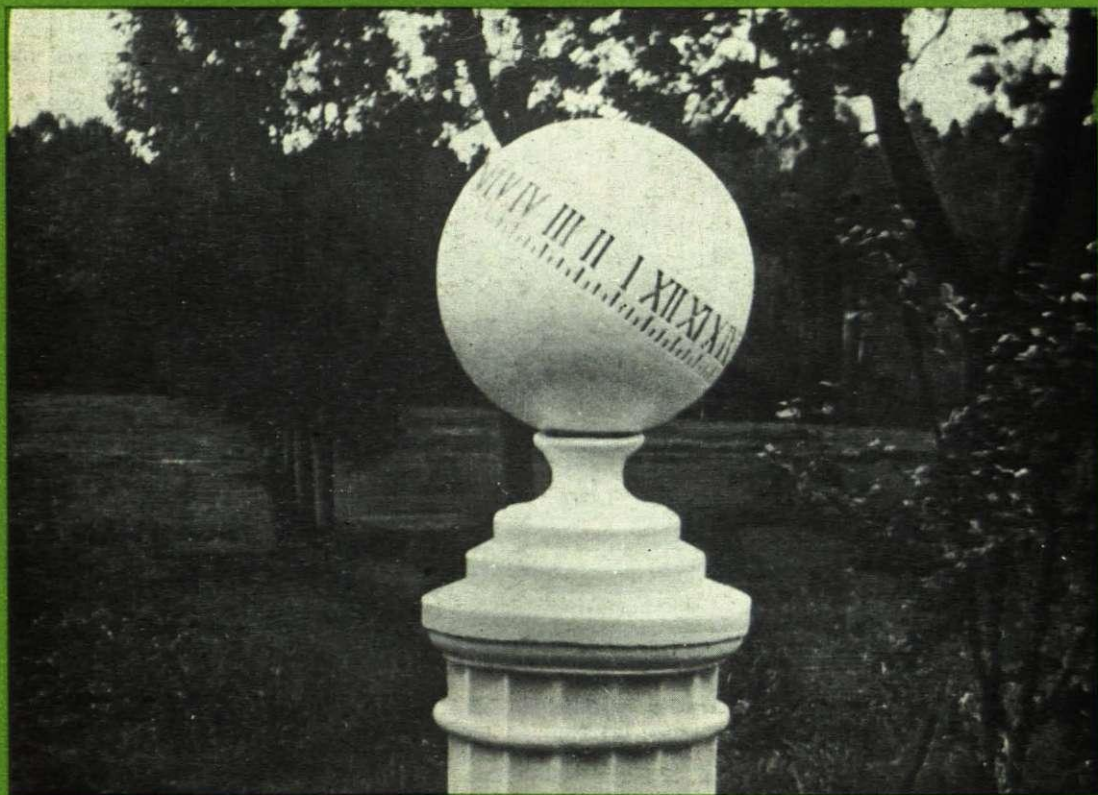


# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



- Neptūns tuvplānā ● Kas ir brūnie punduri?
- Jaunākais par pulsāriem ● Ceļš kosmosā kļūst atklātāks ● Vai Latvijā atrasts menhirs? ● Austrumu matemātiskā poētika ● Kā novēroja pilno Saules aptumsumu ● Ko skatīsim pavasarī nakts debesis? ● Atsauca lasītājs

**1991**  
**PAVASARIS**



1990. gada 20. maijā pazīstamais komētu «mednieks» Dāvids Levi no Arizonas (ASV) Pegaza zvaigznājā atklāja savu sesto komētu. Tās pagaidu apzīmējums ir 1990 c. Sākumā komēta, kuras redzamais spožums bija  $9^m$ , sevišķi nesaistīja uzmanību, taču augusta vidū, pa gandrīz parabolisku orbītu tuvojoties Saulei, tā kļuva saskatāma arī ar neapbruņotu aci. Attēlā redzams Levi komētas uzņēmums, ko 1990. gada 24. augustā ar Riekstukalna Šmita teleskopu ieguvis L. Začs. Labi saskatāmas divu veidu astes: plata, vēdekļveida putekļu un gara šķiedrveida plazmas aste. Spožā zvaigzne netālu no komētas ir Ērgļa  $\delta$ , kuras redzamais spožums ir  $3^m,4$ .

Astronomiskā fotoplate ORWO ZU21.

Vāku 1. lpp. Saules pulkstenis. Laiku dienas ritumā uz lodes ciparnīcas iezīmē Saules ēna.  
Autors — topošais makslinieks Ingus Dāboliņš (1990).

# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

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

## 1991. GADA PAVASARIS (131)



### REDAKCIJAS KOLĒGIJA:

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

Numuru sastādījis J. Klētnieks



## SATURS

### Zinātnes ritums

<i>E. Mūkins.</i> Tālā Neptūna pasaule . . .	2
<i>Z. Alksne.</i> Ceļš pie brūnajiem punduriem . . . . .	13

### Jaunumi

<i>Z. Alksne.</i> Paredzējums sāk piepildīties!	17
<i>A. Balklavs.</i> Vai jāmaina priekšstati par pulsāriem?	19
<i>N. Cimahoviča.</i> Organiskie savienojumi ceļo kosmosā	20
<i>G. Eniņš.</i> Menhirs — Bungulejas velna rags . . . . .	21

### Kosmosa pētniecība un apgūšana

Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, IV (pēc padomju preses materiāliem) . . .	23
Orbitālās stacijas «Mir» hronika (pēc padomju preses materiāliem) . . .	32

### Pētījumu lokā

<i>J. Cepītis.</i> Lielās Solovku salas akmeņkrāvuma labirints. Vērojumi un pārdomas . . . . .	35
--	----

### Atskatoties pagātnē

<i>I. Hoļievs.</i> Poētiskā matemātika . . .	38
--	----

### Skolā

<i>M. Auziņš.</i> Vai atgriezāties pie Bora atoma?	43
<i>A. Cēbers, L. Šmits.</i> Republikas piecpadsmitā atklātā fizikas olimpiāde	46
<i>J. Mencis.</i> Iestājeksāmenu uzdevumi matemātikā. Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātē . . .	50

### Konferences, sanāksmes

<i>A. Alksnis.</i> Profesors Holiss Džonsons Rīgā . . . . .	52
---	----

### Mūsu republikā

<i>A. Balklavs.</i> Latvijas astronomi pilnā Saules aptumsuma novērojumos . . .	53
<i>K. Lāvrinovičs.</i> Pilnā Saules aptumsuma gaidās Solovkos . . . . .	55

### No redakcijas pasta

<i>I. Pundure.</i> Lasītājs par «Zvaigžņoto Debesi»	62
<i>I. Platais.</i> Zvaigžņotā debess 1991. gada pavasarī . . . . .	68



## TĀLĀ NEPTŪNA PASAULĒ

EDGARS  
MŪKINS

Neptūnu no Saules un Zemes šķir četrarpus miljardi kilometru jeb vairāk nekā četras «gaismas stundas». [Pašlaik šis debess ķermenis vispār ir pati tālākā lielā planēta, jo Plūtons atrodas savas diezgan eliptiskās orbītas perihēlijā.] Tādēļ pētīt Neptūnu un tā pasauli [apkārtejo kosmisko telpu, sarežģīto gredzenu sistēmu, daudzos pavadoņus] no Zemes ir ārkārtīgi grūti. Pat ar visspēcīgākajiem teleskopiem un vislabākajos novērošanas apstākļos tajā var saskatīt tikai tos veidojumus, kas nav mazāki par vairākiem tūkstošiem kilometru. Lai Neptūna apkārtni sasniegtu turp pa īsāko ceļu sūtīts pētnieciskais lidaparāts, tam no Zemes jāstartē ar vēl nepieredzētu ātrumu, bet lidojumā jāpavada trīsdesmit gadi... Tomēr pavisam nesen, izmantojot gan garāku, tomēr daudz ātrāk veicamu apkārteju, kā arī pateicoties kosmiskās tehnikas izturībai\*, tālā Neptūna pasaule beidzot tika pēģināta tuvplānā un tagad ir kļuvusi daudz pazīstamāka nekā agrāk.

## PLANĒTA UN TĀS MAGNETOSFĒRA

Saules sistēmas astotās planētas pastāvēšana vispirms tika paredzēta teorētiski kā vistīcāmākais izskaidrojums sistemātiskajām nesakrītībām starp prognozēto un faktisko Urāna kustību. No 1843. līdz 1846. gadam divi jauni zinātnieki — anglis Dž. K. Adamss un francūzis I. Ž. Leverjē, pieņemot, ka Urāna kustības novirzes izraisa nezināmas planētas pievilksanas

spēks, aprēķināja tās masu, orbītu un atrašanās vietu pie debess. Diemžēl Lielbritānijā Dž. K. Adamsa gūtais rezultāts viņa vecāko kolēģu noraidošās attieksmes dēļ netika nedz likts lietā, nedz publicēts, turpretī Francijā I. Ž. Leverjē darbs uzreiz guva vispārēju atzinību. Tikpat pozitīvi un ļoti ātri uz I. Ž. Leverjē atsūtīto prognozi reaģēja arī Berlīnes observatorijas līdzstrādnieks J. Galle, kas tās pašas dienas vakarā kopā ar studentu H. L. Darrē sāka planētas meklēšanu! Jau nāis debess ķermenis tika pamanīts jau pirmajā novērojumā naktī — 1846. gada 23./24. septembrī — tikai 52' attālumā no Leverjē norādītās vietas.

Turpinot analizēt Neptūna ietekmi uz Urāna un citu planētu kustību, nākamajos gadu desmitos tika noskaidrots, ka šī debess ķermeņa masa ir 17,3 reizes lielāka nekā Zemes masa,

\* Sk. Mūkins E. Lielā Ceļojuma finišs. — Zvaigžņotā Debess, 1990. gada pavasaris, 24.—33. lpp.; Starplanētu lidojumi 1989. gadā. — Zvaigžņotā Debess, 1990. gada vasara, 12.—22. lpp.; krāsu ielikums — Zvaigžņotā Debess, 1990. gada rudens.

bet tā diametrs izrādījās mazliet mazāks par 50 fūkstošiem kilometru.\*\* Tādējādi pēc šiem nozīmīgajiem raksturlielumiem Neptūns visai maz atšķiras no Saulei pusotras reizes tuvākā Urāna, kas pēc masas ir par ~20% mazāks, bet pēc izmēriem — tikai par dažiem procentiem lielāks nekā Neptūns. Tiesa, no minētajām masas un diametra vērtībām aprēķināmais Neptūna vidējais blīvums ir gandrīz 1,7 g/cm<sup>3</sup> — par veselu trešdaļu lielāks nekā Urāna blīvums, tomēr šī šķietami prāvā skaitliskā starpība nepadara abas planētas pārāk atšķirīgas. Tādējādi var uzskatīt, ka Urāns un Neptūns veido skaitliski lieli Jupitera grupas planētu apakšgrupas.

Patiesi, abu debess ķermeņu vidējais blīvums, no vienas puses, ir apmēram četras reizes mazāks nekā Zemei. Tātad Urāna un Neptūna tāpat kā Jupitera un Saturna masas lielāko daļu veido nevis silikātiēži, bet gan daudz vieglākas vielas, kas Zemes apstākļos ir gāzveida stāvoklī. No otras puses, šis blīvums ir tikpat liels un pat lielāks nekā Jupitera un Saturna blīvums, neskatoties uz to, ka šīs planētas masas ziņā krietni pārspēj Urānu un Neptūnu un tāpēc arī vielas spiedei to dzīlēs jābūt attiecīgi lielākai. Tātad Urāns un Neptūns satur krietni mazāk ūdeņraža un hēlija, salīdzinot ar Jupiteru un Saturnu, bet atbilstoši vairāk — kādas smagākas vielas. Šo planētu mēreni blīvajā materiālā noteikti dominē ūdens, metāns un amonjaks, jo tieši šos savienojumus visvieglāk veido četri kosmosā vairāk izplatītie ķīmiski aktīvie elementi — ūdeņradis, skābeklis, ogleklis un slāpeklis. Īpaši liels triju minēto savienojumu saturs, protams, ir tieši uz Neptūna, kura vidējais blīvums, kā jau atzīmējām, ir ievērojami lielāks par Urāna blīvumu.

Jau mūsu gadsimta 30. gados Neptūna un Urāna spektrogrammās tika identificētas ļoti intensīvas, metānam atbilstošas absorbcijas joslas. Tāpēc ilgu laiku valdīja uzskats, ka abu

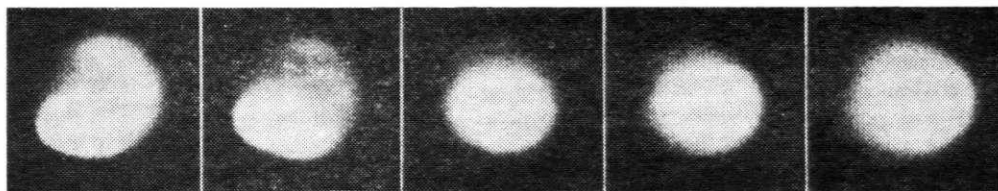
planētu atmosfēras (vai pat planētas kopumā) sastāv galvenokārt no metāna. Taču šāds secinājums bija pārsteidzīgs: metāna absorbcijas joslas tik izcilas šķiet vienīgi tādēļ, ka citu Neptūna un Urāna svarīgāko sastāvdaļu galvenās spektra joslas atrodas tādos starojuma diapazonos, ka no Zemes virsmas tās nav iespējams novērot. Vēlākie spektroskopiskie pētījumi lika atzīt, ka Neptūna un Urāna tāpat kā citu šīs grupas planētu atmosfēras galvenā sastāvdaļa ir ūdeņradis, bet metāna saturs tajā ir tikai apmēram 1 procents. Šādu atziņu apstiprina arī spektroskopiskie novērojumi no «Voyager-2» un atmosfēras caurstarošanas ar šī kosmiskā aparāta radiosignāliem, kas vēl pierāda to, ka abu planētu atmosfērā ir arī diezgan daudz hēlija (Neptūna atmosfērā — ap 25%).

Tā kā Neptūns atrodas 30 reizes tālāk no Saules nekā Zeme, tas, rēķinot uz katru virsmas vienību, saņem 900 reizes mazāk enerģijas nekā mūsu planēta. Līdz ar to Neptūna ārslāņu temperatūrai vajadzētu būt ārkārtīgi zemei — varbūt pat  $-230^{\circ}\text{C}$ . Taču mūsu gadsimta 70. gadu vidū amerikāņu astronomi ar aerostafā un lidmašīnā uzstādītiem infrasarkanā diapazona teleskopiem konstatēja, ka patiesībā Neptūna vidējā temperatūra ir par kādiem  $15^{\circ}\text{C}$  augstāka ( $-214^{\circ}\text{C}$  — pēc «Voyager-2» datiem). Tas nozīmē, ka Neptūnam gluži tāpat kā Jupiteram un Saturnam, bet krasā pretstatā Urānam, ir spēcīgs iekšējais siltumavots — līdz daudziem fūkstošiem grādu sakarsušās dzīles, kas planētai dod pat mazliet vairāk enerģijas nekā Saule. Taču absolūtā izteiksmē dzīļu siltuma plūsma Neptūnam ir vairākas reizes vājāka nekā abām pārējām ar šādu īpašību apveltītajām planētām, tātad daudz zemākai jābūt arī Neptūna iekšienē valdošajai temperatūrai. Tādēļ nevar viennozīmīgi secināt līdzīgi tam, kā tas tika izdarīts par Jupiteru un Saturnu, ka Neptūna dzīles ir šķidrās līdz pat planētas centram. Tāpat nav īsti skaidrs, cik stipri visai atšķirīgās Neptūnu veidojošās vielas atbilstoši savam blīvumam ir noslāņojušās dažādā dziļumā un cik lielā mērā saglabājušas pirmatnējo vai konvekcijas izraisīto sajauktību.

Jau labu laiku pirms kosmisko pētījumu sākuma nebija šaubu ka, neatkarīgi no iekšējo

---

\*\* Pēc datiem, kas iegūti, novērojot planētas izraisīto automātiskās stacijas «Voyager-2» radioaptumsumu, un pēc šī kosmiskā aparāta pārraidītājiem planētas attēliem Neptūna ekvatoriālais diametrs ir  $49\,530 \pm 50$  km, polārais diametrs —  $48\,680 \pm 50$  km.



1. att. Neptūna izskats no Zemes: uzņēmumi, kas 1988. gada 14. jūlijā iegūti tuvējā infrasarkanā starojuma diapazonā (viļņa garums 8900 Å) ar Maunakeas observatorijas (Havaju salas) 2,2 m teleskopu 5,5 stundas ilgā laikposmā. Planētas attēlus šķietami asimetriskus dara liels gaišu mākoņu lauks. Pēc mākoņu lauka pārvietošanās ātruma toreiz tika novērtēts, ka Neptūna rotācijas periods ir 17,7 stundas. (Pēc «Sky and Telescope».)

slāņu agregātvokļa, ļoti biezu Neptūna ārējo slāni veido gāze un ka šīs planētas šķietamā virsma ir tikai atmosfērā peldošās mākoņu segas virspuse. No Zemes uz tās varēja saskatīt labākajā gadījumā pa retam, neskaidram plankumam, bet pēc tā pārvietošanās ātruma, kā arī pēc atmosfēras kustības izraisītās spektra līniju nobīdes, varēja vērtēt planētas rotācijas raksturu (1. att.). Šādā veidā par Neptūna diennakti droši noskaidrot izdevās vienīgi to, ka tā ir garāka nekā Jupitera un Saturna diennakts un īsāka nekā Zemes diennakts. Par rotācijas ass orientāciju tika gūts noteiktāks rezultāts: tās sasvērums (leņķis starp asi un perpendikulu pret orbītas plakni) ir nepilni 30 grādi. Tātad uz Neptūna, atšķirībā no «guļus» rotējošā Urāna (ass sasvērums  $\sim 90^\circ$ ), būtībā norit tāda pati gadalaiku maiņa kā uz Zemes. Vienīgi šīs tālās planētas milzīgā gada garuma dēļ gadalaiku maiņa ir ārkārtīgi gausa — katra sezona ilgst 41 Zemes gadu!

Neptūna mākoņu segas tuvplāna uzņēmumi no kosmiskā aparāta «Voyager-2» parādīja, ka pašos vispārīgākajos vilcienos atmosfēras cirkulācija uz Neptūna ir tāda pati kā uz trim pārējām Jupitera grupas planētām (2. att.): visu planētu apjož ar dažādu ātrumu plūstošas zonālas (ekvatoram paralēlas) atmosfēras strāvas. Taču ir arī kāda būtiska, tikai Neptūnam raksturīga īpatnība — zonālo strāvu sistēma nav simetriska attiecībā pret planētas ekvatoru. Pēc vispārīgās meteoroloģiskās ainas Neptūns vairāk atgādina no tā stipri atšķirīgo un daudz lielāko Jupiteru, mazāk — kaimiņos esošo un izmēros līdzīgo Urānu. Proti, uz

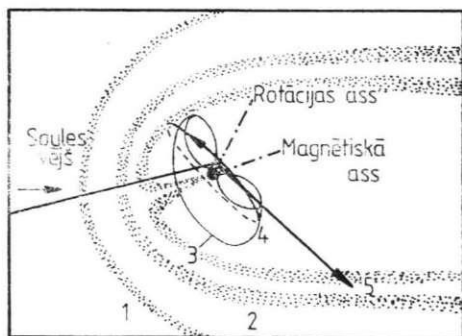
Neptūna sastopami daudzus tūkstošus kilometru lieli ovālas formas virpuļi ar paugstinātu spiedienu to vidusdaļā — milzu anticikloni. Uz Saturna šādu virpuļu ir ļoti maz, bet uz Urāna nav vispār. Neptūna anticikloni ir pat dinamiskāki nekā analogiski Jupitera veidojumi: tie strauji dreifē meridionālā virzienā, tādējādi nonākdami dažādās zonālajās gaisa strāvās un līdz ar to diezgan stipri mainīdami kustības ātrumu apkārt planētai. Bez tam Neptūna atmosfērai raksturīgi plaši visai gaišu mākoņu lauki, kas atrodas ievērojami augstāk par galveno mākoņu slāni un pārvietojas ar citu ātrumu nekā tas. Loģiski būtu domāt, ka meteoroloģiskie procesi uz Neptūna ir dinamiskāki nekā uz Urāna tādēļ, ka Neptūnam ir daudz spēcīgāks iekšējais siltuma avots — šī veida planētu dzīļu konvekcijas un atmosfēras cirkulācijas galvenais dzinējspēks.

«Voyager-2» pārraidītie attēli liecina, ka Neptūna mākoņu segas veidojumi veic vienu apriņķojumu ap planētas rotācijas asi visai atšķirīgos laika sprīžos — paši ievērojamākie 16—18,5 stundās, sīkākie — vēl krietni plašākā perioda diapazonā. Noteikt šādas planētas pamatmasas rotācijas periodu iespējams tikai netiešā veidā. To var izdarīt pēc magnetosfēras griešanās ātruma, jo šī sarežģītā plazmas veidojuma eksistences pamatu — magnētisko lauku — rada debess ķermeņa dzīlēs noritošie procesi. Ar «Voyager-2» radioastronomisko uztvērēju novērojot kāda magnetosfēras radioavota kustību, tika noskaidrots, ka Neptūna dzīļu rotācijas periods ir 16,11 stundas, tātad nedaudz mazāks nekā Urānam.

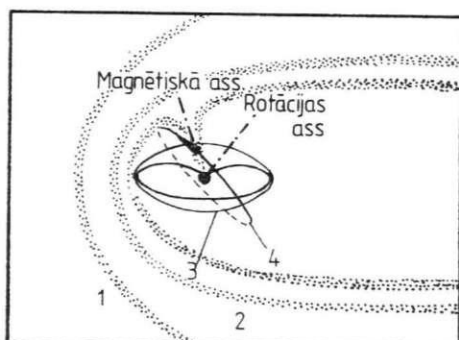


2. att. Neptūna uzņēmumi tuvplānā redzamajā gaismā no kosmiskā aparāta «Voyager-2». *Pa kreisi* — mākoņu segas kopskats: visu planētu apjož ekvatoram paralēlas mākoņu joslas, redzams arī Lielais Tumšais Plankums un ar to saistītie gaišu mākoņu lauki. *Pa labi* — garas un šauras (50—200 km) gaišu mākoņu joslīņas, kas no samērā augstiem atmosfēras slāņiem met ēnas uz 50 km zemāko galveno mākoņu segu. (NASA/JPL attēli.)

Neptūna magnetosfēra pirmo reizi tika konstatēta «Voyager-2» lidojuma gaitā un izrādījās konfigurācijas ziņā tikpat neparasta kā Urāna magnetosfēra. Pirmkārt, Neptūna magnētiskā lauka simetrijas ass ar planētas rotācijas asi veido  $47^\circ$  leņķi (Urānam — pat  $59^\circ$ , visām pārējām Saules sistēmas planētām — ne vairāk par  $\sim 10^\circ$ ). Otrkārt, magnētiskā lauka centrs atrodas nevis Neptūna ģeometriskā centra tuvumā, bet gan pusceļā starp centru un virsmu. Magnētiskās ass lielā savēruma dēļ Neptūna ziemā un vasarā katru dien-



3. att. Neptūna magnetosfēras konfigurācijas maiņa, planētai rotējot ap asi (pēc kosmiskā aparāta «Voyager-2» pārraidītajiem magnētiskā lauka un plazmas fizikālo parametru mērījumiem): *augšā* — magnetosfēra «Voyager-2» ielidošanas brīdī (1989. gada 24. augustā); *apakšā* — pēc 38 stundām, «Voyager-2» izlidojot no magnetosfēras. 1 — triecienvilnis, 2 — magnetopauze, 3 — radiācijas joslas, 4 — Tritona orbīta, 5 — «Voyager-2» trajektorija. (Pēc «Sky and Telescope».)



nakti ļoti ievērojami mainās magnetosfēras orientācija attiecībā pret Saules vēju un arī tās mijiedarbība ar elektriski lādēto mikrodaļiņu plūsmu (3. att.). Tajā laikā, kad rotācijas ass savērums un magnētiskās ass leņķis pret rotācijas asi ir vērsti pretējos virzienos, Neptūna magnetosfēra ir pagriezta pret Saules vēju sāniski — tāpat kā Zemes u. c. planētu (izņemot Urānu) magnetosfēras. Turpretī laikā, kad abi leņķi summējas, Saules vējam ir pievērsta magnetosfēras polārā «piltuve», pa kuru elektriski lādētās mikrodaļiņas, kustēdamās gar magnētiskā lauka intensitātes līnijām, viegli nonāk atmosfēras augšējos slāņos. Šādu daļiņu saduršmes ar atmosfēras molekulām izraisa tās spīdēšanu — polārblāzmu. Tomēr uz Neptūna polārblāzmas izrādījušās visai vājas (tās reģistrētas tikai ultravioletajos staros ar «Voyager-2» spektrometru).

Neptūna magnētiskā lauka intensitāte planētas virsmas tuvumā ir ievērojami mazāka nekā Urānam, attiecīgi vājākas ir arī radiācijas joslas, ko veido magnētiskā lauka satvertās un pātrinātās mikrodaļiņas. Pat radiācijas maksimuma zonā mikrodaļiņas ar relatīvi lielu masu (protoni un smagāko atomu kodoli) ir tikai nedaudz vairāk par vienu katrā telpas kubikcentimetrā, t. i., to koncentrācija ir zemāka nekā jebkuras citas planētas magnetosfērā.

## GREDZENI UN MAZIE PAVADOŅI

Jautājums par Neptūna gredzenu eksistenci kļuva aktuāls 70. gadu beigās pēc Urāna un Jupitera gredzenu atklāšanas, kad noskaidrojās, ka Jupitera grupas planētām šādi veidojumi ir visai tipiska parādība. Iespējamo Neptūna gredzenu meklēšanā tika izmantota tā pati metode, ar ko nejausi tika atklāti un vēlāk mērķtiecīgi pētīti Urāna gredzeni: planētai uz laiku aizklājot kādu samērā spožu zvaigzni novēro, vai pirms un pēc galvenā zvaigznes aptumsuma nenotiek īslaicīgi papildaptumsumi, kuru izraisa gredzeni.

80. gadu pirmajā pusē franču un amerikāņu astronomi ne vienu reizi vien reģistrēja šādus papildaptumsumus, turklāt nereti vienlaicīgi ar

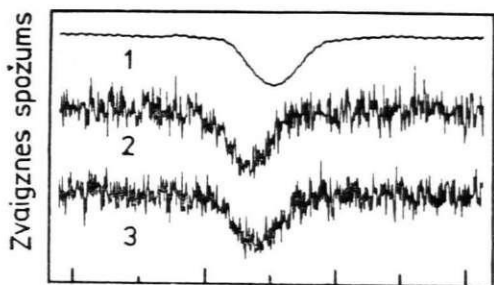
diviem vairāku kilometru attālumā novietotiem teleskopiem (4. att.), tā kā nekādu šaubu par šo parādību realitāti nevarēja būt. Taču vairākos citos gadījumos gaidītie papildaptumsumi izpalika, bet veiksmīgajās reizēs tie bija novērojami vai nu tikai pirms, vai arī tikai pēc planētas izraisītā zvaigznes aptumsuma un dažkārt pat ne visās aptumsuma zonā nonākušajās observatorijās! Tādēļ tika secināts, ka ap Neptūnu ir nevis pilni gredzeni, bet gan atsevišķi to loki.

Ar «Voyager-2» telekamerām iegūtie attēli nepārprotami liecināja, ka Neptūna gredzeni eksistē, turklāt pat lielākā skaitā, nekā bija secināts pēc novērojumiem no Zemes (1. tab.). Izrādījās, ka tie visi ir pilni (5. att.), tikai ar stipri nevienmērīgu blīvumu. Šajā ziņā sevišķi raksturīgs ir pats spožākais gredzens, kas atrodas 17 tūkstošus km virs Neptūna mākoņu virsmas — tajā ir gan trīs krasi paaugstināta blīvuma loki, gan daudzi sīkākī sabiezējumi. Ar «Voyager-2» fotopolarimetru veiktie zvaigžņu aptumsumu novērojumi, savukārt, parādījuši, ka Neptūna gredzeni nav homogēni arī radiālā virzienā: nupat minētajam spožākajam gredzenam skaidri identificējams gan relatīvi plats un retināts, gan pavisam šaurs un manāmi blīvāks komponents (sk. 4. att.).

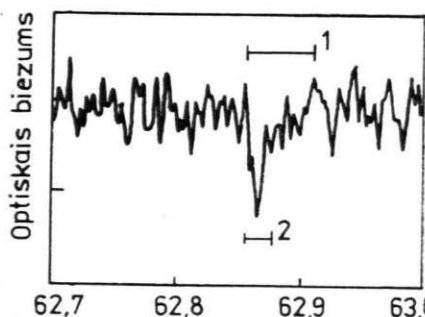
Pēc vispārējās struktūras Neptūna gredzenu sistēma vairāk līdzinās analogiskam veidojumam ap Urānu — gan vienas, gan otras sistēmas blīvākais un spožākais komponents ir daži ļoti šauri gredzeni, katrā ir arī kāds retinātāks plats gredzens. Abu planētu gredzeni sastāv no vienlīdz tumša materiāla daļiņām, kas atstaro tikai dažus procentus Saules gaismas. Spriežot pēc gredzenu optiskajām īpašībām, šo daļiņu vidū ir gan paprāvi vielas gabaliņi, gan ļoti sīki putekliši. Taču Neptūna gredzeni ir daudz retinātāki un blāvāki, tādēļ arī par tiem iegūtā informācija ir krietni mazāk detalizēta nekā informācija par Urāna gredzeniem.

80. gadu pirmajā pusē populāra kļuva doma, ka Neptūna tuvākajā apkārtnē vajadzētu atrasties vairākiem nelieliem pavadoņiem, kurus saskatīt no Zemes liedz pašas planētas spožums. Pirmkārt, no 1979. līdz 1981. gadam ar kosmiskajiem aparātiem «Voyager-1» un «Voyager-2» šādi pavadoņi tika atklāti gan





Laiks, sekundes pēc 5<sup>h</sup>40<sup>m</sup> UT 22.07.84



Attālums no planētas centra, tūkst.km

4. att. Neptūna gredzenu struktūras pētījumi, reģistrējot to izraisītos zvaigzņu aptumsumus: *pa kreisi* — 1984. gada 22. jūlijā divās starptautiskajās observatorijās Čilē (1 un 2 — Eiropas Dienvidu observatorijā ar diviem dažāda lieluma teleskopiem, 3 — Starpamerikas observatorijā; iedaļas uz horizontālās līnijas — 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12); *pa labi* — 1989. gada 25. augustā ar amerikāņu kosmisko aparātu «Voyager-2» (1 — gredzena 1989 N1A pilnais platums, 2 — tā blīvākās daļas platums). (Pēc *Sky and Telescope*.)

Jupiteram, gan Saturnam, vēl prāvākā skaitā — 1986. gadā Urānam ar «Voyager-2». Otrkārt, 1981. gadā amerikāņu astronomu grupa reģistrēja tādu zvaigznes papildaptumsumu, kādu var izraisīt nevis atsevišķu vielas daļiņu veidots Neptūna gredzens, bet gan tikai monolīts ķermenis. Proti, vienā observatorijā tika novērots pilnīgs aptumsums (zvaigznes gaisma tika bloķēta simtprocentīgi), otrā observatorijā, kas atradās tikai pārsimts kilometru tālāk, aptumsuma vispār nebija. Treškārt, šādu pavadoņu esamība likās nepieciešama, lai ar

to pievilkšanas spēka iedarbību izskaidrotu Neptūna gredzenu sistēmas īpatnības — atsevišķo gredzenu šaurumu un, kā toreiz šķita, pārtrauktību.

Ar «Voyager-2» telekamerām speciāli veiktos meklējumu seansos Neptūnam patiešām tika atrasti seši pavadoņi ar 50—400 km lielu diametru (sk. attēlus «Zvaigžņotās Debess» 1990. gada vasaras numurā, 20. lpp.). Četri no tiem ir gredzenu sistēmas iekšpusē, bet pārējie divi — netālu aiz tās robežām (2. tab.). Atšķirībā no abiem agrāk zināmajiem Neptūna

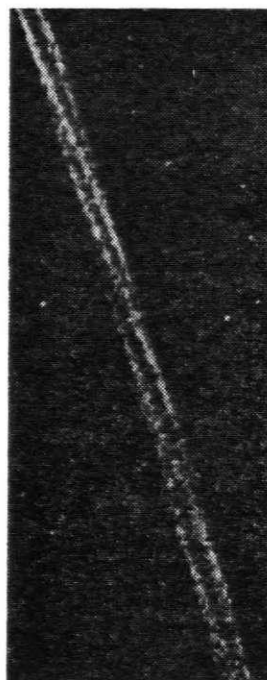
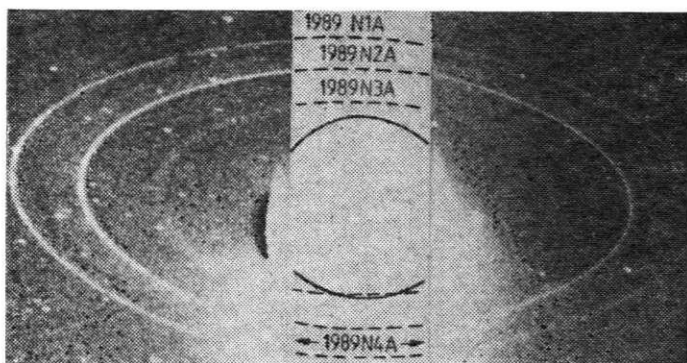
1. tabula

### Neptūna gredzeni

Pagaidu apzīmējums	Rādiuss, tūkst. km	Platums, km	Aptuvenais optiskais biežums	Relatīvais putekļu saturs	Azimutālā struktūra
1989 N3A	41,9	~1700	0,0001	augsts	aptuv. viendabīga
1989 N2A	53,2	<15	0,01	augsts	aptuv. viendabīga
1989 N4A	53,2—59,0	5800	0,0001	zems	aptuv. viendabīga
1989 N1A	62,0	<50	0,01—0,1*	dažāds*	trīs blīvāki loki*

\* Optiskais biežums un putekļu saturs ir augstāks blīvākajos lokos un zemāks to atstarpēs.

Piezīme. Planētas gredzena pagaidu apzīmējuma atšifrējums: gredzena atklāšanas (pirmā novērojuma) gads; planētas nosaukuma pirmais burts; jaunatklātā gredzena kārtas numurs šajā gadā; burts «A» vai «R» no vārda «gredzens» latīņu vai angļu valodā.



5. att. Neptūna gredzeni tuvplānā: uzņēmumi no kosmiskā aparāta «Voyager-2». *Pa kreisi* — gredzenu sistēmas kopskats divos no Saulei pretējās pusēs uzņemtos un desmit minūtes (!) eksponētos attēlos. Tie iegūti ar gandrīz 90 minūšu intervālu, un visi trīs gredzenā 1989 N1A pastāvošie paaugstināta blīvuma loki šajā laikā pārvietojušies tā, ka abas reizes izrādījušies ārpus kadra; tie pamanīti citos «Voyager-2» pārraidītajos attēlos. *Pa labi* — gredzena 1989 N1A fragments attēlā, kas kosmiskā aparāta kustības dēļ mazliet «izsmērējies» horizontālā virzienā. Ieslīpās svītras ir pēdas, ko uzņēmumā atstājuši gredzena sabiezējumi, pārvietodamies ekspozīcijas laikā. Ja attēls nebūtu «izsmērējies», svītras kļātos cita citai virsū un sabiezējumus nevarētu konstatēt. (NASA/JPL attēli.)

pavadoņiem — Tritona un Nereīdas — un līdzīgi citu planētu mazajiem pavadoņiem, šie debess ķermeņi kustas pa riņķveidīgām, aptuveni ekvatoriālām orbītām. Viens no jaunatklā-

tajiem pavadoņiem — ap 200 km lielā Lārisa — acīmredzot uzskatāms par 1981. gadā reģistrētā zvaigznes papildaptumsuma cēloni.

Abi pārvākie un detalizētāk uzņemtie jaunie

2. tabula

### Neptūna pavadoņi

Nosaukums	Orbītas vidējais rādiuss, tūkst. km	Aprīņkošanas periods, dienas	Orbītas ekscentricitāte	Orbītas slīpums, grādi	Pavad. diametrs, km	Norm. albedo, %
Najāda	48,0	0,30	~0	~0	~55	(6)
Talasa	50,0	0,31	~0	~4,5	~80	(6)
Despina	52,5	0,33	~0	~0	~180	(6)
Galateja	62,0	0,43	~0	~0	~150	~5
Lārisa	73,6	0,55	~0	~0	~190	~6
Protejs	117,6	1,12	~0	~0	400	~6
Tritons	354,8	5,88	0,00	157	2705	70—90
Nereīda	5513	360	0,75	29	~340	~15

Piezīme. Iekavās norādītās vērtības ir pieņemtas pēc analogijas ar radniecīgu pavadoņu raksturlielumu vērtībām.

pavadoņi, tāpat, domājams, arī četri pārējie ir mēreni neregulāras formas ķermeņi ar visai tumšu virsmu, kas atstaro tikai 5—6% Saules gaismas. Vadoties no teorētiskiem apsvērumiem, šiem debess ķermeņiem vajadzētu sastāvēt galvenokārt no parastā ledus, tumša droši vien ir tikai plāna to virsmas kārtā, ko veido kāda Neptūna radiācijas joslu iedarbībā nomelnējusi viela. Vienīgā reljefa forma, kas identificēta uz šiem pavadoņiem, ir, kā jau varēja paredzēt, meteorītu izsistie krāteri. Uz prāvākā mazā pavadoņa — ap 400 km lielā Proteja — redzams krāteris, kura diametrs ir ap 40% no visa debess ķermeņa caurmēra.

Jaunatklāto, planētai tuvo pavadoņu skaits tomēr ir pārāk mazs, lai ar to pievilksanas spēku varētu izskaidrot visas izklāstītās Neptūna gredzenu sistēmas uzbūves īpatnības (gluži tāpat ir ar Saturna un Urāna gredzenu sistēmām).

## LIELAIS PAVADONIS TRITONS

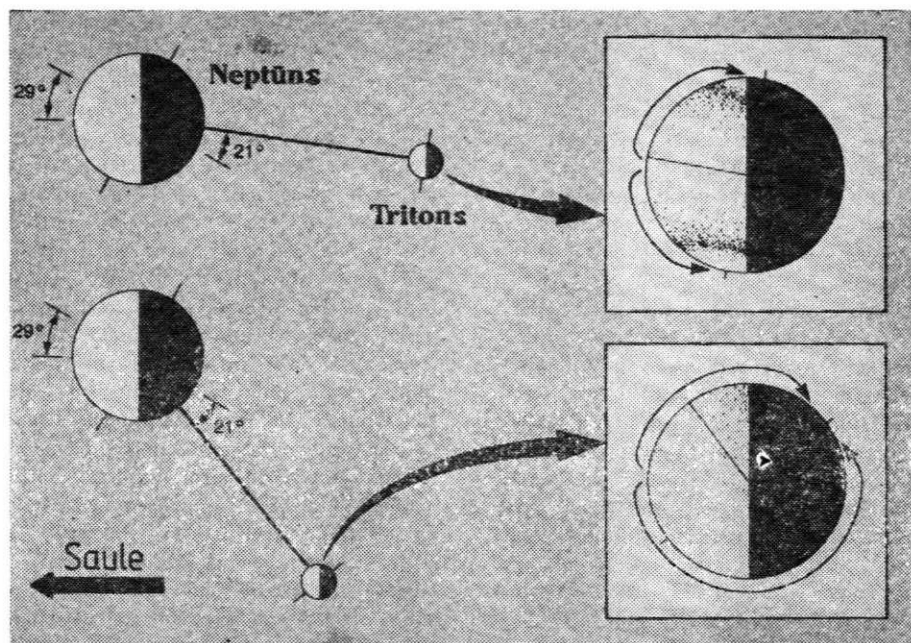
Neptūna vienīgo lielo pavadoņi Tritonu atklāja angļu astronoms V. Lasels 1846. gada oktobrī — tikai trīs nedēļas pēc tam, kad bija pamanīta pati planēta. Izrādījās, ka Tritonam, tāpat kā visiem citiem planētu lielajiem pavadoņiem, orbīta ir mērenā attālumā no aprīņojamā ķermeņa un praktiski ir apļveidīga. Taču Tritonam, krasā atšķirībā no pārējiem lielajiem pavadoņiem, orbīta ir diezgan slīpa pret planētas ekvatora plakni, bet kustības virziens pa to — pretējs Neptūna rotācijas virzienam. Šāda īpatnība vedina uzskatīt, ka Tritons vai nu nav veidojies kopā ar savu planētu un ir tās pievilksanas spēka safvērts objekts, vai arī ir ļoti krasi mainījies orbītu kāda trešā debess ķermeņa spēcīgas iedarbības (ļoti ciešas pietuvošanās vai pat sadursmes) rezultātā. Nekādas Tritona rotācijas pazīmes no Zemes pamanīt nebija izdevies, taču teorētiskie aprēķini liecināja, ka Neptūna pievilksanas spēka radīto paisuma efektu dēļ rotācijai jau sen bija jāklūst sinhronai ar kustību pa orbītu. Proti, tās plaknei un periodam jāsakrīt ar orbītas plakni un aprīņošanas periodu, t. i., vietējai diennaktij jāilgst nepilnas sešas Zemes diennaktis. Pavadoņa vienai puslodei jābūt pastāvīgi pie-

vērstai Neptūnam, bet otrai — vienmēr vērstai prom no tā.

Novērojot no Zemes, nebija iespējams precīzi noteikt arī Tritona fizikālos raksturlielumus — masu, izmērus (tāpat arī vidējo blīvumu) un atstarotspēju; piemēram, jaunākie diametra vērtējumi savā starpā atšķirās gandrīz divkārt! Pēc «Voyager-2» pārraidītajiem attēliem un radioaptumsuma novērojumiem tagad droši noteikts, ka Tritona diametrs ir 2705 km, bet pēc pavadoņa ietekmes uz kosmiskā aparāta kustību aprēķināta tā masa, kas ir mazāka nekā trešdaļa Mēness masas. Tritona vidējais blīvums ir 2 g/cm<sup>3</sup> — tāds pats kā Jupitera lielajiem pavadoņiem Ganimēdam un Kallisto vai Saturna lielajam pavadoņim Ti-tānam. Tāpat Tritonam vajadzētu līdzināties minētajiem debess ķermeņiem arī pēc sastāva un iekšējās uzbūves: ar silikātiežu kodolu, šķidra ūdens mantiju, ledus un dažu grūtāk kūstošu vielu maisījuma garozu. Pēc amerikāņu planetologu provizoriska vērtējuma, abi ārējie slāņi ir attiecīgi ~150 km un ~175 km biezi. Par labu minētajam Tritona ārslāņu sastāvam liecina arī ļoti augstā virsmas atstarotspēja (vidēji 80%), ko konstatējusi «Voyager-2» aparatūra.

Saņemot pavisam niecīgu Saules enerģijas daudzumu un tikai nelielu daļu no tā absorbējot, Tritons ir atdzisis līdz ārkārtīgi zelai temperatūrai: pēc «Voyager-2» iegūtajiem infrasarkanās spektroskopijas datiem, tā ir vidēji -235 °C! Šādos apstākļos savu cieto agregatstāvokli ilgstoši var saglabāt ne tikai parastais ledus, bet arī daudzas sasalušas gāzes. Un patiesi, jau 1979. gadā amerikāņu zinātnieku grupa Tritona infrasarkanajā spektrā konstatēja metāna ledum atbilstošās absorbcijas joslas. Turpmākajos gados šīs joslas kļuva vājākas, toties parādījās gāzveida slāpeklim atbilstošās spektra joslas.

Tādas pārvērtības tika izskaidrotas ar gada-laiku maiņas īpatnībām uz šī debess ķermeņa. Neptūna nesfēriskā gravitācijas lauka dēļ precēsējot Tritona orbītai, tās slīpums pret planētas orbītas plakni var mainīties visai plašās robežās: no 8° situācijā, kad pavadoņa orbītas slīpums pret planētas ekvatora plakni vērstu pretēji Neptūna ekvatora slīpumam pret tā orbītas plakni, līdz 50° situācijā, kad abi slīpumi



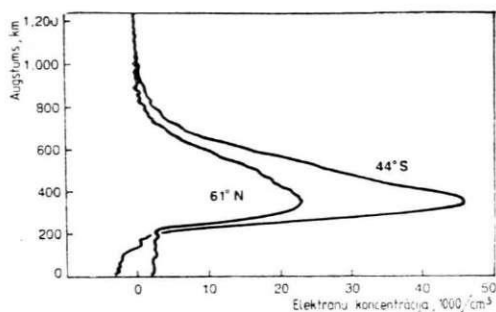
6. att. Izmaiņas Neptūna pavadoņa Tritona rotācijas ass orientācijā pret Saules stariem, tā orbītai precesējot ap planētu. (Pēc «Sky and Telescope».)

vērsti vienā virzienā (6. att.). Tā kā Tritona rotācijas plaknei, kā jau atzīmējām, jāsakrīt ar tā orbītas plakni, tikpat plašā diapazonā jāsvārstās arī pavadoņa rotācijas ass savērumam pret Saules stariem. Ja tas ir tā, tad vienos laikposmos gadalaiku maiņas uz Tritona tikpat kā nav, turpretī citos tās ir ļoti krasas — ar polārajām dienām un naktīm pat vidējos platuma grādos. Pilns klimatiskās situācijas maiņu cikls, atbilstoši orbītas precesijas periodam, ilgst apmēram 600 gadus, turklāt mūsu gadsimta beigās Tritona rotācijas ass pakāpeniski tuvojas pozīcijai, kurā gadalaiku maiņa ir viskrasākā. Tādēļ pašlaik Saules apgaismotajā un Zemei pievērstajā Tritona dienvidu puslodē pastiprināti iztvaiko metāna un slāpekļa ledus. Šim agregātvoklim atbilstošās spektra joslas pavājinās, bez gāzveida stāvoklim atbilstošās joslas — pastiprinās.

Ja šādi procesi uz Tritona patiešām norisinās, ap šo debess ķermeni jāpastāv atmosfērai un tajā jāpūš spēcīgiem no dienas puslodes uz

nakts puslodi vēriem vējiem. 1989. gadā Tritona atmosfēras pastāvēšana tika pierādīta, pamatojoties uz «Voyager-2» pārraidītajiem spektroskopiskajiem datiem un šī kosmiskā aparāta radioaptumsuma novērojumiem. Atmosfēra sastāv galvenokārt no slāpekļa ar niecīgu (ap 0,01%) metāna piejaukumu. Tās spiediens pie virsmas pašlaik ir ~15 mikrobāri — 70 tūkstošus reižu mazāks nekā uz Zemes. Neskatoties uz tādu retinājumu, Tritona atmosfēra ne vien regulāri pārnes no dienas puslodes uz nakts puslodi ievērojamu vielas daudzumu, bet arī būtiski ietekmē daudzus citus procesus uz pavadoņa vai tā apkārtnē. Ar «Voyager-2» iegūtie attēli un radiozondēšanas dati liecina, ka virsmas tuvumā šī atmosfēra spēj noturēt skaidri saskatāmu dūmakas slāni, bet simtiem kilometru augstumā no tās gāzēm ir izveidojusies diezgan spēcīga jonosfēra (7. att.). Kā rāda Neptūna apkārtnē veiktie tiešie mērījumi, Tritona atmosfēra pat manāmi bagātina ar slāpekļa joniem visu planētas magnetosfēru.

7. att. Elektronu koncentrācijas atkarība no augstuma Tritona jonosfērā virs diviem pavadona punktiem (aprēķināta pēc atmosfēras slāņa ietekmes uz «Voyager-2» radiosignāliem). Viena līkne raksturo situāciju virs punkta, kura planetogrāfiskais platums ir  $61^{\circ}$  N un kurš tobrīd atradās Tritona nakts puslodē, otra — situāciju virs punkta, kura platums ir  $44^{\circ}$  S un kurš atradās dienas puslodē. (Pēc «Sky and Telescope».)



«Voyager-2» pārraidītajos attēlos uz pavadona virsmas redzama plaša un ļoti gaiša polārā cepure (sk. att. «Zvaigžņotās Debess» 1990. gada vasaras numurā, 19. lpp.), ko acīmredzot veido no atmosfēras kondensējies metāns un slāpeklis, turklāt šī īpatnējā ledus slānis vietām, šķiet, ir simtiem metru biezs. Uz šī spožā fona saskatāmas desmitiem tumšas joslas, kas vienā galā ir paplatinātas un mazliet gaišākas. Tās varētu būt radījuši no dziļēm kopā ar gāzi izplūstošie, vēja nestie putekļi. Apstrādājot «Voyager-2» pārraidītos attēlus, četri geizerveida izvirdumi pamanīti darbībā, turklāt viens pat fiksēts stereoskopiskā uzņēmumu pāri (8. att.), kas paver iespēju droši un precīzi noteikt izvirduma ģeometriskos raksturlielumus. Gan šim geizeram, gan trim pārē-

jiem gāzu un putekļu strūkļas ceļas vertikāli līdz 8 km augstumam un tur, ātra vēja dzītas, izstiepjas vairāk nekā 100 km garās horizontālās astēs.

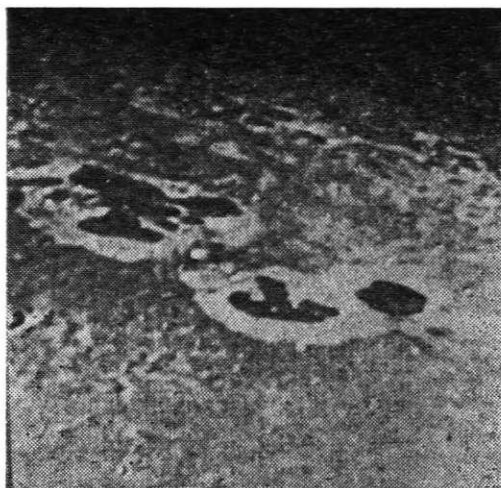
Tādējādi Tritons ir trešais Saules sistēmas objekts — pēc Zemes un Jupitera pavadona Jo, uz kura konstatēts mūsdienās darbīgs vulkānisms. Izvirduma vielas avots, domājams, ir nelielā dziļumā slēpti šķidra slāpekļa krājumi, bet tā izplūde, savukārt, ir vēl viens Tritona atmosfēras avots. Ārpus polārās cepures uz Tritona saskatāmi arī simtiem kilometru lieli ar sacietējušu šķidrums pildīti baseini (sk. att. «Zvaigžņotās Debess» 1990. gada vasaras numurā, 19. lpp.) un vēl daži citi veidojumi, kuru (9. att.) izcelsme visdrīzāk ir vulkāniska.

Tritona virsmas izskats pierāda, ka tā dziļēm



8. att. Geizerveidīgs gāzu un putekļu izvirdums uz Neptūna pavadona Tritona, kas sastāv no vertikāli augšup vērstas strūkļas un vēja iedarbībā izveidojušās garas horizontālas astes (atzīmēts ar bultiņām). Tā kā «Voyager-2» uzņēmis šos attēlus ar 45 minūšu intervālu, izvirdums redzams dažādos rakuros (sal. horizontālās astes novietojumu atiecībā pret virsmas detaļām), kas ļauj aprēķināt geizera ģeometriskos raksturlielumus. (NASA/JPL attēli.)





9. att. Nenoskaidrotas, visdrīzāk — vulkāniskas, izcelsmes veidojumi (100—200 km lieli neregulāras formas tumši plankumi ar gaišām apmalēm) uz Neptūna pavadoņa Tritona virsmas «Voyager-2» pārraidīta uzņēmuma fragmentā. (NASA/JPL attēls.)

raksturīga arī augsta tektoniskā aktivitāte, kuras izpausmes turklāt daudzviet ir tik savdabīgas, ka attiecīgo reljefa formu rašanās mehānisms pagaidām paliek neizprasts. No kaut cik parastiem tektoniskiem veidojumiem vispirms jāmin daudzus simtus kilometru garās plaisas, no kurām viena iestiepjas polārajā ceļurē. Daļā plaisu ir notikusi dzīļu vielas pacelšanās, turklāt daudzviet tā ir bijusi tik spēcīga, ka ne vien aizpildījies viss padzījinājums, bet arī stipri pacēlušās stāvās malas. Tādējādi šīs plaisas pārvērtušās par aptuveni paralēlu grēdu pāriem.

Plašiem Tritona virsmas apgabaliem ir tāds reljefs, par kura izcelsmi pat nevar kaut cik droši pateikt, vai tā ir vulkāniska, tektoniska vai abu šo procesu vienlaicīgas darbības rezultāts. Šim reljefam raksturīgas daudzas, desmitiem kilometru garas, ar samērā krasiem un šauriem paaugstinājumiem atdalītas ieapaļas vai

citas formas iepakas, kuru izvietojumam piemīt viegli pamanāma regularitāte. Tritona augstās vulkāniskās un tektoniskās aktivitātes dēļ meteorītu izsisto krāteru uz šī debess ķermeņa saglabāties maz.

## TĀLAIS PAVADONIS NEREĪDA

Vēl viens Neptūna mazais pavadonis, Nereīda, ir tik tālu no planētas, ka no Zemes tika jau atklāts 1949. gadā. Ar Makdonalda observatorijas 2,7 m teleskopu to veica amerikāņu astronoms Dž. Koipers.

Nereīdas orbīta ir sevišķi izstiepta. Šī debess ķermeņa minimālais attālums no Neptūna ir 1,39 miljoni km, bet maksimālais — 9,73 miljoni km, tātad septiņas reizes lielāks! Orbītas plakne ir arī diezgan slīpa pret planētas ekvatora plakni, un visas šīs īpatnības kopā ņemtas vedina domāt, ka Nereīda nav vis veidojusies kopā ar Neptūnu, bet gan ir tā pievilksanas spēka satverts asteroīda tipa ķermenis.

No Zemes nebija izdevies droši noskaidrot itin nevienu no Nereīdas vispārīgajiem raksturlielumiem, piemēram, tās diametra vērtējumi svārstījās robežās no 200 līdz 1500 kilometriem. Teleuzņemšana no «Voyager-2» parādījusi, ka Nereīdas forma ir gandrīz sfēriska. (Attēlā, kas publicēts «Zvaigžņotās Debess» 1990. gada vasaras numurā, 20. lpp., redzama tikai sirpjveidīga Saules apgaismotā Nereīdas daļa.) Tās diametrs ir ap 340 km un virsmas atstarotspēja ir mēreni zema, turklāt viscaur vienāda. Tā kā Nereīda gan apveida, gan gaišuma ziņā ir tik simetriska, ar «Voyager-2» aparātūru nav izdevies konstatēt nekādas spožuma izmaiņas, kuras ļautu izzināt, ar kādu periodu šis Neptūna pavadonis rotē ap asi. Noteikt rotācijas periodu pēc virsmas detaļu pārvietošanās nebija iespējams tāpēc, ka pavadoņa un kosmiskā lidaparāta lielā savstarpējā attāluma dēļ tās vienkārši nevarēja saskatīt. Šī paša iemesla dēļ nav arī ziņu par Nereīdas virsmas reljefu.

# CEĻŠ PIE BRŪNIEM PUNDURIEM

## ZENTA ALKSNE

Astronomi uzskata, ka, ļoti iespējams, Visumā eksistē līdz šim nepazīstami objekti, kas pēc savas masas ierindojami starp zvaigznēm un planētām, kuru masa attiecīgi ir 0,08 un 0,02 Saules masas. No šiem sīkajiem un aukstajiem objektiem varētu izplūst tikai pavisam tumši sarkana, nespodra un ļoti blāva gaisma. Tāpēc hipotētiskie objekti nosaukti par brūnajiem punduriem. Rakstā atspoguļota brūno punduru meklēšana un pētījumu rezultāti.

Jau vairāk nekā 10 gadus astronomi meklē brūnos pundurus. Par brūnajiem punduriem dēvē hipotētiskus objektus, kas pēc savas masas varētu ierindoties starp zvaigznēm un planētām. Ja to masu izsaka Saules masās, tad tā varētu būt ne lielāka par 0,08 un ne mazāka par 0,02 Saules masām. Kāpēc masas robežas ir tieši šādas?

Kad starpzvaigžņu putekļu un gāzes mākonī kāda iedarbība (piem., pārnovas sprādziens) pietiekami saspiež, sāk darboties gravitācijas spēks, kas liek mākonim veidot atsevišķus sabiezinājumus, kuru viela pēc tam kondensējas blīvā sfērā. Ja jaunā objekta masa kaut nedaudz pārsniedz 0,08 Saules masas, tad tā iekšienē sāk darboties kodolreakcijas — ūdeņraža pārveidošanās hēlijā, kas turpinās miljardiem gadu. Kodolreakcijās izdalījusies enerģija nonāk līdz jaunā objekta virsmai, sakarsē to, un virsma sāk spīdēt — ir radusies jauna zvaigzne. Ja zvaigznes masa ir maza, tad virsmas temperatūra sasniedz tikai 2000—3000 K. Šādas zvaigznes izskatās sarkanas un tās sauc par sarkanajiem punduriem. Tā, piemēram, sarkanais punduris ir mums vistuvākā zvaigzne — Centaura Proksima.

Ja jaunā objekta masa ir mazāka par 0,08 Saules masām (teorētiski šī robeža pašlaik precizēta līdz 0,075 Saules masām), tad temperatūra un spiediens tā iekšienē nav pietiekami, lai sāktos kodolreakcijas. Tādā gadījumā jaunais objekts nav zvaigzne. Tomēr kaut nedaudz siltuma tā virsmas virzienā ģenerē gravitacionālā saspiešanās. Tāpēc tāds ķermenis pats spīd, tikai pavisam blāvi. Ļoti blāvā starojuma dēļ šādus objektus sauc par tumšajiem jeb brūnajiem punduriem. Lai uzsvērtu zvaig-

žņu un brūno punduru starojuma izcelsmes principiālo atšķirību, pēdējos dažkārt dēvē par subzvaigžņu objektiem.

Brūno punduru masas apakšējo robežu — 0,02 Saules masas — teorētiski uzskata par minimālo masu, kāda var rasties primārajam mākonim sadaloties atsevišķos sabiezinājumos. Protams, eksistē astronomiskie objekti — planētas, kuru masa ir vēl mazāka. Tām pēc savas izcelsmes un būtības ir pavisam atšķirīga daba. Planētas rodas no vielas, kas paliek ap zvaigzni pēc tās izveidošanās. Planētās pašās nav kodolenerģijas avotu, tāpēc tās nespīd, bet tikai atstaro zvaigžņu gaismu. Lielākās Saules sistēmas planētas — Jupitera masa ir 0,001 Saules masas. Domājams, ka lielāko planētu masa varētu sasniegt 20 Jupitera masas.

Tātad brūnos pundurus definē kā objektus ar noteiktu masu. Teorētiski domā, ka brūno punduru diametrs neatkarīgi no masas ir apmēram viena desmitdaļa no Saules diametra. Turpretī to virsmas temperatūra (2000—400 K) ir cieši saistīta gan ar masas lielumu, gan ar objekta vecumu. Jo mazāka ir pundura masa, jo mazāk izdalās gravitācijas enerģija, kas to silda. Jo ilgāks laiks pagājis kopš pundura tapšanas brīža, jo necīgāks enerģijas daudzums izdalās, un punduris kļūst arvien aukstāks un tumšāks. Tā kā brūno punduru virsmas temperatūra ir ļoti zema, tad tie vienmēr izstaro galvenokārt tuvajā infrasarkanajā spektra daļā (1—5  $\mu\text{m}$ ). Tāpēc brūnie punduri ir ne vien ļoti blāvi, bet arī ļoti sarkani objekti.

Kas tad izraisa astronomu lielo interesi par brūnajiem punduriem? Pirmkārt, astronomi vē-

las pārbaudīt savus teorētiskos priekšstatus par to, cik mazi objekti var rasties, sadaloties gāzes un putekļu mākonim, un kāds ir šo mazo objektu skaits. Pagaidām ir skaidrs, ka masīvi objekti ar augstu patieso spožumu rodas mazākā skaitā nekā objekti ar nelielu masu un zemu patieso spožumu. Jo mazāka ir objektu masa, jo lielākā skaitā tie rodas. Novērojumi šo likumību apliecina, ja ir runa par objektiem, kuru masa pārsniedz 0,2 Saules masas, un šķiet, ka tā varētu būt pareiza arī objektiem, kuru masa sasniedz 0,08 Saules masas. Lai likumība apstiprinātos objektiem ar vēl mazāku masu, jāatrod brūnie punduri un jānovērtē to skaits. Tikai tad būs īsta skaidrība par pirmszvaigžņu mākoņa sadalīšanās rezultātu. Otrkārt, brūno punduru atklāšana varētu novērst rezultātu nesaskaņu, kas rodas vielas blīvumu mūsu Galaktikā novērtējot ar tiešajām un ar dinamiskajām metodēm. Pētot zvaigžņu dinamiku, astronomi ir noskaidrojuši, ka Galaktikā jābūt divreiz vairāk vielai nekā tā ir novērojama zvaigžņu, gāzes un putekļu veidā. Ja vielas otra daļa eksistē tumšā, neredzamā formā, tad brūnie punduri uzskatāmi par varbūtīgākajiem šīs neredzamās vielas pārstāvjiem.

Lai atrastu brūnos pundurus, ar moderniem un ļoti jutīgiem detektoriem parasti meklē to tiešos attālus. Loģiski būtu pundurus meklēt nevis kur pagadās, bet gan tādu ļoti pazīstamu astronomisko objektu tuvumā, kuru attālums ir precīzi zināms. Šādi objekti var būt gan atsevišķas zvaigznes, gan zvaigžņu kopas. Tā kā vairums zvaigžņu ir dubultas vai vairākkārtīgas sistēmas, tad apgabals ap zināmu zvaigzni patiešām ir ideāla vieta grūti notveramā objekta meklēšanai. Ja iespējams brūnais punduris ir atklāts, tad jāpārbauda tā fizikālā piederība zvaigznei vai zvaigžņu kopai. To var izdarīt, salīdzinot agrāk pazīstamā un jaunatklātā objekta īpatnējās kustības raksturlielumus — pārvietošanās ātrumu un virzienu pie debess. Ja abu apskatāmo objektu raksturlielumi sakrīt, tad brūno punduri droši var uzskatīt par pētāmās sistēmas locekli un pierakstīt tam sistēmas attālumu. Zinot jaunatklātā objekta redzamo spožumu vairākos spektra rajonos, var noteikt tā patieso spožumu un krāsu. Pēc šiem lielumiem, pamatojoties uz

teorētiskiem aprēķiniem, var novērtēt jaunatklātā objekta masu un pārliecināties, vai patiešām tas ir brūnais punduris. Grūtības sagādā tas, ka nav zināma varbūtējā pundura īpatnējā kustība, ko ātri noteikt var tikai tad, ja šī objekta pozīcija pie debess nejausi ir fiksēta jau vairākus gadu desmitus iepriekš. Tā, piemēram, ļoti vājus sarkanos objektus var atrast uz sarkanajos staros izdarītā debess apskata fotoplatēm, kas 50. gados uzņemtas Palomara kalna observatorijā (ASV). Tādā gadījumā tagad pietiek uzņemt un izmērīt tikai vienu jaunu pozīciju, lai gūtu priekšstatu par brūnā pundura īpatnējo kustību. Ja vecu datu nav, tad īpatnējo kustību ar tradicionālām metodēm var noteikt tikai pēc krietna laika sprīža, jo uzņēmumiem jābūt izdarītiem ar 20 līdz 50 gadu lielu intervālu. Pašlaik ir pavērusies arī cita iespēja. Orbītā ap Zemi ir pacelts Habla kosmiskais teleskops, ar kura palīdzību īpatnējās kustības noteikšanai nepieciešamais laika sprīdis sārks līdz dažiem gadiem. Līdz šim brūnos pundurus meklēt bija vieglāk, nekā pārliecināties par atrasto objektu piederību pie brūnajiem punduriem.

Apskatīsim īsumā brūno punduru meklēšanas vēsturi un iegūtos rezultātus, sīkāk iztīrējot pēdējo gadu panākumus. 80. gadu pirmajā pusē izdarītajiem meklējumiem vai nu nebija nekādu rezultātu, vai arī bija atsevišķi sensacionāli ziņojumi par brūno punduru atklāšanu, kas turpmākajās pārbaudēs neapstiprinājās.

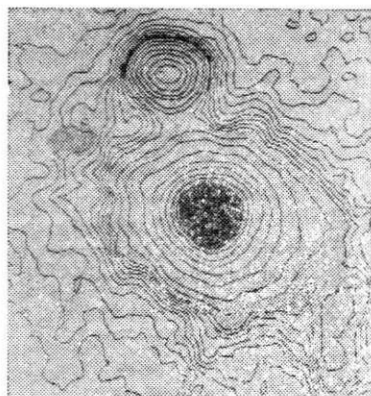
Astronomi brūno punduru meklējumos vispirms pievērsās tuvajām zvaigznēm, pie kurām bija cerība vieglāk saskatīt vājos objektus. Pirmie darbi tomēr panākumus nedeva. 1989. gadā par veiksmi ziņoja ASV un Havajas universitātes astronomu grupa, kuras priekšgalā bija V. Forists no Ročesteras universitātes (ASV). Galvenais panākumu avots ir Ročesteras universitātē izgatavotā īpaši jutīgā fotometriskā kamera, ar kuru, novērojot punktveida avotu 2,2 μm staros, piecu minūšu laikā var sasniegt 15,0 zvaigžņlielumu. Pētnieku grupa izvēlējās 55 zvaigznes, kas atrodas ne tālāk par 40 ly no Saules. Pie vienas no zvaigznēm — Glieses 569, ļoti iespējams, tika atrasts pavadonis — brūnais punduris. Pie šīs dubult-



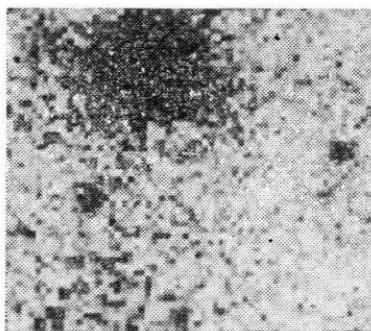
zvaigznes primārās komponentes — Gliese 569 A skaidri ir redzams pavadoņi jeb sekundārā komponente — Gliese 568 B (1. att.). Komponentes Gliese 569 B krāsa ir izteikti sarkana, kas norāda uz tās ļoti zemu temperatūru. Īpašs pētījums liecina, ka abām Gliese 569 komponentēm ir līdzīga īpatnējā kustība. Bez tam, pavadoņa redzamais spožums labi atbilst attālumam, kādā atrodas Gliese 569 A. Ja te patiešām ir darīšana ar fizikāli saistītu sistēmu, tad Gliese 569 B masu var vērtēt robežās 0,06 līdz 0,09 Saules masām.

Spriežot, pie kurām zvaigznēm vēl varētu meklēt pavadoņus — brūnos pundurus, iespējama arī pavisam cita pieeja. Ja brūnie punduri ir auksti objekti un to starojums galvenokārt ir spektra infrasarkanajā daļā, tad tos ir cerības samērā viegli saskatīt pie karstajām zvaigznēm, kas pašas izstaro galvenokārt ultravioletos vai zilos starus. No tādām karstajām zvaigznēm piemērotākie šķita baltie punduri ar zemu patieso spožumu, kas atrodas vēl zvaigžņu attīstības stadijā (tajā kādreiz nonāks arī Saule pēc sarkanā milža stadijas). Brūnā pundura klātbūtnei jāparādās kā sarkanā starojuma ekscēsam balto punduru starojumā. Šo ideju izmantoja vairāki astronomi, bet bez panākumiem — brūnos pundurus neizdevās atrast. Vienīgi E. Beklins no Havajas universitātes un B. Cukermans no Kalifornijas universitātes (ASV) savā kopīgajā apskatā 1987. gadā konstatēja infrasarkanā ekscēsu diviem baltajiem punduriem. Analizējot abus gadījumus, noskaidrojās, ka vienīgi zvaigznei GD 165 Vēršu Dzinēja zvaigznā ir skaidri redzams pavadoņi GD 165 B, kas varētu atrasties 120 av attālumā no primārās komponentes, un kura masa varētu būt ap 0,08 Saules masām.

Gribof, negribof nācās samierināties ar faktu, ka pie baltajiem punduriem brūno punduru tikpat kā nav, vai arī pieņemt, ka tie nav saskatāmi. Kāpēc? Gluži vienkārši — pie tik vecām zvaigznēm var atrasties tikai tikpat veci un pavisam atdzisuši brūnie punduri, kas praktiski neko vairs neizstaro. Jādomā, ka šī paša iemesla dēļ brūnie punduri nav saskatāmi arī pie tuvām zvaigznēm, jo, pat izvēloties jaunākās no tām (vecums  $10^9$ — $10^{10}$  gadi), tomēr



1. att. Pie Saulei tuva sarkanā pundura GL569 A redzams vājš pavadoņi — ļoti varbūtīgs brūnais punduri GL569 B. (Pēc «The Astronomical Journal», № 1605.)



2. att. Pie Vērša T tipa zvaigznes Vērša-Vedēja kompleksā redzami divi blāvi brūnie punduri ar mazu masu (Pēc «Scientific American», 1989, № 11.)

ir darīšana ar jau samērā vecām zvaigznēm.

Rēķinoties ar šiem apsvērumiem, jau pieminētā V. Forista grupa savā tuvo zvaigžņu apskatā iekļāva arī astoņas Sietiņa zvaigznes. Sietiņš jeb Plejādes ir jauna zvaigžņu kopa, kas veidojusies pirms  $10^8$  gadiem. Tā atrodas 400 ly attālumā. Tātad Sietiņa zvaigznes atrodas daudz tālāk par V. Forista apskata programmā iekļautajām Saulei tuvajām zvaigznēm, un tāpēc Sietiņa zvaigžņu starojums ceļā uz Zemi jūtami pavājinās. Tomēr tik jaunā

veidojumā kā Sietiņš arī brūnajiem punduriem, ja tādi tur ir, jābūt tik pat jauniem un jāstaro spēcīgi. V. Forists lēsa, ka jaunu brūno punduru intensīvais starojums, atšķirībā no vecu punduru vājā starojuma, var ne tikai kompensēt tālajā ceļā zaudēto gaismas daļu, bet pat uzlabot novērojamā brūnā pundura attēla redzamību. Citiem vārdiem sakot, V. Forists drīzāk cerēja atrast jaunus brūnos pundurus pie tālām zvaigznēm, nekā vecus pie tuvām. V. Forista grupai Sietiņā atrast brūnos pundurus tomēr neizdevās, bet divas citas pētnieku grupas no Anglijas un ASV tajā pat 1989. gadā ziņoja par varbūtējiem panākumiem. Abas šīs grupas meklēja Sietiņā ļoti vājus un īpaši sarkanus objektus. Pētniekiem izdevās atrast vairākus objektus, kuru masa varētu būt 0,06—0,08 Saules masas, ja tie patiešām pieder Sietiņam. Tā kā šo objektu īpatnējās kustības nav noteiktas, jo trūkst vajadzīgo ziņu par pozīcijām, tad to piederība pie Sietiņa nav pārbaudīta. Tāpēc šo objektu sīkāks apskats pagaidām ir jāatliek.

V. Forista grupa savu darbību nepārtrauca. Meklētājus spārnoja doma, ka jāpēta pēc iespējas jaunas zvaigznes, kur arī brūnie punduri varētu būt tikko tapuši un spīdētu spožāk nekā jebkad vēlāk savas pastāvēšanas laikā. Tāpēc V. Forista grupa brūnos pundurus sāka meklēt Vērša—Vedēja zvaigžņu kompleksā, kas gan atrodas 450 ly attālumā, bet toties ir ļoti jauns. Zvaigznes tajā sākušas veidoties tikai pirms  $10^7$  gadiem, un to vidējais vecums ir  $10^5$  gadu. Vecuma ziņā šo kompleksu var pielīdzināt zvaigžņu pasaules bērnudārzam. Ja brūnie punduri eksistē, tad Vērša—Vedēja zvaigžņu kompleksā ir vislielākās cerības tos saskatīt.

Vērša—Vedēja kompleksā sastopamas Vērša T tipa mainīgzvaigznes — tikko tapušas, nestabilas zvaigznes, kas vēl nav sasniegušas tādu

attīstības stadiju kā Saule. V. Forista grupa apskatīja 25 loka kvadrātminūšu laukumu ap katru no 27 izraudzītajām Vērša T tipa zvaigznēm un pie deviņām atklāja vājus, sevišķi sarkanus objektus (2. att.). Pateicoties jau minētajiem Palomāra kalna observatorijā iegūtajiem debess apskata uzņēmumiem, tūlīt izdevās septiņiem objektiem noteikt īpatnējās kustības, kas parādīja, ka četri objekti patiešām pieder pie Vērša—Vedēja kompleksa, jo to kustības ir kopīgas ar kompleksa citu zvaigžņu kustībām. Vēl viens objekts ir varbūtējais kompleksa loceklis. Teorētiskais novērtējums liecina, ka šo piecu objektu masa ir apmēram 0,02 Saules masas. Vismaz tā nevar būt lielāka par 0,06 Saules masām, jo tad pēc teorijas to vecums pārsniegtu  $10^8$  gadu, bet tas neatbilstu Vērša—Vedēja kompleksa vecumam. V. Forista grupa paredz iegūt un analizēt piecu iespējamo punduru spektrus, lai pārliecinātos, vai tie patiešām atbilst gaidāmajiem spektriem. Par pārējo atklāto objektu dabu nav lielas skaidrības, bet pētījuma autori domā, ka starp tiem vēl varētu būt brūnie punduri.

Neatbildēts paliek jautājums, vai atrastie brūnie punduri ir Vērša T tipa zvaigžņu pavaidoņi, vai arī tie brīvi peld Vērša T tipa zvaigžņu veidošanās apgabalā. Ja brūnie punduri sastopami tikai pie samērā retajām Vērša T tipa zvaigznēm, tad to kopējais skaits un masa nav ievērojami. Turpretī, ja tie ar tādu pat biežumu sastopami jebkurā virzienā Vērša—Vedēja kompleksā, tad to šajā kompleksā vien var būt kāds miljons. Lai šo iespējamību pārbaudītu, paredzēts brūnos pundurus meklēt pie daudzām Vērša T tipa zvaigznēm, kā arī «tukšos» salīdzinājuma laukumos.

Šķiet, ka īstā vietā meklēti, brūnie punduri ir beidzot atrasti! Vēl tikai jānoskaidro to patiešais skaits.



## Paredzējums sāk piepildīties!

Mazā Lāča  $\alpha$  jeb Polārzcvaigzne ir visiem labi pazīstama kā spoža 2. lieluma zvaigzne, kas iezīmē debess ziemeļpolu. Jau pagājušā gadsimta vidū pirmie sistemātiskie novērojumi parādīja, ka Polārzcvaigznes spožums mainās. Vienkārši pavērojot Polārzcvaigzni pie debess, to pamanīt nevar, jo spožuma maiņas amplitūda ir pārāk maza. Šī gadsimta sākumā tika noskaidrots, ka Polārzcvaigzne pieder pie cefeīdu tipa mainzcvaigznēm, kas spožumu maina regulāri. Cefeīdu spožuma maiņu izraisa to ārējā slāņa pulsācijas. Polārzcvaigzne, vismaz kopš tā laika, kad astronomi to sāka novērot, pieder pie tām nedaudzajām cefeīdām, kuru spožuma maiņas amplitūda ir ļoti maza un nepārsniedz 0,1 zvaigzņlielumu.

Pēdējā desmitgadē Polārzcvaigzne astronomus interesē kā mainzcvaigzne, kas, spožuma maiņai zūdot, gatavojas kļūt par konstantu zvaigzni. Par to liecina zvaigznes pulsāciju norīšana.

«Zvaigzņotās Debess» slejās jau stāstīts par Meksikas astronoma A. Arrelano Ferro 80. gadu sākumā veikto darbu, kurā viņš paredzēja, ka pēc dažām desmitgadēm Polārzcvaigzne beigs pulsēt.\* Kanādas astronome N. Dinšova, kas kopā ar kolēģiem no 1987. līdz 1988. gadam veikusi jaunus Polārzcvaigznes novērojumus, 1989. gada decembrī ziņoja, ka pulsācijas turpina strauji rīst un, iespējams, ka tās pilnīgi izbeigsies jau 1995. gadā. Šķiet, ka A. Arrelano Ferro paredzējums piepildīsies ātrāk nekā to gaidīja!

Kādi pulsācijas raksturlielumi par to liecina? Pirmkārt, par pulsācijas izmaiņām var

\* Alksne Z. Vai Polārzcvaigzne beidz pulsēt? — Zvaigzņotā Debess, 1984./85. gada ziema, 15.—17. lpp.

spriest pēc spožuma maiņas amplitūdām, kas no 1980. līdz 1981. gadam bija tikai 0,05 zvaigzņlielumi. Diemžēl jaunajā darbā fotometriskie novērojumi nav veikti, un līdz ar to trūkst norādes par spožuma maiņas amplitūdas samazināšanos vai palielināšanos pēdējos gados. Toties N. Dinšova ir pētījusi tieši pašas pulsācijas amplitūdas izmaiņas.

Pulsācija ir sistemātiska zvaigznes ārējo slāņu izplešanās un saraušanās, kuras rezultātā zvaigznes viela te tuvojas novērotājam, te attālinās no tā. Šī kustība pa skata līniju ir atspoguļojama radiālā ātruma mērījumos. Maksimālā un minimālā radiālā ātruma starpība raksturo pulsācijas amplitūdu. N. Dinšovas mērījumi rāda, ka no 1987. līdz 1988. gadam pulsācijas amplitūda sarukusi līdz 1,5 km/s, kamēr 1980. un 1981. gadā tā vēl bija 2 km/s. Pulsācijas amplitūdas sarukšana pēdējos gados notiek tik strauji, ka to varēja pamanīt pat to 9 mēnešu laikā, kamēr N. Dinšova veica novērojumus.

Kopš kura laika samazinās Polārzcvaigznes pulsācijas amplitūda? Skaidri atbildēt uz šo jautājumu nav iespējams datu trūkuma dēļ. Cik zināms, no 1896. līdz 1950. gadam pulsācijas amplitūda ir bijusi nemainīga — ap 5 km/s. Amplitūdas samazināšanās varētu būt sākusies ap 1960. gadu, bet apstipriņošu novērojumu nav.

Otrs pulsācijas raksturlielums ir periods. Gandrīz četras dienas garais Polārzcvaigznes spožuma maiņas un pulsācijas periods pieaug ar ātrumu 3 s gadā. To apstiprina arī jaunais pulsāciju cikla pētījums. Ja gadsimta sākumā pulsācijas perioda garums ir bijis 3,968 dienas, tad 80. gadu nogalē tas sasniedzis jau 3,975 dienas.

Gan amplitūdas, gan perioda maiņu gaita liecina, ka Polārzcvaigznes pulsācijas kļūst

lēnākas un mazizteiktākas. Pulsācijas novērotāju acu priekšā it kā izzūd jeb norimst. Polārzcvaigznē notiekošie procesi ir tas retais gadījums astronomijā, kad notiek acimredzama debess objekta raksturlielumu maiņa, kas nozīmē to, ka Polārzcvaigzne pāriet jaunā attīstības stadijā.

Pašlaik Polārzcvaigzne pieder pie F7—F8 spektra klases zilajiem pārmilžiem. Tās rādiuss ir ap 39 Saules rādiusi un masa — ap 5,5 Saules masas. Šādas zvaigznes ar lielu masu savā attīstībā no zilā pārmilža stadijas, kad zvaigzne ir visai karsta, bet ne sevišķi liela, virzās uz sarkano pārmilžu stadiju, kad zvaigzne kļūst ne tikai auksta un līdz ar to sarkana, bet arī piepušas, iegūsto milzīgus apmērus. Kā liecina teorētiskie aprēķini un novērojumi, zvaigznes attīstībā no zilās uz sarkano pārmilžu stadiju pienāk brīdis, kad tā sāk pulsēt un periodiski mainīt savu spožumu, kļūstot par cefeīdu. Šajā laikā zvaigzne virzās caur tā saukto nestabilitātes joslu Hercšprunga—Rasela (H—R) diagrammā, kas grafiski attēlo zvaigžņu sadalījumu atkarībā no temperatūras un starjaudas. Pēc tūkstošiem gadu zvaigzne šo joslu pamet un pārstāj pulsēt. Tā tas pašlaik, domājams, notiek ar Polārzcvaigzni. Raksta sākumā minētais A. Arrelano Ferro noteica Polārzcvaigznes absolūto lielumu un temperatūru. Arī pēc šiem raksturlielumiem Polārzcvaigzne pašlaik atrodas labajā, nestabilitātes joslas zemo temperatūru malā. Viss it kā liecina par to, ka Polārzcvaigzne visdrīzākajā laikā pametīs H—R diagrammas nestabilitātes joslu.

Lai spriestu, vai Polārzcvaigzne turpmāk dosies tieši uz sarkano pārmilžu apgabalu, ir jānoskaidro, kuru reizi Polārzcvaigzne šķērso nestabilitātes joslu. Teorētiskie aprēķini rāda, ka piecu Saules masu lieluma zvaigzne nestabilitātes joslā nonāk vairākkārt un virzās caur to gan uz zemo, gan uz augsto temperatūru malu. Virzība tālākās attīstības gaitā ir saistīta ar pārmaiņām šīs masīvās zvaigznes enerģijas avotā pēc tam, kad H—R diagrammā tā ir pametusi galvenās secības zvaigžņu grupu. Pirmoreiz cauri nestabilitātes joslai zvaigzne iziet tad, kad pēc udeņraža izdegšanas tās centrā, sākas zvaigznes virzība uz diagrammas zemo temperatūru malu,

kur kādu laiku tā pavada sarkano pārmilžu stadijā. Tad zvaigznes centrā sāk degt hēlijs, kas rada gan temperatūras, gan absolūtā spožuma strauju pieaugumu, un zvaigzne dodas atpakaļ uz H—R diagrammas kreiso malu. Pa ceļam tā jau otrreiz šķērso nestabilitātes joslu un pamet to augsto temperatūru malā, atkal kļūdama par zilu, konstantu zvaigzni. Turpmākās izmaiņas enerģijas avotā liek zvaigznei vēl un vēlreiz mainīt savu stāvokli H—R diagrammā. Tādējādi zvaigzne var šķērsoot nestabilitātes joslu pat piecas reizes.

Par to, kuru reizi Polārzcvaigzne šķērso nestabilitātes joslu, var spriest pēc pulsācijas perioda maiņu rakstura un ātruma. Ja zvaigzne nestabilitātes joslu šķērso augsto temperatūru virzienā, tad pulsācijas periods samazinās, bet ja pretējā virzienā — periods pieaug. Polārzcvaigznes gadījumā novērojams perioda pieaugums. Teorētiskie aprēķini rāda, ka ar katru nākamo nestabilitātes joslas šķērsošanas reizi perioda izmaiņas ir lēnākas. Pēdējos simt gados novērotais Polārzcvaigznes perioda maiņas ātrums atbilst tam teorētiski paredzētajam ātrumam, kāds ir zvaigznei trešo reizi šķērsojot nestabilitātes joslu. Tātad Polārzcvaigznei, pirms tā kļūs par sarkano pārmilzi, vēl divas reizes jāšķērso nestabilitātes josla.

Bez aplūkotajiem raksturlielumiem, kuriem piemīt evolucionāra jēga, N. Dinšova ar kolēģiem izzinājusi datus, kas vairāk raksturo Polārzcvaigznes fizikālo dabu. Analizējot Polārzcvaigznei piemītošos radiālos ātrumus, kļuva skaidrs, ka bez cefeīdai raksturīgajām pulsācijām tajos atspoguļojas vēl kādas svārstības, kuru amplitūda ir ap 0,5 km/s, bet periods — 45 dienas. Pētot šo svārstību cēloni, tūlīt nācās atmet versiju par ļoti ciešu Polārzcvaigznes pavadoni. Daudz labāk sikās svārstības var izskaidrot ar pieņēmumu, ka Polārzcvaigzne samērā ātri rotē, veicot vienu apgriezieni 45 dienās, un ka uz tās virsmas atrodas viens vai vairāki veidojumi, kurus pēc analogijas ar Saules plankumiem mēdz saukt par zvaigžņu plankumiem. Nav zināms to izvietojums, izmēri un skaits. Iespējams, ka pastāv divi plankumi vai plankumu grupas zvaigznei pretējās pusēs, bet rotācijas periods īstenībā ir 90 dienas. Šos Polārzcvaigznes plankumus fotometriski konstatēt nevar, jo tie

zvaigznes diska spožumu maina tikai par dažiem procentiem. Arī pēc radiālo ātrumu svārstībām plankumu klātbūtni tik drīz pārbaudīt neizdosies, jo dažāda tipa zvaigznēm viena plankumu grupa var eksistēt no gada līdz dažiem desmitiem gadu. Līdz šim par pārmilžu virsmas veidojumiem ziņu vispār nav. Arī šajā jomā Polārzcvaigzne var izrādīties unikāls pētījumu objekts.

Z. Aikšne

## Vai jāmaina priekšstats par pulsāriem?

1987. gadā notikušais pārnovas uzliesmojums Magelāna mākonī ir devis unikālu iespēju detalizētāk izpētīt šo parādību. Pētījumu gaitā astrofiziķi ir nonākuši pie atziņas, ka jāpārskata un, iespējams, pat jāmaina vecie, līdz šim dominējušie priekšstati par to, kādā veidā I tipa pārnovas eksplozijas rezultātā rodas (un vai vispār rodas) neitronu zvaigzne. Izrādās, ka daudzās standartteoriās par pārnovām raksturīgās situācijas izveidošanos zvaigžņu evolūcijas procesā tiek secināts, ka pastāv visai ievērojams enerģijas deficīts, lai rastos neitronu zvaigzne. Pašreiz zināmie zvaigznes evolūcijas procesos ģenerētie enerģijas daudzumi ir par maziem, lai zvaigzne spētu nomest savu apvalku, tās kodolam pārvēršoties par neitronu zvaigzni.\*

\* Pēc pašreiz pastāvošiem priekšstatiem pārnovas parādās masīvu, t. i. par Sauli masīvāku, zvaigžņu evolūcijas beigu posmā, kad zvaigznes kodolā izlietojušies vieglo (par dzelzi vieglāko) elementu krājumus, kas ar kodolreakcijas ģenerēto starojumu līdzsvaroja zvaigznes ārējo slāņu gravitācijas spiedienu. Zvaigznes kolapsa laikā tās kodola elektroni iespiežas protonos, un izveidojas ļoti blīva, masīva (ap 1,4 Saules masas) neitronu zvaigzne. Vielas neitronizācijas procesā rodas milzīgs daudzums neitronu, kas no kodola iznes atbrīvoto enerģiju un atdzēsē to, tādējādi veicinot zvaigznes kolapsu un izraisot zvaigznes ārējo slāņu jeb apvalka nomašanos. Detalizētāki aprēķini liecina, ka šādi producētās enerģijas var izrādīties par maz, lai zvaigznes apvalkam, kura masa ir samērā liela (ap 0,1 Saules masas), piešķirtu astronomiskajos mērījumos konstatēto ātrumu (vairāki tūkstoši km/s).

Attiecīgi pētījumi dod iespēju atteikties no uzskata, ka pēc pārnovas uzliesmojuma tās kodolam jāpārvēršas par neitronu zvaigzni. Ir pazīstami vielas stāvokļi, kuriem piemīt mazāka iekšējā enerģija, un tādējādi var rasties nevis neitronu zvaigzne, bet gan zvaigzne, kas sastāv no kādas citas vielas. Tāda, piemēram, varētu būt «divainā» zvaigzne, kas sastāv no «divainās» vielas. Runa ir par tādu vielu, kas sastāv ne tikai no t. s. augšējiem un apakšējiem kvarkiem, kā tas ir neitronu un protonu gadījumā, bet apmēram no vienāda daudzuma augšējo, apakšējo un divaino kvarku. Kā liecina aprēķini, ja eksistē šāda «divainā» viela (stabils trīskvarku bloks jeb t. s. kvarku tīrradnis), kas pēc amerikāņu fiziķa E. Vitena 1984. gadā izteiktā uzskata var veidoties Lielā Sprādziena sākummomentā, tad šī viela ir stabilāka, t. i., tai piemīt mazāka iekšējā enerģija nekā pašlaik zināmajai un labi izpētītajai, stabilajai kodolvielai, kas sastāv no protoniem un neitroniem. Tātad, ņemot vērā to, ka teorētiskie apsvērumi nerada pretargumentus kvarku tīrradņu pastāvēšanai, bet, gluži otrādi, pat liecina to eksistencei par labu, atliek pamatjautājums — vai šāda «divainā» viela dabā vispār eksistē.

Nesen parādījusies publikācija («*Physical Review Letters*», 1989, vol. 63, N 7, p. 716), kurā divi argentīniešu zinātnieki O. Benvenuto un Dž. Horvats ir mēģinājuši pierādīt, ka ekstremālos apstākļos, kas veidojas kolapsejošās zvaigznes kodolā, neitronu viela var tikt saspiesta tik spēcīgi, ka rodas nevis neitronu, bet gan «divainā» zvaigzne. Par savu aprēķinu eksperimentālo argumentu argentīnieši izmanto līdz šim par diezgan miklainiem uzskatītos divus neitronu starojuma impulsu reģistrācijas faktus, kas iegūti jau minētās pārnovas 1987 A uzliesmojuma laikā Magelāna mākonī. Pirmais impulss bija 2 s ilgs, otrs, kas tika reģistrēts pēc 7 s, — 3 s ilgs. Argentīniešu zinātnieki to izskaidro tādējādi, ka pirmo impulsu radīja tas neitronu starojums, kas ģenerējās vielas neitronizācijas procesā, t. i., tajā pašā (ap 7 s) laikā sprīdi, kurā eksistēja neitronu zvaigznes, bet otru impulsu radīja neitronu zvaigznes tālākais kolapss par «divaino» zvaigzni.

Argentīniešu zinātnieku hipotēzei par labu

liecina arī atklājums, ka pulsārs, kas izveidojās pārnovas 1987 A centrā, rotē ar ātrumu ap 2000 apgriezieni sekundē. Kā izriet no pārnovu standartteorijām, neitronu zvaigzne tik ātri rotēt nevar. To sarautu gabalos milzīgais, šādam ātrumam atbilstošais centrālās daļiņas spēks, jo pat kodolspēki, kā izrādās, ir par vājiem, lai noturētos pretī centrālās daļiņas spēkam. Kā aprēķināts, lai izturētu šādu rotācijas ātrumu, blīvumam neitronu zvaigznes centrā vismaz 12 reizes būtu jāpārsniedz normāls atomu kodolvielas blīvums. Viela ar šādu blīvumu nevar sastāvēt no parastajiem kodolus veidojošajām daļiņām, tai ir jābūt sastāvā no kodolvielas subdaļiņām — kvarkiem, to skaitā arī no divvainajiem kvarkiem. Pēdējie ir viens no sešiem kvarku paveidiem. Tādas pašas domas izsaka arī amerikāņu fiziķis N. Glendenings (Lourensa laboratorija, Bērklija).

Divvainie kvarki parastā vielā neparādās, bet tos novēro eksperimentos, kuros pēta kosmiskos storus, vai elementārdaļiņu pārritinātājos. Viela, kas satur divvainos kvarkus, sastāv arī no augšējo un apakšējo kvarku un elektronu maisījuma.

Kā liecina modeļaprēķini, pirmkārt, «divvainās» zvaigznes izmēri ir mazāki par neitronu zvaigznes izmēriem, un līdz ar to mazāks ir arī centrālās daļiņas spēks, kas darbojas uz zvaigznes ārējiem slāņiem; otrkārt, «divvainās» zvaigznes viela, kā var secināt pēc tās iespējamo stāvokļa vienādojumu analīzes, ir blīvāka un, līdz ar to, mazāk deformējama nekā neitronu zvaigznes viela. Tāpēc ir pieļaujama arī lielāku rotācijas ātrumu pastāvēšana. Ar laiku, protams, dažādu fizikālu procesu rezultātā šis rotācijas ātrums samazinās.

Jaunā koncepcija vai hipotēze izvirza divas visai nozīmīgas problēmas. Pirmkārt, būtiski jāizanalizē un, iespējams, jāmaina līdz šim pazīstamie kodolvielas stāvokļa vienādojumi un, otrkārt, var izrādīties, ka visu I tipa pārnovu eksploziju rezultātā rodas nevis neitronu, bet «divvainās» zvaigznes. Tas nozīmē, ka visi pulsāri, kuri līdz šim tika identificēti kā neitronu zvaigznes, var izrādīties par «divvainajām» zvaigznēm. Šis ir ļoti interesantas problēmas, kuras risinot, tālāko pētījumu gaitā iegūsim ne mazāk interesantus rezultātus.

A. B a l k l a v s

## Organiskie savienojumi ceļo kosmosā

Pētot meteoritus, tajos nereti atrod arī organiskos savienojumus, pat dažādas aminoskābes — olbaltumvielu pamatsastāvdaļas. Tāpēc ļoti izplatīta ir hipotēze par dzīvības pamatstruktūru rašanos kaut kur tālajā kosmosā un atceļošanu uz Zemi. Taču ievērojamā Ļeņingradas Fizikālā tehniskā institūta līdzstrādniekam E. Drobiševskim par organiskajām vielām meteorītos ir radies pavisam cits uzskats, kas diskusiju kārtībā izklāstīts izdevumā «Pisjma v Astronomičeskij žurnal» (1990. gads, 16. sēj., Nr. 5). Viņš, analizējams plašu faktu materiālu par Zemes ielu fizikālajām izmaiņām, kas rodas kosmisko akmeņu — meteorītu trieciena rezultātā, nonācis pie paradoksāla secinājuma: meteorītos ieslēgtās organiskās vielas ir radušās tepat uz Zemes! Tas nozīmē, ka meteorīti ir kādreiz atradušies uz Zemes, tad aizceļojuši kosmosā un beidzot atkal nokrituši atpakaļ uz Zemes.

Šāda procesa cēlonis varētu būt bijusi Zemes sadursme ar lielu kosmisku veidojumu — asteroidu. Tam nokritot uz Zemes, trieciena enerģija transformējas citās enerģijas formās — galvenokārt siltumā. Līdz ar to iztvaiko milzīgs daudzums gan asteroida, gan Zemes ielu vielas. Uz visām pusēm izplatās varens triecienvilnis, kas savā ceļā noslauka pat kalnu virsotnes un, kā liecina aprēķini, rada arī vertikālu gāzu plūsmu virzienā prom no Zemes. Šīs gāzu strūklas jauda ir tik liela, ka kosmosā varēja tikt izsviesti akmeņi blūķi ar diametru pat 1 km. Šādā veidā var būt radušies t. s. AAA asteroidi, kuru orbītas ir Zemes orbītas iekšpusē vai arī šķērso to. Pašreiz ir zināmi 92 šādi objekti: 6 Atona grupas asteroidi, kuru orbītas ir Zemes orbītas iekšpusē, 40 Apolona grupas asteroidi, kuru perihēliji ir Zemes orbītas iekšpusē, un 46 Amora grupas asteroidi, kuru perihēliji Zemes orbītai tikai pieskaras. Acīmredzot šajās orbītās atrodas arī sīki ķermeņi, kas atkal uz Zemes nonāk kā SCN meteorīti. Patlaban gan valda uzskats, ka šie meteorīti nāk no Marsa, tomēr uz Marsa nav atrodams pietiekami liels krāteris, kas varētu liecināt par līdzīgu kosmisko sadursmi. Bez tam, SCN meteorītu fizikālās

un ķīmiskās īpašības liecina drīzāk par to Zemes izcelsmi.

Lai kosmiskā katastrofa ritētu pēc aprakstītā scenārija, primārā triecienu enerģijai būtu jābūt aptuveni tikpat lielai kā  $3 \cdot 10^5$  Mt sprāgstvielas trinitrotoluola (TNT) jeb trotila eksplozijas enerģijai. Ja ņemam vērā, ka kodolziemas iestāšanās minimālajam variantam nepieciešami «tikai»  $10^5$  Mt TNT, tad Zemes ģeoloģiskajā vēsturē var meklēt kādreizējās sadursmju pēdas. Un šādas liecības ir no ģeoloģiskajām nogulām iegūstamie dati par seno organismu masveida bojāeju. Plašāk pazīstama ir globālā dinozauru izžušana krita laikmeta beigās — apmēram pirms 65 miljoniem gadu. Tad izmira turpat 75% no visām dzīvo organismu sugām, ne tikai dinozauri vien. Bet šādi notikumi ir bijuši vairākkārt. Pēdējos 250 miljonus gadu vidēji ar 26—30 miljonu gadu starplaiku ir iestājušies apm. 3 miljonus gadu ilgi laikposmi, kad uz visas mūsu planētas ir gājušas bojā daudzas dzīvo organismu formas. Patlaban valda uzskats, ka tas ir to kodolziemu rezultāts, kas iestājušās pēc lielu meteorītu vai asteroidu nokrišanas uz Zemes. Zinātnieki tikai nav vienprātīgi par šo meteorītu sākotnējo izcelsmi. Kā jau minējām, par to «dzimteni» daudzi uzskata Marsu. Bet E. Drobiševskis uzsver, ka viena akmens šķembu daļa paliek arī Zemei tuvās orbitās un pamazām nokrīt uz tās atpakaļ, dažkārt izraisot arī globālas sekas planētas faunai un florai.

N. Č i m a h o v i č a

## Menhirs — Bungulejas Velna rags

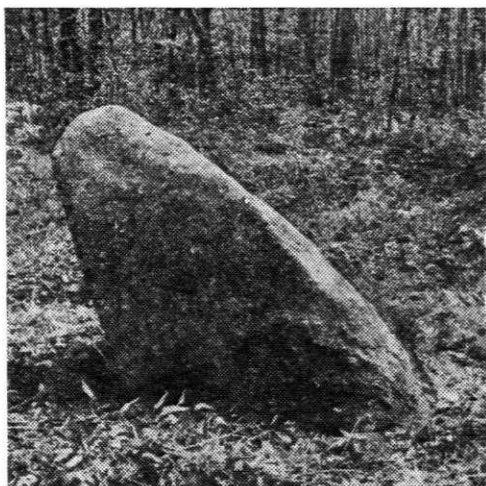
Kas tas tāds? Menhiri ir milzīgi akmens stabi, kas nostiprināti vertikāli. Lielākie menhiri sasniedz 20 m augstumu un tie ir simtiem tonnu smagi. Šie megalitiskās kultūras grandiozie akmens dārzi — kromlehi, dolmeni, menhiri — ir viens no lielākajiem brīnumiem un mīklām cilvēces vēsturē. Ar kādiem spēkiem savas kultūras attīstības ritāsmā pirms 4—6 gadu tūkstošiem ļaudis varēja pārvietot un uzstādīt simtiem tonnu smagus akmeņus. Arī slavenā Stounhendža Anglijā ir tāda

megalitiskās kultūras celtnē. Rietumeiropā ir tūkstošiem dažādu megalitisko konstrukciju. Ziemeļfrancijā, Bretaņas pussalā vienā pašā Lemenekas akmeņlaukā 100 m platā un 1167 m garā joslā ir 1169 akmeņi. No augšas tie atgādina milzīgu kapu pieminekļu rindas. Lidz pat šai dienai zinātnieku starpā nav vienprātības, kādā nolūkā akmens laikmeta cilvēkam bija jāveic šāds titānisks un šķietami absurds darbs. Pēdējā laikā viena daļa zinātnieku pieturas pie atziņas, ka šīs megalitiskās konstrukcijas ir akmens laikmeta observatorijas, kur tika vēroti Saules, Mēness un zvaigžņu ceļi un noteikts kalendārs. Citi zinātnieki pieturas pie uzskata, ka tās bijušas seno laiku sakrālās celtnes. Ir arī vēl daudz citu hipotēžu, piemēram, ka megalīti norāda nolaišanās vietas ārpuszemes civilizācijas sūtņiem. Tagad arī Latvijā daži entuziasti sākuši runāt par svētkalniem ar akmeņu rindām, kur krīvi izsekojuši debess spidekļu ceļus.

Kad es par šiem brīnumainajiem akmens stabiem izlasīju Jāņa Klētnieka rakstu\*, pēkšņi atcerējos, ka arī pats divus jocīgus akmeņus pirms 11 gadiem esmu redzējis Alūksnes rajonā.

1989. gada vasaras nogalē ar kinorežisoru Sergeju Nikolajevu braucām divainos akmeņus meklēt vēlreiz. Akmens, ko tautā sauc par Velna ragu, atrodas pie Alsviķu, Kalnācempju un Annas pagastu robežām, netālu no Bunguleju mājām, mazās upītes Papardītes ielejā, 20 m no tās kreisā krasta. Visi akmeņi dabiski guļ ar plakano malu uz zemes. Šis — iedurts slīpi zemē 60° leņķī un izskatās ļoti noslēpumaini. Kāpēc akmens neapgāžas? Kādi spēki to notur slīpā leņķī? Kas to nostiprinājis? Jo ilgāk skatāmies, jo vairāk jābrīnās. Akmens izskatās kā lidojošais šķīvītis, kas slīpi 60° leņķī līdz pusei ietriecies zemē. Ap Velna ragu vērojama vēl viena neparasta parādība. Auglīgā, bet pamestā paliņu pļava aizaugusi ar lieliem alkšņiem, bet ap savādo akmeni 7 m radiusā ir pilnīgi brīvs laukums,

\* Klētnieks J. Megalitiskā astronomija. — Zvaigžņotā Debess, 1988. gada vasara, 2.—15. lpp.



Bungulejas Velna rags Alūksnes rajonā.

kurā aug tikai nātres. Šajā laukumā nekādus izcirtuma celmus neredzējām. Bungulejas Velna rags protams nevar sacensties ar milzīgajiem menhiriem Bretaņas pussalā vai ar Polnebronas dolmenu Irījā. Velna raga augstums ir 1,3—1,4 m. Bet veco māju saimniece saka, ka viņas bērnībā akmens bijis daudz lielāks. Gadu gaitā lietus un palu ūdens straumes no stāvās pakrastes esot saskalojušas daudz smiltis, un akmens ieaugot zemē aizvien dziļāk. Saimnieces liecību apstiprina arī mani mērījumi pirms 11 gadiem. Tad akmens augstums ir bijis 1,55 m. Lai tuvotos kaut kādai skaidrībai, mēs akmens abās pusēs izrakām šauru

šurfu. Saimnieces teiktais apstiprinājās, jo zem plānas augsnes kārtiņas sekoja saskalots smilšmāls. Bet, ejot dziļumā, akmenim atsedzās vēl divainākas formas. Virszemes daļā akmens ir izliekts, bet tālāk — zemes dziļumā, tā malas iet vertikāli. Velna raga iekšpusē zem izliekuma, 60 cm dziļumā mēs uzdūrāmies nelielu laukakmeņu bruģim un tālāku šurfēšanu tur pārtraucām. Ari akmens otrā pusē mēs ierakāmies viena metra dziļumā, bet tur tāpat parādījās daži laukakmeņi. Ar metāla iesmu vēl iztaustījām akmens malu 30 cm zem šurfa. Tātad kādreiz Velna rags ir bijis ne mazāk kā 2,6 m augsts — tiešām īsts, varens menhirs, pie tam ar divaini saliektu augšgalu. Vai tiešām tik neparastu stāvokli milzīgais granīta gabals varēja ieņemt pats no sevis kādu dabas spēku iespaidā? Ģeologi atbild, ka varēja. Zem lielā ledāja gigantiskā spēka esot iespējami visdažādākie laukakmeņu sabērumi un ieķīļējumi. Bet tādā gadījumā — kā tad pats kilometru biežais ledājs šo Velna raga spīgo galu nenolauza? Šāds jautājums paliek atklāts. Ja lielais akmens izrādītos cilvēka uzstādīts, tad tas būtu pats pirmais un patreiz vienīgais zināmais megalitiskās kultūras menhirs Latvijā. Netālu no Velna raga krasta nogāzē ir arī citi parasti laukakmeņi. Nepilnu kilometru tālāk austrumu virzienā, lielceļa malā, netālu no Kantorkroga autobusu pieturas ir daudz mazāks akmens stabs ar nosaukumu Velna tabakdoze. Šajā akmenī iekalts krusts un krusta pēdā lielāks padziļinājums. Tabakdozi pētījis un aprakstījis arheologs Juris Urtāns.

G. E n i ņ š





## ATKLĀTĀK PAR KOSMONAUTIKAS VĒSTURI (IV)

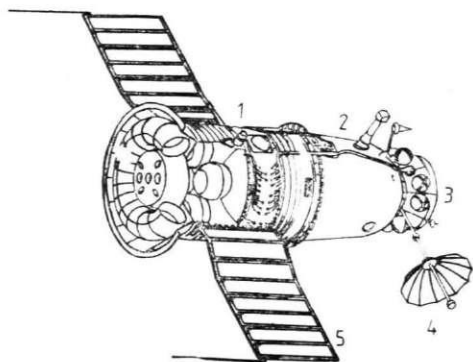
Turpinām publicēt izvilkumus no PSRS centrālās preses materiāliem, kas atklāj agrāk nezināmus faktus par padomju kosmonautikas vēsturi un sniedz kritisku tās nozīmīgāko etapu vērtējumu.\*

### KĀ NENOTIKA LIDOJUMS APKĀRT MĒNESIM

Kā atzīmē bijušais galvenais konstruktors V. Mišins un citas tikpat kompetentas personas, PSRS pilotējamo Mēness lidojumu programma pretstatā analogai amerikāņu programmai sastāvējusi no divām pašstāvīgām daļām. Sarežģītākā daļa — cilvēka izsēdināšana uz Mēness — jau sākumposmā piedzivoja smagu neveiksmju virkni un vēlāk tika anulēta, par ko diezgan sīki ziņojām šīs sērijas iepriekšējā rakstā. Šeit atgādināsim, ka fiasko galvenais tehniskais cēlonis bija nespēja radīt ekspedīcijai nepieciešamo sevišķi lielas jaudas nesējraķeti N-1; cik noprotams, visai grūti gāja arī ar kosmosa kuģa L-3 ekspedīcijas bloka izstrādāšanu. Turpretī programmas vienkāršāko daļu — cilvēka lidojumu apkārt Mēnesim — varēja īstenot, balstoties uz jau izstrādāto kosmisko tehniku. Lūk, ko par šo programmu, apkopojot dažādu ievērojamu speciālistu izteiktās domas, raksta laikraksta «Moskovskije Novosti» zināt-

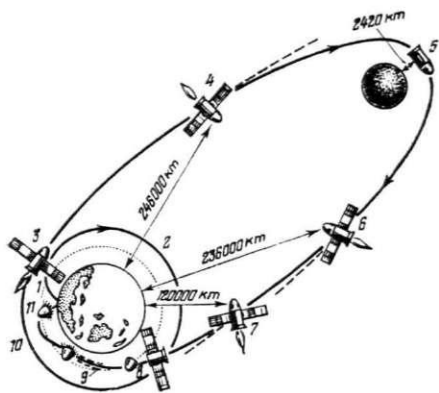
nes nodaļas redaktors L. Ņikišins (1990, № 15).

«Speciālisti izvirzīja šo projektu, jo redzēja tā reālistiskumu. Kas zina, ja izdotos aplidot apkārt Mēnesim, neveiksme cilvēka izsēdināšanā varbūt tiktu uzņemta mazāk sāpīgi... Projektā tika izmantota lidojums pabijusī V. Čelomeja konstrukcijas nesējraķete «Protons». Kosmosa kuģis (ko dēvēja par L-1. — Sastād.) bija radīts uz «Sojuz» bāzes. Galvenā problēma bija noslīpēt praksē nolaižamā



1. att. Kosmosa kuģis L-1 pilotējamajiem lidojumiem apkārt Mēnesim: 1 — agregātu un instrumentu nodalījums, 2 — nolaižamais aparāts, 3 — balstkonuss aerodinamiskajam pārsegam, 4 — liela vērsuma antena, 5 — Saules bateriju panelis. (Pēc «Spaceflight».) Kuģa pilnā masa 5,2—5,5 t, maksimālais apkalpes locekļu skaits — divi. Bezpilota izmēģinājumos šādi kuģi dēvēti gan par pavadoņi «Kosmoss-146» (1967), gan par automātiskajām stacijām «Zonde-4»—«Zonde-8» (1968—1970).

\* Šīs sērijas trīs pirmos rakstus sk.: Zvaigžņotā Debess, 1990. gada pavasaris, 34.—41. lpp.; 1990. gada rudens 29.—33. lpp. un 1990/91. gada ziema, 15.—19. lpp.



2. att. Kosmosa kuģa L-1 lidojums apkārt Mēnesim un atgriešanās uz Zemes: 1 — augšupceļš uz orbītu, 2 — lidojums pa zemu ģeocentrisku orbītu, 3 — pāriešana uz trajektoriju, kas ved Mēness virzienā, 4 — trajektorijas koriģēšana, 5 — lidojums tuvu garām Mēnesim, 6, 7 — trajektorijas koriģēšana, 8 — nolaižamā aparāta atdalīšanās, 9 — pirmā ieiešana Zemes atmosfēras blīvajos slāņos, 10 — pacelšanās virs Zemes atmosfēras blīvajiem slāņiem, izmantojot aerodinamisko cēlējspēku, 11 — otrā ieiešana Zemes atmosfēras blīvajos slāņos. Lidojuma ilgums — 6 diennaktis. (Pēc «Mehānika kosmiskogo poļota».)

aparāta ieiešanu atmosfērā ar otro kosmisko ātrumu atceļā no Mēness apkaimes. Realizētie bezpilota kuģu lidojumi pārliecināja konstruktorus, ka viņi ir uz pareizā ceļa.»

Taču, kā liecina laikrakstā «Poisk» (1989, № 12) publicētie ģenerāļa N. Kamaņina dienasgrāmatas fragmenti, arī šī vienkāršā projekta īstenošana nebūt negāja viegli, arī to kavēja galveno konstruktoru savstarpējās intrigas.

«1966. gada 28. novembris. Galvenajam konstruktoram Čelomejam vajadzēja gatavot Mēness aplidojumam domātos kuģus, galvenajam konstruktoram Koroļovam — kuģus ekspedīcijai, kas ietvertu izkāpšanu uz Mēness. Šis lēmums netika izpildīts. Pēc Hruščova atstādināšanas Koroļovs viegli guva virsroku pār savu konkurentu un panāca, ka arī aplidojumam domātā kuģa būve tika uzticēta viņam. Šī Koroļova «vieglā uzvara» atņēma mums gandrīz divus gadus, jo pie Mēness

kuģa veidošanas viņa konstruktoru birojs ķērās tikai 1966. gadā.

1968. gada 23. septembris. Mūsu senais sapnis ir piepildījies — 15. septembrī palaista «Zonde-5» (kuģa L-1 tehnoloģiskais analogs) aplidojusi apkārt Mēnesim un atgriezies uz Zemes. Septiņos iepriekšējos startos, kas notika saskaņā ar Mēness aplidojuma programmu, mums bija maz panākumu. Arī «Zondes-5» lidojums norisinājās ar nopietniem sarežģījumiem — astroorientācijas sistēmas sabojāšanās dēļ vadāmā nolaišanās (izmantojot aerodinamisko cēlējspēku. — Sastād.) Padomju Savienības teritorijā kļuva neiespējama — lejupceļš pa ballistisku trajektoriju beidzās ar nolaišanos Indijas okeānā.»

1968. gada 17. novembrī «Zonde-6» veica, šķiet, sekmīgu lidojumu apkārt Mēnesim un nolaidās PSRS teritorijā. Taču kuģa L-1 debija pilotējamā variantā tā arī nekad netika īstenota (divi šā tipa kuģi gan vēlāk tika sūtīti bezpilota lidojumā).

«Kas tad pazudināja projektu?» jautā un turpat atbild L. Niķišins. «Pirmkārt, kā vienmēr, neizdevās iekļauties «no augšas» noteiktajā nerealajā termiņā — īstenot šo uzdevumu līdz Oktobra revolūcijas 50. gadadienai (1967. gada 7. novembrim. — Sastād.). Otrkārt, kļuva nemierīgi amerikāņi. Par «Zondēm» nosaukto bezpilota kuģu starti nepagāja secen viņu uzmanībai. Palaist mūs priekšā Mēness virzienā kaut vai daļēji viņi negribēja, saprotot, ka izsēdināšanas efekts līdz ar to mazināsies. Un viņi riskēja — ievadīja kosmosa kuģi «Apollo-8» nevis orbītā ap Zemi, kā bija plānots sākotnēji, bet gan orbītā ap Mēnesi. Frenka Bormena un viņa komandas 1968. gada decembrī veiktie desmit vijumi ap Mēnesi apbedīja mūsu Mēness aplidojuma programmu.»

Seit būtu vietā divi precizējumi. Pirmkārt, kosmosa kuģa «Apollo-8» lidojuma plāna maiņai — lidot ne tikai pa ģeocentrisku, bet arī pa selenocentrisku orbītu — bija ļoti nopietns tehniskais un organizatoriskais pamats. Vēl 1968. gada vidū programmā «Apollo» paredzētā pilotējamo izmēģinājumu secība bija šāda: orbītā ap Zemi — tikai orbitālais bloks; orbītā ap Zemi — gan orbitālais, gan ekspedīcijas bloks; abi minētie bloki — or-

būtā ap Mēnesi (sarežģītākos izmēģinājumus, pēc vajadzības, varētu atkārtot otrreiz). Taču ekspedīcijas bloka būve par dažiem mēnešiem atpalika no grafika. Lai šādā situācijā turpinātu virzīt uz priekšu programmu kopumā, NASA nolēma otro pilotējamo kuģi sūtīt lidojumā bez ekspedīcijas bloka, toties — Mēness virzienā. Kā liecina angļu žurnālā «Spaceflight» publicētais speciālais pētījums, priekšlikums šādi pārkārtot «Apollo» orbitālos izmēģinājumus tika izvirzīts jau pirms «Zondes-5» starta. Protams, pastāv arī iespēja, ka par šo startu un tā uzdevumiem NASA jau iepriekš zināja no amerikāņu izlūkdienestiem.

Otrkārt, pat šādā situācijā Padomju Savienība burtiski par pāris nedēļām vēl varēja apsteigt ASV. Dodoties ceļā pa «Zondei» raksturīgo trajektoriju no Baikonuras kosmodroma, nākamais starta «logs» bija 1968. gada decembra pirmajā dekādē. Turpretī amerikāņu «Apollo-8» lidojumu no Kenedija kosmiskā centra Mēness virzienā varēja sākt tikai decembra pēdējā dekādē. Kāpēc šī iespēja netika izmantota? PSRS presē publicētajos materiālos atbilde pagaidām nav atrodamā, taču kosmonauts O. Makarovs intervijā žurnālam «Spaceflight» (1990, № 1) sniedzis šādu skaidrojumu: «Pēc «Zondes-6» lidojuma (precīzu datumu viņš nevarēja nosaukt. — Žurn. red.) atgadījās avārija ar nesējraķeti «Protons», un pagāja vairāki mēneši, līdz izdevās noskaidrot, kas un kāpēc ar to noticis. Bet pēc avārijas, protams, ir jānotiek vairākiem bezpilota lidojumiem.»

N. Kamaņina dienasgrāmatā un O. Makarova intervijā nosaukti daži — taču acīmredzot nebūt ne visi — kosmonauti, kas gatavojas lidojumam šajā divvietīgajā kuģī: Aleksejs Ļeonovs, Valērijs Bikovskis (tie figurē abos avotos), Pāvels Popovičs, Vitalijs Sevastjanovs, Nikolajs Rukavišņikovs un Oļegs Makarovs.

## ORBITĀLO STACIJU PRIORITĀTES SAKNES

Tajā laikā, kad amerikāņu kosmonauti veica pirmos lidojumus apkārt Mēnesim un uz šo debess ķermeni, Padomju Savienība vārdos un

vēlāk arī darbos sāka pievērst ļoti lielu uzmanību pilotējamām orbitālajām stacijām. Vispirms par eksperimentālo orbitālo staciju tika pasludināts objekts, kuram šādas stacijas iezīmju būtībā nebija. To veidoja īslaicīgi kopā saslēgtie kosmosa kuģi «Sojuz-4» un «Sojuz-5», kuru masa un gabarīti bija visai pieticīgi, kā arī trūka iekšējā savienotājtūneļa. Bet drīz pēc tam Padomju Savienība ik gadu (!) sāka raidīt izplatījumā īstu (gan ne īpaši lielu) orbitālo staciju «Salūts». Jau minētais «Moskovskije Novosti» redaktors L. Niķišins speciālistu domas par šo jautājumu izklāsta sekojoši.

«Arī orbitālās stacijas mums tolaik bija nevis mērķis, bet gan līdzeklis politiskai atbildei. Pēc Ārmstronga un Oldrina iespaidīgās izkāpšanas uz Mēness, kas notika 1969. gada jūlijā, Brežņevam vajadzēja izvirzīt kosmisko alternatīvu, lai kaut kā saglabātu prestižu, jo mīts par mūsu pārkumu kosmosā bija dziļi ieplaisājis. Un šo alternatīvu viņam pateica priekšā. 1969. gadā, pieminējis amerikāņu panākumu Mēness sasniegšanā, Brežņevs tūlīt pat paziņoja, ka mēs «ejam pa citu, konsekventu un mērķtiecīgu ceļu». Kosmonauti, konstruktori un tūkstošiem citu cilvēku, to izdzirdējuši, droši vien greizi pasmīnēja — viņi taču zināja, ka ģenerālsekretārs vienkārši melo. Tā vai citādi, orbitālā stacija «Salūts-1» tika radīta ļoti īsā laikā, jo tās izstrādāšanā izdevās izmantot kosmosa kuģa «Sojuz» galvenās bortsistēmas.»

Atliek piebilst, ka tāda steiga lielu un sarežģītu kosmisko aparātu izstrādāšanā ne pie kā laba nenoveda: pirmā padomju orbitālā stacija, kuras lidojuma programma tika vairāk vai mazāk pilnīgi īstenota, bija «Salūts-4»...

## OTRĀS PAAUDZES «MARSU» LIDOJUMI

Kā zināms,\* 70. gadu pirmajā pusē Padomju Savienība divas reizes rīkoja vērienīgas kosmosa automātu ekspedīcijas uz Marsu, katrā iekļaujot vairākas jaunākā parauga jeb otrās

\* Sk.: Mūkins E. Lidojumi uz Marsu. — Zvaigžņotā Debess, 1988. gada vasara, 31.—40. lpp.

## Automātisko starplanētu staciju lidojumi uz Marsu 70. gados

Valsts	Autom. stacijas startis no Zemes		Pēc starta dotais nosaukums	Aut. stac. aparāts <sup>1</sup>	Galv. manevrs pie Marsa <sup>2</sup>		Zinātn. pētījumu programmas izpilde
	datums (UT)	iznākums			datums (UT)	iznākums	
ASV	08.05.71	—	Mariner-8	orb.			nemaz
PSRS	10.05.71	—	Kosmoss-419	orb.			nemaz
PSRS	19.05.71	+	Marss-2	orb.	27.11.71	+	visai maz
PSRS	28.05.71	+	Marss-3	nol.	27.11.71	—	nemaz
				orb.	02.12.71	+ <sup>3</sup>	daļēji
				nol.	02.12.71	+	nemaz
ASV	30.05.71	+	Mariner-9	orb.	14.11.71	+	ar uzviju
PSRS	21.07.73	+	Marss-4	orb.	10.02.74	—	visai maz
PSRS	25.07.73	+	Marss-5	orb.	12.02.74	+	daļēji
PSRS	05.08.73	+	Marss-6	nol.	12.03.74	—	ļoti maz
PSRS	09.08.73	+	Marss-7	nol.	09.03.74	—	nemaz
ASV	20.08.75	+	Viking-1	orb.	19.06.76	+	ar uzviju
ASV	09.09.75	+	Viking-2	nol.	20.07.76	+	ar uzviju
				orb.	07.08.76	+	ar uzviju
				nol.	03.09.76	+	ar uzviju

<sup>1</sup> Tikai tie, kas bija aprīkoti ar zinātniskajiem instrumentiem Marsa pētīšanai.

<sup>2</sup> Orbitālajam aparātam — ielešana Marsa pavadoņa orbitā, nolaižamajam aparātam — nosēšanās uz Marsa virsmas.

<sup>3</sup> Orbitas parametri, iespējams, stipri atšķīrās no paredzētajiem.

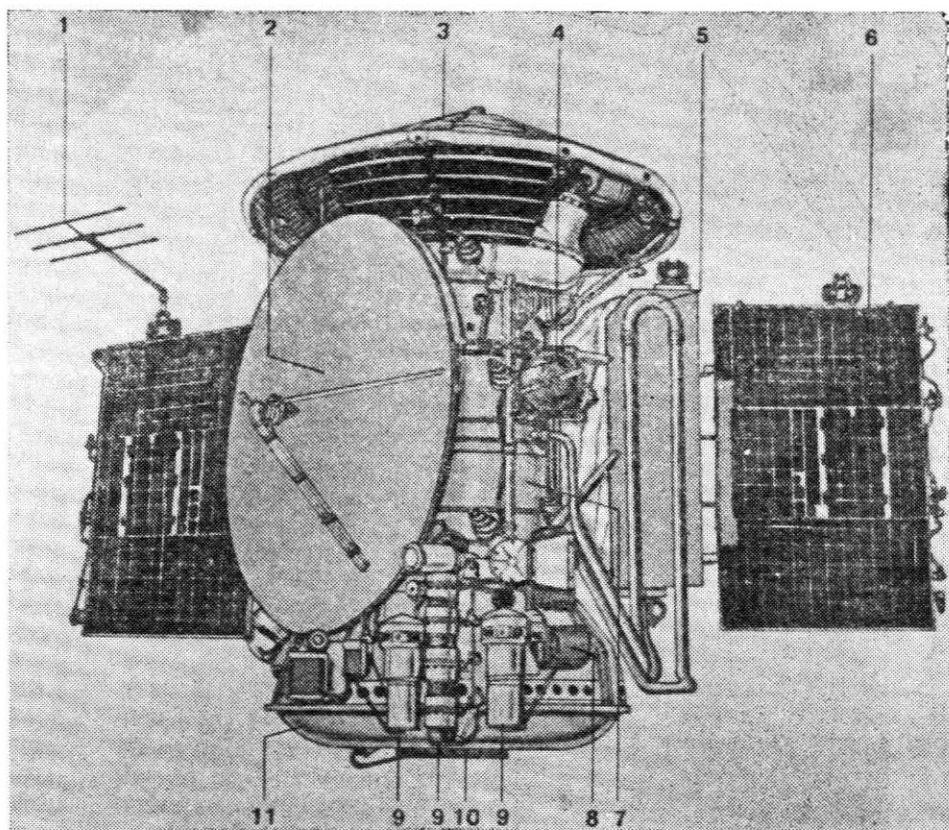
paaudzes automātiskās starplanētu stacijas. Abas reizes liela programmas daļa palika neizpildīta, turklāt daudzas neveiksmes bija tik uzkrītošas, ka oficiālie informācijas avoti jau folaik bija spiesti tās netiešā vai pat tiešā veidā atzīt. Jaunas atklāsmes par šīm ekspedīcijām tagad lasāmas grāmatā «Kurs na Mars» (izdevniecība «Mašinstrojēnija», Maskava, 1989), kuras autors ir otrās paaudzes «Marsu» radīšanas līdzdalībnieks — kosmiskās tehnikas inženieris izmēģinātājs Jurijs Markovs.

1971. gadā automātisko staciju «Marss-2» un «Marss-3» orbitālie bloki, kā zināms, kļuva par planētas mākslīgajiem pavadoņiem — taču tikai par otro un trešo pēc amerikāņu kosmiskā aparāta «Mariner-9» (tab.). «Kāpēc mēs padomju zinātnieki nevarējām iekarot šo ļoti svarīgo prioritāti?» — jautā minētās grāmatas autors un pats arī atbild — «Lieta tāda, ka 1971. gada 30. maijā startējušais «Mariner-9» sastāvēja no viena vienīga orbitālā bloka. Tur-

pretī tā paša gada 19. un 28. maijā palaistie mūsu «Marss-2» un «Marss-3» ietvēra gan orbitālo, gan nolaižamo aparātu. Skaidrs, ka vieglākais un tādēļ startā lielāku ātruma impulsu ieguvušais «Mariner-9» tos ceļā apdzina. (Šāds padomju un amerikāņu aparātu «spēku samēra» skaidrojums lietas būtību, acīmredzot apzināti, ataino nedaudz primitivizētā veidā. — Sastād.)

Un tomēr mēs varējām apsteigt amerikāņus. Arī mēs gatavojām «tiro» pavadoņi, un tas tika sūtīts lidojumā dažas dienas pirms «Marsa-2». To «Mariner-9» gan nekādi neapdzītu! Taču ļoti rupja, nepiedodama kļūda, ko pieļāva aparāta skaitļojamās mašīnas izstrādātāji, ievadot izejas datus, liedza tam ieiet trajektorijā lidojumam uz Marsu.» Automātiskā starplanētu stacija, tāpat, palika orbitā ap Zemi un, lai slēptu starta patieso mērķi, tika nosaukta par pavadoņi «Kosmoss-419».

Kā izrietēja no TASS ziņojumiem, «Marss-2» un «Marss-3» orbitā ap savu ceļamērķi dar-

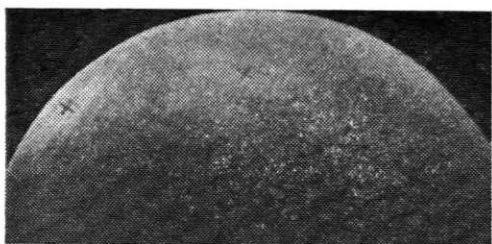


3. att. Otrās paaudzes automātiskās starpplanētu stacijas «Marss» 1971. gada modifikācija, variants ar nolaižamo aparātu («Marss-2» un «Marss-3»): 1 — antena Saules radiostarojuma uztveršanai, 2 — liela vērsuma sakaru antena, 3 — nolaižamais aparāts ar aizsargkonusu, 4 — maza vērsuma sakaru antena, 5 — aktīvās termoregulēšanas sistēmas radiators, 6 — Saules bateriju panelis, 7 — degvielas tvertņu bloks (konstrukcijas galvenais nesējelements), 8 — autonomās navigācijas sistēmas ierīces, 9 — astroorientācijas sistēmas optiskie sensori, 10 — trajektorijas koriģēšanas un bremsēšanas dzinējiekārta, 11 — hermētisks aparatūras nodalījums. (Pēc «Kosmičeskaja tehņika».) Automātiskās stacijas pilnā masa — 4650 kilogrami.

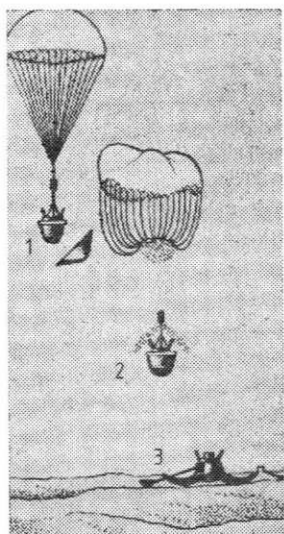
bojās vienādi ilgu laiku — vairāk nekā astoņus mēnešus. Taču žurnālā «Kosmičeskije isšjedovaņija» un citur iespējams zinātniskajās publikācijās lielākoties figurēja tikai «Marss-3», lai gan tā orbīta detalizētiem planētas pētījumiem bija maz piemērota. Proti, šis Marsa pavadoņš lielāko daļu laika pavadīja daudz desmitu tūkstošu un pat simtu tūkstošu kilometru attālumā no planētas, cieši tai pietuvodamies tikai reizi 12 dienās! Nedz šādai «Marsa-3» orbītai īpatnībai, nedz «Marsa-2»

zinātniskā snieguma pieticīgumam grāmatas autors skaidrojumu nesniedz.

Toties šajā iespieddarbā ir pastāstīts, kādēļ «Marsa-2» un «Marsa-3» orbitālie aparāti nepārraidīja nevienu daudz maz kvalitatīvu planētas attēlu. «Fototelevīzijas iekārtas bija notēmētas uz Marsa virsmu, tomēr gan mūsu, gan amerikāņu uzņēmumos — gandrīz viena vienīga migla, tikai dažviet samanāmi kalnu un augstieņu apveidi. Izrādījās, ka neredzēti stiprā putekļu vētra, kas tobrīd plstījās uz



4. att. Labākais no tiem Marsa uzņēmumiem, kurus 1971./72. gadā pārraidīja padomju automātiskās starpplanētu stacijas «Marss» (pēc «Kurs na Mars»).



5. att. Otrās paaudzes automātisko starpplanētu staciju «Marss» nolaižamā aparāta lejupceļa pēdējie posmi: 1 — galvenā izpletņa atvēršana, aizsargkonusa nometšana, 2 — lēnās nolaišanās raķešdzinēja iedarbināšana, galvenā izpletņa atdalīšana un piespiedu atālināšana ar raķešdzinēju, 3 — nosēšanās uz Marsa virsmas. Aparāta masa lejup laišanās brīdī ar izpletņi — vairāk nekā 600 kilogramu. (Pēc «Zu neuen Horizonten».)

planētas, ļoti apgrūtinā fotografēt tās virsmu. Pēc mēneša pusotra, kad vētra bija pakāpeniski norimusi, «Mariner-9» televīzijas kameras Marsa virsmas uzņemšanu turpināja. Bet mūsu jaunās, speciāli šim eksperimentam izstrādātās fototelevīzijas iekārtas līdz tam laikam jau

bija paspējušas «saskābt». Nelaime tā, ka šķīdumiem piemīt tendence ar laiku bojāties (un sevišķi — kosmiskā lidojuma apstākļos), kapilāri mēdz aizkalst. Tādējādi līdz ar ekspluatācijas paildzināšanos kosmisko aparātu fotoiekārtām krasi zūd darbības drošība. Atkal neveiksme.» («Mariner-9» televīzijas sistēma bija elektroniska. — Sastād.)

Grāmatā «Kurs na Mars» atzīts, ka 1971. gadā bijusi iecere pēc Marsa virsmas uzņemšanas nofotografēt arī planētas dabiskos pavadņus Fobosu un Deimosu, ja lidojuma gaitā izveidotos piemērota ballistiskā situācija. Saprotoams, ka realizēt šo operāciju nebija iespējams nupat izklāstīto kļūmju un sarežģītumu dēļ. Fobosu un Deimosu tuvplānā pirmo reizi parādīja «Mariner-9» telekamerās tajā laikā, kad putekļu vētras dēļ nebija lietderīgi nodarboties ar pašas planētas uzņemšanu.

Automātiskās stacijas «Marss-3» nolaižamais aparāts, kā zināms, pirmo reizi lēni nolaidās uz Marsa virsmas un sāka raidīt apkārtnes panorāmattēlu. Taču pēc 20 sekundēm radiosignāli pārtrūka, bet jau pārraidītajā attēla fragmentā nekādas detaļas nebija saskatāmas; nekāda cita zinātniskā informācija arī netika iegūta. Arī grāmatā atzīts, ka viennozīmīgi noskaidrot signālu pēkšņās izbeigšanās cēloni tā arī neizdevās. Tātad visas diezgan plaši izdauzdzinātās versijas par šķēršļotā reljefa vai putekļu vētras nelabvēlīgo ietekmi ir un paliek tikai minējumi.

Par «Marsa-2» ierašanos pie ceļamērķa TASS ziņojumā bija teikts, ka šī automātiskā stacija nometusi uz Marsu kapsulu, kurā bijis vimpelis ar PSRS ģerboņa attēlu. Taču ekspe-dīcijas zinātniski tehniskajā aprakstā, kuru tā pati ziņu aģentūra izplatīja nedaudz vēlāk, bija teikts, ka «automātisko staciju «Marss-2» un «Marss-3» konstrukcija ir analogiska». Tādējādi jau tolaik nebija šaubu par to, ka «kapsula» patiesībā ir tāds pats, tikai pilnīgu neveiksmi piedzīvojis nolaižamais aparāts, kāds bija «Marsam-3». Taču skaidra atzīšanās šajā jautājumā PSRS izdevumos joprojām nav parādījusies.

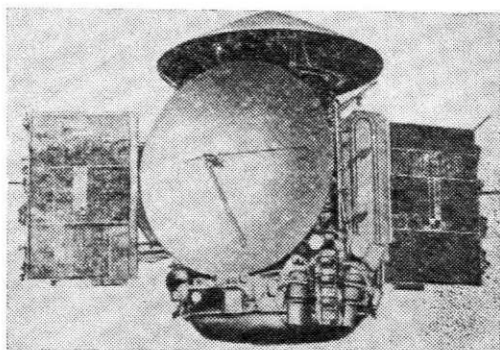
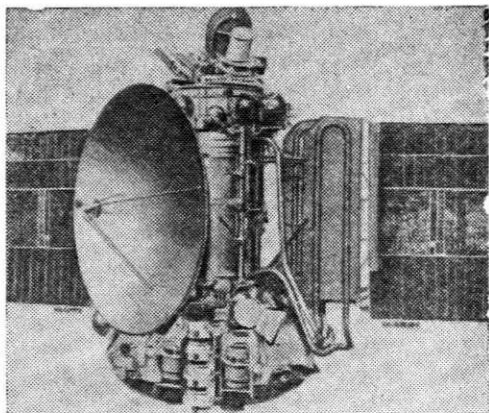
Ievērojot visus nupat iztirzātos faktus, stipri pārspīlēts ir minētajā grāmatā sastopamais apgalvojums, ka «zinātnes pasaule aplaudēja padomju sasniegumiem Marsa pētīšanā». Situā-

ciju neglāba arī pavadoņa «Marss-3» informācija par planētas virsmas un atmosfēras īpašībām, kas tradicionāli tiek piesaukta kā apliecinājums 1971. gada ekspedīcijas zinātniskajam nozīmīgumam. Zinātniskās publikācijas nepārprotami parāda, ka šīs informācijas lielākā daļa kvalitātes ziņā ne ar ko nepārspēja «Mariner-9» savāktos datus, bet kvantitatīvē — pat stipri atpalika no tiem. (Analoģiskie amerikāņu instrumenti, pirmkārt, Marsa ciešā tuvumā bija katru dienu un, otrkārt, tie atradās uz grozāmas platformas, ko brīvi varēja notēmēt uz interesējošo planētas vietu.) Vienīgā daudzmaiz plašā Marsa pētniecības joma, kurā padomju automātiskās stacijas 1971./72. gadā sniedza patiesi oriģinālu informāciju, bija šīs planētas un Saules vēja mijiedarbības izziņāšana. Proti, ar magnetometriem un elektriski lādēto mikrodaļiņu detektoriem savāktie dati ļāva izvirzīt hipotēzi, ka Marsam tomēr ir vājš magnētiskais lauks. Amerikāņu pavadoņi ar šādiem maziem un relatīvi vienkāršiem instrumentiem vispār nebija apgādāti.

1973. gadā, kad astronomiskie apstākļi lidojumam uz Marsu nebija tik labvēlīgi kā 1971. gadā, planētas pētniecības uzdevumi, kā zināms, tika sadalīti starp divu veidu automātiskajām stacijām. «Marsam-4» un «Marsam-5» vajadzēja kļūt par planētas mākslīgajiem pavadoņiem un pētīt šo debess ķermeni vienīgi no orbītas, turpretī «Marsam-6» un «Marsam-7» bija tikai jāpalido garām planētai, šajā brīdī raidot tās virzienā nolaižamos aparātus.

Pusotra gada laikā izgatavot, pārbaudīt un sagatavot lidojumam četras lielas automātiskās stacijas (būtībā veselas sešus kosmiskos aparātus — četrus orbitālos un divus nolaižamos) bija ārkārtīgi grūts uzdevums. Tādēļ darbs, kā stāstīts grāmatā «Kurs na Mars», noritējis milzīgā steigā un sasprindzinājumā, bieži vien — pat augu diennakti.

Izmēģinājumiem tuvojoties beigām, pēkšņi atklājusies smaga problēma, kas ļoti nopietni apdraudējusi ekspedīcijas likteni. Jau agrāk vienam no «Marsiem» bija konstatēta kļūme elektronikas blokā, kas no automātiskās stacijas uz nesējraķetes augšējo (papildus) pakāpi dod komandu ieslēgt tās dzinēju, lai no ģeocentriskās orbītas pārietu uz starpplanētu trajektoriju. «Rūpnīca, kas bija izgatavojusi bloku, drīz no-



6. att. Otrās paaudzes automātiskās starpplanētu stacijas «Marss» 1973. gada modifikācijas: *augšā* — ar aparātūras komplektu planētas pētīšanai no pavadoņa orbītas («Marss-4» un «Marss-5»); *apakšā* — ar nolaižamo aparātu («Marss-6» un «Marss-7»). Automātisko staciju pilnās masas vērtība nav publicēta, taču zināms, ka tā bija mazāka nekā 1971. gada modifikācijai. (Pēc «Estafeta kosmīšķih startov».)

skaidroja kļūmes cēloni: no ierindas bija izgājis vienkāršs elements — kāda mikroshēma. Šo mikroshēmu aizsūtīja atpakaļ uz rūpnīcu un pieprasīja analīzes aktu un slēdzienu. Un izrādījās, ka mikroshēmas sabojāšanās ir nevis gadījums, bet gan likumsakarība.

Šī mikroshēma aparatūrā tika izmantota jau agrāk un bija pierādījusi savu labo kvalitāti. Pieprasījumi tās izgatavošanai bira uz rūpnīcu no visām malām. Un tad rūpnīca nolēma krasi pa-

Ielīnāt šīs mikroshēmas izlaidi... mainot ražošanas tehnoloģiju, proti, paātrinot virkni operāciju. Kad eksperimentālā partija bija saražota, tika sarīkoti tās izmēģinājumi. Pārbaude parādīja: parametri nav pasliktinājušies. Pēc jaunās tehnoloģijas izgatavotā mikroshēma tika ieviesta masveida ražošanā.

Un tad atklājās, ka pēc pusgada vai gada mikroshēmā parādās gāzes pūslīši, un šis elektronikas elements sabojājās. Automātisko staciju aparātūra no šiem elementiem bija veidota kā no ķieģeļiem!

Bija izveidojusies kritiska situācija. Kanālu dublēšana, trīskārša rezervēšana, mažoritārās jeb «balsošanas» shēmas šajās reizēs glābt nevarēja — tās der tikai gadījuma kļūmju apkaršanai. Bet, ja iepriekš zināms, ka no ierindas izies viens kanāls, tad nākamais...

Apspriede sekoja apspriedei. Tajās piedalījās ļoti augsta ranga personas, līdz pat Zinātņu akadēmijas prezidentam M. Keldišam. Sprotams, vienprātības nebija, balsis dalījās.

Nestartēt! Palaišanu atlikt līdz nākamajam starta logam — uzskatīja vieni. Tas nozīmēja — tagadējās mašīnas sapresēt lūžņos. Divu gadu laikā tās būtu morāli novecojušās: 1975. gadā taču jāstartē daudz modernākajiem amerikāņu «Vikingiem», kas arī domāti pētījumu veikšanai gan no orbītas, gan nosēšanās vietās.

Startēt! Bet ja visas mašīnas līdz pēdējai atteiksies darboties? Kādēļ velti tērēt četras nesējraķetes «Protons» un četras papildu raķešpakāpes «D»?

...Beidzot lēmums tika pieņemts — startēt. Līdzekļi, kas bija atvēlēti ekspedīcijas sagatavošanai, tik un tā bija jau gandrīz iztērēti. Pastāvēja vēl arī cerība: varbūt nesabojāsies visi elektronikas kanāli uzreiz un mašīnas aizlidos līdz mērķim.

Kāds bija ekspedīcijas iznākums, diezgan skaidri varēja secināt jau pēc tolaik, 1974. gada februārī un martā, publicētajiem TASS ziņojumiem.

«Automātiskā stacija «Marss-4» pietuvojās planētai 10. februārī. Sakarā ar traucējumu kādas bortsistēmas darbībā bremsēšanas dzinējiekārta neieslēdzās un automātiskā stacija palidoja garām planētai 2200 km attālumā no tās virsmas.

Automātiskā stacija «Marss-5» sasniedza pla-

nētas apkārtni 12. februārī. Veiktā manevra rezultātā stacija iegāja planētas mākslīgā pavadoņa orbītā.

Automātiskās stacijas «Marss-7» nolaižamais aparāts pēc atdalīšanās no stacijas sakarā ar traucējumu kādas bortsistēmas darbībā palidoja garām planētai 1300 km attālumā no tās virsmas.

Automātiskās stacijas «Marss-6» nolaižamais aparāts 12. martā nosēdās uz planētas virsmas. Pirmo reizi uz Zemi par Marsa atmosfēru tika pārraidīti dati, kas bija iegūti tiešos mērījumos, aparātam laižoties lejup. Marsa virsmas ciešā tuvumā radiosakari ar nolaižamo aparātu pārtrūka. (Tāpēc nav nekāda pamata apgalvot, ka aparāts patiešām nosēdās, nevis, piemēram, gāja bojā lēnās nolaišanās dzinēja iedarbināšanas brīdī. — Sastād.)

Tādējādi tikai viena no četrām automātiskajām stacijām — pētījumiem no orbītas domātā «Marss-5» — paredzētos manevrus veica līdz galam. Taču arī šis eksperiments ilga daudz īsāku laiku nekā bija paredzēts — tikai trīs nedēļas. To viegli varēja secināt no tālaika publikācijām žurnālā «Kosmičeskije issledovanija». «Flotile aizgāja bojā», skaidri un gaiši par šīs ekspedīcijas iznākumu pateikts grāmatā «Kurs na Mars». Taču četras rindas zemāk seko ar šo konstatāciju un faktiem grūti saskaņojamais apgalvojums, ka «pēdējie «Marsi» tomēr zinānei devuši ļoti daudz».

1975. gadā šai ekspedīcijai veltītajā «Kosmičeskije issledovanija» numura priekšvārdā viens no izcilākajiem padomju speciālistiem planētu pētīšanas jomā V. Morozs nosaucis divus viņaprāt nozīmīgākos lidojuma zinātniskos sasniegumus. Pirmkārt, pēc «Marsa-4» un «Marsa-5» orbitālo aparātu mērījumiem it kā apstiprināta Marsa magnētiskā lauka eksistence. Otrkārt, analizējot, kā «Marsa-6» nolaišanās gaitā mainījies kāds no masspektrometra funkcionēšanu raksturojošiem parametriem, plānētas atmosfērā it kā konstatēts ļoti liels argona daudzums ( $35 \pm 15\%$ ). (Iegūt ar šo instrumentu īstus masspektros, kā arī iedarbināt pilnā apjomā pārējos mēraparātus bija paredzēts tikai pēc nosēšanās.) Taču 1976. gadā amerikāņu «Vikingu» nolaižamie aparāti ar diviem pāriem dažādas konstrukcijas masspektrometru skaidri parādīja un ar rentgenfluorescen-



ces spektrometriem apstiprināja, ka īstenībā argona ir nesalīdzināmi mazāk ( $1,5 \pm 0,5\%$ ). Bet jautājums par Marsa magnētiskā lauka pastāvēšanu nav pietiekami droši atrisināts vēl tagad pēc automātiskās stacijas «Foboss-2» veiktajiem planētu aptverošās telpas pētījumiem.

Tādējādi nepieredzēti vērienīgā, pēc automātisko staciju masas un skaita vērtējot, Marsa kosmisko pētījumu kampaņa, kuru 70. gadu pirmajā pusē izvērsa Padomju Savienība, izrādījās lielākoties nesekmīga un deva stipri pieticīgus zinātniskos rezultātus.

Par relatīvi veiksmīgāko neapšaubāmi jāatzīst pavadonis «Marss-5», ar kuru tika veikti visi iecerētie eksperimenti, bet īsā funkcionēšanas laika dēļ — tikai krietni mazākā apjomā nekā bija iecerēts. Šīs automātiskās stacijas sniegtās ziņas, tēlaini izsakoties, iezīmēja Marsa mūsdienu portretā dažas jaunas detaļas. Piemēram, bija izdevies labā kvalitātē uzņemt kādu Marsa rajonu, ko no «Mariner-9» telekamerām bija stipri slēpuši vētras saceltie putekļi, pēc dažu planētas apgabalu gamma starojuma spektriem kļuva iespējams novērtēt kālija, torija un urāna vidējo daudzumu šo apgabalu iezos (sk. vāku 4. lpp.).

Otrajā vietā pēc zinātniskā ražīguma acīmredzot liekams pavadonis «Marss-3», kas, darboties ilgāk, taču nelabvēlīgākā orbītā nekā «Marss-5», ieguva nedaudz mazāk tiešo mērījumu un tālzondevēšanas datu, kā arī nespēja uzņemt pieņemamas kvalitātes attēlus. Pavisam nedaudz zinātniskās informācijas pārraidīja pavadonis «Marss-2» un planētai garām palidojušais «Marss-4», bet ar nolaižamajiem aparātiem ievērtības cienīgi dati vispār netika iegūti (par virsmu — absolūti nekādi, par atmosfēru — tik aptuveni, ka par tiem precīzākas un drošākas bija ar tālzondevēšanu iegūtās ziņas).

Kā varam secināt no iepriekš izklāstītā, Jurija Markova grāmata «Kurs na Mars», lai arī joprojām atstāj dažas diezgan būtiskas neskaidrības, visumā aizpilda galvenos «balto plankumus» 1971. un 1973. gada ekspedīciju vēsturē. Diemžēl tā nesniedz nedz apstipriņošu, nedz noraidošu atbildi dažu ārzemju speciālistu uzskatam, ka patiesībā Padomju Savienība savas otrās paaudzes automātiskās starpplanētu stacijas pirmo reizi mēģinājusi sūtīt Marsa virzienā



7. att. Viens no nedaudzajiem kvalitatīvajiem Marsa uzņēmumiem, ko 1974. gadā pārraidīja padomju automātiskās stacijas «Marss» (pēc «Kosmičeskije issledovanija»).

jau 1969. gadā un ka no tā nekas nav iznācis nesējraķešu kļūmju dēļ.

Kā zināms, ASV 1969. gadā palaida automātiskās stacijas «Mariner-6» un «Mariner-7», kurām Marss bija jāpētī, lidojot garām dažu tūkstošu kilometru attālumā, un kas visnotaļ sekmīgi īstenojās. Nolaižamo aparātu ierašanās uz Marsa būtu Padomju Savienībai ne tikai jābūtu apsteigt ASV šīs planētas kosmisko pētījumu jomā, bet arī devusi kaut vai nelielu propagandistisku pretsvaru amerikāņu kosmonautu izkāpšanai uz Mēness. Marsa mākslīgā pavadoņa radišana acīmredzot būtu ārēji daudz mazāk efektīga nekā nosēšanās uz planētas, bet uzlikt vienām un tām pašām automātiskajām stacijām abas misijas 1969. gadā, gluži tāpat kā 1973. gadā, nebija reāli. Tādējādi, ja minētais ārzemju speciālistu uzskats ir pareizs, toreiz Padomju Savienība droši vien bija mēģinājusi aizgādāt uz Marsu pirmos nolaižamos aparātus.

Grāmatā nemaz nav skarti arī pirmās paaudzes automātisko staciju starti Marsa virzienā, kuru, pēc daudzām pazīmēm spriežot, bija ne mazums un kuri visi agrākā vai vēlākā lidojuma stadijā bija neveiksmīgi.

## MARSA GRUNTS ATGĀDĀŠANAS PLĀNI

Grāmatā «Kurs na Mars» arī ieskicēts, kādi Marsa kosmisko pētījumu plāni tika kaldināti Padomju Savienībā kā 1971. un 1973. gada ekspedīciju turpinājums.

«Pēc mūsu automātisko staciju iespaidīgajiem lidojumiem pēc Mēness grunts paraugiem virkne izcilāko padomju zinātnieku izvirzīja tēzi, ka nepieciešams sarīkot analogisku ekspedīciju uz Marsu. No ASV pienāca ziņas, ka amerikāņu zinātnieki un konstruktori jau aktīvi strādā pie šāda projekta, kurš tiks īstenots pēc programmas «Viking» pabeigšanas [protams, ja kongress atvēlēs nepieciešamos līdzekļus (tie netika atvēlēti. — Sastād.)].

Mūsu galveno konstruktoru aicināja uz dažādām augstām instancēm, lai apspriestu iespēju realizēt ekspedīciju pēc Marsa grunts. Un viņš piekrita ķerties pie šī projekta.

Jau pirmie aprēķini parādīja, ka ekspedīcija iznāks visai ilga (vairāki gadi) un ka masas deficīts ir milzīgs: automātisko staciju, kas spētu veikt nosprausto uzdevumu, ar vienu nesējraķeti nogādāt orbītā nebūs iespējams. Speciālisti izvirzīja priekšlikumu: divi «Protoni», katrs ar papildpakāpi «D» un savu automātiskās stacijas bloku, startē praktiski vienlaikus. Zemā geocentriskā orbītā abi objekti (papildpakāpes «D» un Marsa lidaparāta daļu kombinācijas) sakabinās, pēc tam divu papildpakāpju «D» tandēms paātrina staciju lidojumam uz Marsu.

Šī projekta vārdā tika sašaurinātas citas tē-

mas: tika atcelta jau izgatavotā «Lunohoda-3» palaišana (tagad tas stāv «firmas» muzejā), ilgi netika dota atļauja darbam ar «Luna-24» (lidaparāts Mēness grunts parauga iegūšanai no divu metru dziļuma. — Sastād.), nepietiekami enerģiski tika gatavota jauna ekspedīcija uz Venēru. Izbrīvētie speciālisti tika piesaistīti Marsa ekspedīcijas projektam.

Lai saīsinātu projekta izstrādāšanas sākotnējo stadiju, daudzi konstruktori (saprotams, pēc vadības norādījuma) ķērās pie darba rasējumu izgatavošanas, negaidot projekta detalizētu izstrādāšanu.

Taču ar Marsa grunts ekspedīcijas projektu, kā vēlāk noskaidrojās, bija pazaudēta realitātes izjūta. «Izšaut» divus milzīgus raķešu un kosmisko aparātu kompleksus uzreiz (bet ja nu vienā kaut kas atteiktos darboties?), orbītā sakabināt, grozīt, pārkabināt divus milzīgus objektus, paātrināšanai izmantojot divu papildpakāpju «tandēmu» — tas viss bija pārāk sarežģīti. Un, kad šis projekts sabruka, izrādījās, ka jācieš pamatīgi morālie un materiālie zaudējumi: veltīgi iztērēti ievērojami līdzekļi, aizkavēta citu virzienu attīstība.»

Bez pūlēm tika atrasts, kā vēstī grāmata, visā notikušajā vainojamais «grēkzāis» — galvenais konstruktors Sergejs Krjukovs. Viņš tika atbrīvots no amata, viņa vietā stājās Vjačeslavs Kovtuņenko (tas pats, kura vadībā vēlāk tika radīti «Fobosi» un kurš joprojām ir šajā amatā).

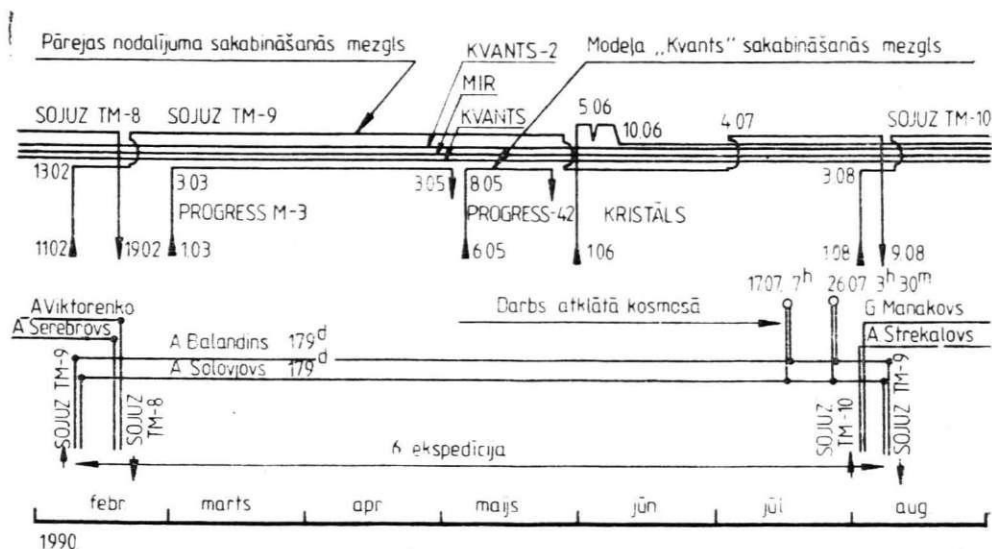
*(Pēc padomju preses materiāliem un citām publikācijām sastādījis un tulkojis E. Mūkins)*

## ORBITĀLĀS STACIJAS «MIR» HRONIKA

1990. gada 13. februārī orbitālajā stacijā «Mir» ieradās sestās ekspedīcijas apkalpe — komandieris Aleksandrs Solovjovs un bortinženieris Aleksandrs Balandins, lai nomainītu piekto ekspedīciju.\* Tajā laikā, kad viņi pār-

ņēma darba stafeti, orbitālā stacija joprojām bija apgādāta tikai ar vienu radiālo papildmoduli («Kvants-2»). Sestās ekspedīcijas galvenais uzdevums bija saņemt un iekļaut kompleksa sastāvā otru papildmoduli «Kristāls», kurā būtu uzstādītas pusrūpnieciskas kausēšanas un kristalizācijas iekārtas sevišķi tīru tehnoloģisko materiālu iegūšanai. Ar šo iekārtu izmantošanu saistītās cerības jau šajā reizē ekspedīciju padarīt komerciāli izdevīgu.

\* Par stacijas «Mir» līdzšinējo darbu sk. — Zvaigžņotā Debess, 1989. gada rudens, 19.—21. lpp. un 1990. gada rudens, 27.—29. lpp.



### Orbitālās stacijas «Mir» darbība.

Sākotnēji «Kristāla» starts bija paredzēts 30. martā. Izrādījās, ka tas nav galīgais termiņš. Pēc divkārtējas atlikšanas starts notika tikai 1. jūnijā. Par aizkavēšanās iemeslu tika minētas problēmas, kas bija saistītas ar jauno orbitālā kompleksa orientācijas sistēmas skaitļotāju, ko nekādi neizdevās saslēgt vienotā sistēmā ar pārējiem kompleksa skaitļotājiem. Pirmais mēģinājums 5. jūnijā sakabināt papildmoduli ar staciju «Mir», kā parasti, bija nesekmīgs, jo nedarbojās viens no astoņiem «Kristāla» orientācijas dzinējiem. Sakabināšanās izdevās tikai 10. jūnijā, lietojot rezerves orientācijas dzinēju komplektu. Pēc moduļa pārvietošanas uz radiālo sakabināšanās mezglu orbitālais komplekss ieguva simetrisku burta «T» formu, bet kosmonautiem beidzot pavērās ilgi gaidītais darba lauks. Līdz ekspedīcijas beigām atlikušajā mēnesī tika iegūti ap 30 pusvadītājmateriālu paraugi. Tas gan nebija pietiekami, lai atmaksātos visi ekspedīcijas izdevumi, taču ļāva novērtēt jauno iekārtu iespējas un iegūto materiālu īpašības.

Diemžēl kosmonauti darbam ar «Kristāla» tehnoloģiskajām iekārtām nevarēja veltīt visus spēkus, jo jau ekspedīcijas sākumā bija pamanīts defekts transportkuģa «Sojuz TM-9» termo-

izolācijas apšuvumā — kuģa aparātu nodalījumu sedzošās izolācijas auduma loksnes bija vienā galā atplīsušas un plivinājās kā 2 m garas «ziedlapiņas». Domājams, ka tas bija noticis drīz pēc starta kuģa aerodinamiskās čaulas atdalīšanās laikā. Šāds defekts varēja radīt (gan ar nelielu varbūtību) dažādas problēmas. Kosmiskajā telpā atsegtie kuģa konstrukcijaselementi, to skaitā arī kuģa nodalījums savienojšanās piroskrūves (tām jānodrošina nodalījuma atdalīšanās nolaišanās laikā) varēja sabojāties. Bez tam kuģis pastiprināti atdzisa. Lai uzturētu vajadzīgo temperatūras režīmu, orbitālo kompleksu nācās regulāri (divas reizes dienā) pagriezt pret Sauli; transportkuģī tika sūkņēts silts gaiss no stacijas. Otra problēmu virkne bija saistīta ar iespēju, ka brīvi plandošais audums varēja aizķerties aiz kādas no kuģa detaļām un neļaut atdalīties tā nodalījumiem, kā arī aizsegt infrasarkanā horizonta devēja redzes lauku, neļaujot kuģi precīzi orientēt. Tāpēc pirms ekspedīcijas beigām, 17. jūlijā tika nolemts veikt ārpusplāna darba seansu atklātā kosmosā, lai fiksētu auduma lēverus. Tādējādi ekspedīciju nācās pāildzināt apmēram par divām nedēļām.

Tā kā, gatavojoties lidojumam, darbs ārpus

stacijas nebija paredzēts, kosmonauti nebija apguvuši «kosmiskā velosipēda» lietošanai nepieciešamās iemaņas un tāpēc līdz remontējamai vietai bija jānokļūst «kājām». Ceļš no «Kvanta-2» izejas lūkas līdz darba vietai bija apmēram 30 metrus garš, tāpēc arī parastās drošināšanas falles nevarēja lietot, jo to garums sniedzās tikai 20—25 metrus. Turpcelš, drošinoties ar karabīnēm, aizņēma 3 stundas, auduma lēveru fiksēšana — vēl divas, tāpēc atpakaļceļu nācās veikt steigā, un kosmonauti nepaspēja pienācīgi nostiprināt divus pārvietojamos trapus. Atgriezušies stacijā, viņi konstatēja, ka izejas lūku no slūžu kameras aizvērt vairs nevar. Tā kā skafandros bija pavadītas 7 stundas un to resursi bija jau izsmelti, gaisa krājumus nācās papildināt no borta cauruļvadiem. Tāpēc izejas lūka tika atstāta vajā. Kosmonauti pārgāja nākamajā — moduļa «Kvants-2» aparātu nodalījumā un izmantoja to kā slūžu kameru. Nenostiprinātie trapi varēja traucēt transportkuģa sakabināšanos ar orbitālo staciju, tāpēc 26. jūlijā bija jāveic vēl viens, šoreiz 3,5 stundas ilgs, darba seans ārpus stacijas. Apskatot bojāto lūku, kosmonauti konstatēja, ka ir saliekta viena no divām

engēm. Tā tika atliekta un lūka aizvērta, taču bez enges nomaiņas turpmāk šo lūku lietot būtu bīstami. Atšķirībā no citām izejas lūkām šī izejas lūka vietas taupīšanas nolūkā bija vērā uz āru. Tāpēc par iespējamo enges bojājuma cēloni tika minēta lūkas atvēršanas režīma neievērošana — pārāk ātra tās atbrīvošana no aizvērtā stāvokļa radīja slūžu kamerā palikušā gaisa strauju izplūdi, un lūka ar lielu spēku tika atrauta līdz galam.

Ekspedīcijas apgādi nodrošināja divi automātiskie transportkuģi «Progress M-3» un «Progress-42». Galvenie pieturpunkti sestās ekspedīcijas darbā atēloti zīmējumā.

Sepītās ekspedīcijas pamatapkalpe — komandieris Genadijs Manakovs (kosmosā pirmo reizi) un bordinženieris Genadijs Strekalovs (viņam šis ir trešais lidojums) uz orbitālo staciju devās 1990. gada 1. augustā ar kuģi «Sojuz TM-10». Beif 9. augustā uz Zemes sekmīgi atgriezās sestā ekspedīcija. Paredzēts, ka septītā ekspedīcija ilgs 132 dienas, tās beigās orbitālo kompleksu apmeklēs pirmais japāņu kosmonauts — žurnālists.

(Pēc padomju preses materiāliem.)

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

★★ Publicētas sīkākas ziņas par Padomju Savienības jauno samērā lieljaudīgo nesējraķeti «Zenits» (pirmais lidojums 1985. gada 13. aprīlī). Pašreizējā konfigurācijā tā sastāv no divām virknē izvietotām, ar tradicionālo šķidro degvielu darbināmām pakāpēm un spēj no Baikonuras kosmodroma ievadīt zemā orbitā 13,74 t smagu kravu. Startējot no ekvatoram tuva kosmodroma (piemēram, no Keipjorkas, par kuras izmantošanu 1990. gadā panākta vienošanās starp Austrāliju un PSRS), «Zenita» celtspēja uz zemu orbitu pieaugtu līdz 15,7 t. Lai varētu ievadīt pavadoņus arī pārejas trajektorijā uz ģeostacionāro orbitu, tiek paredzēts šai raķetei pievienot vēl trešo pakāpi, kas izstrādāta uz «Protona» ceturtās pakāpes bāzes. Uz šādu orbitu «Zenita» celtspēja tad būtu 3,8 t, startējot no Baikonuras, un 5,9 t, startējot no Keipjorkas kosmodroma.

★★ Kā intervijā laikrakstam «Izvestija» izteicies jaunieceltais Krievijas PSFR sakaru, informātikas un kosmosa ministrs V. Bulgaks, katra padomju sakaru pavadona izgatavošana izmaksā 8—12 miljonus rubļu, palaišana — tikai 7 miljonus rubļu (lai gan izmantota tiek lieljaudas nesējraķete «Protons»), ekspluatācija — 2,5 miljonus rubļu gadā. Vidēji jaudīga ārzemju sakaru pavadona būve izmaksā desmitiem miljonu dolāru, ievadīšana orbitā — arī desmitiem miljonu dolāru.



## LIELĀS SOLOVKU SALAS AKMEŅKRĀVUMA LABIRINTS

### VĒROJUMI UN PĀRDOMAS

1990. gada jūlijā Latvijas Astronomijas un ģeodēzijas biedrība sarīkoja ekspedīciju uz Baltās jūras Solovku arhipelāga salām. Viens no tās galvenajiem mērķiem bija akmeņkrāvuma labirintu apsekošana. Ar līdzīgiem, Eiropas ziemeļos sastopamiem, megalītiskās kultūras pieminekļiem «Zvaigžņotās Debess» lasītājus jau senāk iepazīstinājis mūsu ekspedīcijas iniciators J. Klētnieks.<sup>1</sup> Ekspedīcijas laikā tika rūpīgi izstudētas Arhangeļskas arheologu A. Kuratova un A. Martinova vadībā 1973. gadā veikto pētījumu atskaites, kas glabājas Arhangeļskas novadpētniecības muzejā. Tika veikta daudzu labāk vai sliktāk saglabājušos akmeņkrāvuma labirintu detalizēta apskate un uzmerīšana. Ekspedīcijā iegūtais fakts un novērojumu materiāls pēc tā sistematizācijas un apstrādes, gan nepretendējot uz arheoloģiska rakstura analīzi, ļaus izdarīt nopietnus astronomiskus un matemātiskus secinājumus.

18. jūlijā trīs ekspedīcijas dalībnieki — U. Klētnieks, L. Klimka un šo rindu autors devās apsekt akmeņkrāvuma labirintu Lielās Solovku salas rietumu piekrastē. Šis kultūras piemineklis fiksēts 1973. gadā un atrodas apmēram 18 km attālumā no Solovku kremļa, grūti pieejamā salas krasta rajonā, dabas rezervāta teritorijā. Akmeņkrāvuma

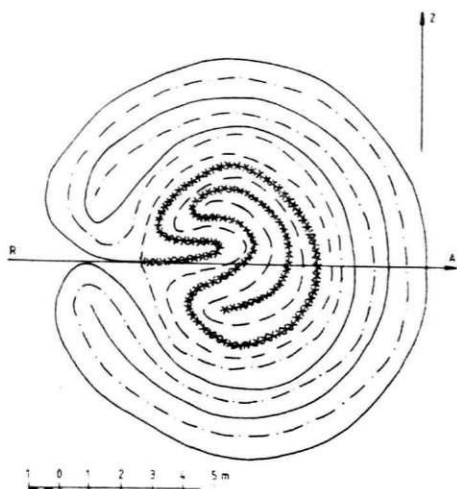
labirints no zemesdes atbrīvojies 1971. gadā tā apkārtnē notikušā meža ugunsgrēka dēļ.

Saskaņā ar arheologa A. Kuratova klasifikāciju<sup>2</sup> akmeņkrāvums pieder klasiskajam pakavveida labirintu tipam un šobrīd ir uzskatāms par vienīgo neizpostīto akmeņkrāvuma labirintu Lielajā Solovku salā. Grants ieguves laikā izpostītie un tagad tūristu vajadzībām restaurētie labirinti Solovku kremļa apkaimē, kā atzīst paši atjaunotāji, neatbilst to sākotnējai orientācijai. Savukārt, citus literatūrā minētos Lielās Solovku salas labirintus nevienai ekspedīcijai, arī mūsu, šī gadsimta otrajā pusē nav izdevies atrast.

Labirintu sasniedzām pēc vairāk nekā četrus stundu gājiena no Solovku kremļa, daļēji izmantojot jūras bēgumu, apejot purvainos krasta rajonus. Labirinta tuvumā zemo un purvaino krasta ainavu nomaina augsta ar priežu mežu klāta krasta terase, kas nosēta lieliem laukakmeņiem. Akmeņkrāvuma apkārtnē pēc ugunsgrēka mežs nav atjaunojies, un te pārsvarā vērojami sausi, vētras sagāzti koku stumbri. Apmēram nepilnu kilometru no jūras krasta augstā terase noslēdzas ar mūrēnas gala veidojumu — stāvu un blīvu laukakmeņu sienu, aiz kuras vērojams skaists sūnu purvs. Labirinta tuvumā sastopami daudzi pēdējā kara laika nocietinājumi, uguns-

<sup>1</sup> Klētnieks J. Noslēpumainie Solovku salu labirinti. — Zvaigžņotā Debess, 1990. gada vasara, 5.—11 lpp.

<sup>2</sup> Куратов А. А. О каменных лабиринтах Северной Европы. — Советская археология, 1970, № 1, с. 34—48.



Lielās Solovku salas akmeņkrāvuma labirinta shēma.

punktu pamatnes un zemnīcas, tādēļ varam būt gandarīti, ka laimīgā kārtā pats megalitiskās kultūras piemineklis palicis neskarts.

Lielās Solovku salas rietumu piekrastes labirints paisuma pilnlīmeņa laikā atrodas apmēram 5 m virs jūras līmeņa un pretstatā apkārtnes lielajiem laukakmeņiem, kā arī citiem ekspedīcijas laikā redzētajiem labirintiem, izskatās ļoti trausls. Šis apstāklis liek šaubīties par to, vai akmeņkrāvuma teritorija jebkad tikusi izmantota rituālām norisēm. Aplūkojamā akmeņkrāvuma īpatnība ir arī tā, ka pietrūkst citos labirintos sastopamo akmeņu kaudžu. Vienīgā tuvumā esošā konusveida akmeņu kaudze atrodas 17 m atstatu uz dienvidiem no labirinta centra. Labirinta apkārtmērs ir 34 m. Tas atrodas uz krasta līnijai paralēlas, liektas virsmas, kuras maksimālais pacēlums (apmēram 0,5 m) ir uz labirinta ass, kas vērsta minētās akmeņu kaudzes virzienā.

Zīmējumā redzamajā labirinta shēmā skaidrojuma labad akmeņkrāvuma sienu izvietojums attēlots ar četrām grafiski dažādām līnijām: nepārtrauktu, pārtrauktu, punktsvītrotu un krustainu līniju. Šo līniju veidotās formas principā neatšķiras no citu klasisko pakavveida labirintu atbilstošo līniju veidotajām for-

mām. Domājams, ka nozīmīga ir arī līnija, ko veido gaiteni starp labirinta sienām. Šajā labirintā gaitēna līnijas ieeja precīzi vērsta gan austrumu virzienā, gan reizē arī perpendikulāri jūras krasta līnijai. Jāatzīmē, ka gaitēna līnijas ieejas perpendikularitāte jūras krasta līnijai vērojama daudzos labirintos, bet nereti sastopami arī izņēmumi. Virzoties pa minēto līniju jeb gaiteni starp labirinta sienām, nonākam strupceļā, kas atrodas tuvu labirinta ģeometriskajam centram. Šādu labirintu sauksim par slēgtu klasisko pakavveida labirintu. Savukārt, daudziem citiem Solovku arhipelāga pakavveida labirintiem gaitēna līnija nebeidzas strupceļā, bet izved no labirinta atkal ārā, tāpēc šos veidojumus varētu nosaukt par vaļējiem klasiskajiem pakavveida labirintiem.

Slēgtu un vaļējo klasisko pakavveida labirintu savstarpējās atbilstības noskaidrošanā nozīmīga loma ir četru shēmā dažādi apzīmēto līniju krustpunktam. Ja atdala krustpunktā satekošās līnijas, apvienojot tikai nepārtraukto līniju ar pārtraukto līniju un punktsvītrotu līniju ar krustaino līniju, tad slēgtais labirints pārvēršas vaļējā labirintā. Akmeņkrāvuma līniju veidotajam krustpunktam ir arī vairākas citas nozīmes. Tas, piemēram, stingri sadala akmeņkrāvuma labirinta teritoriju iekšējā un ārējā apgabālā. Krustpunktā ir savienoti līniju gali, kas atrodas iekšējā un ārējā apgabalā vienā pusē no labirinta ass *RA*. Tādēļ aplūkojamo labirintu varētu nosaukt par pāra slēgtu klasisko pakavveida labirintu.

Ja labirinta iekšējā apgabala katras līnijas veidoto pusluku skaitu samazina par vienu, krustpunktā tiks savienoti līniju gali, kas atrodas iekšējā un ārējā apgabalā dažādās pusēs no labirinta ass *RA*. Šādu akmeņkrāvumu var nosaukt par nepāra slēgtu klasisko pakavveida labirintu. Tāds labirints atrodas, piemēram, Anzeras salas Kolguja ragā. Savukārt, Anzeras salas Ķaporas līča krastā saglabājies labirints, kas ir minētajam Kolguja raga labirintam atbilstošā vaļējā labirinta spoguļattēls. Iespējams, ka iekšējā apgabala līniju pusluku skaita samazināšanos labirintu būvētāji kompensējuši ar akmeņkrāvuma līniju galu paplatināšanu un konusveida akmeņu kaudžu veidošanu tajos. Šī parādība novērojama arī



Pirms 400 gadiem Rīgā iespiestā kalendāra titullapa. Kalendāru sastādījis rīdzinieks Bernhards Messingus un to iespiedis pirmais Rīgas tipografs Nikolaus Molins.



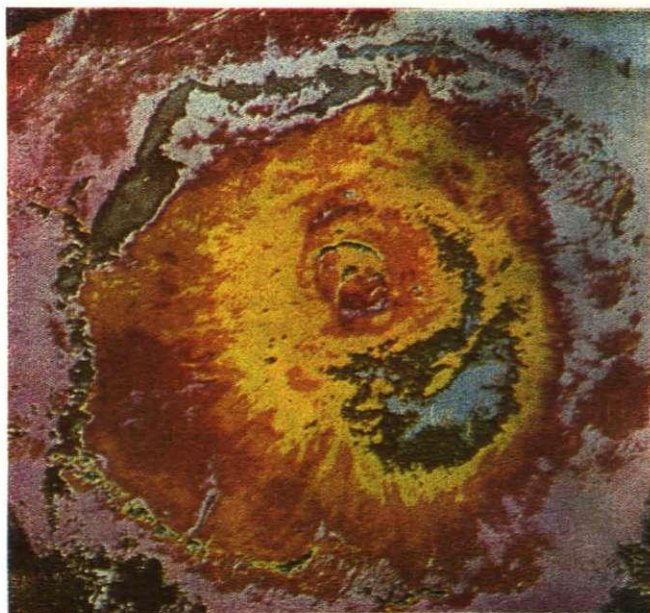
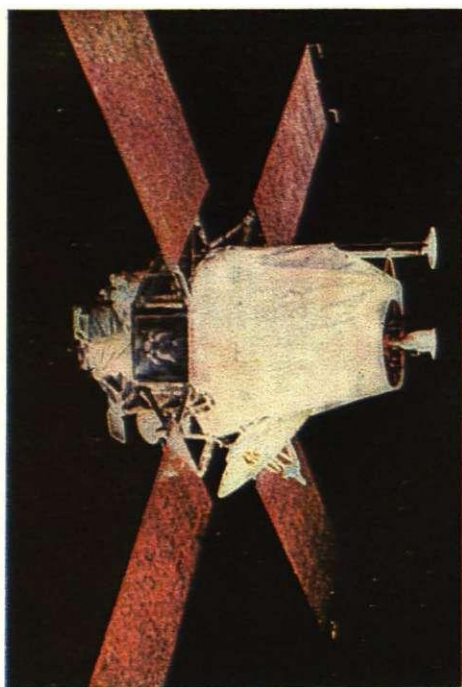
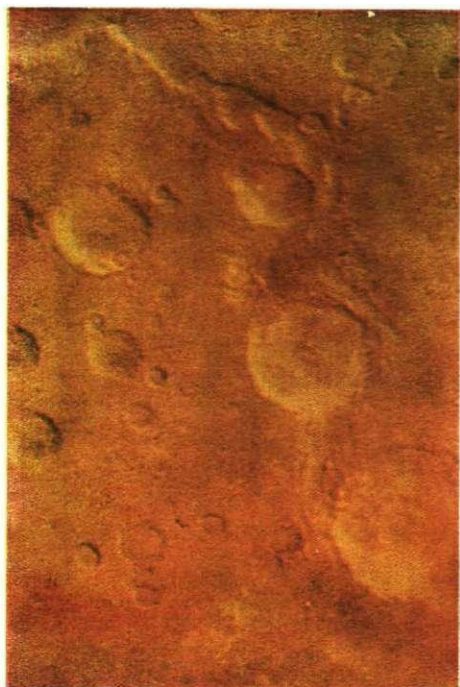
Kalendārās zīmes, astroloģiskie aspekti un norādes labvēlīgajām dienām 1591. gada kalendārā.



1591. gada kalendāra janvāra mēneša ta-  
 bula.

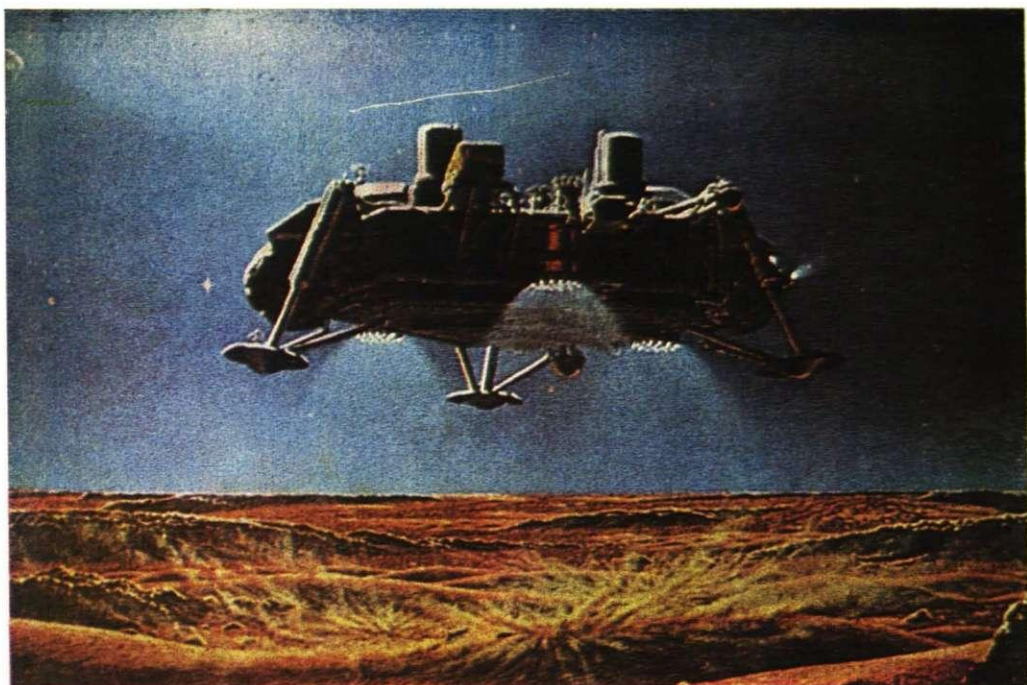


1591. gada kalendāra jūnija mēneša ta-  
 bula.

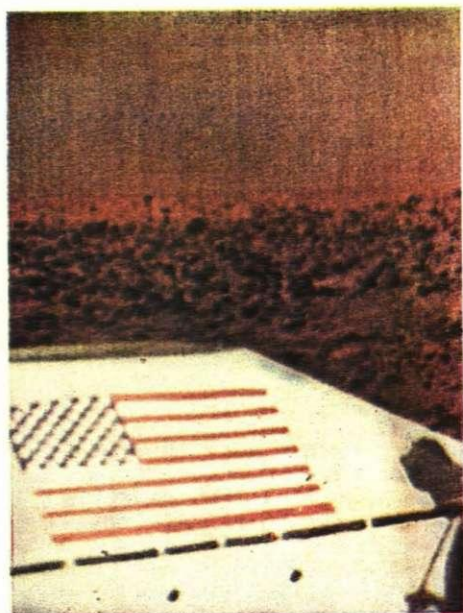


Amerikaņu automātiskās stacijas «Mariner-9» un «Viking» bija padomju otras paaudzes «Marsu» sancenši Marsa virsmas uzņemšanā un citos pētījumos no pavadoņa orbitas. Kamēr «Marsa-2» un «Marsa-3» fototelevīzijas sistēmas būtībā nefunkcionēja, «Mariner-9» (*augšā pa labi*) uzņēma gandrīz visu planētas virsmu. Vēlāk «Marss-5» gan ieguva dažus labas kvalitātes attēlus, to skaitā arī pirmos krāsainos (*augšā pa kreisi*). «Viking» pavēra iespēju skatīt krāsās jau visu Marsu, turklāt ne vien dabiskās krāsās, bet arī nosacītās, kas ataino virsmas ģeoloģiskās vai citas īpašības (*sk. apakšā* vulkāna *Olympus Mons* attēlu). Sīkāk par pētījumiem sk. rakstu «Atklātāk par kosmonautikas vēsturi».





Marsa virsmas un atmosfēras tieša pētīšana padomju kosmiskās tehnikas sāncenši bija amerikāņu automātisko staciju «Viking-1» un «Viking-2» nolaižamie aparāti. Lai gan šīs stacijas lidojuma tika sūtītas četrus vai pat sešus gadus vēlāk par pirmajiem ar nolaižamajiem aparātiem aprīkotajiem padomju «Marsiem», tieši «Viking» veica pirmos pētījumus uz Marsa virsmas, kā arī pirmos precīzos mērījumus tā atmosfērā. *Augšā* — amerikāņu mākslinieka Dona Deivisa glezna attēlots «Viking» nolaišanās beiguposms, kad izpletņis jau ir atdalīts un atlikušo ātrumu dzēs trīs raķešdzinēji, kuru darbību, izmantojot radiolokatora datus, vada kosmiskā aparāta skaitļotājs. Marsa debess nav attēlota pareizajā krāsā, jo glezna tika radīta vēl pirms «Viking» ierašanās uz Marsa. *Pa labi* — «Viking-1» pārraidītajā televīzijas uzņēmumā redzams nolaižamā aparāta atombaterijas pārsegs un Marsa ainava saullēkta brīdī. Arī šeit debess nav gluži pareiza krāsa, jo attēls uzņemts vāja apgaismojuma un uz Zemes atveidots tad, kad vēl nebija iegūti un pārraidīti kolorimetrisko etalonu uzņēmumi (*NASA attēli*)





Lielās Zaičackas salas piekraste ar akmenskrāvuma labirintu lauku.



Labirinta uzmērīšana Lielajā Zaičackas salā. Mērījumuſ veic J. Cepitiſ, J. Kletnieks un Ū. Klētnieks.



Lielās Zaičackas salas prāvākais akmenskrāvuma labirints (diametrs 23,5 m).



Viens no retajiem Solovkas labirintiem, kas saglabājies neižpostīts. Tas atrodas salas rietumdaļā grūti pieejamā piekrastē.



Akmeņainā Solovkas piekraste.



Solovkai raksturīga ainava ar koka apbūvi. Pie lieveņa Saules aptumsuma ekspedīcijas dalībnieki K. Lavrinovičs, L. Klimkaite un Ū. Klētnieks.

minētajos Anzeras salas labirintos. A. Kuratovs šādus labirintus iedala īpašā labirintu tipā, pēc tā, mūsaprāt, nav īpašas nepieciešamības. Ir arī novērojama centrālajā daļā esošo aso pusloku degenerēšanās par lielu akmeņu kaudzi un atlikušo labirinta iekšējā apgabala līniju nogludināšanās. Tā tas ir, piemēram, J. Klētnieka rakstā analizētajā Lielās Zajackas salas labirintā. Atsevišķos Lielās Zajackas salas labirintos akmeņu kaudzes parādās arī uz labirinta ārējās līnijas in citos raksturīgos punktos. Kā liecina arheoloģiskie pētījumi, šādas akmeņu kaudzes varētu būt saistītas ar apbedījumiem.

Lasītājam varētu rasties iebildums, ka Baltijas arheoastronijas entuziasti šķiež savu laiku un enerģiju ar Baltiju šķietami nesaistītu

objektu izpētē, tajā laikā, kad arī pašu mājās būtu pietiekami daudz darāmā. Te jāsaka, ka, mūsaprāt, megalītiskās kultūras izpratne un, vēl vairāk, tā vietējo īpatnību atskārsmē diez vai būs iespējama, balstoties tikai uz lokālnovērojumu bāzes. Argumentējot šo tēzi, gribam pievērst lasītāja uzmanību filozofes M. Rubenes apcerējuma<sup>3</sup> ilustrācijai, kurā redzama Ķnosas monēta ar labirinta attēlu, kas datēta ar 1. gadu tūkstoši p. m. ē. Šī filozofiskā eseja arī varētu rosināt lasītāja iztēli.

---

<sup>3</sup> Rubene M. Labirinta pasaule. — Grāmata, 1990, Nr. 7, 10.—16. lpp.

J. Cepītis

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

★★ Rietumeiropas orbitālā astrometriskā observatorija HIPPARCOS, kas tika palaista 1989. gada 8. augustā, taču palika neparedzēti zemā orbitā (sk. «Zvaigžņotā Debess» 1990. gada vasara, 42. lpp.), darbojas šajā nelabvēlīgajā orbitā negaidīti labi un efektīvi. Saules bateriju novecošanās, ko izraisa Zemes radiācijas joslu iedarbība, norit krietni lēnāk, nekā tika prognozēts lidojuma sākumā, tā ka pavadoņa acimredzot spēs darboties visus trīs plānā paredzētos gadus. Pateicoties papildu sakaru staciju iesaistīšanai, radiokontaktu ar observatoriju izdodas uzturēt gandrīz visā aprīņojuma laikā, līdz ar to zinātnisko datu uzkrāšanas temps visai neatpaliek no sākotnēji plānotā. Tādējādi var prognozēt, ka pēc HIPPARCOS novērojumiem sastādītajam zvaigžņu katalogam precizitāte tomēr būs tuva iecerētajai, piemēram, zvaigžņu pozīciju noteikšanas kļūda nepārsniegs dažas loka sekundes tūkstošdaļas.

★★ Ameriķaņu orbitālā kosmoloģiskā observatorija COBE, kas tika palaista 1989. gada 18. novembrī (sk. «Zvaigžņotā Debess» 1990. gada vasara, 28. lpp.), darbojas vēl labāk, nekā bija cerēts. Abiem ar šķidru hēliju dzesējamiem instrumentiem siltumizolācija izrādījies tik efektīva, ka starojuma uztvērēji tiek uzturēti nevis projektā paredzētajā 3 K, bet gan 1,4 K temperatūrā, lai gan hēlija patēriņš ir par kādiem 10% mazāks nekā plānots. Rezultātā abi instrumenti ir krietni jutīgāki un darbosies, domājams, nevis plānoto vienu gadu, bet gan vismaz 14 mēnešus. Jau pirmie šī pavadoņa parādītie dati daudz precīzāk nekā agrākie novērojumi no aerostatiem un padomju pavadoņa «Prognoze-9» parādīja, ka, pirmkārt, Visuma reliktā starojuma spektrs ir tieši tāds pats kā absolūti melnam ķermenim ar nepilnu 3 K temperatūru un, otrkārt, ka šī starojuma intensitāte dažādās debess daļās ir pilnīgi vienāda. Pirmais rezultāts vēl pārliecinošāk nekā agrāko pētījumu dati apstiprina teoriju, ka mūsu Visums radies Lielajā Sprādzienā, bet otrais rada grūtības izskaidrojot to, kā no sākotnēji homogēnās Visuma matērijas vēlāk izveidojušies gan milzīgi sabiezējumi — galaktikas un to kopas, gan plaši tukšumi starp tiem.



## POĒTISKĀ MATEMĀTIKA

ILHOMJONS  
HOJIEVS

Austrumu tautu kultūrā sastopami literārie darbi, kuros eksakto zinātņu un dabaszinātņu jautājumi skaidroti poēzijas formā. Poētiskais žanrs kā mutvārdu literatūras veids senatnē bija plaši izplatīts. Ar dzejas izteiksmes līdzekļiem, ievērojot noteiktu rītmiskumu, skaidrāk un vieglāk varēja izteikt grūtāk izprotamus abstraktos jēdzienus. Dzejas pantos austrumu domātāji pauda arī matemātiskās atziņas un izteica pat paņēmienus dažādu uzdevumu atrisināšanai.

Dzejiskos pantmēros sacerēti vissenākie cilvēces vēsturē pazīstamie literārie darbi. Šumeru episko dziesmu cikls «Gilgamešs» radīts 3.—2. gadu tūkstoši priekš Kristus (pr. Kr.). Heksametros varenī skandējami sengrieķu varoņeposi «Iliāda» un «Odiseja», ko sacerējis Homērs (ap 1. gt. pr. Kr.). No tikpat tāla laikmeta nāk arī poētiskā formā veidotie senindiešu vēdu teksti — «Rigvēdas» himnas dieviem.

Dzejā ietverti arī pirmatnējie astronomiskie un matemātiskie priekšstati. Sengrieķu dziesminieks Hēsiods (ap 8. gs. pr. Kr.) poēmā «Darbi un dienas» tēlo zemkopja dzīvi gada ritumā, tādējādi izteicot tolaik zināmos kalendāros priekšstatus. Matemātiskie jēdzieni jau parādās senindiešu vēdiskās literatūras tekstos — sūtrās. Kāds 7.—5. gs. pr. Kr. sacerētais darbs «Šulva sūtra» («Auklas likumi») dzejas vārsnās pamācoši izskaidro ģeometriskos principus ziedokļu ierīkošanai. Senindiešu matemātiķi jau tolaik izpratuši Pitagora teorēmu  $\sqrt{2}=1,4142$ .<sup>1</sup>

Pirmajos gadsimtos pēc Kr. lielākais senindiešu matemātiķu sasniegums bija decimālās skaitīšanas sistēmas izgudrošana, ko ta-

gad lieto visā pasaulē. Skaitļu pierakstam viņi ieviesa pozicionālo principu, par bāzi izvēloties skaitli 10. Katra cipara vērtība kļuva atkarīga no tā vietas skaitļa pierakstā, kā arī no reizinājuma ar bāzes skaitli. Tukšo skaitļa vietu sāka apzīmēt ar 0 (*šūnya* — nulle). Katru reālu skaitli tāpēc varēja uzrakstīt ciparu rindas veidā, piemēram,  $1991 = 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 9 \cdot 10^1 + 1 \cdot 10^0$ .

Decimālā skaitīšanas sistēma ir ļoti ērta aritmētisko darbību izpildei. Tāpēc šī skaitīšanas sistēma ātri izplatījās pasaulē. Ar arābu starpniecību no Indijas tā nonāca Eiropā un jau 16. gadsimtā kļuva vispārlietota. Eiropieši pārņēma arī arābu ciparus, kas bija daudz parocīgāki nekā romiešu cipari. Arābu cipari faktiski nāk no Indijas. Paši arābi un citas musulmanisma tautas šos ciparus sauc par «indiešu cipariem».

Viens no senākajiem zināmajiem sacerējumiem matemātiskā, kur matemātiskās atziņas izteiktas dzejā, ir traktāts «*Ārya Bhatiya*». Šo darbu 5. gadsimta beigās pēc Kr. sarakstījis indiešu astronoms un matemātiķis Āria Bhata. Matemātikas vēsturē Āria Bhatas darbs ieņem izcilu vietu, jo to izmantoja un komentēja gandrīz visi ievērojamākie indiešu matemātiķi līdz pat 19. gadsimta vidum.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Володарский А. И. Математика в книгах «Шульва сутра». — В сб.: «Труды XIII Международного конгресса по истории науки. Секция 3—4», М., 1974.

<sup>2</sup> Володарский А. И. Ариабхата. М., 1977.

Traktātā «*Ārya Bhāṭiya*» formulētas daudzas matemātiskās problēmas. Seit jau sastopami aritmētikas likumi darbībām ar decimālskaitļiem. Kvadrātsakņu un kubsakņu izvilksanai lietots paņēmieni, ko pazīst vēl tagad. Traktātā ir uzdevumi, kas parāda, ka indiešu matemātiķi tolaik pazinusi vairākus algebriskos vienādojumu veidus, arī kvadrātviensādojumu. Atrisinājums dots arī populārajam uzdevumam par «divu ceļotāju satikšanos», ja zināms attālums starp viņiem un pārvietošanās ātrums. Šāda veida uzdevums ļāva aprēķināt divu planētu sastapšanās momentu. Astronomijas vēsturē Āria Bhata pazīstams kā Kusumapurā astronomiskā novirziena pārstāvis, kur galvenokārt bija attīstīts kalendārais virziens.<sup>3</sup>

Raksturīgi, ka Senās Indijas matemātikas uzplaukums saistīts ar astronomiju. Daudzi ievērojami matemātiķi savas matemātiskās zināšanas veltīja sarežģītu astronomijas jautājumu risināšanai, visvairāk Mēness un planētu kustības teorijai un kalendāra aprēķiniem. Pie tādiem pieder Brahma Gupta (598—648?), kas bija liela astronomijas un matemātikas darba «*Brahma Sphuta Siddhānta*» autors. Šajā darbā bez astronomijas daudzās nodaļās bija veltītas aritmētikai un algebrāi. Pēc pusotra gadsimta Abāsīdu kalifa al Mansūra valdīšanas laikā, šo darbu arābu valodā pārtulkoja al Fazari un no tā arābi pārņēma indiešu astronomiskās un matemātiskās zināšanas. Sākot ar Brahma Gupta, indiešu matemātiķi sāka arī plašāk lietot negatīvos skaitļus, iesaistot tos visās aritmētiskajās pamatdarbībās.

Deviņtajā gadsimtā indiešu matemātiķi Mahāvira un Sridhara jau pārvaldīja visas pamatdarbības ar vienkāršām daļām un sāka daļskaitļus pierakstīt tādā veidā, kā to darām vēl tagad — virs daļsvītras rakstot skaitītāju, bet zem tās — saucēju. Viņi prata aprēķināt procentus un procentu procentus, kāpināt skaitļus kvadrātā un kubā, izvilkt kvadrātsakni un arī kubsakni, aprēķināt trejskaitļu uzdevumus, atrisināt kvadrātviensādojumu un dažus nenoteiktos vienādojumus. Tika radīti trigonomet-

rijas pamati, pēc tam, kad astronomiskajos aprēķinos sāka lietot sinusa tabulas.

Indiešu matemātiķi neatteicās no senatnē iedibinātās tradīcijas: matemātiskos traktātus izteikt poētiskā formā. Matemātiķis Mahāvira (9. gs.) dzejā sarakstīja «*Matemātikas elementus*». Arī Sridhara (9.—10. gs.) dzejā izteica «*Pattyganitu*» (Desmit uzdevumi algebrā). Dzejas elementi ir arī 11. gadsimta matemātiķa un astronoma Šripati darbos «*Siddhānta Šekhāra*» un «*Ganita tillaka*», arī ievērojamākā 12. gadsimta indiešu matemātiķa Bhāskaračārijā (1114—1160) darbos «*Lilāvati*», «*Bijaganita*» u. c.

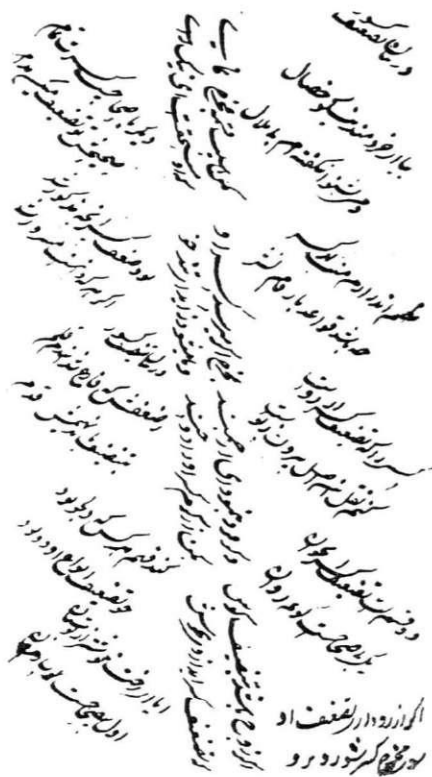
Matemātiskā poēzija ir ļoti bagāta savā daudzveidībā. Poētiskā forma atklāj matemātiskās domas krāšņumu, saglabājot izteiksmes precizitāti. Dzejā matemātisko uzdevumu nostādne vēl nav formalizēta, tāpēc uz tverama brīvāk un ar lielāku juteklisko pārdzīvojumu. Dzejā senāk centās izteikt gandrīz visus matemātiskos jēdzienus un elementārās matemātikas uzdevumus.

Arābu kultūras ietekmē indiešu matemātiķu darbi izplatījās visās musulmanisma zemēs. Ļoti lielu ietekmi tie atstājuši tadzīku kultūrā un zinātnē, gūstot bagātīgu attīstību.

Tadzīku dzejai viduslaikos raksturīgi divi uzplaukuma periodi. Pirmais sākās līdz ar tadzīku kā tautas izveidošanos 9. gadsimtā un turpinājās līdz 13. gadsimtam, kad to pārtrauca mongoļu un tačāru iebrukums. Tadzīku literatūras vēsturē šo periodu dēvē par dzejas «zelta laikmetu», ko iezīmē tādi dzejas meistari kā Abū Abdallāhs Rudakī, filozofs un ārsts Ibn Sina (Avicenna), Abulkāsim Firdousī, kura spalvai pieder izcilā vēsturiskā poēma «*Sāhnāme*», filozofiskās lirikas pārstāvis Omars Haijāms un citi. Astronomijas un matemātikas jēdzienus dzejā ietēra Anvari, Hakanī, Nāsiretdīns Tūsī u. c.

Otrajā periodā (16.—17. gs.) tadzīku dzeja kļūst nacionāli bagātāka, jo atbrīvojas no persiešu kultūras ietekmes. Šajā periodā tadzīku valodā sarakstīti skaistākie un ievērojamākie matemātiskās poētikas darbi. To vidū mināms Huseina Birdžandī (miris 1615. g.) darbs «*Piezīmes draugiem par skaitļiem*». Bahoutdīns Amulī (1547—1622) dzejā pārcēla Šamsutdīna Samarkandī traktātu «*Pamatotie*

<sup>3</sup> Srinivasaiengar C. N. The History of Ancient Indian Mathematics. Calcutta, 1967.



1. att. Atāullāha Lohūrī (17. gs.) matemātiskās poētikas traktāta «Hulosai roz» (Ieceru būtība) rokraksta faksimila iespaidums. Teksts izskaidro daļu dubultošanu un to sadalīšanu divās daļās.  
(Otrā nodaļa «Par daļu aritmētiku», lapa 1b.)

priekšlikumi», ko bija plaši komentējis Kāzī Zade Rūmī (1360—1428). No šī perioda saglabājies dzejā sarakstītais Muhammada Nadžmudihona darbs «Algebra». Indiešu matemātiķis Atāullāhs Lohūrī (17. gs.) dzejā pārcēla Austrumzemēs populāro matemātikas darbu «Hulosat ul hisob» (Aritmētikas pamati), ko bija sarakstījis Bahoutdins Amūli, nosaucot to par «Hulosai roz» (Ieceru būtība).

Matemātiskajam traktātam «Hulosai roz» ir liela vērtība tadzīku un indiešu kultūrā, jo tas ir bagāts matemātikas vēstures un metodoloģijas, kā arī valodniecības un literatūras zinātnes avots. Šajā traktātā krāšņi savijās matemātiskās poēzijas tēlainība ar izteiksmes tiešumu un atbilstību.

Atāullāha Lohūrī poētiskais matemātikas traktāts «Hulosai roz» ietver 97 dzejoļus ar 2222 pantiem.<sup>4</sup> Katrs dzejoļis veltīts noteiktam matemātiskam jautājumam, uz ko norāda dzejoļa virsraksts. Kā jau tas parasts viduslaikos, pirmie traktāta ievaddzejoļi ir sacerētāja slavinājums valdniekam labvēlim. Lohūrī savu darbu veltījis Indijas mogulam Šahdzahanam un viņa dēlam princim Darasukuham. Pēc tam seko «Ievads aritmētikā», kur autors pirmajās rindiņās piemin sevi, bet tālāk runā par aritmētikas saturu, skaitļu īpašībām, arī par to, ka cipars līdzinās divu blakus stāvošu ciparu pussummai. Tālāk autors runā par veselielem skaitļiem un daļskaitļiem, to veidiem — istām un neistām daļām, racionāliem un irracionāliem skaitļiem. Plaši pieminēta matemātiskā terminoloģija un definīcijas.

Dzejoļi «Grāmatas virsraksts» autors raksta par sava darba struktūru, par to, ka tas sastāv no ievada, desmit nodaļām un nobeiguma. Isumā minēsim nodaļu virsrakstus, jo tie skaidri parāda matemātiska izklāsta būtību.

Pirmā nodaļā «Par veselo skaitļu aritmētiku» aplūkotas visas aritmētiskās darbības: saskaitīšana, atņemšana, reizināšana, dalīšana un vēl skaitļu dubultošana un sadalīšana uz pusēm. Šis divas pēdējās darbības viduslaiku matemātikā pieskaitīja aritmētiskajām pamatdarbībām.

Otrā nodaļā «Par daļu aritmētiku» runāts par daļskaitļu savstarpējo attieksmi, par daļu saucējiem, par kopsaucēja atrašanu, par pāreju no neistas daļas uz jauktu un otrādi. Šeit izklāstītas aritmētiskās darbības ar daļskaitļiem. No trešās līdz piektai nodaļai apskatīti jautājumi par četrus skaitļu proporcijām. Sestajā nodaļā «Par laukumiem» minēti ģeometriskie jēdzieni un lielumi, kā aprēķināt dažādu figūru laukumu, ķermeņu tilpumu, priekšmetu augstumu un dziļumu, attālumus starp tiem. Dzejas valodā aprakstīti raksturīgākie dabā sastopamie objekti — upes, akas, ūdens-

<sup>4</sup> Ходжиев И. Трактаат «Хулосан роз» Атауллаха Лохури. — «Известия АН Таджикской ССР, отд. физ.-мат., химич. и геологич. наук», № 1, 1990.

krātuves, koki, stabi u. c., minēti paņēmieni to ģeometrisko lielumu noteikšanai. Arī septītajā nodaļā turpināti uzdevumi par dažādas konfigurācijas zemes gabalu platības aprēķināšanu, aku dziļuma noteikšanu un tamli dzigi.

Astotajā nodaļā «Par nezināmo atrašanu ar izslēgšanas paņēmieni» autors pievēršas algebras jautājumiem. Šeit raksturoti algebrisko vienādojumu veidi, minētas definīcijas un dažādi jēdzieni. Algebriskos vienādojumus autors iedala divās grupās: pirmajā iekļauti sekojoši vienādojumi:  $ax=b$ ,  $ax^2=bx$  un  $ax^2=b$ ; otrajā grupā ir kvadrātvienādojumi:  $ax^2+bx=c$ ,  $ax^2+c=bx$  un  $ax^2=bx+c$ .

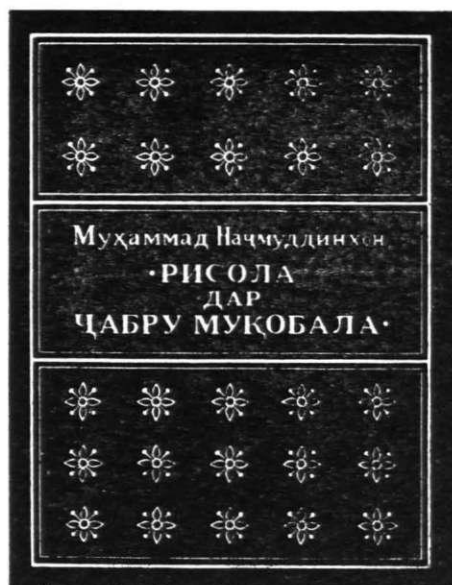
Devītajā nodaļā, kas saucas «Par svarīgiem nosacījumiem un to lietošanu», sniegti divpadsmit raksturīgi matemātiskie uzdevumi un minēti atrisinājumi. To starpā ir uzdevumi par nepārskaitļu un pārskaitļu summu, skaitļu kvadrātu summu, kubisko skaitļu summu, kvadrātsakņu reizināšanu un dališanu. Arī pēdējā, desmitajā nodaļā minēti dažādi uzdevumi, kuru atrisinājumi balstās uz iepriekš aplūkoto algebrisko vienādojumu veidiem.

Traktāta nobeigumā septiņu dzeju veidā sniegti septiņi uzdevumi, kurus atrisināt autors piedāvā lasītājam. Tie ir sarežģītākie no visiem jau minētajiem uzdevumiem un to atrisināšana faktiski balstāma uz vairāku nenoteikto algebrisko vienādojumu veidiem, tādiem kā:  $x^2+y^2\pm 10=z^2$ ,  $x^3+y^3=z^3$ ,  $x^2+y^2+z^2=u^2$ ,  $x^2\pm(x+2)=y^2$ .

Atāullāha Lohūri traktāts «*Hulosai roz*» uzskatāms par vienu no pilnīgākajiem darbiem, kurā tik plaši poētikas veidā pārstāvēta viduslaiku austrumu matemātika.

Sobrīd ir zināmi trīs traktāta «*Hulosai roz*» noraksti, kas saglabājušies. Divi no tiem glabājas Patnas pilsētas bibliotēkā Indijā. Viens no šiem norakstiem (ar numuru 1730) tiek uzskatīts par agrināko, jo rokraksta nobeigumā minēts gads un datums, kad tas pārakstīts. Noraksta apjoms sastāda 43 lappuses, traktātu pārrakstījis Hudonazars Ibn Hudokuli un rokrakstu viņš pabeidzis otrdienas saulrietā Radžaba mēneša piektajā dienā 1097. hidžras gadā (1719. g. p. Kr.).<sup>5</sup>

Otrs ievērojamākais matemātiskās poētikas sacerējums tadžiku valodā ir Muhammada



2. att. Tadžiku matemātika Muhammada Nadžmutdinhona (16.—17. gs.) poētiskā traktāta «Algebra» atkārtotā iespaiduma titullapa (Dušanbe, 1983).

Nadžmutdinhona (16.—17. gs.) traktāts «Algebra».<sup>6</sup> Darbs uzrakstīts tikai daļēji poētiskā formā, jo daļa no izklāsta sniegta stāstījumā. Darbā ietverti seši algebriskie vienādojumi un uzdevumi ar to atrisinājumiem.

Muhammads Nadžmutdinhons, kas citos darbos saukts arī par «tiesnešu tiesnesi», bija tālaika ievērojamā matemātika un dzejnieka Bahoutdina Amūli skolnieks. Nadžmutdinhons labi pārzināja ne vien savu skolotāja Amūli galveno darbu «Aritmētikas pamati», bet arī izcilā austrumu domātāja al Horezmī (9.—10. gs.) darbus, kā arī grieķu matemātika Eiklīda «Elementus».

Nadžmutdinhona traktātā «Algebra» pirmoreiz tadžiku dzejā vispilnīgāk tiek atspoguļoti

<sup>5</sup> Hidžra — Muhameda un viņa piekritēju bēgšana no Mekas uz Jasribu 622. (Medīnu) gadā pēc Kristus. No šī notikuma musulmaņi skaita kalendāros gadus.

<sup>6</sup> Rokraksts glabājas Tadžikijas ZA Austrumu institūta rokrakstu fondā. Inv. nr. 4449/10, 1. 419b — 426 b.

viduslaiku algebras sasniegumi. Šajā sacerējumā dzejas valodā izteikti pirmās un otrās kārtas algebriskie vienādojumi ar vienu nezināmo. Kā jau minējām, šāda tipa algebriskie vienādojumi jau bija pazīstami daudz agrāk. Vispilnīgāk tos savā laikā bija klasificējis izcilais domātājs, matemātiķis al Horezmī, ko matemātikā uzskata par austrumu algebriskās skolas izveidotāju. Algebrisko vienādojumu teorijā savu ieguldījumu devis arī austrumu klasiskās dzejas formu meistars, astronoms un matemātiķis Omars Haijāms. Tomēr atšķirībā no 10.—11. gadsimta matemātiķu snieguma, kas algebras jēdzienus skaidroja ar tekstu un ģeometriskā rakstura zīmējumiem, Nadžmutdinhons to izdara dzejas valodā. Ģeometriskās pieejas algebras jēdzieniem šeit pilnīgi nav. Jāmin vēl viena Nadžmutdinhona traktāta atšķirība no citu autoru darbiem. Tur līdz ar agrāk pazīstamiem algebriskajiem jēdzieniem pieminētas divas jaunas algebriskās darbības — līdzīgu locekļu savilkšana un to pielīdzināšana, kā arī atdalīšana, kas vēl nav al Horezmī darbos. Savā traktātā Nadžmutdinhons pierāda arī svarīgu algebras teorēmu par kvadrātviensējuma koeficientu sakaru ar vienādojuma saknēm, kas mūsdienu matemātikā pazīstama kā Vjeta teorēma.

Dzejā izteiktie algebras jēdzieni grūti tulkojami citās valodās, jo tiek zaudēts austrumu poētikas kolorīts. Kā piemēru minēsim tikai nelielu fragmentu, kur izteikts kvadrātviensējuma  $ax^2 = bx$  atrisinājums:

«Ja mantas tev tik daudz, ka lietu skaitu  
 vari izteikt kvadrātā,  
 Tad īpašnieks tu bagāts, slavēts, visu cie-  
 nīts!  
 Ņem lietu daudzumu un daļi to ar skaitu  
 kvadrātā,  
 Tad tas, ko gūsi izdalot, būs nezināmais  
 lietu skaits.»

Lai vienādojumu  $ax^2 = bx$ , kur  $a \neq 0$  atrisinātu, tad koeficients  $b$  pie nezināmā  $x$  jādala

ar kvadrātiskā lieluma  $x^2$  koeficientu  $a$ , t. i.,  $x = b/a$  (šeit risinājums, kad  $x_1 = 0$ , netiek apskatīts).<sup>7</sup>

Arī kāds cits piemērs, kā pārliecināties par aritmētisko darbību rezultātiem, parāda matemātiskās poētikas raksturu:

«Ja gribi sevi pārbaudīt,  
 Tev teikšu, kā to izdarīt:  
 Divkārsoto uz pusēm dali;  
 Ja gūsi skaitli sākotnējo,  
 Tad priecājies ar pateicību mani.  
 Uz pusēm dalīto tu uzzināsi,  
 Ja katru daļu atkal dubultosi.  
 Saskaitītais ir pārbaudāms ar atņemšanu,  
 Bet atņemšana — tos atkal saskaitot.  
 Ja reizinājums jāpārbauda,  
 Tad dalīšanu lietā liec,  
 Bet dalījumu — atkal sareizini.  
 — Šie paņēmieni būs tev draugos,  
 Ja vēra ņemsi skaitļos savos!»

Nadžmutdinhona traktātam «Algebra» bija liela nozīme matemātikas izplatībā un tās attīstībā 16.—17. gadsimtā. Šis traktāts ir viens no retajiem matemātikas darbiem, kur izklāstīts paņēmieni kuba sakņu izvilksanai no veseliem skaitļiem. Tas ir arī viens no grūtākajiem aritmētikas skaitļošanas uzdevumiem, ko pat vairs nepiemin mūsdienu matemātikas grāmatās. Šis fakts vedina uz domām, ka traktāta autors pievērsis uzmanību arī kubiskiem vienādojumiem ar vienu nezināmo.

Minētajiem tadžiku matemātiskās poēzijas darbiem ir svarīga nozīme ne tikai tadžiku klasiskajā poēzijā, bet arī viduslaiku austrumu matemātikā vispār. Tie ir izcili viduslaiku austrumu matemātikas darbi, kuri šodien parāda matemātikas attīstības vēsturiskos posmus.

<sup>7</sup> Мухаммад Наджмуддинхон. Трактат по алгебре. Перевод с таджикского И. Ходжиева. Душанбе, Дониш, 1983.





## VAI ATGRIEZAMIES PIE BORA ATOMA?

Mūsdienu priekšstati par atoma uzbūvi balstās uz angļu fiziķa Ernesta Rezerforda eksperimentiem, kuros viņš kopā ar saviem līdzstrādniekiem E. Mārsgenu un H. Geigeru pētīja  $\alpha$  daļiņu kūļa izkliedi sadursmē ar plānu metāla foliju. Savus pirmos iespaidus par 1911. gadā veiktā eksperimenta rezultātiem Rezerfords aprakstījis šādi:

«Tā bija visneiespējamākā lieta, kāda manā dzīvē notikusi. Tas bija tikpat neticami kā tad, ja mēs šautu ar 15 collu lielgabala šāviņu pa cigarešu papīra lapu, bet šāviņš atlektu no tās un trāpītu mums pašiem.»

Pārdomājot šī eksperimenta negaidītos rezultātus, Rezerfords secināja, ka metāla folijas atomiem ir ļoti smagi, bet ārkārtīgi niecīga izmēra kodoli. Sadūrušās ar šiem kodoliem,  $\alpha$  daļiņas atstarojas no folijas.

Balstoties uz šiem secinājumiem par atoma kodolu, Rezerfords izstrādāja tādu atoma modeli — planetāro modeli, kas atgādina mazu Saules sistēmu: ap smagu pozitīvi lādētu kodolu riņķo par to daudz vieglākie negatīvi lādētie elektroni. Atšķirība starp Saules sistēmu un Rezerforda modeli ir tā, ka planētas orbitā notur gravitācijas spēks, bet elektronus orbitā — Kulona spēks. Šī atšķirība ir par cēloni planetārā atommodeļa galvenajam trūkumam. Saskaņā ar elektrodinamikas likumiem, lādiņam, ja tā kustības ātrums ir mainīgs, jāizstaro elektromagnētiskais viļnis. Riņķojot ap kodolu pa noslēgtu orbītu, elektrona ātrums mainās gan pēc virziena, gan pēc lieluma, ja orbīta ir eliptiska. Tātad Rezerforda atommodelī elektronam visu laiku būtu jāizstaro elektromagnētiskie viļņi, kas nepārtraukti

samazinātu tā enerģiju. Tādējādi, zaudējot enerģiju, elektrons samazinātu savu riņķošanas ātrumu un apmēram pēc sekundes simtmiljonās daļas tam vajadzētu nokrist uz kodola. Rezultātā šāda planetāra mikropasaules sistēma nevarētu eksistēt. Aprakstītais, protams, ir pretrunā ar to, ko mēs redzam ikdienā — no atomiem sastāvošā viela eksistē un pat netaisās sabrukt.

1900. gadā, nedaudz agrāk par Rezerforda veiktajiem eksperimentiem, vācu fiziķis Makss Planks, pētot sakarsēta ķermeņa radīto starojumu, bija atklājis starojuma enerģijas ma-



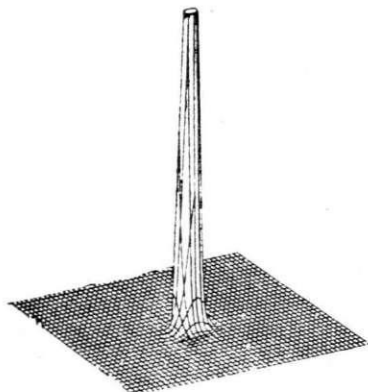
1. att. Ernests Rezerfords (1871—1937).



2. att. Nilss Bors (1885—1962).

zākā, nedalāmā daudzuma jeb kvanta eksistenci.

Balstoties uz Rezerforda un Planka iegūtajiem rezultātiem, dāņu fiziķis Nilss Bors 1913. gadā formulēja divus postulātus: pir-



3. att. Varbūtība atrast elektronu noteiktā attālumā no kodola udeņraža atomā, kas atrodas enerģētiskajā pamatstāvoklī.

mais — atomā eksistē tikai noteiktas orbītas (Bora orbītas), pa kurām riņķojot elektrons elektromagnētiskos viļņus neizstaro; otrais — elektronam pārejot no vienas orbītas uz citu, atoms izstaro vai absorbē noteiktu enerģijas kvantu. Diemžēl arī Bora postulāti nevarēja novērst Rezerforda atommodeļa eksistences pretrunu. Bet tā kā, balstoties uz postulātiem, varēja iegūt kvantitatīvi pareizus rezultātus udeņraža atomam un vēl dažiem citiem atomiem, Rezerforda—Bora atommodelis tika izmantots zinātnē.

Tikai mūsu gadsimta divdesmitajos gados izdevās pārvarēt minēto pretrunu. Tika radīta jauna fizikāla teorija — kvantu mehānika, kas aprakstīja mikropasaules parādības. Viena no kvantu mehānikas pamatidejām — mikroobjektu pasaulē nevar izdarīt mērījumus, neietekmējot šo objektu stāvokli. Citiem vārdiem sakot, jebkurš, kaut vai tikai teorētiski iespējams mērinstruments ir par rupju, lai mērot tik niecīgus objektus, kādi ir atomā ietilpstošie elektroni, būtiski neiedarbotos uz tiem. Kā, piemēram, mērīšana ietekmē pētāmo daļiņu? Jānosaka elektrona (tā masa ir  $m$ ) atrašanās vieta, apskatot to mikroskopā. Lai ieraudzītu elektronu, kaut vai tikai teorētiski, tam jāizkliedē gaismas vilnis, tas ir, jāatstaro vismaz viens Planka minimālās enerģijas kvants. Tad mēs varēsīm noteikt elektrona atrašanās vietu. Jautājums, cik precīzi? Tas atkarīgs no gaismas viļņa garuma. Jo mazāks tas būs, jo precīzāks būs rezultāts. Pieņemsim, ka elektrona atrašanās vietu mēs nosakām ar precizitāti  $\Delta r$  (kvantu mehānikā to sauc par koordinātas nenoteiktību). Tanī pašā laikā izrādās, ka gaismas viļņa minimālās enerģijas kvanta lielums ir atkarīgs no gaismas viļņa garuma. Jo īsāks vilnis, jo lielāks tā minimālās enerģijas kvants. Turklāt šis enerģijas daudzums bieži vien izrādās tik liels, ka elektrona «ieraudzīšanas» laikā, mēs uz to esam iedarbojušies tik stipri, ka neko vairs nevaram uzzināt par elektrona kustības ātrumu pirms mērījuma. Fizikā minēto situāciju pirmais aprakstījis vācu fiziķis Verners Heizenbergs:

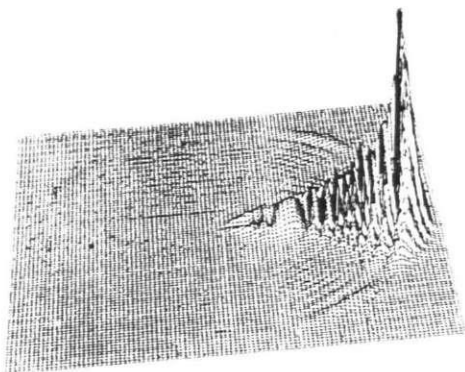
$$m \cdot \Delta r \cdot \Delta v \geq \frac{\hbar}{2}$$

Šī formula nozīmē, ka daļiņas masas  $m$  reinājums ar daļiņas koordinātas nenoteiktību  $\Delta r$  un tās ātruma nenoteiktību  $\Delta v$  vienmēr ir lielāks vai vienāds ar pusi no Planka konstantes  $\hbar$ . Planka konstante ir ļoti maza:  $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$  J·s. Tādēļ arī šis likumsakarības — Heizenberga nenoteiktības principa izpausmes novērojamas tikai mikropasaulē. Piemēram, ja kādas vielas masas viena grama atrašanās vietu nosaka ar precizitāti līdz  $\Delta r = 10^{-3}$  mm, tad šīs masas vienības ātrumu teorētiski var izmērīt ar precizitāti

$$\Delta v = \frac{\hbar}{2m\Delta r} \approx 5 \cdot 10^{-26} \frac{m}{s}.$$

Iegūtais skaitlis ir tik niecīgs, ka praktiskos mērījumos sasniegt tādu precizitāti nav iespējams. Tas nozīmē, ka makropasaulē Heizenberga likumsakarībai nav tikpat kā nekādas nozīmes.

Citādi ir ar atomiem. Pieņemsim, ka ūdeņraža atomā elektrons atrodas enerģētiskajā pamatstāvoklī, t. i. stāvoklī, kurā atomam ir vismazākā iespējamā enerģija. Šāda atoma diametrs (gandrīz precīzi) ir viena desmitmiljonā daļa milimetra. Apgalvojot, ka elektrons atrodas tieši šādā atomā, mēs elektrona koordinātu attiecībā pret kodolu esam noteikuši ar precizitāti, kas vienāda ar ūdeņraža atoma rādiusu. Tātad, atbilstoši Heizenberga sakarībai, mēs elektrona ātrumu varam noteikt ar precizitāti  $10^6$  m/s. Tas nozīmē, ka nav jēgas runāt par elektrona ātrumu atomā, ja elektrons atrodas enerģētiskajā pamatstāvoklī. Tāpat nevar runāt arī par to, ka elektrons pārvietojas pa noteiktu trajektoriju jeb orbītu. Kvantu mehānika likvidē pretrunu starp Rezerforda—Bora atommodeļiem un elektrodinamikas likumiem, jo šai teorijai vairs nav nepieciešams planetārais atommodelis. Kvantu teorija operē ar tādiem jēdzieniem kā atļautie atoma enerģētiskie stāvokļi un varbūtība elektronu atrast noteiktā vietā atoma kodola tuvumā. Šādas varbūtības sadalījumu, ko grafiski zīmējusi ESM, var aplūkot 3. attēlā. Gar vertikālo asi atlikta elektrona atrašanās varbūtība. Atoma kodols atrodas horizontālās plaknes centrā.



4. att. Varbūtība atrast elektronu noteiktā at-tālumā no kodola, ja ūdeņraža atoms ir augsti ierosinātā stāvoklī.

Tikko izklāstītā atoma uzbūves kvantu teorija izvirza jaunus jautājumus. Kā iespējams, ka planētu kustību Saules sistēmā apraksta viena teorija, bet tādu pašu kustību atomā — pavisam cita teorija? Vai tad daba nav viena? Protams, šeit nekādas pretrunas nav. Gluži vienkārši mikropasaulē būtiska loma ir Heizenberga sakarībām. Ja mēs izmantotu kvantu mehāniku, lai aprakstītu planētu kustību Saules sistēmā, tad iegūtu tos pašus labi zināmos klasiskās mehānikas rezultātus. Kvantu mehānika, būdama vispārīgāka teorija, ietver arī klasisko mehāniku kā īpašu gadījumu, kad jāreķinās ar lielu kustības enerģiju. Fizikā to sauc par atbilstības principu.

Interesanti ir pētīt fizikālas parādības, kas «atrodas vidū» starp mikropasauli un makropasauli, tas ir, parādības, kuru fizikālajam aprakstam vēl īsti nevar izmantot klasisko mehāniku, bet kuras ir pārāk «lielas» no atomfizikas viedokļa. Tieši šādu parādību piemērs ir atoma atrašanās augsti ierosinātā stāvoklī. Ja šīs parādības ilustrācijai izmantotu planetāro atommodeļiem, tas nozīmētu, ka augsti ierosinātā stāvoklī atoma elektrons riņķo pa orbītu, kurai ir ļoti liels vidējais rādiuss. Šādus ierosinātus atoma stāvokļus sauc par Rīdberga stāvokļiem. Tos pēdējos gados intensīvi pēta fiziķi laboratorijās, un tie tiek konstatēti arī astrofizikālajos novērojamos kosmosā. Astrofizikālie pētījumi varētu būt pat veiksmīgāki, jo starp-zvaigžņu telpā atomu sadursmes iespējamas

reti. Tāpat tur reti uz atomiem iedarbojas gaismas kvanti. Ikviens sadursme atomiem, kas atrodas Rīdberga stāvoklī, ir «bīstama» elektrona un kodola ļoti vājās saistības dēļ. Šī saistība augsti ierosinātā stāvoklī ir tikai elektronvolta\* tūkstošdaļu liela vai pat vēl mazāka. Salīdzinājumam var minēt, ka, atomam atrodoties pamatstāvoklī, elektrona un kodola saites enerģija parasti ir vairākus elektronvoltus liela, piemēram, ūdeņraža atomam tā ir pat 13,6 elektronvolti.

Rīdberga stāvoklī atoma diametrs vairs nav milimetra miljondaļa, bet var sasniegt pat vairākas milimetra simtdaļas. Tieši elektrona un kodola saites enerģija ir tā, kas nosaka iespējamo orbītas rādīšus atomam Rīdberga stāvoklī, jo pietiek ar visnecīgāko enerģijas fluktuāciju, lai elektronu no šāda augsti ierosinātā atoma atrautu un atomu jonizētu.

Ja elektrons atrodas orbītā ar lielu rādīšus, Heizenberga likumsakarība ļauj diezgan precīzi noteikt tā atrašanās vietu un kustības ātrumu. Šādā gadījumā jau var domāt par elektrona trajektoriju. 4. attēlā parādīta elektrona atrašanās varbūtība atomā, kas atrodas Rīdberga stāvoklī. Tāpat kā iepriekšējā attēlā, kodols atrodas zīmējuma centrā. Kā šajā gadījumā ir ar pretrunu starp planetārajā modelī riņķojošo elektronu un elektrodinamiku? Šī pretruna šoreiz pazūd. Ja uzskata, ka elektrons kustas pa izstieptu eliptisku (Keplera) orbītu, kuras vienā fokusā atrodas atoma kodols, tad elektrona ātrums visstraujāk mainās tajā brīdī, kad tas lido vistuvāk gar kodolu, visspēcīgāk izstarojot elektromagnētisko vilni. Aplūkotajā punktā elektrons atgriežas pēc laika, kas ir vienāds ar apriņķošanas periodu. Tā, piemēram, ir aprēķināts, ka kālija atomā, kas atrodas kādā no Rīdberga stāvokļiem, elektrona apriņķošanas periods ir  $104 \cdot 10^{-12}$  s. Tas nozīmē, ka ik brīdī pēc šāda laika intervāla radīsies intensīvs elektromagnētiskais vilnis. Šāda starojuma viļņa garums ir apmēram 3 centimetri. Izrādās, ka, saskaņā ar kvantu teoriju, ja elektrons pāriet no mi-

nētā Rīdberga stāvokļa uz nākamo zemāko atļauto enerģētisko stāvokli, ir sagaidāma elektromagnētiskā viļņa, kura garums ir 3 cm, izstarošana.

Otrs jautājums — cik ilgā laikā elektrons zaudēs visu savu enerģiju, pārvēršot to starojumā, lai pats atgrieztos pamatstāvoklī? Ja aprēķinos izmanto atoma planetāro modeli, šis laiks ir atkarīgs no augsti ierosinātā atoma orbītas sākotnējā rādīšus un var būt no sekundes daļām līdz sekundes tūkstošdaļām. Un arī šajos aprēķinos iegūtie rezultāti labi sakrīt ar kvantu mehānikas paredzējumiem: augsti ierosinātā stāvokļa atoms var atrasties tieši tik ilgu laiku.

Tādējādi, analizējot Rīdberga stāvokļus no kvantu mehānikas viedokļa, vērēiz var pārliecināties par materiālās pasaules vienotību un saskatīt analogiju, kas apvieno pirmajā brīdī šķietami tik atšķirīgus objektus kā Saules sistēma un atoms.

M. Auziņš

## REPUBLIKAS PIECPADSMITĀ ATKLĀTĀ FIZIKAS OLIMPIĀDE

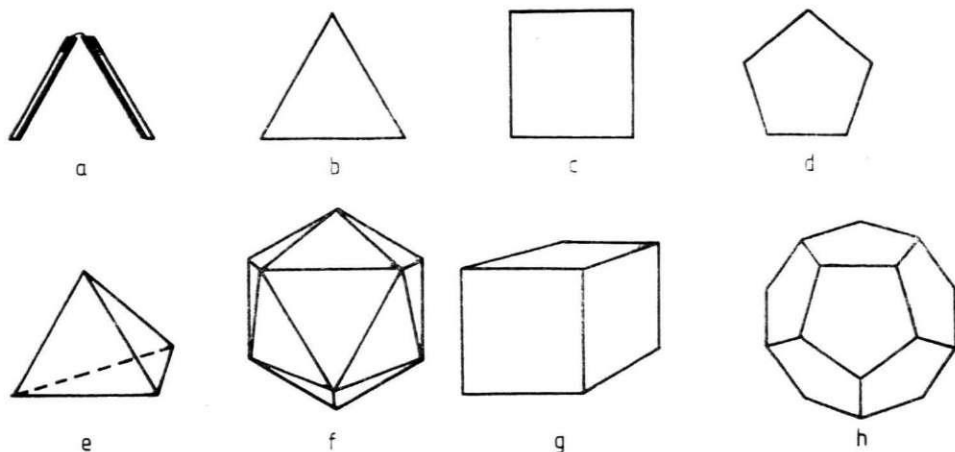
Turpinām publicēt (sākums iepriekšējā «Zvaigžņotās Debess» numurā) atklātās fizikas olimpiādes uzdevumus ar risinājumiem un norādījumiem.

### OLIMPIĀDES UZDEVUMU FORMULĒJUMI

**6. uzdevums.** Tiek demonstrēti regulāri daudzskaldņi, kuru šķautnes veido stieniši, kas savā starpā saistīti tā, ka savienojumu vietās var kustēties. Novērojams, ka tetraedrs un ikosaedrs izturas tāpat kā cieti ķermeņi — saglabā savu formu, bet kubs un dodekaedrs sabrūk — zaudē formu. Izsakiet savus spriedumus par šo parādību!

**7. uzdevums.** Novērtējiet, kādai jābūt vieg-

\* Elektronvolts (eV) ir ārpussistēmas enerģijas mērvienība, ko izmanto atomfizikā. Viens elektronvolts aptuveni vienāds ar  $1,6 \cdot 10^{-19}$  džouliem.



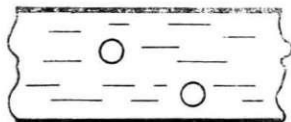
1. att. Regulāri daudzskaldņi un to konstrukcijas elementi: *a* — divu stieniņu savienojums; *b* — regulārs trijstūris; *c* — kvadrāts; *d* — regulārs piecstūris; *e* — tetraedrs; *f* — ikosaedrs; *g* — heksaedrs; *h* — dodekaedrs.

Iajos automobiļos lietojamo drošības jostu izturībai. Nepieciešamo parametru vērtības saprātīgās robežās izvēlieties paši!

8. uzdevums. Divi autoamatieri, apspriežot vieglā automobiļa bremzēšanas sistēmas efektivitāti, aizstāv pretējus viedokļus. Viens dod priekšroku aizmugurējo riteņu bremzēšanai, bet otrs uzskata, ka labāk ir bremzēt priekšējos riteņus. Izšķiriet šo strīdu, nosakot attiecību  $S_a/S_p$  ( $S_a$  — bremzēšanas ceļš, ja tiek bremzēti tikai aizmugurējie riteņi,  $S_p$  — bremzēšanas ceļš, ja tiek bremzēti tikai priekšējie riteņi). Attālums starp automobiļa priekšējo un aizmugurējo riteņu asīm  $L=2,4$  m; tā masas centrs atrodas tieši vidū starp asīm, augstumā  $h=0,8$  m virs ceļa; riteņu saķeres koeficients ar asfaltu (miera stāvokļa berzes koeficients)  $\mu=0,6$ .

9. uzdevums. Plāna, sfēriska, siltumu nevadoša čaula, kurā atrodas hēlijs, kustas perpendikulāri nekustīgai sienai ar ātrumu  $v$  un saduras ar to (trīeciens ir absolūti elastīgs). Par cik grādiem izmainīsies hēlija temperatūra, ja tā masa ir vienāda ar čaulas masu? Čaulas materiāla siltumietilpība nav jāievēro.

10. uzdevums. Ar emaljas izolācijas kārtu klāts vara vads, kura diametrs  $d=0,5$  mm (izolācijas kārtas biezums  $h=0,02$  mm), ir sagumzīts kamolā. Kādam jābūt vada mini-



2. att.

mālajam garumam  $L$ , lai varētu notikt tā izolācijas caursīte, ja vadā plūstošās strāvas  $I$  stiprums ir 1 A? (Izolācija tiek caursīta, ja elektriskā lauka intensitāte  $E$  sasniedz 20 kV/mm. Vara īpatnējā elektriskā pretestība  $\rho=1,67 \cdot 10^8 \Omega \cdot m$ . Vada temperatūra ir konstanta.)

11. uzdevums. Ar dzīvsudrabu pildītā cilindriskā caurulē iegrimušas divas nelielas lodītes. Viena no tām ir no nemagnētiska dielektriska materiāla, bet otra — no nemagnētiska strāvu vadoša materiāla. Kā uzvedīsies lodītes, ja caurules ass virzienā plūdis līdzstrāva?

## RISINĀJUMI, NORĀDIJUMI, KOMENTĀRI

6. uzdevums. Vispirms iesakām lasītājiem pašiem pamēģināt izgatavot uzdevuma formu-

lējumā aprakstītos daudzskaldņus. To vienkārši var izdarīt, izmantojot vienāda garuma stienišus vai kociņus (piemēram, sērkociņus bez deggalviņām), kuriem galā ar izolācijas lentu piestiprina auklas gabaliņus, ko tādā pašā veidā pietin pie nākošā sērkociņa (sk. 1. attēlu). Katrs šādi sastiprinātu kociņu pāris var brīvi kustēties, saglabājot saistību tikai savienojuma vietā jeb (idealizēti formulējot) tikai — vienā punktā.

No trijstūrveida skaldnēm sastāvošu daudzskaldņu stabilitāte izskaidrojama ar to, ka šādu daudzskaldņu deformācija nav iespējama, ja netiek sarauta saistība stienišu savienojumu vietās. Šis fakts acīmredzot izriet no tā, ka, savienojot pa pāriem trīs nogriežņu galus, trijstūri iespējams izveidot tikai vienā vienīgā veidā. Taču, lai deformētu daudzskaldni ar trijstūrveida skaldnēm, jāmaina trijstūru malu garums. Bet tas nedeformējamu malu (sērkociņu vai cietu stienišu) gadījumā nav iespējams.

Kubam, dodekaedram u. c. līdzīgiem daudzskaldņiem skaldni veidojošās figūras iespējams deformēt tā, lai daudzskaldņa šķautņu garums paliktu nemainīgs. Līdzīgas problēmas, kas saistītas ar šajā uzdevumā aplūkoto daudzskaldņu deformāciju, sastopamas cietvielu fizikā, pētot vielas spēju pastāvēt amorfā stāvoklī.

Aplūkoto mehānisko konstrukciju stabilitāte ir būtiski atkarīga no sistēmas summāro brīvības pakāpju (trīskāršots virsotņu skaits) un sistēmā pastāvošo saišu (šajā gadījumā — sērkociņu) skaita sakarības.

Līdzīgu problēmu apskats būs kādā no nākamajiem numuriem.

**7. uzdevums.** Uzdevuma risināšanai iespējamas vairākas pieejas.

1) Var pieņemt, ka mašīna kustas ar kaut kādu ātrumu (piemēram,  $v=100$  km/h), un prasīt, lai aptuveni  $S=0,5$  m garā ceļā posmā (tas avārijas gadījumā apmēram atbilst virsbūves konstrukciju deformācijas lielumam) šis ātrums tiktu «dzēsts». Tad  $F=ma=mv^2/2S$ . Ja cilvēka masa  $m=80$  kg, tad  $F\approx 70$  kN.

2) Ja uzskata, ka cilvēks automobiļa bremsēšanas laikā var izturēt noteiktu pārslodzi, piemēram, tā ir  $a\approx 20$  g, tad

$F=ma=20mg\approx 16$  kN. Vēl būtu jāparedz drošības jostu stiprības rezerve, kas dažādās konstrukcijās ir atšķirīga, bieži — apmēram trīskārtīga vai četrkārtīga. (Uzdevumā ar  $F$  apzīmēta slodze, kas jāiztur drošības jostai.)

**8. uzdevums.\*** Automobiļa paātrinājums, ja bremsēšanas laikā tiek bloķēti priekšējie riteņi, ir  $a_p$ , ja tiek bloķēti aizmugurējie riteņi —  $a_a$ . Ja abos gadījumos mašīnas sākotnējais ātrums ir vienāds, tad

$$v^2/2 = a_p S_p = a_a S_a.$$

No šejienes izriet sakarība  $S_a/S_p = a_p/a_a$ .

Lai atrastu  $a_p/a_a$ , ievadam neinerciālu atskaites sistēmu, kurā bremsējamā automašīna ir nekustīga. Šajā sistēmā uz automašīnu darbojas masas centrā pieliktie spēki (šeit un turpmāk vektorālie lielumi pustrēknā salikumā): smaguma spēks  $mg$  un inerces spēks ( $-ma$ ); ceļa reakcijas spēki  $N_1$  un  $N_2$  (attiecīgi uz priekšējiem un aizmugurējiem riteņiem) un berzes spēks  $F_b$ , kas pielikts tikai bloķētajiem riteņiem. (Sk. 3. un 4. att., kur minētie spēki attēloti abos bremsēšanas veidos.)

Tā kā mašīna neinerciālajā atskaites sistēmā ir nekustīga, tad varam uzrakstīt līdzsvara nosacījumu spēkiem un to momentiem. Līdzsvara nosacījums spēkiem ir

$$F_b + (-ma) + N_1 + N_2 + mg = 0 \quad (1)$$

$$\text{vai } ma = F_b \text{ un } mg = N_1 + N_2. \quad (1a)$$

Ievērosim, ka  $F_b = \mu N_1$ , ja tiek bremsēti priekšējie riteņi, un  $F_b = \mu N_2$ , ja tiek bremsēti aizmugurējie riteņi.

Spēka momentu vienādojumi attiecībā pret bloķētā riteņa zemāko punktu (sk. attiecīgi 3. un 4. att. punktus P un A) ir:

$$N_1 L - mgL/2 - mah = 0 \quad (2)$$

$$\text{un } N_2 L - mgL/2 + mah = 0. \quad (3)$$

Bremsēšanas situāciju, ja bremsē ar priekšējiem riteņiem, apraksta vienādojumu sistēma (1) un (2), ja bremsē ar aizmugurējiem riteņiem — (1) un (3). (Jāpievērš uzmanība tam, ka gan paātrinājuma  $a$ , gan arī spēku  $N_1$  un

\* Šī uzdevuma risinājumu formulējis P. Stradiņš.

$N_2$  vērtības abos bremsēšanas gadījumos atšķiras!)

Ievietojot vienādojumā (2)  $N_1 = F_0/\mu = ma/\mu$  un atrisinot sistēmu (1) un (2), iegūst

$$a_p = \frac{gL}{2(L - \mu h)}. \quad (4)$$

Aizmugurējo riteņu bremsēšanas gadījumā  $N_2 = ma/\mu$  un, risinot sistēmu (1) un (3), iegūst

$$a_a = \frac{gL}{2(L + \mu h)}. \quad (5)$$

Tāpēc bremsēšanas ceļu attiecība ir

$$\frac{S_a}{S_p} = \frac{a_p}{a_a} = \frac{L + \mu h}{L - \mu h} = 1,5.$$

To, ka izdevīgāk, ja mašīnas masas centrs atrodas tieši vidū starp asīm, bremsēt ar priekšējiem riteņiem, var saprast, ievērojot apstākli, ka reakcijas spēks uz priekšējo riteņi ( $N_1$ ) būs lielāks nekā reakcijas spēks uz aizmugurējo riteņi ( $N_2$ ). Tāpēc berzes spēks  $N_1$  būs lielāks par berzes spēku  $N_2$ . So apstākli pārbaudiet patstāvīgi! Iesakām aplūkot patstāvīgi arī jautājumu par mašīnas stabilitāti, ja tiek bremsēti priekšējie riteņi.

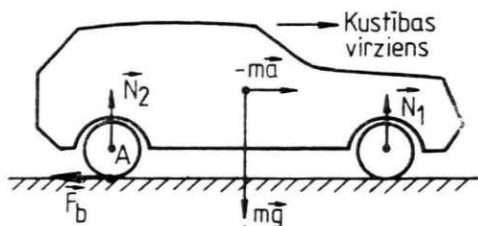
**9. uzdevums.** Pēc sadursmes ar sienu sfēriskā čaula no tās «atlec» atpakaļ ar ātrumu, kura modulis ir  $v$ , bet virziens — pretējs sākotnējam. Pirmajā mirklī pēc sadursmes hēlijs joprojām kustas iepriekšējā virzienā ar ātrumu  $v$ . Tāpēc var uzskatīt, ka notiek hēlija «sadursme» ar čaulu, kurā tas ieslēgts.

Piemērojot sistēmai hēlijs—čaula impulsa un enerģijas saglabāšanas likumus, varam rakstīt

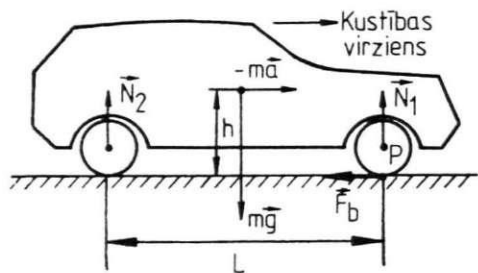
$$mv + m(-v) = (2m)v', \quad (1)$$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{(2m)(v')^2}{2} + Q. \quad (2)$$

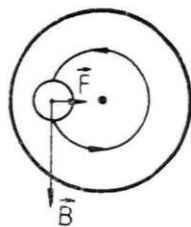
Vienādojumu labajā pusē figurē (2m) tāpēc, ka pēc hēlija «nomierināšanas» (fizikālos terminos runājot — enerģijas disipācijas siltumā) hēlijs un čaula var kustēties tikai ar kaut kādu kopīgu ātrumu ( $Q$  — siltuma daudzums, kas izdalās hēlijā; darbs netiek veikts, jo process ir izohorisks).



3. att.



4. att.



5. att.

No (1) atrodam, ka  $v' = 0$  un no (2), ka  $Q = mv^2$ , šis siltuma daudzums  $Q = C_v v \Delta T$ , kur  $C_v$  — molārā siltumietilpība izohoriskā procesā,  $v$  — molu skaits gāzes masā  $m$ ,  $\Delta T$  — temperatūras izmaiņa. Ja hēlija molmasa ir  $M$ , tad  $C_v \frac{m}{M} \Delta T = mv^2$ .

$$\text{Tāpēc } \Delta T = \frac{v^2 M}{C_v}. \quad (3)$$

**10. uzdevums.** Pieņemsim, ka vada vienā galā potenciāls  $U_1 = 0$ . Potenciāla starpība starp šo galu un citu vada punktu, kas atrodas attālumā  $L$  (rēķinot vada garumā), ir

$$\Delta U = IR = \frac{\rho LI}{S} = 4 \frac{I\rho L}{\pi d^2},$$

kur  $R$  — vada posma (ar garumu  $L$ ) pretestība,  $S$  — vada šķērsgriezuma laukums.

Ja šis vada punkts nejauši (vads samudžināts haotiski) nonāk pie iepriekš minētā vada gala, tad vada izolācijā pastāvēs elektriskais lauks, kura intensitāte ir

$$E = \frac{\Delta U}{2h} = \frac{2I\rho L}{\pi d^2 h}. \text{ Izsakot } L = \frac{\pi d^2 h E}{2I\rho}$$

un ievietojot uzdevuma parametrus, atrodam, ka  $L \approx 10$  km.

**11. uzdevums.** Aplūkosim palielinātu caurules šķērsgriezumu (sk. 5. att.). Tā centrā esošais punkts norāda strāvas virzienu, kas vērsts «uz lasītāju». Strāva vadā rada koncentriski noslēgtu magnētisko lauku, kura virzienu nosaka skrūves likums.

Izdalīsim citu cilindrisku elementu (riņķītis attēlā pa kreisi), kas ir paralēls vada cilindra

asij. Sajā elementā arī plūst strāva (virzienā «uz lasītāju»), un uz to saskaņā ar Ampēra likumu («kreisās rokas likums»), darbojas centra virzienā vērsts spēks  $F$ . Tādējādi caurulē ar dzīvsudrabu pastāv elektrodinamiskas dabas spiediena pieaugums, kas vērsts uz caurules centru.

Spiediens, kas dzīvsudrabā pastāv pie tās lodītes puses, kura vērsta uz caurules centru, ir lielāks nekā pretējā pusē, tāpēc lodīte virzīsies uz caurules perifēriju.

Ja lodīte izgatavota no materiāla, kas vada strāvu un kura elektrovadītspēja ir lielāka nekā dzīvsudraba elektrovadītspēja, tad lodītē plūdis strāva, kas ir lielāka nekā tā strāva, kas plūst caur atbilstošo dzīvsudraba elementu, kura vietā atrodas lodīte.

Tā kā dzīvsudrabs ir hidrostatiskā līdzsvara stāvoklī, tad uz lodīti, pa kuru plūst lielāka strāva, darbojas lielāks Ampēra spēks, un lodīte virzīsies caurules centra virzienā.

A. Cēbers, L. Smits

## IESTĀJEKSĀMĒNU UZDEVUMI MATEMĀTIKĀ LATVIJAS UNIVERSITĀTES FIZIKAS UN MATEMĀTIKAS FAKULTĀTĒ

1990. gadā rakstiskais eksāmens matemātikā bija jākārto tikai lietišķās matemātikas, matemātikas un matemātikas pedagoģijas speciālistu reflektantiem.

### I variants

**1. uzdevums.** Preču vilciens aizkavējās par 12 minūtēm. Palielinājis ātrumu par 10 km/h, vadītājs 60 km garā ceļā posmā atguva zau-

dēto laiku. Ar kādu ātrumu vilcienam bija paredzēts braukt šajā posmā?

**2. uzdevums.** Noteikt funkcijas

$$y = \sqrt{\log \frac{x+1}{2x-5}}$$
 definīcijas kopu.

**3. uzdevums.** Atrisināt vienādojumu

$$\lg 6x - \lg 12x = \lg(2x+1) - \lg 6.$$

**4. uzdevums.** Vienkāršot izteiksmi

$$\frac{\sqrt{x}+1}{1+\sqrt{x}+x} : \frac{\sqrt{x}}{x^2-\sqrt{x}}, \text{ atbrīvojoties no saknēm.}$$

**5. uzdevums.** Lodē, kuras rādiuss ir  $R$ , ievilkts konuss, kura veidule ar pamatu veido leņķi  $\alpha$ . Noteikt konusa tilpuma attiecību pret tā pilnas virsmas laukumu.



## II variants

1. uzdevums. Sk. I varianta 1. uzdevumu.
2. uzdevums. Noteikt funkcijas

$$y = \frac{\sin^4 x - \cos^4 x}{\sin^4 x + \cos^4 x} \text{ definīciju kopu.}$$

3. uzdevums. Atrisināt vienādojumu

$$4\sqrt{x+1} + 2\sqrt{x+1+1} = 8.$$

4. uzdevums. Pārbaudīt identitāti

$$\frac{\sqrt{x+1}}{1+\sqrt{x+x}} : \frac{\sqrt{x}}{x^2-\sqrt{x}} = x-1.$$

5. uzdevums. Cilindra aksiālšķēluma diagonāļu veidotais leņķis, kas vērsts pret pamatu, ir  $\alpha$ . Cilindra tilpums ir  $V$ . Aprēķināt tādas lodes tilpumu, kuras diametrs vienāds ar cilindra augstumu.

## III variants

1. uzdevums. Sk. I varianta 1. uzdevumu.
2. uzdevums. Noteikt funkcijas

$$y = \sqrt{\log_2(0,5^{x-2} - 6) - 1} \text{ definīcijas kopu.}$$

3. uzdevums. Ar kādām  $\alpha$  vērtībām vienādojumam

$$\alpha x^2 - (\alpha + 1)^2 x + (\alpha + 1)^2 = 0$$

ir divas saknes; viena sakne; sakņu nav nemaz?

4. uzdevums. Atrisināt vienādojumu

$$3^{2\cos x(2\cos x - 1)} \cdot 81^{\sin^2 x} = 9^{\frac{1}{\cos x}}.$$

5. uzdevums. Taisnas prizmas pamats ir taisnleņķa trijstūris ar vienu šauro leņķi  $30^\circ$ . Lielākās sānu skaldnes diagonāle veido ar sānu šķautni  $60^\circ$  leņķi, bet šīs diagonāles garums ir  $d$ . Noteikt prizmas tilpumu.

## IV variants

1. uzdevums. Sk. I varianta 1. uzdevumu.
2. uzdevums. Noteikt funkcijas  $y = \log_5(x(x-10)+9)$  definīcijas kopu.
3. uzdevums. Sk. I varianta 3. uzdevumu.
4. uzdevums. Cik sakņu vienādojumam

$$\frac{1}{1+\sin^2 x} + \frac{1}{1+\cos^2 x} = \frac{16}{11}$$

ir intervālā

$$\left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]?$$

5. uzdevums. Sk. III. varianta 5. uzdevumu.

J. Mencis



## PROFESORS HOLISS DŽONSONS RĪGĀ

1990. gada aprīļa beigās pēc Latvijas Zinātņu akadēmijas ielūguma uz pāris dienām Rīgā ieradās pasaules astrofiziku saimei pazīstamais auksto zvaigžņu pētnieks Indiānas universitātes (ASV) profesors Holiss R. Džonsons. Latvijas ZA Radioastrofizikas observatorijas zvaigžņu pētniekiem profesors Džonsons jau bija diezgan labi zināms neklātienē.



Indiānas universitātes (ASV) profesors Holiss Džonsons.

Jau pirms kādiem desmit gadiem viņš bija laipni atsaucies uz mūsu observatorijas auksto zvaigžņu atmosfēras pētnieku lūgumu un atsūtījis nepublicētus savu plašo pētījumu rezultātus — auksto zvaigžņu atmosfēru modeļus. Latvijas astrofizikā, kuru rīcībā nav tik jaudīgi skaitļotāji, šos modeļus izmantoja savā zinātniskās pētniecības darbā.

Prof. Džonsons pazīstams ne tikai kā autoritāte auksto zvaigžņu atmosfēras teorētiskajos pētījumos, bet arī kā modernu novērošanas programmu iniciators sarkanaļiem milžiem. To hromosfēru pētīšanā viņš novērojumiem intensīvi izmantojis ultravioletā diapazona aparāturu, kas uzstādīta uz orbitālām observatorijām.

Pirmā izdevība tikties ar profesoru Džonsonu bija Radioastrofizikas observatorijas līdzstrādniekam Jurim Francmanim, kad viņš piedalījās Starptautiskās astronomijas savienības kolokvijā par sarkano milžu evolūciju. Šis kolokvijs pirms pāris gadiem

notika Indiānas universitātē Blūmingtonā un to vadīja profesors Džonsons.

1989./90. mācību gadā prof. Džonsons strādāja Eiropā: pusgadu Nīderlandē un pusgadu Dānijā Kopenhāgenas universitātes Nilsa Bora institūtā. Acīmredzot tāpēc šī raksta autoram bija izdevība ar viņu tikties starptautiskajā kolokvijā Monpeljē Francijā.\* Tur arī radās ideja lūgt profesoru Džonsonu apmeklēt Latviju.

H. Džonsons nolasīja divas lekcijas — par molekulāro necaurspīdību un sarkano milžu modeļiem un par oglekļa zvaigžņu hromosfērām un apvalkiem. Bija ieradušies arī auksto zvaigžņu atmosfēras pētnieki T. un M. Kiperi no Tartu un N. Komarovs no Odesas. Par saviem pētījumiem referēja gandrīz visi klātesošie.

A. Alksnis

\* Sk. «Zvaigžņotā Debess», 1990. gada vasara, 51.—52. lpp.



## LATVIJAS ASTRONOMI PILNĀ SAULES APTUMSUMA NOVĒROJUMOS

1990. gada 22. jūlijā pilno Saules aptumsumu visi, arī Latvijas, astronomi gaidīja ar lielām cerībām. Pēc saviem parametriem, it īpaši jau pēc pilnās fāzes ilguma, kuras maksimumam pēc aprēķiniem vajadzēja sasniegt ap 2,5 min<sup>1</sup>, tas solījās būt visai informatīvs, lai gan pamatotas bažas radīja ne sevišķi iepriecinošā laika apstākļu prognoze tajā teritorijas daļā, ko šķērsoja pilnā aptumsuma josla. Tāpēc Latvijas astronomi, galvenokārt amatieru saime, bija plānojuši šo pēdējo šajā gadsimtā PSRS teritorijā skatāmo pilno Saules aptumsumu novērot dažādās vietās. Diemžēl, vairāku iemeslu dēļ izdevās realizēt tikai vienu ieceri — 19. jūlijā no Rīgas stacijas ceļā devās 54 dalībnieku liela ekspedīcija, kuras sastāvā ietilpa arī 11 ārzemju kolēģi (4 vācieši un 7 poļi).

<sup>1</sup> Sīkāk sk. B a l k l a v s A. 1990. gada pilnais Saules aptumsums. — Zvaigžņotā Debess, 1989./90. gada ziema, 5.—11. lpp.

Šī ekspedīcija par savu gala mērķi bija izvēlējusies Baltās jūras ostas pilsētu Belomorsku, kurā savu sākumu rod arī ar drausmo vēsturi apzīmogotais Baltās jūras kanāls. Var atzīmēt, ka Belomorsku par apmešanās vietu bija izvēlējušies arī vairāku citu padomju un ārzemju astronomisko observatoriju un iestāžu pārstāvji, jo PSRS ZA to bija rekomendējusi ekspedīciju izvietotā, ēdināšanas un apgādes ziņā. Un jāsaka, ka pilsētas saimnieki šo nopietnu rūpju un atbildības pilno uzdevumu godam izpildīja.

Jau 21. jūlijā agri no rīta ar Ļeņingradas—Murmanskas vilcienu iebraucām Belomorskā, kur mūs laipni sagaidīja un arī visu pārējo laiku savu uzmanību un pretīmnākšanu veltīja Belomorskas Tautas deputātu padomes izpildkomitejas priekšsēdētāja vietniece Ņ. Kravčenko. Nekavējoties ar autobusu tikām nogādāti un izvietoti savā naktsmītnē — jūrnieku kopmītnē — un lie-

liski, ņemot vērā vispārējo ekonomisko stāvokli, paēdināti vietējā restorānā.

Diena pagāja, izmeklējot un iekārtojot novērošanas vietas un iepazīstoties ar Belomorsku un tās apkārtni.

Vakars viesā cerības. Dāsnī un ilgi, kā jau tuvu polārajam lokam, spīdēja Saule ... Taču aptumsuma dienas rīts visam pārvilka svītru. Laiks bija apmācies un grasījās pat līt. Neskatoties uz to, visi ekspedīcijas dalībnieki pirms aptumsuma bija savās vietās ar sagatavotiem instrumentiem un gaidīja brīnumu, kas, diemžēl, nenotika. Sauli aizklāja bieza mākoņu sega un par aptumsumu liecināja tikai pakāpeniska satumšana. Pilnās aptumsuma fāzes laikā pat neredzējām.

Sevišķi iespaidīga bija pilnās aptumsuma fāzes iestāšanās. Plaši pārredzamais horizonts ļāva labi vērot Mēness ēnu, kas ar virskaņas lidmašīnas ātrumu brāzās pāri, ietinot apkārtni draudīgā melnā tumsā un



1. att. Latvijas astronomu delegācija (nepilnā sastāvā) Belomorskā uz izraudzītā novērošanas laukuma.

gandrīz divas minūtes ļaujot kaut nedaudz iejusties tajā neparasto pārdzīvojumu un baiļu gaisotnē, ko mūsu tālie senči droši vien izjuta šādos brīžos.

Un tomēr neliels brīnumiņš notika, tādējādi kaut nedaudz sniedzot gandarījumu par lielo un cerību pilno sagatavošanās darbu. Dažas minūtes pēc pilnās

aptumsuma fāzes beigām caur nelielu plaisu mākoņos kā ironija vai kā sveiciens uzspīdēja Saule, ļaujot saskatīt pat melno Mēness sirpja maliņu, kas slīdēja



2. att. Aptumsuma gaidās, neskatoties uz sliktajiem laika apstākļiem, aparatūra tomēr tiek sagatavota novērojumiem.

nost no spožā Saules diska. Un tā tas arī tika lielā steigā fiksēts ekspedīcijas dalībnieka daugavpilieša L. Garukuļa uzņēmumā.

Un šis nelielās informāci-

jas beigās gribas izteikt atzinību un pateicību par visu precīzi izpildīto un apjomīgo sagatavošanās darbu un daudzajiem organizatoriskajiem pasākumiem, ko veica Latvi-

jas Astronomijas un ģeodēzijas biedrības vadība un, jo sevišķi, tās prezidents M. Dīriķis un viņa dzīvesbiedre L. Dīriķe.

A. B a l k l a v s

## PILNĀ SAULES APTUMSUMA GAIDĀS SOLOVKOS

Pilns Saules aptumsums ir varena un iespaidīga dabas parādība, kas pat mūsdienās racionāli domājošam cilvēkam izraisa atavisku satraukumu. Tā ir arī unikāla dabas parādība, kuras vienreizīgums izpaužas tajā apstākļi, ka cilvēks var nodzi-  
vot garu mūžu un ne reizi neredzēt šo grandiozo debess ainu. Unikāla ir Saules, Zemes un Mēness astronomiskās sistēmas parametru sakāņa tajā brīdī, kad šo debess ķermeņu savstarpējais stāvoklis izveidojas tāds, ka, skatoties no Zemes, Mēness redzamais disks pilnīgi aizsedz Sauli. Daba ir parūpējusies, lai Saules un Mēness redzamā diska diametri būtu gandrīz vienādi. Saulei tas mainās no 31,6' līdz 32,6' un Mēnesim — no 29,4' līdz 33,5'. Šis nelielās diametra svārstības rodas, mainoties mūsu planētas attālumam līdz Saulei, kā arī Mēness orbītas ekscentricitātes dēļ.

Ja Mēness redzamais disks būtu nedaudz mazāks, vai arī Mēness atrastos tālāk no Zemes, tad tas nekad nevarētu aizsegēt visu Sauli un

pilns Saules aptumsums nebūtu iespējams. Tādā gadījumā varētu notikt tikai daļējais un gredzenveida aptumsums. Daļējais Saules aptumsums veidojas tad, kad Mēness diska centrs nepievirzās pietiekoši tuvu Saules vidum. Savukārt gredzenveida aptumsumu nosaka situācija, kad abu spīdekļu diski gan sakrīt, bet Mēness redzamais disks tomēr ir mazāks par Sauli. Simts gados vidēji veidojas 84 daļējie un 83 gredzenveida Saules aptumsumi.

Turpretim, ja Mēness disks būtu lielāks, vai arī tas atrastos tuvāk Zemei nekā pašlaik, tad neveidotos tik ideāls ekrāns, kas, aizklājot spožo Saules fotosfēru, ļautu saskatīt ārējos Saules atmosfēras slāņus — hromosfēru un vainagu. Šos ārējos slāņus visvienkāršāk ir pētīt pilna Saules aptumsuma laikā. Jādomā, ka, ja neveidotos šāda astronomiskā situācija, mūsu zināšanas par Saules un zvaigžņu fiziku nebūtu tik pilnīgas. Lai arī būtu kā būdams, daba parūpējusies, lai Zemes apdzīvotāji laiku pa laikam varētu

skatīt pilnā Saules aptumsumu ainu, pārsteidzot cilvēkus, bagātinot viņu iztēli un zināšanas.

Pilns Saules aptumsums simts gados iestājas vidēji 71 reizi. Diemžēl tas novērojams tikai nelielā zemeslodes daļā. Aptumsuma brīdī Mēness ēna skar Zemes virsmu šaurā joslā, kas nav platāka par 270 km (bieži vien tā ir pat 2—3 reizes šaurāka) un tikai dažus tūkstošus kilometrus gara. Dažādos laika periodos aptumsumi veidojas atšķirīgās zemeslodes vietās. Ievērojot to, ka aptumsuma josla var iet pāri okeāniem un mazapdzīvotām vietām, pilns Saules aptumsums tiek uzskatīts par retu un unikālu dabas parādību. Vienā un tajā pašā zemeslodes vietā to var novērot tikai reizi 200—300 gados vai vēl retāk. Piemēram, Rīgā pilns Saules aptumsums bija skatāms 1476. gada 25. februārī, 1706. gada 12. maijā un pēdējo reizi — 1914. gada 21. augustā (pēc jaunā stila). Novērošanas apstākļi 1914. gadā bija ļoti labvēlīgi un tāpēc aptumsumu redzēja daudz rīdzinieku, kā

arī tika iegūti vairāki labi fotouzņēmumi. Aptumsums bija sācies drīz pēc pusdienas, pulksten 13<sup>b</sup>17<sup>m</sup>, debess bijusi skaidra un bez mākoņiem. Kā raksta tālaika avizes, rīdzinieki bija sapulcējušies ielās un skatījušies uz Sauli caur krāsainiem vai apkvēpinātiem stikliem, kurus turpat pārdevuši izveicīgi tirgoņi.

Uz Rīgu novērot aptumsumu bija atbraukuši arī Pulkovas astronomi — observatorijas direktors, akadēmiķis Oskars Baklunds un astronoms Sergejs Kostinskis. Viņi bija ierīkojuši novērošanas vietu astronomijas amatiera Ādolfā Rihtera privātajā observatorijā Āgenskalnā, kur ieguva ap desmit zinātniskajiem mērķiem piemērotus fotouzņēmumus. Aptumsumu novēroja arī Rīgas Politehniskā institūta mācību spēki — fizikas profesors Vladimirs Lebedinskis un ķīmiķis, dabaszinātņu doktors Andrejs Antropovs.

Ne šajā, ne arī nākošajā XXI gadsimtā pilns Saules aptumsums Rīgā nebūs redzams. To varēs skatīt tikai 2126. gada 16. oktobrī.

Arī citviet pilnie Saules aptumsumi notiek tikpat reti. Maskavā un tās tuvākajā apkārtnē tie bijuši skatāmi 1123., 1140., 1415., 1476. un 1887. gadā.\*

Teorētiski aptumsuma pilnās fāzes maksimālais ilgums ir 7<sup>m</sup>31<sup>s</sup>, tomēr tas no-

vērojams ļoti reti. Tāds fāzes ilgums nav novērots kopš VII gadsimta.

Astronomiem ļoti reti izdodas novērot pilno Saules aptumsumu savā observatorijā. Piemēram, Kēnigsbergas observatorijā pilns Saules aptumsums pēdējo reizi novērots 1851. gada 28. jūlijā. Toreiz observatorijas direktors Augusts Ludvigs Bušs, ievērojamā astronoma Fridriha Vilhelma Beseļa darba turpinātājs, pirmo reizi astronomijas praksē ieguva šis unikālās debess parādības fotogrāfisko attēlu — dagerotipiju.

Astronomu priekšstati par pilna Saules aptumsuma novērošanu galvenokārt asociējas ar ekspedīcijas apstākļiem, ar izbraucieniem uz aptumsuma joslu, kas prasa daudz laika un arī līdzekļu. Katra šāda ekspedīcija ir saistīta ar risku, jo ilgās gatavošanās augļi, plāni un ieceres atkarīgas no laika kaprīzēm. Bieži vien aptumsuma pilnās fāzes dārgās sekundes, ar kurām zinātnieki saista savas cerības, ir jāpavada zem mākoņainas debess. Uz šādu neveiksmīgu iznākumu astronomiem ir jābūt gataviem katrā aptumsuma novērošanas ekspedīcijā. Diemžēl, to piedzīvoja arī Latvijas Astronomijas un ģeodēzijas biedrības ekspedīcija, kas bija devusies uz Solovku arhipelāgu Baltajā jūrā, lai tur 1990. gada 22. jūlijā novērotu pilno Saules aptumsumu.

Ekspedīcijā ietilpa 10 dalībnieki (vadītājs Jānis Klētnieks) un tā sastāvēja no di-

vām grupām — zinātniskās un kinodarbinieku grupas. Zinātnisko grupu veidoja dažādu nozaru speciālisti: matemātiķis Jānis Cepītis, LU docents; fiziķis Liberts Klimka, Viļņas inženierceltniecības institūta docents; astronoms Kazimīrs Lavrinovičs, Kaļiņingradas Valsts universitātes docents; studente Lina Aiste Klimkaite un ārsts Uģis Klētnieks. Kinogrupu (Oļegs Kotovičs, Krišjānis Luhajevs, Ilga Vītola) vadīja Rīgas Kinostudijas režisors Romualds Pipars.

Ekspedīcijas zinātniskajā programmā bija ietverti divi galvenie mērķi — fotografēt un filmēt pilno Saules aptumsumu pa posmiem no pirmā līdz pēdējam kontaktam un pētīt ziemeļu megalitiskās kultūras senos lieciniekus — akmens labirintus.\*\* Solovku salu arhipelāgs Baltajā jūrā labi atbilda šiem mērķiem, jo tam pāri gāja pilnā aptumsuma joslas centrālā daļa, kā arī uz šīm salām atradās neizpostītie akmens labirinti. Solovku salas ekspedīcijas dalībniekus ieinteresēja arī kā vieta, kurā norisinājušies skaudri vēsturiskie notikumi no XV gadsimta līdz pat nesenaī pagātnei.

Tā kā ekspedīcija tika komplektēta no vairāku pilsētu pārstāvjiem, tad tās dalībnieki pirmoreiz kopā sati-

\* Дагаев М. М. Солнечные и лунные затмения. М., 1978.

\*\* Klētnieks J. Noslēpumainie Solovku salu labirinti. — Zvaigžņotā Debess. — 1990. gada vasara, 5.—11. lpp.



Solovkas klostera galvenie vārti ar masīvo akmens sienu un aizsardzībai celto Nikoļska torni.

kās tikai izbrauciena dienā 15. jūlija rītā Rīgas lidostā, no kurienes vajadzēja izlidot uz Arhangeļsku un pēc tam uz Solovku salām. Lidojums uz Arhangeļsku ekspedīcijas dalībnieku uzmanību nepiesaistīja, jo daudzi turp lidoja atkārtoti. Vislielāko iespaidu atstāja lidojums uz Solovku salām, jo no lidmašīnas pavērsās neizmirstama ainava uz jūras zilgmē izkaisīto salu grupu. Vakara Saulē krāšņi izcēlās lielākā sala — Solovka, uz kuras jūras krastā virs zaļā mežu ieloka slienās klostera masīvās sienas, varenie torņi un katedrāles kupoli. No putna lidojuma skatoties, ainava šķiet rimta un mierīga.

Mēs apmetāmies Solovkas klosterī, XVI gadsimtā cel-

tajā klostera brāļu korpusā, nelielā istabiņā ar diviem logiem uz iekšpagalmu. Līdz aptumsuma dienai mums palika vēl nedēļa un tāpēc bija laiks, lai pētītu noslēpumainos akmens labirintus (skat. J. Cepīša rakstu «Lielās Solovku salas akmeņkrāvuma labirints»), kā arī — iepazīties ar ievērojamākām vietām.

Solovkas klosterim ir tāds pats liktenis kā vairākām citām Krievzemes svētviētām. Būvēts viduslaikos, lai vientulībā cilvēks rastu tuvību ar Dievu, laika gaitā tas kļuva slavens ar savu garīgo un apgaismības darbību, kā arī kā drošs sargs krievu Pomorjies novadam. Padomju varas gados to pārvērtā par desmitiem tūk-

stošu nevainīgu cilvēku ieslodzījuma vietu, no kurienes daudzi nekad neatgriezās.

Klostera vēsture aizsākās 1429. gadā, kad uz neapdzīvoto salu pārcēlās divi askēti — mūki Savatijs un Hermans, lai tur lūgšanās un darbā pavadītu nomaļu vientuļnieku dzīvi. Dzīvojot uz vientuļās salas bargos ziemeļu dabas apstākļos un bez drošām saitēm ar cietzemi verēja tikai garīgi patiesi stipri cilvēki. Kad 1435. gadā Savatijs nomira, mūka Hermana vientuļajai dzīvei pievienojās jaunatnācējs — mūks Zosims, kura dzimtā puse bija Oņegas ezera krastī. 1436. gadā viņi uz Solovkas uzbūvēja pirmo koka baznīciņu un pēc tam uzsāka celt klosteri Svjatoje ezera kras-



Solovkas klostera siena ar aizsardzības galeriju. Skats no pagalma iekšpuses.

tā. No Novgorodas picaicinātie klostera cēlāji uz pastāvīgu dzīvi nepalika. Par klostera vadītāju kļuva mūks Zosims, bet pēc viņa nāves 1478. gada to pārņēma mūks Hermans. Hermana vadības laikā klosteris ieguva Novgorodas arhibīskapa «grāmatu», kas apstiprināja klostera tiesības uz mūžīgiem laikiem pārvaldīt visas Solovku salas. Šīs tiesības apstiprināja arī kņazs Vasilijs III.

Pirmie Solovkas mūki — Savatijs, Zosims un Hermans — pēc nāves tika kanonizēti, un šo svēto pišļi bija lielā cieņā visā klostera pastāvēšanas laikā. Vēlāk kanonizēja arī mūku Filipu Količevu, kura laikā XVI gs. otrajā pusē klosteri sāka ap-

būvēt ar akmens sienu un aizsardzības torņiem. Klostera iekšienē uzbūvēja Spasas—Preobraženskas katedrāli, mūku ēdamtelpu, Blagoveščenskas baznīcu. Mūka Filipa laikā tika uzsākta arī klostera ūdensapgādes sistēmas izbūve, savienojot Svjataja ezeru caur kanālu tīklu ar 52 citiem ezeriem. Vēl tagad pārsteidz prasmīgi izveidota kanālu sistēma, pa kuru var izbrankt ar laivu un aprīņot milzīgiem akmeņiem izliktos kanālu krastus.

Aprīnojama ir arī klostera mūku saimnieciskā darbība bargajos ziemēju apstākļos. Tika apstrādāti tīrumi, iekopti dārzi un pļavas, turētas govīs, zirgi un aitas. Klosterim bija arī savas dzirnavas, ķieģeļceplis,

koka un ādas apstrādes darbnīcas. Šī gadsimta sākumā izbūvēja hidroelektrostaciju, nelielu dzelzceļa līniju. Klosterim piederēja arī vairāki kuģi un to remontdarbnīcas. Šajā laikā klosteri mituši kādi 250 mūki un vairāk kā 800 cilvēku, kas tur strādājuši par velti, lai tikai varētu uzturēties šajā svētajā vietā. Katru vasaru klosteri apmeklēja līdz 12 tūkstošiem svētcēlnieku.

Solovkas klostera bibliotēkā glabājas liela rokrakstu, vēsturisku aktu un grāmatu kolekcija. Par to šajā rakstā, tāpat kā par daždažādiem karu un politiskās dzīves notikumiem, netiks stāstīts. Taču nevar nepieminēt ne tik senās pagātnes baigos gadus. Nomaļā no cietzemes



ar jūru atdalītā sala un barge dabas apstākļi ne vienu vien reizi saistīja Krievijas patvaldnieku uzmanību, lai uz Solovku salām izsūtītu un turētu apcietinājumā nepakļāvīgos pavalstniekus. Šo bargo tradīciju XVI gadsimta otrajā pusē aizsāka Jānis Briesmīgais, bet Cariskajā Krievijā to pārtrauca tikai pagājušā gadsimta deviņdesmitajos gados. Tomēr gandrīz četrus simt gadus Solovku salās dažādus sodus izcīta 316 cietumnieki.

Jaunā Padomju valsts, kas nostiprinājās 1917. gadā, ļoti ātri novērtēja Solovkas klos-

tera kā šķiras un citu iekārtas pretinieku izolācijas vietas priekšrocību. 1923. gadā klosteris slēdza un Valsts Atsevišķā politiskā pārvalde organizēja speciālas nozīmes Solovku nometni (SLON), tā klosteris kļuva par pirmo «saliņu Gulaga arhipelāgā». Vietā, kur gadsimtu gaitā caur nepiespiesto darbu un lūgšanām pilnveidojās daba un cilvēku dvēseles kļuva cildenākas, sākās padomju nometņu sistēma, kas drīz vien izpletās pa visu plašo valsti. 1929. gads Solovkas vēsturē ierakstīts kā pirmais asiņainais gads, kad vienā

naktī vien tika nošauti 300 apcietinātie. Pēc tam nevainīgo upuru skaits jau bija skaitāms tūkstošos. Neizdzēšamu sāpi glabā padomju laika Solovka, tas uz katra soļa jūtams sapostītās vides ainavā.

Solovkā cietumu slēdza 1939. gadā. Tagad pēc pusgadsimta Solovka uzjūnda sarežģītas izjūtas. Svētās vietas piecu gadsimtu vēstures elpa, neskatoties uz centieniem to pilnīgi iznīcināt, šeit tomēr jūtama. To pauž klostera diženums, mierinošā aina ar katedrāles kupoliem un krustiem agrāk likto sar-



Uspenska katedrāle (celta no 1552. līdz 1557. gadam) Solovkas salā. Galvenā ieeja un fasāde ietverta saskatnēs.



Solovkas klostera iekšējā pagalma austrumdaļa šodien.

kano zvaigžņu vietā. Tas sajūtams zem dobajām Spasas—Preobraženskas katedrāles velvēm, attīrītām no nometnes postošās nekrietnības. Apbrīnojami dabiski un nepiespiesti saskan ziemeļnieciskā ainava ar kādreizējiem cilvēka lēnprātības, prāta un lielā darba augļiem. Šķiet, ka Solovkas klostera saimnieciskais komplekss varētu kalpot par cilvēka un dabas gudru ekoloģiskās sadarbības paraugu.

Pavisam citu, sarūgtinājuma pilnu iespaidu rada klostera iekštelpu nesakoptība. Pagalms un arī klostera apkārtējā teritorija piegružota, visur nekārtība. Vēlās vakara stundās pa klosteri klejo jauniešu grupas un bijušās svētvietas klusums bal-

tajā ziemeļu naktī tiek pārtraukts ar skaļiem saucieniem, nepiedienīgiem vārdiem. Nometnes sen jau nav, bet šī režīma nāvējošā elpa jūtama vēl šodien.

Visbeidzot par cerībām, arī tām ir jābūt! Jau vairākas sezonas klostera atjaunošanā strādā studentu vienības. So vienību prasme un varēšana ir niecīga, salīdzinot ar lielo darba apjomu, kas tur paveicams. Strādā arī restauratori. Tāpēc vairākas baznīcas greznojas ar atjaunotiem kupoliem un krustiem. Sastatnēs ietērpts klostera zvanu tornis. Iztīrītas Spasas—Preobraženskas katedrāles telpas, gandrīz pilnīgi restaurēta klostera ēdamzāle. Restaurācijas darbi norit arī citās ēkās. Tiek

attīrīta un nostiprināta milzīgo akmeņu siena, kas apjož klostera celtnes. Vecajā klostera kapsētā nopostītās Sv. Onufrija baznīcas vietā uzstādīts liels koka krusts. Arī jaunajā Solovkas kapsētā aiz ciemata novietota piemīņas zīme nometņu upuriem. Sogad Solovkas muzejā redzama arī ekspozīcija, kas attēlo nometņu periodu un tur nomocītos cilvēkus.

Protams, nevar uzskatīt, ka Solovkas klosteri varētu atdzemdināt, neizdarot galveno tiesisko pasākumu — nododot klosteri tā likumīgam īpašniekam — Krievijas Pareizticīgajai baznīcai. Jo tikai ar ticību un mīlestību iespējams atjaunināt sagan-dēto svētumu. Pašlaik Solovkā ir iesvētīta un darbo-

jas maza baznīciņa — kapela, kurā dievvārdus sludina tēvs Hermans. Vai tiešām tā būtu tikai vārda sakritība ar pirmo Solovkā ienākušo mūku 1429. gadā?

Taču atgriezīsimies pie mūsu ekspedīcijas. Mūsu rīcībā nebija speciālas aparātūras aptumsuma novērošanai, ja neskaita divas kinokameras, kas bija sagatavotas lēnai procesa filmēšanai ar teleobjektīviem. Atsevišķos aptumsuma momentus bija paredzēts arī fotografēt. Kopējais aptumsuma intervāls starp 1. un 4. kontaktu sastādīja 1<sup>h</sup>46<sup>m</sup>, bet pilnās fāzes ilgums — 96<sup>s</sup>. Bija paredzēta arī vizuālo novērojumu programma.

Sagatavojoties aptumsuma novērošanai, klostera apkārtnē tika apsektas vietas, kur varētu uzstādīt kinokameras, lai novērojamā virzienā pavērtos pēc iespējas atklāts horizonts. Piemērots izrādījās Svjatoje ezera dienvidrietumu krasts, bet no turienes nebija pārskatāms Mēness ēnas pārvietošanās virziens. Tāpēc vizuālajiem novērojumiem tika izvēlēts augstais klostera zvannu tornis, no kura pavērās plašs skats uz jūru. Par

ērtiem orientieriem tur varēja izvēlēties daudzās nelielās saliņas, kas jūrā izkaisītas dažādā attālumā. Viss tika sagatavots novērošanai, jo dienu pirms aptumsuma laika apstākļi bija labvēlīgi.

22. jūlijā mēs piecēlāmies agri, stundu pirms aptumsuma sākuma. Saullēkta momentā debess rietumpuse bija skaidra, bet austrumdaļā jau sāka biežēt mākoņi. Pūta brāzmais, auksts vējš. Kino grupa savas kameras paslēpa aizvējā pie Nikoļska torņa. Pie klostera sienas pamazām pulcējās ļaudis, gan Maskavas universitātes studentu grupa, gan tūristi ar tālskatiem un fotoaparātiem, gan arī vietējie iedzīvotāji. Cerības, ka debess varētu noskaidroties, kļuva ar katru brīdi aizvien mazākas. Tomēr kinoaparāturu iznesām Svjatoja ezera krastmalā pie Paverena torņa.

Pamazām, tik tikko samanāmi kļuva tumšāks, tikpat kā vakara krēslai iestājoties. Kāpt zvanu tornī nebija jēgas, un visa ekspedīcijas grupa palika pie ezera. Pirms pulksten sešiem (5<sup>h</sup>53<sup>m</sup>) tumsa strauji sabiezēja, bija iestājusies aptumsuma pilnā

fāze. Sapulcējušies ļaudis apmums pēkšņi apklusā. Iegaudojās suns, kas bija atskrējis līdz kādam vietējam. Iestājās tumsa, nedabiska šiem platuma grādiem ( $\varphi = 65^\circ$ ) vasaras mēnešos. Tomēr klostera sienas, ezers, mežs aiz ezera un tālais horizonts bija pietiekoši skaidri saskatāmi. Virs ezera bez satraukuma lidinājās kaijas. Tumsa ilga pusotras minūtes, tad atkal strauji sāka kļūt gaišs. Ļaudis pamazām izklīda. Pilnais Saules aptumsums bija beidzies. Mēs palikām ezera krastmalā līdz aptumsuma pilnīgām beigām cerībā, ka varbūt uz īsu mirkli pašķirsies skrejošo zemo mākoņu sega. Bet Saule tā arī mums neparādījās. Tikai uz mirkli pavidēja tās maliņa, bet ne tā puse, ko bija aizklājis Mēness. Ekspedīcijas dalībniekiem bija jāsamierinās ar neveiksmi. Cerētie rezultāti netika gūti. Tomēr kopumā izvērtējot braucienu, ikviens no mums guva bagātus iespaidus par šo unikālo dabas parādību un par savdabīgajiem ziemeļzemes apstākļiem, tās vēsturi un ļaudīm.

K. Lavrinovičs



## LASĪTĀJS PAR „ZVAIGŽŅOTO DEBESI”

Pērnvasar no Jāņu starpām (starp vecā un jaunā stila kalendāra Jāņiem) līdz Māras zemes Karalienes svētkiem (15. augustam) «Zvaigžņotās Debess» pasta saņēmējus vai ik dienas priecēja jaunas lasītāju atbildes uz redkolēģijas rīkoto aptauju — pirmo saturā tik plašo izdevuma pastāvēšanas laikā. Vēstules atsūtīja apmēram katrs četrdesmitais lasītājs. Sajā apskatā izmantotas vēstules, kas saņemtas līdz septembra vidum.

Cik ilgi Lasītājs pazist mūsu izdevumu — vienīgo šādu izdevumu nacionālajā valodā, ja ņem vērā neseno Padomju Savienības mērogu? Atbilde — no viena līdz trīsdesmit diviem gadiem, t. i., kopš iznākšanas (1. att.). Pēc tabulas spriežot, lasītāju skaitu pozitīvi ietekmējusi «Zvaigžņotās Debess» pārtapšana no rakstu krājuma par žurnālu un līdz ar to iespēja abonēt kopš 1986. gada. «Paldies par iespēju lasīt žurnālu latviešu valodā,» raksta fizikas skolotāja no Dobeles.

Kādēļ lasa «Zvaigžņoto Debesi»? (2. att.) Lasītājs no Smiltenes raksta: «Esmu pasniedzējs tehnikumā. Astronomija amatierisma un līdzjutēja limenī ir brīnišķīgs audzināšanas līdzeklis, kas liek un iemāca redzēt lietas «no augšas». Domāju, ka tie skolotāji, kas audzināšanā ņem palīgā astronomiju, ierosina domāt un redzēt dzīvē skaisto, atšķirot no dražām vērtīgo.» Skolotāja no Aizputes atzīst: ««Zvaigžņotā Debess» tiešām noder par enciklopēdiska rakstura izziņas materiālu astronomijā, ģeodēzijā, kultūrvēsturē, matemātikā.»

«Paldies par daudzajiem fotouzņēmumiem, īpaši krāsu! Izmantoju mācot fiziku! Bieži izlasu ar interesi visas žurnāla nodaļas. Paldies

par iespēju abonēt» (fizikas un matemātikas skolotājs no Vijciema).

Kādas nodaļas «Zvaigžņotajā Debēsī» Lasītāju interesē visvairāk? Papildus 3. attēlā minētajām nodaļām lasītāji nosauc arī «Hipotēžu lokā», Latvijas astronomi starptautiskās «Konferencēs, sanāksmēs», «Atskatīties pagātnē», «Mūsu republikā», «Tālos ceļos». Citiem vārdiem sakot, interesē viss, «kas saistās ar Latviju, tās zinātni, kultūru» (skolotājs no Rīgas). «Vajadzētu nodaļu, kurā būtu rakstīts par anomālajām dabas parādībām un NLO» (lasītājs no Ventspils), ««Zvaigžņotā Debess» man ir kā tuvs draugs, ar kuru prieks satīties! Rūpīgi izstudēju un cenšos pielietot visu, kas attiecas uz skaitļotājiem, — tā man nekad nebūs par daudz. Ne-centīties pēc lētas popularitātes un vieglas peļņas, tad viss būs kārtībā» (fizikas un matemātikas skolotājs no Lejasciema).

Vienīgi nodaļa «Skolā» ir izpelnījies Lasītāja piezīmes. «Nerisināt uzdevumus matemātikā, bet astronomijā» (fizikas skolotāja no Dobeles). «Pilnīgi noraidu rubriku «Skolā», ja tajā netiek risināti astronomijas uzdevumi» (skolnieks no Rīgas). Taču vai astronomija var iztikt bez matemātikas? Tomēr nevar nepiekrīst arī fizikas un astronomijas skolotājam no Elejas: «Skolotāji būtu pateicīgi par metodiskām norādēm, kam pievērst vērību kātrā trimestrī īpaši, jo programma un arī mācību grāmata ir tālu no vēlamā.»

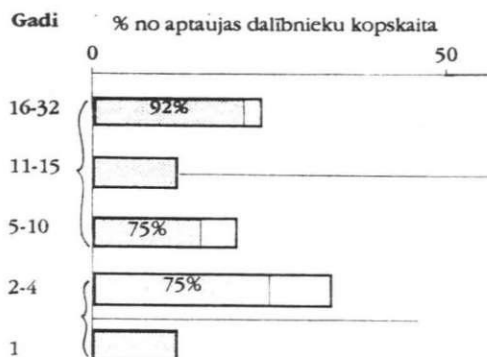
Lasītāja vērtējums. Vislielāko lasītāju ievēribu izpelnījies raksts «Lielā ceļojuma finišs» (1990, pavasaris). Nākamie biežāk minētie raksti ir «Kosmoplāni šodien un rīt» (1989/90, ziema), «Jauni ārpuszemes civilizā-

ciju meklējumu mēģinājumi» (1990, pavasaris), «Precīzi par Urāna sistēmu» (1989, pavasaris), «Aktuālākās astronomisko pētījumu problēmas» (1989, rudens), «Atklātāk par kosmonautikas vēsturi» (1990, pavasaris), «Jauna hipotēze par kvazāru un radiogalaktiliku dabu» (1990, vasara), «No kurienes nāk komētas?» (1988/89, ziema), «Divdesmitpirmā gadsimta radioteleskops» (1990, pavasaris), «Zvaigžņu karš» mūsdienās» (1988, pavasaris). Pats populārākais autors ir E. Mūkins, nākamie seši interesantāko rakstu autori ir A. Balklavs, J. Klētnieks, Z. Alksne, N. Cimačoviča, E. Bervalds un T. Romanovskis.

«Paldies par tēmām un rakstiem, ko Jūs publicējat pirms 1986. gada. Jūs uzdrošinājāties tad vēl «nevēlamos» tematus apskatīt «Zvaigžņotajā Debesī» (ģeogrāfijas skolotājs no Rīgas). «Tā kā lasu «Zvaigžņoto Debesi» tikai sākot ar šo gadu, īpašu piezīmju man nav. Žurnāls man iepatikās uzreiz, un es to turpmāk obligāti abonēšu (skolnieks no Rīgas).

Rakstu saprotamība Lasītāju pamatā apmierina. Ir nedaudz iebildes, ka dažos rakstos par daudz specifisku terminu (lasītāji no Rīgas un Ludzas rajona Rundānīem), ka «varēja būt jēdzienus skaidrojoša vārdnīca» (skolnieks no Rīgas), jo «it sevišķi terminoloģija ir pārāk zinātniska» (lasītājs no Rīgas). Pret rakstu apjomu principiālu iebildumu nav: «Tas ir jāskatās pēc raksta tēmas, bet vispār jā, apmierina» (skolnieks no Ogres).

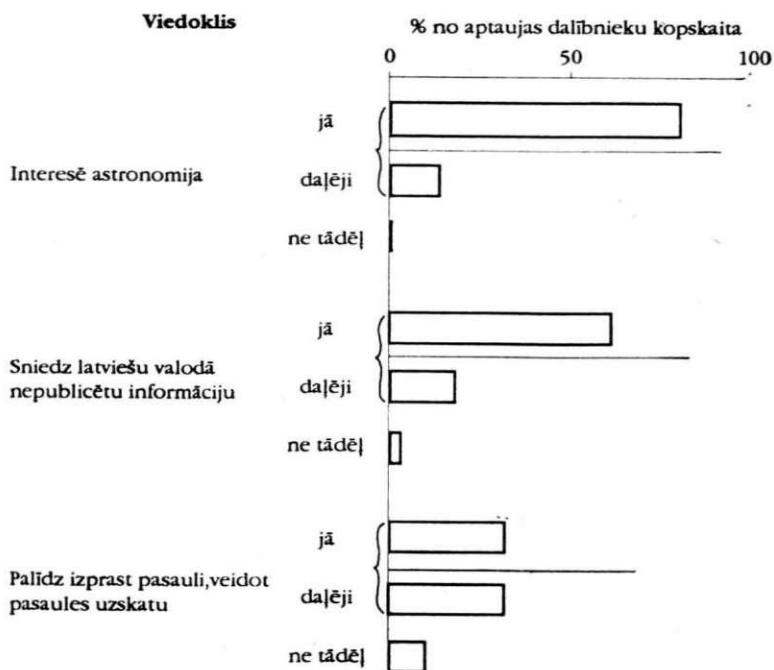
Varētu būt vairāk ilustrāciju, iesaka Lasītājs, un jo īpaši krāsaino. «Krāsainos attēlus ievietot vidējā lapā tā un tādā kvalitātē, lai nepieciešamības gadījumā tos varētu izmantot par uzskates materiālu» (lasītājs no Pļaviņām). Arī students no Rīgas piezīmē, ka attēli varētu būt kvalitatīvāki, tas pilnībā atbilst arī redkolēģijas un izdevniecības vēlmēm, bet pagaidām — iespējām vēl ne. «Mazāk sīku slaidu, labāk vienu lielu» (elektromehāniķis no Viļāniem). «Esmu iesācējs (abonē pirmo gadu. — I. P.), bet domāju, ka vairāk vizuālas informācijas derētu (krāsainas fotogrāfijas, ko varētu izmantot kā pielikumus ārpus žurnāla). Žurnālā jāpublicē tikai tās fotogrāfijas, kuras attiecas (konkrēti) uz astronomisko informāciju, jo pilsētu ielas un laukumus es



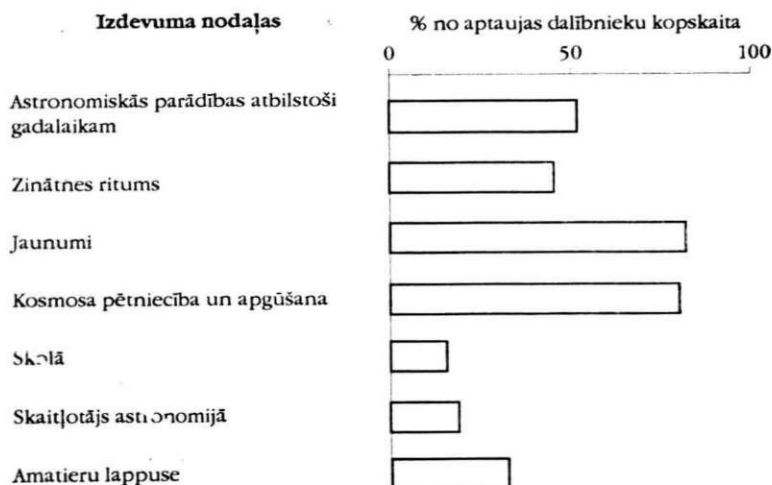
1. att. Cik ilgi lasītājs pazīst «Zvaigžņoto Debesi»? Ailē punktotā daļa rāda abonētāju procentu. Nepārtrauktā līnija šajā un pārējās diagrammās rāda ar zīmi «{» apvienoto grupu kopējo procentu.

varu paskatīties citos izdevumos» (jurists izmeklētājs no Ilūkstes).

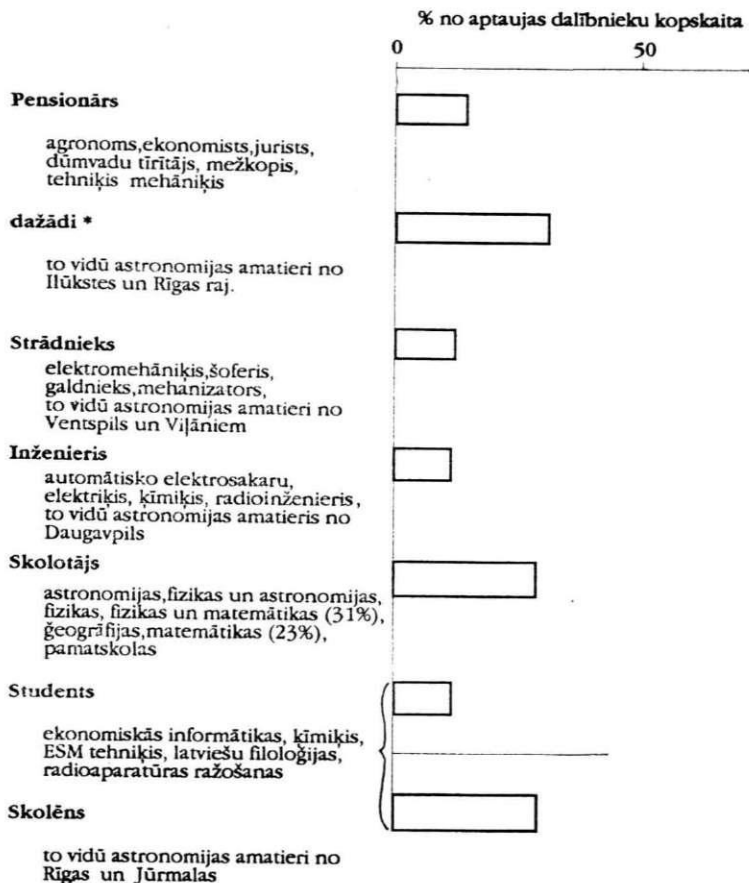
Ko vēl lasītājs? Nākamo četru izdevumu būs krietni par maz, lai kaut daļēji varētu īstenot lasītāju vēlmes. «Vai nav iespējams izdot «Zvaigžņoto Debesi» biežāk? Četri žurnāli gadā ir par maz» (latviešu valodas un literatūras students no Carnikavas). «Būtu patīkami, ja varētu jūsu izdevumu saņemt vismaz sešas reizes gadā» (grāmatvedis no Ogres). «Vēlētos, kaut šis biļetens iznāktu biežāk — vienreiz mēnesī» (lai informāciju padarītu operatīvāku, liek priekšā lauksaimniecības tehniķis mehāniķis no Priekulei). Tas diemžēl nesakrīt ar žurnāla kā gada-laiku izdevuma statusu. Ir reālākas vēlēšanās: «Ja iespējams «papīra bada» laikmetā, paplašiniet izdevuma apjomu» (ierosina ne tikai pensionēts ekonomists no Jelgavas, bet arī fizikas skolotājs no Dobeles, ķīmijas students un skolnieks no Rīgas). Gandrīz izpildāma vēlēšanās ir: ««Zvaigžņotā Debess» ir pietiekoši laba un gribētos, lai tā turpinātu iznākt.» Tā raksta students no Rīgas rajona, līdzīgi — skolotājs no Smiltenes, pensionēts jurists no Gulbenes rajona, kā arī students no Carnikavas. Gandrīz nerealizējama (ceram, ka pagaidām) ir vēlēšanās: «lai visjaunākā informācija ātrāk nokļūtu pie lasītāja» (sko-



2. att. Kādēļ lasa «Zvaigžņoto Debesi»?



3. att. Kādas izdevuma nodaļas interesē visvairāk?



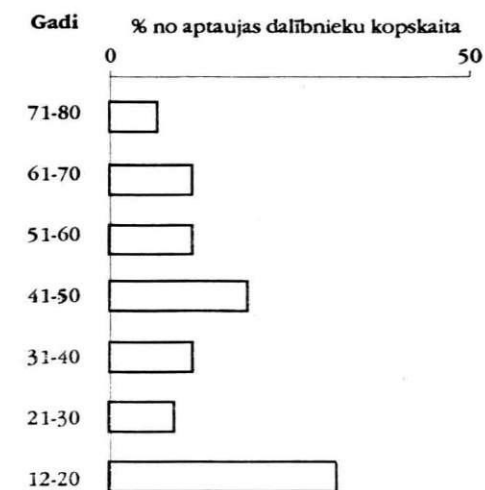
4. att. Lasītājs pēc nodarbošanās un specialitātes (gandrīz trešā daļa lasītāju ir skolēni un studenti).

\* Ārsts, ekonomists, grāmatvedis, jurists, kluba vadītājs, kopsaimniecības priekšsēdētājs, ķīmiķis, lauksaimniecības tehniķis mehāniķis, mājsaimniece, muzeja restaurators, veterinārārsts, vēsturnieks, zāles pārzinis, zinātniskais līdzstrādnieks.

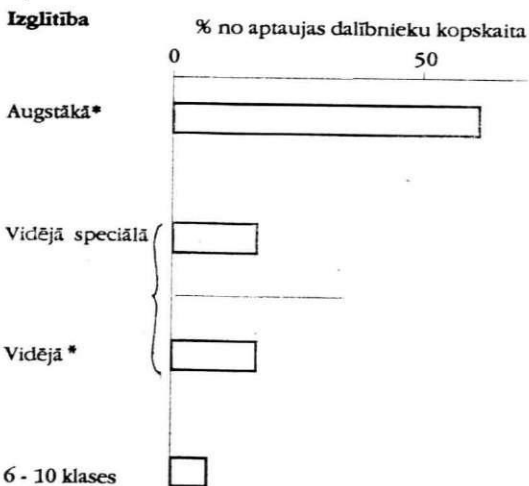
lotāja no Aizputes). «Informācijai par pēdējiem notikumiem jābūt daudz operatīvākai (no redaktora galda līdz lasītājam — pāris nedēļās, nevis pusgada laikā)!» (tā vērigs inženieris no Valmieras). «Lūzdu vairāk rakstīt par tekošiem notikumiem, piemēram, par gaidāmām un sagaidītām komētām» (lasītāja no Jēkabpils rajona). To cenšas darīt mūsu observatorijas novērotāji ar dienas laikrakstu starpniecību. Tā, piemēram, «Latvijas Jau-

natnē» I. Platais informēja par Levi komētas novērošanu 1990. gada augusta nogalē.

«Pārāk maz veltīts amatieru lappusei» (aizrāda skolnieks no Rīgas). «Ja vienīgi varētu vairāk informāciju sniegt amatieriem, kā tik pie instrumentiem, ar ko novērot zvaigznes, miglājus. Veikali tukši, bet acis tik tālu neredz» (lūdz students no Carnikavas). Inženieris no Daugavpils ierosina rīkot konkursus par labāko Saules, Mēness vai planētu ama-



5. att. Lasītājs pēc vecuma. Pirmo atbildi saņēmām no visjaunākā (12 gadi), vienu no pēdējām — no vecākā (80 gadi) lasītāja. Līdz 20 gadiem visvairāk lasītāju (32%) ir 16 gadu vecumā.



6. att. Lasītājs pēc izglītības (atskaitot skolēnus un studentus). Diapazons: no 6 klasēm līdz zinātņu kandidāta grādam.

\* To vidū astronomijas amatieri.

tierfotogrāfiju, kas iegūta, izmantojot vienādas klases instrumentus. Kā amatieriem pagatavot instrumentus novērojumiem, fotografēšanai? Šim jautājumam uzmanību pievērst ierosina strādnieks no Rīgas.

«Nevajadzētu «Zvaigžņotajā Debesī» likt rakstus par matemātiku un fiziku» (ekonomiskās informātikas students no Skrīveriem). «Ja tajā vietā nav ko likt, tad varētu palielināt ilustrāciju daudzumu. Vajag turpināt un paplašināt rakstus par seno latvju rakstiem un pasaules uztveri. Gribētos uzzināt jūsu attieksmi pret NLO u. c. parādībām.» — «Kādam izdevumam latviešu valodā jāsāk taču publicēt kaut ko par NLO. Kāpēc gan tā nevarētu būt «Zvaigžņotā Debesī?»» jautā students no Rīgas (līdzīgi domā ļoti daudzi lasītāji). «Lūzdu rakstiet par dievturiem un to priekšstatiem par pasauli. Vēlētos lasīt par seno baltu un kaimiņtautu astronomiskajiem priekšstatiem senatnē. Par «stounhendžām» ne tikai Latvijā, bet arī citur pasaulē» (ģeogrāfijas skolotājs no Rīgas). «Ļoti vēlētos, lai populārzinātniskā valodā tiktu izskaidrotas horoskopu sastādīšanas metodes,» raksta kop-saimniecības priekšsēdētājs (ekonomists) no Tukuma rajona. «Par astroloģiju zinātniski!» pieprasa pensionēta pamatskolas skolotāja. «Ļoti lūzdu redkolēģiju publicēt ikgadēju Mēness gaitu zodiakā,» jau iepriekš pateicoties, raksta mājsaimniece no Jūrmalas, kas nodarbojas ar dārzkopību.

Tā ir tikai daļa no lasītāju priekšlikumiem. Sos un vēl citus šeit neminētos centisimies ņemt vērā turpmāk.

Un beidzot — kas ir Lasītājs pēc nodarbošanās un specialitātes, pēc vecuma un izglītības, kā arī pēc dzīvesvietas var spriest pēc 4.—7. attēla.

Kāds ir Lasītājs? Pēc aptaujas spriežot, Dziesmu svētku gaisotnes (atbildes tika saņemtas galvenokārt šajā laikā) un tautas dainu un gara bagāts, labestīgs, saprotošs, tautas garamantas godā turošs, zināt gribošs un pateicīgs. Redkolēģija bija patikami pārsteigta par aptaujas rezultātiem, ir lepna uz savu Lasītāju un centisies nepievilt viņu, ja vien ... Cerēsīm uz stabilākiem laikiem, bet pagaidām ... pagaidām varbūt būs jāatsakās





7. att. Lasītājs pēc dzīvesvietas. 35% atbilžu ir no rīdziniekiem.

no krāsu ielikuma krīta papīra trūkuma dēļ. Ceram, ka interese par zvaigžņoto debesi tādēļ nemazināsies.

Pateicamies Lasītājam par apsveikumiem un laba vēlējumiem un, it īpaši, par piedalīšanos

aptaujā, neraugoties uz rakstīšanai varbūt ne sevišķi piemēroto gadalaiku.

Lasītāju atbildes apkopoja  
I. Pundure

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

★★ Padomju Savienības orbitālā astrofizikālā observatorija «Granat», kas tika palaista 1989. gada 1. decembrī (sk. «Zvaigžņotā Debess» 1990. gada rudens, 33. lpp.), sāka regulārus debess spīdekļu novērojumus 1990. gada janvārī un līdz augusta beigām bija izpildījusi minimālo pētniecības programmu. Šajā laikā ar pavadoņa aparāturu pēc ilga pārtraukuma cietajos rentgenstaros atkal uzņemts mūsu Galaktikas centra apgabals un, kā nepamatoti apgalvo TASS, pirmoreiz uzņemtas galaktiku kopas Jaunavas, Perseja, Berenikes Matu un Centaura zvaigznājos (patiesībā tās jau 1985. gadā tajā pašā diapazonā uzņēma kosmoplāna «Challenger» kravas telpā uzstādītie angļu teleskopi). Novērota arī Lielā Magelāna Mākoņa supernova, dažu aktīvo galaktiku kodoli un citi objekti. Pēc rentgenspožuma svārstībām noteikts rotācijas periods vēl astoņām neitronu zvaigznēm, atklāts viens (!) jauns kosmiskā rentgenstarojuma avots, vairāk nekā simts kosmiskā gamma starojuma uzliesmojumiem reģistrēts spektrs un intensitātes maiņa.

# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1991. GADA PAVASARĪ

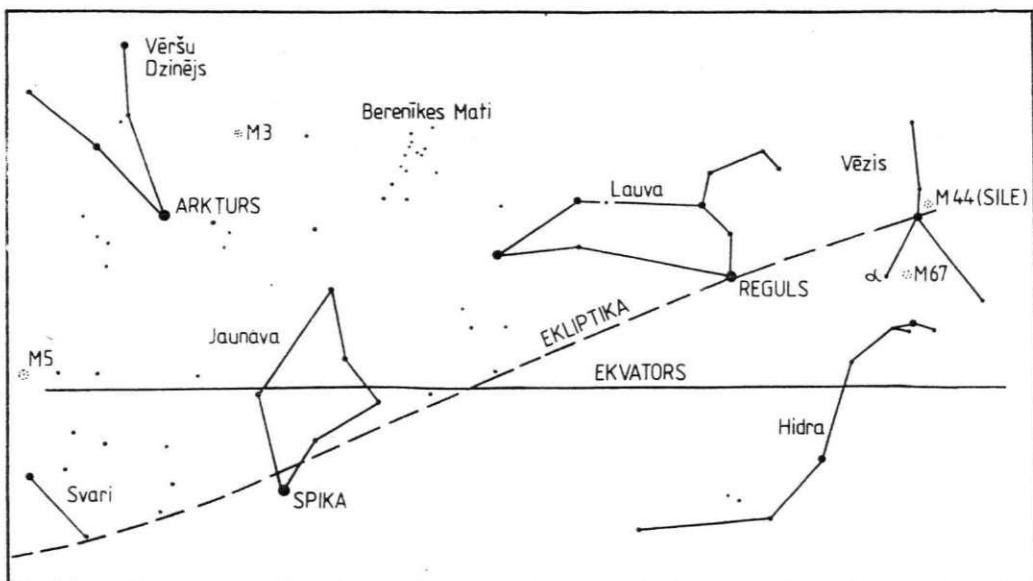
1991. gada astronomiskais pavasaris iestājas 21. martā plkst. 5<sup>h</sup>02<sup>m</sup> pēc Latvijas laika un ilgst līdz 21. jūnijam.

Latvijā marta un aprīļa mēneši mēdz būt ar dažiem skaidras debess periodiem un parasti arī ar ļoti labu caurspīdību. Tiesa, zvaigžņotā debess nav tik krāšņa kā rudenī un ziemā, kad labi redzams Piena Ceļš. Paši raksturīgākie pavasara zvaigznāji ir Lauva, Vēršu Dzinējs un Jaunava, kuru spožākās zvaigznes Reguls, Arkturs un Spika ir viegli sameklējamas. Lielie Greizie Rati atrodas gandrīz zenītā un, pēc tiem orientējoties, var atrast arī pārējos zvaigznājus.

Vakarā ir redzams rietošais zodiaka zvaig-

znājs Vēzis. Šeit tas minams tāpēc, ka satur divas nozīmīgas vaļējās zvaigžņu kopas. Viena no tām ir Sile jeb Praesepe (franču astronoma Š. Mesjē katalogā tās apzīmējums ir M 44), kuru viegli var novērot jebkurā tālskatī ar nelielu palielinājumu. Sile ir viena no Saulei tuvākajām kopām un atrodas 160 pc attālumā no tās. Lai gan Silē ir atrastas vairāk kā 300 zvaigznes, iespējams, ka tā vēl satur daudzas vājas zvaigznes un arī t. s. kopas vai-nagzvaigznes.

Netālu no Vēža  $\alpha$  atrodas viena no vecākajām mūsu Galaktikas vaļējām zvaigžņu kopām — M 67. Tās vecums sasniedz vairākus miljardus gadu. Šī kopa atrodas krietni tālāk



Pavasara zvaigžņotās debess karte. Mesjē kataloga zvaigžņu kopas apzīmētas ar «M».

par Sili, tāpēc labi saskatāma tikai teleskopā. Kopa M 67 ieņem nozīmīgu vietu zvaigžņu evolūcijas teorijas izstrādāšanā, un pārbaudē, tāpēc astronomi tai pievērš lielu uzmanību. Nesen Jeilas universitātes (ASV) astronomiem, izmantojot lielu skaitu pasaules lielākā 1 m Jerskas refraktora plates, izdevās atklāt šīs kopas locekļu īpatnējo kustību reālo dispersiju un noteikt kopas pilno masu. Šis pētījums ir ļoti nozīmīgs, jo ļauj zināmā mērā izskaidrot, kāpēc tik veca kopa kā M 67 nav vēl izirusi Galaktikas un tās sastāvdaļu gravitācijas spēku ietekmē.

Cita viegli pamanāma vaļējā zvaigžņu kopa ir Berenīkes Mati. Šīs kopas spožākās zvaigznes tāpat kā Lielie Greizie Rati vienlaicīgi veido arī paša zvaigznāja rakstu pie debess juma. Kaut gan Berenīkes Matu kopa atrodas pat tuvāk Saulei nekā Sife, tā ir diezgan maz pētīta.

Vēršu Dzinēja zvaigznājā atrodas visai spoža lodveida kopa M 3. Šajā kopā atklāts liels skaits RR Liras tipa pulsējošo mainzvaigžņu. Lai gan šī tipa mainzvaigznes ir sastopamas gandrīz visās lodveida kopās, tomēr pagaidām nav izdevies izskaidrot, kāpēc mainzvaigžņu skaits katrā konkrētā kopā ir krasī atšķirīgs. Diemžēl pat nelielā teleskopā M 3 kopa ir redzama tikai kā gaišs, miglains plankums.

Pavasara zvaigžņotā debess ir ļoti bagāta ar vājām teleskopā saskatāmām galaktikām, jo šeit nav Piena Ceļam raksturīgās gaismu absorbējošās matērijas. Viena no pazīstamākajām ir Jaunavas galaktiku kopa, kas aizņem vairāk nekā simts kvadrātgrādu lielu debess lauku. Dažas šīs kopas galaktikas var saskatīt ar neliela teleskopa palīdzību. Tomēr galaktiku pētniecībai astronomi galvenokārt lieto pasaules lielākos optiskos teleskopus un radioteleskopus. Viena no pārsteidzošākajām galaktiku pasaules īpašībām ir tā, ka galaktikas veido savdabīgas «salīpušu ziepju burbuļu» struktūras, t. i., galaktikām ir tendence koncentrēties gigantisku šūnu sienās.\* Starp šiem veidojumiem telpa ir praktiski tukša. Minētais gan

attiecas uz spožajām galaktikām, jo, iespējams, ka šūnu struktūras ir vienmērīgi pildītas ar daudzām vājām galaktikām. Domājams, ka deviņdesmito gadu pētījumi ar jaunajiem superlielajiem (7—10 m spoguļi) teleskopiem dos skaidrāku priekšstatu par šīm neapmierami tālajām Visuma salīņām.

## PLANĒTU REDZAMĪBA

Merkurs 27. martā nonāk vislielākajā austrumu elongācijā ( $19^\circ$  attālumā no Saules), tāpēc marta beigās tas vakaros pēc Saules rieta ir samērā labi saskatāms rietumu pusē zemu pie apvāršņa. Aprīlī un jūnijā Merkurs nav redzams.

Venēra martā redzama kā vakarzvaigzne Auna zvaigznājā, kur tā atrodas līdz 8. aprīlim. Turpmāk planētas redzamība arvien uzlabojas. Līdz 9. maijam tā atrodas Vērša zvaigznājā, pēc tam pāriet Dvīņu zvaigznājā, kur atrodas līdz 3. jūnijam. 11.—12. aprīlī Venēra pāiet  $3^\circ$  attālumā zem Sietiņa (Plejādēm). Astronomiskā pavasara nogalē Venēra atrodas Vēža zvaigznājā, taču tās redzamības ilgums jūfami samazinās. 17. jūnijā Venēra pāies gar Jupiteru  $1^\circ$  virs tā. Visu pavasara laiku Venēra ir visspožākā planēta (redzamais spožums no  $-3^m,4$  līdz  $-4^m,0$ ).

Marsis līdz 2. aprīlim atrodas Vērša zvaigznājā, pēc tam — Dvīņu zvaigznājā. 21. maijā tas no Dvīņiem pāriet Vēža zvaigznājā. Redzams vakaros, bet pakāpeniski kļūst vājāks (redzamais spožums samazinās no  $1^m,4$  līdz  $1^m,9$ ), jo Marsis attālinās no Zemes. 14. jūnijā Marsis aizies gar Jupiteru  $1^\circ$  virs tā.

Jupiters martā gandrīz visu nakti redzams Vēža zvaigznājā. Līdz pat jūnijam tas novērojams turpat tikai vakara pusē. Jupiters ir viegli pamanāms (redzamais spožums no  $-2^m,0$  līdz  $-1^m,4$ ) starp Vēža ne visai spožajām zvaigznēm. Jāatzīmē, ka martā un aprīlī Jupiters ir gandrīz nekustīgs. 25. martā, 21. aprīlī un 19. maijā vērojamas interesantas konjunkcijas, kad briestošs Mēness pāiet gar Jupiteru  $2^\circ$  uz dienvidiem no tā.

Saturna novērošanas apstākļi Latvijā ir neizdevīgi. Planēta ir saskatāma no rītiem Mežāža zvaigznājā zemu pie apvāršņa.

\* Sk. A. K. S. ne Z. Liela mēroga struktūras Visumā. — Zvaigžņotā Debess, 1990./91. gada ziema, 2.—5. lpp.

Urāna tāpat kā Saturna novērošanas apstākļi ir ļoti neizdevīgi. Urāns atrodas (taču diez vai ir novērojams) Strēlnieka zvaigznājā.

## MĒNESS FĀZES

☉ jauns Mēness

☾ pirmais ceturksnis

14. aprīlī	22 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>	23. martā	8 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup>
14. maijā	7 37	21. aprīlī	15 40
12. jūnijā	15 07	20. maijā	22 47
		19. jūnijā	7 20

☽ pilns Mēness

☾ pēdējais ceturksnis

30. martā	9 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup>	7. aprīlī	9 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>
28. aprīlī	23 59	7. maijā	3 47
28. maijā	14 38	5. jūnijā	18 31

### I. Platāis

## MĒNESS IEIEŠANA ZODIAKA ZĪMĒS

Pēc vairāku lasītāju ierosinājuma sniedzam datumu un momentu, kad Mēness pavarī iet kādā no zodiaka zīmēm:

Marts	23 04 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup>	♈
	25 07 44	♉
	27 11 42	♊
	29 16 51	♋
	31 06 22	♌
Aprīlis	03 11 01	♍
	05 23 20	♎
	08 12 00	♏
	10 22 18	♐
	13 04 50	♑
	15 08 06	♒
	17 09 42	♓

Maijs

19 11 19	♈
21 14 05	♉
23 18 31	♊
26 00 37	♋
28 08 35	♌
30 18 44	♍
03 06 56	♎
05 19 51	♏
08 07 04	♐
10 14 35	♑
12 18 07	♒
14 19 02	♓
16 19 15	♈
18 20 32	♉
21 00 02	♊
23 06 09	♋
25 14 42	♌
28 01 22	♍
30 13 41	♎
02 02 42	♏
04 14 37	♐
06 23 25	♑
09 04 13	♒
11 05 37	♓
13 05 18	♈
15 05 12	♉
17 07 05	♊
19 12 03	♋
21 20 20	♌

Jūnijs

Zodiaka zīmes: ♈ Auns; ♉ Vēzis;  
 ♊ Dvīņi; ♋ Vēzis; ♌ Lauva;  
 ♍ Jaunava; ♎ Svāri; ♏ Skorpions;  
 ♐ Strēlnieks; ♑ Mežāzis; ♒ Ūdensvīrs;  
 ♓ Zivis.

Leonora Roze

## KĻŪDAS LABOJUMS

Atvainojamies lasītājam par «Zvaigžņotās Debess» 1990. gada rudens numurā pieļautajām kļūdām. J. Birzvalka rakstā «Bet varbūt ir pavisam citādi» autora vainas dēļ 52. lpp. 1. slejā vārdkopas «pazīstamo Kozmas Prutkova aforismu:» vietā jābūt «A. Čehova stāsta «Vēstule mācītam kaimiņam» varoņa izteicienu:». 53. lpp. 1. slejas 14. rindā no apakšas jābūt formulai  $E_k = m_0 c^2 ((1 - (v/c)^2)^{-1/2} - 1)$ .

# PIRMO REIZI „ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ”

**Mārcis AUZIŅŠ** — fiziķis, Latvijas Universitātes docents, fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts. Zinātnisko interešu loks saistīts ar atomfiziku un lāzeru spektroskopiju. Vairāk nekā 50 zinātnisko publikāciju autors.



**Guntis ENIŠS** — novadpētnieks un publicists. Viņa spalvai pieder grāmatas par Latvijas dabu — «Gaujas senleja» (1979, kopā ar O. Āboltiņu), «Koks — dabas piemineklis» (1982), «Tepat Latvijā» (1984), kā arī ap divsimt publikāciju žurnālos un laikrakstos. Atklājis daudzus agrāk neapzinātus dižkokus, dižakmeņus un citus dabas pieminekļus, to skaitā garāko alu Latvijā, vairākus pilskalnus.



**Iļhomjons HOJIEVS** — matemātiķis, Tadžikijas ZA Vēstures, arheoloģijas un etnogrāfijas institūta Zinātnes un tehnikas vēstures nodaļas vecākais zinātniskais līdzstrādnieks, filozofijas zinātņu kandidāts. Tadžikijas ZA prēmijas laureāts (1982). Zinātnisko pētījumu pamatvirziens — austrumu matemātikas un fizikas zinātņu vēsture viduslaikos. Triju grāmatu un vairāk nekā 70 zinātnisku un populārzinātnisku rakstu autors.



**Kāzimirs LAVRINOVIČS** — astronoms, Kaļiņingradas Valsts universitātes docents, fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts. Zinātniskās intereses saistītas ar matemātikās optimizācijas un zinātņu vēstures jautājumiem. Grāmatas «Fridrihs Vilhelms Besels» (1989), daudzu zinātnisku un populārzinātnisku rakstu autors. Aktīvi piedalās Baltijas zinātņu vēstures jautājumu izpētē.



## СОДЕРЖАНИЕ

ПОСТУПЬ НАУКИ. Э. Мукинс. Мир далекого Нептуна. З. Алксне. Путь к коричневым карликам. НОВОСТИ. З. Алксне. Прогноз начинает осуществляться! А. Балклавс. Надо ли менять представления о пульсарах? Н. Цимахович. Органические соединения путешествуют в космосе. Г. Эниньш. Менгир — Бунгулейский «Чертов рог». ИССЛЕДОВАНИЕ И ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Более открыто об истории космонавтики, IV (по материалам советской печати). ● Хроника орбитальной станции «Мир» (по материалам советской печати). В КРУГУ ИССЛЕДОВАНИЙ. Я. Цепитис. Лабиринт из группы камней Большого Соловецкого острова. Наблюдения и размышления. ОГЛЯДЫВАЯСЬ НА ПРОШЛОЕ. И. Ходжиев. Поэтическая математика. В ШКОЛЕ. М. Аузиньш. Возвращаемся ли мы к атому Бора? А. Цеберс, Л. Шмитс. Пятнадцатая открытая республиканская олимпиада по физике. Я. Мендис. Вступительные экзамены по математике на физико-математическом факультете Латвийского Университета. КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ. А. Алкснис. Профессор Холлис Джонсон в Риге. В НАШЕЙ РЕСПУБЛИКЕ. А. Балклавс. Латвийские астрономы на наблюдениях полного Солнечного затмения. К. Лавринович. В ожидание полного Солнечного затмения на Соловках. ИЗ ПОЧТЫ РЕДКОЛЛЕГИИ. И. Пундуре. Читатель о журнале «Звездное небо» ● И. Платайс, Леонора Розе. Звездное небо весной 1991 года.

## CONTENTS

RECENT DEVELOPMENTS IN SCIENCE. E. Mūkins. The far-away world of Neptune. Z. Alksne. The way to the brown dwarfs. NEWS. Z. Alksne. The prediction begins to come true. A. Balklavs. Must the ideas about pulsars be changed? N. Cīmahoviča. Organic compounds travel in space. G. Eņiņš. Menhir — the Devil's horn of Bunguleja. SPACE RESEARCH AND EXPLORATION. More openly about the history of astronautics, IV. ● Chronicle of the orbital station «Mir». INVESTIGATIONS. J. Cepītis. Stone pile labyrinth of Solovki Island. Observations and considerations. FLASHBACK. I. Hojiev. Poetical mathematics. AT SCHOOL. M. Auziņš. Are we returning to the Bohr's atom? A. Čēbers, L. Smits. The fifteenth open republican olympiad in physics. J. Mencis. Entrance examination problems in mathematics of the Latvia University at the Department of Physics and Mathematics. CONFERENCES, MEETINGS. A. Alksnis. Professor Hollis Johnson in Rīga. IN OUR REPUBLIC. A. Balklavs. Latvian astromers during observations on Sun's total eclipse. K. Lavrinovič. Waiting of Sun's total eclipse in Solovki. LETTERS TO THE EDITOR. I. Pundure. The opinion of readers on «Zvaigžņotā Debess». ● I. Platais, Leonora Roze. The starred sky in the spring of 1991.

## ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ВЕСНА 1991 ГОДА

Составитель Янис Мартынович Клетниекс

Издательство «Зинатне». Рига 1991

На латышском языке

## ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS, 1991. G. PAVASARIS

Sastādītājs Jānis Klētnieks

Redaktore G. Ledīņa. Mākslinieciskais redaktors V. Kovaļovs. Tehniskā redaktore L. Misēviča. Korektore L. Vecvagare

Nodota salikšanai 31.10.90. Parakstīta iespiešanai 12.03.91. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 4,75 fiz. iespiedl.; 5,56 uzsk. iespiedl.; 6,87 uzsk. kr. nov.; 6,9 izdevn. I. Metiens 3800 eks. Pasūt. Nr. 102667. Maksā 60 k. Izdevniecība «Zinātne», 226530 PDP Rīgā, Turgeņeva ielā 19. Licence Nr. 000232. Iespiesta Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004 Rīgā, Vienības gatvē 11.



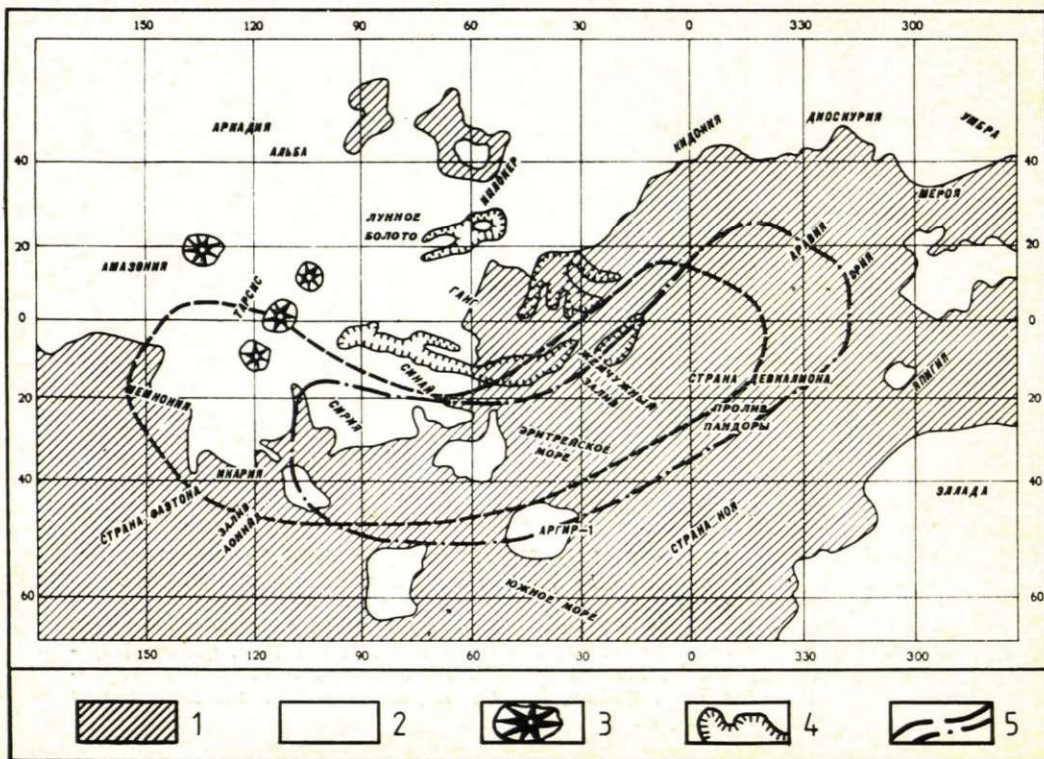
1591. gada kalendāra titullapa, ko iespiedis pirmais Rīgas grāmatu izdevējs Nikolauss Mollins. Kalendāru sastādījis rīdzinieks Bernhards Messings, kura vārds vēlāk kļuva pazīstams Vācijā, jo viņa sastādītās astroloģiskās prognozes un kalendārus regulāri iespieda Nirnbergā līdz pat 1607. gadam. Iespējams, ka Mollins iespiedis arī Messinga astroloģiskās prognozes 1592. gadam, bet šis iespieddarbs līdz mūsdienām nav saglabājies.

LU bibliotēka



220062601

● Viens no nedaudzajiem patiesi oriģinālajiem Marsa pētījumiem, kas tika veikts ar padomju otrās paaudzes automātiskajām stacijām (sk. rakstu «Atklātāk par kosmonautikas vēsturi»), ir dažu planētas virskārtā sastopamo ķīmisko elementu daudzuma novērtējums pēc tās gamma starojuma īpatnībām. Tā kā kosmiskā aparāta «Marss-5» nelielais gamma spektrometrs nebija virzienjutīgs, savāktie dati raksturo plašu planētas apgabalu vidējās īpašības, nevis atsevišķas virsmas vietas. Ziņas tika iegūtas divos pavadoņa «Marss-5» mērījumu seansos.



● Apzīmējumi kartē: 1 — senais, daudzu meteorītu krāteru izrobotais Marsa «kontinents»; 2 — relatīvi jaunais, ar vulkānisku lavu klātais «okeāns», īpaši lielu meteorītu radītie ieapaļie «baseini» u. c. reljefa formas; 3 — lielākie apdzisušie vulkāni; 4 — lielākās tektoniskās plaisas (grabenī); 5 — abu pētījumā aptvertu apgabalu robežas. Spektru apstrāde rāda, ka Marsa virskārtā ir 0,3% kālija, 0,0002% torija un 0,00006% urāna. (Pēc grāmatas «Космохимические исследования планет и спутников».)