

# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

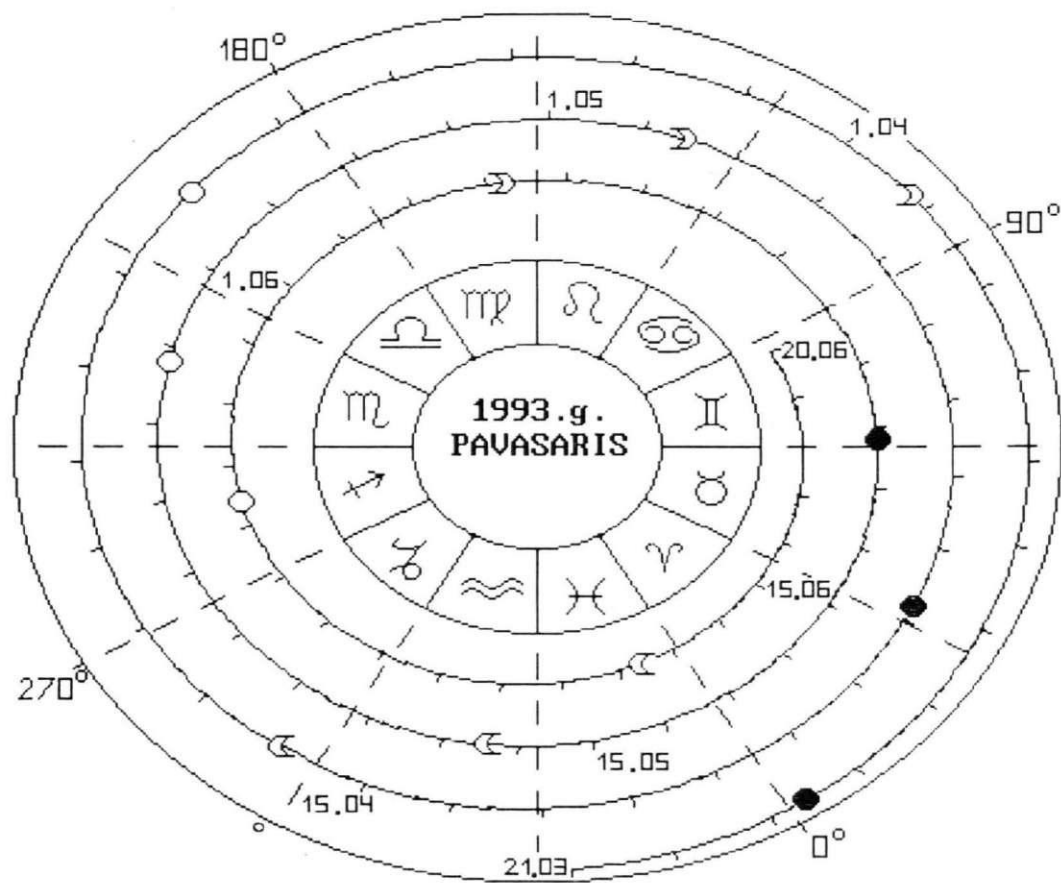
1993

PAVASARIS

Val haoss var būt determinēts — ieskaits praktiski neskartā pētniecības jomā ● Triumfāls atklājums —  
reliktā starojuma temperatūras fluktuācijas tomēr eksistē! ● Riekstukalnā konstatēts negaidīti spēcīgs  
oglekļa zvaigznes DY Per satumsums ● Rīgas skolēnu astronomijas olimpiāde kļūst starptautiska  
● Spožo dubultzvaigžņu krāsas vislabāk saskatāmas nelielos teleskopos ● Senlatvietis ne sliktāk  
par svešzemju mācītiem vīriem orientējies spidekļu pasaulē.



Mēness kustības treka iedaļas lielums ir viena diennakts.



Vāku 1. lpp. Lapsiņas zvaigznāja planetārais miglājs M27, kurš savas īpatnējas formas dēļ iesaukts par Hanteli. Tas atrodas apmēram 300 parseku attālumā un pie debess redzams kā 7<sup>m</sup>.6 spožuma objekts. Maksimālais leņķiskais diametrs — 8 loka minūtes. Miglāja centrā atrodas ļoti karsta zvaigzne (100 000 K), kura pagatnē, izsviežot gāzi, izveidojusi īpatnējo struktūru. Miglājs novērojams tāpēc, ka centrālā zvaigzne ar savu starojumu jonizē gāzi, izraisot tās spīdēšanu. Spektra sarkanās daļas uzņemumu 1992. gada 29./30. jūnija naktī, izmantojot Riekstukalna Smita teleskopu, ieguvis L. Začs. Sajā naktī, neraugoties uz silto laiku, bija ļoti labi atmosfēras apstākļi, tādēļ pēc garas ekspozīcijas (50 min) bija iespējams miglājā reģistrēt pat ļoti vājas gāzveida šķiedras. Gaiša svitra attēla kreisajā stūrī ir mākslīga Zemes pavadoņa atstātās pedas.

# ZVAIGŽNOTA DEBESS

LATVIJAS  
ZINĀTŅU AKADEMIJAS  
RADIOASTROFIZIKAS  
OBSERVATORIJAS  
POPULĀRZINĀTNISKS  
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS  
CETRAS REIZES GADĀ

1993. GADA PAVASARIS (139)

## REDAKCIJAS KOLĒGIJA:

A. Alksnis, A. Andžāns, A. Balklavs (atbild. red.), J. Bīrzvalks (atbild. red. vietn.), N. Čimahičiča, L. Duncāns, R. Kūlis, E. Mūkins, I. Pundure (atbild. sekr.), T. Romanovskis, L. Roze, I. Vilks

## SATURS

### Zinātnes ritums

- A. Čēbers, J. Priede. Determinētais haoss, I . . . . . 2  
J. Bīrzvalks. Vai haoss var būt arī determinēts? . . . . . 6  
E. Mūkins. Visa Venēra tuvplānā . . . . . 7

### Jaunumi

- A. Balklavs. Signāli no sākotnes. Epohāls atklājums . . . . . 16  
A. Alksnis. Oglekļa zvaigznes DY Per satumsums . . . . . 21  
I. Rudziņska. Negaidīts pavērsiens unikālā objekta SS 433 izpētē . . . . . 22

### Kosmosa pētniecība un apgūšana

- E. Mūkins. Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, X . . . . . 25  
A. Zariņš. Pilotējamo lidojumu hronika . . . . . 34

### Zinātnieki un viņa darbs

- E. Riekstiņš. Matemātikim Zozefam Furjē — 225 . . . . . 38  
A. Sarovs. Izcilais XX gadsimta astronoms (100 gadu, kopš dzimis Valters Bāde) . . . . . 42

### Zinātnieki apspriežas

- A. Balklavs. Eiropas astronomu tikšanās Beļģijā . . . . . 45

### Skolā

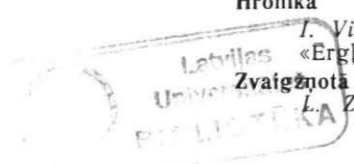
- I. Vilks. Rīgas pilsētas 20. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde . . . . . 48

### Amatieru lappuse

- M. Isakovs. Debess objektu novērojumi ar teleskopu «Micar». Galaktikas . . . . . 52  
I. Vilks. Dubultzvaigžņu novērošana . . . . . 58

### Hronika

- I. Vilks. Vasaras novērošanas nometne «Ergla Beta'92» . . . . . 65  
Zvaigžnota debess 1993. gada pavasarī.  
L. Začs . . . . . 67



## DETERMINĒTAIS HAOS

ANDREJS ČEBERS  
JĀNIS PRIEDE

Mūsdienās savu otrreizējo bojāeju šķietami piedzīvo viens no klasiskās fizikas pamatprincipiem — Laplasa determinisms, saskaņā ar kuru Visuma attīstību viennozīmīgi nosaka tā daļiņu novietojums telpā un to pārvietošanās ātrums kādā sākotnējā laika momentā. Pirmoreiz Laplasa determinisms savu universālo nozīmi zaudēja mūsu gadsimta divdesmitajos gados, kad, rodoties kvantu mehānikai, tas tika aizstāts ar mikropasaulē vispārīgāku Heizenberga nenoteiktības principu. Otrreiz Laplasa determinisms smagu triecienu saņēma no sava avota — klasiskās fizikas puses, kad 1963. gadā austriešu meteorologs Lorencs, izmantojot skaitļotāju, atklāja, ka pat tādu relatīvi vienkāršu procesu kā gaisa siltuma konvekcija prognozēt ar nepieciešamo precizitāti ir iespējams tikai ierobežotos laika posmos. Izrādījās, ka, pastāvot noteiktām gaisa konvekciju raksturojošu fizikālu parametru vērtībām, tās evolūcija laikā kļūst ārkārtīgi jutīga attiecībā pret vides sākumstāvokli (gaisa temperatūras un konvekcijas ātruma sadalījumu sākotnējā laika momentā), tādēļ pat ļoti mazas izmaiņas sākumstāvokli laika gaitā strauji pieaug un galīgā laika intervālā sistēmas stāvokļi kļūst būtiski atšķirīgi. Tātad, ja sistēmas sākumstāvoklis ir noteikts ar galīgu (ierobežotu) precizitāti, kā tas faktiski vienmēr ir, tad evolūcijas gaitā šī sistēmas stāvokļa nenoteiktība strauji pieaug, un pēc kāda laika intervāla, kas ir jo īsāks, jo lie-

lāka ir sākumstāvokļa nenoteiktība, sistēma var atrasties jebkurā no iespējamiem stāvokļiem. Tā rodas pretrunīgā situācija, kas minēta raksta nosaukmā: sistēmas evolūcija, ja arī to principā pilnīgi nosaka tās kustības matemātiskās likumsakarības, nav prognozējama, tāpēc ka tās stāvokļu atkarība no sākumnosacījumiem ir ārkārtīgi liela. Tādā veidā sistēmas evolūcija sāk līdzināties haotiskam gadījumrakstura procesam.

Mūsu mērķis ir iepazīstināt lasītāju ar tām matemātiskajām idejām, kuras tiek izmantotas dažādu haotisku procesu aspektu pētniecībā.

Visdažādāko fizikālo procesu evolūciju laikā bieži vien ir iespējams aprakstīt ar vienu vai vairākiem vienādojumiem, kuri izsaka fizikālā procesa raksturotāju lielumu (piemēram, daļiņas koordinātas vai vides temperatūra) izmaiņas ātrumu laikā atkarībā no šo raksturotāju lielumu vērtībām tajā pašā laika momentā. Šajā gadījumā sacīsim, ka dota ir dinamiska sistēma. To vienādojumu skaits, kuri apraksta dinamisko sistēmu, acīmredzot ir vienāds ar lielumu skaitu, kuri nosaka tās stāvokli. Piemēram, kā zināms no mehānikas, lai prognozētu materiāla punkta kustību trīsdimensiju telpā stacionārā spēku laukā, nepieciešams noteikt ne tikai šā materiālā punkta atrašanās vietu kādā sākotnējā laika momentā, ko raksturo trīs telpiskās koordinātas, bet arī tā sākotnējo ātrumu, ko raksturo trīs tā ātruma vektora komponentes. Tātad pavisam kopā jāzina seši lielumi, kuri šajā gadījumā nosaka dinamiskās sistēmas stāvokli.

Dinamiskās sistēmas evolūciju var uzska-

tāmi analizēt ģeometriski. Aplūkosim sistēmu, kuras stāvokli katrā laika momentā nosaka  $n$  lielumi. Šos  $n$  lielumus var iedomāties kā punkta koordinātas abstraktā  $n$ -dimensiju telpā, kuru turpmāk sauksim par fāžu telpu. Sistēmas stāvoklim laika gaitā mainoties, mainās arī atbilstošā punkta koordinātas fāžu telpā. Attēlojošā punkta kustība fāžu telpā veido trajektoriju, ko iegūstam, savienojot secīgiem laika momentiem atbilstošos punktus. Tādējādi dinamiskas sistēmas evolūciju laikā var attēlot ar trajektoriju fāžu telpā. Piemēram, jau aplūkotās dinamiskās sistēmas evolūciju — materiālā punkta kustību trīsdimensiju telpā — apraksta fāžu trajektorija sešdimensiju fāžu telpā. Speciālos gadījumos attiecīgās mehāniskās sistēmas konkrēto īpašību dēļ fāžu telpas dimensiju skaits var būt arī mazāks. Piemēram, matemātiskā svārsta kustības raksturošanai ir nepieciešami tikai divi lielumi — svārsta atvērzes leņķis un tā maiņas ātrums. Līdz ar to svārsta kustībai atbilst fāžu trajektorija divdimensiju fāžu telpā, kuru ģeometriski var attēlot plaknē.

Atsevišķās vienkāršās situācijās (piemēram, minētā svārsta gadījumā) fāžu trajektorijas iespējams atrast samērā vienkārši. Ja svārsta kustību neietekmē berze, tā pilnā enerģija  $E$  — kinētiskās un potenciālās enerģijas summa — paliek nemainīga; tad fāžu trajektorijas vienādojums ir šāds:

$$ml^2\omega^2/2 + mgl^2\varphi^2/2 = E$$

( $l$  — svārsta garums,  $m$  — masa,  $g$  — brīvās krišanas paātrinājums,  $\omega$  — atvērzes leņķa  $\varphi$  izmaiņas ātrums).

No analītiskās ģeometrijas ir zināms, ka pēdējā sakarība plaknē ar koordinātām  $\omega$  un  $\varphi$  apraksta elipsi, kuras pusasu vērtības  $a$  un  $b$  ir atkarīgas no svārsta enerģijas saskaņā ar formulām  $a = 2E/ml^2$  un  $b = \sqrt{2E/mgl^2}$ . Līdz ar to var sacīt, ka matemātiskā svārsta fāžu trajektorija ir elipse. Pa kādu konkrētu elipsi kustēsies punkts fāžu telpā, ir atkarīgs no tā pilnās enerģijas, ko noteiks svārsta sākumstāvoklis momentā, kad mēs to, piemēram, atvērto par noteiktu leņķi, palaižam vaļā. Šajā gadījumā runa, protams, ir par tā sauktajām mazajām svārstībām, kad svārsta atvērzes leņķi no vertikālā līdzsvara

stāvokļa ir pietiekoši mazi. Lielāku svārstību amplitūdu gadījumā fāžu trajektorijas vairs nav elipses.

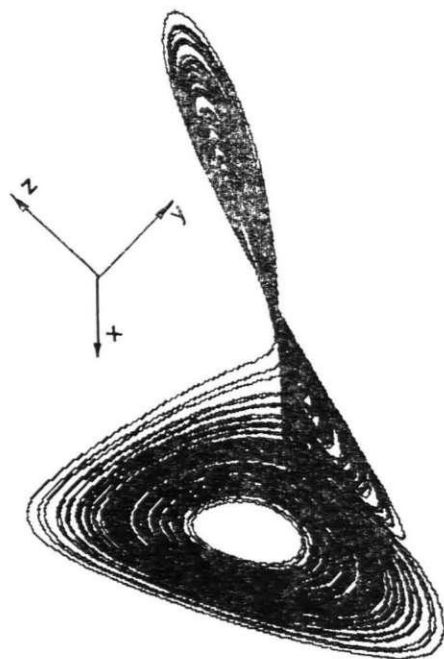
No sacītā ir arī skaidrs, ka samērā vienkārši fāžu trajektorijas ir konstruējamas tā sauktajām konservatīvajām dinamiskajām sistēmām, kuru stāvokli apraksta divi lielumi (sistēmu sauc par konservatīvu, ja tās evolūcijas gaitā saglabājas enerģija). Atliek vienīgi uzrakstīt nosacījumu, ka sistēmas kinētiskās un potenciālās enerģijas summa paliek nemainīga, un iegūstam fāžu trajektorijas vienādojumu plaknē. Kāda būs fāžu trajektorijas forma, ir, protams, atkarīgs no konkrētās sistēmas īpašībām. Sistēmām, kuru stāvokļa raksturošanai ir nepieciešams lielāks skaits neatkarīgu mainīgo, fāžu trajektorijas tik vienkārši konstruēt vairs nevar.

Dinamiskas sistēmas evolūcijas pētīšanā viens no būtiskākajiem jautājumiem ir, kāds būs sistēmas evolūcijas galarezultāts vai, precīzāk, kāds būs sistēmas stāvoklis, ja evolūcijas laiks tieksies uz bezgalību. No fāžu telpas viedokļa mūs var interesēt, kas notiks ar sistēmas fāžu trajektoriju pēc pietiekoši ilga laika intervāla. Izrādās, ka daudziem ar enerģijas disipāciju saistītajiem fizikālajiem procesiem atbilstošās dinamiskās sistēmas fāžu trajektorija nevis patvaļīgi klejo pa visu pieļaujamo fāžu telpas apgabalu, bet gan laika gaitā tiecas uz kādu fāžu telpas apgabalu, kura tilpums ir nulle, bet pārējās ģeometriskās īpašības var būt ļoti dažādas. To fāžu telpas apgabalu, kuram laika gaitā tuvojas pietiekoši tuvas fāžu trajektorijas un kurā tās turpina atrasties neierobežoti ilgi, sauc par dinamiskās sistēmas atrektoru. Savukārt fāžu telpas apgabalu, kurā atrodas fāžu trajektorijas nokļūst atraktorā, sauc par atraktora pievilksanas apgabalu. Fizikāli atraktora pastāvēšana nozīmē, ka sistēmas kustība laika gaitā tiecas uz kādu noteiktu robežkustības veidu, kura divi vienkāršākie gadījumi ir miera stāvoklis un periodiska kustība. Miera stāvoklim fāžu telpā atbilst nekustīgs punkts, bet periodiskai kustībai, kurā pēc noteikta laika sistēmas stāvokļi atkārtojas, — noslēgta trajektorija. Tie ir vienkāršie atraktoru veidi, kādi ir iespējami dinamiskās sistēmās, kuru stāvokļa raksturošanai

fāžu telpā ir nepieciešamas tikai divas koordinātas. Piemēram, ja uz matemātisko svārstu iedarbojas gaisa pretestības izraisītā berze, tad tā atraktoram atbilst vertikāls miera stāvoklis. Svārsta fāžu telpā atraktora attēls ir koordinātu sistēmas sākumpunkts. Uz to tiecas visas svārsta trajektorijas neatkarīgi no vietas, kur tās sākušās. Līdz ar to var teikt, ka šāda atraktora pievilksanas apgabals ir visa fāžu telpa. Ja svārsta mehāniskās enerģijas zudumi tiek kompensēti, kā tas, piemēram, ir mehāniskajos pulksteņos, veidojas atraktors, kas atbilst periodiskam svārstību procesam. Šajā gadījumā to veido noslēgta līnija fāžu telpā, kas līdzīga tai, kuru mēs aplūkojam, runājot par matemātiskā svārsta kustību bez berzes. Uz šo noslēgto līniju tiecas tai pietiekoši tuvās sistēmas fāžu trajektorijas. Tāda veida atraktoru sauc par robežciklu. Ja pulksteņa svārsta kustība, svārstu piebremzējot vai arī paātrinot, tiek novirzīta no robežrēžīma, tā ka aprakstošais punkts fāžu telpā tiek novirzīts no robežcikla, svārsta fāžu trajektorija vai nu pakāpeniski piekļaujas robežciklam no iekšpuses, vai arī uz tā uztinas no ārpuses.

Fāžu telpā ar trim un vairāk dimensijām var pastāvēt daudz sarežģītāki atraktori. Var veidoties pat atraktori ar diezgan neparastām īpašībām; tos dēvē par «dīvainajiem». «Dīvainais» atraktors, tāpat kā parastais, «pievelk» sev pietiekoši tuvās trajektorijas, toties jebkuras divas pietiekoši tuvas trajektorijas, kas atrodas uz šā atraktora, viena no otras attālinās. Tuvu trajektoriju attālināšanās nozīmē, ka sistēmas stāvokļi, kas sākotnēji kādā momentā bijuši tuvi, laika gaitā kļūst būtiski atšķirīgi. Šāda sistēmas uzvedība, kā mēs noskaidrojām iepriekš, izraisa tās haotisku evolūciju, ko attēlo «dīvainais» atraktors. 1. attēlā aksonometriskā projekcijā parādīts «dīvainais» atraktors kustībai trīsdimensiju fāžu telpā, kas atbilst Lorenca aplūkotajai dinamiskajai sistēmai. Ja fizikālo parametru vērtības ir tādas, kurām atbilst 1. attēlā parādītā situācija, sistēmas raksturotājs punkts pārvietojas pa sarežģītu fāžu trajektoriju un tā stāvoklis nekur neatkārtojas.

Attiecībā uz 1. attēlā redzamo «dīvainā» atraktora projekciju, kas iegūta ar skaitļotāju,



1. att. Lorenca atraktora aksonometriskā projekcija trīsdimensiju fāžu telpā, kuras koordinātas ir Lorenca aprakstītās dinamiskās sistēmas raksturlielumi. Redzams, kā, punktam pārvietojoties fāžu telpā, tas veido cilpas ap noteiktas fāžu telpas apgabaliem. Pārslēgšanās no viena apgabala apkārtnes uz citu notiek pēc gadījumlikuma.

būtu interesanti uzdot šādu jautājumu: «Ja jau dinamiskās sistēmas evolūcija haosa gadījumā ir ārkārtīgi jutīga attiecībā pret sākumnosacījumiem (citiem vārdiem, fāžu trajektorijas ir nestabilas, jo mazas novirzes no tām laika gaitā pieaug), vai tad 1. attēlā parādītā līnija vispār atbilst kādai konkrētai trajektorijai, jo jebkurā reālā gadījumā darbs ar skaitļotāju rada noapaļošanas kļūdas, kurām ir tendence laika gaitā pieaugt?» Acīmredzot atbilde šim jautājumam ir šāda: lai gan trajektorijas fāžu telpā ir nestabilas, tās tomēr atrodas atraktorā, kurš pievelk visas tam tuvās trajektorijas. Tāpēc, kaut arī nav iespējams nepārprotami apgalvot, ka 1. attēlā ir parādīta kāda Lorenca dinamiskās sistēmas

pilnīgi noteiktā fāžu trajektorija, tomēr attēls kopumā raksturo atraktora uzbūvi un dinamiskās sistēmas evolūciju tajā.

Pēc «divaino» atraktoru atklāšanas, kad gaisa šaubas par dinamisko sistēmu kustības haotiska rakstura iespējamību un kļuva zināms, ko meklēt, determinētā haosa veidošanās tika konstatēta daudzās fizikālās sistēmās. Nosaukt tās visas praktiski nav iespējams. Lūk, tikai daži piemēri: minimumu veidošanās asteroīdu blīvuma sadalījumā starp Jupiteru un Marsu (determinēto haosu te izraisa rezonanse starp Jupitera un asteroīdu orbitām); šķidrums turbulētā kustībā; magneto-hidrodinamiskie dinamo (kosmisko ķermeņu magnētiskā lauka pašerosmes) modeļi un Zemes magnētiskā lauka virziena un polaritātes haotiskas izmaiņas (pēdējās — ar kārtu četras reizes ik miljons gados).

Parasti viens un tas pats fizikālais process var norisēt gan regulāri (prognozējami), gan haotiski atkarībā no tā saukto ārējo parametru vērtībām, kuras raksturo konkrētās sistēmas fizikālās īpašības (piemēram, tādas kā vides viskozitāte, blīvums, siltumvadišanas koeficients jau pieminētajā gaisa siltuma konvekcijas procesā), kā arī ārējie apstākļi (piemēram, temperatūru starpība tajā pašā procesā). Pamatproblēma, kas izvirzās šajā sakarā, ir jautājums, kā, mainoties sistēmas ārējo parametru vērtībām, no regulāras kustības var rasties haoss. Hidrodinamikā šo problēmu sauc par turbulences rašanās scenāriju problēmu. Aplūkosim dažus no tās aspektiem.

Vispirms iepazīsimies ar vienu no dinamisko sistēmu pētīšanas pamatpaņēmieniem — tā saukto Puankarē attēlojumu, kurš ļauj būtiski vienkāršot dinamisko sistēmu analīzi un kuru var uzskatāmi ilustrēt ar šādu piemēru. Iedomāsimies, ka adatā ir ievērts diegs un telpā noteiktā stāvoklī ir novietota milimetru papīra lapa. Pieņemsim, ka adata veic kustību telpā atbilstoši kādās konkrētās dinamiskās sistēmas likumsakarībām. Kustības gaitā kādos noteiktos laika momentos adata izduras cauri papīram punktos, kuru koordinātas var noteikt, izmantojot uz tā iespīestās milimetru iedaļas. Tādējādi milimetru papīra plaknē iespējams konstruēt attēlojumu, saskaņā ar

kuru katra turpmākā adatas dūriena punkta koordinātas nosaka pēc iepriekšējā dūriena punkta koordinātām. Šis attēlojums būs vieno-  
nozīmīgs, jo saskaņā ar dinamiskās sistēmas īpašībām tās stāvoklim kādā laika momentā atbilst pilnīgi noteikts stāvoklis turpmākajos momentos, tātad arī tā punkta koordinātas, kurā adata izdursies cauri papīram nākamajā reizē. Iegūto attēlojumu sauc par Puankarē attēlojumu; dūrienu punktu kopa veido Puankarē šķēlumu.

Puankarē attēlojuma izmantošana jūtami atvieglo dinamiskās sistēmas īpašību izpēti. Mēs nevis izsekojam dinamiskajai trajektorijai fāžu telpā (tas var izrādīties ārkārtīgi sarežģīti), bet gan aplūkojam punktu «pēdas» virsmā, kuras stāvokli telpā varam izvēlēties paši. Arī iepriekšaplūkotajā piemērā mēs neinteresējamies par adatā ievērtā diega samezgloto kamolu, bet gan tikai par adatas dūrienu punktu koordinātām. Puankarē šķēlums dinamiskās sistēmas kustībai daudzdimensiju fāžu telpā tiek konstruēts, izvēloties attiecīgu virsmu šajā fāžu telpā un apskatot attēlojumu, saskaņā ar kuru fāžu trajektorijas krustpunkts ar virsmu  $P_n$  pāriet krustpunktā  $P_{n+1}$ , kurā fāžu trajektorija virsmu šķēls nākamajā reizē.

Lai gan fāžu trajektorijas var būt ārkārtīgi sarežģītas, to Puankarē šķēlumi bieži vien ir samērā vienkārši. Šis apstāklis ir saistīts ar dinamiskās sistēmas kustības nestabilitāti fāžu telpā. Tādēļ sistēmas stāvokļi fāžu telpā, kas sākuma momentā bijuši viens otram tuvi, pēc pietiekoši ilga laika kļūst principiāli atšķirīgi. Tas nozīmē, ka fāžu telpā eksistē virzieni, kuros tuvu izvietoti punkti cits no cita attālinās. Ir skaidrs arī tas, ka punkti šādi neattālinās visos virzienos vienlaicīgi — dažos virzienos punktu savstarpējais atstatums pieaug, bet citos, tiem perpendikulāros, tas samazinās. Šo situāciju uzskatāmi ilustrē miklas pikas apstrāde, cepot pīrākus. Tā tiek saspiesta vienā virzienā, bet izplešas abos pārējos, tā ka rodas «pankūka». Ja miklas daļiņas iedomāsimies kā punktu fāžu telpā, tad to novirzes attiecībā citam pret citu pieaug virzienos, kuros mikla izplešas, bet samazinās tajos, kuros tā tiek saspiesta. Ja mēs aplūkotu dinamisku sistēmu, kuras kustības likumsakarības būtu aptuveni

tādas kā minētajai miklas piciņai, tad acimredzot virsmu fāžu telpā tā šķeltu pa punktu kopu, kas būtu stipri izstiepta kustības nestabilitātes virzienā. Šajā gadījumā mēs varētu aptuveni pieņemt, ka atbilstošais dinamiskās sistēmas Puankarē šķelums ir līnija, bet Puankarē attēlojums pārveido šīs līnijas punktu par kādu citu tās punktu.

Lai aplūkotu šāda attēlojuma īpašības, punkta stāvokli uz līnijas var raksturot, teiksim, ar līnijas loka garumu  $l$ , kas mērīts no kāda sākumstāvokļa. Tādā gadījumā atbilstošo Puankarē attēlojumu definē viena argumenta funkcija  $l' = f(l)$ . Tā kā kustība fāžu telpā ir ierobežota, tad acimredzot funkcijai  $f(l)$  ir maksimums. Vienkāršāko šāda tipa attēlojumu, kuram ir liela nozīme haosa veidošanas nosacījumu analizē, apraksta funkcija  $f(x) = \lambda x(l-x)$ , kas definēta intervālā  $x \in [0, l]$  ( $0 < \lambda < 4$ ). Mūsu piemērā  $x$  ir Puankarē šķeluma loka garums, attiecināts pret maksimālo loka garumu.

Saskaņā ar šo attēlojumu secīgās  $x$  vērtības tiek atrastas pēc iterāciju procesa algoritma  $x_{n+1} = f(x_n)$ . Atkarībā no parametra  $\lambda$  vērtībām, kas raksturo attēlojumam atbilstošās

sistēmas ārējos apstākļus, attēlojuma uzvedība ir dažāda. Ja  $\lambda < 1$ , virkne  $x_n$  neatkarīgi no sākumvērtības tiecas uz vērtību  $x=0$ . Ja  $\lambda > 1$ , tad šis stacionārais attēlojuma punkts kļūst nestabils, jo mazas novirzes no tā pieaug, tāpēc ka  $f'(0) = \lambda > 1$ . Vienlaikus rodas otrs stacionārs punkts  $x=1-\lambda$ , kurš ir stabils apgabalā  $1 < \lambda < 3$  un šajā  $\lambda$  vērtību diapazonā ir attēlojuma atraktors. Dinamiskās sistēmas kustībai fāžu telpā šis punkts atbilst noslēgtai trajektorijai. Ja parametrs  $\lambda$  pārsniedz vērtību 3, minētajam attēlojumam stabili stacionāru punktu nav. Savukārt laikā stabili stacionāri punkti parādās attēlojuma  $f(x)$  divkāršai kompozīcijai  $f^{(2)}(x) = f(f(x))$  — vienādojuma  $f(f(x)) = x$  stabilajiem atrisinājumiem. Tā kā  $x_1 = f(x) \neq x$ , jo  $x = f(x)$  ir nestabils atrisinājums, tad ar attiecīgajām  $\lambda$  vērtībām iterācijas procesa rezultātā veidojas  $x$  vērtību periodiska secība ar atkārtosanos ik otrajā iterācijā ( $x_1, x_2 = f(x_1), x_1 = f(x_2)$ , t. i.,  $x_1 = f(f(x_1)) = f^{(2)}(x_1)$ ). Tas nozīmē, ka ir notikusi bifurkācija un tās rezultātā iestāties periodisks process.

(Turpinājums nākamajā numurā)

## VAI HAOS VAR BŪT ARĪ DETERMINĒTS?

Nolūkā padarīt interesantāku iepazīšanos ar turpinājumā publicējamo A. Čēbera un J. Priedes problēmrakstu «Determinētais haoss» sniedzam mazu, varbūt ne viscaur nevainojami striktu ieskatu šajā modernajā problemātikā.

Raksta «Determinētais haoss» nosaukums mūsu lasītājiem varētu šķist iekšēji pretrunīgs, it kā savdabīgs «karstais ledus» vai «irdenais granīts».

Ja reiz «determinēts» (lat. *determinare* — norobežot, noteikt), tad tas nevar būt «haoss» (gr. *chaos*), neprognozējams juceklis, kāds, kā dažkārt mēdz jokat, bijis «pirms pasaules radīšanas» — un varbūt mēdz būt kaut vai mūsu dzīvokli pēc pārkrāvāšanās, kapitālremonta vai jautrām dzirēm. Zinātnē par klasisku haosa piemēru pieņemts uzskatīt šķidruma turbulento kustību, kāda

vērojama straujās upēs vai arī ūdens plūsmā, kura, veikusi derīgu darbu, tek projām no hidroelektrostācijas turbīnu lāpstīņām vai dzirņu rata u. tml.

Tomēr pat šādam haosam mēdz būt kaut kādi vidējie parametri jeb raksturlielumi, piemēram, plūsmas vidējais ātrums, virpuļu vidējais (lielākais, mazākais utt.) izmērs, to vidējais rotācijas ātrums utt. Bez tam tīri nevilšus uzmacās doma, ka haoss ir neprognozējams tikai mūsu ierobežotajam saprātam, turpreti, ja mēs «zinātu visu», mēs varētu arī «visu paredzēt». Tieši tāds bija tā saukta



Laplasa determinisma formulējums, un tieši šāds formulējums izrādījās objektīvajai realitātei neatbilstošs.

Ar minētās neatbilstības isu ieskicējumu sākas Latvijas ZA Fizikas institūta divu darbinieku — A. Cēbera un J. Priedes — raksts, kurš, protams, aptver tikai vienu vai, labākajā gadījumā, nedaudzus aplūkojamās problēmas aspektus. Autori pievērsušies galvenokārt ar datoru modelējamiem «determinēti haotiskajiem» procesiem un to «scenārijiem». Nav šaubu, ka labā daļā mūsu lasītāju, to vidū vispirmām kārtām skolu jaunatnē, tieši šāda pieeja izraisīs entuziasmu un vēlēšanos arī pašiem padarboties — gan ar programmējamajiem, gan pat arī ar neprogrammējamiem kalkulatoriem utt. Ja viņu iegūtie rezultāti būs interesanti, iespējams, ka tie tiks publicēti. Īpašu interesi varētu izraisīt kalkulatora (personālā skaitļotāja utt.) galīgās precizitātes ietekmē uz «haosa» iestāšanās nosacījumiem.

Lasītājs jābrīdina — raksts nav viegli lasāms un apgūstams. Tomēr tāda nu reiz ir modernā zinātne. Autori paver ieskatu jaunā, līdz šim praktiski neskartā pētniecības jomā — un tā ir galvenā viņu darba vērtība.

Vienlaikus gribētos minēt dažas tādas objektīvās realitātes jomas, kurās determinētajam haosam varētu būt liela nozīme.

Pastāv iespēja, ka turbulences iestāšanās cēloņu vidū ir Ūtona viskozitātes likuma — proporcionalitātes starp tangenciālo spriegumu un ātruma gradientu — derīguma ierobežojumi sakarā ar lineārā izmēra samazināšanos līdz lielumiem (mērogiem), kas salīdzināmi ar molekulu izmēriem. Uz tik maziem šķidruma tilpumiem sāk iedarboties fluktuācijas, līdzīgas tām, kuras ir Brauna kustības pamatā. «Haoss», kas radies mikrolīmenī,

makrolīmenī pāriet saskaņā ar vispārējiem enerģijas un impulsa pārnese likumiem. «Mazs cinitis gāz lielu vezumu» — molekularās fluktuācijas izraisa turbulentos virpuļus, kuri, reiz sākušies, plūsmā kopumā ir enerģētiski izdevīgi.

Pavisam citādi, ļoti, ļoti īpatnēji determinētā haosa likumsakarības varētu izpausties bioloģijā (un varbūt pat arī socioloģijā). Loģiskas pamatlikumu, tā saukto identitātes likumu — «A (vienmēr) ir A» —, daba pārkaļķē ik brīdī, it kā pasmaidīdama par cilvēku naivumu. Jebkuri pie vienas sugas (šķirnes) piederošie indivīdi ir vienlaikus «visi vienādi» un tomēr «katrs citāds». Ik bērza lapa, rudzu stiebrs un tulpes zieds ir tie, kas viņi ir, un nav sajaukami ne ar vienu liepu lapu, kviešu stiebru utt. — bet reizē arī citādi nekā jebkura cita bērza lapa utt. Jābrīnās, kā dezoksiribonukleīnskābes molekulas, slavenās «dubullspirāles», kuras taču laikam — aplūkojamajai sugai — atomu līmenī ir vienas un tās pašas, pieļauj, jā, vēl vairāk, pat kā nepieciešamību rada šādas variētātes, šādu mainību, kura padara ik indivīdu, vienu no daudziem miljardiem miljardu, atšķirīgu no citiem. Nav šaubu, ka arī tie darbojas «determinētā haosa» likumi.

Varbūt pat ik atoms, ik protons, ik elektrons ir reizē «tāds pats» un tomēr «citāds» nekā visi pārējie? Droši vien šādu ideju mūsdienu zinātne nespēj ne pamatot, ne atspēkot.

Beigsim šīs piezīmes un mēģināsim iedziļināties jaunās pasaules, «determinētā haosa» pasaules divainajos likumos, kuros mūs ievādis abu cienijamo autoru netriviālais un nopietnais raksts.

J. Birzvalks

## VISA VENĒRA TUVPLĀNĀ

Izlauzties cauri Venēras mākoņu segai un ieraudzīt tās virsmu iespējams divējādi: vai nu šā vārda gandrīz tiešā nozīmē — ar atmosfērā ieraidīta nolaižamā aparāta telekameru,

vai arī ar radiolokatora staru. Šie paņēmieni nevis konkurē, bet gan papildina viens otru: nolaižamo aparātu telekameras ļauj saskatīt centimetros vai pat milimetros mērāmas de-

taļas atsevišķās planētas vietās (globāli vērtējot — punktus), lokatori paver iespēju vispārīgākos vilcienos iepazīt plašus apgabalus un planētas virsmu kopumā. Tā kā nolaižamo aparātu agrāk pārraidītā videoinformācija mūsu izdevuma lappusēs tikusi sīki analizēta ne vienu reizi vien, bet jaunas informācijas pedējā laikā nav bijis, šoreiz iztirzāsim tikai tās atziņas, ko par mūsu kaimiņplanētas virsmu sniegusi radiolokācija.

Vēršot pret planētu radioviļņu kūli un uzvertot atstarotos signālus, par tās virsmu iespējams iegūt divējāda veida ziņas. Pirmkārt, pēc radioimpulsu izplatīšanās laika turp un atpakaļ var noteikt attālumu līdz dažādiem virsmas laukumiņiem, t. i., uzmērīt planētas makroreljefu. Otrkārt, pēc atgriezušos signālu stipruma var aprēķināt virsmas atstarotspēju, kura savukārt liecina par mikroreljefu: jo vairāk tajā ir nelīdzenumu, kas pēc izmēriem salīdzināmi ar lokācijā izmantoto viļņa garumu, jo virsma izskatās «radiogaišāka».

Sākumā šādi Venēras virsmas pētījumi tika veikti vienīgi ar lokatora režīmā darbinātiem Zemes radioteleskopiem. Tā kā pat vislielāko teleskopu antenas veido pārāk platu radiostarojuma kūli, lai ar to varētu secīgi zondēt vienu planētas laukumiņu pēc otra, bija jāizstrādā smalkas aplinkus metodes (dažādu laukumiņu atstarotās impulsa daļas tika atšķirtas pēc niecīgām radiosignāla atgriešanās laika un viļņa garuma nobīdēm). Diemžēl šo

metožu specifika un abu planētu relatīvās kustības īpatnības ierobežo no Zemes aplūkojamo Venēras daļu apmēram 25% līmenī, bet attēlu detalizētība pat mūsdienās ir mērāma kilometros. Tādējādi globālu un patiešām sīku Venēras virsmas apskati spēj nodrošināt tikai šīs planētas mākslīgajos pavadoņos uzstādītie lokatori (tab.).

Radiolokācijas izmantošanā mūsu kaimiņplanētas virsmas pētījumiem var saskatīt četrus lielus etapus.

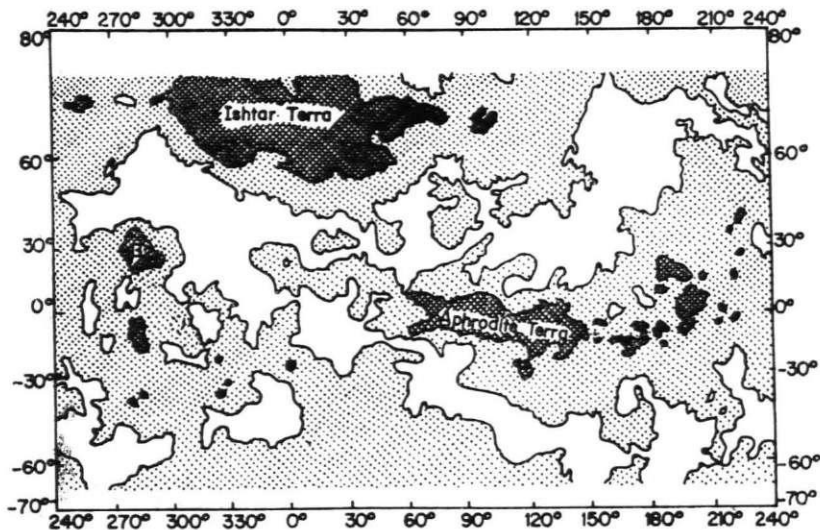
Pirmajā etapā, kurš ilga no 60. gadu vidus līdz 70. gadu sākumam, radarnovērojumi aptvēra tikai kādu sesto daļu no Venēras, un to detalizētība bija daudzi simti, vislabākajā gadījumā — viens simts kilometru. Tā varēja vienīgi konstatēt, ka šīs planētas virsma nebūt nav viendabīga: ir gan plaši radiogaiši, gan radiotumši apgabali, to vidējais augstums svārstās par vairākiem kilometriem.

Otrajā etapā, kas sākās 1972. gadā un beidzās 1980. gadā, novērojumu detalizētību izdevās paaugstināt līdz pārdesmit kilometriem (atsevišķos nelielos apgabalos — vēl divas trīs reizes augstāk), bet teritorijas aptvērumu — līdz 93 procentiem. Šī darba pirmā ceturtdaļa tika paveikta no Zemes ar diviem ASV radioteleskopiem — tālā kosmosa sarkaru tīkla 64 metru diametra instrumentu Goldstounā (Kalifornija) un Nacionālās jono-sfēras observatorijas 305 metru teleskopu Aresivo (Puertoriko), atlikušās trīs ceturtdaļas —

### Venēras radarkartēšana no kosmiskajiem aparātiem

Kosmiskais aparāts	Sākuma gads un pilno ciklu skaits	Sānskata režīmā			Altimetrijas režīmā			
		detalizētība, km	N un S robeža, grādi	uzņemtās virsmas īpatnsvars, %	detalizētība, km	N un S robeža, grādi	uzņemtās virsmas īpatnsvars, %	precizitāte, m
Pioneer-Venus-1	1978	20—40	+45	44	75—150	+74	93	200
Venēra-15,	} pa 1	1—2	-10	25	??—??	-63	??	50
Venēra-16			+90			+??		
Magellan			+30			+30		
	1990	0,12—	+90	95*	20—55	+86	94*	30
	2*	0,27	-??			-??		

\* Kartēšana turpinājās arī pēc otrā cikla beigām ar mērķi aptvert gandrīz 100% virsmas.



1. att. Venēras virsmas reljefs pēc pavadoņa «Pioneer-Venus-1» radioaltimetra datiem: apgabali zem līmeņa ar rādiusu 6051 km — balti (arī neapvertā teritorija ap poliēm), starp līmeņiem 6051 km un 6053 km — punkti, virs 6053 km — iesvītroti (β — Beta Regio). (Pēc «Радиоисследования Луны и планет земной группы».)

ar pavadoņa «Pioneer-Venus-1» lokatoru. Pētījumu gaitā, pirmkārt, tika konstatēta virkne konkrēto Venēras reljefa formu: sekli, taču plaši krāteri (droši vien meteorītu triecienu pēdas), garas un šauras ielejas (visdrīzāk tektoniskās plaisas), prāvi kalni (daži no tiem acimredzot vulkāni) u. c. Otrkārt, kļuva zināms Venēras reljefa vispārējais raksturs: globāla mēroga līdzenums, trīs plašas augstienes (pareizāk sakot, augstieņu, plakankalņu un kalnu grēdu kompleksi), dažas lēzenas un diezgan seklas zemienes (1. att.).

Trešajā etapā, kurš aptvēra laikposmu no 80. gadu sākuma līdz tā paša gadu desmita beigām, ar pavadoņu «Venēra-15» un «Venēra-16» lokatoriem un Aresivo radioteleskopu tika sasniegta jau pāris kilometru detalizētība. Ar to pilnīgi pietika, lai varētu visai droši spriest par radarattēlos redzamo veidojumu ģeoloģisko dabu. Apstiprinājās, ka vairums agrāk pamanīto veidojumu bijuši identificēti pareizi, taču atradās arī ievēribas cieniņi izņēmumi. Piemēram, daži diametrā ļoti

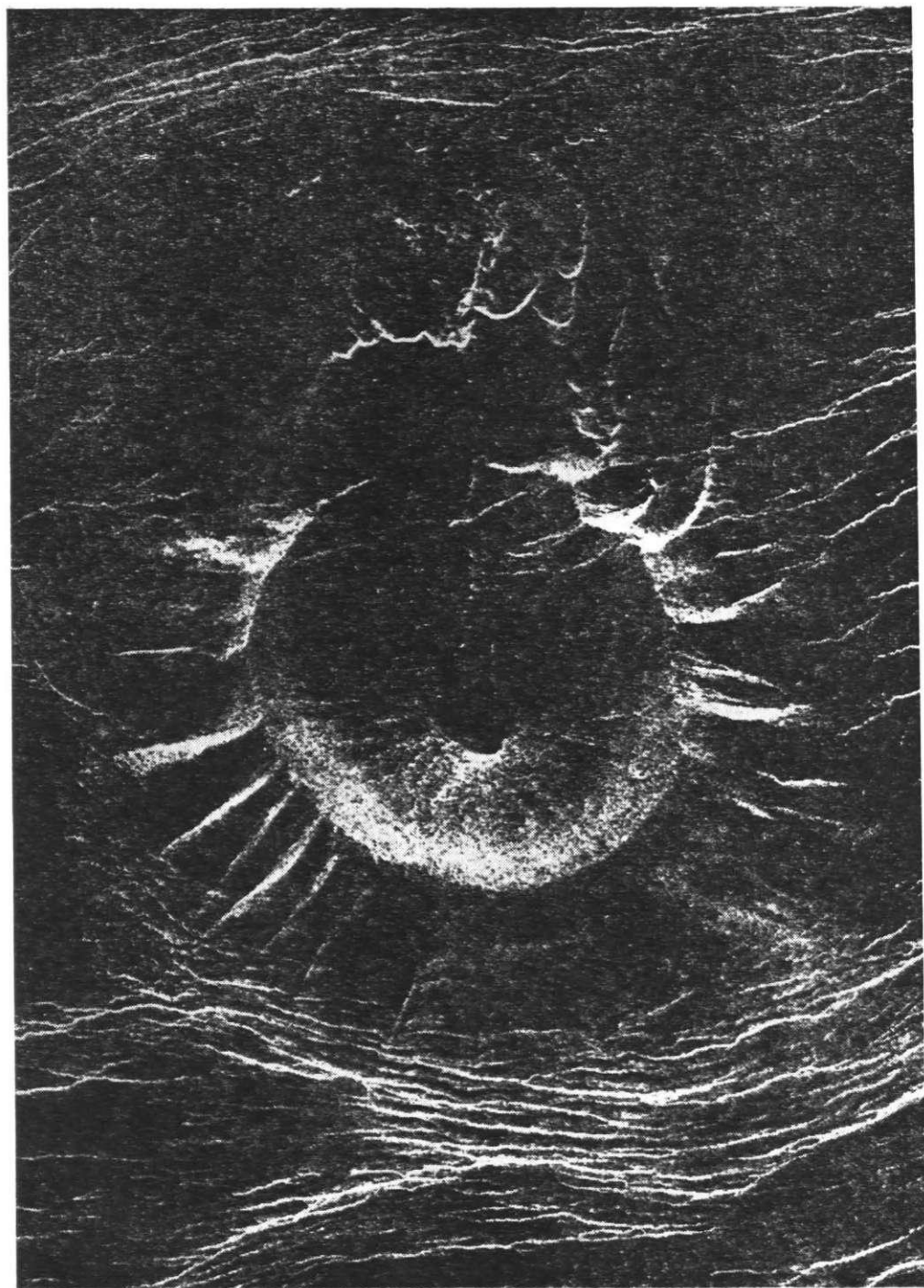
lieli, taču apbrīnojami sekli «krāteri» patiesībā izrādījās planētas iekšējo procesu radīti gredzenveida objekti — tā dēvētie ovoīdi (sk. turpmāk). Sādu un citu tikai Venērai raksturīgu reljefa formu atklāšana ļāva pirmo reizi pa īstam novērtēt mūsu kaimiņplanētas ģeoloģisko procesu būtiskās atšķirības no ģeoloģiskajiem procesiem uz Zemes. Tomēr šo īpatnējo veidojumu pamanīšana drīzāk tikai ilustrēja Venēras dziļu un virsmas ģeoloģisko savdabīgumu, nevis sniedza par to pilnīgu un sistemātisku priekšstatu, jo jaunajā detalizācijas pakāpē bija aplūkota tikai trešā daļa no planētas.

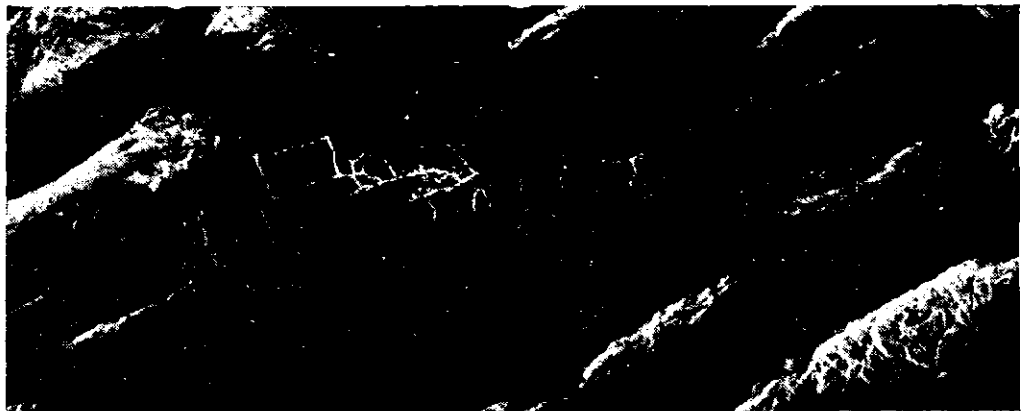
Tagad iestājies Venēras virsmas globālas iepazīšanas ceturtais etaps, jo jaunākais Venēras mākslīgais pavadonis — amerikāņu automātiskā stacija «Magellan» — ir uzņēmis visu planētu pārsimt metru detalizētības līmeni. Šis pasākums ir ne vien ļāvis vēl drošāk nekā iepriekš identificēt agrāk pamanītos veidojumus un konstatēt vēl pāris jaunu Venēras reljefa formu, bet arī padarījis šīs



2. att. Ar «Magellan» radiolokatoru iegūta Venēras attēla mozaika, kura rāda vislielāko uz šīs planētas sastopamo triecienizcelsmes krāteri *Mead* (diametrs 275 km) ar raksturīgo dubultvalni (mozaikas detalizētība dažas reizes zemāka nekā attēlu oriģināliem, ziemeļi augšā). Meteorīta trieciens droši vien radījis tikai vaļņa iekšējo kori, bet ārējā izveidojusies, nobrūkot šķembu masīvam. Krātera dibenu, iespējams, klāj ne vien trieciena izkausētais iezis, bet arī no dziļēm izplūdusi lava. (Tumsākās vertikālās joslas ir radaruzņemumu salaiduma vietas.) (Seiļ un turpmāk, ja nav citas norādes, — NASA/JPL attēli.)

3. att. Ar «Magellan» radiolokatoru iegūta Venēras attēla fragments (detalizētība gandrīz kā attēla oriģināla, ziemeļi pa labi), kas rāda vulkānu ar gandrīz plakānu (viegli ieliektu) virsotni 35 km diametra un krāteri 5 km diametra. Redzams, ka no krātera rietumu virziena izplūdusi lavas straume, gāzusies pāri vulkāna virsotnes malai un tālāk — arī kada agrāka izplūduma malai. Redzams arī, ka vulkānu no visām pusēm apjož tektonisks plaisājums.





4. att. Ar «Magellan» radiolokatoru iegūta Venēras attēla fragments (detalizētība gan drīz kā attēla oriģinālā, ziemeļi augšā), kas rāda ap 50 km garu sazarotu gravu. Tektonisko kustību dēļ virsmā radušās plaisas, pa tām iztecējušī lava appludinājusi plaisu apkārtni; kad lava atkāpusies dzīlēs, virs plaisām izveidojušās iebrukumu joslas, kuras ir stipri grumbulainas un tādēļ radiogaišas.

mūsu kaimiņplanētas ģeoloģijas zināšanas viendabīgas un sistemātiskas.<sup>1</sup> Tās īsumā iztirzāsim, sākot ar konkrētiem reljefa veidojumiem un beidzot ar šīs planētas ģeoloģisko ainu kopumā.

Tāpat kā uz daudziem Saules sistēmas ķermeņiem, arī uz Venēras sastopami meteorītu triecienu radītie krāteri (2. att.), taču sakarā ar šīs planētas specifiskajiem apstākļiem — ļoti biezo un blīvo atmosfēru — tiem piemīt vesela virkne raksturīgu īpatnību. Pirmkārt, uz Venēras vispār nav trieciēnkrāteru, kas būtu mazāki par apmēram desmit kilometriem, — acīmredzot visi relatīvi sīkākie meteorīti šajā atmosfērā pilnībā iztvaiko. Tā kā Saules sistēmā vairāk ir šo mazāko meteorītu, krāteru kopskaits uz Venēras salīdzinājumā ar citiem ķermeņiem būtu stipri pieticīgs pat tad, ja virsmu laika gaitā nepārveidotu dziļu aktivitāte un erozijas procesi. Taču patiesībā šādas norises uz Venēras ir visai intensīvas

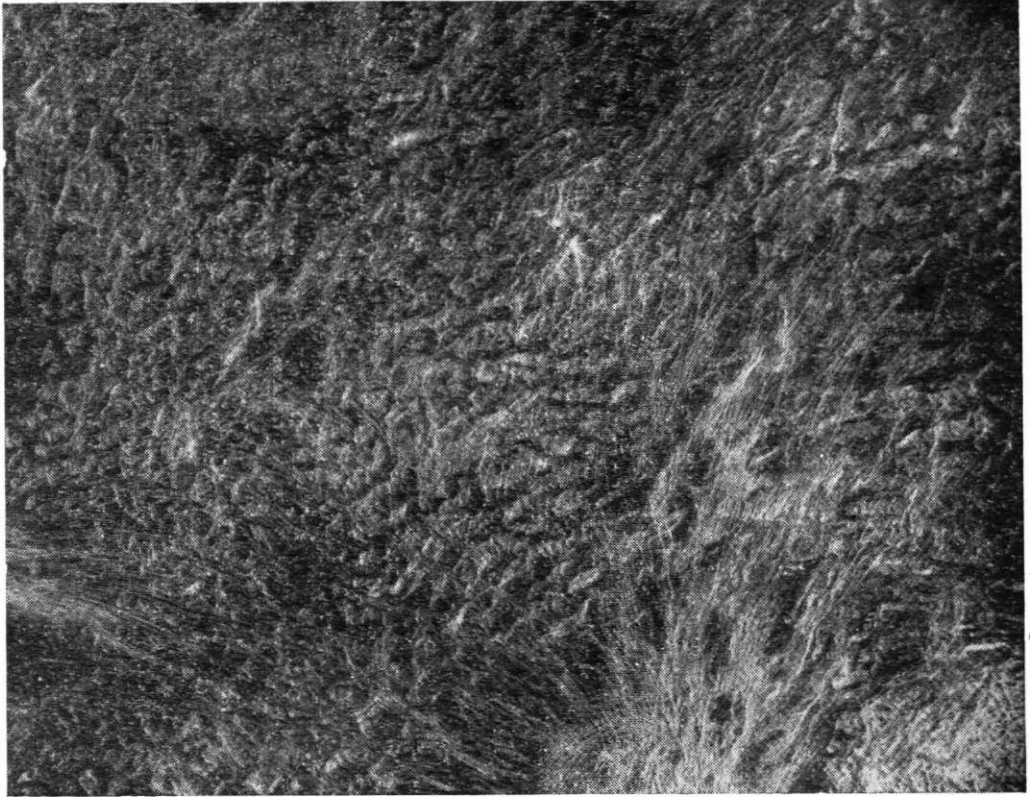
(sk. turpmāk) un krāteru skaitu samazina vēl vairāk.

Otrkārt, sakarā ar lielo gaisa blīvumu Venēras virsmu dažviet būtiski pārveidojuši pat tie meteorīti, kas gājuši bojā jau atmosfērā. To lidojuma triecienvilnis iedarbojies uz planētas virsmu ar tādu spēku, ka sasmalcinājis un nogludinājis milzīgas iežu masas (3. att.).

Daudz vairāk nekā trieciēnkrāteru tomēr ir tādu reljefu formu, ko veidojuši šīs planētas iekšējie — vulkāniskie un tektoniskie — procesi. Patiesi, Venēra izceļas ar vulkānisko reljefa formu izplatību un daudzveidību. Pirmkārt, uz šās planētas sastopami visdažādākie vulkāni — gan milzīgi ļoti lezeni konusi, kuru virsotnē atrodas plašs iebrukuma krāteris jeb kaldera; gan vienas pašas kalderas, kuras praktiski nepaceļas virs apkārtnē apvidus; gan diametrā pieticīgāki un relatīvi stāvi vulkāniskas izcelsmes kalni; gan pavisam nelieli kupolveida vulkāni (3. att.; sk. arī šā un iepriekšējā krāsu ielikuma attēlus, kā arī šā numura 4. vāku).

Otrkārt, no daudziem vulkāniem simtiem kilometru tālumā stiepjas lavas straumes — tik varenas, ka dažkārt pat spējušas pārraut kalnu grēdu (sk. 4. vāku, kā arī iepriekšējā raksta 7. att.). Daudzviet šī straume — vai

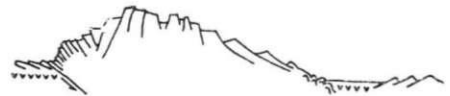
<sup>1</sup> Sk.: *Mukins E.* Pie planētām, asteroīda un komētas. — Zvaigžņotā Debess. — 1992./93. gada ziema. — 24.—34. lpp.; uz šā raksta attēliem, kuri rāda Venēras virsmu un piemēroti ilustrē pašreiz izklāstāmo materiālu, turpmāk atsauksimies kā uz «iepriekšējā raksta attēliem».



5. att. Ar «Magellan» radiolokatoru iegūtu Venēras attēlu mozaīka (detalizētība zemāka nekā attēlu oriģinālos, ziemeļi augšā), kas rāda augstieni *Ovda Regio* — ekvatoriālā augstieņu, kalnu un plaisu kompleksa *Aphrodite Terra* rietumgalu. Venēras garozas tektoniskās kustības vairākkārt izraisījušas gan virsmas plaisāšanu, gan krokošanos, pēc tam zemākās vietas applūdušas ar vulkānisko lavu, bet vēlākās tektoniskās kustības vēl pārklājušas visu apvidu ar smalku plaisājumu.

nu nākusi no daudzmaz parasta vulkāna, vai arī no kāda eksotiskāka vulkāniskā veidojuma, kādus vēl iztīrāsīm turpmāk, — bijusi tik plaša, ka applūdinājusi desmitiem un pat simtiem tūkstošu kvadrātkilometru lielu teritoriju!

Treškārt, uz Venēras sastopama vesela virkne neparastu reljefa formu, kuras nav līdzīgas Zemes vulkāniem, bet kuru izcelsme, pēc visām pazīmēm spriežot, tomēr ir saistīta pirmām kārtām tieši ar šo dziļu aktivitātes veidu. Raksturīgākie ir tā devētie vainagi jeb ovoīdi (sk. 4. vāku, kā arī iepriekšējā raksta



6. att. Tektonisko kustību shēma, kas rāda šā procesa norisi Venēras lielākajā kalnu masīvā *Maxwell Montes* (augstums virs planētas vidējā līmeņa līdz 12 km), kurš atrodas kalnu grēdu un plakankalņu kompleksa *Ishtar Terra* austrumdaļā. (Pēc «Астрономический вестник».)

5. att.), kurus acimredzot izveidojušas milzīgas magmas masas, simtiem kilometru plašā apgabalā spieždamās augšup no planētas dziļēm un pa gredzenveidīgo garozas plaisājuma zonu apgabala perifērijā dažviet arī izplūzdamas virspusē. Vēl viens piemērs — apmēram kilometru augsti, dažus desmitus kilometru plati, stipri saplaisājuši kupoli, kurus visdrīzāk radījusi strauja un vienreizēja lavas izplūšana pa nelielām atverēm.

Tektoniskajiem procesiem Venēras virsmas formēšanā ir bijusi tikpat liela loma kā vulkāniskajiem. Pirmkārt, milzīgas šīs planētas platības klāj sarežģītas plaisājuma sistēmas, kuru izskats nepārprotami liecina par šā procesa komplicēto un daudzkārtējo raksturu (5. att.; sk. arī attēlu 1991. gada rudens numura 27. lpp.). Otrkārt, sastopamas arī milzu plaisas, kas pēc lieluma ir salīdzināmas ar grandiozajiem Marsa kanjoniem. Treškārt, uz Venēras ir ļoti daudz tektoniskā krokojuma apgabalu, to vidū — šīs planētas visaugstākie kalni *Maxwell Montes* (6. att.).

Daudzās vietās Venēras vulkāniskie procesi darbojušies ciešā saistībā ar tektoniskajiem, izveidodami ne vienu vien diezgan ipatnēju, tomēr ģeologiem pēc Zemes pieredzes izprotamu reljefa formu (5. att.; sk. arī attēlu 1991. gada rudens numura 28. lpp.).

Kopumā var teikt, ka, pirmkārt, Venēra ir ģeoloģiski visai aktīva planēta un, otrkārt, tā šo procesu norises ziņā stipri atšķiras no Zemes. Pati galvenā starpība — uz Venēras nav globāla kontinentu (pareizāk — litosfēras plākšņu) dreifa, kādu uz Zemes uztur dziļu vielas konvekcija. Uz Venēras dziļu siltums izdalās acimredzot citādi — caur daudziem lokāliem konvekcijas apgabaliem («karstajiem punktiem»), kur tad arī vērojamas iespaidīgākās Venēras reljefa formas — milzu vulkāni, ovoīdi u. tml. Ja šāds secinājums ir pareizs, Venēras vulkāniskajai un tektoniskajai aktivitātei jāturpinās arī mūsdienās, un par to patiesi ir ne mazums liecību, tiesa, pagaidām gan vēl tikai netiešu. Katrā ziņā triecienkrāteru nelielais skaits rāda, ka Venēras pašreizējā virsma nav pat vienu miljardu gadu veca, resp., tā ir vairākas reizes jaunāka nekā, piemēram, Mēness virsma.

Tomēr īstas izpratnes par Venēras iekšējo procesu norises mehānismu globālā un pat reģionālā mērogā pētniekiem vēl nav. Piemēram, par milzīgā augstieņu un kalnu kompleksa *Ishtar Terra* izcelsmi pastāv divas diametrāli pretējas hipotēzes: pēc vienas, tas saistīts ar dziļu vielas vērienīgu pacelšanos šajā apgabalā, pēc otras — ar grimšanu! Pat vairāk, nav skaidrības arī par vairāku konkrēto veidojumu raksturu, piemēram, par gandrīz 7000 km garu un pāris kilometru platu likloču gravu. Patiesi, grūti saprast, kā šādu ļoti garu un šauru gultni varētu izveidot lavas plūsma, kurai tik tālā ceļā būtu neizbēgami jāatdziest un jāasacietē, bet cita piemērota šķidruma uz Venēras acimredzot nevar būt!

Diemžēl nav īpašu cerību, ka pavadoņa «Magellan» misijas turpinājums spēs vairumu šo problēmu atrisināt, jo galvenais uzdevums — visas virsmas kartēšana — būtībā ir jau paveikts, un pašlaik tiek aizpildīti tikai nelieli «baltie plankumi», kā arī mazliet citādā rakursā aplūkoti jau uzņemtie rajoni.

Nākamais etaps Venēras virsmas sistemātiskā izzināšanā varētu būt globāla radarkartēšana aptuveni tādā pašā detalizētības līmenī, kādā mūsdienās ar kosmisko aparātu apertūras sintēzes lokatoriem tiek uzņemta Zemes virsma, proti, 10—20 metri. (Šādi novērojumi, cita starpā, ļautu ātri un nepārprotami konstatēt tās virsmas veidojumu izmaiņas, kuras uz Venēras droši vien arī tagad notiek vulkānisko un tektonisko procesu ietekmē.) Taču neviens tehniski daudzmaz konkrēts projekts šā mērķa īstenošanai pagaidām nav izstrādāts — acimredzot tādēļ, ka tuvākajā nākotnē reāli nav iespējams panākt šādas kategorijas pasākumu finansēšanu.

Paaugstināt virsmas uzņemumu detalizētību līdz 1—2 metriem (kā tas paredzēts jau realizējamajā Marsa kosmisko pētījumu programmā «Mars Observer») vai pat vēl vairāk ar radiolokāciju no Venēras pavadoņa orbītas, šķiet, būs grūti. Taču šādu attēlu varētu iegūt ar telekamerām no nelielā augstumā peldoša aerostata vai cita atmosfēras lidaparāta. Protams, augstās apkārtējās temperatūras dēļ šādi teleuzņemšanas seansi būtu īslaicīgi un, ņemot vērā mazo lidojuma augstumu,



reāli aptvertu tikai nelielu Venēras daļu (lidot augstāk, lai redzeslaukā iedabūtu plašāku teritoriju, nebūtu racionāli sakarā ar atmosfēras sliktu caurspīdību). No tehniskā viedokļa šāds pasākums, domājams, nebūtu daudz sarežģītāks kā iepriekšminētā sevišķi augstas izšķirtspējas radarkartēšana no pavadoņa orbītas vai kompleksu pētījumu veikšana tieši uz virsmas, tomēr konkrētu projektu arī šajā jomā pagaidām nav.

Venēras virsmas uzņemšana centimētru un milimētru detaļās, protams, arī nākotnē būs istenojama tikai ar nolaižamo aparātu telekamerām, tātad aptvers tikai nosēšanās punktu vistuvāko apkārtni. Aplūkot šādā detalizētības pakāpē arī mazliet plašāku apvidu nebūs reāli, jo radīt šādam mērķim vajadzīgo Venēras pašgājējaparātu ir no tehniskā viedokļa pārāk grūti ļoti augstās temperatūras un spiediena dēļ.

Venēras virsmas attēls vāku 4. lappusē ir elektroniski samontēta mozaika no radaruzņēmumiem, kas iegūti ar pavadoņa «Magellan» apertūras sintēzes radiolokatoru. Attēlā ielvertā Venēras ekvatora apkārtnes teritorija ir 3600×4500 km<sup>2</sup> (tada plašuma dēļ mozaikas detalizētība ir daudzkārt zemāka nekā uzņemumu oriģināliem) un uzskatāmi demonstrē šīs planētas ģeoloģisko daudzveidību. Redzami gan meteorītu triecienu izsistie krāteri, kurus ieskauj spradziena izviesto šķembu lauki (visai grumbuļaini. tādēļ radarattēlos tik gaiši), gan planētas iekšejo — vulkānisko un tektonisko procesu radītie veidojumi. Vulkanisma sekas rāda milzu vulkāni *Siſ Mons*, *Gula Mons* (sk. arī krāsu ielikumu) un *Sappho Palera*, simtiem kilometru tālumā aizplūdušās lavas straumes un tās pārklātie līdzenumi (ar samērā gludu, tādēļ radarattēlos tumšu virsu). Vulkanisma izraisīto tektonisko kustību rezultātus ilustrē milzīgais ovoīds jeb vainags *Heng-O Corona*, «tura» tektonisma darbību — daudzie smalko un aptuveni paralelo plaisu lauki (publicētajā mozaikas kopijā plaisas var būt slikti saskatāmas). (Visdažādākā garuma melnās svītras, kas šķērso mozaiku aptuveni vertikālā virzienā, ir joslas, kuras tehnisku starpgadījumu dēļ pirmajā kartēšanas ciklā nav aplūkotas.)

E. Mūkins

## JAUNUMI ISUMĀ

## JAUNUMI ISUMĀ

## JAUNUMI ISUMĀ

● 1992. gada 25. septembrī tika palaista amerikāņu automātiskā starpplanētu stacija «Mars Observer», kuras uzdevums ir no Marsam ļoti tuvas pavadoņa orbītas detalizēti un sistemātiski pētīt šīs planētas virsmu, atmosfēru, gravitācijas un magnētisko lauku. Lidojums no Zemes līdz ceļamērķim ilgs 11 mēnešus.

● Amerikāņu automātiskā starpplanētu stacija «Galileo» 1992. gada 7. decembrī 300 km attālumā palidoja garām Zemei, kuras gravitācija beidzot pavērsa šā kosmiskā aparāta trajektoriju tieši uz Jupiteru.

---

## LABOJUMI E. MŪKINA RAKSTAM «KOSMOSA TRANSPORTS: SOLIS ATPAKAĻ?» (Zvaigžņotā Debess, 1992. gada vasara, 18.—28. lpp.)

No apbruņojuma noņemamo ballistisko raketu pārveidošana par kosmiskajām nesējraķetēm paredzēta arī projektā «Rokot», kura (un nevis projekta «Visota») ietvaros ir veikts raksta minētais (24. lpp.) nesējraķetes prototipa līdzmēģinājums pa suborbitālu trajektoriju.

«Space Shuttle» reisi, kuriem sagatavošanas sākumā tika piešķirti apzīmējumi STS-46 un STS-45 un kuri ar šādiem apzīmējumiem figurē raksta 1. tabulā, ekspluatācijas grafika izmaiņu dēļ līdz faktiskajam starta brīdim bija pārtapuši par attiecīgi STS-44 un STS-48.

## SIGNĀLI NO SĀKOTNES

### Epohāls atklājums

Par kosmoloģiju, par dažādām hipotēzēm un teorijām, kuras izvirzītas un izstrādātas, lai skaidrotu Visuma izcelšanos, pašreiz novērojamo struktūru izveidošanos un prognozētu tā evolūciju nākotnē, «Zvaigžņotajā Debessī» ir bijis samērā daudz publikāciju. Kā pēdējos šajā jomā var minēt autora rakstus «Jauna kosmoloģiska hipotēze» (1990. gada pavasaris, 53., 54. lpp.), «Pirmie «garu» meklējumi — nesekmīgi» (1988. gada pavasaris, 11., 12. lpp.) un «Topoloģija un Visums» (1987. gada rudens, 16.—23. lpp.). Tādēļ arī, domājams, mūsu lasītājs labi zina, ka pašlaik šajā zinātnes nozarē valdošā ir tā sauktā Lielā Sprādziena (LS) koncepcija un teorija. Lai gan šī teorija ietver sevī vairākus visai neparastus pamatpieņēmumus un ar tiem saistītus priekšstatus, kuru ieviešana ir radījusi iebildumus, neapmierinātību un psiholoģiska diskomforta sajūtu ne vienā vien fiziķī, astrofiziķī, filozofā utt., tomēr tā pagaidām vispildīgāk sasaista un apraksta visus līdz šim atklātos novērojumu datus un parādības, tādēļ arī dominē pārējo kosmoloģisko teoriju vidū.

Mazāk droši vien ir zināms par LS teorijas iekšējām grūtībām, kuras tai, kā jebkurai teorijai, ir sevišķi bīstamas. Runa ir par secinājumiem un paredzējumiem, kas izriet no šīs teorijas konstrukcijas un loģikas, no tās pamatpostulātiem un līdz ar to no tās spējām apkopot un organiski iekļaut savā sistēmā jaunus novērojumu datus, parādības utt. Ar grūtībām, kādas stājas jaunu pieņēmumu

un koncepciju ceļā, var tikt galā, kaut vai pamatojoties uz tādiem vispārīgiem apsvērumiem kā — mūsu zināšanas ir nepilnīgas, un, ja jauni fakti nav iespējami veco priekšstatu rāmjos, tad šie rāmji ir jāpaplašina, t. i., jārada jauni, šiem faktiem atbilstoši priekšstati, jo fakti ir primāri, bet to interpretācija — sekundāra, un galu galā viss šis process ir saistīts tikai ar mūsu zināšanu evolūciju. Toties, ja kāda teorija nespēj interpretēt datus, neizmainot savu konceptuāli loģisko pamatu jeb bāzi, tad faktiski šī teorija ir noraidāma, lai arī cik skaista tā liktos un būtu.

LS teoriju apdraudēja mazs mākonītis, kas, gadiem ejot, sabrieda arvien draudīgāks, un pēdējā laikā arvien nopietnāk izvirzījās jautājums par šīs teorijas atbilstību realitātei (lasi — par šīs teorijas noraidīšanu). Ar mākonīti jāsaprot Visuma pašreizējās struktūras izveidošanās izskaidrojums. Sai struktūrai, kā zināms, raksturīga matērijas vieliskās formas koncentrēšanās zvaigznēs, galaktikās, galaktiku kopās un superkopās, kas savukārt veido gigantiskas sienas vai savdabīgus apvalkus milzīgiem burbuļiem, kuri aptver no vielas gandrīz tukšu telpu (sk., piemēram, Z. Alksnes rakstu «Jaunākais par Visumā vislielākajām struktūrām un to sakātojumumu», «Zvaigžņotā Debess», 1991. gada rudens, 7.—10. lpp.). Lai izskaidrotu šādas struktūras izveidošanos, teorija ņem talkā pazīstamo gravitatīvās nestabilitātes mehānismu, kas, laikam ejot, pat ļoti homogēnā jeb telpā vien-

mērīgi sadalītā vielā liek pieaugt visniecīgākajām šā blīvuma nevienādībām jeb fluktuācijām, t. i., liek palielināties šo nevienādību masām, kas savukārt pastiprina nevienādību gravitācijas lauku un līdz ar to šā lauka efektīvai iedarbībai pakļautos telpas apjomus un tajos izkļiedās masas apjomus.

Šā mehānisma pamatā ir dabā pazīstamā parādība, ka jebkurai potenciālajai enerģijai, tātad arī gravitācijas enerģijai ir tendence samazināties. Šīs samazināšanās rezultātā gravitācijas potenciālā enerģija, kas piemīt kādā telpas daļā pat visai vienmērīgi izkļiedētai masai, liek tai sarauties un pāriet vielas daļiņu kinētiskajā enerģijā, kura tālāk var transformēties siltuma un starojuma enerģijā.

Kosmiskajos apstākļos gravitācijas spēkiem parasti pretdarbojas vielas elastība, ko nosaka spiediena gradients, un dažādi negravitācijas spēki, piemēram, elektromagnētiskie, centrālās (ja sablīvējums rotē) u. c. Gravitācijas spēku vai pretspēku pārsvars ir atkarīgs no sablīvēšanās procesā iesaistītā apgabala lineārajiem izmēriem  $l$ . Homogēnai videi gravitācijas spēki ir proporcionāli  $l$ , bet, piemēram, elastības spēki ir proporcionāli  $1/l$ . Tādēļ, ja apgabals ir liels, gravitācijas spēki ir lielāki par elastības spēkiem, un šāds apgabals saraujas, bet, ja apgabals ir mazs, tad vērojams pretējs process — elastības (spiediena) spēki izraisa palielināta blīvuma apgabala izplešanos, t. i., tā vielas izkļiedi.

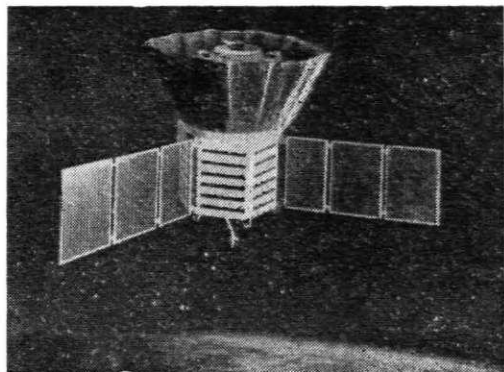
Ja aplūko tikai gravitācijas un elastības spēku mijiedarbību, tad tā apgabala izmēra  $l$  kritiskā vērtība  $l_{kr}$ , kas atdala stabilitātes apgabalu no gravitācijas nestabilitātei pakļautā, ir izsakāma ar samērā vienkāršu izteiksmi  $l_{kr} = v_{sk} \sqrt{\pi/G\rho}$ , kur  $l_{kr}$  ir tā sauktais Džinsa garums jeb vilnis,  $v_{sk}$  — skaņas izplatīšanās ātrums dotajai videi (starp citu, tas ir atkarīgs arī no vides blīvuma),  $G$  — gravitācijas konstante ( $=6,6745 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$ ) un  $\rho$  — vielas blīvums. Līdzīgas formulas kritiskajiem izmēriem  $l_{kr}$  var iegūt arī, ja tiek ņemta vērā rotācija, turbulence, elektromagnētiskie spēki utt. Šie spēki parasti palielina vielas stabilitāti un palielina  $l_{kr}$ .

Nevienādību pieaugšanas ātrums arī ir atkarīgs no  $l_{kr}$ . Nevienādības, kas ir mazākas par  $l_{kr}$ , tātad vispār nepalielinās (nepieaug).

Bet, ja nevienādības izmēri ir lielāki par  $l_{kr}$ , tad nevienādības pieaugšanas ātrums ir jo lielāks, jo lielāki ir nevienādības izmēri. Ja vide stacionāra un nevienādību izmēri ļoti lieli ( $l \gg l_{kr}$ ), nevienādības pieaugšanas ātr., tās blīvuma palielināšanās atkarība no laika ir eksponenciāla, t. i., proporcionāla  $\exp(\omega t)$ , kur lielums  $\omega$ , kas nosaka nevienādības pieaugšanas ātrumu, ir proporcionāls  $\sqrt{G\rho}$ . Ja vide izplešas vai saraujas, tad perturbāciju, resp., mazu noviržu no vidējās vērtības, pieaugšanas ātrums iegūst sarežģītāku raksturu.

Taču, lai viss šeit, kaut arī visai konspēktīvi, aprakstītais mehānisms darbotos, ir nepieciešamas šīs sākotnējās, pavisam niecīgās vides blīvuma fluktuācijas, un tikai pēc tam tās var sākt pieaugt. Kā jau iepriekš redzējām, pieaugšanu ietekmē gan šīs fluktuācijas jeb novirzes no vidējā blīvuma lieluma, gan šā vidējā blīvuma lielums, gan laika intervāls, kurā šis process attīstās. Šīs sākotnējās blīvuma fluktuācijas ir kā savdabīgas gravitācijas «sēklas», ap kurām apaug arvien lielāki kosmiskās matērijas daudzumi.

LS teorija paredz (tai bija jāparedz!) šādu sākotnēju blīvuma fluktuāciju pastāvēšanu, turklāt jau ļoti agrā Visuma attīstības stadijā. So pēdējo prasību noteica laika sprīdis, kāds, spriežot pēc aprēķiniem, ir nepieciešams, lai sākotnējās blīvuma fluktuācijas, kurām, kā savukārt rādīja pirmie novērojumi, vajadzēja būt visai nelielām, paspētu attīstīties līdz pašlaik novērojamām struktūrām. Analīze liecināja, ka šo sākotnējo blīvuma fluktuāciju parādīšanās saistāma ar periodu, kad viela un radiācija vēl atradās termodinamiskā līdzsvarā, t. i., starojums bija cieši saistīts ar vielu (brīvie elektroni izkļiedēja fotonus). Visumam izplešoties un pakāpeniski atdziestot, vajadzēja pienākt brīdim, kad radiācijai bija jāatdalās no vielas. Tas pienāca tad, kad notika rekombinācija, t. i., elektroni piesaistījās atomiem, jo starojuma kvantu enerģija bija par mazu, lai tos jonizētu. Tad radiācijas un vielas mijiedarbība izbeidzās un kosmiskā viela kļuva caurspīdīga. Kā rāda aprēķini, tas attiecas uz periodu, kad Visums bija apmēram 300 000 gadu vecs. Tātad jau tad vajadzēja pastāvēt blīvuma fluktuācijām un šīm fluktuācijām, līdzīgi dinozaura ķūdes nospiedu-



1. att. Pavadonis COBE. Trīs instrumenti, kas izvietoti uz pavadoņa borta, no Saules un Zemes mikroviļņu radiācijas ir aizsargāti ar metālisku ekrānu. Zemāk redzami Saules bateriju paneļi. (Pēc «Mercury», 1992, May/June, p. 90.)

miem tagad jau pārakmeņotā mālā, bija jāpārādās reliktajā starojumā kā šī starojuma temperatūras fluktuācijām. Tādēļ arī kopš 60. gadu beigām, bet pēdējā laikā sevišķi intensīvi tika veikti reliktā starojuma temperatūras fluktuāciju mērījumi, izmantojot vislielākos, t. i., visjutīgākos, pasaules radioteleskopus un radiometrus.

Diemžēl, lai gan mērījumi kļuva arvien precīzāki, rezultāti bija negatīvi — reliktā starojuma temperatūras fluktuācijas reģistrēt neizdevās. Šis kosmiskā elektromagnētiskā starojuma fons, kurā joprojām saglabājās teorijas paredzētās 2,73 K karsta (vai auksta) absolūti melna ķermeņa starojuma likumsakarības, tomēr izrādījās visai viendabīgs. Tātad vēl 300 000 gadu pēc LS pirmatnējās vielas un starojuma «zupa» arī bija tikpat homogēna. Te nu rodas liktenīgais jautājums — bet kā tad tādā gadījumā līdz mūsdienām atlikušajā laikā, t. i., apmēram 15 miljardos gadu, varēja izveidoties pašlaik novērojamā Visuma struktūra. Šis jautājums kā bendes zobens pacēlās virs teorijas galvas. Zobena kritiena sekas bija grūti prognozējamas, bet daudzi jau dzirdēja krakšķam pat mūsdienu fizikas, astronomijas un uz tās priekšstatiem būvētās pasaules ainas pamatus. Stāvoklis fundamentālajā zinātnē bija kļuvis tik no-

pietns, ka NASA nolēma spert visai izšķirīgu soli un 1989. gada novembrī palaida kosmosā speciāli aprīkotu pavadoni COBE (COsmic Background Explorer), kurā uzstādītajiem sevišķi jutīgajiem diferenciālajiem mikroviļņu radiometriem bija jāveic sistemātiski kosmiskā reliktā starojuma fona temperatūras diferenču mērījumi (1. att.). Kā saka — labāk rūgta patiesība nekā saldi (lasi — teorijas) meli. Pēc projekta autoru un realizētāju aprēķiniem bija paredzēts, ka diferenciālo mikroviļņu radiometru antenu un uztvērēju sistēmu jutība ļaus konstatēt ap 1/100 000 K lielas (mazas) vai pat vēl mazākas (tas atkarīgs arī no novērošanas procesa ilguma) kosmiskā starojuma temperatūras atšķirības. Zinātniskās programmas izmaksas, kur laivas tiesa, protams, piekrita pavadoņa izgatavošanas un palaišanas izmaksām, pārsniedza 400 miljonus dolāru.

Turpmākie notikumi ar COBE tomēr izvērtās visai dramatiski. Pirmajos sešos mēnešos iegūto rezultātu apstrāde rādīja, ka reliktā starojuma temperatūra visos debess sfēras punktos ir viena un tā pati, ar precizitāti līdz apmēram 1/25 000 daļai no grāda. Arī pēc pirmā gada, kad bija izdarīti jau apmēram 300 miljoni mērījumu (atcerēsimies, ka, jo vairāk mērījumu, jo lielāka precizitāte) un šo novērojumu rezultāti pēc primārās datu apstrādes bija iestrādāti debess sfēras temperatūras sadalījuma kartē, tā atkal izrādījās pilnīgi bezkontrastaina — karte bija ideāli gluda vai balta, t. i., visos virzienos temperatūra bija 2,73 K.

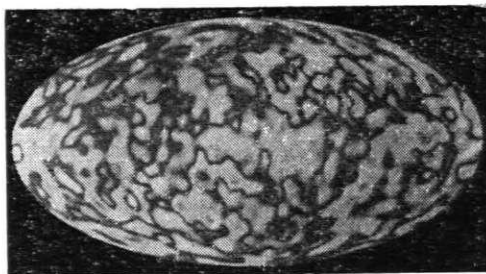
Un tad projekta zinātniskās programmas vadītājs Dž. F. Smūts (George F. Smoot, Kalifornijas Universitāte, Bērklīja) ar saviem kolēģiem izšķīrās par to, ko ar pilnām tiesībām var saukt par adatas meklēšanu siena kaudzē. Vispirms no šīs baltās kartes, no šiem novērojumu rezultātiem, tika atskaitīts vienmērīgais 2,73 K fons. Tālāk — kompensēta mūsu Saules sistēmas kustība caur kosmisko telpu, kas, iedarbojoties Doplera efektam, debesi padara mazliet karstāku kustības virzienā un aukstāku šai kustībai pretējā virzienā. Tālāk tika ņemti vērā visi potenciāli iespējamie, t. i., iedomājami, sistemātisku kļūdu, resp., izstarojuma avoti, kā, piemēram,

Saules aktivitātes efekti, spēcīgu radarsistēmu starojums, un izdarīta attiecīga datu redukcija. Un visbeidzot tika modeletis viss, kas zināms par Piena Ceļa starojumu mikroviļņu diapazonā, un arī atskaitīts no novērojumu rezultātiem.

Tādā veidā tika iegūta ļoti interesanta karte (2. att.), kas rādīja faktisko debess fona temperatūras sadalījumu 5,7 mm garu viļņu diapazonā. Šajā kartē, kuru bez pārspilējuma var nosaukt par slavenu, tad arī beidzot iezīmējas (tik tikko, bet tomēr iezīmējas!) tas iepriecinošais un daudzu kosmologu ilgi gaidītais rezultāts, kas glābj LS teoriju un līdz ar to ļauj saglabāt mūsu pašreizējos priekšstatus par Visuma evolūciju. Kāpēc tikai iezīmējas? Pēc Dž. Smūta un viņa kolēģu uzskatiem, lielākā daļa no šīm kartē attēlotajām fluktuācijām ir instrumentāls troksnis. Tomēr atlikušās nepārprotami liecina, ka jau 300 000 gadu pēc «dzimšanas» kosmiskajā matērijā bija izveidojušās pavisam reālas, kaut arī ārkārtīgi niecīgas blīvuma neviendabības. Atbilstošās reliktā starojuma temperatūras fluktuācijas ir tikai ap 0,00003 K lielas. Tātad jāņem vērā, ka attēlā redzamā karte ir statistiska rakstura, t. i., nevar teikt, ka, lūk, tieši tas vai cits apgabals ir par 0,00003 K karstāks (aukstāks) nekā blakus esošais.

Dž. Smūts noraida varbūtību, ka COBE eksperimenta rezultātā būtu nejausi atklāts vēl kāds līdz šim nezināms kosmiskās radiācijas avots. Jāuzsver arī tas, ka COBE turpina savu mērījumu programmu un līdz šim izdarīto pētījumu precizitāte kļūst vēl augstāka.

Neraugoties uz kartes statistisko raksturu, tās analīze ļauj izdarīt ļoti svarīgus kosmoloģiskus secinājumus, ieskaitot, protams, pašu galveno, t. i., ka nelielas blīvuma fluktuācijas ir pastāvējušas jau ap 300 000. gadu pēc LS sākuma. Tā, piemēram, plankumu leņķiskie izmēri, kuri svārstās no apmēram  $10^\circ$  līdz  $90^\circ$  un kuri, pārrēķinot mūsdienu mērogos, tālu pārsniedz pat vislielāko pašreiz novērojamo Metagalaktikas struktūru izmērus, labi iekļaujas t. s. inflācijas teorijas rāmjos. Saskaņā ar šo teoriju Visuma izmēru eksponenciālais pieaugums (*inflation* — inflācija, uzpūšanās) noticis laika sprīdī starp apmēram  $10^{-35}$  līdz



2. att. Uz COBE mērījumu datu pamata iegūtā debess sfēras temperatūras diferenciālu sadalījuma karte (5,7 mm garu mikroviļņu starojuma diapazonā), kas rāda, ka reliktā kosmiskā starojuma temperatūras fons svārstās 2,73 K robežās. Lai arī lielākā daļa šo plankumu pēc savas izcelsmes ir instrumentāls troksnis, atlikums tomēr ir reālas ap 0,00003 K lielas temperatūras variācijas, ko var saistīt ar tām gravitācijas «sēklām», no kurām vēlāk izveidojās Metagalaktikas liela mēroga struktūra. (Pēc «*Sky and Telescope*», 1992, July, p. 35.)

$10^{-30}$  s pēc LS sākuma, t. i., etapā pirms bariona lādiņa izveidošanās. Šāda īslaicīga (mazāka par vienu triljono daļu no sekundes) izmēru paātrinātas palielināšanās etapa ieviešana ļauj noskaidrot un saskaņot tos Visuma izplešanās sākuma nosacījumus, kādi bija vajadzīgi LS teorijai (zināmā mērā var pat teikt — izskaidrot šo sākuma nosacījumu rašanos, kas LS teorijas rāmjos sākotnēji tika vienkārši postulēti), ar Metagalaktikas mūsdienu struktūru un astrofizikālajiem parametriem. Kā būtiskāko šajā ziņā var minēt kosmiskās matērijas homogenitāti un izotropiju lielos mērogos, Metagalaktikas vielas vidējā blīvuma aptuveno vienādību ar t. s. kritisko blīvumu ( $\rho_{kr} = 10^{-29}$  g/cm<sup>3</sup>), kas, starp citu, norāda, ka mūsu pasaule ir plakana vai ļoti tuva plakana, un ievērojamās blīvuma fluktuācijas mazos mērogos (galaktiku kopas, galaktikas, zvaigznes utt.).

Otrkārt, COBE rezultāti apliecina t. s. apslēptās vai neredzamās masas problēmas aktualitāti, šādas masas pastāvēšanas nepieciešamību, kā arī to, ka tieši šādā formā ir koncentrēta lielākā daļa (vismaz ap 90%) no Metagalaktikā izkliedētās masas. Šis nosacījums

nav jauns, tas parādījās sakarā ar reāliem galaktiku rotācijas novērojumiem un to stabilitātes pētījumiem. Ja šis nosacījums netiek ņemts vērā, ir grūti izskaidrot, kā sākotnēji mazās blīvuma fluktuācijas gravitācijas nestabilitātes dēļ varējušas pieaugt līdz pašreiz novērojamām Metagalaktikas struktūrām. Aprēķini rāda, ka blīvuma fluktuāciju pieaugšanas laiks ir proporcionāls šim blīvumam un, ja pēdējais nav pietiekami liels, sākotnējās visai niecīgās blīvuma fluktuācijas nevar šajā laika spridī kopš LS sākuma, t. i., apmēram 15 miljardos gadu, pieaugt līdz pašreiz novērojamām.

Šis apslēptās masas daba vēl joprojām ir ļoti neskaidra. Zināms ir vienīgi tas, ka ar starojumu tā mijiedarbojas daudz vājāk nekā parastā viela. Viens no COBE projekta zinātniskajiem vadītājiem E. L. Raits (Edward L. Wright, Kalifornijas Universitāte, Losandželosa) ar līdzstrādniekiem salīdzināja COBE mērījumu rezultātus ar apmēram 100 standartmodeļa variantiem, no kuriem vienos par apslēpto masu tiek uzskatītas hipotētiskas «aukstas» un smagas, vāji mijiedarbīgas elementārdaļiņas, turpretim citos — «karsti» un masīvi neitrino, un secināja, ka nevienu no šiem variantiem kategoriski noraidīt vai pieņemt nevar. Ir pētījumi, kas norāda arī uz to, ka šī apslēptā masa vai matērija ir izveidojusies (t. i., izdalījusies no pirmatnējās t. s. «kvarku zupas»), atdzisis un sākusi sabiezināties, resp., sadalīties, neviendabībās ātrāk nekā parastā viela — apmēram jau 10 000 gadu pēc LS sākuma. Šie apslēptās matērijas sabiezinājumi, gravitatīvi piesaistot daudz vēlāk kondensējušos parasto vielu, varēja krietni paātrināt galaktiku sienu, superkopu, kopu utt. veidošanos.

COBE atklājums, lai arī, protams, ne viss ar to saistītais ir tik gluds, saskanīgs un pabeigts, kā var šķist, izlasot šo nelielo aprakstu (vienmēr jau katrs atbildēts jautājums izraisa veselu virkni jaunu jautājumu un problēmu), tomēr ir jāvērtē kā epohāls ne tikai tādēļ, ka atklātas pirmatnējās blīvuma fluktuācijas, kas pagaidām «glābj» LS teoriju. Iegūtie rezultāti ir nozīmīgi arī tādēļ, ka izraisījuši ļoti lielu aktivitāti kosmoloģisko pētījumu jomā. Zinātnieki ir gan pārbaudījuši

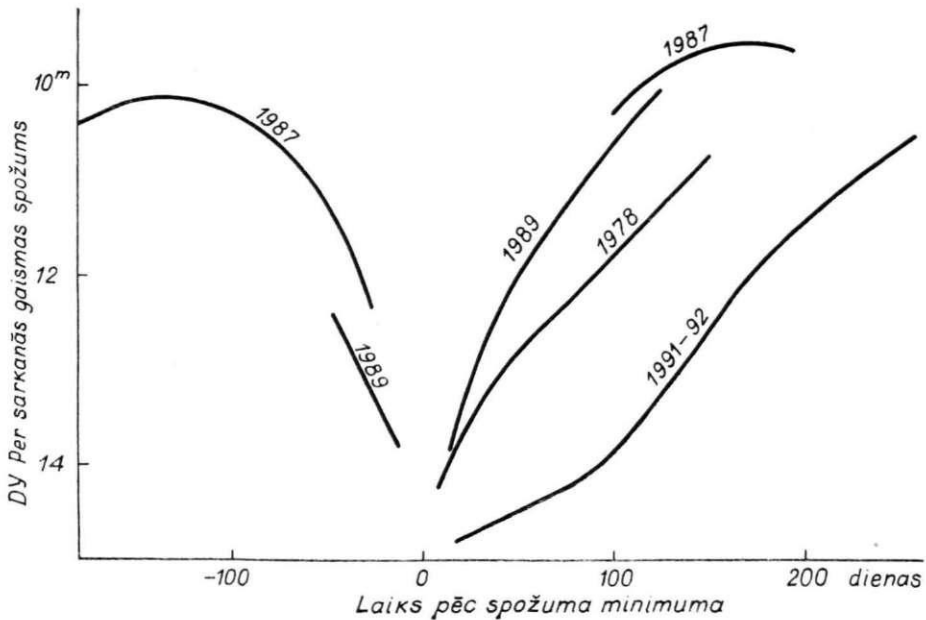
vecu standartmodeļa variantu atbilstību un konstruējuši jaunus, gan arī atklājuši pirmatnējā starojuma temperatūras fluktuāciju robežvērtības un tādējādi izklaidējuši iepriekšējo neziņu par šī parametra skaitlisko vērtību. Līdz ar to rasts stingrs pamats attiecīgas metodikas un aparatūras izstrādāšanai, lai veiktu līdzīgus eksperimentus ar balonos paceltiem un virszemes instrumentiem. Šie eksperimenti ļautu palielināt leņķisko izšķirtspēju un iegūt ne tikai statistisku, bet jau īstu šo temperatūras fluktuāciju sadalījumu pa debess sfēru. Nākotnē jau varētu izstrādāt un iegūt tādu eksperimentāla rakstura kritērijus, kas dotu iespēju izdarīt noteiktu standartmodeļa variantu atbilstības analīzi. Tad, no pašlaik visai plašās variantu kopas jau pilnīgi noraidot vienus un atsijājot kā derīgus turpmākiem pētījumiem citus, pētnieki vēl vairāk precizētu izpratni par to, kā tad īsti radusies un izveidojusies tā pasaule, kurā dzīvojam.

A. Balklavs

## Oglekļa zvaigznes DY Per satumsums

1991. gada decembrī Radioastrofizikas observatorijas zvaigžņu pētnieki ar Riekstukalna Smīta teleskopu pēc vairāk nekā deviņu mēnešu pārtraukuma atkal atsāka fotografēt zvaigžņu kopu Trümpler 2, kuras tuvumā atrodas oglekļa mainzvaigzne DY Per. Liels bija mans pārsteigums, kad aplūkoju uzņēmumu, ko 2./3. decembra naktī bija ieguvusi I. Pundure: minētā zvaigzne izrādījās neparasti vāja. Mērījumi liecināja, ka vizuālajos staros tā bija par 3,6 zvaigžņlielumiem jeb 28 reizes vājāka nekā iepriekšējā pavasarī. Vēl spēcīgāks satumsums, kā liecināja nākamajās naktis izdarītie novērojumi, bija noticis sarkanajos staros — 4,2 zvaigžņlielumi (jeb gandrīz 50 reizes vājāka). Turpretī zilajos staros zvaigznes gaismas plūsma bija samazinājusies tikai piecas reizes.

Ka oglekļa zvaigznei DY Per piemīt neparastas spožuma mainīguma īpašības, mēs jau bijām konstatējuši iepriekš: 15 gadu novērošanas laikā tā bija piedzīvojusi trīs līdzīgus



Oglekļa zvaigznes DY Per spožuma maiņa četros ar Riekstukalna Šmita teleskopu novērotos satumsumos. Minimumu datumi: 1978. gada 24. septembris, 1987. gada 12. aprīlis, 1989. gada 1. novembris, 1991. gada 2. decembris.

dziļus spožuma minimumus, kurus esam ap- rakstījuši Radioastrofizikas observatorijas iz- devuma «Saules un sarkano zvaigžņu pēti- jumi» 33. numurā (1990. gads) publicētajā zinātniskā ziņojumā. Toreiz izteicām iespēju, ka DY Per satumsumi ir līdzīgi Ziemeļu Vai- naga R tipa jeb RCB tipa eruptīvajās maiņ- zvaigznēs novērojamiem satumsumiem. Šāda tipa zvaigžņu satumsumus iepriekš paredzēt nav iespējams, tos rada milzīgas putekļu mas- sas izvirdumi no zvaigznes ārējiem slāņiem. Kā un kāpēc šis process notiek, to izpētīt ir zinātnieku uzdevums. RCB tipa zvaigžņu sa- tumsumu sākšanos palīdz atklāt astronomijas amatieru organizācijas, kādas pastāv daudzās valstīs.

Negaidīti bija tas, ka DY Per jaunais minimums bija iestājies tikai 760 dienas pēc iepriekšnovērotā. Starp agrāk novērojajiem šis zvaigznes satumsumiem bija 3122 un 934 dienu intervāli.

Kamēr zvaigzne atrodas dziļā spožuma mi-

nimumā, ir svarīgi novērot to plašā viļņu garuma diapazonā un ar dažādām metodēm. Tāpēc par DY Per minimumu aizsūtījām pa elektronisko pastu informāciju Starptautiskās astronomijas savienības (IAU) Centrālajam astronomisko telegrammu birojam Amerikas Savienotajās Valstīs, kā arī ziņu dažiem RCB tipa zvaigžņu pētniekiem bijušās PSRS obser- vatorijās. Drīzumā no Lielbritānijas maiņ- zvaigžņu pētnieka G. Hērsta (Hurst) pienā- kusī elektroniskā vēstule ar lūgumu pēc pa- pildinformācijas liecināja, ka Centrālais as- tronomisko telegrammu birojs mūsu ziņojumu ir publicējis savā cirkulārā. Latvijā šie cir- kulāri pagaidām nepienāk valūtas trūkuma dēļ.

No Kijevas atsaucās astronoms A. Pugačs, ziņodams, ka viņam izdevies iegūt DY Per spektrus ar Speciālās astrofizikas observato- rijas (Ziemeļkaukāzā) 6 metru teleskopu. Ce- rams, ka šo spektru analīze dos drošus slē- dzienus par neparastās zvaigznes dabu.

No novērojumiem, kas Baldonē iegūti pēc 1991. gada minimuma atklāšanas, secināms, ka pētāmā zvaigzne atgriežas spožajā stāvoklī lēnāk, nekā tas notika iepriekšējos satumsumos (sk. att.). Turpretī sakars starp spožumu un zvaigznes krāsu, spožumam mainoties, bija tāds pats kā agrāk, proti, pēc minimuma kļūstot spožākai, zvaigzne pamazām tapa sarkanāka. Šāda nosarkšana jeb sārtošanās turpinājās, līdz kamēr zvaigznes spožums vizuālajos staros pieauga par trim zvaigžņlielumiem. Zvaigznei kļūstot vēl spožākai, tā vairs neturpina nosarkt, bet gan atkal top mazliet zilāka. Šāda spožuma un krāsas sakarība nav atrasta nevienai no apmēram 300 oglekļa zvaigznēm, kuru spožuma maiņas Latvijā pētītas. Tipisko oglekļa ilgperioda maiņzvaigžņu spožumam samazinoties, tās kļūst sarkanākas spektra redzamajā daļā.

Saskaņā ar Krimas Astrofizikas observatorijas zinātnieka J. Jefimova pētījumiem RCB zvaigžņu prototipam — zvaigznei Ziemeļu Vainaga R (R CrB) — sakarība starp spožumu un krāsu ir visai sarežģīta un dažādos satumsumos atšķirīga. Šo sakarību viņš skaidro ar izmesto putekļu daļiņu daudzuma un īpašību izmaiņām.

DY Per spožuma un krāsas sakarībai ir lielāka līdzība ar šādu pašu sakarību cita tipa maiņzvaigznēm, kuras gan no oglekļa zvaigznēm ļoti atšķiras vecuma un temperatūras ziņā. Tās ir A spektra klases jaunas zvaigznes, kurām piemīt neperiodiski, Algola tipa maiņzvaigznēm līdzīgi aptumsumi. Krimas astronoms V. Griņins izstrādājis modeli šādu zvaigžņu satumsumiem: zvaigzni mūsu skatam uz laiku aizsedz putekļu apvalkā peldošs blīvāks putekļu mākonis, bet neaizsegta paliek apvalka daļa, kas izkliedē zvaigznes gaismu un padara to zilāku, līdzīgi kā Zemes atmosfēra, izkliedējot Saules gaismu, no krāso debesi zilu. Zvaigznes tiešajai gaismai samazinoties, pārsvaru ņem izkliedētā gaisma, tāpēc minimumā redzam zilāku spidekli.

Ļoti iespējams, ka līdzīgs modelis derētu arī DY Per minimumu izskaidrošanai. Nepieciešami infrasarkanie un polarimetriskie novērojumi, kas tieši liecinātu par putekļu apvalku ap DY Per.

Cerams, ka, apkopojot arī citās observatorijās iegūtos nesenā satumsuma novērošanas rezultātus, varēsim drošāk spriest, kādam zvaigžņu tipam DY Per pieder, vai arī tā kļūs par prototipu jaunai objektu klasei.

A. Alksnis

## Negaidīts pavērsiens unikālā objekta SS 433 izpētē

1991. gada februārī žurnālā «Nature» varējām lasīt par saistošu atklājumu, kas izdarīts Eiropas Dienvidu observatorijā. Šis observatorijās līdzstrādnieka Sandro d'Odoriko vadībā T. Osterlo no Čiles, T. Cviters no Slovēnijas un M. Kalvāni no Itālijas konstatējuši, ka unikālā objekta SS 433 kompaktā sastāvdaļa ir nevis melnais caurums, bet gan neitronu zvaigzne. Šāds secinājums izdarīts, spriežot pēc šā objekta spektra uzņēmumiem, kas iegūti ar ESO 3,5 m jaunās tehnoloģijas teleskopu. Spektros fiksētas visai sarežģītas jonizētā hēlija linijas ar divām virsotnēm, ko acimredzot veido triju komponentu pārklāšanās.

Lai izprastu atklājuma būtību, atcerēsimies, kā veidojies mūsu priekšstats par šo unikālo objektu. Astronomu uzmanību šī 5,5 kps attālā Ergļa zvaigznāja maiņzvaigzne piesaistīja 70. gadu beigās. Pēdējā dekādē veiktie intensīvie spektroskopiskie pētījumi liecina par to, ka šeit mēs sastopamies ar zvaigžņu pasaulei neparastu ģeometriju (1. att.). Objekts SS 433 ir dubultzvaigzne ar 13 dienu lielu apriņķošanas periodu, kas sastāv no karstas, masīvas zvaigznes, kura evolucionējusi tiktāl, ka aizpildījusi savu t. s. Roša apgabalu un intensīvi zaudē masu, kas pārplūst uz kompakto objektu  $\frac{1}{4}$  a. v. attālumā no

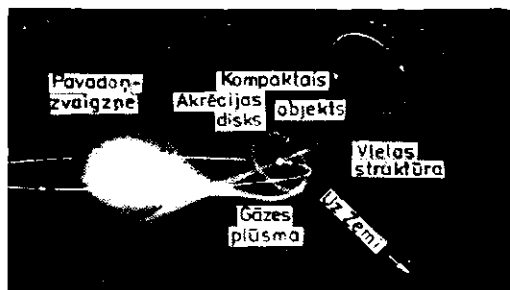
tās, veidojot ap šo objektu blīvu un ātri virpuļojošu akrecijas disku. Gāze no diska iekšējās malas pa spirāli kustas uz kompakto objektu. Līdzīgas sistēmas ir mūsdienu astrofizikas ikdiena, bet zvaigžņu pasaulei neparasti ir tas, ka neizprotamu cēloņu dēļ viela tiek divos pretējos virzienos spēcīgi izviesta ārā no šā virpuļa centra kā divas strūklas.



Šīs strūklas kustas ar gigantisku, gaišmai tuvu ātrumu. Tas aprēķināts, izmantojot spektrā redzamās ūdeņraža emisijas līniju t. s. pavadoņlīnijas, kuras gan nebija viegli identificējamas. Pirmā to paveica amerikāņu astronomu grupa B. Margona vadībā, konstatējot, ka tās ir tās pašas ūdeņraža līnijas, kuras no sava standartstāvokļa vienlaicīgi nobīdītas gan uz sarkano, gan zilo pusi. Tātad katrā atomārā pārejā, kā izrādās, ir parstāvēta nevis ar vienu, bet ar trim līnijām! Kāds fizikāls process izraisa šādu līniju nobīdi? Fizikā ir zināmi trīs šādi procesi. Tas ir Doplera efekts, kas rodas vielas relatīvas kustības dēļ, līniju novirzīšanās gravitācijas lauka iespaidā un Zemana efekts magnētiskajā laukā. Taču Zēmana efekta ietekmē viena un tā paša atoma dažādām līnijām arī novirzēm jābūt dažādām, bet tas nesaskan ar novērojumiem, jo zilo un sarkano līniju nobīdes ir vienādas. Savukārt ar nobīdi gravitācijas laukā pavadoņlīniju rašanos nevar izskaidrot tādēļ, ka ārējām novērotājam tā vienmēr būs vērsta vienā virzienā — atoma enerģijas samazināšanās jeb atbilstošā viļņa pagarināšanās virzienā. Kā tad lai izskaidro zilo nobīdi? «Vainīgais» ir Doplera efekts. Pieņemot šādu izskaidrojumu, jāatzīst, ka objektā SS 433 ir trīs atsevišķi, vienlaikus starojoši apgabali, no kuriem viens ir gandrīz nekustīgs, otrs tuvojas mums, bet trešais no mums attālinās!

Interesanti, ka līdzīgu parādību neilgi pirms pavadoņlīniju identifikācijas polemikas krustugunis izdomājis kāds astronoms. Kādā konferencē, kura bijusi veltīta ārpuszemes civilizāciju meklējumiem, viņš ierosinājis, ka saprāta brāļus mēs varētu novērot kā objektu, kura spektrā vienlaikus redzamas lielas sarkanās un zilās nobīdes. Nekas tāds taču dabiski nav iespējams, teicis astronoms. Un, lūk, nebija pagājis ne pusgads, kad šāds «mākslīgs» objekts tika identificēts.

Aprēķinot pavadoņlīniju Doplera nobīdes skaitlisko vērtību, tika konstatēts, ka tā atbilst ļoti liellam, relativistiskam vielas kustības ātrumam — 80 000 km/s, kas ir 26% no gaismas ātruma. Jāuzsver, ka šī vērtība iegūta, ņemot vērā relativistisko laika gaitas palēnināšanās efektu kustīgā atskaites sistēmā attiecībā pret nekustīgo Zemi. Izlidojot



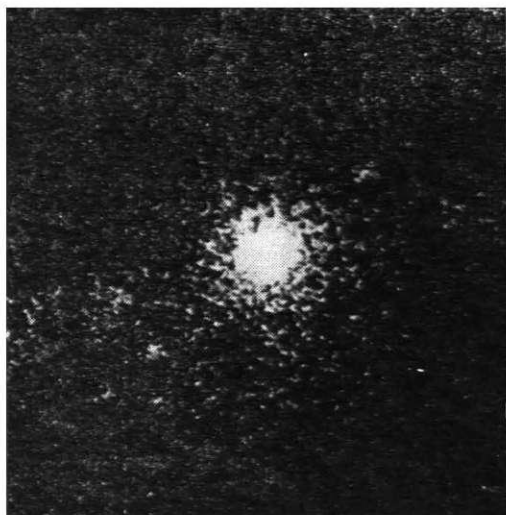
1. att. Dubultsistēma SS 433. Nesenie ESO veiktie jonizētā hēlija spektroskopiskie novērojumi akrēcijas diskā norāda uz to, ka kompaktais objekts ir neitronu zvaigzne, kuras diametrs ir 10 km un kura satur 0,8 Saules masas. Normālās zvaigznes masa ir apmēram trīs Saules masas. (Pēc «Sky and Telescope».)

gāze izplešas, atdziest un rekombinējas. Tā rodas nobīdītās emisijas līnijas.

Kādēļ mēs esam tik pārliecināti par to, ka šādi dzēti tik tiešām tiek izsviesti no centrālā apgabala? Tādēļ, ka tie gluži vienkārši ir redzami! Tikai diemžēl ne redzamajā gaismā, jo optiskais starojums rodas pārāk tuvu centrālajam objektam, tādēļ pat vislielākajos teleskopos un vislabākajos laikapstākļos tie nav vērojami. Taču radioattēlos var skaidri redzēt, kā no centrālā apgabala tiek izsviesti atsevišķi vielas sablīvējumi, turklāt izsviešanas virziens precesē ar 164 dienu periodu. Dzēti redzami arī rentgendiapazonā (2. att.).

SS 433 nav vienīgais objekts Galaktikā, kuram novēro relativistiskus izvirdumus. Sco X-1 — spožākā rentgendebešs avots — radiokartēs redzami divi vāji, simetriski izvietoti radioavoti. Jāsaka gan, ka šeit pastāv arī būtiska atšķirība. Proti, Sco X-1 izvirdumi ir relativistisku daļiņu mākoņi, kuri praktiski nekustas. Turpreti SS 433 izvirdumi ir «auksta», nejonizēta gāze, jo pretējā gadījumā ūdeņraža spektrālīnijas nebūtu novērojamas. Paradoksāli, ka dubultsistēmas izdalītās enerģijas lielu daļu veido ar relativistisku ātrumu izsviestas aukstas gāzes kinētiskā enerģija.

Ar līdzīgu parādību sastopamies arī galaktiku pasaulē. No aktīvām galaktikām un kvazāriem tiek izsviestas strūklas, kuras gan bieži vien kustas ar it kā ultrarelativistiskiem,



2. att. Einšteina observatorijas (pavadoņa HEAO-2) iegūtais objekta SS 433 centrālās daļas un atsevišķu izvirdumu rentgenattēls. (Pēc «Sky and Telescope».)

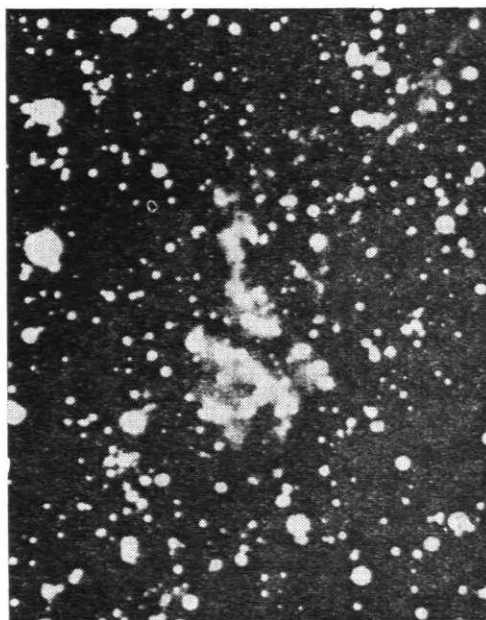
t. i., gaismas ātrumu pārsniedzošiem ātrumiem. Tie ir relativistisku daļiņu mākoņi, kuri «samudzinājušies» magnētiskajos laukos un kopā ar tiem izmesti no galaktikas kodola.

Kāds gan varētu būt šādas neparastas aktivitātes cēlonis? Līdz šim vairums speciālistu uzskatīja, ka galaktiku aktivitātes pamatā ir procesi, kurus izraisa melnais caurums, kas atrodas to centrā; un objekts SS 433 varētu būt šādu aktīvo galaktiku miniaturizēta kopija. Tagad no šāda salīdzinājuma būs jāatsakās, tādēļ ka jauniegūtās masas — un tās ir 3,2 Saules masas normālajai zvaigznei un ap 0,8 Saules masām kompaktajam objektam — liek mums atteikties no uzskata par melnā cauruma eksistēšanas iespēju šai dubultzvaigznē. Kā zināms, trīs Saules masas — tā ir stacionāru kompakto objektu masas teorētiskā robežvērtība. Ja kompaktais objekts to pārsniedz, tad tas var eksistēt tikai kā kolapsejošs objekts — melnais caurums. Jāpiebilst, ka iepriekšējie kompakta objekta masas novērtējumi šo robežu krietni pārsniedza. Vairums astronomu to novērtēja ar četrām, bet normālajai zvaigznei — ar 16 Saules masām. Arī Krievijas astronoma A. Ce-

repaščuka aprēķini rādīja, ka kompakta objekta masa sasniedz 4—5 Saules masas.

Un tā, jaunie novērojumi mums atkal liek atteikties no vēl viena iespējamā melnā cauruma. Kas gan cits atrodas šai objektā, ja ne melnais caurums? Liekas, šādu jautājumu sev pašlaik uzdod daudzi astronomi. Baltais punduris objektā SS 433 nevarētu būt, jo tas novērojamo enerģijas daudzumu nespētu izdalīt, tādēļ visreālākais kandidāts ir neitronu zvaigzne. Par pārnovas eksploziju, kuras rezultātā šī neitronu zvaigzne radusies, liecina arī radioavots W 50, kura centrā atrodas objekts SS 433. Šim miglājam ir pārnovu sprādzieni atliekām raksturīgā struktūra. Nesen šā radiomiglāja malās nofotografētas redzamajā gaismā vāji starojošas šķiedras (3. att.). Neitronu zvaigžņu fizikā, jādoma, arī meklēsim šā objekta uzdoto miklu atminējumus.

I. Rudzinskā



3. att. Vāji starojošas šķiedras objekta SS 433 apkārtņē. Šis uzņēmums ir iegūts ESO ar jaunas tehnoloģijas teleskopu un lādiņsaites matricu redzamajā gaismā (jonizētā sēra līnijā, kuras viļņa garums 672 nm). (Pēc «Die Sterne».)

# KOSMOSA PĒTNIECĪBA UN APGŪŠANA

## ATKLĀTĀK PAR KOSMONAUTIKAS VĒSTURI (X)

Turpinādami izgaismot PSRS kosmonautikas vēstures «baltos plankumus», jau otro reizi varam atsaukties uz iespieddarbu, kura pamatā ir autentiski dokumenti, — uz Igora Afanasjeva rakstu «Nezināmie kuģi», kas publicēts brošūru sērijā «Kosmonautika, astronomija» (1991. — Nr. 12). Darbā minētie datumi un kosmisko aparātu kārtas numuri tulkojot iespēju robežās ir pārbaudīti un precizēti.

### ORBITĀLĀS STACIJAS OPS UN DOS

I. Afanasjeva rakstā pirmo reizi no padomju puses tiek atzīts, ka orbitālās stacijas «Almaz», ko sūtīja lidojumā pamīšus ar DOS tipa stacijām (visas — kā «Salūts»), bija domātas galvenokārt militāru uzdevumu risināšanai, un tiek sniegtas pirmās konkrētās ziņas par šo staciju konstrukciju. Turpat visumā pilnīgi izklāstīta PSRS orbitālo staciju lidojumu hronika, ko 1991. gadā fragmentāri un dažviet pat kļūdaini ieskicēja V. Mišina atmiņu publikācija.<sup>1</sup>

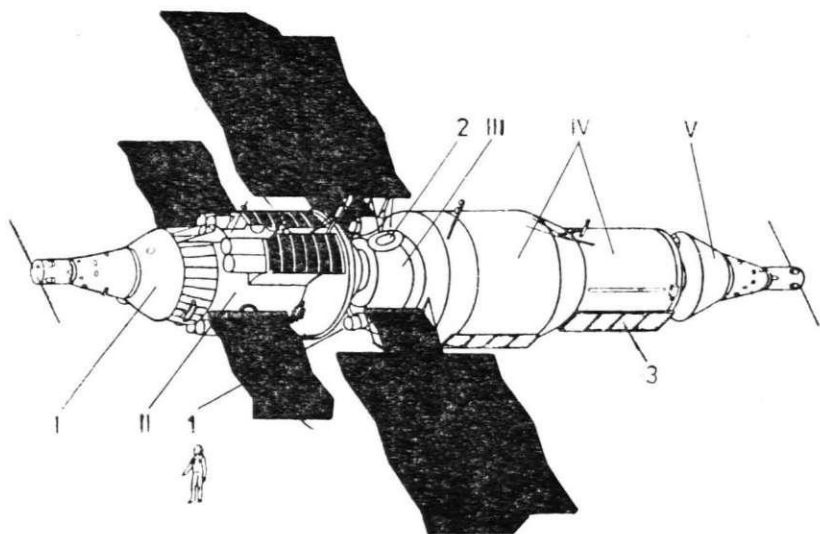
«ASV aktivitātes pilotējamo orbitālo staciju jomā drīz pēc sākšanās ieguva skaidru militāro orientāciju (patiesībā amerikāņu militārā orbitālā stacija MOL tā arī netika palaista, toties civilā stacija «Skylab» — jā. — **Sastād.**). Lai

neatpaliktu šajā jomā no Amerikas, Padomju Savienībā kopš 60. gadu vidus tika veikti zinātniskās pētniecības darbi nolūkā radīt orbitālo staciju. Bez S. Koroļova konstruktoru biroja, kurš staciju paredzēja samontēt orbitā, darbā iesaistījās arī V. Čelomeja konstruktoru birojs.

Orbitālās stacijas projektēšanas sākumu V. Čelomeja birojā var datēt ar 1964. gada 12. oktobri, kad ģenerālkonstruktors ierosināja saviem līdzstrādniekiem sākt izstrādāt pilotējamo orbitālo staciju OPS (ОПС — орбитальная пилотируемая станция, — **Sastād.**) ar maināmām divu vai triju cilvēku apkalpēm un vienu vai divus gadus ilgu darbmužu. Stacija bija domāta zinātnisku, tautsaimniecisku un aizsardzības uzdevumu risināšanai (kā liecina turpmākais izklāstījums, pēdējā uzdevumu kategorija faktiski bija dominējošā. — **Sastād.**), to ievadīt orbitā vajadzēja ar nesējraķeti UR-500K (plašāk pazīstama kā «Protons». — **Sastād.**). Stacijas OPS jeb, precīzāk, raķešu un kosmiskās sistēmas «Almaz» provizorisko projektu 1967. gadā pieņēma starpresoru komisija, kurā bija 70 ievērojamo zinātnieku, rūpniecības KB un ZPI un Aizsardzības ministrijas vadītāju.

Orbitālā stacija «Almaz» bija iecerēta kā kosmiskais novērošanas punkts ar komfortablām apkalpes dzīves un darba apstākļiem, labu novērošanas aparātūru un tās precīzas notēmēšanas iespējām. Kosmonautu un patērējamo komponentu nogādāšanai uz staciju tika veidots savs apgādes transportkuģis TKS (TKC —

<sup>1</sup> Sk.: Zvaigžņotā Debess. — 1991. gada rudens. — 22., 23. lpp.



1. att. Pilotējamā orbitālā stacija OPS un apgādes transportkuģis TKS projekta «Almaz» sākotnējā variantā: I — kuģa nolaižamais aparāts; II — kuģa funkcionālais un kravas (orbitālais) bloks; III — stacijas slūžu kamera; IV — stacijas dzīvojamais un darba nodaļums; V — stacijas nolaižamais aparāts. Raksturīgie stacijas elementi: I — orbitas korigēšanas dzinējs (viens no diviem); 2 — lūka izešanai atklātā kosmosā; 3 — sānskata (apertūras sintēzes) radiolokatora antena. (Pēc «Космонавтика, астрономия».)

транспортный корабль снабжения. — **Sa-stād.)**, kuru bija paredzēts ievadīt orbitā ar tādu pašu UR-500K tipa nesējaķeiti. Sākumā bija domāts staciju un kuģi aprīkot ar analogiskiem nolaižamajiem aparātiem, tā ka ikviens no tiem nodrošinātu apkopes atgriešanos no orbitas, taču vēlāk no šīs idejas atteicās — un nolaižamais aparāts palika tikai transportkuģa sastāvā.

Orbitālā stacija «Almaz» bija piemērota ilgstošai triju cilvēku apkopes darbībai. Stacijas hermētisko nodaļumu veidoja divas zonas, kuras nosacīti varētu saukt par zonu ar lielo diametru un zonu ar mazo diametru (1. att.). Mazā diametra zonas priekšgalā bija iekārtots kosmonautu dzīvojamais nodaļums ar guļamvietām, ēdamgaldīņu, atpūtas krēslu un skatu iluminatoriem. Aiz dzīvojamā nodaļuma bija darba nodaļums ar vadības pultī, darba posteni, optisko vizieri (tas ļāva apstādināt Zemes virsmas šķietamo kustību un novērot atsevišķas

detajas), panorāmskata ierīci plašu Zemes apgabalu aplūkošanai, periskopu apkārtējās kosmiskās telpas apskatei.

Hermētiskā nodaļuma pakalgalu aizņēma novērošanas aparātūra un vadības sistēma. Lielais Zemes novērošanai domātais optiskais teleskops slējās no orbitālās stacijas grīdas līdz pat griestiem. Bija paredzēts, ka pēc izraudzīto sauszemes vai jūras iecirkņu uzņemšanas foto-filma tiks attīstīta turpat stacijā un visinteresantākie kadri tiks pārraidīti pa televīzijas kanālu, bet pārējo filmas daļu varēs aizsūtīt uz Zemi tīrā kapsulā.

Transportkuģiem vajadzēja pieslēgties pie stacijas aizmugurējā gala, kur atradās sfēriska slūžu kamera, ko ar hermētisko nodaļumu savienoja liela pārejas lūka. Slūžu kameras aizmugurējā daļā bija pasīvais sakabināšanās mezgls, augšdaļā — lūka izešanai atklātā kosmosā, apakšdaļā — lūka uz kameru, no kuras sūtīt uz Zemi kapsulas ar pētījumu (pareizāk sakot,

novērojumu. — **Sastād.**) materiāliem. Apkārt slūžu kamerai bija izvietoti orbitālās stacijas dzinējiekārtu agregāti, izvēršamās antenas un divi lieli Saules bateriju paneļi.

Filmas kapsulai bija cietās degvielas raķešdzinētājs, nometams siltumaizsardzības ekrāns, izpletņu sistēma un nolaižamais konteiners ar radiobāku. Kapsulu stabilizēt dzinēja darbībai nepieciešamajā stāvoklī vajadzēja, pirms izlaišanas no stacijas atbilstoši orientējot un iegriežot ap garenasi.

Tā kā «Almaz» projektēšanas periodā ASV prasījās radīt kosmiskos pārtvērējaparātus — pavadonu inspektoros (šie plāni palika tikai uz papīra. — **Sastād.**), tika veikti pasākumi aizsardzībai pret šādiem pārtvērējiem: orbitālā stacija tika aprīkota ar A. Nudelmana konstruēto aviācijas ātršāvēju lielgabalu. To varēja nomērķēt uz vajadzīgo punktu ar optisko tēmekli, griežot visu orbitālo staciju.

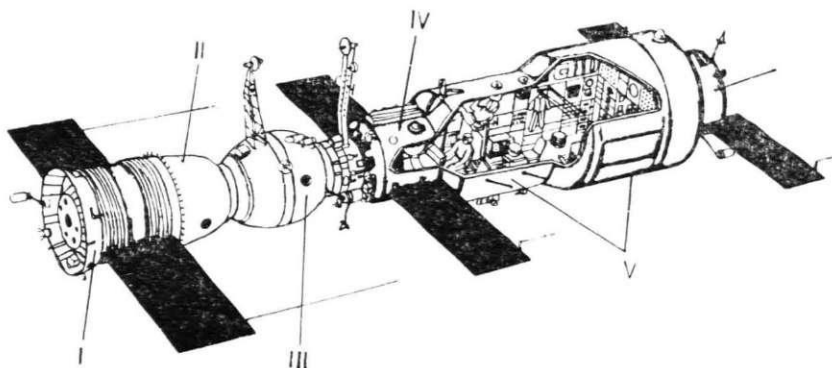
Raķešu un kosmiskās sistēmas «Almaz» veidošanas darbi tika sadalīti šādi: projektu kopumā, pašu staciju un transportkuģa nolaižamo aparātu izstrādāja V. Čelomeja konstruktoru birojs, transportkuģi (tā funkcionālo un kravas nodalījumu) — šīs organizācijas filiāle Nr. 1, turpat tika izstrādāta arī raķete UR-500K. Staciju, kuģi un raķeti izgatavot pienācās Hruņičeva mašīnbūves rūpnīcai.

Sistēmas «Almaz» darbināšanas sākumposmā apkalpes uz orbitālo staciju OPS bija paredzēts nogādāt ar kosmosa kuģiem «Sojuz». Šajā jautājumā V. Čelomeja konstruktoru birojam bija nodibināta vajadzīgā sadarbība ar S. Koroļova konstruktoru biroju.

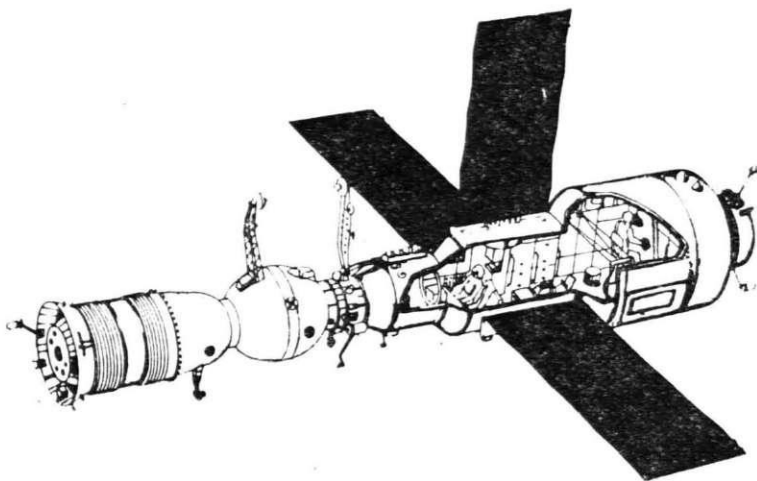
Kosmiskā kompleksa «Almaz» radītājiem no pasūtītāja puses bija izvirzīti ļoti sarežģīti uzdevumi attiecībā uz aparatūras raksturlielumiem, darbības drošību un funkcionēšanas ilgumu. Un, lai arī līdz pat 1969. gada beigām orbitālās stacijas korpusa un dažu bortsistēmu izstrādāšanas grafiks tika jo stingri ievērots, «Almaz» instrumentālā ekipējuma veidošana ievilkās.

1970. gada sākumā, pakļaujoties Vispārējās mašīnbūves ministrijas vadītāju spiedienam, izgatavotie staciju korpusi, tehniskā aprīkojuma elementi, daļa aparatūras un dokumentācijas tika nodota V. Mišina (bijušajam S. Koroļova) konstruktoru birojam. Sadarbībā ar V. Čelomeja konstruktoru biroja filiāli Nr. 1 šajā birojā uz orbitālās stacijas «Almaz» bāzes, izmantojot kosmosa kuģa «Sojuz» bortsistēmas, nepilna gada laikā tika radīta orbitālā stacija DOS (ДОС — долговременная орбитальная станция. — **Sastād.**)

Stacija DOS atšķīrās no OPS vispirms jau ar to, ka mazā diametra zonas priekšgalam bija pievienots pārejas nodalījums, kur pieslēgties



2. att. Pilotējamās orbitālās stacijas DOS sākotnējais variants ar agrinā parauga kosmosa kuģi «Sojuz» apkalpes transportlidzekļa lomā: I — kuģa agregātu un instrumentu nodalījums; II — kuģa nolaižamais aparāts; III — kuģa dzīvojamais nodalījums; IV — stacijas pārejas nodalījums; V — stacijas dzīvojamais un darba nodalījums; VI — stacijas agregātu un instrumentu nodalījums. (Pēc enciklopēdijas «Космическая техника».)



3. att. Pilotējamās orbitālās stacijas DOS pilnveidotais variants (ar grozāmiem Saules bateriju paneļiem) un kosmosa kuģa «Sojuz» variants bez Saules baterijām, kas tika izveidots tieši apkalpju transportēšanai uz šādām stacijām. Stacijas un kuģa sastāvdaļu izvietojumu sk. 2. attēlā. (Pēc enciklopēdijas «Космическая техника».)

kosmosa kuģim «Sojuz» (2. att.). Stacijas aizmugures galā bija uzstādīts kuģa «Sojuz» agregātu un instrumentu nodalījuma modificēts variants. Stacijas energoapgādi nodrošināja četri samērā nelieli Saules bateriju paneļi, kas arī bija patapināti no kosmosa kuģa «Sojuz» un piemontēti pa pāriem mazā diametra zonai un agregātu nodalījumam. Arī instrumentālā ekipējuma ziņā orbitālajai stacijai DOS bija ļoti maz kopīga ar OPS; pēdējā bija daudz piesātinātāka ar aparātūru (un, pats galvenais, domāta pavisam citiem mērķiem: OPS taču bija militārā stacija, turpretī DOS — civilā. — **Sastād.**.)

Sakarā ar DOS izstrādes forsēšanu V. Mišina konstruktoru birojs steidzīgi izveidoja stacijas apkalpošanai domātu kuģa «Sojuz» modifikāciju, kurai bija jaunas konstrukcijas sakabināšanās agregāts (ar iekšējo pārejas lūku. — **Sastād.**.)

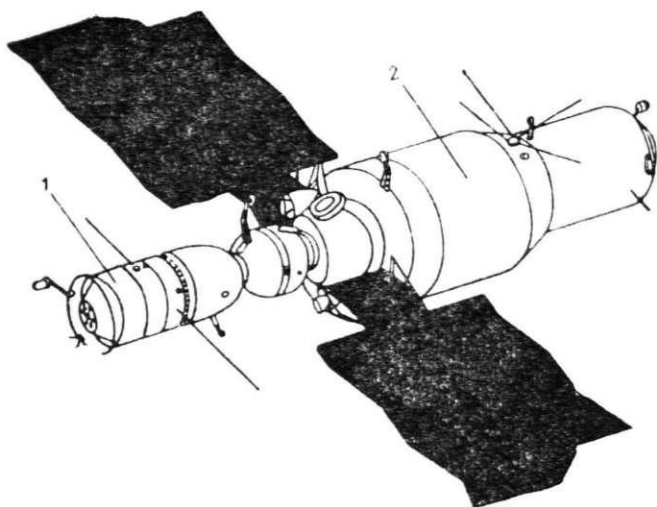
Orbitālā stacija DOS-1 tika palaista 1971. gada 19. aprīlī un nosaukta par «Salūtu». Lai aizgādātu uz turieni apkalpi, 23. aprīlī tika sūtīts lidojumā kosmosa kuģis «Sojuz-10» ar trim kosmonautiem, taču sakarā ar defektu sakabināšanās mezglā viņi pēc abu kosmisko aparātu

saslēgšanās nevarēja iekļūt stacijā. Nākamā apkalpe devās ceļā 1971. gada 6. jūnijā ar kosmosa kuģi «Sojuz-11» un šoreiz nokļuva «Salūtā». Pēc 24 dienu lidojuma atgriežoties uz Zemes, kuģa nolaižamā aparāta dehermetizēšanās dēļ kosmonauti gāja bojā...<sup>2</sup>

Ievērojot pirmā «Salūta» lidojuma pieredzi (tas turpinājās bezpilota režīmā līdz 1971. gada 11. oktobrim. — **Sastād.**), tika sagatavota stacija DOS-2, taču mēģinājums to palaist 1972. gada 29. jūlijā bija nesekmīgs nesējraķetes avārijas dēļ, kas tika piedzīvota otrās pakāpes darbības laikā.

Pirmā OPS jeb «Almaz» tipa orbitālā stacija tika palaista 1973. gada 3. aprīlī un nosaukta par «Salūtu-2». Autonomā lidojuma, kura gaitā tika vispusīgi pārbaudītas bortsistēmas, trīspadsmitajā dienā stacija dehermetizējās, un pēc tam pakāpeniski sabojājās visas bortsistēmas. Pēc telemetrijas datu analīzes par visvarbūtīgāko avārijas cēloni tika atzīts dzinējiekārtas bojājums, kura rezultātā stacijas korpusā

<sup>2</sup> Sk.: Zvaigžņotā Debess. — 1992. gada pavasaris. — 21.—23. lpp.



4. att. Pilotējamā orbitālā stacija OPS realitātē — kā «Salūts-3» ar modificēto kosmosa kuģi «Sojuz» apkalpes transportlīdzekļa lomā. Stacijas un kuģa sastāvdaļu izvietojumu sk. 1. un 2. attēlā. Sānskata radiolokatora antenas, kas orbitālajai stacijai bija projekta «Almaz» sākotnējā variantā, nav! (Pēc «Космонавтика, астрономия».)

radās caurums. «Salūts-2» drīz atstāja orbītu (1973. gada 29. aprīlī. — **Sastād.**), un tā atliekas nokrita okeānā.

Tikmēr bija uzbūvēta arī orbitālā stacija DOS-3, kura dažos aspektos atšķīrās no abām iepriekšējām. Cita starpā, tā bija aprīkota ar trim lieliem Saules bateriju paneļiem (3. att.), kas bija izstrādāti uzstādīšanai transportkuģos TKS. Līdz ar to energoapgādes sistēmas jauda pieauga vairāk nekā divas reizes, turklāt stacija vairs nebija jātur, pastāvīgi orientēta uz Sauli. Atšķirības bija arī tehniskajā aprīkojumā un instrumentālajā ekipējumā.

Pēc tam kad 1973. gada 11. maijā DOS-3 bija ievadīta orbītā, orientācijas un kustības vadīšanas sistēmas jonu sensori (ar tiem nosaka pavadoņa orientāciju pret lidojuma virzienu. — **Sastād.**) piedzīvoja kļūmes, kuru dēļ tika ātri iztērēta orientācijas dzinēju degviela. Orbitālā stacija, kurai bija piešķirts apzīmējums «Kosmoss-557», kādu laiku lidoja pasīvi. (Raksta oriģinālā teikts, ka stacija tika palaista 1973. gada 5. novembrī un nosaukta par «Kosmosu-

637», taču šie dati ir nepieļaujamā pretrunā Rietumu tehniskās periodikas ziņām un, vēl vairāk, padomju enciklopēdijā «Космонавтика» sniegtajiem abu «Kosmosu» orbītas parametriem. — **Sastād.**) Kad tika pārraidīta komanda pāriet uz augstāku orbītu, nepareizās orientācijas dēļ DOS-3 iegāja atmosfērā un beidza eksistēt (pēc Rietumu tehniskās periodikas ziņām, 1973. gada 22. maijā. — **Sastād.**)»

Šāda vētrauna aktivitāte — divu orbitālo staciju palaišanas mēģinājumi nepilna pusotra mēneša laikā — acīmredzot nebija nejauša. Amerikāņi grasījās 1973. gada maija vidū sūtīt izplatījumā savu milzīgo orbitālo staciju «Sky-lab», kura, ja darbotos sekmīgi, gandrīz visos iespējamajos aspektos tālu pārspētu gan DOS, gan OPS tipa stacijas (kas patiešām notika). Tā ka likumsakarīga visdrīzāk bija arī PSRS dubultneveiksme: izmīstīgi mēģinot kaut vai pēdējā brīdī simboliski apsteigt ASV, abi starti droši vien tika pārāk sasteigti.

«Pēc «Salūta-2» lidojuma sīkas analīzes 1974. gada 25. jūnijā tika palaista par «Salūtu-3»

nodēvētā orbitālā stacija «Almaz-2» (4. att.). Stacijas autonomais lidojums risēja sekmīgi, un ar 3. jūlijā startējušo kosmosa kuģi «Sojuz-14» tajā ieradās divu cilvēku apkalpe. Pēc lidojuma programmas sekmīgas izpildīšanas tā 19. jūlijā atgriezās uz Zemes.

1974. gada 26. augustā uz orbitālo staciju devās kosmosa kuģis «Sojuz-15» ar nākamo apkalpi, taču sakarā ar kļūmi tuvošanās sistēmā sakabināties neizdevās. Neviens cits kuģis «Sojuz» darba turpināšanai ar šo OPS tipa lidaparātu piešķirts netika. Pilnībā paveikusi gan autonomā lidojuma pamatprogrammu, gan papildprogrammu, stacija «Salūts-3» pēc komandas no Zemes 1975. gada 24. janvārī nogāja no orbītas un nokrita Klusajā okeānā.

Par «Salūtu-4» nosauktās orbitālās stacijas DOS-4 starts notika 1974. gada 26. decembrī. Uz šo staciju tika sarīkotas divas ekspedīcijas — no 1975. gada 11. janvāra līdz 9. februārim ar kosmosa kuģi «Sojuz-17» un no 24. maija līdz 26. jūlijam ar kuģi «Sojuz-18». Apkalpe, kas tika sūtīta uz «Salūtu-4» 1975. gada 5. aprīlī, sakarā ar kļūmi, noņemot nesējraķetes trešās pakāpes astes nodalījumu (šķiet, domāti elementi, kas trešo pakāpi savieno ar otro. — **Sastād.**), orbītā nenonāca. Kosmonauti veica lidojumu pa ballistisku trajektoriju un nolaidās 21,5 minūtes pēc starta.<sup>3</sup>

Par «Salūtu-5» nodēvētā orbitālā stacija «Almaz-3» tika palaista 1976. gada 22. jūnijā, bet 7. jūlijā ar kosmosa kuģi «Sojuz-21» tajā ieradās divu cilvēku apkalpe. Kosmonautiem vajadzēja strādāt apmēram divus mēnešus, taču sakarā ar V. Žolobova pašsajūtas kraso pasliktināšanos 1976. gada 24. augustā lidojums tika pārtraukts. Medicīniskā komisija secināja, ka izpletījumā novēroto sindromu izraisījis apkalpes pārslogojums un emocionālā spriedze. Tika konstatēta kosmonautu hroniska neizgulēšanās, fizisko treniņu režīma pārkāpumi, nepietiekamais psiholoģiskais atbalsts no Zemes.

Lai pierādītu «Salūta-5» noderību turpmākajai ekspluatācijai, 1976. gada 14. oktobrī ar kuģi «Sojuz-23» uz to tika sūtīta jauna divu cilvēku apkalpe. Taču sakabināt kosmosa kuģi

un orbitālo staciju neizdevās sakarā ar kļūmi kuģī uzstādītajā safuvošanās sistēmas antēnā. «Salūta-5» turpmāko izmantojamību apliecināja ar kuģi «Sojuz-24» 1977. gada 7. februārī startējuši apkalpe, kas pēc lidojuma programmas izpildīšanas 25. februārī atgriezās uz Zemes.»

Uzkrītoši atkārtotā frāze par vajadzību pierādīt «Salūta-5» turpmāko izmantojamību pēc pirmās apkalpes uzturēšanās joprojām neļauj pārliecināti noraidīt kādu citu versiju par B. Volinova un V. Žolobova priekšlaicīgās atgriešanās cēloni, proti, ka neliela ugunsgrēka rezultātā kabīnes atmosfēru bija piesārņojušas kodīgas gāzes.<sup>4</sup>

Par turpmāko rakstā teikts: «Orbitālā stacija «Salūts-5» beidza pastāvēt 1977. gada 8. augustā, kad pēc bremzējošā impulsa iegāja atmosfērā virs iepriekš izraudzīta Klusā okeāna rajona.

Jau pirmās paaudzes orbitālo staciju izmantošanas sākumā kļuva skaidrs, ka to iespējas ierobežo lidojuma gaitā patērējamo komponentu krājumi. Vienā un tajā pašā laikā konstruktoru birojos, ko vadīja V. Mišins un V. Čelomejs, dzima ideja uzbūvēt orbitālo staciju ar diviem sakabināšanās mezgliem, kuru varētu lidojuma gaitā uzpildīt ar degvielu. Šī ideja tika īstenota otrās paaudzes stacijās «Salūts-6» un «Salūts-7», kuras tika radītas par patstāvīgu konstruktoru biroju pārveidotajā Čelomeja biroja filiālē Nr. 1. (un palaistas 1977. gada septembrī un 1982. gada aprīlī. — **Sastād.**)

V. Čelomeja konstruktoru birojs savukārt sagatavoja lidojumam orbitālo staciju OPS-4 jeb «Almaz-4», kurai arī bija divi sakabināšanās agregāti — viens transportkuģu TKS, otrs transportkuģu «Sojuz» pieņemšanai. Ja tā būtu veiksmīgi palaista, kas varēja notikt 1979.—1980. gadā, tā būtu nosaukta par «Salūtu-7» vai «Salūtu-8». Taču darbu ievilkšanās un tai sekojusī programmas «Almaz» slēgšana liedza īstenot jaunajā aparātā iestrādātās potenciālās iespējas.

Neraugoties uz darbu pārtraukšanu pilotējamo lidojumu jomā, V. Čelomeja konstruktoru birojs turpināja izstrādāt orbitālo staciju «Almaz», taču šoreiz — bezpilota variantu. Afsakoties no

<sup>3</sup> Sk.: Zvaigžņotā Debess. — 1992. gada pavasaris. — 23.—24. lpp.

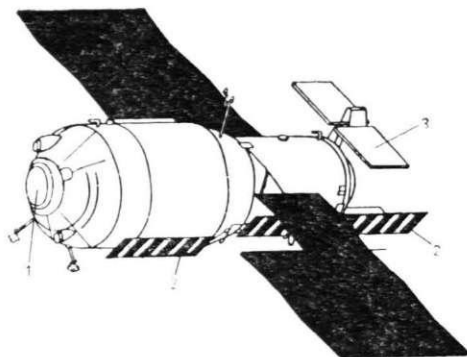
<sup>4</sup> Sk.: Zvaigžņotā Debess. — 1992. gada vasara. — 29.—30. lpp.



sistēmām, kuras bija saistītas ar kosmonautu klātbūtni, stacijā izdevās uzstādīt lielu Zemes tālzonvēšanas kompleksu, tajā skaitā unikālu sānskata (apertūras sintēzes) radiolokatoru ar augstu izšķirtspēju. Startam 1981. gadā sagatavota, automātiskā stacija «Almaz» nogulēja kādā Baikonuras kosmodroma montāžas un izmēģinājumu korpusā līdz 1985. gadam. Pēc ilggadīgās kavēšanās, kas nebija saistīta ar šī kosmiskā aparāta problēmām, staciju mēģināja palaist, taču nesējraķetes «Protons» vadības sistēmas bojājuma dēļ tika piedzīvota neveiksme.

1987. gada 18. jūlijā notika sekmīgs automātiskās orbitālās stacijas «Almaz» starts, un tai tika dots apzīmējums «Kosmos-1870». Augstvērtīgie Zemes virsmas radaruzņēmumi, ko ieguva šis pavadoņs, tika izmantoti PSRS aizsardzības un tautsaimniecības interesēs.

1991. gada 31. martā V. Čelomeja konstruktoru birojā izstrādātās orbitālās stacijas OPS automātiskā varianta pilnveidotā versija (ar būtiski uzlabotiem aparatūras parametriem) tika ievadīta orbītā un beidzot nosaukta savā īstajā vārdā par «Almaz-1» (5. att.).



5. att. Automātiskā orbitālā stacija «Almaz-1»: 1 — papildu degvielas tvertne (slūžu kameras vietā); 2 — sānskata radiolokatora antena; 3 — sakaru antena informācijas pārraidei ar retranslācijas pavadoņa starpniecību. (Pēc «Космонавтика, астрономия»).

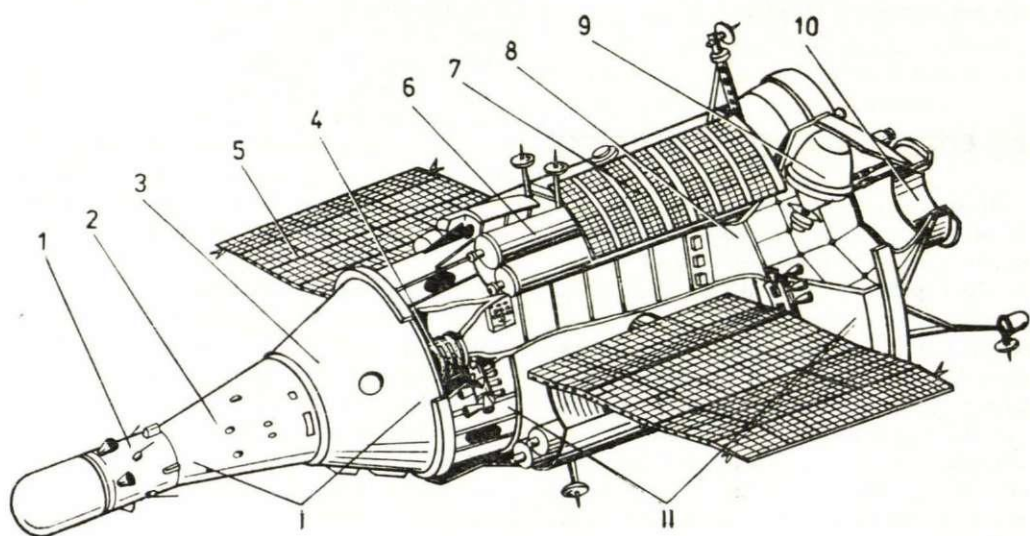
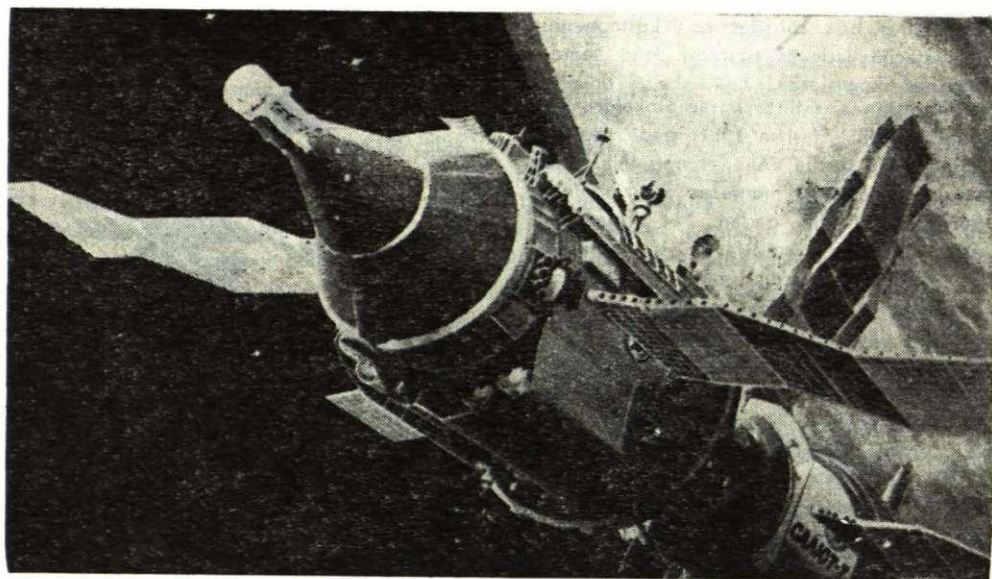
## APGĀDES TRANSPORTKUĢIS TKS

I. Afanasjeva rakstā pirmo reizi pastāstīts par liela pilotējamā kuģa radīšanas programmu, kura tā arī palika līdz galam nerealizēta un tādēļ ilgus gadus nemaz netika par tādu atzīta. Šīs programmas ietvaros veiktie bezpilota izmēģinājumi tika uzdoti par sērijas «Kosmos» pavadoņu kārtējiem startiem un tikai pašos uzkrītošākajos gadījumos tika ziņots par to saistību ar orbitālo staciju ekspluatāciju.

«Apkalpju un krājumu nogādāšanai uz pilotējamo orbitālo staciju «Almaz» V. Čelomeja konstruktoru birojs bija paredzējis radīt apgādes transportkuģi TKS, kurš sastāvētu no funkcionālā un kravas bloka (pēc parastās terminoloģijas — orbitālā bloka. — **Sastād.**) un nolaižamā aparāta un kurš tiktu palaists ar nesējraķeti UR-500K. Kuģa TKS papilduzdevums būtu ilgajā kopīgajā lidojumā ar orbitālo staciju piepalīdzēt tai ar savu dzinējiekārtu un energoapgādes sistēmu.

Atšķirībā no kosmosa kuģa «Sojuz», kam nolaižamais aparāts ir zem dzīvojamā nodalījuma, kuģim TKS tas atradās pašā augšā (6. att.), tādējādi padarot drošāku apkalpes glābšanas avārijas situācijā. Taču šāds izvietojums lika lūku, pa kuru kosmonauti varētu pāriet uz funkcionālo un kravas nodalījumu, iebūvēt nolaižamā aparāta apakšgalā — siltumaizsardzības pārklājumā. Šāds risinājums sākumā izraisīja (un joprojām izraisa) daudzu speciālistu šaubas, taču vēlāk notikušie aparāta lidojumi apliecināja šīs konstrukcijas drošumu atceļā no orbītas. Jāpiebilst, ka šādu konfigurāciju kuģa TKS nolaižamais aparāts bija mantojis no saviem priekštečiem, kas tika veidoti saskaņā ar programmām LK-1 un LK-700 (V. Čelomeja projekti pilotējamam Mēness aplidojumam un ekspedīcijai uz šo debess ķermeni. — **Sastād.**)

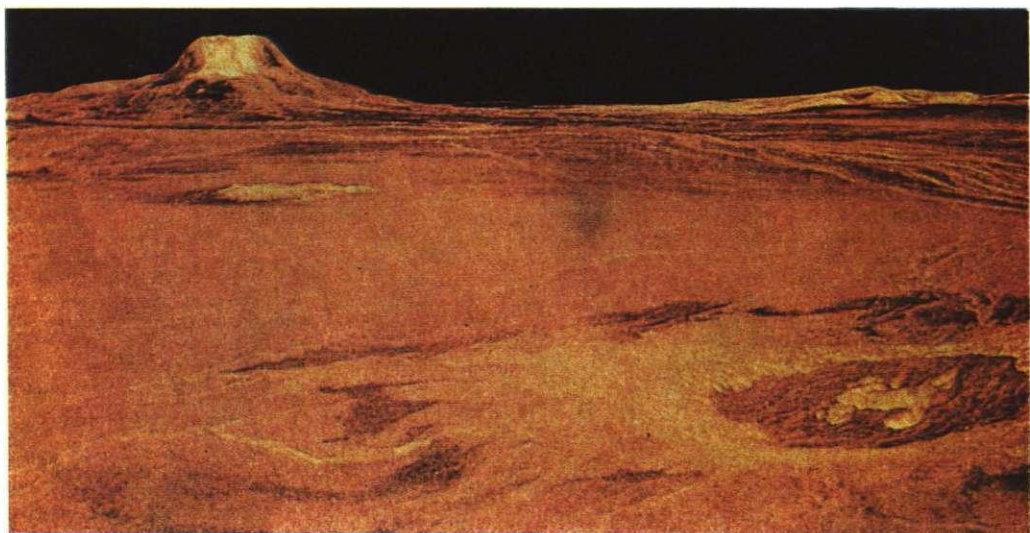
Lai transportkuģa nolaižamais aparāts būtu izmantojams atkārtoti, konstruktoru biroja speciālisti izstrādāja īpaša sastāva siltumaizsardzības pārklājumu, kas atceļā no orbītas saglabājās nesabojāts. (Jāņem vērā, ka tīri ballistikam vai ar mazu aerodinamisko cēlējspēku apveltītam lidaparātam siltumslozde atceļā uz Zemi ir daudz mazāka nekā kosmoplānam, tā ka panākt pārklājuma daudzkārtēju izmantojamību ir krietni vienkāršāk. — **Sastād.**)

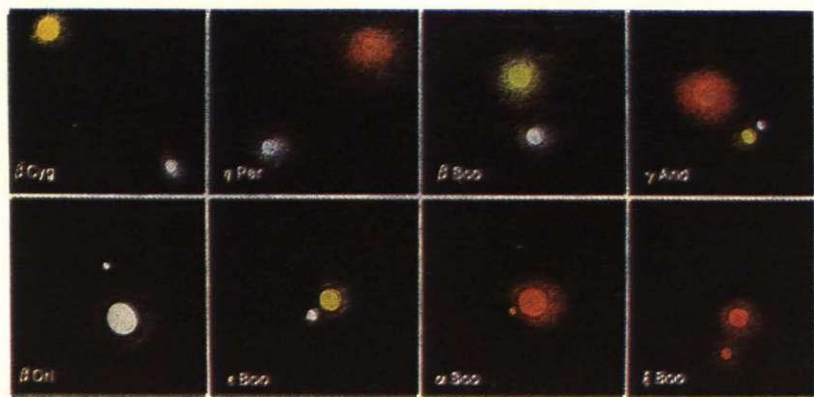
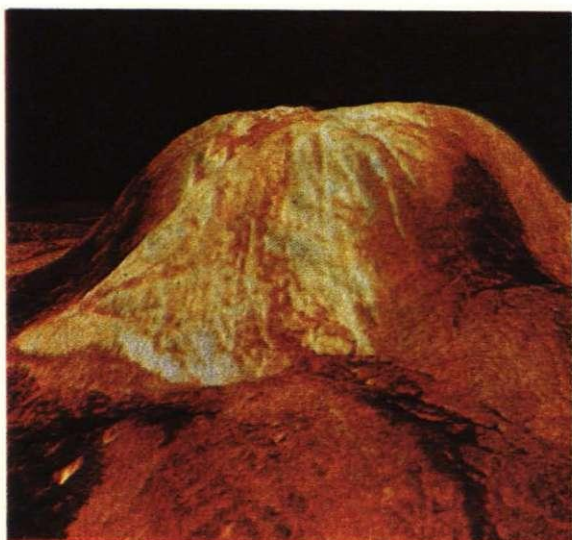
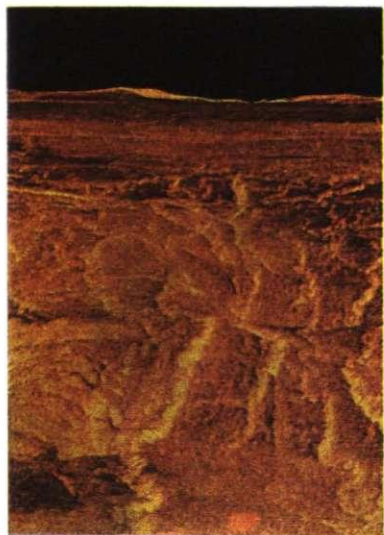


6. att. Orbitālās stacijas OPS apgādes transportkuģis TKS (DOS tipa orbitālās stacijas «Salūts-7» apgādes kuģa un papildmoduļa lomā, nodēvēts par pavadoni, «Kosmos-1443»): 1 — nolaižamais aparāts; II — funkcionālais un kravas (orbitālais) bloks; I — bremsējošā dzinējiekārta; 2 — nolaižamā aparāta agregātu nodalījums; 3 — nolaižamā aparāta kabīne; 4 — pārejas tunelis; 5 — atvāzamais Saules bateriju panelis; 6 — manevrēšanas dzinējiekārtas degvielas tvertnes, 7 — korpusam cieši piemontētie Saules bateriju paneļi, 8 — hermētiskā iekštelpa; 9 — sakabināšanās mezgla lūka; 10 — sakabināšanās mezgla tunelis. (Pēc «Советский Союз».)

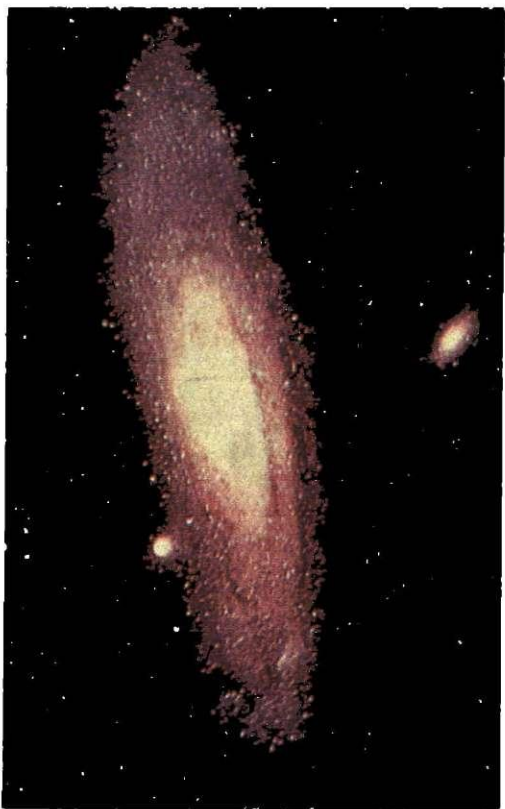


Venēras virsmas radioatstarotspējas karte, kas sastādīta pēc pavadoņa «Magellan» apertūras sintēzes radiolokatora datiem, kuri iegūti pirmajā kartēšanas ciklā (izpalikušajos apgabalos izmantoti mazāk detalizētie pavadoņa «Pioneer-Venus-1» lokatora dati). Kartes centrālais meridiāns — 180°. Radioatstarotspējas atainošanai gan šeit, gan citos Venēras attēlos (sk. atvērumu) lietotas tādas krāsas, kādās šīs planētas virsma bija skatāma kosmisko aparātu «Venēra-13» un «Venēra-14» pārraidītajās nosēšanās vietu panorāmās. Ekvatora joslā redzama milzīga radiogaišu plaisu sistēma, kas izvago Venēras plašāko augstieņu un kalnu kompleksu *Aphrodite Terra*.





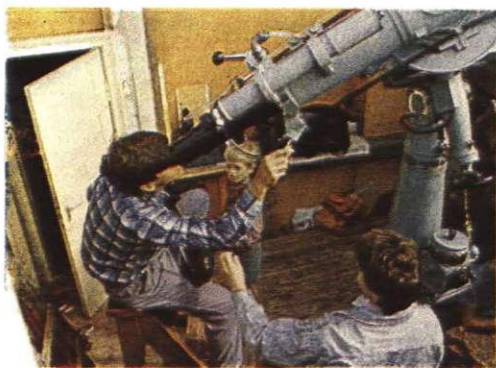
Atvēruma apakšā pa kreisi — Venēras līdzenums *Lavinia Planitia* ar krāteriem *Howe* (priekšplānā, diametrs 37 km), *Danilova* (kreisajā malā, 48 km) un *Aglaonice* (labajā malā, 63 km). Augšā — Venēras apvidus ar vulkānu *Gula Mons* (centrālā konusa pamatnes diametrs gandrīz 200 km) un trieciēnkrāteri *Kunitz* (diametrs gandrīz 50 km): pa kreisi un vidū — apvidus panorāma ar vulkānu kreisajā un trieciēnkrāteri labajā malā, pa labi — vulkāna centrālais konuss tuvplānā. Visi šeit redzamie Venēras attēli ir pavadōņa «Magellan» radaruzņēmumi, tikai transformētā projekcijā, kurā skata virziens, kas patiesībā bija tuvs vertikālam, šķiet gandrīz horizontāls, bet nogāzes izskatās 22,5 reizes stāvākas nekā īstenībā. (NASA/JPL attēli.) Atvēruma apakšā pa labi — dubultzvaigznes ar ievērojamu krāsu atšķirību ( $\beta$  Cyg — Albireo,  $\beta$  Ori — Rigels,  $\alpha$  Sco — Antares). Sk. I. Vilka rakstu «Dubultzvaigžņu novērošana».



Spirālveida galaktika M31 (Andromedas miglājs — vienīgā ar neapbruņotu aci bezmēness naktī redzamā galaktika) ar pavadoņiem M32 un NGC 205.



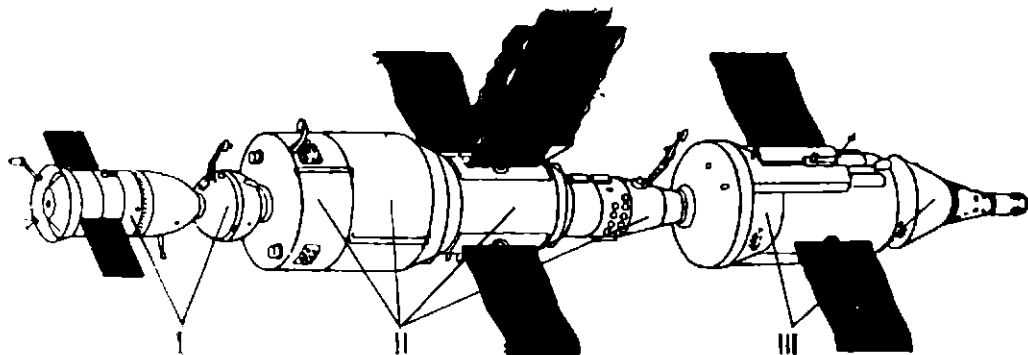
Galaktika M51 (izskata dēļ saukta par Virpuli) ar pavadoņi NGC 5195. Sk. M. Isakova rakstu «Debess objektu novērojumi ar teleskopu «Micar». Galaktikas».



Notiek novērojumi ar Siguldas observatorijas refraktoru.



Meteoru novērojumi. Sk. I. Vilks, «Vasaras novērošanas nometne «Ergļa Beta '92»».



7. att. Orbitālais komplekss, kurā ietilpst gan projekta OPS, gan projekta DOS ietvaros izstrādātie kosmiskie aparāti: I — «Sojuz T» tipa apkalpju transportkuģis; II — DOS tipa otrās paaudzes orbitālā stacija («Salūts-7»), III — TKS tipa transportkuģis bez-pilota apgādes lidaparāta un papildmoduļa lomā («Kosmoss-1443»). (Pēc «Космонавтика, астрономия».)

Kosmosa kuģa TKS sakabināšanās agregāts bija uzstādīts funkcionālā un kravas bloka galā — palielinātā diametra zonā, kur bija paredzēts izvietot kapsulas filmu atgādāšanai no orbitālās stacijas «Almaz». Tuvošanās laikā skafandros tērptajiem kosmonautiem vajadzēja atrasties šī agregāta tiešā tuvumā un novērot visas operācijas caur iluminatoriem. Sakabināšanās agregāta konstrukcija bija principiāli citāda nekā kosmosa kuģim «Sojuz»; cita starpā, tas jau no paša sākuma tika veidots ar iekšējo pārejas lūku. Dzinējiekārtas agregāti, degvielas tvertnes, kā arī Saules baterijas bija izvietotas apkārt kuģa korpusam mazākā diametra zonas ārpusē.

Lai izmēģinātu nolaižamā aparāta funkcionēšanu, tam ieejot atmosfērā, tika izveidots īpašs eksperimentālais lidbloks — cilindriska čaula un divi nolaižamie aparāti, no kuriem viens bija uzstādīts čaulas virsofnē, bet otrs — tās iekšpusē, ar lejasgalu uz augšu. Augšējais aparāts bija aprīkots ar glābšanas dzinējiekārtu. Pēc ievadīšanas orbītā izmēģināmie nolaižamie aparāti atdalījās viens no otra un atmosfērā iegāja katrs atsevišķi. Nosēžoties tika likta lietā triju izpletņu un lēnās nosēšanās dzinēju sistēma.

Pirmais sekmīgais eksperimentālais lidbloka izmēģinājums notika 1976. gada 15. decembrī, kad nesējraķete UR-500K ievadīja orbītā pavadoņus «Kosmoss-881» un «Kosmoss-882». Ve-

kuši vienu aprīņojumu ap Zemi, nolaižamie aparāti laimīgi nosēdās paredzētajā Padomju Savienības rajonā. Otrais lidbloka starts notika 1978. gada 30. martā. Pēc viena aprīņojuma kosmiskie aparāti, kas bija nosaukti par «Kosmosu-997» un «Kosmosu-998», nolaidās uz Zemes. Trešais lidbloka palaišanas mēģinājums 1979. gada 5. janvārī bija neveiksmīgs nesējraķetes avārijas dēļ; glābšanas sistēma ļāva augšējam nolaižamajam aparātam sekmīgi atgriezties uz Zemes. Pēdējais eksperimentālais bloka lidojums 1979. gada 23. maijā, kad šis bloks figurēja kā «Kosmoss-1100» un «Kosmoss-1101», bija līdzīgs iepriekšējiem, izņemot vienīgi to, ka augšējais nolaižamais aparāts veica divus aprīņojumus.

Pirmais pilnīgi nokomplektētais kosmosa kuģis TKS tika palaists 1977. gada 17. jūlijā kā pavadoņs «Kosmoss-929». Kuģa nolaižamais aparāts pēc mēneša laimīgi nosēdās paredzētajā Padomju Savienības rajonā, bet funkcionālā un kravas bloka lidojums turpinājās līdz 1978. gada 3. februārim.

Otrais kosmosa kuģis TKS, kas tika palaists 1981. gada 25. aprīlī kā pavadoņs «Kosmoss-1267», tā paša gada 19. jūnijā saslēdzās ar orbitālo staciju «Salūts-6». Lai panāktu abu lidaparātu sakabināšanās mezglu savienojamību, stacijas pēdējā apkalpe pirms došanās atpakaļ uz Zemi atstāja «Salūta-6» sakabināšanās agre-

gāta konusā ieliktni, kurš nodrošināja TKS pieslēgšanu arī bez agregāta slēgu aizvēršanas. Šādā režīmā kuģis lidoja vairāk nekā 400 dienakšu, koriģēja stacijas orbītu un 1982. gada 29. jūlijā, ar savu dzinējiekārtu devis bremsējošo impulsu, kopā ar «Salūtu-6» iegāja atmosfēras blīvajos slāņos un beidza eksistēt. Krietni pirms tam, 1981. gada 24. maijā, no TKS uz Zemi atgriezās nolaižamais aparāts.

Trešais TKS tipa kuģis, ko palaida 1983. gada 2. martā kā «Kosmosu-1443», tā paša gada 10. martā saslēdzās ar orbitālo staciju «Salūts-7» (7. att.). Šajā lidojumā abu kosmisko aparātu sakabināšanās agregāti bija modificēti, un tas ļāva stacijas apkalpei, strādājot kuģa iekšelpās, šo lidaparātu izkraut. 1983. gada 14. augustā TKS atkabinājās no «Salūta-7», bet 23. augustā nolaižamais aparāts atgriezās uz Zemes, atvedot pētījumu rezultātus. Funkcionālā un kravas bloka lidojums turpinājās līdz 1983. gada 19. septembrim.

Laikā gan nesējraķete UR-500K «Protons» jau programmas L-1 «Zonde» gaitā bija dabūjusi sertifikātu izmantošanai pilotējamos lidojumos, lielais toksisko degvielas komponentu daudzums tās tvertnēs joprojām izraisīja šaubas par šīs raķetes piemērotību kuģa TKS pilotējamo variantu palaišanai. Sakarā ar apgādes kuģa izstrādes ievilkšanos, vērstoties plašumā ar sistēmu «Energija»+«Buran» saistītajiem darbiem, programma TKS tika slēgta. No tās palikušās izstrādes tika izmantotas orbitālo staciju «Salūts-7» un «Mir» apgādes moduļu un zinātniski tehnisko moduļu radīšanas programmā (kā arī veidojot nesējraķetes «Energija» pirmo derīgo kravu — simttonnīgo kosmisko aparātu «Skif-DM», kurš acīmredzot bija domāts tehniskiem eksperimentiem PSRS «zvaigžņu karu» programmas ietvaros. — **Sastād.**)»

Sastādījis un tulkojis  
E. Mūkins

## PILOTĒJAMO LIDOJUMU HRONIKA

No 1991. gada rudens līdz 1992. gada rudenim pilotējamos lidojumus regulāri rikoja abas kosmosa lielvalstis — gan Amerikas Savienotās Valstis, gan PSRS kosmonautiku pārmantojusi Krievija.

### ORBITĀLĀS STACIJAS «MIR» DARBĪBA

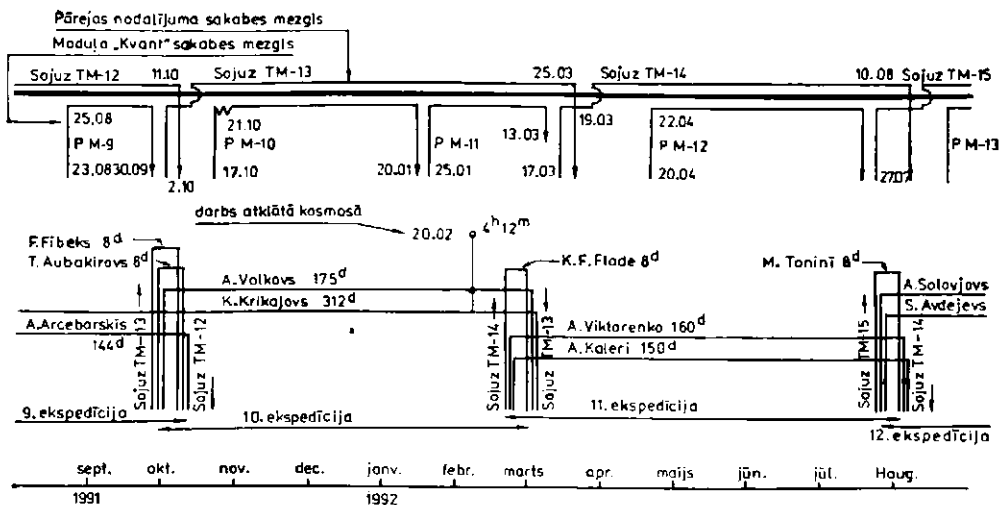
Laikposmā no 1991. gada oktobra līdz 1992. gada oktobrim orbitālajā stacijā «Mir» uzturējās trīs pamatekspedīcijas (desmitā, vienpadsmitā un divpadsmitā) un trīs ārzemju vieskosmonauti — austrietijs Francis Fibeks, vācietis Klauss Dītrihs Flāde un francūzis Mišels Toninī. Ārzemju kosmonauti orbitālo staciju apmeklēja pamatekspedīciju nomaiņas reizēs. Viņu darba galvenais saturs — eksperimenti medicīnas un bioloģijas jomā un kosmiskā lidojuma pieredzes iegūšana. Desmitās ekspedīcijas sastāvā tika iekļauts arī devītās ekspedīcijas komandieris Aleksandrs Krikaļovs, jo trešais uz «Mir» atlidojušās apkalpes loceklis kazahs Toktars Aubakirovs nebija sagatavots ilgstošam darbam stacijā, viņa lidojums acīmredzot bija galvenokārt politisku

apsvērumu motivēts. Līdz ar to A. Krikaļovs pavadīja kosmosā divas maīņas — kopā 312 dienas.

Stacijas «Mir» konstrukcijas mezgliem un aparatūrai novecojot, arvien biežāk radās dažādas tehniskās kļūmes. Nopietnus darba traucējumus vairākkārt izraisīja orbitālās stacijas orientācijas žirodinu bojājumi. 1992. gada 20. februārī atklātā kosmosa sabojājās Aleksandra Volkova skafandra sublimators, un viņam kļuva pārāk karsti. Skafandru vajadzēja pieslēgt pie orbitālās stacijas dzīvības nodrošināšanas sistēmas un turpmāko seansa laiku pavadīt pie izejas lūkas. Šajā pašā seansā sakarā ar īssavienojumu darba aprikojumā neizdevās notīrīt stacijas iluminatorus.

Stacijas «Mir» apgādi joprojām nodrošināja





1. att. Orbitālās stacijas «Mir» darbības shēma 10. un 11. ekspedīcijas gaitā.

automātiskie transportkuģi «Progress-M»; daži no tiem bija aprīkoti ar nolaižamajām kapsulām darba rezultātu un iegūto materiālu atvešanai uz Zemi.

Stacijas «Mir» darbības galvenie pieturpunkti parādīti 1. attēlā. Jāpiebilst, ka līdz ar Krievijas ekonomisko un politisko krīzi informācija par notikumiem kosmosā zaudējusi savu agrāko prioritāti, bieži vien masu informācijas līdzekļi tos vispār vairs nepiemin. Par vienīgo informācijas avotu līdz ar to kļūst zinātniskās un tehniskās publikācijas, kuras pieejamas ar lielu nokavēšanos un daudzus stacijas darbības aspektus neatspoguļo.

## KOSMOPLĀNU «SPACE SHUTTLE» EKSPLUĀTĀCIJA

Vispirms atskatīsimies uz diviem 1991. gada beigās sarīkotajiem «Space Shuttle» reisiem, par kuriem pretēji ierastajai kārtībai rubrikā «Jaunumi īsumā» netika sniegta nekāda vārdsiska informācija<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Skaitlisko informāciju sk.: Mūkins E. Kosmosa transports: solis atpakaļ? // Zvaigžņotā Debess. — 1992. gada vasara. — 20., 21. lpp.

Abos lidojumos amerikāņu pilotējamie kosmoplāni tika izmantoti ne visai racionāli — lielākoties tikai kā parastās nesējraķetes. Četrdesmit trešajā reisā (septembra vidū) «Discovery» aizgādāja uz orbītu NASA zinātniskās pētniecības pavadoņi UARS; tas tika palaists patstāvīgā lidojumā ar kosmoplāna manipulatoru. Pavadoņa uzdevums ir ar distancētām metodēm kompleksi zondēt Zemes atmosfēras augšējos slāņus (arī ozona slāni), un tas ir pagaidām lielākais šādam mērķim radītais kosmiskais aparāts. «Discovery» apkalpē bija profesionālie kosmonauti Džons Kreitons, Kenets Raiflers (vienīgais lidoja pirmoreiz), Čārlzs Džimers, Marks Brauns un Džeimss Baklijs.

Četrdesmit ceturtajā reisā (novembra un decembra mijā) «Atlantis» krava bija militārās izlūkošanas pavadoņi DSPS un papildu raķešpakāpe IUS tā ievadīšanai ģeostacionārajā orbītā. Pavadoņa uzdevums ir pēc infrasarkanā starojuma konstatēt ballistiskus raķešu startus, virszemes kodolsprādzienus un citus procesus, kuros izdalās daudz siltuma. (Iepriekšējie šā tipa pavadoņi, kā ziņo Rietumu prese, Persijas līča karadarbības laikā savlaicīgi pamanīja visus 88 Irākas raķešu «Scud» startus.)

Pretstatā agrākajiem izlūkpavadoņu vai militāro sakaru pavadoņu palašanas reisiem šis lidojums vairs neskaitījās slepens. «Atlantis» apkalpē bija profesionālie kosmonauti Frederiks Gregorijs, Terenss Henriks, Mario Ranko, Storijs Masgreivs, Džeimss Voss un neprofesionālais kosmonauts Tomass Henens (speciālists vizuālo militāro novērojumu analīzes jomā). Izņemot Gregoriju un Masgreivu, pārējiem tas bija pirmais ceļojums izplatījumā.

Abos nupat minētajos «Space Shuttle» lidojumos bija speciāli jākorīgē kosmoplāna orbita, lai drošības pēc izvairītos no samērā ciešas (daži kilometri) tuvošanās PSRS kosmisko objektu atliekām. Četrdesmit trešajā reisā tā bija kādas nesējraķetes augšējā pakāpe, četrdesmit ceturtajā — pavadoņa «Kosmos-851» fragments.

«Space Shuttle» lidojumos, kuri notika 1992. gada sākumā un vidū, kosmoplāniem lielākoties bija tādi uzdevumi, kas patiešām vairāk vai mazāk atbilda šo pilotējamo orbitālo lidmašīnu specifikai.

Četrdesmit piektajā reisā, ko 22.—30. janvārī veica «Discovery», kosmoplāna kravas telpā bija orbitālā laboratorija «Spacelab», konkrēti, lielākā no tās komplektā ietilpstošajām hermētiskajām kabīnēm. Šajā prāvajā telpā bija izvietota aparatūra pētījumiem bioloģijas, medicīnas un materiālu tehnoloģijas jomā pēc starptautiskās programmas IML-1 (*International Microgravity Laboratory*). Kosmoplānā un laboratorijā divās maiņās strādāja amerikāņu profesionālie kosmonauti Ronalds Greibs, Stīvens Osvalds (lidoja pirmoreiz), Normens Tagārds, Deivids Hilmerss, Viljams Rīdijš (lidoja pirmoreiz) un divi ārzemju neprofesionālie kosmonauti. Vācietim Ulfam Merboldam, kas pārstāvēja Eiropas kosmonautikas aģentūru, tas bija otrais ceļojums ārpus Zemes, turpreti kanādiete Roberta Bondare kosmosā lidoja pirmoreiz.

Četrdesmit sestajā reisā, ko 24. martā—2. aprīlī veica «Atlantis», kravas telpā bija cits laboratorijas «Spacelab» elementu sakopojums — tikai atklātās platformas. Uz tām bija izvietota aparatūra Zemes atmosfēras distāntai un tiešai pētišanai pēc starptautiskās programmas ATLAS-1 (*Atmospheric Laboratory for Applications and Science*). Par pro-

grammas izpildi gādāja, strādādami divās maiņās, profesionālie kosmonauti Čārlzs Boldens, Braiens Datijšs, Maikls Foulšs (abi pēdējie lidoja pirmoreiz), Deivids Līstma, Ketrina Salivena un divi neprofesionālie kosmonauti. Viens bija amerikānis ar orbitālā lidojuma pieredzi Bairons Lihtenbergs, otrs — beļģis Dirks Frimauts, kurš pārstāvēja Eiropas kosmonautikas aģentūru un izplatījumā bija divies pirmoreiz.

«Space Shuttle» četrdesmit septītajā reisā debitēja jaunais kosmoplāns «Endeavour», kas ir uzbūvēts bojā gājušā «Challenger» vietā. Reisa galvenais uzdevums bija notvert sakaru pavadoņi «Intelsat-VI», kurš nesējraķetes kļūmes dēļ bija palicis zemā orbitā,<sup>2</sup> un pierīkot tam ar kosmoplānu atvesto raķešpakāpi, kas ļautu turpināt ceļu uz ģeostacionāro orbitu. Otrs uzdevums bija izmēģināt dažas montāžas operācijas, kādas 90. gadu otrajā pusē būs vajadzīgas amerikāņu orbitalās stacijas «Freedom» būvē. Gan pirmā, gan otrā uzdevuma veikšanai bija nepieciešamas sarežģītas un apjomīgas manipulācijas atklātā kosmosā, tādēļ uz orbitu pirmo reizi devās divas ārpuskuģa darbībai sagatavotu kosmonautu maiņas: Pjērs Tio un Ričards Hibs, Tomass Eikerss un Ketrina Torntona. Bez viņiem «Endeavour» apkalpē bija vēl Deinjels Brandenstains, Keivins Čiltons un Brūss Melniks — tātad pavisam septiņi profesionālie kosmonauti, no kuriem pirmoreiz lidoja vienīgi Čiltons.

«Endeavour» startēja naktī uz 8. maiju, bez sarežģījumiem iegāja orbitā un pietuvojās «Intelsat-VI». Taču divi pirmie pavadoņa tvarstīšanas seansi, kuros Tio un Hibs lika lietā speciāli šai nolūkam izstrādātus rīkus, beidzās bez panākumiem. Trešais seanss, kurā viņiem palīgā nāca arī Eikerss (tādējādi kosmiskā lidaparāta ārpusē pirmo reizi bija trīs cilvēki) un kurā pavadoņi tika tverts un pārvietots ar rokām, bija sekmīgs. «Intelsat-VI» tika iedabūts «Endeavour» kravas telpā, kur tam piemontēja minēto raķešpakāpi, un atkal palaists patstāvīgā lidojumā, lai dotos

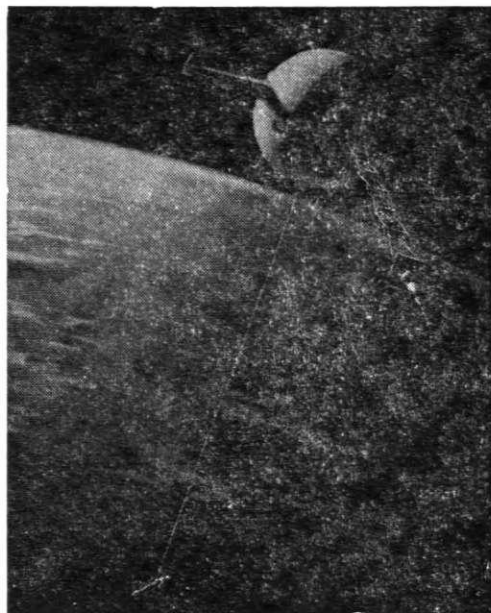
<sup>2</sup> Sk. *Mūkins E.* Kosmosa transports: solis atpakaļ? // Zvaigžņotā Debess. — 1992. gada vasara. — 18.—28. lpp.

uz ģeostacionāro orbītu. Šis trijotnes uzturešanās atklātā kosmosā bija kosmonautikas vēsturē ilgākā — 8 stundas 29 minūtes. Nākamajā seansā Eikerss un Torntona bez īpašām pūlēm paveica ar orbitālās stacijas «Freedom» būvi saistītos tehniskos eksperimentus. Šie četri darba seansi atklātā kosmosā tika īstenoti piecās dienās — arī savdabīgs rekords.

«Endeavour» uz Zemes atgriezās naktī uz 17. maiju. Lidojums bija gan apliecinājis jaunā kosmoplāna teicamo kvalitāti, gan uzskatāmi nodemonstrējis šādu orbitālo lidmašīnu nodīgumu mūsdienu kosmonautikā. Patiesi, pavadņa glābšanas operācija izmaksāja «Intelsat-VI» īpašniekiem gandrīz uz pusi lētāk nekā jauna pavadņa būve un palaišana (150 miljoni dolāru pret 270 miljoniem dolāru), turklāt ļāva iedarbināt attiecīgās tālsakaru līnijas par diviem gadiem agrāk (tieši uz Barselonas olimpiādi).

Cetrdesmit astoto reisu veica visvecākais kosmoplāns «Columbia», kas pēc kārtējās modernizācijas nule bija atgriezies darba ierindā. Kravas telpā jau otro reizi kopš gada sākuma bija orbitālās laboratorijas «Spacelab» lielākā hermētiskā kabīne un atkal — ar aparāturu pētījumiem materiālu tehnoloģijas, bioloģijas un medicīnas jomā. Taču šoreiz visi eksperimenti bija jāveic pēc amerikāņu nacionālās programmas USML-1 (*United States Microgravity Laboratory*). To darīja, strādādami divās maiņās, profesionālie kosmonauti Ričards Ričardss, Kenets Bauersokss (lidoja pirmoreiz), Karls Mīds, Ellena Beikere, Bonija Danbera un neprofesionālie kosmonauti Lorens de Lukass un Jūdžins Triņš (abi lidoja pirmoreiz). Šis pētniecības lidojums bija manāmi ilgāks nekā jebkurš agrākais «Space Shuttle» reiss — tieši divas nedēļas, proti, no 25. jūnija līdz 9. jūlijam.

Cetrdesmit deviņajā reisā, ko 31. jūlijā — 8. augustā veica «Atlantis», bija divi galvenie uzdevumi. Pirmkārt, ar kosmoplāna manipulatoru bija jāpalaiž pirmajā lidojumā (tā plānotais ilgums — nepilns gads) Rietumeiropas daudzkārt izmantojamais pavadonis jeb kosmiskā platforma EURECA. Otrkārt, vajadzēja izmēģināt pasaulē pirmo ar trosi velkamo pavadoni, ko projekta TSS (*Tethered*



2. att. Trosē velkamais pavadonis TS un kosmoplāns «Space Shuttle». (NASA zīmējums.)

*Satellite System*) ietvaros kopīgi izstrādājusi Itālija un ASV. (Kā pavadonim un kosmoplānam vajadzēja izskatīties no malas šā izmēģinājuma gaitā, parādīts 2. attēlā.) Apkalpē bija profesionālie kosmonauti Lorens Šraivers, Endrū Alens (lidoja pirmoreiz), Franklins Čangdiass, Klods Nikoljē (lidoja pirmoreiz), Mārša Aivinsa, Džefrijs Hofmanis un neprofesionālais kosmonauts no Itālijas Franko Malerba (arī pirmoreiz). Šveicietis Nikoljē, kurš pārstāvēja Eiropas kosmonautikas aģentūru, bija pirmais ārzemnieks, kas ar amerikāņu kosmoplānu lidoja profesionāla kosmonauta rangā. Platforma EURECA, pēc tam kad ar radiokomandām no Zemes bija novērsta kāda kļūme, tika palaista patstāvīgā lidojumā. Turpretī trosē velkamo pavadoni vinčas nepilnību dēļ izdevās atlaist tikai līdz 250 m attālumam, lai gan plānoti bija 20 kilometri.

A. Zariņš, E. Mūkins

# ZINĀTNIEKS UN VIŅA DARBS

## MATEMĀTIĶIM ŽOZEFAM FURJĒ — 225

EDUARDS RIEKSTIŅŠ

Sā raksta autora vairs nav mūsu vidū. Latvijas matemātiķu saime zaudējusi ZA goda doktoru, M. Keldiša prēmijas laureātu, vienu no spēcīgākajiem matemātikas fizikas speciālistiem Eduardu Riekstiņu (1919—1992).

E. Riekstiņš dzimis 1919. gada 9. oktobrī Doles salā. 1937. gadā viņš absolvē Rīgas 1. ģimnāziju un nākamajā gadā iestājas LU Matemātikas un dabaszinātņu fakultātē, kuru absolvē 1943. gadā, iegūstot fiziķa diplomu. Seko kara laika gads Itālijā. Pēc atgriešanās Latvijā 1945. gada rudenī E. Riekstiņš sāk strādāt par asistentu Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultātē. No 1949. gada E. Riekstiņš ieņem vecākā pasnie dzēja amatu, līdztekus strādādams pie disertācijas, kuru aizstāvēja 1952. gadā. Docenta Riekstiņa kursu klausījušies gan biologi un ekonomisti, gan ķīmiķi, gan fiziķi un matemātiķi. Izdoti vairāki lekciju konspekti, uzdevumu krājumi, bet 60. gadu studentiem mācības atviegloja brīnišķīgi izstrādātās grāmatas «Matemātiskās fizikas vienādojumi» (1964) un «Matemātiskās fizikas metodes» (1969). Līdz 1950. gadam E. Riekstiņš ir arī pedagogs Rīgas 1. vidusskolā, vēlāk piedalās matemātikas olimpiāžu rīkošanā.

Universitātes darba gados tiek strādāts arī zinātniskais darbs, līdz galu galā tas gūst virsroku, un ar 1969. gada rudenī E. Riekstiņš pāriet uz ZA Fizikas institūtu par vecāko zinātnisko līdzstrādnieku. No 1974. gada līdz 1981. gadam publicēta trissējuma monogrāfija par integrāļu asimptotiskiem izvērzi-



Zozefs Furjē

jumiem, 1986. gadā — grāmata «Оценки остатков в асимптотических разложениях», bet 1991. gadā — «Асимптотика и оценка корней уравнений». Kopumā tas ir unikāls darbs, kurā ietvertas gan paša autora oriģinālmetodes, gan sistematizētas literatūrā sastopamās metodes funkciju asimptotikā. Grāmatas ir ļoti pieprasītas, un pirmais sējums jau kļuvis par bibliogrāfisku retumu.

*E. Riekstiņš publicējis pavisam 114 darbus, starp kuriem ir gan matemātikas vēsturei vēlti, gan kultūrvēsturiski raksti, piemēram, par K. Barona radurakstiem, gan arī grāmata plašam lasītāju lokam «Naturālo skaitļu nosaukumi pasaules tautu valodās» (1989).*

*Docents ļoti izvaiņās no savu jubileju atzīmēšanas, bet uzskatīja par savu pienākumu pastāstīt par pazīstamiem matemātiķiem viņu jubileju reizēs. «Zvaigžņotajā Debesī» esam lasījuši viņa rakstus par pasauleslavenajiem matemātiķiem Srinivasu Ramanudžanu, Bernhardu Rimani, Žanu Leronu Dalambēru, tagad par Zozefu Furjē, arī par ievērojamiem Latvijas matemātiķiem — Edgaru Lejnietu, Pirsu Bolu, Ernestu Fogeli, Emanuelu Grinbergu. Cienot E. Riekstiņu, plašāku rakstu sagatavosim viņa jubilejas reizē — 75. gadskārtā.*

### *I. Heniņa*

Zans Batists Zozefs Furjē dzimis 1768. gada 21. martā Osērā drēbnieka ģimenē. Osēra ir neliela ostas pilsētiņa pie Sēnas pietekas Jonnas, Jonnas departamenta centrs. Z. Furjē beidzis Osēras karaskolu un pēc tam bijis tur pasniedzējs. 1796.—1798. gadā strādājis par pasniedzēju Parīzes Politehniskajā skolā. Šajā laikā viņš savās lekcijās pierādīja teorēmu par algebrisko vienādojumu reālo sakņu skaitu zināmā intervālā (publicēta tikai 1820. g.). Šo teorēmu 1829. gadā uzlaboja Z. S. Sturms (1803—1855), izveidojot metodi, kā atdalīt algebriska vienādojuma vienkāršas reālas saknes (Šturma metode). Grāmata par Furjē rezultātiem vienādojumu teorijā iznāca pēc viņa nāves 1831. gadā. Tur bija arī dota metode, ar kuru pietiekami šaurā intervālā, kas satur vienu  $f(x)=0$  sakni, pastāvot zināmiem nosacījumiem, var konstruēt virkni, kas konverģē uz šo sakni.<sup>1</sup>

1798. gadā Z. Furjē piedalījās neveiksmīgajā Napoleona ekspedīcijā uz Ēģipti. Tās mērķis bija pārtraukt Anglijas sakarus ar

Austrumu zemēm caur Suecas kanālu un kolonizēt Ēģipti. Tomēr ekspedīcija cieta neveiksmi. 1798. gadā Abū Kiras kaujā angļu flote admirāļa Nelsona vadībā sakāva franču floti, un Napoleons atgriezās Francijā. Napoleona valdīšanas laikā Z. Furjē no 1802. gada līdz 1815. gadam bija Izēras departamenta (pie Grenobles) prefekts.

1807. gadā Z. Furjē Parīzes Zinātņu akadēmijā uzstājās ar ziņojumu par siltuma izplatīšanos cietā ķermenī. Visi viņa pētījumi šajā virzienā tika apkopoti grāmatā «Siltuma analītiskā teorija» (Théorie analytique de la chaleur), kura iznāca 1822. gadā un kuru var uzskatīt par pirmo grāmatu matemātikā fizikā. Šajā grāmatā atrodamas daudzas jaunas Furjē idejas par mainīgo atdalīšanas metodi, trigonometriskām rindām, neperiodisku procesu pētīšanu ar Furjē integrāli u. c. (sk. turpmāk).

Ir jāpiemetina, ka šajā laikā matemātika sāka dalīties lietišķajā un tirajā matemātikā. Arvien biežāk matemātika rakstura pētījumos pirmajā vietā izvirzījās interese par pašu matemātikas zinātņi un tās praktiskais lietojums palika otrā plānā. Z. Furjē vēl pieturējās pie vecā viedokļa, ka matemātikas galvenais uzdevums ir dabas parādību izskaidrošana un to analīze, turpretī vācu matemātiķis K. G. Jakobi (1804—1858) uzsvēra, ka matemātikas vienīgais mērķis ir vairot cilvēces zināšanas vispār.

1817. gadā Z. Furjē kļuva par Parīzes Zinātņu akadēmijas locekli, bet 1829. gadā viņu ievēlēja par Pēterburgas Zinātņu akadēmijas ārzemju goda locekli. Z. Furjē miris 1830. gada 16. maijā Parīzē. Viņa vārds iemūžināts vairākos matemātikas terminos — Furjē rinda, Furjē integrālis, Furjē—Beseļa integrālis, Furjē metode, Furjē optika, Furjē skaitlis Fo. Pēdējais raksturo nestacionāru siltuma procesu līdzības kritēriju, kas izteic sakarību starp siltuma režīma izmaiņas ātrumu apkārtējā vidē un temperatūras lauka izmaiņu aplūkojamā ķermenī. Vēlāk šie jēdzieni tika krietni vispārināti, piemēram, par (vispārinātu) Furjē rindu nosauca rindu pēc jebkuras ortogonālu funkciju sistēmas funkcijām. Attīstīšanu Furjē rindā sauc arī par harmonisko analīzi.

Sniedzot īsu pārskatu par Z. Furjē galve-

<sup>1</sup> Lejnietis E. Augstākā algebra. — R., 1936. — 158 lpp.

najiem darbiem, īsumā aplūkosim arī viņa ieviesto jēdzienu tālāko attīstību.

**Furjē rindas.** 1807. gadā Z. Furjē izteica apgalvojumu, ka dotā intervālā patvaļīgu nepārtrauktu vai gabaliem nepārtrauktu funkciju, ko var grafiski attēlot ar nepārtrauktu vai gabaliem nepārtrauktu likni, var analītiski izteikt ar trigonometrisko rindu

$$\sum_{n=0}^{\infty} (A_n \cos nax + B_n \sin nax). \quad (1)$$

Par šīm rindām liela diskusija notika jau 18. gadsimtā starp L. Eileru, Z. L. Dalambēru, N. Bernulli un A. Klero (sk. «Zvaigžņotā Debess», 1992. gada rudens), tomēr skaidrība rindu konverģences jautājumā netika iegūta. Rindas koeficientus ar integrāļiem pirmais izteica A. Klero 1751. gadā. Z. Furjē apgalvojums veicināja turpmākus trigonometrisko rindu pētījumus, un 19. gadsimtā radās vesela virkne trigonometrisko rindu konverģences kritēriju. Viens no pirmajiem apmierinošajiem Furjē rindas kritērijiem bija P. G. L. Dirihlē (1805—1859) kritērijs — attīstāmajai nepārtrauktai funkcijai var būt galīgs skaits maksimumu un minimumu un galīgs skaits pirmā veida pārtraukuma punktu (1829). Tam sekoja vesela virkne dažādu citu kritēriju.

Radās arī piemēri, kas rādīja, ka ar funkcijas nepārtrauktību dotajā punktā nepietiek, lai tās Furjē rinda šajā punktā konverģētu. Pirmais tādu piemēru 1873. gadā konstruēja franču matemātiķis P. Dibuā-Reimons. Grāmatā<sup>2</sup> ir konstruēta intervālā nepārtraukta funkcija, kuras Furjē rinda diverģē kontinuuma apjoma kopā. Furjē rindas konverģences kritēriju vidū var minēt arī zviedru matemātiķa L. Karlesona 1966. gadā pierādīto teorēmu, ka katrai kvadrātiski integrējamai funkcijai tās Furjē rinda konverģē gandrīz visur.

Ir dažādi pētījumi par vispārinātām Furjē rindām pēc ortogonālām funkcijām un par šo rindu konverģenci, kā arī diverģences gadījumos par rindas summēšanu pēc kādas no pazīstamām rindu summēšanas metodēm. Šeit pieminētais jautājumu komplekss izveido plašu

<sup>2</sup> Бару Н. К. Тригонометрические ряды. — М.: Физматгиз, 1961. — 936 с.

matemātikas nozari — ortogonālo rindu teoriju, kas aplūkota daudzās monogrāfijās.

**Furjē integrālis un Furjē transformācija.** 1811. gadā darbā par siltuma vadišanu Z. Furjē deva formulu

$$f(x) = (1/\pi) \int_0^{\infty} du \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cos u(x-t) dt. \quad (2)$$

Vēlāk tika pierādīts, ka šī formula ir pareiza, ja  $\int_{-\infty}^{\infty} |f(x)| dx$  konverģē un funkcija  $f(x)$

katrā galīgā intervālā apmierina Dirihlē nosacījumus. Z. Furjē šo formulu ieguva formālā ceļā, izpildot robežpāreju Furjē rindā ar periodu  $2\pi\lambda$ , kad  $\lambda \rightarrow \infty$ .<sup>3</sup> Dirihlē nosacījumi vēlāk tika aizstāti ar vājākiem nosacījumiem.<sup>4</sup> Tika sniegti arī šīs formulas vispārinājumi  $n$ -kārsiem integrāļiem. Aplūkojot modificētu formu, kurā saistīti integrāļi

$$g(u) = (1/2\pi) \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-iut} dt, \quad (3)$$

$$f(x) = (1/\sqrt{\pi}) \int_{-\infty}^{\infty} g(u) e^{iux} du,$$

dabū Furjē transformāciju, kurā funkcijai  $f(t)$  — *oriģinālam* ar integrāļa palīdzību piekārtu funkciju  $g(u)$  — *attēlu*. Otrā formula rāda inverso transformāciju, kā no attēla iegūt oriģinālu.

Furjē integrāli  $g(u)$  plaši lieto dažādu neperiodisku fizikālu procesu pētīšanai, kuros parādās nepārtraukts svārstību frekvenču spektrs. Furjē transformāciju lieto arī citās matemātikas nozarēs — dažādu sakarību pierādīšanai speciālo funkciju teorijā, dažu diferenciālvienādojumu un integrālvienādojumu tipu atrisināšanā.<sup>5</sup> Vēlāk šai nolūkā lietderīgāka izrādījās Laplasa transformācija.

**Siltuma vadišanas vienādojums.** Cēloņi, kas pamudināja Z. Furjē pievērsties siltuma vadišanas procesu pētīšanai, nav zināmi, bet jau

<sup>3</sup> Бару Н. К. Оп. cit.

<sup>4</sup> Титчмарш Е. Введение в теорию интегралов Фурье. — М.: Гостехиздат, 1946. — 479 с.

<sup>5</sup> Бару Н. К. Оп. cit.

1807. gadā viņš ziņoja par saviem pētījumiem šajā jomā (sk. 39. lpp.). Iepriekšminētie rezultāti par Furjē rindām un Furjē integrāli ir saistīti ar siltuma vadīšanas vienādojuma atrisināšanu. Sastādot siltuma vadīšanas vienādojumu, Z. Furjē vispārināja eksperimentāli novērotos faktus, ka siltuma plūsma cietā izotropā homogēnā ķermenī laika vienībā ir proporcionāla temperatūras  $T$  gradientam, t. i.,  $q = -\lambda \text{grad } u$ , kur koeficients  $\lambda$  raksturo vielas siltuma vadīšanas īpašības. Bez tam procesa gaitu nosaka arī vadītāja iekšējie siltuma avoti, kurus raksturo funkcija  $f$ . Izpildot robežpāreju, dabū vienādojumu

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = k\Delta T + f, \quad (4)$$

kur  $c$  ir vielas īpatnējais siltums,  $\rho$  — blīvums,  $k$  — proporcionalitātes koeficients. Vienādojums (4) tika aplūkots vienas, divu un trīs koordinātu gadījumos.

Pirmais Z. Furjē darbs šajā virzienā bija pētījums par siltuma vadīšanu gredzenā, kurš rodas, riņķim rotējot ap asi, kas perpendikulāra gredzena simetrijas plaknei. Šo procesu apraksta vienādojuma (4) speciālgadījums

$$\frac{\partial T}{\partial t} = k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - \lambda(T - T_0), \quad (5)$$

kur  $T(x, t)$  ir gredzena temperatūra,  $T_0$  — ārējā temperatūra,  $x$  — attālums pa gredzena loku no fiksēta šķēluma. Z. Furjē salīdzināja arī aprēķinus ar eksperimenta rezultātiem un noteica siltuma vadīšanas koeficientu  $k$ .

Grāmatā «Siltuma analītiskā teorija» risināti daudzi citi uzdevumi vienādojumam (4) vai tā speciālgadījumiem. Ir aplūktas temperatūras svārstības Zemes augšējos slāņos, kur Zeme tiek uzskatīta par telpas daļu, ko ierobežo plakne  $x=0$  un  $k$  — konstante; temperatūras sadalījums bezgalīgā slānī, ko iero-

bežo plaknes  $x = \pm \pi/2$  un  $y=0$ ; siltuma vadīšana taisnā paralēlskalnī, uz kura skalnēm notiek siltuma apmaiņa ar apkārtējo vidi; siltuma vadīšana riņķa cilindrā, kuram vienādojumu risinot sastopamas Beseļa funkcijas (vienlaicīgi ar Beseļa darbiem par šīm funkcijām) u. c. Lietojot mainīgo atdalīšanas metodi, Z. Furjē vairākkārt risināja dažādus transcendentus vienādojumus, visbiežāk vienādojumu

$$\text{tg } ax = 2xh/(x^2 - h^2), \quad (6)$$

kuram ir bezgalīgi daudz sakņu  $x_k$ , turklāt iespējams atrast to asimptotiku lieliem  $k$ .

Jāpiebilst, ka mainīgo atdalīšanas metodi, kuru tagad bieži sauc par Furjē metodi, daži matemātiķi, piemēram, D. Bernulli un L. Eilers, lietoja jau 18. gadsimtā.

Z. Furjē darbam sekoja ļoti daudz pētījumu par siltuma vadīšanu dažādos procesos. Rezultāti aprakstīti neskaitāmos žurnālu rakstos un daudzās monogrāfijās. Pirmie papildinājumi jau bija atrodami S. Puasona (1781—1840) grāmatā.<sup>6</sup> Literatūra par siltuma vadīšanas vienādojumu uzrādīta grāmatā.<sup>7</sup>

Vēl jāpiemin, ka 1820. gadā Z. Furjē pētīja arī siltuma izplatīšanas tekošā šķidrumā, kura plūšanas ātrums ir  $\vec{v}(v_x, v_y, v_z)$  un temperatūra  $T$ , un nonāca pie vienādojuma

$$\frac{\partial T}{\partial t} = (k/c)\Delta T - \text{div}(vT).$$

Sis vienādojums tika publicēts pēc Z. Furjē nāves 1833. gadā.

<sup>6</sup> Poisson S. D. Théorie mathématique de la chaleur. — Paris, 1835.

<sup>7</sup> Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. — М.: Наука, 1964. — 486 с.

# IZCILAIS 20. GADSIMTA ASTRONOMS

(100 gadu, kopš dzimis Valters Bāde)

1993. gadā aprit 100 gadu kopš Vilhelma Heinriha Valtera Bādes dzimšanas. Nākamais izcilais astronoms, skolotāja Konrāda Bādes un viņa sievas Sarlotes Vulfhorstas dēls, dzimis 1893. gada 24. martā Sretinghauzenē (Vestfālē). Jau bērnībā viņš sācis interesēties par astronomiju un pēc skolas beigšanas iestāties Minsteres universitātē, bet pēc tam turpinājis mācīties Getingenes universitātē. Pirmā pasaules kara gados V. Bādi gūžas izmežģījuma dēļ armijā neiesauca un viņš turpināja studijas, tajā pašā laikā strādādams par matemātiķa F. Kleina asistentu; turklāt viņš strādāja arī aerodinamisko izmēģinājumu laboratorijā. 1919. gadā viņš uzrakstīja doktora disertāciju par Liras  $\beta$  dubultsistēmas kustības pētījumu pēc spektrogrammām, kuras bija ieguvis J. Hartmanis. Tā paša gada rudenī V. Bādi pieņēma par asistentu Hamburgas observatorijā, kur viņš galvenokārt veica novērojumus ar 1 m reflektoru. 1925. gadā V. Bādem laimējās kļūt par Rokfelleru stipendiātu un iepazīties ar lielākajām ASV observatorijām.

V. Bāde apzinājās savu aicinājumu darboties zinātnē, bet pirmajos desmit divpadsmit gados viņš kā zinātnieks pilnībā vēl nebija izveidojies. V. Bāde citīgi mērija komētu un asteroīdu pozīcijas, piedalījās divās Saules aptumsuma novērošanas ekspedīcijās Ziemeļzvidrijā un Filipīnās, pētīja maiņzvaigznes. Viņš atklāja neperiodisku komētu, atrada septiņus asteroīdus, no kuriem ar neparastu orbitu izceļas Hidalgo un Ganimēds. (Vēl vienu zīmīgu asteroīdu V. Bāde atklāja 1949. gadā, jau strādādams Vilsona kalna observatorijā.) No visa, ko tajā laikā V. Bāde paveica maiņzvaigžņu pētīšanā, nozīmīga ir vienīgi viņa metode cefeīdu pulsāciju teorijas pārbaudei. Turpmāk, A. Veselinka pārveidotu, šo metodi lietoja pulsējošo maiņzvaigžņu rādīus noteikšanai.

1931. gadā V. Bādi aicina uz Vilsona kalna



Valteris Bāde

observatoriju, un viņš nevilcinoties piekrit. Ar to viņa zinātniskajā darbībā sākas jauns un ārkārtīgi auglīgs posms.

Domājams, ka, amerikāņu astronoma F. Cvikija ietekmēts, V. Bāde sāka interesēties par supernovām, kurām ir izcila loma modernajā astrofizikā. 1934. gadā V. Bāde un F. Cvikijs pirmoreiz izsaka domu, ka supernovas uzliesmojuma rezultātā izveidojas neitronu zvaigzne — neliels, ļoti blīvs objekts. Viņi arī secina, ka pastāv sakars starp kosmiskajiem stariem un supernovām. V. Bāde pēti supernovu spožuma liknes, novērtē to starjaudu, apsver sakaru ar galaktikām, kurās



tās radušās. Sevišķu vēribu viņš velta Krabja miglājam kā 1054. gada supernovas paliekai, pētīdams tā starojuma raksturu. Pievērsdamies pagātnes liecībām, V. Bāde pierādīja, ka Tiho 1572. gada un Keplera 1604. gada spožās novas īstenība ir supernovas, kas uzliesmojušas mūsu Galaktikā. 50. gados V. Bāde kopā ar R. Minkovski identificēja, ka daži radiostarojuma avoti ir miglāji — supernovu atliekas.

Nav šaubu, ka V. Bādi visvairāk interesēja galaktiku populācijas. Viņš pirmām kārtām centās izpētīt cefeidas, kurām ir galvenā loma galaktiku attāluma noteikšanā, jo pastāv sakarība starp cefeīdu periodu un starjaudu. Kad H. Seplijs atklāja neparastās Skulptora un Krāsns zvaigznāja galaktikas, V. Bāde iepazinās ar zvaigžņu populāciju, kas ir atšķirīga no spožajām zvaigznēm neregulārajās un spirāliskajās galaktikās.

Vairāk nekā gadsimta ceturksni V. Bāde pētīja 14 tuvās pundurgalaktikas — mūsu zvaigžņu sistēmas kaimiņus un Andromedas miglāja pavadoņus, bet visā dzīves laikā par šiem pētījumiem publicēja tikai divus nelielus rakstus, vienu pētījumu pēc viņa nāves pabeidza viņa līdzstrādniece H. Svoupa.

Viens no galvenajiem V. Bādes sasniegumiem ir koncepcija par divu tipu zvaigžņu populācijām. Otrā pasaules kara laikā V. Bādem bija īpaši labvēlīgi darba apstākļi. Daudzi observatorijas darbinieki dienēja armijā vai strādāja militāra rakstura darbus, kuros V. Bāde, būdams Vācijas pavalstnieks, nepiedalījās. Simtcollu reflektors izrādījās pilnīgi viņa ricībā. Japānas uzbrukuma draudu dēļ ASV rietumu piekrastē bija ieviesta aptumšošanas, tāpēc pilsētas apgaismojums nevarēja traucēt astronomiskos novērojumus. 1943. gada vasaras beigās un rudens sākumā, fotografēšanā izmantojot plates, kas ir jutīgas pret sarkano gaismu, V. Bādem izdevās detalizēti uzņemt («sadalit zvaigznēs») Andromedas miglāja pavadoņus M 32 un NGC 205 un šā miglāja centrālo daļu. Pēc tam viņš līdzīgā veidā izpētīja arī divus attālākos ziemeļu pavadoņus NGC 147 un NGC 185. V. Bāde pierādīja, ka atrastās zvaigznes ir milži, kas līdzīgi lodveida kopu milžiem. Tādējādi izrādījās, ka Andromedas miglājā ir divi popula-

ciju tipi, kur katram ir raksturīgā Hercšprunga—Rasela diagramma: pirmā — spirāļu zaru populācija ir ar spožām, zilām zvaigznēm, un otra — ar lodveida kopām raksturīgo H-R diagrammu. Andromedas miglāja pavadoņos atradās otra populācija. Populāciju nozīme noskaidrojās vēlāk, kad attīstījās zvaigžņu evolūcijas teorija. 1957. gadā konferencē, kas notika Vatikānā, V. Bāde divus populāciju tipus raksturoja šādi:

«Tās ir dažāda vecuma grupas, kas pārstāv divas svarīgas galaktiku zvaigžņu veidošanās fāzes. Pirmais tips pārstāv jauno, bet otrais tips — veco populāciju.»

Sākot ar 40. gadiem, Andromedas miglājs kļuvis par V. Bādes galveno pētījumu objektu. Tā fotografēšanā lietojot sarkano filtru, viņš atklāja šai galaktikā ap 700 emisijas miglāju. Miglāji, kuru starojumu ierosina pirmās populācijas zilās zvaigznes, iezīmē spirālisko struktūru, ar to ir saistīta arī putekļu viela. V. Bāde parādīja, ka otrā populācija atrodas ne tikai Andromedas miglāja centra tuvumā, bet veido milzīgu, masīvu disku. Pēc paša iegūtajiem uzņēmumiem V. Bāde Andromedas miglājā atklāja arī ap simt agrāk nezināmu lodveida kopu.

40. gadu beigās sāka darboties jaunais 200 collu teleskops, kura programmu sastādīja V. Bāde. Pamatuzdevums bija kosmoloģijas — Visuma uzbūves un evolūcijas — problēmu risināšana. Bāde uzskatīja, ka vispirms nepieciešams «nostiprināt un paplašināt bāzi, uz kuras jābalstās nākamajai ārpusgalaktikas pētījumu struktūrai». Tāda bāze — vislabākais attāluma indikators — izrādījās sakarība starp cefeīdu periodu un starjaudu. Bija cerības ar jauno instrumentu sasniegt Andromedas miglāja Liras RR tipa mainīgzvaigznes un, izmantojot tās, precīzēt cefeīdu perioda un starjaudas sakarības nullpunktu. Tomēr šīs zvaigznes neizdevās atrast, un V. Bāde no tā guva ļoti svarīgu secinājumu, ka minētās sakarības nullpunkts ir kļūdains, jo pēc šīs sakarības bija noteikts arī Andromedas miglāja attālums. Andromedas miglāja un citu galaktiku attālums bija jāpalielina divas reizes. Tas savukārt nozīmēja, ka Visuma izplešanās sākums bijis divreiz agrāk, nekā līdz tam bija pieņemts uzskatīt. Līdz ar to izzuda pretruna

starp Visuma vecumu un Zemes vecumu, kā arī citas pretrunas. Kaut gan turpmāk Visuma attāluma skala vēl tika precizēta, Bādes fundamentālais secinājums par nepieciešamību attālumus palielināt pilnībā apstiprinājās.

Ar jauno teleskopu V. Bāde uzsāka lielu pētījumu par Andromedas miglāja maiņzvaigznēm. Cetros tā laukumos tika atklātas 700 maiņzvaigznes. Pēc apjoma un sasniegtajiem rezultātiem šis pētījums vēl arvien nav pārspēts. Tomēr V. Bādem nebija lemts piedzīvot tā pabeigšanu, un rezultātu publikācijas parādījās tikai pēc viņa nāves.

V. Bāde ir daudz darījis arī mūsu Galaktikas centrālās daļas populācijas pētīšanā. Galaktiku viņš uzskatīja par Andromedas miglāja līdzinieku. Kādā debess apgabalā Galaktikas centra virzienā, kurā putekļu absorbcijas ietekme ir samērā vāja, viņš atklāja daudz Liras RR tipa maiņzvaigžņu, kuras ir tipiskas otrās populācijas pārstāves. Pēc šīm zvaigznēm izdevās novērtēt Saules attālumu no mūsu zvaigžņu sistēmas centra, tas izrādījās 8,2 kiloparsekus liels.

V. Bādes pētījumi attiecas gandrīz tikai uz Lokālās grupas galaktikām, vienīgi pēdējos gados, strādājot Vilsona kalna observatorijā, viņš kopā ar R. Minkovski pētīja sakarību starp radiostarojuma avotiem un optiskajiem objektiem. To vidū izrādījās gan supernovu atliekas, gan galaktikas. V. Bāde un R. Minkovskis secināja, ka spožie ārpusgalaktikas radiostarojuma avoti ir vai nu savstarpējā sadursmē esošas zvaigžņu sistēmas, piemēram, Cygnus A, Centaurus A (NGC 5128), NGC 1275, vai arī tie ir galaktikas ar nepārstu detaļu — strūklu, kas iziet no kodola (M 87). V. Bāde konstatēja, ka strūklas optiskais starojums ir polarizēts, un līdz ar to

apstiprināja J. Šklovskā hipotēzi, ka šā avota starojums rodas sinhrotronā procesā.

Kā liecina V. Bādes kolēģi, viņa dzīve ir bijusi veltīta vienīgi zinātnēi, kurā viņam izdevās sasniegt izcilus rezultātus. Viņš bija virtuozs novērotājs un prata pilnībā izmantot tālaika spēcīgāko teleskopu iespējas. 1958. gada vasarā, vēl spēka un strādātgrības pilns, viņš bija spiests darbu atstāt vecuma ierobežojuma dēļ. V. Bāde devās prom no Vilsona kalna observatorijas un Hāvarda observatorijā nolāsīja interesantu lekciju ciklu, kurš pēc viņa nāves tika apokopots grāmatā «Zvaigžņu un galaktiku evolūcija». Viņš saprata, cik daudz vēl darāmā, un savu pēdējo lekciju nobeidza ar vārdiem: «Vienīgais, ko es vēlētos, ir būt jaunam un sākt visu no gala.»

V. Bāde devās prom no ASV uz Austrāliju, kur pusgadu veica novērojumus ar 74 collu reflektoru, bet pēc tam atgriezās dzimtenē, kur strādāja par profesoru Getingenes Universitātē.

1959. gada decembrī V. Bādem izdarīja smagu slimās kājas operāciju, un pēc pusgada likās, ka viņš būs pilnīgi atveseļojies. Taču pēkšņi — 1960. gada 24. jūnijā — viņš mira elpošanas traucējumu dēļ.

Zinātne bija zaudējusi izcilu astronomu. Atmiņas par viņu turpina dzīvot nākamo paaudžu zinātnieku darbos. Par V. Bādes nopelni atzišanu liecina viņa apbalvošana ar ASV Klusā okeāna astronomijas biedrības K. Brūsas zelta medaļu un Lielbritānijas Karaliskās astronomijas biedrības zelta medaļu. V. Bādes vārdā ir nosaukts Mēness krāteris un asteroīds Nr. 1501, kas atklāts 1938. gadā Bergedorfas observatorijā (Vācijā).

A. Šarovs

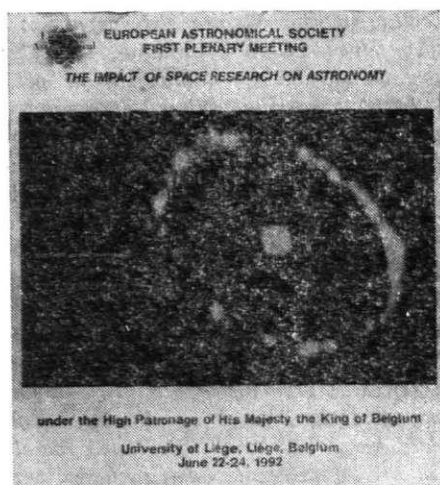
## JAUNUMI ISUMĀ ● JAUNUMI ISUMĀ ● JAUNUMI ISUMĀ

● Rietumeiropas orbitālā astrometriskā observatorija HIPPARCOS, kuras veiktajiem zvaigžņu pozīciju mērījumiem jāklūst par superprecīza zvaigžņu kataloga pamatu, teicami darbojās līdz pat starta trešajai gadadienai — 1992. gada augustam. Tādējādi vairs nav nekādu šaubu, ka, par spīti nepareizajai orbitāli, tā savu uzdevumu ir visā pilnībā paveikusi.

## EIROPAS ASTRONOMU TIKŠANĀS BEĻĢIJĀ

Pagājušajā gadā pašos vasaras saulgriežos no 22. līdz 24. jūnijam Lježā (Beļģijā) notika Eiropas Astronomijas biedrības Pirmā plenārsanāksme (First Plenary Meeting of the European Astronomical Society). Eiropas Astronomijas biedriba (EAB), līdzīgi citām reģionālām astronomu apvienībām, ir noorganizēta, lai labāk pārstāvētu reģiona astronomu intereses un sekmīgāk, operatīvāk risinātu ar šīm interesēm saistītos zinātniskās pētniecības uzdevumus un organizatoriskos jautājumus (sk. arī A. Alkšņa rakstu «Eiropas Astronomijas biedriba», «Zvaigžņotā Debess», 1992. gada rudens, 60. lpp.). Jāpiebilst, ka šīs reģionālās astronomu apvienības darbojas ciešā kontaktā ar Starptautisko astronomu savienību un to veidošanās nav uzskatāma par kaut kādu separātisku tendenču izpausmi. Astronomisko pētījumu daudzveidības un nozīmes nepārtraukta palielināšanās, gluži dabiski, prasa izveidot attiecīgas organizatoriskas struktūras, kas veicinātu šo prasību efektīvāku apmierināšanu.

Sanāksmes nosaukums bija «Kosmisko pētījumu ietekme uz astronomiju» (The impact of space research on astronomy), un šai apspriedei bija pievērsta ļoti liela gan valsts, gan masu informācijas līdzekļu uzmanība. Par pirmo liecināja tas, ka sanāksmes atklāšanā piedalījās augsts Beļģijas valdības pārstāvis — zinātnisko pētījumu ministrs Ž. M. Deuss (J.-M. Dehousse), kas savā uzrunā uzsvēra astronomisko pētījumu nozīmi vispār un kosmisko pētījumu militāro nozīmi



it īpaši, novēlējams panākumus gan sanāksmes dalībnieku, gan sanāksmes darbam, par otro — preses, televīzijas un radio pārstāvju klātbūtne un sanāksmes darba atspoguļošana masu informācijas līdzekļos.

Sanāksme notika Lježas Universitātes telpās, tādēļ atklāšanā piedalījās ne tikai tādi prominenti astronomi kā EAB prezidents prof. L. Voltjers (L. Woltjer), zinātniskās orgkomitejas priekšsēdētājs prof. Dž. Seti (G. Setti) un lokālās orgkomitejas vadītājs prof. Dž. P. Svingsss (J.-P. Swings), bet arī Lježas Universitātes viceprezidents prof. V. Legro (W. Legros) un Zinātnes fakultātes dekāns prof. S. Zeno (Ch. Jeuniaux).

Sanāksmē ņēma dalību vairāk nekā 200 pazīstamu astronomu no daudzām Eiropas valstīm un bijušās PSRS republikām, kā arī pārstāvji no ASV, Meksikas, Čīles un Japānas, neskaitot pašas Beļģijas astronomus un interesentus. Sanāksmes zinātniskās programmas izskatīšana bija organizēta sekcijās. Tajās pa lielākaļ daļai noklausījās pārskata ziņojumus un referātus. Oriģinālu pētījumu rezultāti galvenokārt bija atspoguļoti stenda referātos.

Lai neiedziļinātos sanāksmē aplūkotajās zinātniskajās problēmās, kas šādā nelielā pārskatā nav iespējams, un tomēr pavērtu ieskatu plašajā analizēto jautājumu spektrā, minēsim tikai sekcijās apvienoto tematiku nosaukumus. Tie bija: «Saule, Saules aktivitāte un Saules—Zemes sakari», «Saules sistēma no kosmiskajā telpā veikto pētījumu viedokļa: planētas un komētas», «Mainzvaigžņu pētījumi dažāda garuma viļņu diapazonos», «Starpzvaigžņu un apzvaigžņu viela», «Augstas izšķirtspējas attēli no kosmosa un Zemes», «Satelīta «Hipparcos» ietekme uz astronomiju un astrofiziku», «Eiropas kosmisko pētījumu programmas», «Aktīvo galaktiku kodoli un kvazāri un ar tiem saistītie unificētie modeļi» un «Visuma liela mēroga struktūra».

Neveltot sevišķu uzmanību nevienam no nolasītajiem ap diviem simtiem ziņojumu un stenda referātu, gribas tomēr uzsvērt to kopīgo un raksturīgo, kas tajos atklājās, — ar vismodernākiem kā kosmiskajā telpā paceltiem, tā arī uz Zemes izvietotiem instrumentiem un aparātūru iegūto datu svaigums un līdz ar to šo datu nozīmība, un pētījumu rezultātu, projektu un ieceru izklāsta ļoti pārskatāmā, var pat teikt, elegantā formā, kādu nodrošina mūsdienu kompjuertehnikas, lāzerprinteru, kopēšanas u. c. informācijas apstrādes, attēlošanas un reproducēšanas aparātūras un ierīču pavērtās iespējas. Diemžēl lielākaļ daļai bijušo tā saukto padomju astronomu, Latvijas astronomus ieskaitot, šo iespēju sasniegšana šķiet kā skaists, bet diezgan patāls sapnis, lai arī pasaules astronomu sabiedrība, kurā ietilpst gan SAS, gan EAB, gan atsevišķi fondi, domā par pasākumiem, kas palīdzētu paātrināt šā sapņa piepildīšanos.

Sanāksmes laikā notika arī vairākas apsprie-

des un diskusijas. Tā, piemēram, atsevišķa apspriede tika veltīta zinātnisko publikāciju sagatavošanai un klajā laišanai, izmantojot moderno kompjuertehniku; apspriedi noturēja Zemei tuvās orbitās pacelto aparātu darba grupa, un notika diskusija par kosmisko aparātu palaišanu uz Saules sistēmas mazajiem ķermeņiem.

23. jūnija rīta pusē notika EAB Ģenerālās asamblejas sanāksme, kurā apsprieda atskaiti par iepriekšējā periodā paveikto darbu un organizatoriskas dabas jautājumus, bet vakarā sanāksmes dalībniekiem bija iespēja noklausīties ļoti skaistu kamermūzikas koncertu — trio (flauta, vijole un alta vijole) atskaņoja K. F. E. Baha, V. A. Mocarta un L. van Bēthovena skaņdarbus — un sera Freda Hoila lekciju «Matērijas rašanās». Šajā lekcijā pazīstamais astrofizikis prof. F. Hoils izklāstīja savus jaunākos uzskatus un pētījumus, kas veltīti viņa modificētā Visuma stacionārā kosmoloģiskā modeļa izstrādāšanai. Šī modeļa pamatā ir F. Hoila ideja par nepārtrauktu matērijas rašanos, kas, neraugoties uz Visuma izplešanos, padara to kvazistacionāru.

Savā lekcijā F. Hoils, izmantodams skalārā lauka teoriju un citas modernās fizikas atziņas un matemātisko aparātu, parādīja, ka ideja par matērijas nepārtrauktu rašanos, pēc viņa domām, labāk, dabiskāk, nepretrunīgāk vai vismaz ne sliktāk kā valdošā Lielā Sprādziena teorija izskaidro visus pašlaik kosmoloģijā zināmos faktus un parādības. Un, lai arī lielākaļ daļa klausītāju tik un tā palika Lielā Sprādziena teorijas piekritēji, tātad ideja par matērijas nepārtrauktu rašanos netika pieņemta, lekcijas beigās atskanēja vienprātīgi un silti aplausi, tā izsakot atzinību gan sirmā profesora aizraujošajai vitalitātei, gan dziļi loģiskajam idejas izklāstam un perfekti argumentētajiem pierādījumiem. Tie apliecināja arī šīs idejas nenoliedzamās tiesības uz pastāvēšanu un attīstību, reizē nodemonstrējot spilgtu demokrātijas isteno vērtību izpratnes piemēru zinātniskās domāšanas kontekstā.

Latvijas astronomus šajā sanāksmē pārstāvēja divi LZA Radioastrofizikas observatorijas darbinieki (ceļa u. c. izdevumus sedza organizētāji) — Saules fizikas tematiskās grupas vadītājs doktors I. Smelds un šo rindu autors

ar stenda referātiem, attiecīgi: «Radiācijas spiediens uz molekulām un auksto milžu masas zudumi» un «Saules radiostarojuma mikrouzliesmojumu novērošana ar augstu telpisku izšķirtspēju, izmantojot maza izmēra radioteleskopus». Bija izstādīts arī doktora A. Alkšņa stenda referāts «Par DY Per 1991. gada dziļo minimumu». Visi šie stenda referāti izraisīja minētajos pētījumu virzienos nodarbināto saņēmšmes dalībnieku interesi, kas, iespējams, tuvākā nākotnē pāraugs sadarbībā.

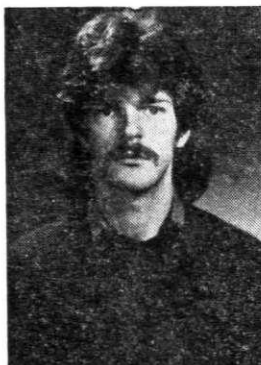
Nobeigumā gribas atzīmēt iespaidu, kādu uz mums, Latvijas pārstāvjiem, atstāja Lježas

Universitāte — ārpus pilsētas (apmēram 20 minūšu brauciena attālumā no pilsētas centra) ļoti gleznainā vietā uzbūvēts celtnu (fakultāšu, kopmitņu, sporta haļļu u. c. palīgēku) komplekss, kurā paredzēts un realizēts, šķiet, viss studentu mācībām, sadzīvei un atpūtai nepieciešamais. To redzot, gluži negribot izlauzās nopūta un ausis ieskanējās: «Kad pienāks latviešiem tie laiki, ko citas tautas tagad redz?...»

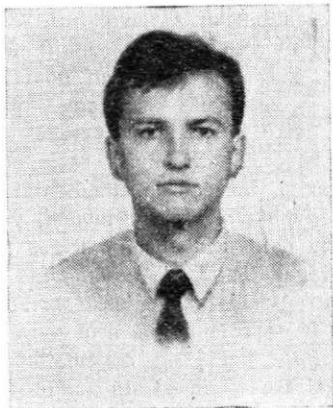
A. Balklavs

## PIRMO REIZI «ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ»

**Māris ISAKOVS** — Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes fizikas specialitātes IV kursa students. 1988. gadā beidzis Priekules 1. vidusskolu. Gatavojas kļūt par fizikas skolotāju. Aktīvs astronomijas amatieris.



**Jānis PRIEDE** — LZA Fizikas institūta magnetohidrodinamiskās tehnoloģijas laboratorijas līdzstrādnieks (specialitāte — nepārtrauktās vides mehānika un elektrodinamika). 1981. gadā beidzis Kuldīgas 2. vidusskolu, 1986. gadā — LVU Fizikas un matemātikas fakultāti.

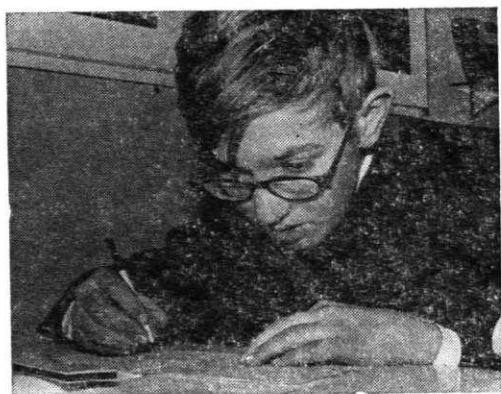


## RĪGAS PILSĒTAS 20. ATKLĀTĀ SKOLĒNU ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE

1992. gada 3. un 4. aprīlī Latvijas Universitātes telpās norisinājās Rīgas pilsētas 20. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde. Divdesmitā — tādā jubilejas olimpiāde. Līdz ar to ir vietā neliels atskats olimpiāžu vēsturē.

Pirmā olimpiāde notika 1973. gadā un bija veltīta N. Kopernika 500 gadu jubilejai. Uz to pulcējās viskuplākais dalībnieku skaits — 70 cilvēki. Vēlāk olimpiādēs piedalījās vidēji 30—40 cilvēki. «Nelabvēlīgākos» gados šis skaits saruka līdz divdesmit. Minētajā posmā olimpiādēs ir piedalījušies vairāki simti cilvēku, daudzi no viņiem interesē par astronomiju ir saglabājuši arī turpmāk, bet kādi desmit savu dzīvi ir saistījuši ar šo zinātnes nozari. Statistiskās ziņas par olimpiāžu norisi apkopotas tabulā.

Analizējot dalībnieku sastāvu, var secināt, ka vislielākā interese par astronomiju jūtama tajās skolās, kurās ar skolēniem nodarbojas skolotājs — entuziasts. Protams, pastāv iespēja, ka laiku pa laikam parādās kāds «tirradnis», kas ar astronomiju sācis nodarboties patstāvīgi. Reizēm šie autodidakti gūst pat labākus panākumus. Neapšaubāmi, visvairāk olimpiāžu dalībnieku nāk no Rīgas 1. vidusskolas, tagad Rīgas 1. ģimnāzijas. Tās audzēkņi arī visbiežāk bijuši uzvarētāju skaitā. Tas ir saprotams, ja ņem vērā skolas specializāciju fizikā un matemātikā. Vēl ilggadēji aktīvāko skolu skaitā jāmin Rīgas



*1. att.* Pats jaunākais olimpiāžu uzvarētājs A. Pavēnis, tagad LU Astronomiskās observatorijas jaunākais zinātniskais līdzstrādnieks.

45., 50., 60., 63., 64. vidusskola un Kāndavas internātskola.

Olimpiāžu mūžs nebūtu tik ilgs, ja nebūtu to organizatoru, nesavtīgu sava darba darītāju, kas rūpējās par olimpiāžu uzdevumiem, norisi un balvām. Te pirmām kārtām jāmin Rīgas Planetārija lektori J. Mieziš un L. Kondrašova, astronomijas skolotāji E. Detlava, G. Svabadnieks, N. Baborikins, Latvijas Astronomijas un ģeodēzijas biedrības pārstāve A. Asare. Savu līdzdalību žūrijā neatteica arī

## Olimpiāžu uzvarētāji divdesmit gados

Nr.	Gads	Uzvarētāji latviešu plūsmā
1.	1973	Juris Voss (Gulbenes vsk.)
2.	1974	Juris Kauliņš (Gaujienas vsk.), Jānis Kauliņš (R* 25. vsk.)
3.	1975	Sandra Segliņa (R 1. vsk.), Gunta Apine (R 4. vsk.)
4.	1976	Andris Pavēnis (Nogales 8 gad. sk.), Ilgonis Vilks (R 11. vsk.), Jānis Pļavenieks (R 45. vsk.)
5.	1977	Andris Pavēnis (Nogales 8 gad. sk.)
6.	1978	Andris Pavēnis (Kandavas int. sk.), Nils Sakss (R 1. vsk.), Ilgonis Vilks (R 11. vsk.)
7.	1979	Laimonis Mancēvičs (R 1. vsk.), Andris Pavēnis (Kandavas int. sk.)
8.	1980	Kalvis Salmiņš (Rucavas vsk.)
9.	1981	nav datu
10.	1982	Gints Upmalis (R 45. vsk.), Aleksandrs Aržanovskis (Kandavas int. sk.), Inese Krūzīte (Alūksnes 1. vsk.)
11.	1983	Gints Barkovskis (R 45. vsk.), Dainis Sules (R 1. vsk.), Ēriks Āboliņš (R 50. vsk.), Helmutš Ancāns (R 50. vsk.)
12.	1984	Helmutš Ancāns (R 50. vsk.)
13.	1985	Helmutš Ancāns (R 50. vsk.), Ēriks Āboliņš (R 50. vsk.), Anda Treimane (R 64. vsk.)
14.	1986	Gatis Liepiņš (Olaines 1. vsk.), Eduards Stiprais (R 84. vsk.), Valdis Balcers (R 20. vsk.)
15.	1987	Juris Sennikovs (Jelgavas 4. vsk.), Agnis Rudzītis (R 41. vsk.), Valdis Balcers (R 20. vsk.)
16.	1988	Ģirts Barinovs (R 73. vsk.), Agnis Rudzītis (R 41. vsk.)
17.	1989	Ģirts Barinovs (R 73. vsk.), Kārlis Bērziņš (R 1. vsk.)
18.	1990	Kārlis Bērziņš (R 1. vsk.), Ģirts Barinovs (R 73. vsk.)
19.	1991	Kārlis Bērziņš (R 1. ģimn.), Dāvis Kūlis (R 1. ģimn.)
20.	1992	Ričards Antoņēvičs (R 1. ģimn.)

\* R — Rīgas.

abu astronomisko observatoriju līdzstrādnieki, kuru vidū īpaši aktīvi bija E. Mūkins, J. Zagars, J. Francmanis un I. Šmēlds. Pirmajos olimpiāžu gados žūrijā neiztrūkstoši darbojās astronomijas skolotāji P. Ivanovs un D. Kalašņiks. No pašiem pirmsākumiem olimpiāžu organizēšanā un uzdevumu sastādīšanā piedalījās LAQB prezidents M. Dīriķis.

Pēdējo, 20. atklāto astronomijas olimpiādi organizēja LU Astronomiskā observatorija un Latvijas Astronomijas un ģeodēzijas biedrība. Žūrijā darbojās četri bijušie olimpiāžu dalībnieki, LU Fizikas un matemātikas fakultātes studenti Ģ. Barinovs, K. Bērziņš un M. Isakovs, kā arī žūrijas vadītājs, šo rindu autors. Vēl žūrijas darbā aktīvi iesaistījās LU AO vecākais zinātniskais līdzstrādnieks E. Mūkins, LZA Radioastrofizikas observatorijas vecākais zinātniskais līdzstrādnieks J. Francmanis un Rīgas 46. vidusskolas skolotāja L. Maksimova.

Olimpiādē piedalījās 21 skolēns. Pa vairākiem pārstāvjiem bija ieradušies no Rīgas 1. ģimnāzijas, Rīgas 46., 59. un 64. vidusskolas. Acīmredzot transporta dārdzības dēļ no republikas lauku rajoniem ieradās tikai viens dalībnieks — Raivis Spēlmanis no Kuldīgas 1. vidusskolas. Jau otro gadu olimpiādē piedalījās Krievijas pārstāve — Poļina Andrejeva no Maskavas apgabala Cernogolovkas 82. eksperimentālās vidusskolas. Citvalstu dalībnieku pulku vēl kuplināja trīs Lietuvas pārstāvji — Viļņas Zinātnes un tehnikas nama audzēkņi Vilija Stankevičūte, Ģedimins Višnausks un Virģinija Zvolinskaite, tā ka olimpiādi zināmā mērā var uzskatīt par starptautisku. Skolēnu grupu vadītāji M. Gavrilovs un A. Strazdaite iekļāvās žūrijas darbā.

Pirmajā uzdevumu kārtā dalībniekiem bija jāatrisina pieci uzdevumi. Bija atļauts izmantot jebkādas palīgīdzekļus — mācību grāma-

tas, rokasgrāmatas. Par pirmās kārtas lideri kļuva Mārtiņš Gills no Rīgas 2. vidusskolas. Otrajā kārtā olimpiādes dalībniekiem bija mutiski jāatbild uz jautājumiem par astronomijas un kosmisko pētījumu metodēm, Saules sistēmu un astrofiziku. Otrajā kārtā vadībā izvirzījās un kopvērtējumā ar 46 punktiem no 60 iespējamiem par olimpiādes uzvarētāju kļuva Ričards Antoņēvičs no Rīgas 1. ģimnāzijas. Otro vietu ar 41 punktu ieņēma Mārtiņš Gills, trešo vietu ar 40 punktiem dalīja Polīna Andrejeva no Černogolovkas un Raivis Spēlmanis no Kuldīgas. Olimpiādes uzvarētājs saņēma zvaigžņu atlantu, citiem godalgoto vietu ieguvējiem tika grāmatas par astronomiju, fiziku un matemātiku.

Olimpiāde norisinājās apstākļos, kad astronomijas mācīšana republikas skolās iet mazumā. Astronomija kā patstāvīgs mācību priekšmets vairs nepastāv, fizikas kursā tiek mācīti vienīgi astronomijas elementi. Tomēr autors izsaka cerību, ka astronomijas interesentu skaits tādēļ nesamazināsies un Rīgas pilsētas atklātās astronomijas olimpiādes notiks arī turpmāk.

Tālāk sniedzam pirmās kārtas uzdevumu paraugus un to atrisinājumus.

1. Rīgā 3. aprīlī  $22^{\text{h}}24^{\text{m}}$  pēc 2. joslas vasaras laika novēroja meteoru, kurš uzliesmoja debess sfēras punktā ar koordinātām  $\alpha = 12^{\text{h}}05^{\text{m}}$ ,  $\delta = +45^{\circ}11'$ , bet izdzisa punktā, kura koordinātas ir  $\alpha = 10^{\text{h}}30^{\text{m}}$ ,  $\delta = 0^{\circ}15'$ . Kāds zvaigznājus meteors šķērsoja? Kāds ir tā lidojuma sākuma un beigu punkta azimuts un augstums? Uzdevuma atrisināšanai izmantojiet grozāmo karti.

#### Atbilde.

3. aprīlī ir spēkā vasaras laiks, tātad  $t_{\text{viet.}} = 22^{\text{h}}24^{\text{m}} - 1^{\text{h}}24^{\text{m}} = 21^{\text{h}}$ . Grozāmo karti uzstāda uz 3. aprīli un  $21^{\text{h}}$  un nosaka, ka meteora parādīšanās punkta azimuts bija  $280^{\circ}$ , augstums  $65^{\circ}$ . Beigu punkta azimuts bija  $350^{\circ}$ , augstums  $35^{\circ}$ . Meteors šķērsoja Lielā Lāča, Lauvas un Sekstanta zvaigznājus, nedaudz skāra Mazā Lauvas zvaigznāju.



2. att. Divdesmitās olimpiādes žūrijas locekļi risina uzdevumus.

2. Mazajai planētai Latvija orbītas lielā pusass  $a=2,64$  a. v., orbītas ekscentricitāte  $e=0,173$ . Cik bieži notiek planētas opozīcijas? Cik tuvu tā var pienākt Zemei? Cik tālu planēta attālinās no Saules? Uzskatiet, ka planētas un Zemes orbītu plaknes sakrīt.

#### Atbilde.

Pēc 3. Keplera likuma mazās planētas apriņķošanas periods ir  $T=a^3/a=1566,7$  d = 4,29 g. Sinodisko periodu  $S$  ārējai planētai aprēķina pēc sakarības  $\frac{1}{S} = \frac{1}{365,25} - \frac{1}{T}$ . Mazās planētas opozīcijas atkārtojas ik pēc  $S=476,3$  d = 1,30 g. Lai noteiktu, cik tuvu mazā planēta pienāk Zemei un attālinās no Saules, jānosaka tās perihēlija attālums  $q=a(1-e)$  un afēlija attālums  $Q=a(1+e)$ . Skaitliski  $q=2,183$  a. v. Tā kā Zemes attālums no Saules ir 1 a. v., tad mazā planēta pienāk Zemei līdz  $1,183$  a. v. = 177 miljonu kilometru attālumam. Mazās planētas lielākais attālums no Saules sasniedz  $Q=3,097$  a. v. = 463 miljoni kilometru.

3. Zvaigžnei  $\alpha$  Pyx ( $\alpha=8^{\text{h}}43^{\text{m}},6$ ,  $\delta=-33^{\circ}11'$ ) gada paralakse ir  $\pi=0'',33$ , un tās absolūtais zvaigžņlielums ir  $M=1^{\text{m}},3$ . Vai šī zvaigzne šodien (3. aprīlī) Rīgā ir novērojama ar neapbruņotu aci?



### Atbilde.

Zvaigzne  $\alpha$  Pyx atrodas attālumā  $D=1/\pi=30,303$  parseki. Tās redzamais spožums ir  $m=M-5+5 \cdot \lg D=3^m,71$ . Zvaigznes spožums ir pietiekams, lai to redzētu ar neapbruņotu aci; bet kāds ir tās augstums Rīgā ( $\varphi=56^{\circ}57'$ )? Zvaigznes augstums augšējā kulminācijā ir  $h=90^{\circ}-\varphi+\delta=-0^{\circ}08'$ . Iznāk, ka zvaigzne nav redzama. Bet, ja ņem vērā to, ka refrakcija pie horizonta paceļ debess spīdekļus par  $34'$ , zvaigznes augstums iznāk  $+0^{\circ}26'$ , tomēr tik nelielā augstumā zvaigzne nebūs saskatāma atmosfēras necaurļaidības dēļ.

4. Cik lielus objektus var izšķirt uz Marsa, skatoties ar lielu teleskopu no Zemes?

### Atbilde.

Dati šā uzdevuma atrisināšanai bija jāatrod rokasgrāmatās. Lielo opozīciju laikā Marss pienāk Zemei līdz  $l=57$  miljonu kilometru attālumam. Liela teleskopa izšķirtspēja normālos atmosfēras apstākļos ir  $\alpha=1''=1/3600$ . Sīkākā redzamā objekta izmērus nosaka pēc formulas  $d=1 \cdot \text{tg } \alpha=277$  km.

5. Jūnija vakarā skolēnu grupa veica astronomiskus novērojumus. Pēc Saules rieta viņi novēroja planetāro miglāju Liras zvaigznājā un Oriona miglāju. Gulbja zvaigznājā spoži mirdzēja Jupiters, bet austrumos Venēra. Pēc pusnakts jaunie astronomi priecājās par Ērgļa un Mazā Suņa zvaigznājiem, kā arī par tikko uzlēkušo Merkuru. Visu nakti bija novērojams Mēness ar skaistu pelnu gaismu.

Atrast šajā tekstā astronomiskās kļūdas.

### Atbilde.

Astronomiskās kļūdas šajā uzdevumā ir šādas:

- jūnija vakarā Orions nav redzams;
- Jupiters nevar atrasties Gulbī, jo tas nav zodiaka zvaigznājs;
- Venēra vakarā redzama rietumu, nevis austrumu pusē;
- Mazā Suņa zvaigznājs jūnijā pēc pusnakts nav redzams;
- Merkurs nevar uzlēkt pusnakti, bet tikai no rīta;
- pelnu gaisma redzama tikai sirpjveidīgam Mēnesim, tātad no rīta vai vakarā, nevis visu nakti.

I. Vilks

## JAUNUMI ISUMĀ

## JAUNUMI ISUMĀ

## JAUNUMI ISUMĀ

● Kur veidojas komētas: ārpus planētu orbitām, Orta mākonī, izvirdumos no lielajām planētām vai *in situ* — kosmiskās vielas kondensācijā un sadursmēs pašas Saules sistēmas ietvaros? Jaunākie aprēķini liecina (Zemes fizikas institūts, Maskava), ka protoplanētu diska evolūcijas gaitā kosmisko putekļu sākotnējie konglomerāti var sasniegt  $10^{-8}$  cm apmēram  $10^6$  gadu laikā. Lielākie no tiem, iekļūstot protoplanētu diska centrālajā daļā, var izaugt līdz apm. 10 metriem. Satverot vidē esošās gāzes, šie putekļi veido mums pazīstamos komētu kodolus. Tātad komētas tiešām varēja veidoties *in situ* planētu joslā. Bet vairāk nekā 5 astronomisko vienību attālumā var saglabāties starpzvaigžņu vides ledu sīkdaļiņas, kas tiek ietvertas komētā, ko pievilcis neiztvaicētais protoplanētu disks. Sākot ar 9 astronomisko vienību attālumu, protoplanētu diska temperatūra var būt zemāka par 150 K, radot iespēju saglabāties starpzvaigžņu gāzei, tai skaitā arī organiskiem savienojumiem.

Šādu uzskatu pastiprina kosmisko aparātu «Vega-1» un «Vega-2» reģistrētie neskaitāmu ļoti sīku putekliņu ( $10^{-17}$ — $10^{-20}$  g) triecienu Haleja komētas apkaimē. Tiek vērtēts, ka šādu daļiņu plūsmas īpatsvars ir bijis daži procenti no kopējās Halejas komētas putekļu plūsmas. Tātad starpzvaigžņu viela Haleja komētas kodolā ir saglabājusies no Saules sistēmas veidošanās laikā.

# AMATIERU LAPPUSE

Aptuveni vērtējot, Latvijā ir kāds simts «Micar» tipa teleskopu. Cik no tiem izmantoti zvaigžņotās debess novērojumiem, grūti pateikt. Lai aktivizētu astronomijas amatieru interesi par novērojumiem ar šo (un ne tikai ar šo) teleskopu, «Amatieru lappuse» piedāvā rakstu sēriju par debess dziļu objektu novērošanu.

## DEBESS OBJEKTU NOVĒROJUMI AR TELESKOPU «MICAR»

### GALAKTIKAS

Aptuveni pirms trijiem gadiem autors iegādājās teleskopu «Micar» ar objektīva diametru 110 mm un fokusa attālumu 806 mm. Kopš tā laika teleskops tiek aktīvi izmantots vaļējo un lodveida zvaigžņu kopu, galaktiku, difūzo un planetāro miglāju novērošanai. Kopējais minēto objektu skaits, kurus iespējams saskatīt teleskopā «Micar», ir aptuveni 340.

Novērojumi izdarīti Liepājas rajona Priekulē, kur naktis bieži ir mākoņainas vai miglainas, tomēr debesis ir krietni tumšākas nekā lielās pilsētās. Jāpiebilst, ka Latvijā kopumā ir visai slikts astroklimats, kas neļauj veikt sistemātiskus novērojumus, tāpēc jācenšas maksimāli izmantot tās nedaudzās naktis, kad novērošanas apstākļi ir labi.

Sajā «Zvaigžņotās Debess» numurā tiks stāstīts par galaktiku novērošanu. Rakstā minētie objekti ir teleskopā aplūkoti vairāku gadu laikā, daudzi no tiem vairākkārtīgi.

#### NGC 224 — M31 And

M31 ir spožākā un lielākā spirālveida galaktika pie mūsu debesīm (sk. krāsu lielkuma

3. lpp.). Fotogrāfijās, kas ar sarežģītu apstrādi iegūtas no daudziem vienāda mēroga negatīviem, redzams, ka šīs galaktikas izmēri pārsniedz  $4^{\circ} \times 7^{\circ}$ . Bez tam jutīgi fotometri uzrāda, ka galaktikas zvaigžņu disku ietver gandrīz sfērisks zvaigžņu apvalks. Lai gan minētais zvaigžņu apvalks teleskopā «Micar» nav saskatāms, tomēr pavērosim šo objektu uzmanīgi!

Vispirms jau ļoti skaidri saskatāma spožā centrālā daļa, kurai ir ovāla forma. Garākā ass vērsta ziemeļrietumu — dienvidrietumu virzienā.

Pirmajā brīdī šķiet, ka ar to novērojumi beidzas. Taču tā vis nav. Ja ir ļoti tumša un skaidra nakts, var mēģināt saskatīt arī vājos, galaktikas centram tuvākos spirālzarus. Patiesībā par zaru sistēmas redzamību šeit grūti runāt, jo redzamās daļas diametrs tikai nedaudz pārsniedz  $1^{\circ}$ . Protams, jāizmanto minimālais palielinājums un sānu redze,\* kas dod daudz labākus rezultātus.

\* T. i., skatiens jāvērs nevis tieši uz objektu, bet nedaudz iesāpus.

Iekams sāk novērojumus, teleskopu vēlams pagriezt tā, lai M31 centrālā daļa novirzītos no redzeslauka centra. Lai cik neparasti tas būtu, Andromedas miglāja centrālā daļa spēj apžilbināt acis, un pēc tam īsu brīdi atkal jāperiod pie tumsas.

Labāk redzama ir spožākā zaru sistēmas daļa, kas atrodas uz ziemeļaustrumiem no centrālās kondensācijas. Šo ļoti vājo spīdumu var pamanīt, skatoties uz Andromedas miglāja ārējo daļu, kur redzams debess tumšais fons. Patiesībā arī šeit ir zvaigžņu veidots fons, taču teleskopā «Micar» tas nav saskatāms un šķiet melns. Par 32 reizēm lielākā palielinājumā redzamība ir sliktāka.

Fotogrāfijās, kas iegūtas ar «Micar» līdzīgiem teleskopiem, labi saskatāmi tumšie, galaktikas zvaigžņu gaismu absorbējošie putekļu miglāji. Atšķirībā no fotoemulsijas acs gaismu neuzkrāj, tādēļ tik mazā teleskopā šos miglājus neizdodas saskatīt. Taču vizuālajiem novērojumiem ir savas priekšrocības. Galaktikas apkārtne ir vairāk nekā 10 vājas zvaigznes, kuru spožums ir robežās no 8<sup>m</sup> līdz 11<sup>m</sup>. Vairākas no tām redzamas pat ļoti tuvu spožajai galaktikas centrālajai daļai. Šeit izpaužas viena no acs priekšrocībām, jo fotogrāfijās gandrīz visas minētās zvaigznes pazūd pārgaismotajā miglāja attēlā.

#### NGC 205 And, NGC 221 — M32 And

Andromedas miglājam ir divas spožas pavadoņgalaktikas (sk. krāsu ielikuma 3. lpp.), kuras var novērot «Micar», un vēl divas, kuras ir vājākas par 13. zvaigžņlielumu. Tādēļ praktisku interesi izraisa tikai pirmās divas.

Katrai no šīm galaktikām ir savas priekšrocības salīdzinājumā ar otru. M32 izmēri ir tikai 2,6×2,1, tādēļ tās virsmas spožums ir visai augsts. Aplūkojot M32 minimālā palielinājumā, redzam, ka tā izskatās apaļa, ar skaidri izteiktu gaišu vidu. Uz malām spožums strauji samazinās. Lai gan M32 izskatās kā mazs, miglains plankumiņš, pēc izskata tā viegli atšķirama no zvaigznēm. Lielā virsmas spožuma dēļ ar panākumiem var lietot spēcīgus palielinājumus, pat līdz 169 reizēm.



1. att. Galaktika M33 Trijstūra zvaigznājā. (Pēc «Sky and Telescope».)

Uz ziemeļaustrumiem no M31 atrodas otra pavadoņgalaktika NGC 205. Tā atrodas aptuveni 1,5 reizes tālāk no Andromedas miglāja centra nekā M32. NGC 205 virsmas spožums ir daudz mazāks, taču lielo izmēru dēļ tās garenā forma ir labi saskatāma. Sīkākas detaļas redzēt nav iespējams.

#### NGC 598 — M33 Tri

M33 novērojumus ir interesanti veikt ar dažādiem teleskopiem un binokļiem.

Savus pirmos M33 novērojumus veicu jau tad, kad manā rīcībā bija tikai 7×50 binoklis. Minētajā instrumentā galaktika M33 izskatās ļoti skaisti. Skaidri redzama tās spožākā centrālā daļa un ļoti vājš miglains fons, kas šo centru aptver no visām pusēm (1. att.). Redzeslaukā, kura diametrs ir ap 7°, ļoti viegli salīdzināt galaktikas zaru spīdumu ar apkārtējo tumšāko debess fonu.

Cerība ar teleskopu saskatīt kaut ko vairāk man tikpat kā nav piepildījusies. Teleskopi «Alkor» un «Micar» gan skaidrāk parāda galaktikas centrālo daļu, taču galaktikas zaru vājais spīdums saskatāms tikai ar grūtībām, izmantojot vismazāko palielinājumu. Palielinājumi, kas pārsniedz 54 reizes, M33 redzamību pasliktina.

## NGC 3556 — M108 UMa

Lielā Lāča zvaigznājā atrodas interesants planetārais miglājs M97. 32 reižu palielinājumā, pavirzot teleskopu nedaudz uz ziemeļrietumiem no šā miglāja, vienā redzeslaukā iespējams ietvert arī galaktiku NGC 3556. Tā ir nedaudz vājāka par M97, taču viegli saskatāma kā garens spīdums. Kombinācijā ar divām zvaigznēm, kas atrodas starp miglāju un galaktiku, tie veido kaut ko līdzīgu kvadrātsaknes zīmei.

## NGC 3031 — M81 UMa, 3034 — M82 UMa

M81 un M82 atrodas nepilna grāda attālumā viena no otras. Jau 32 reižu palielinājumā tās viegli ieraugāmas kā divi miglaini plankumi. Galaktikas gan uzbūves, gan īpašību ziņā stipri atšķiras. M81 ir spirālveida galaktika, bet M82 — neregulāra galaktika. To izskata atšķirības labos laikapstākļos saskatāmas arī teleskopā «Micar». Šai nolūkā vislabāk izmantot 54 reižu palielinājumu, jo tad vieglāk virzīt teleskopu tā, lai redzeslauka centrā pārmaiņus būtu viena no galaktikām. Arī attēls tad būs pietiekami liels. Ja tiek izmantoti lielāki palielinājumi, teleskopa pagriešanas laikā abas galaktikas var viegli pazaudēt no redzeslauka. 54 reižu palielinājumā labi redzams, ka galaktikai M81 ir ļoti maza, toties spoža centrālā daļa. To aptver daudz vājāks ovāls spīdums. M82 forma ir izteikti garena. Tās virsmas spožums ir visaur vienāds. Paplašinājumu, kas radies M82 eksplozijas rezultātā, kā atsevišķu detaļu saskatīt neizdodas.

## NGC 5457 — M101 UMa

Grūti novērojama galaktika. Neliels debess izgaismojums vai miglas aizplivurojums padara šo objektu teleskopā «Micar» pilnīgi nesaskatāmu. Virsmas spožums ir ļoti zems un vienmērīgs. Novērošanu ļoti atvieglo tās lielie redzami izmēri. Līdzīgi kā M33, arī NGC 5457 attiecībā pret mums ir novietojusies «plakaniski», un mēs to redzam it kā no augšas (2. att.). Tādēļ arī tās redzamais diametrs visos virzienos ir vienāds. M101 tu-

vākajā apkārtņē atrodas vēl sešas galaktikas. To spožums ir robežās no 11.4 līdz 13. zvaigžņlielumam, tādēļ novērošanai vajadzīgs spēcīgāks teleskops.

## NGC 5194 — M51 Cvn, NGC 5195 Cvn

Galaktiku M51 tās izskata dēļ sauc par Virpuli jeb Atvaru. Teleskopā «Micar» smalkās detaļas, kas radījušas šo salīdzinājumu, saskatīt nav iespējams.

Galaktiku apskatot 32 reižu palielinājumā, nedaudz uz ziemeļiem redzams mazāka izmēra miglains laukums — pavadongalaktika NGC 5195 (sk. krāsu ielikuma 3. lpp.). Mazā izmēra dēļ tā šķiet krietni vājāka, taču abu galaktiku integrālā spožuma atšķirība ir neliela. Var labi saskatīt, ka galaktikas M51 spožums strauji samazinās virzienā no centra uz malām. Par 32 reizēm spēcīgākā palielinājumā starp M51 un tās pavadoņi parādās josla, kuras platums ir vienāds ar 1,5—2 pavadongalaktikas diametriem.

## NGC 4736 — M94 Cvn

Mesjē kataloga objekts ar numuru 94 ir viegli novērojams. Tā ir vidēju izmēru galaktika ar lielu kopējo spožumu, tādēļ ļoti skaidri izceļas uz tumšas debess fona. Sīkākās detaļas šeit saskatīt neizdodas.

## NGC 628 — M74 Psc

Galaktiku M74 autors novērojis tikai vienu reizi, turklāt ļoti zemu pie horizonta.

Galaktikai ir apaļa forma un zems virsmas spožums. Novērojamais zemais virsmas spožums ir saistīts ne tik daudz ar galaktiku kā ar spēcīgo gaismas pavājināšanos, tai ejot cauri biežam Zemes atmosfēras slānim. Izdevīgākos apstākļos tā noteikti izskatās iespaidīgāk.

## NGC 2841 UMa

NGC 2841 ir grūti pamanāma galaktika. Tai ir izstiepta, garena forma, taču saskatīt var tikai pašu tās centrālo daļu. Līdz ar to

2. att. Galaktika M101 Lielā Lāča zvaigznājā. (Pēc «Sky and Telescope».)



redzamie izmēri ir tik mazi, ka 32 reizu palielinājumā galaktika izskatās līdzīga miglainai zvaigznei.

#### NGC 3623 — M65 Leo, NGC 3627 — M66 Leo

Ziemas otrajā pusē un pavasarī gandrīz visu nakti virs horizonta redzams Lauvas zvaigznājs, kurā ar teleskopa «Micar» palīdzību var novērot vismaz 15 galaktikas.

Pusceļā starp zvaigznēm  $\theta$  Leo un  $\iota$  Leo un nedaudz uz dienvidiem atrodas galaktikas M65 un M66 (3. att.). Pirmā ir nedaudz vājāka, tomēr tās abas ir labi redzamas pat dūmakainās naktīs vai tuvu pie horizonta. Izmēru ziņā tās ir gandrīz vienādas, vizuāli novērojot, starpību nevar saskatīt. Abām ir spoža, ovāla centrālā daļa, kas pavājinās virzienā uz malām. Tā kā M66 ir nedaudz spožāka, tās centrālā daļa ir labāk saskatāma.

#### NGC 3628 Leo

Apmēram 40 loka minūšu attālumā uz ziemeļiem no M66 atrodas vāja, aptuveni 11. zvaigžņlieluma galaktika. Kopā ar galaktikām M65 un M66 tā veido precīzu vienādsānu trijstūri (sk. 3. att.). Tā pamats savieno divas iepriekšminētās galaktikas un ir divas

reizes isāks par sānu malām. Izmantojot šo domās veikto konstrukciju, var mēģināt saskatīt NGC 3628. Labāk veicas, ja izmanto 32 reizu palielinājumu, jo tad visus trīs objektus iespējams ietvert vienā redzeslaukā. Nevarētu teikt, ka NGC 3628 būtu saskatāma uz redzes spēju robežas, lai gan pamanīt to var tikai ar sānu redzi un arī tad tikai uz īsiem brīžiem. Spēcīgākā palielinājumā var aplūkot tikai M65 un M66, bet galaktika NGC 3628 jāaplūko ar palielinājumu, kas nepārsniedz 54 reizes. Pretējā gadījumā tā saplūst kopā ar debess fonu un nav vairs redzama. Galaktika ir pavērsusies ar šķautni pret mums. To precīzi pa vidu šķēļ tumša gāzu un putekļu josla, taču šo joslu ar «Micar» novērot nav iespējams.

#### NGC 3351 — M95 Leo, NGC 3368 — M96 Leo

Otrs labi pazīstams galaktiku pāris Lauvas zvaigznājā ir M95 un M96. Tās ir vājākas par M66, bet viegli novērojamas. Teleskopā «Micar» M95 izskatās apaļa, M96 — nedaudz garena.

Tā kā attālums starp M95 un M96 ir aptuveni trīs ceturtdaļas grāda, tad tās var ietvert vienā redzeslaukā, ja palielinājums ir 32 vai 54 reizes. Skatoties pārmaiņus uz abām ga-

## Galaktikas

Nr. pēc NGC	Rektascensija (1950)	Deklinācija (1950)	Rektascensija (2000)	Deklinācija (2000)	Spožums (viz.), mag	Redzami izmēri (loka min)	Tips	Zvaigznājs	Nr. pēc Mesjē kat.
205	00 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> ,6	+41°25'	00 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> ,2	+41°41'	9,4	8,0×3,0	E	And	110
221	00 40 ,0	+40 36	00 42 ,7	+40 52	8,7	2,6×2,1	E	And	32
224	00 40 ,0	+41 00	00 42 ,7	+41 16	4,8	160×40	Sb	And	31
598	01 31 ,1	+30 24	01 33 ,9	+30 39	6,7	60×40	Sc	Tri	33
628	01 34 ,0	+15 32	01 36 ,7	+15 47	10,2	8,0×8,0	Sc	Psc	74
2403	07 32 ,0	+65 43	07 36 ,8	+65 36	8,9	16×10	Sc	Cam	
2841	09 18 ,6	+51 12	09 22 ,1	+50 59	9,3	6,0×1,6	Sb	UMa	
2859	09 21 ,3	+34 44	09 24 ,1	+34 31	10,7	1,9×1,2	SBa	LMi	
2903	09 29 ,3	+21 44	09 32 ,1	+21 31	9,1	11,0×5,0	Sc	Leo	
3031	09 51 ,5	+69 18	09 55 ,6	+69 04	7,9	16×10	Sb	UMa	81
3034	09 51 ,9	+69 56	09 55 ,8	+69 41	8,8	7,0×1,5	I	UMa	82
3351	10 41 ,3	+11 58	10 43 ,9	+11 42	10,4	3,0×3,0	SBb	Leo	95
3368	10 44 ,2	+12 05	10 46 ,8	+11 49	9,1	7,0×4,0	Sa	Leo	96
3377	10 45 ,1	+14 15	10 47 ,8	+14 01	10,5	1,5×0,8	E	Leo	
3379	10 45 ,2	+12 51	10 47 ,8	+12 35	9,2	2,0×2,0	E	Leo	105
3384	10 45 ,7	+12 54	10 48 ,3	+12 38	10,2	3,0×3,0	SBa	Leo	
3412	10 48 ,3	+33 41	10 51 ,1	+33 25	10,4	2,5×1,3	SBa	Leo	
3556	11 08 ,7	+55 57	11 11 ,6	+55 41	10,7	8,0×1,5	Sb	UMa	108
3623	11 16 ,3	+13 23	11 18 ,9	+13 07	9,3	8,0×2,0	Sb	Leo	65
3627	11 17 ,6	+13 17	11 20 ,2	+12 59	8,4	8,0×2,5	Sb	Leo	66
3628	11 17 ,7	+13 53	11 20 ,3	+13 36	10,9	12,0×1,5	Sb	Leo	
4736	12 48 ,6	+41 23	12 51 ,0	+41 07	7,9	5,0×3,5	Sb	CVn	94
5194	13 27 ,8	+47 27	13 29 ,9	+47 12	8,1	12,0×6,0	Sc	CVn	51
5195	13 27 ,9	+47 31	13 30 ,0	+47 16	8,4	2,0×1,5	I	CVn	
5457	14 01 ,4	+54 35	14 03 ,2	+54 21	9,6	22×22	Sc	UMa	101

E — eliptiska galaktika

I — neregulāra galaktika

S — spirālveida galaktika

SB — šķērsotā spirālveida galaktika } a, b, c — spirālزارu attīstības pakāpe

laktikām, viegli redzēt atšķirību starp tām. M95 ir vājāka, ar aptuveni viendabīgu virsmas spožumu, kamēr M96 ir labi saskatāma centrālā zvaigžņu kondensācija.

## NGC 3379 — M105 Leo, NGC 3384 Leo

Pagriežot teleskopu tā, lai M96 nonāktu redzeslauka centrā, bet pēc tam turpinoši kustību vēl par apmēram 50 loka minūtēm uz ziemeļiem un 15 loka minūtēm uz austrumiem, samērā viegli var pamanīt vēl divas tuvas galaktikas M105 un NGC 3384. Arī tās var ietvert vienā redzeslaukā ar M96, taču tikai tad, ja izmanto 32 reižu palielinājumu. Lai gan M105 ir par 0,1 zvaigžņlielumu vājāka

nekā M96, to saskatīt ir daudz vieglāk. Tās izmēri ir divas trīs reizes mazāki un virsmas spožums augstāks.

Aptuveni 10 loka minūšu attālumā uz ziemeļaustrumiem no M105 atrodas otra galaktika NGC 3384. Tā ir vājāka, un teleskopā «Micar» labi novērojama tikai šīs spirāliskās galaktikas centrālā daļa. Turpat tuvumā atrodas vēl trešā galaktika NGC 3389, taču tā ir daudz par vāju, lai to ieraudzītu (12<sup>m</sup>,5).

## NGC 3412 Leo

Ja no minētās galaktiku trijotnes teleskopu turpinām griezt iepriekšējā virzienā nedaudz tālāk par vienu grādu, tad ieraugām galak-



3. att. Galaktikas M65 un M66 (attēla apakšā no labās uz kreiso pusi) un NGC 3628 (attēla augšā). (Pēc «Sky and Telescope».)

tiku NGC 3412. To var pieskaitīt pie vidējas grūtības novērojumu objektiem. Ar «Micar» palīdzību var konstatēt, ka šāda galaktika vispār eksistē, bet detaļas saskatīt neizdodas.

#### NGC 3377 Leo

Vēl viena mūsu skatam aizsniedzama galaktika ir NGC 3377. Salīdzinājumā ar iepriekšējo tā ir par 0,1 zvaigžņlielumu vājāka, to-

mēr ieraudzīt to ir vieglāk. Turklāt NGC 3377 atrašanai var izmantot 5,5 zvaigžņlieluma zvaigzni 52 Leo, kas atrodas tikai kādu 20 loka minūšu attālumā uz ziemeļaustrumiem no galaktikas.

Kā redzams, nelielā debess apgabalā ap galaktikām M95 un M96, tās abas ieskaitot, ir izvietojušās sešas galaktikas. Turklāt to savstarpējais tuvums atļauj novērojumos ērti pāriet no vienas pie citas.



4. att. Galaktika NGC 2403 Zirafes zvaigznājā. (Pēc «Kalender für Sternfreunde 1985».)

#### NGC 2903 Leo

NGC 2903 atrodas debess apgabalā, kuru senos laikos cilvēki iztēlojās kā lauvas galvu. Galaktiku viegli atrast, teleskopu pagriežot precīzi uz dienvidiem par pusotru grādu no spožās zvaigznes  $\lambda$  Leo. Abus šos objektus vienā redzeslaukā ietvert gan neizdodas pat tad, ja izmanto minimālu palielinājumu. Galaktika ir spožs objekts. Griežot teleskopu no  $\lambda$  Leo uz dienvidiem un vienlaicīgi skatoties teleskopa okulārā, NGC 2903 uzreiz var pamanīt, tikko tā nonāk redzeslaukā. Lai gan galaktika ir stipri izstiepts objekts, teleskopā «Micar» tā izskatās kā gandrīz apaļš gaismas plankums.

#### NGC 2859 LMi

Galaktika NGC 2859 ir novērojama grūtāk nekā visas iepriekšminētās galaktikas. Novē-

rošanas grūtību ziņā to var pielīdzināt tikai galaktikai NGC 3628.

NGC 2859 atrast ir daudz vieglāk, orientējoties pēc Lūša, nevis Mazā Lāča zvaigznēm un tieši — pēc  $\alpha$  Lyn. Nedaudz uz austrumiem no šīs zvaigznes ļoti tuvu viena otrai atrodas divas 7.—8. zvaigžņlieluma zvaigznes. Tās visas trīs var ietvert vienā redzeslaukā, ja izmanto 32 reižu palielinājumu.

Meklējamā galaktika atrodas starp abām vājajām zvaigznēm. Kad tās atrastas, tad labāk ir izmantot 54 reižu palielinājumu un noteikti sānu redzi, jo tikai šādā veidā izdodas saskatīt pašu galaktiku.

#### NGC 2403 Cam

NGC 2403 ir vienīgā galaktika Zirafes zvaigznājā, kas saskatāma ar teleskopu «Micar». Tas ir interesants novērojumu objekts (4. att.). Galaktika ir diezgan spoža un liela. Vislabāk tā izskatās 54 reižu palielinājumā, kad tā redzama kā apaļš, miglains plankums.

Galaktiku pavērojot uzmanīgāk, var pamanīt, ka miglainā laikā laukumiņa katrā pusē atrodas pa spožam punktam, kuri spēcīgi traucē novērošanu. Ļoti iespējams, ka tās ir zvaigznes, starp kurām atrodas galaktika. Taču iespējams ir arī tas, ka viens no šiem punktiem ir galaktikas centrālā daļa. To būtu interesanti pārbaudīt ar spēcīgāka teleskopa palīdzību, jo tad kļūdišanās iespēja būtu mazāka.

M. Isakovs

## DUBULTZVAIGŽŅU NOVĒROŠANA

Neskatot Mēnesi un planētas, dubultzvaigznes ir visvieglāk atrodami objekti. Ar neapbruņotu aci visās debesis var atrast pāris dubultzvaigžņu, taču jau nelielā binokli katrā zvaigznājā redzamas vairākas dubultzvaigznes. Teleskopā var saskatīt, ka daudzām zvaigznēm ir viens vai vairāki pavadoņi. Lie-

tojot dažādas novērojumu metodes, ir konstatēts, ka vairāk nekā puse visu zvaigžņu ir dubultas, trīskāršas vai pat daudzskāršas.

Astronomi, kas atklāja pirmās dubultzvaigznes, uzskatīja, ka uz vienas skata līnijas tās sagadījušās nejauši un ir savstarpēji nesaisīti objekti. Taču drīz vien pētnieki saprata,



ka dubultzvaigžņu ir pārāk daudz, lai tā varētu būt patiesība. Tagad ir zināms, ka gandrīz visas teleskopā redzamās dubultzvaigznes ir īstas fiziskas dubultzvaigznes, kuru komponenti kosmiskajā telpā atrodas viens otram blakus un riņķo viens ap otru.

Tipiskas dubultzvaigznes komponentiem vajadzīgi simti un pat tūkstoši gadu, lai veiktu apriņķojumu vienam ap otru. Precīziem dubultzvaigznes orbītas aprēķiniem tādēļ nepieciešami novērojumi vismaz pusapriņķojuma garumā. Tā kā precīzi dubultzvaigžņu mērījumi tiek veikti tikai kopš 1820. gada, tad mūsdienās orbītas ir noteiktas aptuveni septiņiem simtiem īsperioda dubultzvaigžņu. Tikai neliela daļa visu dubultzvaigžņu ir optiskās dubultzvaigznes, kuras tikai nejauši projicējas uz debess sfēras viena otrai blakus, bet īstenībā atrodas ļoti dažādos attālumos no mums. Lielākoties tie ir plašie dubultzvaigžņu pāri.

Daudzas skaistas dubultzvaigznes ir saskaņotāmas binokli vai nelielā teleskopā (sk. tabulas). Spožākās dubultzvaigznes ir viegli sameklēt, jo tās ietilpst raksturīgajā zvaigznāja figūrā. Pirmie dubultzvaigžņu novērotāji pamanīja, ka dubultzvaigznes šķiet krāsainākas par parastajām zvaigznēm. Devīnpadsmitā gadsimta debess ceļveži ir pilni ar poētiskiem dubultzvaigžņu aprakstiem. Albireo (Gulbja  $\beta$ ) tiek raksturota kā «zeltaina un safīrzila». Citu zvaigžņu krāsas aprakstītas šādi: Delfina  $\gamma$  — «dzeltensarkana un zaļgana», Herkulesa  $\alpha$  — «oranža un smaragdzaļa», Oriona  $\lambda$  — «dzeltenīga un purpursarkana». Spožo dubultzvaigžņu krāsas vislabāk saskaņotāmas tieši nelielos teleskopos.

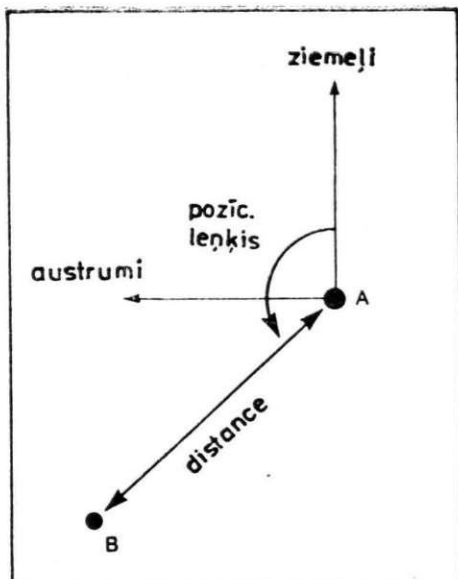
Dienmēl modernā astronomija ir pierādījusi, ka lielākoties šīs krāsas ir ilūzija, kas pamatojas uz kontrasta efektu. Ja divas zvaigznes atrodas cieši blakus, acs pastiprina jebkuras pastāvošās krāsu atšķirības, bet, ja komponenti ir vāji, rada jaunas. Faktiskā dubultzvaigžņu krāsa, tāpat kā parastu zvaigžņu krāsa, ir atkarīga vienīgi no zvaigznes temperatūras. Zvaigzne var būt zilgana, balta, dzeltena, oranža vai sarkanīga. Un tikai. Smaragdzaļas un rubīnsārtas saules, kas apmirdz tālas planētu sistēmas, iespējamas tikai zinātniskajā fantastikā.

## PALIELINĀJUMS UN REDZAMĪBA

Tādu plašu zvaigžņu pāri kā Albireo var izšķirt jau vismazākajā palielinājumā, bet cieši dubultzvaigžņu pāri jāaplūko vislielākajā iespējamā palielinājumā. Jāteic, ka neviens cits astronomisko novērojumu veids neprasa tik pravus palielinājumus. Šā lemesla dēļ ciešās dubultzvaigznes ir ļabi izmantojamas gan teleskopa kvalitātes, gan redzamības (atmosfēras apstākļu) novērtēšanai. Novērotājam ir svarīgi zināt, ko spēj un ko nespēj dot liels palielinājums (sīkāk par to sk. «Amatieru lappusē» «Zvaigžņotās Debess» 1992. gada vasaras numurā). Teleskopa maksimālais lietderīgais palielinājums ir atkarīgs no diviem apstākļiem: no teleskopa diametra, kurš, saprotams, nemainās, un no redzamības apstākļiem, kas mainās no nakts uz nakti un pat no stundas uz stundu. 8 cm un mazākiem teleskopiem izmantojamo palielinājumu ierobežo objektīva izmēri. 10 līdz 20 cm teleskopiem maksimālais palielinājums ir atkarīgs gan no objektīva diametra, gan no redzamības. Ja teleskopa diametrs ir lielāks par 25 cm, izmantojamo palielinājumu pilnībā nosaka atmosfēras apstākļi.

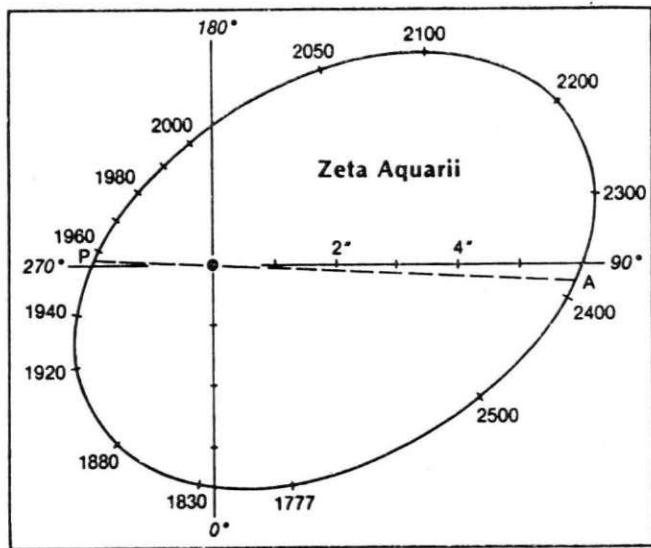
Pirmkārt, aplūkosim objektīva diametra nozīmi. Teleskopa objektīva lēcas vai spoguļa izmēri nosaka zvaigznes difrakcijas diska lielumu un līdz ar to, cik sīkas zvaigznes detaļas būs redzamas teleskopā. Jo lielāks objektīva diametrs, jo mazāki zvaigžņu difrakcijas diski un labāka teleskopa izšķirtspēja. Dubultzvaigžņu novērotāji ātri iegaumē vienkāršu formulu, pēc kuras nosakāma teleskopa izšķirtspēja. Teleskopā var izšķirt atsevišķi dubultzvaigznes komponentus, kuru leņķiskais attālums ir 116 loka sekundes, dalīts ar objektīva diametru (mm). Piemēram, 6 cm teleskopā var izšķirt dubultzvaigznes komponentus, kas atrodas 1",9 attālumā. Pieredzējuši novērotāji spēj izšķirt vēl nedaudz tuvākus zvaigžņu pārus pēc tā, ka abu zvaigžņu kopīgais difrakcijas disks izskatās iegarens.

Teleskopa palielinājumam jābūt tādām, lai zvaigžņu difrakcijas diski būtu viegli saskaņotāmi. Augšējā palielinājuma robeža ir 20 reizes uz vienu objektīva centimetru. Lietot lie-



1. att. Pozīcijas leņķis norāda vājākā dubultzvaigznes komponenta novietojumu attiecībā pret spožāko komponentu.

lāku palielinājumu nav nozīmes, jo tas izšķirtspēju neuzlabo, vienīgi palielina difrakcijas disku redzamos izmērus.

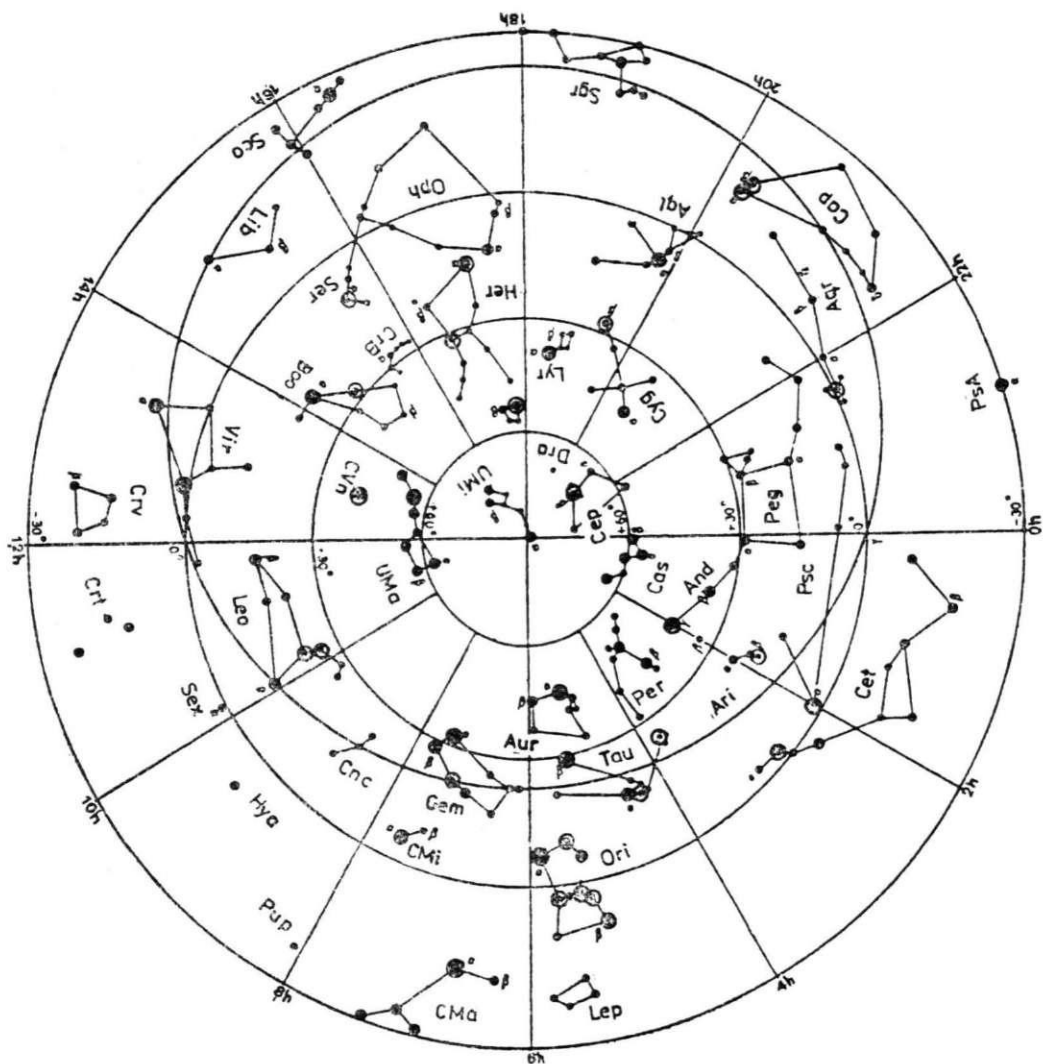


2. att. Dubultzvaigznei Ūdensvīra ζ vajadzīgi 856 gadi, lai veiktu pilnu apriņķojumu.

Otrs faktors, kas ierobežo palielinājumu, ir redzamība. Tajos retajos gadījumos, kad atmosfēras apstākļi ir tuvi ideāliem, zvaigžņu difrakcijas diski ir nekustīgi un skaidri saskatāmi. Bet visbiežāk atmosfēras slāņi atrodas nepārtrauktā kustībā un attēls teleskopa okulārā dreb un mirgo.

Mazā teleskopā, kurā zvaigznei ir liela izmēra difrakcijas diski, slikta redzamības apstākļos attēls tikai lēkā uz visām pusēm. Acs spēj izsekot šīm kustībām, tāpēc ietekme uz instrumenta izšķirtspēju ir neliela. Lielā teleskopā slikta redzamības apstākļos zvaigžņu attēli pilnīgi izplūst un rodas iespaids, ka zvaigzne nav fokusā. Lai liels teleskops tuvotos izšķiršanas robežai, kas aprēķināta pēc iepriekšminētās formulas, redzamībai jābūt ļoti labai vai izcilai. Arī tad zvaigžņu disku izmēri reti kad ir mazāki par vienu loka sekundi.

Kā izvairīties no apstākļiem, kas pasliktina redzamību? Izvēloties novērojumu vietu, pārliecinieties, ka tā atrodas pietiekami tālu no siltā gaisa avotiem — skursteņiem, jumtiem vai piemēram, bruģa, kas sasilis pēcpusdienas saulē. Arī asfaltēts laukums nav labākā vieta astronomiskajiem novērojumiem. Ja iespējams, novērojumiem izvēlieties zālainu vai kokiem apaugušu vietu. Ja teleskops ir iznests no



3. att. Spožāko dubultzvaigžņu karte.

siltas telpas aukstumā, neceriet, ka uzreiz būs iespējams izmantot vislielāko palielinājumu. Atkarībā no teleskopa izmēriem tā atdzišanai vajadzīgas 30—60 minūtes. Velciet siltas drēbes, lai redzamību nesabojātu paša radītās siltuma plūsmas.

Pārējie novērojumu apstākļi nav ietekmējami un ir pilnībā atkarīgi no dabas. Ja

nakts ir dzidra, bet zvaigznes stipri mirgo, redzamība ir slikta. Šādā naktī plānojiot debess dziļu objektu novērojumus, kas neprasa spēcīgus palielinājumus. Redzamība mēdz būt vislabākā dūmakainās naktīs, kad debesis ir vidēji dzidrās. Tas ir pats piemērotākais laiks dubultzvaigžņu novērošanai.

## ZVAIGŽŅU PILNAS DEBESIS

Novērojumu plānošana sākas ar piemērotu zvaigžņu izvēli. Daudzās novērojumu rokasgrāmatās ir plaši dubultzvaigžņu saraksti (sk. Dīriķis M. Pazisti zvaigžņoto debesis! — R.: Zinātne, 1978. — 144 lpp.; Ahnert P. Kleine praktische Astronomie. — Leipzig: J. A. Barth, 1986. — S. 184).

Novērojumiem izvēlieties zvaigznes, kas atrodas pietiekami augstu debesis, jo augstāk virs horizonta ir labāka redzamība. Atzīmējiet izvēlētās zvaigznes savās zvaigžņu kartēs. Izdariet to savlaicīgi! Rokasgrāmatu šķirstīšana asā vējā sarkanā lukturiša gaismā var radīt iespaidu, ka amatieru astronomija ir daudz grūtāka nodarbošanās, nekā tas ir patiesībā.

Kad zvaigzne ir atrasta, aplūkojiet to arvien lielākā palielinājumā, kamēr kļūst izšķirami abi komponenti. Katra dubultzvaigzne debesis ir unikāla. Atšķiras zvaigžņu pāru spožumi, krāsa, komponentu attālumi un izvietojums. Uzkrājot novērojumu pieredzi, jūs iemācīsieties noteikt, cik tālu viens no otra teleskopā meklējami komponenti, kas atrodas, teiksim, piecpadsmit vai trīs loka sekunžu attālumā.

Itin drīz jūs konstatēsiet šādu faktu: jo vairāk atšķiras komponentu spožumi, jo grūtāk tos izšķirt. Nebrīnieties, ja jūs nevarat atrast 9. zvaigžņlieluma pavadoni 3. lieluma zvaigznei, pat ja tie atrodas it kā «vieglā» 5 loka sekunžu attālumā. Pētot dubultzvaigznes, kas sastāv no vājiem komponentiem, izrādīsies, ka reāla teleskopa izšķirtspēja ir mazāka nekā pēc formulas aprēķinātā. To labi ilustrē šāds piemērs: avīzi, kas viegli lasāma dienā, nevar izlasīt vājā apgaismojumā, kaut arī burtu izmēri nav mainījušies. Tas notiek tāpēc, ka vājā apgaismojumā acs receptori vairs nespēj izšķirt sīkas detaļas.

Dubultzvaigžņu sarakstos blakus komponentu savstarpējam attālumam (distancei) tiek uzdots arī pozīcijas leņķis. Tas ir leņķis, kas norāda vājākas zvaigznes novietojumu attiecībā pret spožāko zvaigzni. Leņķi skaita no

ziemeļiem pretēji pulksteņa rādītāja virzienam. Austrumiem atbilst pozīcijas leņķis 90°, dienvidiem 180°, rietumiem 270°. Piemēram, 1. attēlā B komponenta pozīcijas leņķis ir 132°.

Lai noteiktu pozīcijas leņķi, jāzina, kā teleskopa redzeslaukā izvietotas debespuses. Atcerieties, ka, novērotājam pakustinot teleskopu virzienā uz Polārzvaigzni, zvaigznes redzeslaukā ienāk no ziemeļiem. Tāpat, pakustinot teleskopu virzienā uz austrumiem, zvaigznes redzeslaukā ienāk no austrumu puses. Ir interesanti pašam noteikt dubultzvaigžņu pozīcijas leņķus un salīdzināt tos ar tabulās minētajiem. Tajos gadījumos, kad otrs dubultzvaigznes komponents ir vājš vai atrodas tuvu galvenajai zvaigznei, pozīcijas leņķis palīdzēs to sameklēt.

Lielākajai daļai dubultzvaigžņu savstarpējais stāvoklis maz mainās pat gadsimtu laikā. Citām zvaigznēm stāvokļa izmaiņas var pamānīt jau pēc dažiem gadiem vai gadu desmitiem. Visātrāk riņķo ciešie dubultzvaigžņu pāri. Šā iemesla dēļ dati par ciešajām dubultzvaigznēm noveco. Trešajā tabulā ātri riņķojošajām dubultzvaigznēm uzrādīta 1993. gada pozīcija. Pēc desmit gadiem tām zvaigznēm, par kurām teikts, ka to stāvoklis mainās, pozīcijas leņķis atšķirsies no tabulā dotā par pāris grādiem, bet distance par kādu loka sekundes desmitdaļu. Zvaigznēm ar ātru orbitālo kustību pēc desmit gadiem faktiskais stāvoklis atšķirsies no tabulā dotā par vairākiem grādu desmitiem un vairākām loka sekundes desmitdaļām (2. att.). Visātrākā ir Herkulesa ζ, kas veic vienu apriņķojumu 34 gados. Ātri riņķojošo dubultzvaigžņu novērojumi ir viens no nedaudzajiem gadījumiem amatieru astronomijā, kad par zvaigžņu kustību iespējams pārliecināties paša acīm. Atzīmējiet komponentu izvietojumu savās novērojumu piezīmēs un atkārtojiet šo novērojumu pēc dažiem gadiem. Iespējams, ka tad jūsu interešu lokā jau būs citi astronomiskie objekti, tomēr šis novērojums noteikti atsauks atmiņā pirmo iepazīšanos ar krāsaino dubultzvaigžņu pasauli.

## Ar neapbruņotu aci redzamās dubultzvaigznes

Zvaigzne	Rektascensija (2000)	Deklinācija (2000)	Spožākais komponents	Vājākais komponents	Distance, loka min	Pozīcijas leņķis	Fiziska vai optiska sistēma	Piezīmes
Vērša $\theta$	4 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> ,7	+15°52'	3 <sup>m</sup> ,6	4 <sup>m</sup> ,0	5',6	346°	f	Hiādēs
Vērša $\sigma$	4 39 ,3	+15 55	4 ,7	5 ,1	7 ,2	14	f	Hiādēs
L. Lāča $\xi$ -g	13 23 ,9	+54 55	2 ,3	4 ,0	11 ,8	72	o	Micars un Alkors
Liras $\epsilon$	18 44 ,4	+39 39	4 ,4	4 ,8	3 ,5	172	f	teleskopā četrkārsa
Gulbja $\omega$	20 13 ,6	+46 44	4 ,0	5 ,0	5 ,6	323	?	binokli vēl viena zvaigzne
Mežāža $\alpha$	20 18 ,1	-12 33	3 ,6	4 ,2	6 ,3	291	o	zemu pie horizonta

## Spožākās dubultzvaigznes binokli

Zvaigzne	Rektascensija (2000)	Deklinācija (2000)	Kopējais spožums	Spožākais komponents	Vājākais komponents	Distance, loka s	Pozīcijas leņķis	Piezīmes
Vērša $\eta$	3 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> ,5	+24°06'	2 <sup>m</sup> ,8	2 <sup>m</sup> ,9	6 <sup>m</sup> ,2	117''	289°	Alcione
Vērša $\kappa$	4 25 ,4	+22 18	3 ,9	4 ,2	5 ,3	340	—	Plejādēs fizisks pāris
Vērša $\tau$	4 42 ,2	+22 57	4 ,2	4 ,3	7 ,3	63	214	optiska?
Oriona $\delta$	5 32 ,0	- 0 18	2 ,5	2 ,5	7 ,0	53	359	Oriona Jostā
Oriona $\theta$	5 35 ,4	- 5 24	4 ,2	4 ,9	5 ,1	135	314	teleskopā vairākas teleskopā vēl trešā
Oriona $\sigma$	5 38 ,7	- 2 36	3 ,7	3 ,8	6 ,7	42	61	optisks pāris
Lauvas $\zeta$	10 16 ,7	+23 25	3 ,3	3 ,4	5 ,9	328	—	zemu pie horizonta
Svaru $\alpha$	14 50 ,9	-16 02	2 ,7	2 ,8	5 ,3	231	314	fizisks pāris
Vēršu Dzinēja $\mu$	15 24 ,5	+37 23	4 ,2	4 ,3	6 ,5	109	171	fizisks pāris
Pūķa $\nu$	17 32 ,2	+55 11	4 ,1	4 ,9	4 ,9	62	312	fizisks pāris
Liras $\zeta$	18 44 ,8	+37 36	4 ,0	4 ,3	5 ,7	44	150	pie Vegas
Liras $\beta$	18 50 ,1	+33 22	3 ,3 <sub>v</sub>	3 ,4 <sub>v</sub>	6 ,7	46	149	maiņzvaigzne tālāk
Gulbja $\omega$	20 13 ,6	+46 44	3 ,9	4 ,0	6 ,9	107	173	trešā — spožāka optisks pāris
Mežāža $\beta$	20 21 ,0	-14 47	3 ,0	3 ,1	6 ,2	205	267	optisks pāris
Cefeja $\delta$	22 29 ,2	+58 25	3 ,8 <sub>v</sub>	3 ,8 <sub>v</sub>	7 ,5	41	192	cefeida

## Spožākās dubultzvaigznes teleskopā

Zvaigzne	Rektascensija (2000)	Deklinācija (2000)	Kopējais spožums	Spožākais komponents	Vajākais komponents	Distance, lokals	Pozīcijas leņķis	Komponentu krāsa*	Piezīmes
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kasiopejas $\eta$	0 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> ,1	+57°49'	3 <sup>m</sup> ,7	3 <sup>m</sup> ,7	7 <sup>m</sup> ,5	12",9	313°	Dz, Pr	ātra orbitālā kustība
Auna $\gamma$	1 53 ,5	+19 18	4 ,1	4 ,8	4 ,9	7 ,9	0	Bl, Bl	
Zivju $\alpha$	2 02 ,0	+ 2 46	3 ,9	4 ,3	5 ,3	1 ,6	270	Bl, Bl	stāvoklis mainās optiskā?
Andromedas $\gamma$	2 03 ,9	+42 20	2 ,3	2 ,4	5 ,1	9 ,8	63	Or, GZ	
Valzivs $\gamma$	2 43 ,3	+ 3 14	3 ,6	3 ,7	6 ,4	2 ,8	296	Bl, —	
Oriona $\eta$	5 24 ,5	- 2 24	3 ,4	3 ,7	5 ,1	1 ,5	84	ZB, —	
Oriona $\lambda$	5 35 ,1	+ 9 56	3 ,5	3 ,7	5 ,7	4 ,3	43	Dz, Pr	
Oriona $\theta^1$	5 35 ,3	- 5 23	5 ,1	5 ,4	6 ,8	13 ,0	132	ZB, ZB	Oriona Trapece
Oriona $\theta^2$	5 35 ,4	- 5 25	4 ,9	5 ,2	6 ,5	52 ,0	92	ZB, ZB	
Oriona $\iota$	5 35 ,4	- 5 55	2 ,9	2 ,9	7 ,4	11 ,4	141	Bl, Bl	optiskā?
Oriona $\sigma$	5 38 ,7	- 2 36	3 ,7	3 ,8	6 ,9	12 ,9	84	Bl, Bl	talāk trešā zvaigzne
Oriona $\zeta$	5 40 ,8	- 1 57	2 ,0	2 ,1	4 ,2	2 ,4	162	ZB, ZB	
Dviņu $\delta$	7 20 ,1	+21 53	3 ,5	3 ,5	8 ,1	5 ,9	224	Dz, Pr	stāvoklis mainās ātra orbitālā kustība optiskā?
Dviņu $\alpha$	7 34 ,6	+31 53	1 ,6	2 ,0	3 ,0	3 ,3	69	Bl, Bl	stāvoklis mainās ātra orbitālā kustība optiskā?
Vēža $\iota$	8 46 ,7	+28 46	4 ,1	4 ,2	6 ,8	30 ,4	307	Dz, GZ	
Lūša 38	9 18 ,8	+36 48	3 ,8	4 ,0	6 ,0	2 ,7	230	Bl, —	
Lauvas $\gamma$	10 20 ,0	+19 50	2 ,3	2 ,6	3 ,8	4 ,4	124	Dz, Dz	stāvoklis mainās ātra orbitālā kustība optiskā?
Jaunavas $\gamma$	12 41 ,7	- 1 27	2 ,9	3 ,7	3 ,7	2 ,7	283	DB, DB	stāvoklis mainās ātra orbitālā kustība optiskā?
Medību Suņu $\alpha$	12 56 ,0	+38 19	2 ,8	2 ,9	5 ,5	19 ,8	228	Dz, Vi	
L. Lāča $\zeta$	13 23 ,9	+54 56	2 ,2	2 ,4	4 ,1	14 ,4	151	Bl, Bl	Micars
Vēršu Dzinēja $\epsilon$	14 45 ,0	+27 04	2 ,6	2 ,7	5 ,3	2 ,7	337	Dz, Za	
Cūskas $\delta$	15 34 ,8	+10 32	3 ,9	4 ,2	5 ,3	3 ,9	179	DB, DB	
Herkulesa $\zeta$	16 41 ,3	+31 36	3 ,0	3 ,1	5 ,7	1 ,5	67	Dz, —	ātra orbitālā kustība spožākā ir maiņzvaigzne stāvoklis mainās
Herkulesa $\alpha$	17 14 ,6	+14 23	3 ,4v	3 ,5v	5 ,7	4 ,5	108	Or, Za	
Liras $\epsilon_1$	18 44 ,3	+39 40	4 ,8	5 ,1	6 ,2	2 ,6	352	Bl, Bl	stāvoklis mainās
Liras $\epsilon_2$	18 44 ,4	+39 37	4 ,4	5 ,1	5 ,3	2 ,4	78	Bl, Bl	stāvoklis mainās
Cūskas $\theta$	18 56 ,2	+ 4 12	3 ,9	4 ,5	4 ,9	22 ,2	104	DB, DB	
Gulbja $\beta$	19 30 ,7	+27 58	3 ,1	3 ,2	5 ,3	34 ,5	55	Dz, GZ	optiskā?
Delfīna $\gamma$	20 46 ,6	+16 07	4 ,1	4 ,5	5 ,4	9 ,8	268	Or, Za	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cefeja $\beta$	21 28 ,7	+70 34	3 ,3	3 ,3	7 ,9	12 ,9	249	ZB, ZB	optiskā?
Udens- vīra $\zeta$	22 28 ,8	- 0 01	3 ,7	4 ,4	4 ,6	1 ,9	200	DB, DB	ātrā or- bitālā kustība

\* Bl — balta, Dz — dzeltena, Or — oranža, Pr — purpura, Za — zaļa, Vi — violeta, DB — dzeltenbalta, DZ — dzeltenzaļa, ZB — zilganbalta, GZ — gaiši zila.

Pēc ārzemju preses materiāliem  
sagatavojis I. Vilks

## VASARAS NOVĒROŠANAS NOMETNE «ĒRĢĻA BETA'92»

No 1992. gada 7. līdz 10. augustam Siguldā notika jauno astronomu vasaras novērošanas nometne «Ērģļa beta '92». Si ir jau ceturtnā nometne, iepriekšējās divas notika Ērģļu apkaimē, un tā arī nometne ieguva savu nosaukumu. Sogad par norises vietu bija izraudzīta Sigulda, jo tur atrodas Latvijas Astronomijas un ģeodēzijas biedrības observatorija, kurā jaunos astronomus viesmīgi uzņēma un izmitināja biedrības prezidents M. Dirīķis ar kundzi. Nometne pēc tradīcijas darbojas augustā, jo tad vislabāk novērojamas perseīdas.

Nometnē pulcējās kopā divdesmit pieci cilvēki no Rīgas, Kuldīgas, Saldus, Jelgavas, Cēsim, Valmieras un Daugavpils. Jaunākajiem dalībniekiem bija 12 gadi, bet lielākā daļa bija vecāko klašu skolēni un Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes studenti. Lai gan amatieru astronomija vairāk ir vīriešu aizraušanās, par zvaigznēm bija ieinteresējušās arī divas jaunkundzes. Nometne ilga trīs nakts un dienas. Pagājušajā vasarā laba laika netrūka, tomēr šis dienas izcēlās ar īpaši dzidrām un skaidrām debesīm.

Pirmajā naktī novērotāju entuziasms bija vislielākais. Ar Siguldas observatorijas 13 cm refraktoru, Buša refraktoru, teleskopu «Micar» (abiem pēdējiem objektīva diametrs ir 11 cm) un lielu daudzumu binokļu jaunie astronomi

apskatīja burtiski visus ievērojamākos debess objektus, to skaitā zvaigžņu kopas Perseja un Herkulesa zvaigznājā, Sietiņu, gan ar nepbruņotu aci, gan tikai teleskopā redzamās dubultzvaigznes, tālo Andromedas galaktiku, planētas — sarkanīgo Marsu un gredzenoto Saturnu. Binokli zemu Strēlnieka zvaigznājā izdevās atrast arī Urānu. Divi nometnes dalībnieki novērojumos izmantoja savus pašdarinātos teleskopus. Vakaros dienvidu pamalē spīdēja pieaugošs Mēness, kura krāteri un jūras teleskopā izskatījās ļoti skaisti, bet pēc Mēness rieta visu debess jūmu piepildīja Piena Ceļš un milzīgs daudzums zvaigžņu. Pie tumšajām debesīm nepieradušajiem ridzīniekiem brīžiem bija pat grūti tajās orientēties. Pēc novērojumiem mazāk nogurušie devās nakts pastaigā, kuras laikā redzēja spožu bolīdu. Tā pēda vēl pusminūti bija redzama pāri koku galotnēm.

Otrajā naktī notika rūpīgi un sistemātiski dubultzvaigžņu, planētu un debess dziļu objektu novērojumi, iepazīšanās ar zvaigznājiem. Trešajā vakarā traucēja mākoņi un gandrīz pilns Mēness, tāpēc novērojumus turpināja tikai izturīgākie. Viņu pacietību atalgoja ļoti spožs bolīds, kas uzliesmoja pilnmēness spožumā, ar gaismu pieliedams visu apkaimi.

Viens no svarīgākajiem uzdevumiem bija perseīdu novērošana. Trijās nakts meteoru novērotāji saskatīja vairāk nekā simts kritošās zvaigznes, dati par 60 meteoriem paredzēti tālākai apstrādei. Lielākā daļa nometnes dalībnieku iemitinājās teltīs, daži nakšņoja romantiskos apstākļos teleskopa paviljonā.

Ar nakts novērojumiem nometnes program-



Notiek priekšlasījums par Sauli.

ma vēl nebija izsmelta. Kārtīgi izgulējušies dalībnieki devās pārgājienos uz Krimuldu, Turaidu, Velna'alu, pa Vējupītes un Daudās gravām. Dienā notika Saules plankumu novērojumi. Sai nolūkā vienā telti tika iekārtota Saules observatorija. Nā rītiem un vakaros ar priekšlasījumiem uzstājās pieredzējuši ama-

tieri un profesionāli astronomi. Astronomijas amatieris L. Garkulis demonstrēja aparāturu Saules fotografēšanai un stāstīja, kādus rezultātus ar to var iegūt. Leonids Roze ieviesa skaidrību jautājumā par astronomiskajām laika skaitīšanas sistēmām un precizā laika noteikšanu. E. Mūkina plašo stāstījumu par modernajiem teleskopiem papildināja teleskopa paviljonā demonstrētie diapozitīvi. N. Cimahičeva savā interesantajā priekšlasījumā aplūkoja parādības uz Saules un to ietekmi uz Zemes procesiem. Par Siguldas observatorijas vēsturi, novērojumiem un instrumentiem runāja M. Dirīķis. Vēl programmā bija teleskopu skate, stāstījums par iepriekšējo gadu nometnēm un diapozitīvi ar neparastiem Saules rietiem.

Noslēgumā pie kopīgā klišēra nometnes dalībnieki izteica vēlēšanos 1993. gadā tikties atkal.

I. Vilks, nometnes vadītājs

## JAUNUMI ISUMA

## JAUNUMI ISUMA

## JAUNUMI ISUMA

● Havaju salās 4,2 km augstajā Maunakea virsotnē sācis darboties pilnā konfigurācijā pasaules lielākais redzamā un infrasarkanā starojuma teleskops — par Viljama Keka fonda līdzekļiem uzbūvētais instruments, kura 10 m objektīvs sastāv no trīsdesmit sešiem 1,8 m platiem sešstūrveida spoguļiem. Automātiskā sistēma, kam darba gaitā nekaitīgi jāmēra un tūdaļ jānovērš šīs optiskās mozaikas deformācijas, funkcionē apmierinoši: objektīvs spēj savākt 80% zvaigznes gaismas aplīti, kura diametrs nepārsniedz 0,6" (pēc spoguļu balstu un visas sistēmas papildu regulēšanas tas varētu vēl nedaudz samazināties). Tādējādi pēc attēla kvalitātes 10 m teleskops ar segmentēto objektīvu ir, vidēji ņemot, līdzvērtīgs lielajiem teleskopiem ar vienlaidu objektīvu. Konkrēti, tas pārspēj Krievijā būvēto 6 m teleskopu (gaismas aplīša diametrs ap 1"), bet atpaliek no 70. un 80. gados uzbūvētajiem rietumvalstu 3,5—4 m teleskopiem (vairumam 0,35—0,5") un sevišķi — no visjaunākā Rietumeiropas 3,5 m teleskopa NTT (tikai 0,1"! ). Jaunā amerikāņu teleskopa galvenā priekšrocība ir spēja savākt vairāk gaismas, tādēļ to izmantos lielākoties spektroskopiskiem novērojumiem.

● Ar «lielo kosmisko observatoriju» GRO debess apskates gaitā atklāts jauns izcili spēcīgs gamma starojuma avots, kurš nav bijis novērojams agrīno gamma observatoriju SAS-2 un COS-B darbības periodā. Par agrāk atklāto izcili spēcīgo avotu Geminga noskaidrots, ka tas, būdams spožs augstas enerģijas gamma staros un, pēc citu pavadītu datiem, arī rentgenstaros, praktiski neizstaro intervālā starp šiem diapazoniem — vidējas enerģijas gamma staros. Kosmiskā gamma starojuma uzliesmojumi reģistrēti gandrīz ik dienu, turklāt to avoti, pretrunā ar dažu agrāko pētījumu rezultātiem, izrādījušies vienmērīgi izkaisīti pa visu debesi. Ar gamma uzliesmojumu monitoru arī atklāta 1992. gadā Perseja zvaigznājā uzliesmojusi rentgennova.



# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

## 1993. GADA PAVASARĪ

Pagājuši aukstie ziemas mēneši, un dabā atkal jūtama zināma rosība. Sērsnu mēnesis (marts) jau tuvojas beigām. 20. martā pl. 16<sup>h</sup>41<sup>m</sup> pēc Latvijas laika Saule atgriežas ziemeļu puslodē, pēc tāla un ilga ziemas ceļojuma ievadot jaunu ciklu dabas norisēs. Tas tad arī ir astronomiskā pavasara sākums. Šo dienu dēvē arī par Lielo dienu, un tad Saule lec austrumos un diena kļūst garāka par nakti. Turpat klāt arī Māras diena (25. marts), kad mostas visa dzīvā radība. Sajā dienā jāceļas agri, lai lācis mozdamiem mums neatdotu savu miegu. Saulei lecot, jāmazgājas avotā, kas tek pret Sauli, un jāskrien trīsreiz ap māju basām kājām, lai kļūtu veselīgs un nebūtu miegains. Ar katru dienu saulīte ceļas aizvien augstāk un diena kļūst garāka, bet nakts īsāka. Sulu mēnesim (aprīlim) seko lapu mēnesis (maijs), un tad klāt arī ziedu mēnesis (jūnijs) ar Ziedu jeb Jāņu dienu. Arī šo brīdi raksturo īpašs Saules stāvoklis — vasaras saulgrieži. Viss cilvēka mūžs un dabas ritējums kopumā visciešākajā veidā ir saistīts ar astronomiskajām parādībām — Saules, planētu un zvaigžņu savstarpējo stāvokli un mijiedarbībām.

## PAVASARA ZVAIGZNĀJI

Pavasara sākuma tumšajās naktīs veroties debesīs, šķiet, ka zvaigžņu miljoni un miljardi izkaisīti pa debess jumu. Mūsu dzimtā pla-

nēta Zeme tad liekas tik maza un neaizsargāta. Jau mūsu tālie senči bija ievērojuši, ka redzamais savstarpējais spīdekļu izvietojums cilvēka mūža laikā būtiski neizmainās. Tikai daži no tiem pārvietojas attiecībā pret zvaigžņu fonu: Mēness — Zemes pavadonis, planētas un asteszvaigznes — komētas. Tiesa, debess izskats ir atkarīgs no gadalaika un diennakts stundas. Arī to spīdekļu, kuri redzami ar neapbruņotu aci, nav nemaz tik daudz — ziemeļu puslodē apmēram trīs tūkstoši zvaigžņu. Senie romieši un grieķi redzamajā zvaigžņu izvietojumā saskatīja zvēru, putnu un mitoloģisku būtņu tēlus. Tā radās sākotnējais zvaigžņotās debess dalījums zvaigznājos, kas pat nespeciālistam bez jebkādam palīgierīcēm ļauj samērā precīzi orientēties spīdekļu izvietojumā. Daudzi no senajiem zvaigznāju nosaukumiem ir saglabājušies līdz pat mūsdienām. No pavasara zvaigznājiem tādi ir Vēršu Dzinējs, Jaunava, Hidra, Krauklis, Kauss un Vēzis.

Arī latvietis senatnē ir bijis dabas bērns un, kā liecina tautasdziesmas, ne sliktāk par svešzemju mācītajiem vīriem pārzinājis spīdekļu pasauli. Katrs zemnieks bija iegaumējis raksturīgāko zvaigznāju un zvaigžņu grupu stāvokļus, ko izmantoja, gan nosakot dažādu zemesdarbu sākumu, gan novērtējot diennakts stundu. Tādi dainu tēli kā Dieva dēls, Saules meita, Ūsiņa jeb Saules zirgi, Jānit's, Auseklītis ir zvaigznāju, zvaigžņu grupu vai atsevišķu spīdekļu latviskie nosaukumi. Stundu

noteikšanai pulksteņa vietā latvietis bieži izmantojis Sietiņa un Lielo Greizo Ratu stāvokli.

Pavasara sākumā vakaros debess rietumu pusē vēl ir redzami ziemas zvaigznāji, taču tie riet arvien ātrāk pēc Saules rieta. Visu dienviņu pusi jau aizņem jauni — pavasara zvaigznāji. No maija beigām krēsla gan ilgst visu nakti un debess ir tik gaiša, ka saskatāmas tikai spožākās zvaigznes.

Pavasara vakaros Lielo Greizo Ratu zvaigznājs redzams gandrīz virs galvas — zenītā. Mazliet zemāk ziemeļu pusē atrodas Mazie Greizie Rati ar Polārzvaigzni. Vēl zemāk pie apvāršņa — Kasiopejas zvaigznājs. Turpat saskatāms Cefejs, bet pa labi no Mazajiem Greizajiem Ratiem — Pūķis.

Debess dienviņu pusē uz citu zvaigžņu fona sevišķi izceļas trīs zvaigznes — Reguls, Arkturs un Spika. Tās ir visraksturīgāko pavasara zvaigznāju — Lauvas, Vēršu Dzinēja (2. att.) un Jaunavas spožākās zvaigznes. Drošākais orientieris pie debesīm arī pavasarī ir Lielie Greizie Rati. Iztēlē pagarinot Lielo Greizo Ratu disteli, mēs nonākam pie spožākās no minētajām zvaigznēm — Arktura — Vēršu Dzinēja  $\alpha$ . Tālāk turpinot šo pagarinājuma loku uz leju, nonākam pie Spikas — Jaunavas spožākās zvaigznes. Pa labi no Vēršu Dzinēja (zem Lielajiem Greizajiem Ratiem) atrodas Lauvas zvaigznājs. Ja iztēlē savienosim trīs minētās pavasara debess spožākās zvaigznes, izveidosies liels vienādsānu trijstūris — pavasara trijstūris.

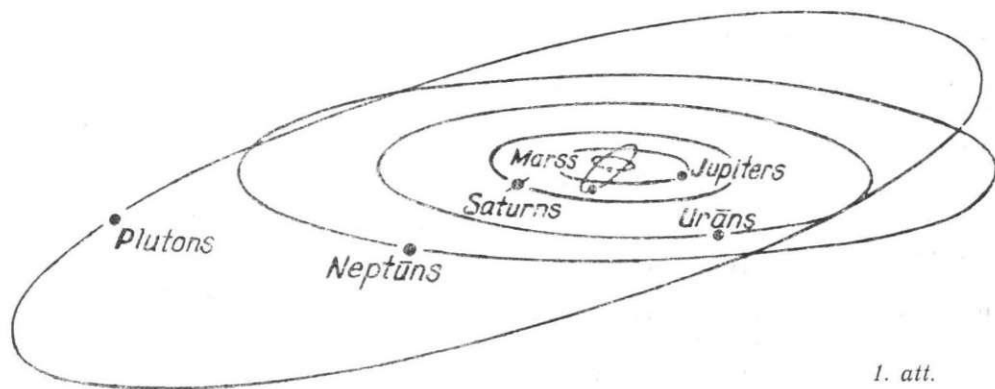
Lauva un Jaunava ir zodiaka zvaigznāji, t. i.,

zvaigznāji, kurus savā šķietamajā kustībā pie debess sfēras šķērso Saule. Jaunavas zvaigznājā atrodas arī t. s. rudens punkts — debess ekvatora un ekliptikas krustpunkts, kurā Saule nonāk septembra beigās, pārejot no ziemeļu puslodes dienviņu puslodē.

## PLANĒTAS

Planētas novērošanas apstākļi atkarīgi no Zemes, Saules un planētas savstarpējā stāvokļa. Iekšējās planētas — Merkurs un Venēra — vislabāk novērojamas vislielākās elongācijas momentos, t. i., kad tās, no Zemes skatoties, atvirzījušās vistālāk uz vienu vai otru pusi no Saules. Ārējās planētas turpretim vislabāk novērojamas opozīcijas momentos, t. i., tad, kad planētas, no Zemes skatoties, atrodas tieši diametrāli pretim Saulei. Vēl izšķir t. s. konjunktiju, kad planēta un Saule atrodas, no Zemes skatoties, vienā virzienā. Konjunktijas momentā un tā tuvumā planēta nav redzama.

**Merkurs** novērojams ar grūtībām, jo atrodas tuvu spožajai Saulei pat lielākajā rietumu un austrumu elongācijā. 5. aprīlī planēta atrodas lielākajā rietumu elongācijā ( $28^\circ$ ) un tā tad novērojama vislabāk. To var mēģināt saskatīt (taču diez vai izdosies) vakaros pēc Saules rieta Valzivs zvaigznājā kā  $+0^m.4$  spožuma spīdekli. 16. maijā Merkurs atrodas aiz Saules (augšējā konjunktija). Jūnija beigās pārvietojas uz Dvīņu zvaigznāju.



1. att.

**Venēra** pavasara sākumā nav novērojama, jo 1. aprīlī tā atrodas starp Zemi un Sauli (apakšējā konjunkcija). Maijā pārvietojas uz Zivju zvaigznāju un novērojama no rītiem kā  $-4^m.6$  spīdekļis. Jūnijā gandrīz cauru nakti redzama Auna zvaigznājā.

**Marss** martā atrodas Dvīņu zvaigznājā, un tā redzamais spožums ir  $+0^m.3$ . Vispār pavasara sākumā Marsa novērošanas apstākļi ir vislabvēlīgākie, jo gada sākumā tas bija opozīcijā un tāpēc novērojams gandrīz visu nakti. Aprīlī sarkanā planēta pārvietojas uz Vēža zvaigznāju, bet jūnijā — uz Lauvas zvaigznāju. Tā redzamais spožums pakāpeniski samazinās — jūnijā jau  $+1^m.5$  —, un Marss ir novērojams tikai vakarā. 31. martā, 28. aprīlī un 27. maijā Marss atrodas konjunkcijā ar Mēnesi, vidēji  $6^\circ$  uz ziemeļiem, tātad Zemes pavadoņš šoreiz ir «zirga» lomā, bet Marss — «jātņieka».

**Jupiters** visu pavasari atrodas Jaunavas zvaigznājā un ir novērojams gandrīz augu nakti. 30. martā planēta ir opozīcijā, tātad novērošanas apstākļi ir vislabvēlīgākie. Maksimālais redzamais spožums  $-2^m.4$ . Jupitera vidējie leņķiskie izmēri ir 19 loka sekundes. 6. aprīlī, 3. maijā un 30. maijā Jupiters atrodas konjunkcijā ar Mēnesi  $-7^\circ$  uz ziemeļiem no tā.

**Saturns** februāra sākumā atrodas aiz Saules (konjunkcija) un martā novērojams tikai no rītiem Ūdensvira zvaigznājā kā  $+0^m.8$  spožuma objekts. Novērošanas apstākļi pakāpeniski uzlabojas, un jūnijā Saturns turpat Ūdensvirā ir redzams gandrīz visu nakti, 19. augustā nonākot opozīcijā.

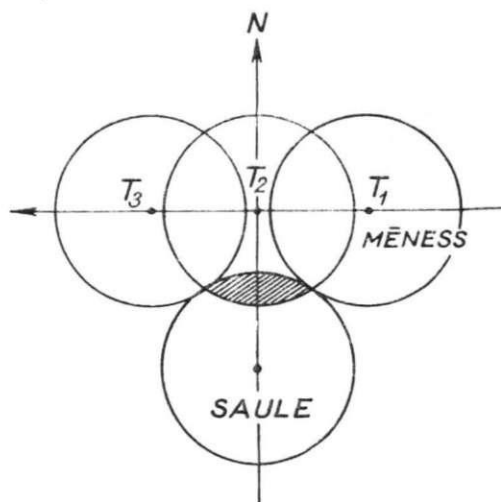
**Urāns** pavasarī atrodas Strēlnieka zvaigznājā. Martā novērojams no rītiem zemu pie apvāršņa kā  $+5^m.7$  spožuma objekts. Jūnijā redzams augu nakti un 12. jūlijā ir opozīcijā.

## APTUMSUMI

1. **Daļējs Saules aptumsums 21. maijā.** Redzams Austrumeiropā un Skandināvijā, Rie-



2. att. Pavasara zvaigznāji Vēršu Dzinējs un Ziemeļu Vainags virs Riekstukalna Smita teleskopa.



3. att. Mēness redzamais ceļš Rīgā 21. maijā aptumsuma laikā.  $T_1$  — aptumsuma sākums (1. kontakts);  $T_2$  — maksimālās fāzes moments;  $T_3$  — aptumsuma beigas (4. kontakts). N — virziens uz ziemeļiem.

tumsibirijā, Ziemeļamerikā, Grenlandē, Ziemeļu Ledus, Klusajā un Atlantijas okeānā. Novērojams arī Latvijā. Tā norise Rīgā būs šāda.

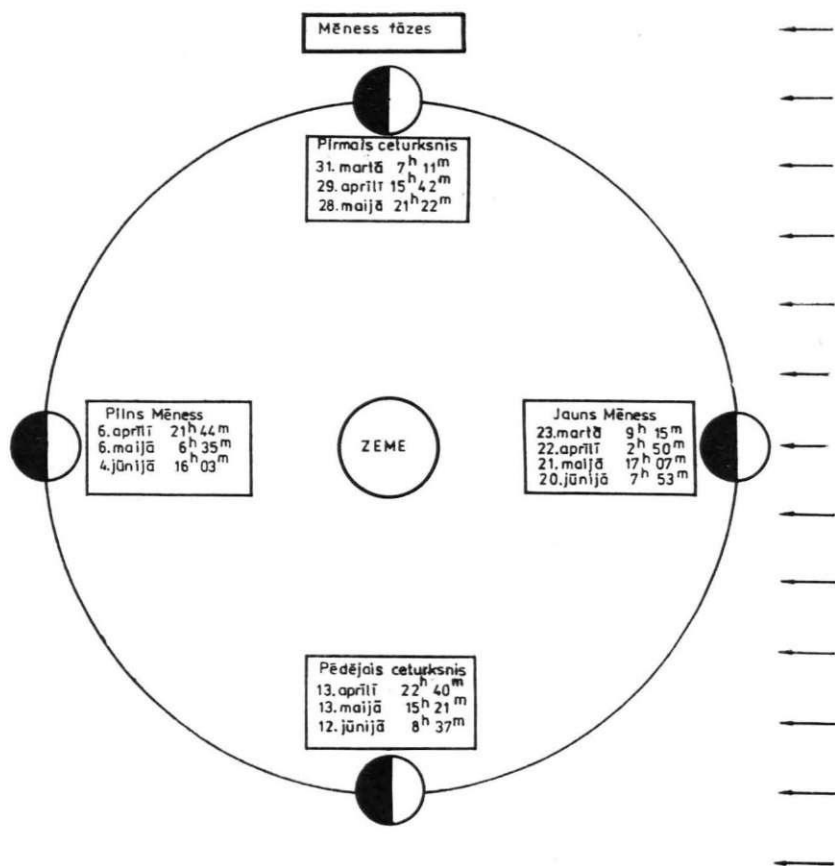
Daļēja aptumsuma sākums 17<sup>h</sup>55<sup>m</sup>  
 Vislielākās fāzes moments 18<sup>h</sup>34<sup>m</sup>  
 Daļēja aptumsuma beigas 19<sup>h</sup>12<sup>m</sup>  
 Aptumsuma vislielākā fāze ir 0.2. Tas no-

zīmē, ka 0.2 no Saules redzamā diametra būs aptumšotas (3. att.).

2. **Pilns Mēness aptumsums 4. jūnijā.** Ja šajā dienā jūs atrodaties Antarktīdā, Filipīnu salās, Austrālijā vai Aļaskā, varat papriecāties par šo dabas parādību. Latvijā nav novērojama.

## MĒNESS

Mēness fāzes parādītas 4. attēlā.



4. att. Mēness fāzes.

## MĒNESS IEIEŠANA ZODIAKA ZĪMĒS

23. martā	4 <sup>h</sup>	♈	Auns	7. maijā	7 <sup>h</sup>	♏	Strēlnieks
25. martā	16 <sup>h</sup>	♉	Vērsis	9. maijā	10 <sup>h</sup>	♐	Mežāzis
28. martā	4 <sup>h</sup>	♊	Dviņi	11. maijā	19 <sup>h</sup>	♑	Ūdensvīrs
30. martā	12 <sup>h</sup>	♋	Vēzis	14. maijā	6 <sup>h</sup>	♒	Zivis
1. aprīlī	17 <sup>h</sup>	♌	Lauva	16. maijā	18 <sup>h</sup>	♈	Auns
3. aprīlī	19 <sup>h</sup>	♍	Jaunava	19. maijā	6 <sup>h</sup>	♉	Vērsis
5. aprīlī	19 <sup>h</sup>	♎	Svari	21. maijā	16 <sup>h</sup>	♊	Dviņi
7. aprīlī	19 <sup>h</sup>	♏	Skorpions	24. maijā	0 <sup>h</sup>	♋	Vēzis
9. aprīlī	20 <sup>h</sup>	♐	Strēlnieks	26. maijā	5 <sup>h</sup>	♌	Lauva
12. aprīlī	1 <sup>h</sup>	♑	Mežāzis	28. maijā	9 <sup>h</sup>	♍	Jaunava
14. aprīlī	11 <sup>h</sup>	♒	Ūdensvīrs	30. maijā	11 <sup>h</sup>	♎	Svari
16. aprīlī	23 <sup>h</sup>	♓	Zivis	1. jūnijā	13 <sup>h</sup>	♏	Skorpions
19. aprīlī	11 <sup>h</sup>	♈	Auns	3. jūnijā	16 <sup>h</sup>	♐	Strēlnieks
21. aprīlī	23 <sup>h</sup>	♉	Vērsis	5. jūnijā	20 <sup>h</sup>	♑	Mežāzis
24. aprīlī	9 <sup>h</sup>	♊	Dviņi	8. jūnijā	4 <sup>h</sup>	♒	Ūdensvīrs
26. aprīlī	18 <sup>h</sup>	♋	Vēzis	10. jūnijā	14 <sup>h</sup>	♓	Zivis
29. aprīlī	0 <sup>h</sup>	♌	Lauva	13. jūnijā	2 <sup>h</sup>	♈	Auns
1. maijā	3 <sup>h</sup>	♍	Jaunava	15. jūnijā	15 <sup>h</sup>	♉	Vērsis
3. maijā	4 <sup>h</sup>	♎	Svari	18. jūnijā	0 <sup>h</sup>	♊	Dviņi
5. maijā	5 <sup>h</sup>	♏	Skorpions	20. jūnijā	7 <sup>h</sup>	♋	Vēzis

L. Začs

## PIRMO REIZI «ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ»

**Ingrīda HENIŅA** — Latvijas ZA un LU Matemātikas institūta jaunākā zinātniskā līdzstrādniece. 1971. gadā beigusi Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultāti matemātikas specialitātē. Nodarbojas ar matemātikas vēsturi Latvijā.



## CONTENTS

DEVELOPMENTS IN SCIENCE. A. Cēbers, J. Priede. Deterministic chaos, I. J. Birzvalks. Is it possible for chaos to be deterministic? E. Mūkins. A close-up of Venus. NEWS A. Balklavs. Signals from the outset. An epochal discovery. A. Alksnis. Fading of the carbon star DY Per. I. Rudzinska. An unexpected turn in the investigation of the unique object SS 433. SPACE RESEARCH AND EXPLORATION. E. Mūkins. More openly on the history of astronautics, X. A. Zariņš, E. Mūkins. A chronicle of manned space flights. THE SCIENTIST AND HIS WORK. E. Riekstiņš. Mathematician Joseph Fourier is 225. A. Sharov. The outstanding astronomer of the 20th century. (In honour of Walter Baade's centenary.) SCIENTISTS ARE DISCUSSING. A. Balklavs. The meeting of the European astronomers in Belgium. AT SCHOOL. I. Vilks. 20th Riga open olympiad of astronomy for pupils. AMATEUR'S PAGE. M. Isakovs. Observation of deep-sky objects with the telescope «Micar». Galaxies. I. Vilks. Observing double stars. CHRONICLE. I. Vilks. Star Party «Beta Aquilae'92». L. Začs. THE STARRY SKY in the spring of 1993.

## СОДЕРЖАНИЕ

ПОСТУПЬ НАУКИ. А. Цеберс, Я. Приеде. Детерминированный хаос. Ю. Бирзвалкс. Может ли хаос быть детерминированным? Э. Мукинс. Вся Венера как на ладони. НОВОСТИ. А. Балклавс. Сигналы из самого начала. Эпохальное открытие. А. Алкснис. Ослабление блеска углеродной звезды DY Per. И. Рудзинска. Неожиданный поворот в исследовании уникального объекта SS 433. ИССЛЕДОВАНИЕ И ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Э. Мукинс. Более открыто об истории космонавтики, X. А. Зариньш. Э. Мукинс. Хроника пилотируемых полетов. УЧЕНЫЙ И ЕГО ТРУД. Э. Риекстиньш. Математику Жозефу Фурье — 225. А. Шаров. Выдающийся астроном XX века (100 лет со дня рождения Валтера Бааде). УЧЕНЫЕ СОВЕЩАЮТСЯ. А. Балклавс. Встреча европейских астрономов в Бельгии. В ШКОЛЕ. И. Вилкс. XX Рижская открытая олимпиада по астрономии для учащихся средних школ. СТРАНИЦА ЛЮБИТЕЛЯ. М. Исаковс. Наблюдения небесных объектов телескопом «Мицар». Галактики. И. Вилкс. Наблюдения двойных звезд. ХРОНИКА. И. Вилкс. Летний наблюдательный лагерь. «Beta Aquilae '92». Л. Зачс. ЗВЕЗДНОЕ НЕБО весной 1993 года.

THE STARRY SKY. SPRING. 1993.

Compiled by Irena Pundure

«Zinātne» Publishing House. Riga 1993. In Latvian

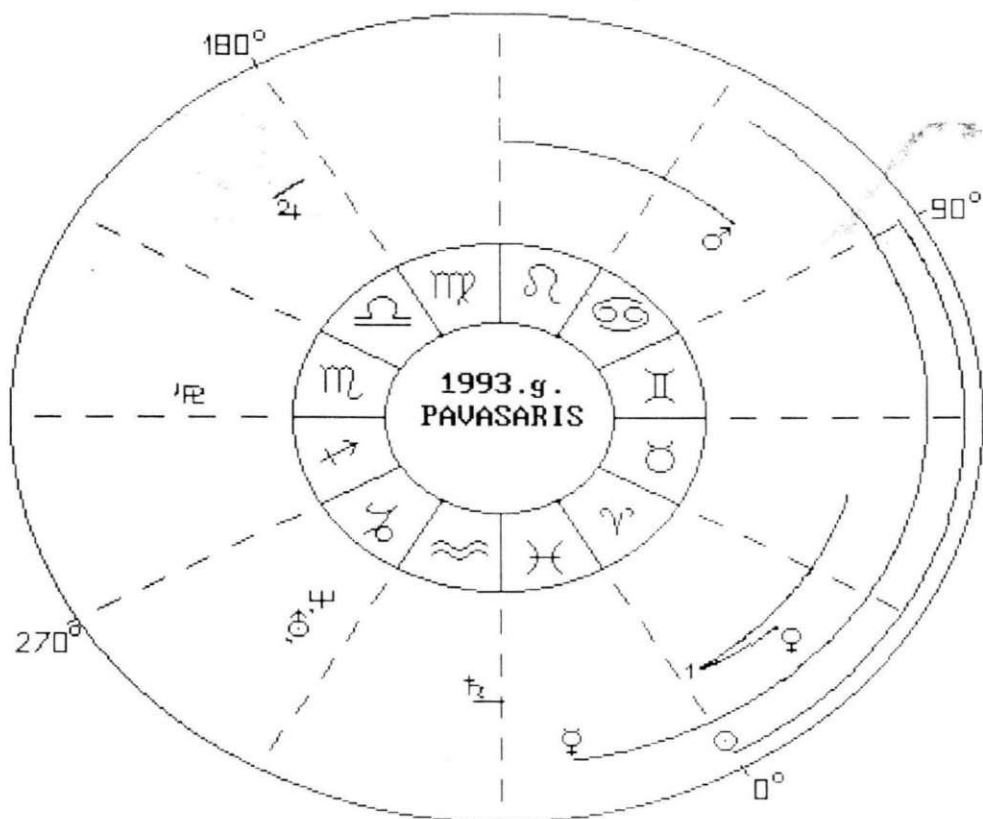
ZVAIGZNOTĀ DEBESS, 1993. GADA PAVASARIS

Sastādītāja *I. Pundure*

Redaktore *V. Stabulniece*. Mākslinieciskais redaktors *G. Krutojs*. Tehniskā redaktore *G. Šļepkova*. Korektore *B. Vārpa*

Nodota salikšanai 13.11.92. Parakstīta iespēšanai 17.02.93. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 5,56 uzsk. iespiedl.; 6,9 izdevn. 1. Metiens 1500 eks. Pasūt. Nr. 666-4. Izdevniecība «Zinātne», LV 1530 Rīgā, Turgeņeva ielā 19. Izdevniecības reģistrācijas ap- liecība Nr. 20250. Iespiesta tipogrāfijā «Rota», LV 1011 Rīgā, Blaumaņa ielā 38/40.

## SAULES UN PLANĒTU KUSTĪBA ZODIAKA ZĪMĒS



☉ — Saule — sākuma punkts 21.03 0<sup>h</sup>, beigu punkts 21.06 0<sup>h</sup> (šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam)

☿ — Merkurs, ♀ — Venēra, ♂ — Marss, ♃ — Jupiters,  
♄ — Saturns, ♂ — Urāns, ♆ — Neptūns, ♇ — Plutons.

1.—22. aprīlis 17<sup>h</sup>.

# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



Sif Mons

Gula Mons

Sappho Patena

Heng-O Corona