidošanās procesiem. Visi paredzētie temati attiecas uz zvaigžņu vēlas evolūcijas stadijas attīstības posmu, kurš sākas ar pulsējošiem sarkanajiem milžiem un beidzas ar planetārajiem miglājiem. Kāds ir šis attīstības ceļš? Uz šo jautājumu vajadzēja mēģināt rast atbildi zvaigžņu pētniekiem 1989. gada 4.—7. septembrī Francijā, Monpeljē rīkotajā sanāksmē.

Tā kā kolokvija tematika ietver arī Radioastrofizikas observatorijā pētāmos objektus un metodes, mēs, trīs zinātniskie darbinieki — J. Francmanis, I. Smeldis un šo rindu autors —, centāties relatīvi īsajā līdz kolokvijam palikušajā laikā dabūt vajadzīgās piekrišanas, atļaujas

un dokumentus komandējumam uz Franciju. Tas arī izdevās, un tā trīs Latvijas astronomi ieradās Monpeljē. No PSRS šajā sanāksmē piedalījās vēl P. Sternberga Valsts Astronomijas institūta (Maskava) zinātnieks G. Rudņickis. Pavisam kolokvijā bija ap 120 dalībnieku gandrīz no visiem kontinentiem, pārsvarā gan no Eiropas.

Tikko sākām interesēties par kolokviju, Monpeljē nosaukums mums neko neizteica, tāpat kā Rīgas vārds (tas noskaidrojās vēlāk) franču astronomiem. Respekts pret šo Francijas pilsētu radās jau tāpēc vien, ka kolokvijs tika rīkots sakarā ar Monpeljē universitātes 700 gadu jubileju. Vairāk uzzinājām un redzējām, jau būdami pašā pilsētā. Tā atrodas Francijas dienvidos, pie Vidusjūras. Pilsētas vārds (*Monspessellario*) rakstos minēts kopš 985. gada. Pilsēta drīz kļuvis pazīstama kā tirdzniecības centrs un svarīgs satiksmes mezgls, caur kuru gājis «sāls ceļš» un svētcēlnieku maršruts no ziemeļiem uz Santjago de Kompostelu.

Pilsēta piedzīvojusi ziedu laikus 13. gadsimtā, kad tur valdījusi demokrātija un uzplaukums. Arī Monpeljē universitāte guvusi starptautisku reputāciju, tās prestižs augstu cēlies 16. gadsimtā. Tagad Monpeljē ir harmoniska pilsēta ar viduslaiku centrālo daļu un moderniem dzīvojamajiem namiem ap to, ar universitātes pilsētiņām

dārzu un parku vidū periferijā (sk. krāsu ielikumu). Monpeljē ir Eiropas nozīmes tūrisma centrs, modernas tehnoloģijas un kultūras un mākslas pilsēta. Tā ir arī universitātes pilsēta, jo, kā, uzrunājot kolokvija dalībniekus, minēja universitātes prezidents, te macās 50 000 studentu un strādā ap 4000 zinātnisko darbinieku.

Mūsu mājvieta bija vienā no sešām universitātes pilsētiņām — Butonē —, nelielas vienvietīgas studentu istabiņās. Desmit minūšu gājienā no turienes atrodas Langdokas (*Languedoc* — sens provinces nosaukums) Zinātnes un tehnikas universitāte, kur notika kolokvija sēdes, katru dienu divas. Pirmajā dienā izskatīja vispārīgos jautājumus un evolūciju asimptotiskajā milžu zarā, otrās dienas temats bija masas zaudēšana, trešās — oglekļa zvaigznes un planetārie miglāji, bet pēdējās — protoplanetārie miglāji, balto punduru priekšteči un dubultzvaigznes.

Kā vienā no ievadreferātiem atzina Leidenes observatorijas (Niederlande) astronoms Habings (H. J. Habing), ideju par planetāro miglāju rašanos no sarkanajiem milžiem jau 1956. gadā izteicis padomju astrofizikis Josifs Sklovskis, pamatojoties uz tolaik jauno atziņu, ka sarkanais milzis sastāv no neliela ļoti blīva kodola un milzīgi plašas retinātas atmosfēras ap to. Bet kā sarkanais milzis var nomest savu atmosfēru, lai no tās

izveidotos planetārais miglājs un atkailinātos kodols — planetārā miglāja centrālā zvaigzne? Atbilde nāca vēlāk, pēc sarkano milžu apvalka putekļu infrasarkanā starojuma un gāzes mikroviļņu starojuma atklāšanas. Pamazām kļuva skaidrs, ka zvaigznes apvalkam izplešoties, tā ik gadus var zaudēt masu robežās no vienas desmitmiljonās līdz vienai desmitūkstošajai daļai Saules masas. Teorētiskie pētījumi liecināja, ka šajās attīstības stadijās zvaigznes atmosfēra var tikt iepludināts zvaigznes kodolā svaigi sintezētais ogleklis tādā daudzumā, ka zvaigzne kļūst par oglekļa zvaigzni. Izrādījās arī, ka pastāv divas atšķirīgas, vienotrai sekojošas sarkano milžu stadijas, pie tam otrajā, ko sauc par asimptomtisko milžu zaru, šīs zvaigznes sasniedz ļoti lielu starjaudu.

Jaunākā infrasarkanā debess apskate, kas izdarīta, izmantojot infrasarkanu astronomisko pavadoņi IRAS, atklājusi daudz līdz šim nezīnāmu debess objektu, kuri atrodas pārejas stadijā no sarkanajiem milžiem uz planetārajiem miglājiem. Novērojumi ar pavadoņi IRAS devuši arī jaunus datus par putekļu apvalkiem ap jau zināmiem sarkanajiem milžiem. Taču vajadzīgi arī cita veida novērojumi, lai pilnīgāk raksturotu dažādos objektus un evolūcijas stadiju, kurā tie atrodas.

Oglekļa zvaigznes, kas ir galvenais Radioastrofizikas observatorijas pētījumu objekts, intensīvi tiek novērotas mikroviļņu diapazonā, par ko Monpeljē kolokvija ziņoja Onsalas (Zviedrija), Maunakea (Havaju salas) un citu observatoriju parstāvji. Sendels (G. Sandell) un Robsons (E. I. Robson) Havaju salās ar 15 metru radioteleskopu milimetru un submilimetru viļņos novēro-

juši putekļos ietvertu oglekļa zvaigzni IRC+10216 un dažus citus līdzīgus objektus. Viņi konstatējuši, ka vienīgi IRC+10216 starojuma plūsmā 1,1 mm diapazonā mainās, turklāt par 20% un saskaņā ar infrasarkanā starojuma maiņu fāzi.

Savukārt Karlstrēms, Olofsons, Johansons un Sahai (U. Carlström, H. Olofsson, L. E. B. Johansson, R. Sahai) no Zviedrijas un Ngujens Kju Rieu (Nguyen-Q-Rieu) Francijā patrulējuši tā paša objekta IRC+10216 molekulas SiS emisiju laikā no 1980. gada līdz 1987. gadam un atraduši J=5-4 līnijas formas maiņas, kurām ir laba korelācija ar zvaigznes optiskā spožuma maiņu fāzi.

Pētnieki no Kalifornijas universitātes Meizelsa, Kestners un Cukermanis (C. Maizels, J. Kastner, B. Zuckerman) iedalījuši oglekļa zvaigznes trīs grupās, vadoties pēc to galaktiskā platumā un datiem par apvalka vielas iztecēšanas ātrumu. Novērtējuši zvaigžņu masu atsevišķām grupām, viņi secina, ka oglekļa zvaigžņu masu diapazons ir lielāks, nekā agrāk uzskatīts.

Udepraža līnijas H $\alpha$  emisiju optiski spožās oglekļa zvaigznēs pēta Meizelsa un Moriss (C. Maizels, M. Morris) no Amerikas Savienotajām Valstīm. Viņi novērojuši 28 zvaigznes, un deviņām no tām atrasta H $\alpha$  emisija. Konstatēts, ka pēdējām masas zaudēšana ir straujāka un periodi lielāki nekā pārējām zvaigznēm.

Sarkanos milžus ar neparastu apvalka putekļu sastāvu pētījuši Skiners un Grifins (C. Skinner, I. P. Griffin) Londonas universitātē. Viņi konstatējuši, ka nav stingras korelācijas starp optisko spektra klasi un apvalka putekļu sastāvu. Novērojumi spektra tuvejā infrasarkanajā daļā

neapstiprina ideju par šādu zvaigžņu dubultīgumu.

Monpeljē kolokvijā Radioastrofizikas observatorijas zinātnieku veiktie oglekļa zvaigžņu spožuma maiņuma pētījumi tika parādīti A. Alkšņa stenda referātā un ziņojumā sēdē par oglekļa zvaigznēm. Rezultāti sevišķi ieinteresēja tos pētniekus, kuri šos objektus novēro citos viļņu garuma diapazonos vai veido ilgperioda maiņzvaigžņu pulsāciju modeļus. Kļuva arī skaidrs, ka daudziem mūsu rezultāti ir jaunatklājums, jo mūsu observatorijas publikāciju sērijas, kurās tie galvenokārt parādījušies, maz tiek lasītas.

Attiecīgo nozaru zinātniekos patiesu interesi radīja J. Francaņa pētījumi par asimptomtiskā milžu zara evolūciju un I. Smelda darbs par putekļa daļiņu veidošanos oglekļa zvaigžņu apvalkos; tie bija demonstrēti stenda referātos.

Cetras dienas Monpeljē deva daudz zinātniskas informācijas, iepazīšanas klātienē ar cilvēkiem, kuri agrāk bija zināmi no publikācijām vai vēstulēm, un samērā drošu priekšstatu par to, kas notiek pasaulē šai astronomijas nozarē.

Apskaužama likās Monpeljē pilsētas vadības apņēmība turēt šīs samērā nelielās (ap 200 000 iedz.) pilsētas zinātni un tehniku pasaules klases līmeni, kā deklarēja municipālās padomes pārstāvis kolokvija dalībnieku pieņemšanā. Viens no līdzekļiem šais centienos ir dažādu nozaru speciālistu pulcēšana uz konferencēm Monpeljē no visas pasaules. Šim nolūkam kalpo arī jaunā kongresu pils, kuru ceļ pilsētas centrā un kurai, lietojot mūsu terminoloģiju, ir pabeigta pirmā kārtā: te notika vienīgi dalībnieku reģistrēšana un pieņemšana pie pilsētas mēra.

A. Alksnis

## PIE PULKOVAS ASTRONOMIEM

Pagājušā gada nogalē — 10.—13. oktobrī — Pulkovā pulcējās daudzu Padomju Savienības un ārvalstu astronomijas iestāžu pārstāvji, lai piedalītos PSRS ZA Galvenās astronomijas observatorijas 150 gadu jubilejas svinībās.

Dziļā interese un atzinība, ko pasaules astronomu sabiedrība izrādīja šai vienai no vecākajām mūsdienu observatorijām, ir saistīta ar patiesi lielo zinātnisko ieguldījumu, ko tās gaišākie prāti devuši astronomijas fundamentālo zināšanu krātuvē. Var droši teikt, ka Pulkovas observatorijas atklāšana 1839. gada 19. augustā (pēc vecā stila — 7.VIII) bija viens no ievērojamākajiem notikumiem astronomijas vēsturē 19. gadsimtā.\*

Papildu tradicionālajam ievadreferātam par jubilāra pusotra simta gadu ilgo darbību, ko nolasīja pašreizējais Pulkovas observatorijas direktors PSRS ZA korespondētājloceklis V. Abalajkins, un observatorijas vadošo speciālistu zinātniskajiem referātiem par dažiem veikto pētījumu rezultātiem svinību dienas kārtībā bija iekļauti arī daudzi citi pasākumi. Tika, piemēram, demonstrētas kinofilmas par observatoriju, savukārt, Pulkovas astronomu vecākās paaudzes pārstāvji, staliniskā režīma laikā represētie astronomi un viņu ģimenes locekļi dalījās atmiņās par savā laikā piedzīvoto. Jāteic, ka 30. gadu beigās organi-

\* Sīkāk par Pulkovas observatorijas vēsturi un zinātniskajiem sasniegumiem sk.: J. Platais. Pulkovas observatorijai 150 gadu. — Zvaigžņotā Debess, 1989. gada vasara, 2.—9. lpp.

zētās intelīģences «tīrīšanas» akcijas Pulkovas astronomu kolektīvā cirta sevišķi smagas brūces, kas vēl līdz šim nav aizdzijušas.

Svinību dalībniekos īpašu interesi izraisīja ārzemju viesu uzstāšanās 11. oktobra rītā sēdē. Griničas Astronomijas observatorijas (Lielbritānija) direktors A. Boksenbergs nolasīja ziņojumu par Eiropas astronomu projektiem, kuri tiek realizēti, izmantojot zemesvirsmas astronomiskos novērojumus. Neraugoties uz ārkārtīgi nozīmīgajiem panākumiem, ko dod novērojumi no kosmosa, vēl joprojām neaizstājami ir arī novērojumi no zemes, tādēļ Eiropas valstis pievērs lielu uzmanību šādu novērojumu bāzu attīstībai. Sevišķi spilgti tas izpaudās nākamo referentu — H. van der Lāna un R. Vesta — ziņojumos par Eiropas Dienvidu observatorijas celtniecības gaitu, iekārtojumu, darbu un pētījumu programmām.

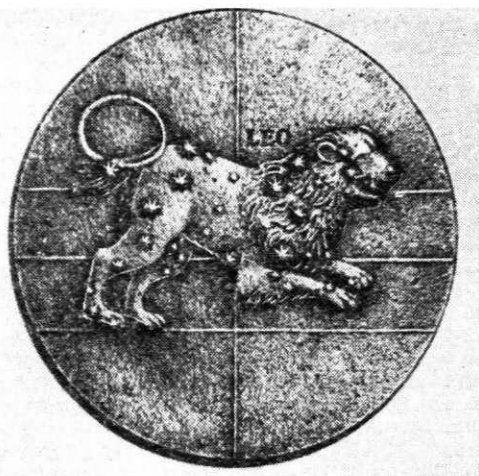
Tā ir pati jaunākā un modernākā observatorija pasaulē, uzcelta neparasti īsā laikā (apmēram 10 gados) Čīlē, Lasiljas kalnā, attīstītāko Eiropas valstu (VFR, Dānijas, Beļģijas, Nīderlandes, Francijas, Zviedrijas) apvienotu pūliņu rezultātā. Eiropas Dienvidu observatorija ir apgādāta ar pirmklasīgiem instrumentiem un visefektīvāko novērojumu apstrādes tehniku, kas daudzajos Padomju Savienības klausītājos izraisīja pamatotas, taču labvēlīgas skaidrības jūtas. Un, lai gan viesi joprojām dēvē Pulkovu par galveno pasaules observatoriju («astronomiķeskaja stolica mira»), ir skaidrs, ka tas tiek darīts vairāk aiz cieņas pret tās vecumu nekā varešanas un iespēju dēļ. Zēl — jo izvirzīto problēmu, ideju, ieceru utt. nozīmības un oriģinalitātes ziņā atšķirības starp Padomju Savienības un ārzemju astrono-



1. att. Kolektīvā monogrāfija, ko Pulkovas vadošie speciālisti laiduši klajā sakarā ar savas observatorijas 150 gadu jubileju. Tajā publicēti 15 raksti, kuros atspoguļota observatorijas vēsture un tās līdzstrādnieku ieguldījums astronomijas fundamentālo atziņu veidošanā. Interesenti ar šo izdevumu var iepazīties Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas bibliotēkā Baldones Riekstukalnā.

miem nav gandrīz nekādas, turpreti pilnīgi nesalīdzināmas ir tehniskās iespējas to risināšanai un realizēšanai. Mūsu valsts milzīgo intelektuālo potenciālu var apskaut jebkura pat visattīstītākā kapitalistiskā valsts, tikai tam nav adekvātu iespēju materializēties un dot pienācīgu ieguldījumu pasaules kultūras sasniegumu veidošanā. Te atkal nežēlīgi spilgti izpaužas labi zināmā teze par to, ka astronomija atspoguļo ekonomiku.

Daudzie apsveicēji siltiem un izjustiem vārdiem cildināja jubilārus un novēlēja vislielākos panākumus turp-



2. att. Tēlnieka Jāņa Strupuļa veidotā Pulkovas observatorijas jubilejas medaļa (bronzas lējums, diametrs 72 mm; 1989. gads). Pulkovas observatorija atklāta 1839. gada 7. augustā (pēc vecā stila), kad Saule atradās Lauvas zīmē.

māķajā darbā. Viņu vidū bija arī Latvijas astronomu pārstāvji — Radioastrofizikas observatorijas direktors un viņa vietnieks zinātniskajā darbā I. Eglītis. Pasniedzot Pulkovas observatorijas direktoram V. Abalakinam krāšņu adresi ar mūsu republikas astronomu veltījumu, cita starpā tika teikts: «Pulkovas observatorijas un tās slavu kaldinājušo brīnišķīgo cilvēku nozīme ietverta ne tikai tajos zinātniskajos

sasniegumos un veikumā, kas saistīti ar šīs observatorijas vārdu, lai gan, protams, tas ir pats galvenais, bet arī tajā palīdzībā un atbalstā, ko viņi snieguši citiem. No šā viedokļa mēs, Latvijas astronomi, vienmēr ar dziļu pateicību atcerēsimies un pieminēsim pilnīgi nesavtīgo, gribas teikt, patiesi internacionālo — šā vārda īstenajā, bet nevis dažu politiķu un ideologu degradētajā un devalvētajā

nozīmē — palīdzību, kādu Pulkovas astronomi ir snieguši astronomisko pētījumu atjaunošanai un izvēšanai mūsu republikā. Arī šodien mūs harmoniski vieno uz stabiliem kopīgo zinātnisko interešu pamatiem dibinātas sadarbības saites, kas ir izdevīgas abām pusēm un neko neuzspiež nevienai no pusēm.»

A. Balklavs

### JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ ★★ JAUNUMI ISUMĀ

★★ «Space Shuttle» trīsdesmit otro reisu 1989. gada 18.—23. novembrī (pēc Latvijas laika) veicis kosmoplāns «Discovery». Lidodams Pentagona pasūtījumā, tas nogādāja orbitā slepenu militāru kravu — pēc ārzemju preses ziņām, radioelektroniskās izlūkošanas pavadoņi un papildu raķešpakāpi IUS tā ievadišanai ģeostacionārajā orbitā. Kosmoplāna apkalpē bija profesionālie kosmonauti Fredriks Gregorijs, Džons Blaha (aizstāja aviokatastrofā bojā gājušo Deividu Grīgsu), Storijs Masgreivs, Ketrina Tontona un Menlijs Kārters (Tontona un Kārters lidoja pirmoreiz, bet Gregorijs bija pirmais melnās rases pārstāvis, kam uzticēts kosmosa kuģa komandiera postenis).



## ELIPSES NOVILKŠANA CAUR TRĪS PUNKTIEM

Iepriekšējā rakstā «Trīsstūris un elipse» tika noskaidrots, ka, novietojot trīsstūra ģeometrisko centru koordinātu sistēmas sākumpunktā, caur trīs virsotnēm var viennozīmīgi novilkt elipsi. Tagad pārliecināsimies, ka trīsstūrim apvilktās elipses parametrus (galvenās assis un fokusus) var iegūt ar klasiskiem konstruēšanas līdzekļiem, t. i., izmantojot cirku un lineālu. Lai saprastu konstrukcijas algoritmu, palūkosimies, kā ar lineālu un cirku iespējams konstruēt elipses punktus.

### ELIPSOGRĀFS

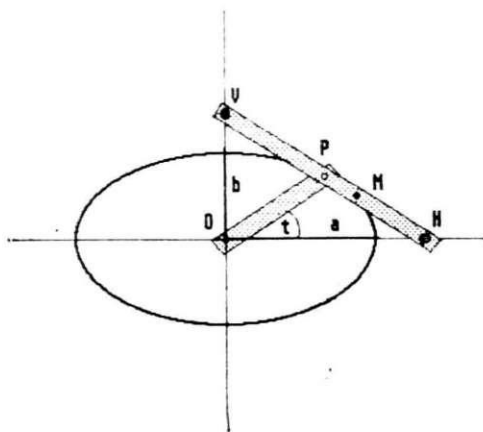
Ģeometrijas vēsturē ir labi pazīstama tāda ierīce kā elipsogrāfs (1. att.). Lietojot to, var uzzīmēt elipses ar dažādu ekscentricitāti no apļa ( $e=0$ ) līdz nogriežnim ( $e=1$ ). Elipsogrāfs sastāv no diviem kustīgi savienotiem lineāliem. Pirmais lineāls var griezties ap centru  $O$ . Otrs, divreiz garākais lineāls, savā viduspunktā ir kustīgi nostiprināts pirmā lineāla galapunktā  $P$ . Otrā lineāla galapunkti  $V$  un  $H$  var slidēt pa  $Y$  un  $X$  asīm. Nostiprinot punktā  $M$  zīmuli un griežot pirmo lineālu ap centru  $O$ , var uzzīmēt dažādas elipses. To apliecina arī vienkārši matemātiski izveidumi. Ņemsim vērā, ka  $OPH$  veido vienādsānu trīsstūri. Ja apzīmē  $OP$  ar  $r$  un  $PM$  ar  $q$ , var izteikt punkta  $M$  koordinātas, izmantojot leņķi  $t$ :

$$X = OP \cdot \cos(t) + PM \cdot \cos(t) = (r + q) \cdot \cos(t) = a \cdot \cos(t),$$

$$Y = OP \cdot \sin(t) - PM \cdot \sin(t) = (r - q) \cdot \sin(t) = b \cdot \sin(t).$$

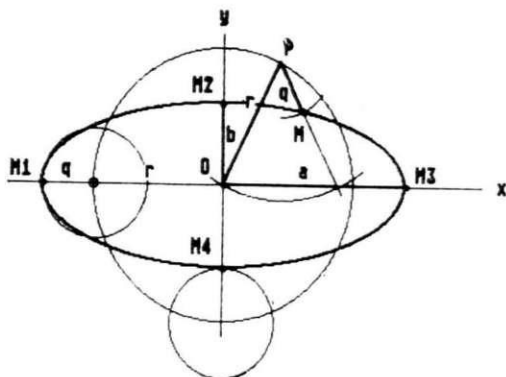
Esam ieguvuši elipses parametriskos vienādojumus, kuros  $a$  un  $b$  ir elipses galvenās pusās. Paanalizēsim punkta  $M$  kustību, kuras veidošanā piedalās abi lineāli. Sākumstāvoklī  $t=0$  otrs lineāls atrodas pilnīgi uz  $X$  ass. Kad pirmais lineāls tiek pagriezts par leņķi  $t$  pretēji pulksteņa rādītāja virzienam, otrs lineāls pagriežas par leņķi  $2t$  pulksteņa rādītāja virzienā. Kustība pa elipsi veidojas no divām pretēji vērstām rotācijas kustībām. Ja zīmulis tiks novietots punktā  $P$ , iegūsim apli, bet ar zīmuli punktā  $H$  iegūsim taisnes nogriezni. Pievērsīsim tam uzmanību: divas rotācijas kustības summējoties var dot kustību pa taisni.

Iepazīšanās ar elipsogrāfu rāda paņēmieni, kā uzzīmēt elipsi ar pusās  $a$  un  $b$ , lietojot

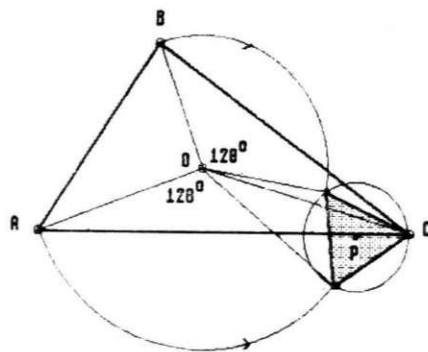


1. att.

\* Sk.: Zvaigžņotā Debess, 1990. gada pavasaris, 58.—60. lpp.



2. att.



3. att.

circuli un lineālu. Tā kā  $a=r+q$  un  $b=r-q$ , tad, savukārt,  $r=(a+b)/2$  un  $q=(a-b)/2$ .

Elipses punktu iegūšanai var lietot šādu algoritmu (sk. 2. att.):

- uzzīmēt koordinātu asis;
- atzīmēt elipses pusasis  $a$  un  $b$ , t. i., punktus  $M1, M2, M3, M4$ ;
- novilkta riņķa līniju ar rādiusu  $r$ ;
- atzīmēt uz riņķa līnijas patvaļīgu punktu  $P$ ;
- novilkta riņķa līniju ar rādiusu  $r$  un centru punktā  $P$ ;
- savienot punktu  $P$  ar uzvilktās riņķa līnijas uz  $X$  ass krustpunktu  $H$ ;
- atzīmēt attālumā  $q$  no punkta  $P$  elipsei piederošo punktu  $M$ .

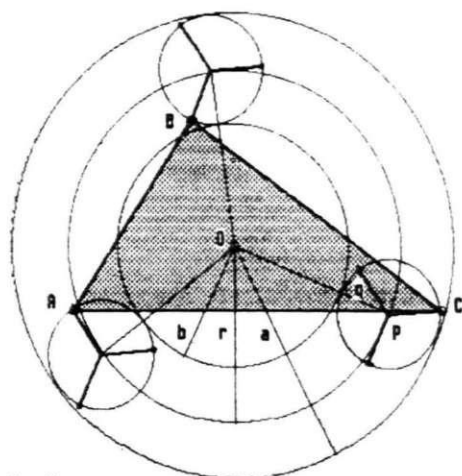
Atkārtojot šo algoritmu, var iegūt jebkuru skaitu elipsei piederošu punktu. No šā elipses konstruēšanas paņēmiena izriet, ka trīsstūrī apvilktas elipses iegūšanai jāatrod riņķi  $r$  un  $q$ .

### TRISSTŪRA REDUCĒŠANA UZ DIVIEM VIENĀDMĀLU TRISSTŪRIEM

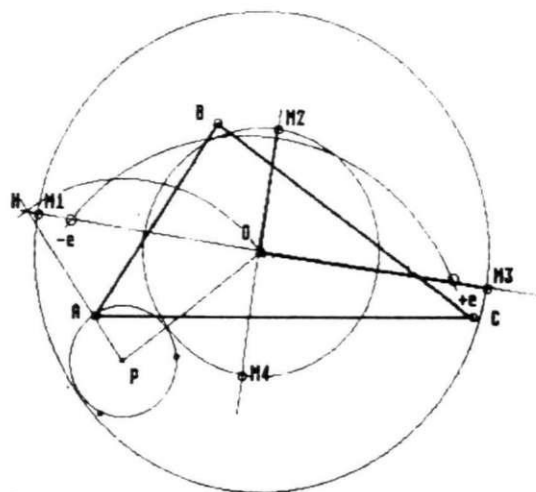
Apļukosim patvaļīgu trīsstūri  $ABC$  (3. att.). Velkot mediānas, atrod trīsstūra ģeometrisku centru  $O$ . Iegūtos rādiusvektorus  $AO$  un  $BO$  pagriež par  $120$  grādiem virzienā uz virsotni  $C$ . Kā zināms, to var izdarīt ar cirkuli. Tagad rādiusvektoru galapunkti veido vienādmalu trīsstūri. Ar cirkuli atrod šā trīsstūra

ģeometrisku centru  $P$ . Nogriezis  $PC$  ir mazā riņķa rādiuss  $q$ , bet attālums  $OP$  ir lielā riņķa rādiuss  $r$ . Par to viegli pārlicināties, atkārtojot aprakstīto konstrukciju pret virsotnēm  $B$  un  $A$ . Tā iegūst trīs vienādus vienādmalu trīsstūrus, kuru ģeometriskie centri, savukārt, atrodas lielāka vienādmalu trīsstūra virsotnēs (4. att.). Līdz ar to ir iegūti meklējamās elipses riņķu rādiusi  $r=OP$ ,  $q=PC$  un atrastas trīsstūrī apvilktās elipses pusasis  $a=r+q$  un  $b=r-q$ . Tagad jāatrod pusasu novietojums.

Lai atrastu  $X$  un  $Y$  asis, atgriezīsimies pie 1. attēla. Punkti  $H$  un  $V$  pieder riņķim  $r$  ar centru punktā  $P$ . Lai iegūtu šos punktus mūsu dotajam trīsstūrī, novelk taisni, piemēram, cauri punktiem  $P$  un  $A$  (5. att.). Novelkot taisnes cauri punktiem  $O$  un  $H$  un  $O$  un  $V$ , iegūst  $X$  un  $Y$  asis. Tagad novieto cirkuli punktā  $O$  un apvelk riņķus ar rādiusiem  $a=r+q$  un  $b=r-q$ . Mazā riņķa krustpunkti ar  $Y$  asi dod elipses punktus  $M2$  un  $M4$ , bet lielā riņķa krustpunkti ar  $X$  asi dod elipses punktus  $M1$  un  $M3$ . Līdz ar to trīsstūrī  $ABC$  ir iezīmētas arī elipses pusasis  $a=O(M3)$  un  $b=O(M2)$ . Ja tagad novelk riņķi ar rādiusu  $a$  ap punktu  $M2$  vai  $M4$  (sk. 5. att.), tad iegūst elipses fokusus  $(-e)$  un  $(+e)$  kā novilkta riņķa krustpunktus ar  $X$  asi. Nu atliek tikai pārlicināties, ka ne vien punktiem  $M1, M2, M3$  un  $M4$ , bet arī dotā trīsstūra virsotnēm  $A, B$  un  $C$  piemīt elipses punktu īpašības, t. i., ka attālumu summa no fokusiem



4. att.



5. att.

līdz virsotnēm ir vienāda ar  $2a$ . Ar cirkuli izmēram attālumus  $A(-e)$  un  $A(+e)$  un salīdzinām ar attālumu  $(M1)$   $(M3)$ . Trīsstūra un elipses elementu savstarpējais izvietojums parādīts 6. attēlā.

Kā jau iepriekšējā «Zvaigžņotās Debess» numura rakstā teikts, lielumus  $a$ ,  $b$  un  $t$  (sk. arī 1. att.) var uzlūkot par trīsstūra parametriskajām koordinātām.

Nav grūti pārliecināties, ka visus trīsstūra aprēķinus var veikt arī, izmantojot parametriskās koordinātas:

$$\begin{aligned} x_1 &= a \cdot \cos(t), & y_1 &= b \cdot \sin(t), \\ x_2 &= a \cdot \cos(t + 120^\circ), & y_2 &= b \cdot \sin(t + 120^\circ), \\ x_3 &= a \cdot \cos(t + 240^\circ), & y_3 &= b \cdot \sin(t + 240^\circ). \end{aligned}$$

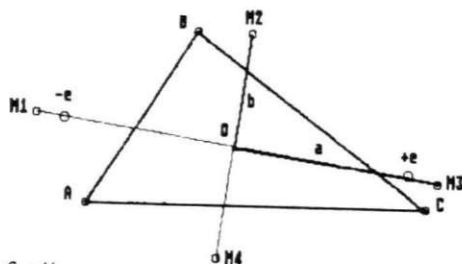
Ļoti vienkārši var aprēķināt trīsstūra laukumu:

$$L = 3 \cdot \sqrt{3} \cdot a \cdot b.$$

Salīdzināšanai der atcerēties sarežģīto Hērona formulu. Turpretī trīsstūra perimetra formula parametriskajās koordinātās izskatās sarežģīta:

$$p = \sqrt{3} \cdot a \cdot (\sqrt{1 - (e \cdot \sin(t))^2} + \sqrt{1 - (e \cdot \sin(t + 60^\circ))^2} + \sqrt{1 - (e \cdot \sin(t + 120^\circ))^2}).$$

Taču šī formula var daudz ko liecināt par



6. att.

elipsē ierakstītiem trīsstūriem. Kā redzam no laukumu formulas, visiem vienā elipsē ierakstītiem trīsstūriem ir vienāds laukums, bet atšķirīgi perimetri. Riņķī ierakstīta trīsstūra perimetrs ir tikai viens, jo visi regulārie trīsstūri ir identiski. Turpretī elipsē eksistē trīsstūris ar mazāko un trīsstūris ar lielāko perimetru. Minimālais perimetrs ir trīsstūrim ar parametru  $t=0$ , bet maksimālais — trīsstūrim ar parametru  $t=30^\circ$ :

$$p_{\min} = \sqrt{3} \cdot a \cdot (1 + 2 \cdot \sqrt{1 - 3 \cdot e^2/4}),$$

$$p_{\max} = \sqrt{3} \cdot a \cdot (\sqrt{1 - e^2} + 2 \cdot \sqrt{1 - e^2/4}),$$

kur  $e$  ir ekscentricitāte

$$e = \sqrt{1 - (b/a)^2}.$$

T. Romanovskis



## RADIOASTROFIZIKAS OBSERVATORIJA 1989. GADĀ

UZZIŅA

1989. gada nogalē Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorijā strādāja 76 pamatdarbinieki, no tiem 42 speciālisti ar augstāko izglītību, savukārt viņu vidū 22 zinātniskie darbinieki, no kuriem 10 — fizikas un matemātikas un viens — tehnisko zinātņu kandidāts.

Observatorijas zinātniskajās struktūrvienībās darbinieku sadalījums bija šāds:

Zinātniskā daļa, daļas vadītājs	Darbinieku skaits		
	pavisam	zin. darbin.	zin. kand.
Astrofizikas daļa (Andrejs Alksnis)	18	10	7
Saules fizikas daļa (Ivars Smelds)	20	7	2
Automatizācijas un tehniskā nodrošinā- juma daļa (Edgars Bervalds)	17	3	1

Observatorijas štos 1989. gadā notikušas nelielas, bet būtiskas izmaiņas. Pirmkārt, tajos atkal ir iekļauts galvenā inženiera amats, un to kopš 1. jūnija ieņem bijušais ATN daļas vadošais inženieris Andris Avotiņš, kura pārziņā jau bija observatorijas galvenie — optisko un radionovērojumu — instrumenti un elektrosaimniecība. Otrkārt, jaunais enerģiskais fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts Ilgmārs Eglītis ar 1. jūliju iecelts par observatorijas direktora vietnieku zinātniskajā darbā.

Pagājušajā gadā izdevniecībā «Zinātne» iznākuši divi observatorijas zinātnisko rakstu krājuma «Saules un sarkano zvaigžņu pētījumi» laidieni (30 un 31), četri populārzinātniskā gadalaiku izdevuma «Zvaigžņotā Debess» numuri, kā arī kopīgi ar VAĢB Latvijas nodaļu un Latvijas Valsts universitātes Astronomisko observatoriju sagatavotais «Astronomiskais kalendārs 1990».

Radioastrofizikas observatorijas novērošanas bāzi Baldones ciema Riekstukalnā 1989. gadā apmeklējuši pāri par 700 interesentu (ap 40 ekskursiju).

I. Pundure

### ZVAIGŽŅU PĒTNIEKU DARBS

Astrofizikas daļas darbinieki 1989. gadā turpināja divus iepriekšējos gados iesāktos zinātniskās pētniecības darba tematus.

Pirmais — oglekļa zvaigžņu spektru skaitliskā modelēšana (vad. Uldis Dzērvītis).

U. Dzērvītis un J. I. Straume apkopoja eksperimentālos un aprēķinu datus par sārmiem un sārmezemju metālu fotojonizācijas šķelumiem un ieguva aproksimācijas formulas to atkarībai no viņu garuma magnija, kalcija, nātrija un alumīnija atomiem. Pētot metodes starojuma pārneses vienādojuma risināšanai oglekļa zvaigžņu spektra līnijās, viņi ieguva tieši programmējamā formā līnijas starojuma pārneses vienādojuma pilno sistēmu līnijas kontūra aprēķināšanai, ja nepastāv lokālais termodinamiskais līdzsvars.





Arī Radioastrofizikas observatorijas darbinieki 1989. gada 23. augustā piedalījās manifestācijā «Baltijas ceļš» — sadevās rokās uz Rīgas—Bauskas šosejas posmā starp Ķekavu un Iecavu. Attēlā redzam daļu observatorijas darbinieku kopā ar vecāko un jaunāko paaudzi pēc atgriešanās no manifestācijas Baldones ciema Riekstukalnā. *J. I. Straumes foto*

J. Freimanis atradis formulu, kas apraksta polarizēta starojuma difūzo atstarošanas no pusbezglalīgas homogēnas vides, ja homogēnajam pārnesei vienādojumam eksistē piesaistītās funkcijas. Viņš atradis arī vienādojumus, kas definē attiecīgās vispārinātās Milna funkcijas.

Otrais temats — oglekļa zvaigžņu mainīgums (vad. Andrejs Alksnis).

Ilgperioda oglekļa mainzvaigžņu spožuma fotogrāfiskos novērojumus ar Riekstukalna

Smita teleskopu izdarīja A. Alksnis, I. Eglītis, I. Jurgītis, O. Paupers, D. Pāvila, I. Platais, I. Pundure un J. I. Straume 130 naktīs. Fotouzņēmumu laboratorijas apstrādi veica I. Jurgītis, Z. Jumiķe un V. Ozoliņa, bet mērījumus — Z. Jumiķe, D. Pāvila un V. Ozoliņa, kā arī M. Eglīte (no septembra).

Konstatēts, ka putekļu apvalkā ietvertai oglekļa zvaigžnei LP And spožuma maiņas periods ir ap 614 dienu. Tātad tā ir vēl viena ilgperioda oglekļa mainzvaigžne ar putekļu apvalku, kurai ir ļoti ilgs periods. Pie šā zvaigžņu tipa vēl pieder jau agrāk Baldonē novērotie objekti CW Leo (631 d), RW LMi (605 d) un franču astronoma Lebertra pētītās oglekļa zvaigznes AFGL 971 (610 d) un AFGL 1235 (590 d).

Atrasts, ka cita putekļu apvalkā esoša oglekļa zvaigžne — IRC+30374 —, kuru nereti jauc ar netālo M spektra klases mirīdu V1129 Cyg, ir ilgperioda mainzvaigžne ar periodu ap 430 dienu.

Negaidīta un neparasti stipra spožuma pavājināšanās konstatēta neregulārai oglekļa mainzvaigžnei BC 45. Interesanti, ka laiksprīdis starp diviem agrāk reģistrētiem nelieliem spožuma pavājinājumiem ir līdzīgs tam, kas atdala jaunāko, dziļo, minimumu no iepriekšējā, t. i., ap 2450 dienu. Tas norāda uz iespējamu zvaigznes cikliskumu. Tomēr šai zvaigžnei piemīt neparasta spožuma liknes forma.

Gulbja apgabala oglekļa zvaigžņu infrasarkanā zvaigžņlielumu noteikšanai A. Alksnis un V. Larionovs (Ļeņingrada) 1989. gada jūlijā paveica otru novērojumu sēriju ar Bju-rakanas Astrofizikas observatorijas 2,6 m teleskopu un Ļeņingradas Valsts universitātes Astronomijas observatorijas infrasarkanā astrofotometru.

P. Paupers un D. Pāvila divas reizes devās uz Vidusāziju, lai no Maidanaka kalna ar Lietuvas Zinātņu akadēmijas Fizikas institūta teleskopiem novērotu aukstās zvaigznes un kopu locekļus Viļņas daudzkrāsu fotometriskajā sistēmā.

J. Kižla veica sarkano zvaigžņu fotoelektriskos novērojumus Ļeņingradas universitātes observatorijas Dienvidu stacijā Armēnijā.

L. Začš vienu gadu bija vieszinātnieks PSRS Zinātņu akadēmijas Speciālajā astrofizikas observatorijā Ziemeļkaukāzā, kur veica bārija zvaigžņu ķīmiskā sastāva pētījumus un novērojumus ar 6 m teleskopu.

I. Platais 1989. gada martā beidza viena gada stažēšanos akadēmiķa J. Einasto vadītajā Igaunijas Zinātņu akadēmijas Astrofizikas un atmosfēras fizikas institūta Galaktiku fizikas laboratorijā. Sajā laikā izstrādātas datorprogrammas zvaigžņu astrometriskajiem mērījumiem ar firmas «Perkin Elmer» (ASV) automātisko mikrodensitometru PDS. Teraverē iesākti daudzsoļoši vaļejo zvaigžņu kopu pētījumi. Pavasarī I. Platais bija divu mēnešu komandējumā Lundas observatorijā Zviedrijā. Tur tika pabeigti 1985. gadā sāktie vaļējās zvaigžņu kopas NGC 7209 īpatnējo kustību pētījumi. To rezultāti apstiprina agrāk atklāto interesanto faktu par neparastām dažu vaļejo kopu starждаudas funkcijām.

J. Francmanis pabeidza pētījumu par alumīnija radioaktīvā izotopa  $^{26}\text{Al}$  daudzumu Galaktikas starpzvaigžņu vidē un pierādīja, ka aprēķinātais šā izotopa daudzums atbilst novērotajam, ja pieņem, ka  $^{26}\text{Al}$  rodas asimptotiskā milžu zara zvaigznēs, un ja masas zudumi šais zvaigznēs ir atkarīgi no to spožuma.

E. Grasbergs turpināja supernovu modeļu aprēķinus.

1989. gada 21.—23. martā Jūrmalā Zinātnes namā notika darba grupas «Astrofotogrāfija» vissavienības sanāksme, kurā bez RO darbiniekiem piedalījās 22 speciālisti no PSRS observatorijām un fotogrāfijas pētniecības iestādēm. No Latvijas ar ziņojumiem uzstājās I. Eglītis un J. I. Straume.

J. Francmanis nolasīja referātu X Eiropas reģionālajā astronomu sanāksmē, kas notika 3.—8. jūlijā Kanāriju salās, bet 4.—7. septembrī J. Francmanis, I. Šmelde un A. Alksnis piedalījās Monpeljē (Francija) starptautiskajā kolokvijā par zvaigžņu evolūciju no mirīdām līdz planetārajiem miglājiem.

Atbalstu un finansiālu nodrošinājumu guvis I. Eglīša ieteiktais un PSRS Zinātņu akadēmijas Vispārīgās fizikas un astronomijas nodaļas konkursam iesniegtais priekšlikums pē-

tījumam par tematu «Oglekļa un skābekļa satura attiecība Galaktikas oglekļa zvaigžņu atmosfērās» (Carboxy).

1989. gadā publicēti 25 un iesniegti 12 zinātniski raksti.

A. Alksnis

## SAULES FIZIKAS DAĻĀ

Daļas vadību kopš oktobra pārņēmis I. Šmelde. Darbs tajā turpinājies tradicionālajā virzienā — Saules aktivitātes izpaušmju pētniecība, izmantojot Saules radiostarojumu.

1989. gadā, pirmkārt, tika izvērstas Saules decimetru viļņu radiostarojuma kvaziperiodisko fluktuāciju (KPF) novērošana un novērojumu izmantošana Saules uzliesmojumu prognostikā un, otrkārt, tika pēta Saules magnētiskā lauka struktūra virs aktīvajiem apgabaliem, izmantojot Saules radiostarojuma novērojumus.

Tā kā esošā materiāli tehniskā bāze un finansēšanas iespējas Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas budžeta ietvaros neļauj veikt pietiekami plašus un pilnvērtīgus pētījumus, intensīvi tiek meklētas iespējas kooperēties ar citām mūsu valsts un ārzemju zinātniskajām iestādēm — gan izpildot dažādus līgumdarbus, gan piedaloties atsevišķu koordinācijas un vissavienības zinātniski tehnisko programmu izpildē. Viens no spilgtākajiem šāda veida sadarbības piemēriem ir līdzdalība vissavienības zinātniski tehniskajā programmā, kuras uzdevums ir izstrādāt jaunas un uzlabot esošās hidrometeoroloģisko procesu un klimata maiņu prognožu metodes, kā arī metodes un līdzekļus aktīvai iedarbei uz hidrometeoroloģiskajiem procesiem. Cits piemērs ir piedalīšanās vissavienības koordinācijas programmas «Atmosfēra» izpildē, cieši sadarbojoties ar Gorkijas radioastronomiem, kas uzņēmušies šīs programmas koordinatoru funkcijas. Tomēr galvenais Saules fizikas daļas finansēšanas avots ir līgumdarbs ar Valsts hidrometeoroloģijas pārvaldes Lietišķās ģeofizikas institūtu. Šā līguma ietvaros tiek veikti galvenokārt Saules radionovērojumi

centimetru viļņu diapazonā un izstrādāti skaitliskie modeļi Saules magnētiskajam laukam virs koronālajiem caurumiem.

Runājot par kontaktiem ar ārējiem zinātniekiem, — notiek sadarbība ar Vācijas Demokrātiskās Republikas Zinātņu akadēmijas Centrālā astrofizikas institūta (Potsdamā) Saules pētniekiem. Galvenais uzsvars tiek likts uz kopīgu darbu Saules radiostarojuma fluktuāciju novērošanā decimetru viļņu diapazonā.

Un tagad nedaudz par to, kādi konkrēti rezultāti sasniegti 1989. gadā. Analizēta iespēja izmantot ilgperioda KPF Saules uzliesmojumu prognozēšanai, pētījumiem ņemot datus par 1979.—1986. g. Saules radiostarojuma novērojumiem 612 MHz un 755 MHz frekvencēs. Pagaidām gan tā dēvētais veiksmes koeficients ir tikai 0,68, tādēļ būtu jāmēģina uzlabot prognožu metodiku, ņemot plašāku statistisko materiālu.

Analizēti 155 radiouzliesmojumi 612 MHz un 755 MHz frekvencēs laikposmā no 1979. gada līdz 1984. gadam. Pirms 84 uzliesmojumiem 60 minūšu laikā novēroti tā sauktie priekšvēstneši. Izpētīta to rakstura un parādīšanās biežuma saistība ar konkrētiem uzliesmojuma parametriem. Secināts, ka šādu priekšvēstnešu rašanās cēlonis ir ātro elektronu emisija pirmsuzliesmojuma fāzē.

Izstrādāts skaitliskais modelis Saules radiostarojuma ģenerēšanai ar bremzes starojuma mehānismu virs aktīvā apgabala. Aprēķini parāda, ka šāds mehānisms nevar nodrošināt lokālā avota starojumu, pastāvot novērojamaļai starojuma spektra noliecei  $\alpha \geq 2$  ( $T_B \sim \lambda^\alpha$ ). Tiesa, pētījuma rezultāti pagaidām ir derīgi tikai tad, ja realizējas zināmi nosacījumi attiecībā uz vides fizikālajām īpašībām.

Salīdzināti ar RATAN-600 veiktu konkrēta aktīvā apgabala radionovērojumu rezultāti un Saules siltuma radiostarojuma skaitliskais modelis. Rezultātā izdevies modelēt attiecīgā lokālā radioavota struktūru.

Saules fizikas daļas un Lietišķās ģeofizikas institūta līgumdarba ietvaros turpināti Saules radiostarojuma novērojumi 2 cm un 3 cm viļņos, noteikti Saules uzliesmojumu raksturlielumi (to koordinātas un plūsmas). Izstrā-

dāta aparatūra un metodika Saules 2 cm un 3 cm viļņu radionovērojumu datu apstrādes automatizācijai, turpinājušies 2,5 m diametra un 5 cm diapazona radioteleskopa regulēšanas darbi. Izveidots koronālā cauruma bremzes radiostarojuma skaitliskais modelis un programmu nodrošinājums šā modeļa izmantošanai.

Gada laikā daļas darbinieki piedalījušies piecās vissavienības un starptautiskās sanāksmēs, kurām sagatavoti 11 ziņojumi. Iesniegtas septiņas zinātniskās publikācijas, no tām četras — starptautiskos izdevumos.

I. Š m e l d s

## UZDRIKSTĒŠANĀS

Šāds vērtējums, mūsaprāt, ir vispiemērotākais observatorijas jaunākās struktūrvienības — **Automatizācijas un tehniskā nodrošinājuma daļas** — zinātniskajai darbībai 1989. gadā. Tiesa, tas neietver pašreiz modē esošo galveno kritēriju — gala rezultātu. Uzdrošināties iebilst — neredzot daļas darbības galu, necentāties par katru cenu novērtēt šā gala rezultātu.

Kādas iepriekšējo gadu uzdrīkstēšanās sekas mūs pārsteidza pašā gada sākumā. Saņēmām neticamu, bet patikamu vēsti, ka augsta valdības komisija apturējusi lielākā valsts isviļņu diapazona 70 m radioteleskopa celtniecību, lai pārstrādātu karkasa darba zīmējumus. Šāda lēmuma pamatā bija mūsu veiktie pētījumi. Tie pierādīja, ka karkasa stieņu šķērsgriezuma laukuma izmaiņa vien, saglabājot pašu konstrukciju atbilstoši projektam, ļauj samazināt maksimālās karkasa deformācijas vismaz piecas reizes. Bet projekta pārstrādāšanas realitātei netiecējām ne mēs, ne arī pasūtītājs — PSRS Zinātņu akadēmijas Kosmisko pētījumu institūts. Vispirms tāpēc, ka tas runā pretī viņa augstībai Valsts plānam. Otrkārt — šo taisnību nācās pierādīt vadošajai kara resora iestādei antenu projektēšanas jomā.

1985. gada aprīlī Zinātnes namā Jūrmalā Automatizācijas un tehniskā nodrošinājuma



Emblēma starptautiskajai apspriedei par spoguļantenu konstrukcijām (Rīga, 1990. gada septembris). Mākslinieks I. Krūss.

daļa sarīkoja pirmo vissavienības apspriedi par spoguļantenu konstrukcijām. Jāatzīstas, vienlaikus ar zinātnisko interesi mūs vadīja arī tīri praktisks mērķis — iegūt pasūtījumu savas zinātniskās darbības nodrošināšanai tuvākajos gados. Un tas izdevās, pateicoties mūsu izvirzītajai oriģinālajai teorijai par visstingākajām konstrukcijām un, galvenais, tam, ka, piedāvājot praktiski izmantojamu aprēķinu metodi, iekļuvām kooperācijā, kas nodrošina jaunizveidojamo valsts interferences tīklu ar 32 m spoguļantenām. Šis gads bija izšķirošais to aprēķinu veikšanā, kuri deva iespēju projektēšanas organizācijām konstruēt jaunas paaudzes spoguļantenu.

Spoguļantenu projektēšanas, būvniecības un izpētes vēsture sasniegusi pusgadsimtu. Lieki bilst, ka pieejamā informācija jomā, kas visciešāk saistīta ar kosmisko pētījumu tehnisko

nodrošinājumu, bijusi visai ierobežota un nepilnīga. Tāpēc doma par tiešu kontaktēšanos ar pasaules vadošajiem speciālistiem arī briedusi gadu desmitiem. Divi faktori — pārbūve un tas, ka rakstu krājumu ar iepriekšējās apspriedes materiāliem pieprasīja daudzas ārvalstis, ierosināja vēl vienu uzdriktēšanos — sarīkot starptautisku apspriedi par spoguļantenu konstrukcijām. 1989. gads deva atbildi uz diviem galvenajiem jautājumiem — vai atļaus un vai pie mums kāds vēlēšies braukt? Atļāva, un līdzdalību sanāksmē pieteikuši gandrīz visi uzaicinātie ārzemju speciālisti un zinātnieki.

Informējot par šo apspriedi arī tautiešus ārzemēs, bijušajā «Dzimtenes Balsī», starp citu, rakstīju: «Radioteleskops — tas ir tālas informācijas savācējs. Tā teleskopa fokusā, kas attēlots sanāksmes emblēmā, atrodas Rīga. Ausekliša izvēle par Rīgas simbolu šoreiz nav saistīta ar to jaunāko informāciju spoguļantenu konstruēšanas jomā, kas, cerams, 1990. gada septembra dienās koncentrēsies Rīgā. Palieku cerībā, ka Auseklītis saglabājis citu, daudz senāku informāciju — informāciju no mūsu kopīgā etnogenētiskā fonda.»

Lai uzdrošināšanās atzīties šinī kopībā paliek kā sīks apliecinājums mūsu profesionālajai un sabiedriskajai darbībai 1989. gadā — tautas kopīgās uzdriktēšanās gadā.

E. Bervalds

Kļūdas labojums.

«Zvaigžņotās Debess» 1990. gada pavasara numura vāku 2. lappusē pareizs attēla paraksts ir šāds: Spirālveida galaktika M 100 Jaunavas galaktiku kopā. Uzņēmums iegūts ar Riekstukalna Šmita teleskopu.



## L. GARKUĻA SAULES FOTOUZŅĒMUMI

Publicējam astronomijas amatiera daugavpīlieša Longina Garkuļa vēstuli un Saules fotouzņēmumus 1989. gada rudenī. Fotogrāfiju tehniskie dati: MTO-1000 ar telekonverteru  $2\times$  ( $F_{\text{ekv.}} = 2000$ ), filtri ZS-9 un SS-4, ekspozīcijas laiks 1/500 s, filma MZ-3L (jutība 3 VVST vien.), fotoaparāts «Zenit-TTL».

Cienījamā «Zvaigžņotā Debess»!

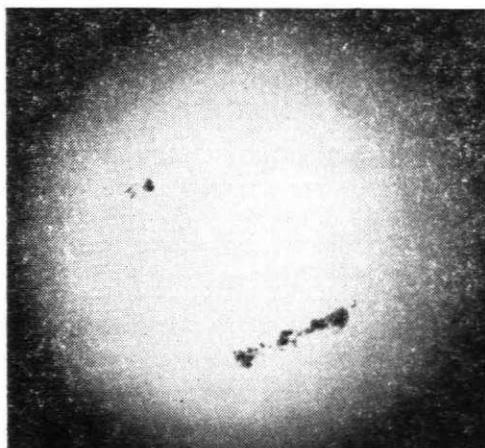
Nosūtu Jums 1989. gada 5. septembrī un 18. oktobrī izdarītus Saules fotouzņēmumus. Pievienoju tiem sekojošu informāciju:

1) Vienu Saules apgriezību pēc 5. septembra ( $\approx 27$  dienas) attēlos redzamais plašais Saules plankumu apgabals acīmredzot bija

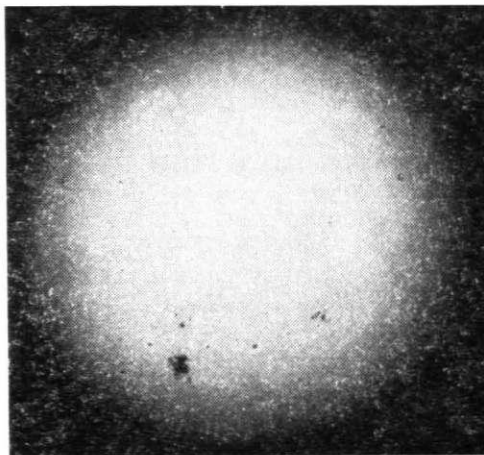
pamatā spēcīgiem Saules uzliesmojumiem 30. septembrī — 4. oktobrī;

2) Naktī no 18. uz 19. oktobri no 23.00 līdz 01.00 manas meitas ģimene Alojās apkārtnē novēroja skaistu ziemeļblāzmu.

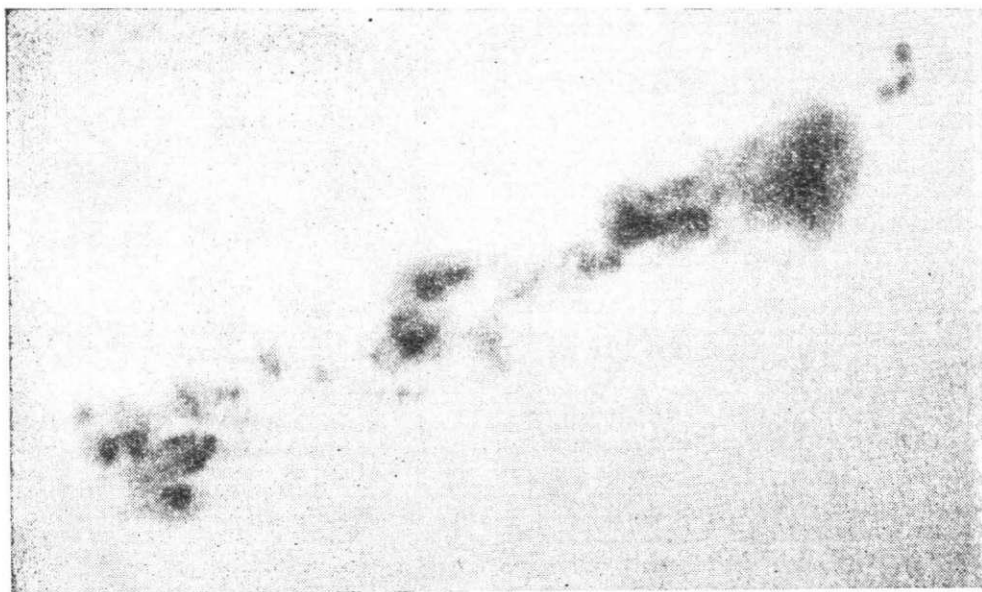
Jūsu Longins Garkulis



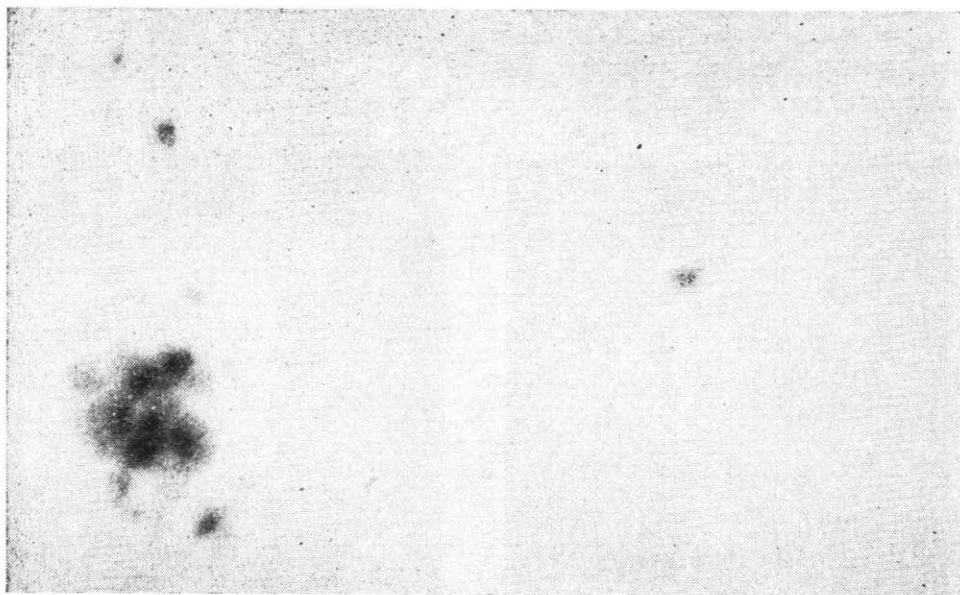
1. att. Saule 1989. gada 5. septembrī.



2. att. Saule 1989. gada 18. oktobrī.



3. att. 5. septembra uzņēmuma fragments. Izšķirtspēja 5".



4. att. 18. oktobra uzņēmuma fragments. Izšķirtspēja 5".

# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1990. GADA VASARĀ

Astronomiskā vasara sākas 21. jūnijā plkst. 18<sup>h</sup>33<sup>m</sup>. Dabā, pēc ilggadējiem novērojumiem, vasara iestājas ap 18. jūniju. Visu vasaru un arī rudens sākumā debesis dominē Liras, Gulbja un Ērgļa zvaigznāji.

Nelielajā Liras zvaigznājā koncentrēti daudzi apskatei interesanti objekti. Liras  $\alpha$  jeb Vega bija pirmā zvaigzne, līdz kurai tika noteikts attālums. Tas izrādījās vienāds ar 27 gaismas gadiem (ly). Liras  $\beta$  ir interesanta maiņzvaigzne. Faktiski tā ir cieša dubultzvaigžņu sistēma, kuru aptver gāzu gredzens. Sistēmas spožums mainās nepārtraukti, jo komponenti ir elipsveida. Šā iemesla dēļ grūti noteikt to momentu, kad viena zvaigzne sāk aizklāt otru. Istenībā Liras  $\beta$  ir trīskārša sistēma. Trešais komponents atrodas 46" attālumā no galvenā pāra. Lirā ir vēl kāda ļoti saskaņama dubultzvaigzne — Liras  $\zeta$  — un skaistas gredzenveida formas planetārais miglājs M 57. Nelielā teleskopā to var redzēt kā miglainu aplīti. Liras  $\epsilon$  ir dubultzvaigzne, kuras komponentus var izšķirt pat ar neapbruņotu aci, jo tie atrodas 3,5 attālumā viens no otra.

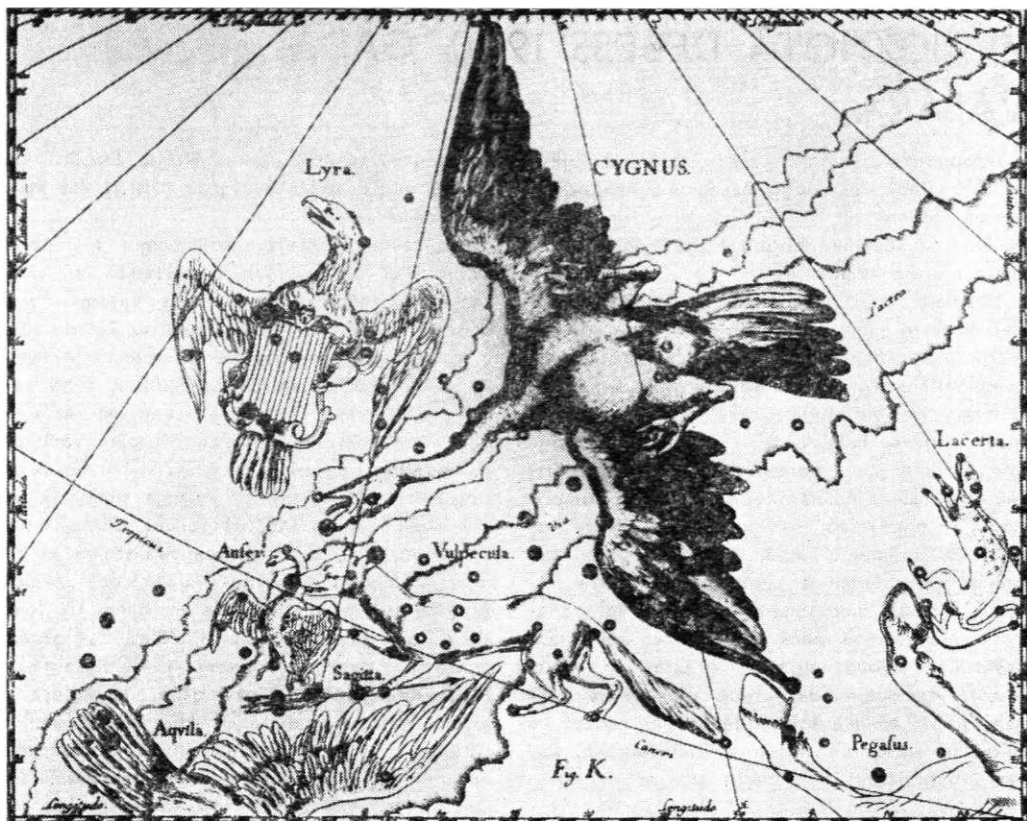
Gulbja zvaigznāja krusts ļauj viegli iztēloties debesis lidojošu putnu ar izstieptu kaklu. Spožākā zvaigzne Gulbī ir Denebs. Gulbja  $\beta$  ir ļoti skaista dubultzvaigzne, kas sastāv no oranžas galvenās zvaigznes un balta pavadoņa. Gulbis 61, lai gan tās spožums ir tikai 5<sup>m</sup>,1, ir viena no Saulei tuvākajām zvaigznēm (11 ly). Gulbja  $\gamma$  ir ilgperioda maiņzvaigzne ar ļoti lielu spožuma amplitūdu: maksimumā tā sasniedz 2<sup>m</sup>,3, minimumā samazinās līdz 14<sup>m</sup>,3. Spožuma maiņas periods ir 408 dienas. Sogad zvaigzne maksimumā nonāk pašās gada beigās. Rentgenavots Gulbis X-1 ir visai iespējams melnā cauruma «kandidāts». To veido divas masīvas zvaigznes. Spīdošā komponenta masa ir 28 Saules masas, bet tumšā komponenta masu vērtē ap 10 Saules masām.

Ērgļa zvaigznāja spožākā zvaigzne ir Altairs. No Altaira uz leju meklējama Ērgļa  $\eta$ , kas bija pirmā atklātā cefeida. Tās spožums mainās

par vienu zvaigžņlielumu. Vega, Denebs un Altairs veido spožu zvaigžņu trijstūri, ko sauc par vasaras trijstūri.

Detalizētāk šoreiz aplūkosim Herkulesa zvaigznāju. Šis zvaigznājs neizceļas ar spožām zvaigznēm, tādēļ gaišajās vasaras nakts debesis bieži paliek nepamanīts. Tomēr tajā ir daudz pieminēšanas vērtu objektu. Nosaukumu zvaigznājs ieguvis no mītiskā seno romiešu stiprinieka Herkulesa (sengrieķu mitoloģijā — Hērakls), kurš veicis 12 pārcilvēciskus varoņdarbus: uzvarējis Nemejas lauvu un elles sargsuni Cerberu, iztīrījis Augeja stajlus, ieguvis zelta ābolus no hesperīdu dārza, kuru sargā pūķis, u. c. Herkulesa zvaigznāju veido divas vertikālas zvaigžņu līnijas. Vecās zvaigžņu kartēs Herkulesu attēlo ar galvu uz leju. Herkulesa galvas zīmējumā, tātad zvaigznāja lejasdaļā, ietverta Herkulesa  $\alpha$  — Rasalgethi. Tā ir neregulāra maiņzvaigzne. Herkulesa  $\nu$  tuvumā atrodas punkts, uz kuru virzās Saules sistēma ar ātrumu 20 km/s, ja šo kustību aplūko attiecībā pret tuvākajām zvaigznēm. Šo punktu sauc par apeksu. Herkulesa zvaigznājā atrodas lodveida kopas M 13 un M 92, turklāt M 13 ir tik spoža, ka novērojama ar neapbruņotu aci. Kopā ir apmēram pusmiljons zvaigžņu. Nelielā teleskopā kopas malās saredzamas atsevišķas zvaigznes. Var tikai iztēloties, kādas izskatītos debesis virs planētas šajā kopā, ja tajās mirdz tūkstošiem Venēras spožuma zvaigžņu! 1974. gadā, izmantojot pasaulē lielāko radioteleskopu, uz M 13 nosūtīja vēstījumu, kas satur informāciju par Zemes civilizāciju. Diemžēl, šī zvaigžņu kopa atrodas tik tālu, ka uz atbildi var cerēt ne ātrāk kā pēc 48 000 gadu. Herkulesa  $u$  ir samērā spoža aptumsuma maiņzvaigzne, kuras spožums mainās par nepilnu zvaigžņlielumu.

Cūsknesis, kurā, tāpat kā Herkulesā, nav spožu zvaigžņu, atrodas zemu pie horizonta. Cūskneša  $\alpha$  (Rasalhags) ir nedaudz spožāka par pārējām zvaigznāja zvaigznēm. Šajā zvaigznājā atrodas slavenā Bārnarda zvaigzne, kurai ir ļoti liela īpatnējā kustība (10",27 gadā).



Gulbja zvaigznājs (spoguļattēls) no J. Hevēlija debess atlanta.

Zvaigzne ir vāja — tās spožums ir tikai  $9^m,7$ . Čūsknesī atrodas spoža vaļējā zvaigžņu kopa NGC 6633.

Beidzot zvaigžņotās debess aprakstu, jāpieņem nelielie Delfīna un Lapsiņas zvaigznāji. Zvaigžņu rombā, kas veido Delfīnu, viegli iztēloties no ūdens izlēkušā dzīvnieka apveidus. Delfīna  $\gamma$  ir dubultzvaigzne, kas sastāv no dzeltenas un zaļganīgas zvaigznes. Dzeltēnā zvaigzne pēc savām īpašībām ir ļoti līdzīga Saulei. Lapsiņas zvaigznājā atrodas spožs un liels planetārais miglājs M 27 — Hanteles miglājs.

Dati par vasaras debesīs redzamajām spožākajām maiņzvaigznēm un dubultzvaigznēm, kā arī par amatiereteleskopos saskatāmiem miglājiem un zvaigžņu kopām apkopoti tabulās.

Gaišajās vasaras naktīs debess reizēm parādās sudrabainie mākoņi. Tie meklējami debess ziemeļu pusē pie horizonta. Sudrabainajiem mākoņiem raksturīga sudrabaini zilgana vai zeltaina krāsa un smalka struktūra. Visbiežāk novērojami jūlijā.

Dienā vērts pievērst uzmanību Saulei, jo 1990. gadā solās būt visai augsta tās aktivitāte, līdz ar to uz Saules virsmas bieži būs redzamas lielas plankumu grupas. Tās vislabāk apskatīt, ja Saules attēls projicēts uz balta papīra ekrāna.

22. jūlijā notiks pilns Saules aptumsums. Pilnā aptumsuma josla sākas pie Tallinas, iet cauri Somijai, Karēlijai, skar Kolas un Taimiras pussalu, šķērso Čukču pussalu un beidzas Klusajā okeānā. Latvijā aptumsums būs da-



## Maiņzvaigznes

Apzīmējums	Zvaigznes koordinātas		Zvaigznes spožums		Periods	Piezīmes
	$\alpha$	$\delta$	maks.	min.		
Herkulesa u	17 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup>	+39°9'	4 <sup>m</sup> ,6	5 <sup>m</sup> ,3	2 <sup>d</sup> ,061	aptumsuma maiņzv.
Liras $\beta$	18 48	+33 18	3 ,3	4 ,3	12 ,937	aptumsuma maiņzv.
Ērgļa $\eta$	19 50	+ 0 53	3 ,5	4 ,3	7 ,177	cefeīda
Lapsiņas T	20 49	+28 4	5 ,4	6 ,1	4 ,436	cefeīda

## Dubultzvaigznes

Apzīmējums	Zvaigznes koordinātas		Zvaigznes spožums		Attālums starp komp.
	$\alpha$	$\delta$	1. komponents	2. komponents	
Pūka $\gamma^1\gamma^2$	17 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup>	+55°,2	4 <sup>m</sup> ,9	4 <sup>m</sup> ,9	62'',0
Liras $\zeta$	18 43	+37 ,5	4 ,3	5 ,7	43 ,9
Liras $\epsilon^1\epsilon^2$	18 43	+39 ,6	4 ,5	4 ,7	208 ,0
Liras $\beta$	18 48	+33 ,3	3 ,4	6 ,7	45 ,8
Čūskas $\theta$	18 54	+ 4 ,1	4 ,5	4 ,9	22 ,2
Gulbja $\beta$	19 29	+27 ,9	3 ,2	5 ,3	34 ,3
Delfīna $\gamma$	20 44	+16 ,0	4 ,5	5 ,4	10 ,0

## Zvaigžņu kopas

Apzīmējums	Zvaigznājs, kurā kopa atrodas	Kopas koordinātas		Izmēri	Spožums	Kopas tips
		$\alpha$	$\delta$			
NGC 6633	Čūsknesis	18 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	+6°,5	20'	4 <sup>m</sup> ,9	vaļējā
M 11	Vairogs	18 48	-6 ,3	10	6 ,3	vaļējā
M 13	Herkules	16 40	+36,6	10	5 ,8	lodveida
M 92	Herkules	17 16	+43,2	8	6 ,2	lodveida
M 22	Strēlnieks	18 33	-24,0	17	5 ,8	lodveida

## Miglāji

Apzīmējums	Zvaigznājs, kurā miglājs atrodas	Miglāja koordinātas		Izmēri	Spožums
		$\alpha$	$\delta$		
M 16	Čūska	18 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup>	-13°,8	28' × 35'	6 <sup>m</sup> ,1
M 17	Strēlnieks	18 18	-16 ,2	37 × 46	6 ,3
M 57	Lira	18 52	+33 ,0	1 × 1,4	9 ,3
M 27	Lapsiņa	19 57	+22 ,6	4 × 8	7 ,6

ļejs. Gandrīz visā republikas teritorijā Saule lec pēc aptumsuma maksimālās fāzes iestāšanās, tātad būs novērojama aptumsuma otrā puse.

## PLANĒTU REDZAMĪBA

Merkurs vasarā strauji pārvietojas pa Vērša, Dvīņu un Vēža zvaigznājiem, vasaras beigās ieejot Lauvā. Jūnija beigās un jūlijā nav redzams. Ap 11. augustu, kad Merkurs atrodas maksimālā elongācijā ( $27^\circ$ ), to var mēģināt sameklēt ļoti zemu pie apvāršņa tūlīt pēc Saules rieta. Planētas spožums ir  $+0^m,6$ .

22. augustā plkst. 14<sup>h</sup>,6 gar Merkuru  $0^\circ,2$  attālumā paiet Mēness.

Venēra atkārtο Merkura ceļu pa Vērša, Dvīņu, Vēža un Lauvas zvaigznājiem. Vasarā tā redzama kā rīta zvaigzne, jūnija beigās zemu pie horizonta, jūlijā un augustā nedaudz augstāk. Ļoti interesanta konjunkcija gaidāma 13. augustā. Plkst. 2<sup>h</sup>,4 Venēra pienāk ļoti tuvu Jupiteram (līdz 2',4!). No rīta, kad Venēra lec, attālumš starp spīdekļiem ir pieaudzis līdz 12'. 19. augustā plkst. 3<sup>h</sup>,1 gar Venēru paiet Mēness  $0^\circ,5$  attālumā. Venēra redzama līdz septembra sākumam, tad tā pazūd rīta blāzmā. Visu vasaru planētas spožums turas pastāvīgs  $-3^m,3$ .

Marss vasarā pārvietojas pa Zivju, Auna un Vērša zvaigznājiem un redzams nakts otrajā pusē pakāpeniski arvien augstāk virs horizonta. Tā spožums pieaug no  $+0^m,5$  1. jūlijā līdz  $-0^m,5$  15. septembrī.

Jupiters vasarā uzturas Dvīņu un Vērša zvaigznājos. Jūnija beigās un jūlijā nav redzams. Parādās no rītiem augusta otrajā pusē un septembrī. Sākumā atrodas ļoti zemu pie horizonta, vēlāk nedaudz augstāk. Tā spožums ir  $-1^m,4$ . Mēness paiet gar Jupiteru 18. augustā plkst. 16<sup>h</sup>,1  $0^\circ,4$  attālumā un 15. septembrī plkst. 8<sup>h</sup>,8 —  $0^\circ,3$  attālumā.

Saturns atrodas Strēlnieka zvaigznājā. Vasarā tas novērojams vislabāk, jo 14. jūlijā nonāk opozīcijā. Tomēr Saturns paliek zemu

pie horizonta. Vasaras sākumā tas redzams nakts vidū, vasaras beigās — vakaros. Saturna spožums ir  $+0^m,3$ . Gredzena diametrs sasniedz 42". Astronomijas amatieri var mēģināt sameklēt Saturna pavadoņi Titānu, kura spožums ir  $8^m,3$  un attālumš no planētas nepārsniedz 3'.

Urāns un Neptūns vasarā meklējami netālu viens no otra zemu pie apvāršņa Strēlnieka zvaigznājā. Opozīcijā tie nonāk attiecīgi 29. jūnijā un 3. jūlijā, tātad redzami nakts vidū. Urāna spožums ir  $+5^m,9$  un diametrs 3",8. Neptūnam — attiecīgi  $+7^m,7$  un 2",3. Neptūnu kā vāju zvaigznīti var saskatīt binoklī, taču, lai redzētu tā disku, vajadzīgs teleskops ar vismaz 100 mm objektīva diametru. Urāns visu vasaru atrodas apmēram  $2^\circ$  pa kreisi uz augšu no Strēlnieka  $\lambda$ . Savukārt, Neptūns atrodas apmēram  $2^\circ$  pa labi nedaudz uz leju no Strēlnieka  $\sigma$ .

## METEORU PLŪSMAS

Perseīdas. Bagātīga meteoru plūsma, kas novērojama no 9. jūlija līdz 17. augustam. Maksimums 12. augustā. Radiants atrodas Perseja  $\eta$  tuvumā. Ātri balti meteorī ar pēdām.

Kasiopeīdas novērojamas no 17. jūlija līdz 15. augustam, maksimums 28. jūlijā. Radiants ir pie Kasiopejas  $\gamma$ . Līdzīgas Perseīdām.

## MĒNESS FĀZES

● jauns Mēness

☾ pirmais ceturksnis

22. jūnijā 21<sup>h</sup>56<sup>m</sup>  
22. jūlijā 5 55  
20. augustā 15 40

30. jūnijā 1<sup>h</sup>08<sup>m</sup>  
29. jūlijā 17 02  
28. augustā 10 35

○ pilns Mēness

☾ pēdējais ceturksnis

8. jūlijā 4<sup>h</sup>24<sup>m</sup>  
6. augustā 17 20  
5. septembrī 4 47

15. jūlijā 14<sup>h</sup>05<sup>m</sup>  
13. augustā 18 55  
11. septembrī 23 54

I. Vilks

## SAULES APTUMSUMS 22. JŪLIJĀ

Saules aptumsums 22. jūlijā būs redzams visā Latvijā kā daļējs aptumsums. Lielākajā daļā republikas teritorijas Saule uztēks jau pēc aptumsuma maksimālās fāzes momenta, tā ka novērojama būs tikai aptumsuma beigu norise — Mēness aiziešana no Saules. Vislabākie novērošanas apstākļi būs Latgales ziemeļaustrumu daļā, it īpaši Viļakas rajonā.

Tabulā sniedzam aptumsuma redzamības apstākļus dažādās republikas vietās.

Vieta	Aptumsuma maksimālā fāze	Maksimālās fāzes moments	Saule lec	Daļēja aptumsuma beigas
Liepāja	0,986	(4 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> )	5 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 26 <sup>s</sup>
Ventspils	0,995	(4 52)	5 10	5 43 12
Aizpute	0,985	(4 52)	5 14	5 42 27
Talsi	0,986	(4 52)	5 07	5 42 38
Jelgava	0,969	(4 50)	5 06	5 41 32
Rīga	0,971	(4 50)	5 03	5 41 43
Baldone	0,967	(4 50)	5 02	5 41 24
Sigulda	0,969	(4 50)	4 58	5 41 41
Rūjiena	0,977	4 50 48 <sup>s</sup>	4 52	5 42 24
Valmiera	0,971	(4 50)	4 54	5 41 56
Jēkabpils	0,952	(4 49)	4 59	5 40 34
Daugavpils	0,938	(4 48)	5 00	5 39 34
Preiļi	0,943	(4 49)	4 56	5 39 58
Gulbene	0,956	4 49 25	4 51	5 41 03
Alūksne	0,958	4 49 30	4 48	5 41 14
Krāslava	0,933	(4 48)	4 57	5 39 21
Balvi	0,952	4 49 06	4 49	5 40 48
Rēzekne	0,942	(4 48)	4 53	5 40 01
Dagda	0,934	(4 48)	4 54	5 39 28
Viļaka	0,950	4 48 57	4 47	5 40 43
Kārsava	0,944	4 48 35	4 49	5 40 15
Ludza	0,940	(4 48)	4 51	5 39 56
Zilupe	0,934	(4 48)	4 50	5 39 36

Vietas sakārtotas to ģeogrāfisko garumu secībā. Tā kā aptumsuma josla virzās aptuveni 45° azimutā (virzienā uz ziemeļaustrumiem), parādības norise atkarīga ne vien no ģeogrāfiskā garuma, bet arī platumā. Aptumsuma maksimālā fāze aprēķināta Saules redzamā diametra vienībās. Vietām, kurās maksimālās fāzes moments iestājas vairāk nekā pusotras minūtes pirms Saules lēkta, šis moments dots tikai aptuveni, jo tas tāpat nav redzams. Tāpat vērosim interesanto Saules lēktu!

Tikko Saule būs pakāpusies augstāk, turklāt «sirpis» kļūvis platāks, — neskatoties uz to tieši! Sauli pat daļēja aptumsuma laikā drīkst vērot tikai caur apkvēpinātu stiklu vai tumšu fotoplati. Vislabāk projicēt Saules attēlu uz ekrāna, izmantojot teleskopu; nedaudz izvērza okulāru, kamēr veidojas ass attēls. Par ekrānu var ņemt vienkāršu balta papīra lapu, bet teleskopa vietā der prizmatiskais binoklis (parastie teātra binokļi neder, jo tie neveido reālu asu attēlu). Vienmēr jāatceras, ka, tieši skatoties uz Sauli, it īpaši binoklī vai teleskopā, var uz visiem laikiem zaudēt redzīl!

Visiem fotoamatieriem ieteicams uzņemt skaisto Saules sirpi. Iepriekš vēlams pavigrināties uzņemt Sauli tuvu horizontam, piemēklēt vispiemērotākos gaismas filtrus, ekspozīcijas ilgumu, filmas jutību (vismazāko iespējamo) un citus parametrus. Toties fokusa attālumu ieteicams izvēlēties vislielāko pieejamo (piemēram, izmantojot konverterus).

M. Dīriķis

## СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ. Н. Цимахович. В космосе — экстремальные атомы. М. Дирикис. Хирон — комета? З. Алксне. Был ли Сириус красным в начале нашей эры? Я. Клетникс. Таинственные лабиринты Соловецких островов. ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Э. Мукин. Межпланетные полеты в 1989 году. Э. Мукин. Перемены в космическом транспорте «затухают». НАРОДНАЯ МУДРОСТЬ. Я. Клетникс. Календарный узор пояса Криванской Мары. КОМПЬЮТЕР В АСТРОНОМИИ. М. Абеде, Т. Романовскис. Программа для решения системы уравнений. В КРУГУ ГИПОТЕЗ. А. Балклавс. Новая гипотеза о природе квазаров и радиогалактик. УЧЕНЫЙ И ЕГО ТРУД. А. Еремеева. Роль Гротгуса в создании научной метеоритики. Э. Риекстиньш. Математику П. Болу — 125. КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ. А. Алкснис. От мирид к планетарным туманностям. А. Балклавс. У Пулковских астрономов. В ШКОЛЕ. Т. Романовскис. Проведение эллипса через три точки. В НАШЕЙ РЕСПУБЛИКЕ. А. Алкснис, Э. Бервалдс, И. Пундуре, И. Шмелдс. Радиоастрофизическая обсерватория в 1989 году. СТРАНИЦА ЛЮБИТЕЛЯ. Фотоснимки Солнца Л. Гаркулиса. ● И. Вилкс, М. Дирикис. Звездное небо летом 1990 года.

## CONTENTS

NEWS. N. Cimašoviča. Extremal atoms in the space. M. Dīriķis. Is Chiron a comet? Z. Alksne. Was Sirius red at the beginning of our era? J. Klētnieks. The mysterious mazes of Solovki islands. SPACE EXPLORATION. E. Mūkins. Interplanetary missions in 1989. E. Mūkins. Changes in space transportation die down. FOLK LORE. J. Klētnieks. Calendar pattern of Krievānu Māra belt. COMPUTER IN ASTRONOMY. M. Ābele, T. Romanovskis. A program for the solution of a system of equations. AMID HYPOTHESES. A. Balklavs. A new hypothesis on the nature of quasars and radio galaxies. SCIENTIST AND HIS WORK. A. Yeremeyeva. The role of Grothus in the formation of scientific meteoritics. E. Riekstiņš. The 125th anniversary of mathematician P. Bols. CONFERENCES, MEETINGS. A. Alksnis. From Mira-type stars to the planetary nebulas. A. Balklavs. At the astronomers of Pulkovo. AT SCHOOL. T. Romanovskis. Drawing an ellipse through three points. IN OUR REPUBLIC. A. Alksnis, E. Bervalds, I. Pundure, I. Smelds. Radioastrophysical observatory in 1989. AMATEUR'S PAGE. Solar photos taken by L. Garkulis. ● I. Vilks, M. Dīriķis. The starred sky in the summer of 1990.

## ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ЛЕТО 1990 ГОДА

Составитель *Агнис Волдемарович Анджанс*

Издательство «Зинатне», Рига 1990

На латышском языке

## ZVAIGŅOTĀ DEBESS, 1990. GADA VASARA

Sastādītājs *Agnis Andžāns*.

Redaktore *Z. Kļaviņa*. Mākslinieciskais redaktors *V. Kovaļovs*. Tehniskā redaktore *L. Misēviča*. Korektore *L. Vecvagare*.

Nodota salikšanai 01.02.90. Parakstīta iespiešanai 03.05.90. JT 05163. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs №1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 4,75 fiz. iespiedl.; 5,56 uzsk. iespiedl.; 6,88 uzsk. kr. nov.; 6,53 izdevn. 1. Metiens 2700 eks. Pasūt. № 102420. Maksā 35 k. Izdevniecība «Zinātne», 226530 PDP Rīgā, Turģeneva ielā 19. Iespiesta Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004 Rīgā, Vienības gatvē 11.

Klientamle «Zvaigžņotās Debess» Iestājiļ  
 Aicinām Jūs piedalīties aptaujā un atbildēt uz jautājumiem [vai ar aplīti apzīmēt Jums pieņemamo atbildes variantu]. Lapu lūdžam izņiezt un atstāt: Rīga PDP, Turģeņeva ielā 19, Radioastrofizikas observatorijā, «Zvaigžņotās Debess» red- kolēģijai.

## APTAUJA

1. Kādā veidā līdz Jums nonāk «Zvaigžņotā Debess»?

- |                                 |                    |
|---------------------------------|--------------------|
| 1. abonēju                      | 3. aizņemos        |
| 2. iegādājos kioskā vai veikalā | 4. lasu bibliotēkā |

2. Cik gadu jau lasāt šo izdevumu?

1. pirmo gadu
2. 2—4 gadus (līdzko bija iespējams abonēt)
3. 5—10 gadus
4. 11—15 gadus
5. 16—32 gadus (kopš iznākšanas)

3. Kādēļ Jūs lasāt «Zvaigžņoto Debess»?

	jā	daļēji	nē
	1.	4.	7.
interesē astronomija	1.	4.	7.
sniedz nekur citur latviešu valodā nublicētu informāciju	2.	5.	8.
palīdz izprast pasauli, veidot pasaules uzskatu	3.	6.	9.

[citi iemesli, lūdžam norādīt, kādi]

4. Jūsu domas par publicēto rakstu saprotamību:

1. apmierina
2. neapmierina, jo pārāk sarežģīti
3. \_\_\_\_\_

5. Kādas izdevuma nodaļas Jūs visvairāk interesē!

1. Astronomiskās parādības atbilstoši gada laikam
2. Zinātnes ritums
3. Jaunumi
4. Kosmosa pētniecība un apģūšana
5. Skolā
6. Skaitļotājs astronomijā
7. Amatieru lappuse

8. \_\_\_\_\_

6. Par kādiem jautājumiem Jūs vislabprātāk lasāt!

1. modernās astronomijas svarīgākie sasniegumi
2. observatorijas un levērojami astronomi
3. astronomijas vēsture
4. Latvijas astronomu (zinātnieku) darbība
5. amatierastronomija

6. \_\_\_\_\_

7. pajaujos uz redkolēģiju

7. Norādieļ, Jūsuprāt, interesantākos rakstus pēdējo gadu «Zvaigžņotajā De- besī»:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

5. \_\_\_\_\_

8. Jūsu domas par publicēto rakstu apjomu:

1. apmierina
2. varētu būt īsāki (2—3 lpp.)
3. varētu būt garāki (līdz 10 lpp.)

9. Vai Jūs apmierina ilustrāciju daudzums?

1. apmierina
2. varētu būt vairāk
3. varētu būt mazāk
4. \_\_\_\_\_

10. Kādas tematikas ilustrācijas Jūs gribētu redzēt «Zvaigžņotajā Debesī»?

1. kosmiskā tehnika (orbitālās stacijas)
2. astronomijas instrumenti
3. Saules «gūstekņi» — planētas, komētas u. tml.
4. mūsu Galaktikas objekti — kopas, miglāji u. tml.
5. galaktikas
6. zvaigžņu kartes
7. \_\_\_\_\_
8. pajaujos uz redkolēģiju

11. Jūsu ierosinājumi, kritiskas piezīmes redkolēģijai:

---

---

---

---

---

---

---

---

Lūdzam sniegt ziņas par sevi:

Vecums \_\_\_\_\_

Nodarbošanās: 1. skolnieks  
2. students  
3. skolotājs

Izglītība \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

Dzīvesvieta \_\_\_\_\_  
(pilsēta, novads)

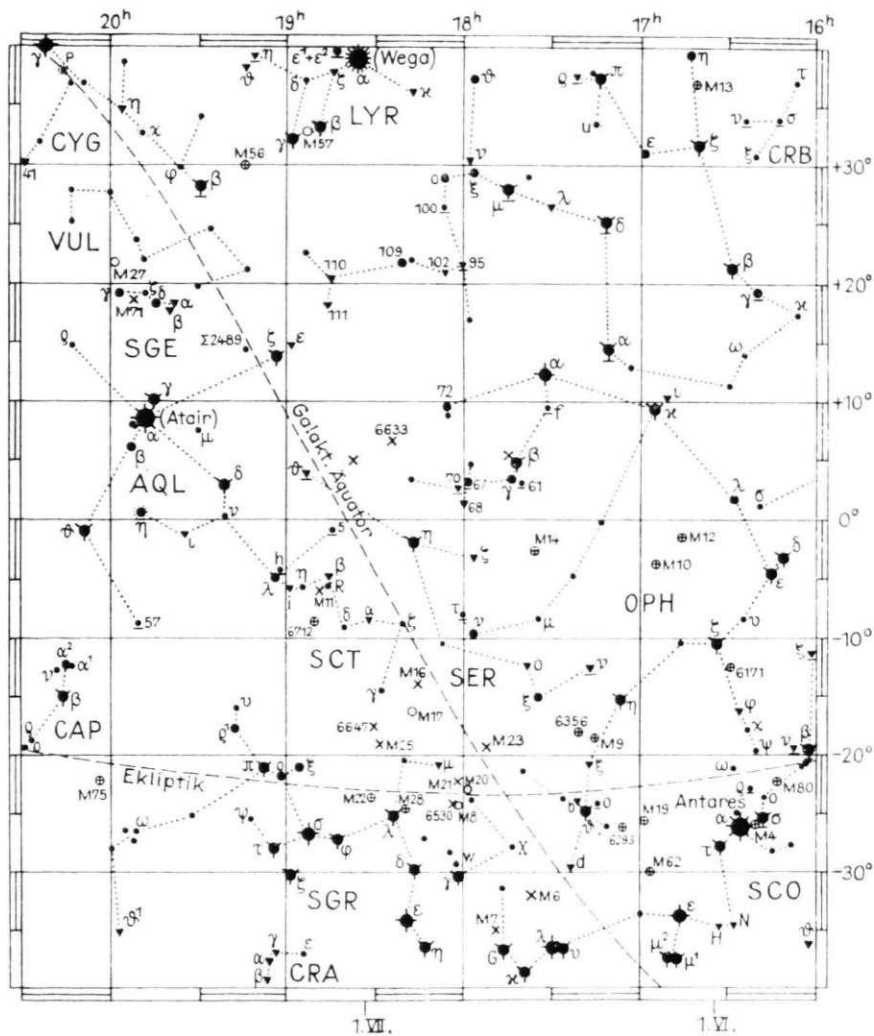
Specialitāte: \_\_\_\_\_

Astronomijas amatieris — jā, nē

Pateicamies par atsaucību!

Jūsu kritiskās piezīmes un priekšlikumus centīsimies ievērot.

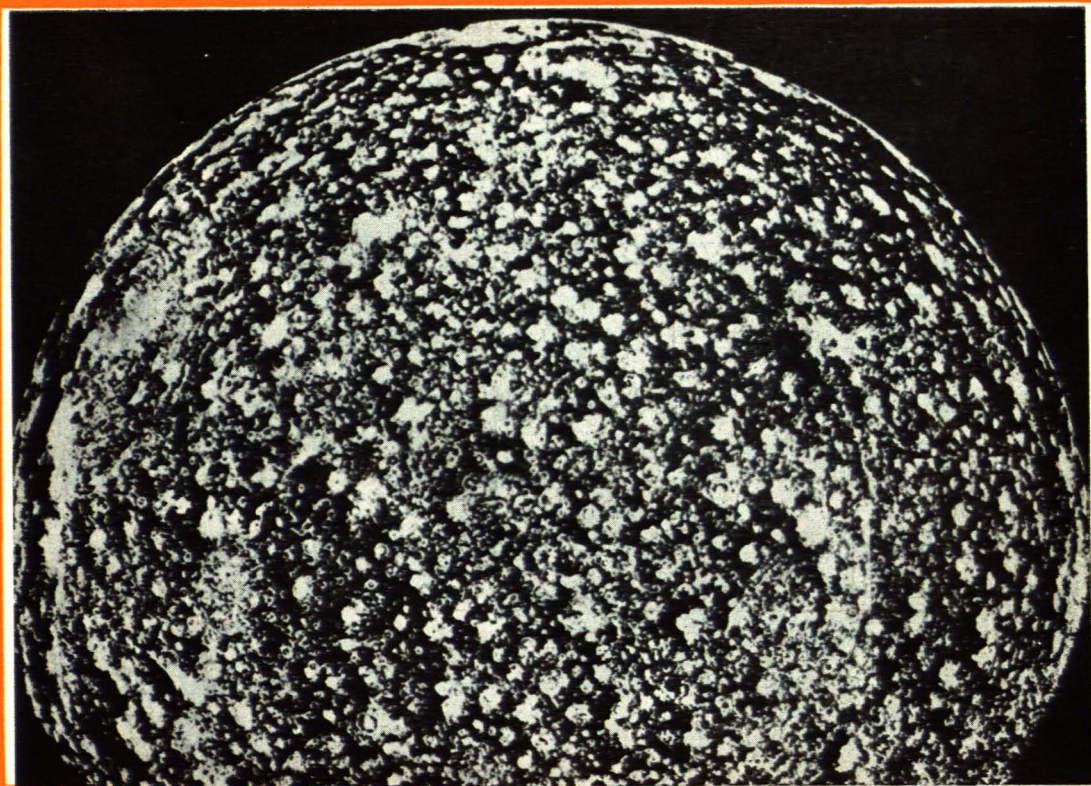
**Redkolēģija**



Vasaras zvaigznāji. (Pēc P. Ahnert. *Kleine praktische Astronomie*. Leipzig, 1986.)

35 k.

● No četriem lielajiem Jupitera pavadoņiem, kurus jau 17. gadsimta sākumā atklāja Galileo Galilejs, reljefa ziņā pats primitīvākais un vienveidīgākais, kā apliecinājuši amerikāņu automātisko starpplanētu staciju «Voyager» tuvplāna uzņēmumi, ir planētas tālākais pavadonis — Kallisto. Uz tā virsmas, ko veido parastā ledus un tumšas, grūti kūstošas vielas maisījums, sastopamas tikai divas reljefa formas: ļoti daudzi meteorītu izsisti krāteri (lielākoties krietni vien gaišāki nekā apkārtnē) un dažas īpaši spēcīgu triecienu radītas koncentrisku grēdu kopas.



● Jebkādu tektoniskas vai vulkāniskas aktivitātes pēdu trūkums uz Kallisto liecina, ka šā debess ķermeņa dzīlēs pēdējo četrus miljardu gadu laikā nav notikušas plašas un straujas vielas kustības, kuras būtu spējušas izraisīt arī virsmas materiāla pārvietošanos. Kallisto iekšējās aktivitātes trūkums acīmredzot izskaidrojams ar to, ka uz šo relatīvi tālo pavadoni tikpat kā neiedarbojas tie spēcīgie paisuma efekti, kuri tik stipri sakarsējuši Jupiteram vistuvākā pavadoņa Io un — mazākā mērā — arī nedaudz tālākā pavadoņa Eiropas dzīles.