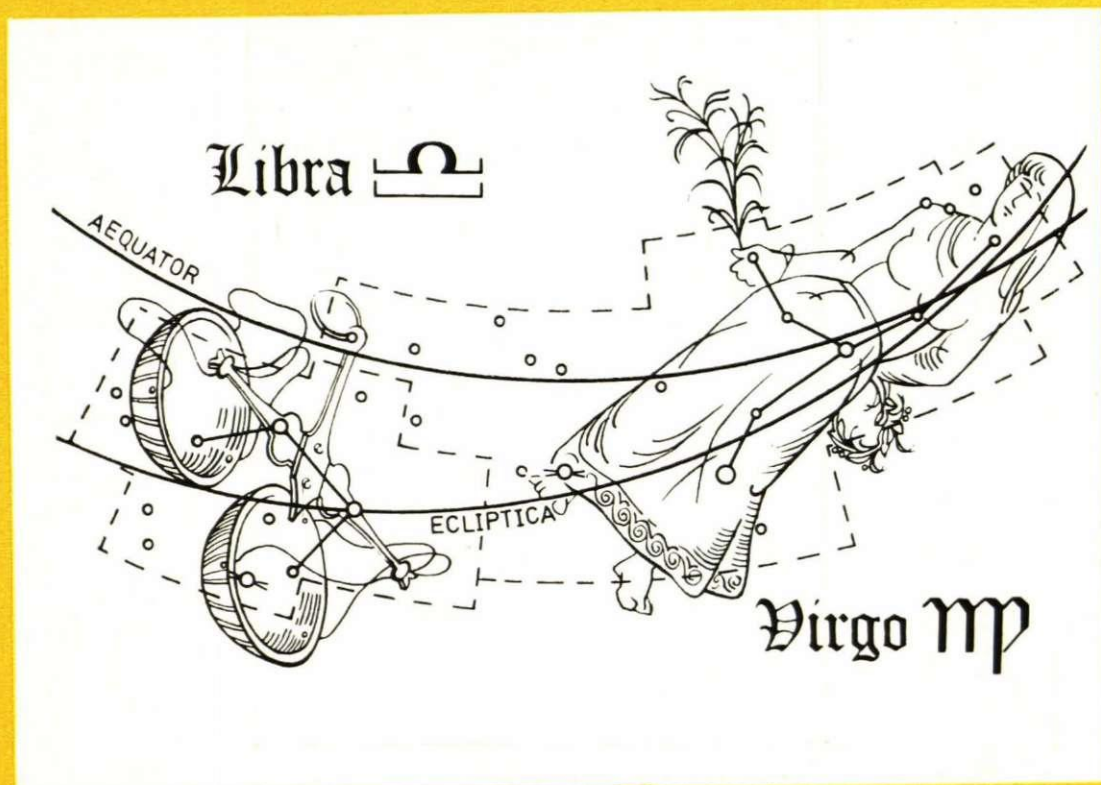
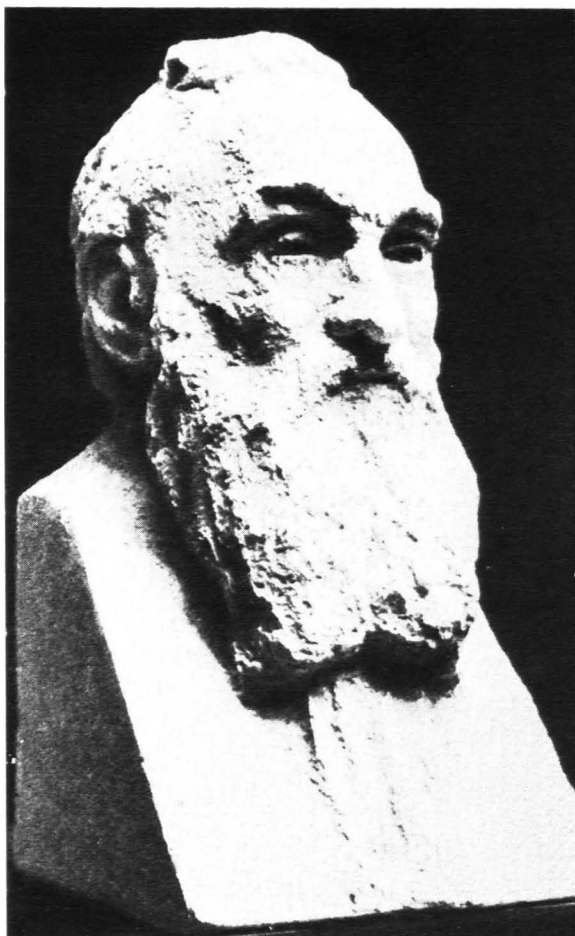


ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



Divaina zvaigzne ● Citu planētu sistēmu meklējumi
 ● Apslēptie meteorītu krāteri Lietuvā ● Jauni Venēras radarattēli ● Rietumeiropa un pilotējamie kosmiskie lidojumi ● Goda akadēmiķa Friča Blumbaha dzīves gājums ● Pirmā padomju ZMP radītais šoks Rietumu preses slejās ● Kabatas skaitļotāji VFR skolās

1984 RUDENS



Teodora Zaļkalna 1951. gadā veidotais akadēmiķa F. Blumbaha portrets. Terakota.

Vāku 1. lpp.: Zodiaka zvaigznāji Jaunava un Svāri.

ZVAIGZNOTĀ DEBESS

1984. GADA RUDENS 105

LATVIJAS PSR
ZINĀTŅU AKADEMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS
OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKU
RAKSTU KRĀJUMS

Iznāk kopš 1958. gada septembra



REDAKCIJAS KOLĒĢIJA:

A. Alksnis, A. Balklavs (atbild. red.), J. Bīrzvalks (atbild. red. vietn.), A. Buiķis, N. Cimahoviča, L. Duncāns (atbild. sek.), J. Francmanis, J. Kalniņš, J. Klētņieks, T. Romanovskis, L. Roze, E. Vēbers

Numuru sastādījis L. Roze

Publicēts saskaņā
ar Latvijas PSR
Zinātņu akadēmijas
Redakciju un izdevumu
padomes 1984. gada
5. aprīļa lēmumu



RIGA «ZINĀTNE» 1984

SATURS

Zinātnes ritums

A. Čerņins. Dīvainā zvaigzne SS 433	2
Z. Alksne. Dienas kārtība — citu planētu sistēmu meklēšana	7
I. Smēds. Zvaigznes gāzu un putekļu apvalka	12
A. Gaigals. Apslēptie meteorītu krāteri Lietuvā	15

Jaunami

M. Diriķis, I. Zlakomanova. Mazo planētu skaits strauji aug	19
G. Ozoliņš. Pulsārs rekordists piedāvā jaunas iespējas	22
G. Ozoliņš. Vai izdosies izslēgt Haleja komētas māzeru?	24
Leonīds Roze. Starptautiskā programma MERIT	25
N. Cimahoviča. Kāpēc Saule pulsē?	28
E. Mūkins. Jauni Venēras radarattēli	29

Kosmosa apgūšana

«Salūts-7» salīdzinājumā ar priekštečiem	34
Trešā ekspedīcija uz «Salūtu-7» (pēc TASS ziņojumiem)	36
E. Mūkins. Rietumeiropa un pilotējamie kosmiskie lidojumi	38

Zinātnieks un viņa darbs

F. Blumbahs. Curriculum vitae	44
J. Zemzaris. F. Blumbaha sadarbība ar D. Mendeļejevu praktiskajā metroloģijā	48

Konferences, sanāksmes

A. Balklavs. Otrā Vissavienības Rīgas skola kosmiskajā fizikā	54
---	----

Amatieru lappuse

T. Romanovskis. Preses dokumentu kolekcionārs kosmonautikā	56
H. Šinke. Sputņika šoks preses dokumentos	58

Mākslinieka skatījumā

N. Cimahoviča. Kosmosa gleznotāja Zenta Logina	60
--	----

Skolā

A. Vinands, T. Romanovskis. Skaitļotāji VFR skolās	61
--	----

Leonora Roze. Zvaigžņotā debess 1984. gada rudenī	67
---	----



DĪVAINĀ ZVAIGZNE SS 433

ARTURS
ČERŅINS

Pēdējos gados daudzu astronomu uzmanību saista īpatnējais relatīvistiskais objekts SS 433. Raksta mērķis ir iepazīstināt lasītāju ar jaunākajiem šī objekta novērojumu rezultātiem, tā neparastajām īpašībām un iespējamajiem uzbūves modeļiem.

Varens gāzes strūkles triecas uz pretējām pusēm ar ātrumu, kas tuvs gaismas ātrumam, — tāds ir dīvainais optiskā starojuma, radiostarojuma un rentgenstarojuma avots, 1978. gadā atklātais SS 433*. Visticamāk, ka tā ir cieša dubultsistēma, kurā parastās zvaigznes kompanjons ir kāds kompakts objekts — neitronu zvaigzne vai, iespējams, pat melnais caurums. Strūklas izplūst no kompaktā objekta apkārtnes, taču to izsviešanas mehānisms un visa to dinamika — strūkles turklāt arī precēsē — pagaidām ir mīkla. Nav zināms, vai Galaktikas simtiem miljardu zvaigžņu vidū ir vēl kaut viena tāda zvaigzne. Tomēr kaut ko līdzīgu SS 433 relatīvistiskajām strūklām novēro daudz lielāka mēroga parādībās — milzu radiogalaktikās un kvazāros.

Pagaidām šim avotam nav cita nosaukuma, izņemot numuru 433 Stīvensona un Sendjulīka katalogā (no šiem vārdiem arī burti SS). Šajā katalogā tiek ierakstītas zvaigznes, kuras izceļas ar spožām emisijas līnijām to spektros. Tuvāka izpēte parādīja, ka vienai no kataloga zvaigznēm — ar neapbruņotu aci neredzamai zvaigznei Ērgļa zvaigznāja rajonā netālu no Galaktikas ekvatoriālās plaknes — ir neparasti daudz

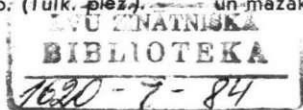
emisijas līniju. Šīs zvaigznes (nr. 433) spektrā ir spožas ūdeņraža, hēlija un arī dažu citu elementu emisijas līnijas, bet katrai no tām blakus ir vēl divas nedaudz mazāk intensīvas papildu līnijas — viena pa kreisi, otra pa labi (1. att.).

Faktiski SS 433 spektrā ir trīs spektra līniju sistēmas: viena sistēma atrodas savā viļņu garuma skalas standartvietā — tā ir pamatlīniju sistēma —, un divas citas līniju sistēmas attiecībā pret standartstāvokli ir nobīdītas uz zilo un sarkano spektra pusi.

Spektra līniju nobīde astronomijā pati par sevi nav nekāds jaunums. Jau vairāk nekā pirms pusgadsimta Pulkovas astronoms A. Belopolskis novēroja spektra līniju nobīdi zvaigžņu spektros un pēc nobīdes lieluma un zīmes noteica šo zvaigžņu radiālo ātrumu, t. i., ātrumu skata virzienā. Līniju nobīde no standartstāvokļa ir nekļūdīgs norādījums astronomiem uz to, ka starojuma avots attiecībā pret novērotāju kustas.

Izstarotās gaismas viļņa garuma un frekvences maiņa, ko izraisa gaismas avota un novērotāja relatīvā kustība, sauc par Doplera efektu. Tas, kā zināms, iespējams jebkuras viļņveida kustības gadījumā un ir visiem pazīstams no piemēra ar vilcienu, kad lokomotīves signāls pēc toņa šķiet augstāks, vilcienam tuvojoties, un zemāks — attālinoties. Skaņu viļņu frekvence, ko uztver auss, ir lielāka, skaņas avotam tuvojoties, un mazāka — attālinoties.

* Par šo ārkārtīgi neparasto, interesanto un visas pasaules astronomu uzmanību piesaistījušo objektu jau bijusi neliela publikācija mūsu izdevumā. Sk. Dzērvītis U. SS 433 — unikāls relatīvistisks objekts. — Zvaigžņotā debess, 1980. gada vasara, 16.—18. lpp. (Tulk. piez.).



Līdzīga parādība novērojama arī elektromagnētiskajiem viļņiem, lai gan pilnīgas analogijas šeit nav. Tā, piemēram, kustīga avota starojuma viļņa garums pieaug un līdz ar to līnija nobīdās uz spektra sarkano pusi gan tādēļ, ka avots attālinās, gan arī raksturīgā relativistiskā laika palēnināšanās efekta dēļ, kas kļūst nozīmīgs, kad avota ātrums tuvojas gaismas ātrumam. Viļņa garuma samazināšanās un līnijas nobīde uz spektra zilo pusi ir saistīta ar avota tuvošanos, taču rezultātu, t. i., nobīdes lielumu, vājina laika palēnināšanās. Teorija rāda, ka zināmos apstākļos laika palēnināšanās spēj pat pilnīgi likvidēt tuvošanās izraisīto spektra līnijas nobīdes efektu.

Tā kā SS 433 spektrā ir trīs spektra līniju sistēmas, tas nozīmē, ka šajā avotā ir trīs izstarojoši apgabali: viens, kas attiecībā pret mums nekustas, un divi citi, kuri attiecībā pret skata virziena kustas uz pretējām pusēm.

Ne Galaktikā, ne ārpus tās līdz šim nekad nav novērots avots, kas izstarotu uzreiz trīs līniju sistēmas, no kurām divas tik stipri nobīdītas no sava standartstāvokļa. Lielas nobīdes uz spektra sarkano pusi vērojamas kvazāriem — pašiem tālākajiem Visuma objektiem, bet nobīdes uz spektra zilo pusi visos līdz šim zināmajos gadījumos ir desmitiem reizu mazākas (pēc relatīvā lieluma) nekā objektam SS 433.

Taču pats divainākais atklājās novērojumos no 1978. gada rudens līdz 1979. gada pavasarim. Amerikāņu astronoms B. Margons un viņa līdzstrādnieki, 1978. gada septembrī novērojot SS 433, atklāja emisijas pavadoņlīnijas citās vietās nekā divus mēnešus pirms tam: šīs līnijas

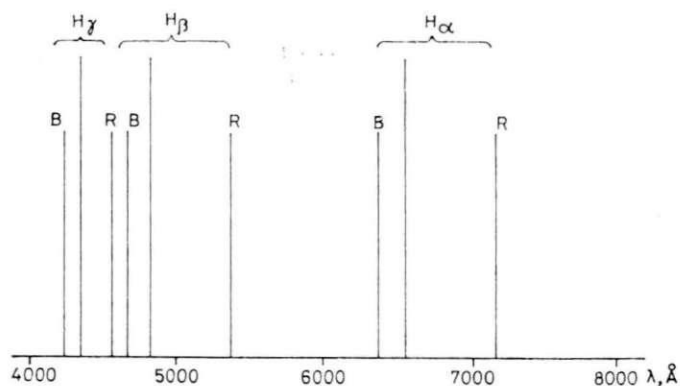
bija attālinājušās uz dažādām pusēm un turpināja attālināties līdz 1978. gada novembrim. Pēc tam tās sāka virzīties uz pretējo pusi un decembrī, kamēr vien turpinājās novērojumi, tuvojās spektra pamatlīnijām. Kad 1979. gada martā novērojumi tika atjaunoti (no decembra līdz februārim avots nav redzams), izrādījās, ka pavadoņlīnijas atkal attālinās no pamatlīnijām.

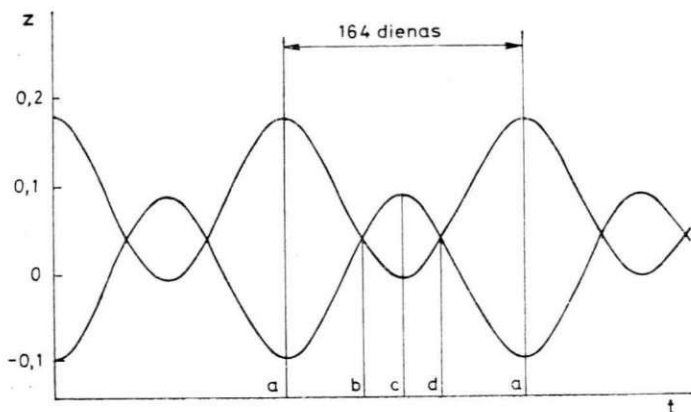
Turpmākie novērojumi (līdz pat pēdējiem datiem, kas zināmi par 1983. gada vasaru) apstiprināja, ka pavadoņlīniju nobīdes mainās ar regulāru periodiskumu.¹ Visi novērojumu dati par nobīžu relatīvo lielumu ļoti labi saskan ar divām pēc formas vienādām periodiskām līknēm, kas nobīdītas viena attiecībā pret otru tā, ka vienas līknes maksimums atbilst otras minimumam, un otrādi (2. att.). Nobīžu maiņas periods — 164 dienas.

Izprotot līniju nobīdes starojuma avota spektrā kā divu izstarojošu apgabalu kustības sekas (katram apgabalam atbilst sava līkne 2. attēlā), mums tagad jāuzskata, ka šai kustībai ir periodisks raksturs. Abi izstarojošie apgabali gan tuvojas mums, gan attālinās, turklāt, kad viens tuvojas, otrs attālinās, un otrādi. Divas reizes perioda laikā apgabali mainās vietām: tas, kurš tuvojies, sāk attālināties, bet tas, kurš attālinājies, sāk tuvojies. Šajos momentos (2. att. b un d) izstarojošo apgabalu radiālajiem ātrumiem acīmredzot jābūt vienlīdzīgiem ar nulli.

¹ Padomju Savienībā daudzus SS 433 novērojumus veicis I. Kopilovs un viņa līdzstrādnieki (PSRS ZA Speciālā astrofizikas observatorija).

1. att. Starojuma avota spektrs. Trīs ūdeņraža atoma Balmera sērijas emisijas līniju ($H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$) stāvoklis 1978. gada jūlijā. Ar burtiem B un R apzīmētas atbilstoši zilās un sarkanās pavadoņlīnijas katrai pamatlīnijai.





2. att. Avota starojuma spektra līnijas nobīdes relatīvā lieluma z maiņa laika gaitā. Lielumu z izsaka ar standartviļņa garumu λ_0 un tam atbilstošās līnijas nobīdīto, resp., novēroto viļņa garumu λ : $z = (\lambda - \lambda_0) / \lambda_0$. Katram izstarojošajam apgabalam atēlā atbilst sava līkne.

Asprātīgu SS 433 izstarojošo apgabalu kinematikas interpretāciju ir ierosinājuši angļu astrofiziķi A. Fabians un M. Rīzs. Saskaņā ar viņu ideju, avotā ir centrālais ķermenis, no kura izplūst divas gāzu strūkļas pretējos virzienos. Ar centrālo ķermeni ir saistīts galvenais izstarošais apgabals, kas dod nenobīdītās spektra līnijas, bet strūkļas — tās ir apgabali, no kuriem izstarojas nobīdītās līnijas.

Tālāk, strūkļu izplūdes virziens nepaliek laikā nemainīgs. Strūkļu līnija rotē ap kādu asi. Tās kustība atgādina vilciņa ass rotāciju, ja vilciņš palaists tā, ka ass nav vertikāla: vilciņa ass, lēni (lēnāk nekā vilciņa rotācija) griežoties ap vertikāli, apraksta konisku virsmu. Tādu vilciņa (vai žiroskopa) ass periodisku kustību sauc par precesiju.

Šāds modelis spēj pilnīgi reproducēt sarkanās nobīdes līknes, kas parādītas 2. attēlā. Vajag tikai atrast atbilstošo strūkļu ātrumu, precesijas ass orientāciju attiecībā pret Zemes novērotāju un leņķi, ko strūkļas veido ar precesijas asi (3. att.).

Patiešām, kad vienas strūkļas kustībā būs komponents, kas gar skata virzienu būs vērsts uz mums, otras strūkļas kustībā būs komponents, kurš gar skata virzienu būs vērsts prom no mums. Tas dod atbilstoši zilo un sarkano pavadoņlīniju sistēmu.

Strūkļu precesijas dēļ to orientācija attiecībā pret novērotāju mainīsies, jo periodiski izmainīsies leņķis, ko veido strūkļu līnija ar skata vir-

zienu. Līdz ar šo leņķi periodiski mainīsies arī strūkļu radiālais ātrums. Nekas netraucē izvēlēties precesijas periodu vienādu ar novērojamo, t. i., 164 dienām.

Strūkļu radiālie ātrumi (t. i., ātrumu vektoru projekcijas uz skata virziena) katrā laika momentā ir vienādi pēc lieluma un pretēji vērsti, bet abu strūkļu ātrumu absolūtie lielumi ir vienādi un atbilst apmēram vienai ceturtdaļai gaismas ātruma.

3. attēlā parādīti divi galējie strūkļu stāvokļi attiecībā pret novērotāju, kad abos izstarojošajos apgabalos radiālo ātrumu absolūtās vērtības sasniedz maksimālos lielumus. Stāvoklis I atbilst momentam a 2. attēlā, bet stāvoklis II — momentam c.

Citu iespējamo strūkļu stāvokļu vidū ir arī tāds, ka strūkļas ir perpendikulāras skata virzienam. Tādos momentos (2. att. b un d) radiālie ātrumi kļūst vienlīdzīgi nullei. Tad spektra līniju nobīdi nosaka tikai relativistiskais laika palēnināšanās efekts.

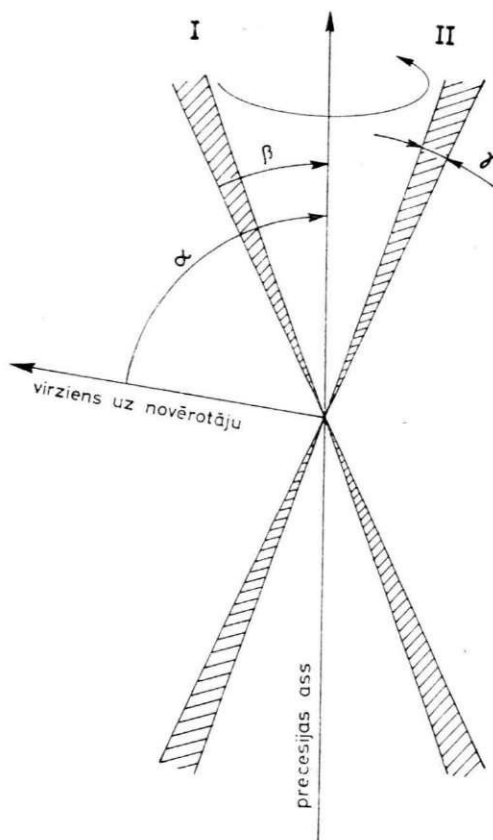
Lai gan strūkļu stāvoklis un leņķis, ko tās veido ar skata virzienu, mainās, leņķi α un β , kas raksturo precesijas ass un strūkļu līnijas stāvokli telpā (attiecībā pret skata virzienu), nemainās. Šo leņķu vērtības ir atbilstoši 80 un 20 grādi.

Ar šiem trim lielumiem — strūkļas ātruma vērtību un leņķiem α un β — tiek pilnīgi noteikta strūkļu kinematika un līdz ar to arī avota SS 433 spektra līniju nobīdes aina.

Precesējošo strūklu modelis dod vienkāršu un skaistu atbildi uz jautājumu, kā vienā avotā var rasties trīs emisijas līniju sistēmas un sākotnēji šķietami sarežģītās to izmaiņas laikā. Daudz grūtāk atbildēt uz jautājumu, kāpēc šīs strūklas rodas un precesē. Jācer, ka rūpīgi novērojumi un sīka iegūto datu analīze ar laiku ļaus tuvoties tā fizikālā mehānisma izpratnei, kas darbojas avotā SS 433. Datu uzkrāšana turpinās, un ir jau izdevies noskaidrot vairākus svarīgus apstākļus.

Vispirms var izdarīt noteiktu slēdzienu par SS 433 izstarojošo apgabalu gāzes temperatūru. Ūdeņradim, kura emisijas līnijas ir intensīvākas par visām citām līnijām šajā avotā, raksturīga apmēram desmit tūkstoš grādu temperatūra. Tā nosaka robežu starp jonizēto un nejonizēto gāzes stāvokli. Ja temperatūra pārsniedz 10—20 tūkstošus grādu, atomu haotiskā kustība ir tik intensīva, ka to sadursmēs elektroniem var tikt piešķirta enerģija, kas ir lielāka par maksimāli iespējamo elektrona enerģiju atomā un līdz ar to ir pietiekama, lai atrautu elektronus no kodoliem. Tādā stāvoklī, kad eksistē brīvi elektroni un brīvi ūdeņraža atomu kodoli — protoni —, gāze ir jonizēta un veido plazmu. Kad elektroni nav saistīti ar atomu kodoliem, spektra līnijas, kas atbilst elektronu pārejām atomos, acīmredzot veidošies nevar. Tā kā objektam SS 433 līnijas tomēr novēro, izstarojošo apgabalu temperatūra nevar pārsniegt raksturīgo jonizācijas temperatūru, un 20 tūkstoši grādu — tā ir šīs temperatūras augšējā robeža. No otras puses, vielas temperatūra strūklās nevar būt arī pārāk zema, jo pavisam auksta gāze emisijas līnijas izstarot nevar. Visticamāk, ka SS 433 izstarojošo apgabalu temperatūra ir tuva 10 tūkstošiem grādu.

Interesanti ir arī apsvērumi par strūklu platumu. Strūklas nevar būt pārāk platas: ja to atvēruma leņķis γ (sk. 3. att.) būtu salīdzināms ar precesijas leņķi β , visa spektrālā aina būtu neskaidra, neasa. Līniju vietā avota spektrā tad būtu izplūdušas joslas, kas atbilstu visām tām dažādajām radiālā ātruma vērtībām, kādas tam ir strūklas biezumā. Patiesībā SS 433 pavadoņlīnijas ir visai šauras un galējos stāvokļos to platumu viļņu garumu skalā katrā ziņā ir daudz mazāks par attālumu līdz pamatlīnijai. Atvēruma leņķis γ acīmredzot nav lielāks par 3—4 grā-



3. att. Precesējošās strūklas. Parādīti divi galējie šo strūklu stāvokļi: I — atbilst momentam a 2. attēlā, II — momentam c tajā pašā attēlā; $\alpha \approx 80^\circ$, $\beta \approx 20^\circ$, $\gamma < 3-4^\circ$.

diem. Tik augsta strūklu vērsuma pakāpe droši vien ir viens no pašiem grūtākajiem SS 433 fizikas jautājumiem.

SS 433 galvenā izstarojošā apgabala rūpīga izpēte atklāja, ka arī tā izstarotās līnijas nestāv uz vietas: tās periodiski pārvietojas pa viļņu garuma skalu, tikai šīs pārbīdes ir daudz vājākas nekā pavadoņlīnijām (tādēļ arī tās uzreiz nepamanīja). Vājās pārbīdes atbilst periodiskām kustībām ar ātruma amplitūdu (maksimālo vērtību) apmēram 70 km sekundē. Tas ir tūkstoš reižu mazāk nekā strūklu ātrums. Vājo pārbīžu periods ir 13 dienas.

Periods un ātruma vērtības, kas atbilst galvenā izstarojošā apgabala emisijas līniju vāļajām pārbīdēm, ir ļoti tuvas tām vērtībām, ko parasti novēro ciešās dubultzvaigžņu sistēmās. Ir diezgan dabiski izskaidrot šos datus tā, ka SS 433 ir divas zvaigznes, kas periodiski (periods — 13 dienas) kustas ap kopēju smagumcentru. Tādā gadījumā tradicionālajām astronomijas metodēm, kas ir izstrādātas un pārbaudītas neskaitāmos dubultzvaigžņu novērojumos, vajadzētu arī šeit daudz ko noskaidrot.

Patiešām, detalizēti optiskie novērojumi ļauj apgalvot, ka viena no SS 433 sistēmas zvaigznēm ir parasta O vai B spektrālās klases zvaigzne ar masu 10—20 M_{\odot} , virsmas temperatūru 20 tūkstoši grādu un rādiusu $2 \cdot 10^{12}$ centimetri. Ar šīs zvaigznes rādiusu ir salīdzināmi arī dubultsistēmas izmēri, t. i., attālums starp tās komponentiem.

Apsvērumi, uz kuriem parasti balstās astronomi, lai noteiktu attālumu līdz zvaigznēm (tie pirmām kārtām ir saistīti ar absorbcijas līniju intensitāti, ko starojuma avota spektrā rada starpzvaigžņu gāze, kura atrodas starp avotu un mums), ļauj novērtēt arī SS 433 attālumu — apmēram 5,5 kiloparseki. Tas ir daudz lielāks nekā attālums līdz mums tuvākajām zvaigznēm (daži parseki), bet tomēr mazāks par Galaktikas diametru (apmēram 30 kpc).

Zinot attālumu, pēc uztveramā starojuma plūsmas var novērtēt arī pilno enerģiju, ko avots izstaro laika vienībā (ja pieņem, ka tas izstaro uz visām pusēm vienādi). Tādā veidā ir aprēķināts, ka SS 433 pilnā starjauca ir 10^{39} — 10^{40} ergi/s, kas simtiem tūkstošu vai pat miljoniem reižu pārsniedz Saules starjauca. Strūklū gaisma atbilst apmēram 1% pilnā spožuma. To izstarojošo apgabalu izmērus vērtē ap 10^{12} cm, kas ir salīdzināms ar dubultsistēmas izmēriem.

Objektam SS 433 konstatēts ne tikai optiskais, bet arī rentgena un radiostarojums. Avota rentgena kartē izšķir centrālo rentgenstaru avotu un plašas izstieptas struktūras, kuru izmēri ievērojami pārsniedz dubultzvaigžņu sistēmas izmērus. Līdzīga uzbūve konstatējama arī pēc radioastronomisko novērojumu datiem. Starjauca rentgenstaros ir $3 \cdot 10^{35}$ ergi/s, radiodiapazonā — $3 \cdot 10^{52}$ ergi sekundē.

Minētās pazīmes ļoti atgādina astronomiem ļabi pazīstamu ainu — miglājus, kas paliek pēc pārnovu uzliesmojuma. Visticamāk, ka arī SS 433, t. i., dubultzvaigzne kopā ar plašajiem apgabaliem, kas izstaro rentgenstarus un radioviļņus, ir, domājams, pirms vairākiem simtiem tūkstošu gadu notikuša pārnovas uzliesmojuma rezultāts. Bet, ja tā, tad var izteikt arī zināmus minējumus par otro zvaigzni, kas kopā ar parasto zvaigzni veido dubultsistēmu SS 433. Tā var būt kompaktā pārnovas atlieka — neitronu zvaigzne vai melnais caurums. Saskaņā ar padomju astronoma A. Čerepaščuka datiem, SS 433 kompaktā objekta masa var būt 4—5 M_{\odot} . Masas vērtībām, kas pārsniedz 3,0—3,5 M_{\odot} , tā var būt nevis neitronu zvaigzne, bet melnais caurums.

Nav šaubu, ka SS 433 strūklās formējas kompaktā objekta — vai nu tā ir neitronu zvaigzne, vai melnais caurums — tuvākajā apkārtnē. Taču kas paātrina strūklū vielu līdz relativistiskam ātrumam? Kāpēc strūklās ir tik šauras? Kāds ir to precesijas cēlonis?

Šie svarīgie jautājumi gaida atrisinājumu.

Bet ir vēl kāds — iespējams, pats svarīgākais un interesantākais — jautājums. Pavisam citu, daudz lielāku mērogu parādībās — milzu radiogalaktiliku un kvazāru pasaulē — ir pazīstami izvirdumi un strūklās, kas tieši novērojami pēc to optiskā un radiostarojuma. Dažos gadījumos viela tiek izsviesta ar skaidri izteiktu relativistisku, gaismas ātrumam tuvu ātrumu. Šauras izstieptas struktūras reizēm izplatās desmitiem un simtiem kiloparseku tālu. Vai mēs šeit nesastopamies ar tādas pašas dabas parādībām kā SS 433, tikai daudzkārt lielākā mērogā? Vai arī citādi — varbūt SS 433 ir 10^{10} — 10^{12} reižu samazināta kopija milzīgā «mehānismam», kas darbojas aktīvo galaktiku kodolos un kvazāros?

Nav izslēgts, ka abos gadījumos relativistisko izvirdumu un strūklū cēlonis ir ļoti jaudīgi gāzu dinamiskie procesi, kas attīstās melno caurumu apkārtnē. Šo procesu izpratne pagaidām vēl ir tāla no pilnības. Taču vērā ņemams fakts ir jau tas vien, ka var pastāvēt tāds universāls fizikālais mehānisms, kas darbojas tik dažādos mērogos kā dubultzvaigzne SS 433 un gigantiskās radiogalaktilikas un kvazāri.

DIENAS KĀRTĪBĀ — CITU PLANĒTU SISTĒMU MEKLĒŠANA

ZENTA
ALKSNE

Ap kurām zvaigznēm riņķo planētas un kādas tās ir, to svarīgi zināt vismaz no diviem viedokļiem. Pirmkārt, šīs planētas var būt iespējami citu civilizāciju mājokļi, otrkārt, katra izzināta planētu sistēma ir pārbaudes akmens planētu veidošanās un attīstības teorijai. Rakstā aplūkotas gan praksē jau lietotās, gan drīzā laikā leviešamās planētu sistēmu meklēšanas metodes.

Pagaidām Saules sistēma ir vienīgā droši zināmā planētu sistēma. Vai pastāv vēl citas planētu sistēmas? Kur tās atrodas? Kādas tās ir? Šie jautājumi kļuvuši aktuāli vismaz divos svarīgos aspektos.

Viens aspekts saistīts ar ārpuszemes civilizāciju meklējumiem. Kosmiskās ēras sākums uz Zemes izraisīja jūsmas un cerību pilnu meklējumu posmu, bet gaidītie rezultāti izpalika. Tā kā ārpuszemes civilizācijas sevi nekādā veidā nav apliecinājušas, radās diezgan kategorisks secinājums, ka Zemes civilizācija ir vienīga Galaktikā un varbūt pat Visumā. Savā laikā šī atziņa kā pētnieku, tā interesentu vidū izraisīja fikpat kā sava veida šoku, bet tagad tas ir pārvarēts. Starptautiskās astronomijas savienības ietvaros nodibināta īpaša komisija — «Dzīvības meklēšana Visumā». Civilizāciju meklējumus cenšas ieviezt nopietnā gultnē, izstrādājot ilgtermiņa programmu, kurā svarīga vieta ierādīta tieši citu planētu sistēmu meklēšanai. Jāteic gan, ka vairs nevalda iepriekšējā fiksmā pacilātība par starpcivilizāciju sakaru izcili labvēlīgo ietekmi uz Zemes civilizācijas attīstību. Cilvēce apzinās, ka sakaru rezultāti var būt arī nelabvēlīgi. Bet tādēļ jo vairāk jācenšas laikus atrast un iepazīt tuvākās planētu sistēmas — iespējamās civilizāciju mājvietas.

Jautājums par planētu meklējumiem fikko minētajā aspektā var likties savā ziņā stāvam pāri ikdienišķajiem astronomiskajiem pētījumiem, turpretī citā aspektā skatīts, tas skar šķietami parastāku, bet patiesībā vēl būtiskāku problēmu loku. Proti, runa ir par citu planētu sistēmu izpēti no debess ķermeņu veidošanās un evolūcijas viedokļa. Astronomus interesē planētu sis-

tēmu tapšana, varbūtēja dažādība pēc sastāva un uzbūves, saistība ar visādu tipu zvaigznēm, evolūcijas pakāpe u. c. jautājumi. Jebkuri jauni dati šajā jomā palīdzētu izprast un prognozēt arī Saules sistēmas planētu likteni.

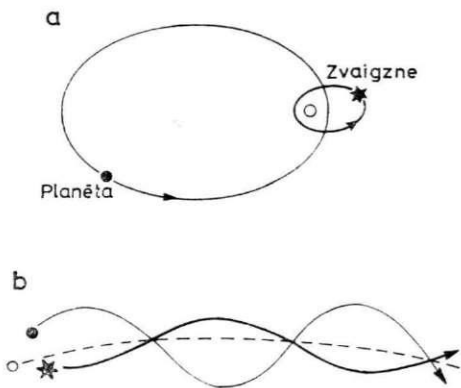
Pašos pēdējos gados ir parādījušies ziņojumi par varbūtēju topošu planētu sistēmu atklāšanu pie jaunām zvaigznēm. Uzskata, ka novērotie putekļu un lielāku daļiņu diski ap jaunām zvaigznēm pielīdzināmi protoplanētu sistēmām. Ziņas par protoplanētu eksistenci, neapšaubāmi, stimulu meklēt jau izveidojušos planētu sistēmas.

Kas tad ir planētas? Šobrīd par to var spriest tikai pēc Saules sistēmas planētu īpašībām. Planētas riņķo ap Sauli un spīd ar tās atstarotu gaismu. Kāpēc planētas riņķo ap Sauli? Tāpēc, ka šos debess ķermeņus saista savstarpējs gravitācijas spēks. Šis nosacījums pastāv jebkurā planētu sistēmā pie jebkuras zvaigznes un ir ļoti svarīgs. Patiešām, planētas principiāli atšķiras no zvaigznēm ar to, ka planētu dzīlēs kodolreakcijas nenotiek, tātad planētām nav sava šāda bagātīga enerģijas avota. Citiem vārdiem sakot, zvaigznes pašas ģenerē un izstaro enerģiju pasaules telpā, turpretī planētas tikai sildās šai starojuma plūsmā un daļu tā atstaro. Lai planētas saņemtu enerģiju no savas zvaigznes, tām, dabiski, jābūt nesaraucjami saistītām ar šo zvaigzni.

Kāpēc vienos debess ķermeņos noris kodoltermiskās reakcijas, bet citos ne? To nosaka debess ķermeņa masa. Kad starpzvaigžņu mākonī, izdaloties atsevišķām kondensācijām, notiek zvaigžņu un planētu veidošanās process, rodas dažādas masas ķermeņi. Tie pamazām saraujas arvien mazāki un kļūst blīvāki, temperatūra to

centrā pieaug. Ja topošā debess ķermeņa masa ir lielāka par 0,08 Saules masām, tad saraušanās beiguposmā blīvums un temperatūra sasniedz tādus lielumus, ka sākas kodolreakcijas. Debess ķermenis kļūst par vairāk vai mazāk spēcīgi starojošu zvaigzni.

Ja masa ir mazāka par 0,08 Saules masām, kodolreakcijas nesākas, bet vai visi šādi ķermeņi būs planētas? Vismaz, spriežot pēc Saules sistēmas raksturlielumiem, mums zināmo masīvāko planētu masas ir ievērojami mazākas. Saules sistēmā četras lielās planētas ir līdzīgas Zemei: tās neatrodas tālāk no Saules kā 1,5 a. v., to diametrs ir 0,4—1 Zemes diametrs, bet masa — 0,05—1 Zemes masa. Pārējās piecas lielās planētas atrodas 5—40 a. v. attālumā no Saules, to diametrs ir 0,5—11,2 Zemes diametri, masa — 0,02—318 Zemes masas. Vismasīvākā planēta to vidū ir Jupiters. Tā masa atbilst 0,000955 jeb (noapaļojot) 0,001 Saules masai. Ķermeņi, kuru masa ir 0,08—0,001 (vai nedaudz vairāk par 0,001) Saules masas, veido melno punduru saimi — tādas zvaigznes, kuras kādu laiku vāji spīguļo tikai uz saraušanās procesā izdalītās enerģijas rēķina. Masas robeža starp melnajiem punduriem un planētām pagaidām ir visai neskaidra, jo iespējams, ka pastāv arī masīvākas planētas par mums zināmo Jupiteru.



1. att. Gravitācijas spēku ietekmē zvaigzne un planēta kustas ap kopējo masas centru (*aplītis*) katra pa savu orbītu (*a*). Rezultātā zvaigzne un planēta svārstās ap kopējā masas centra trajektoriju (*svītrlinija*) telpā (*b*).

Perturbācijas, ko radītu hipotētiska Jupitera masas planēta, ja tāda riņķotu ap kādu no astoņām Saulei vistuvākajām zvaigznēm 5,2 a. v. attālumā no tās

Zvaigzne	Spektra klase	Attālums, ly	Masa, M_{\odot}	Perturbācijas	
				pozīcijā, $0^{\circ},001$	rad. ātrumā, m/s
Centaura Proksima	M5	4,3	0,12	32	36
Centaura α A	G2	4,4	1,00	4	13
Centaura α B	K4	4,4	0,81	5	14
Barnarda zvaigzne	M5	6,0	0,16	17	31
Volfs 359	M8	7,6	0,10	23	40
Lalands 21185	M2	8,2	0,30	7	23
Sīriusa A	A1	8,7	1,58	1	10
Sīriusa B	*	8,7	0,26	7	25

* Baltais punduris.

Kad runā par planētu meklējumiem, tad šobrīd domā atrast tieši tādas planētas kā Jupiters — samērā masīvas un pietiekami tālu stāvošas no savām zvaigznēm.

Izšķir netiešās un tiešās planētu meklēšanas metodes.

Netiešās metodes balstās uz gravitacionālās perturbācijas efektu novērošanu. Kā zināms, perturbāciju zvaigznes kustībā rada vienas vai vairāku planētu klātbūtne. Ja zvaigznei ir planēta, tad abi ķermeņi kustas katrs pa savu orbītu ap kopējo masas centru (1. att. a). Rezultātā zvaigzne un planēta svārstās ap kopējā masas centra trajektoriju telpā (1. att. b). Šīs svārstības atspoguļojas gan zvaigznes pozīciju izmaiņās, kuras rāda zvaigznes kustību uz debess sfēras, gan radiālā ātruma izmaiņās, kuras rāda, kā mainās zvaigznes tuvošanās vai attālināšanās attiecībā pret novērotāju. Cik lielas ir šīs svārstības, vai tās var novērot ar mūsdienu aparātūru? Uzskatāmības labad tabulā dotas aprēķinātās astoņu Saulei vistuvāko zvaigžņu pozīcijas un radiālā ātruma perturbācijas, kādas radītu Jupitera masas planēta, riņķodama 5,2 a. v. attālumā no zvaigznes.

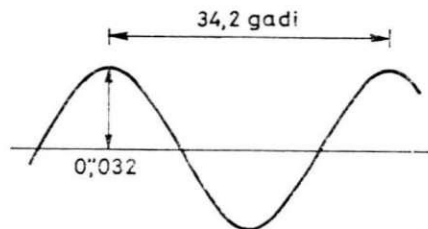
Leņķiskās perturbācijas ir tieši proporcionālas planētas masai un attālumam no zvaigznes: masīvāka planēta tālākā orbītā rada izteiktāku novērojamo efektu. Vienlaikus efekts ir atkarīgs

arī no zvaigznes masas un attāluma no novērotāja, tikai apgriezti proporcionāli: jo mazāka zvaigznes masa un jo tuvāk novērotājam atrodas zvaigzne, jo efekts lielāks. Pēdējā sakarība labi atspoguļojas tabulas datos. Ja pārējie nosacījumi par pašu hipotētisko planētu ir vienādi, tad vislielākā planētas izraisītā leņķiskā novirze būtu novērojama Proksimas pozīcijās, jo tā ir vistuvākā un gandrīz vismazāk masīvā no tabulā dotajām zvaigznēm (2. att.).

Leņķisko perturbāciju noteikšanai izmanto astrometriskās metodes. Planētu vai, plašāk ņemot, zvaigžņu neredzamo pavadoņu meklēšanai klasiska ir fotogrāfiskā astrometrisko novērojumu metode.¹ Tā izmantota tādos pasauleslaveno precīzās astrometrijas centros kā PSRS ZA Galvenā astronomijas observatorija Pulkovā, kā Vašingtonas, Alegeini un Sproula observatorijas ASV un citur. Sproula observatorijā Pensilvānijā jau kopš 1916. gada fotografē zvaigznes ar 61 cm diametra garfokusa refraktoru. Galvenais novērojumu mērķis ir tuvu zvaigžņu paralaksu noteikšana, bet pēc paralaktiskā efekta izslēgšanas novērojumu materiāls lieti noder attiecīgo zvaigžņu neredzamo pavadoņu un planētu meklēšanai. Astrometriskos novērojumus īpaši nelabvēlīgi ietekmē izmaiņas Zemes atmosfērā. Vienas nakts novērojumu precizitāte svārstās aptuveni robežās no $0'',008$ līdz $0'',030$, kas ne tuvu nav pietiekama aplūkojamā uzdevuma īstenošanai. Tāpēc Sproula observatorijas darbinieki apvieno vairāku gadu novērojumus, iegūstot vienu vidējo vērtību, kuras varbūtīgā kļūda nepārsniedz $\pm 0'',005$. Novērojumu garo virkņu rezultātā Sproula observatorijā atklāti daudzi neredzami pavadoņi pēc to radītās leņķiskās novirzes galvenās zvaigznes kustībā. Tomēr gandrīz visu neredzamo pavadoņu masas atrodas zvaigznēm tipisku masu robežās, izņemot vienu gadījumu, ap kuru jau ilgu laiku strīdas.²

¹ Deičs A. Neredzamo pavadoņu meklējumi turpinās. — Zvaigžņotā debess, 1976./77. gada ziema, 11.—16. lpp.

² Dzērvītis U. Vai Barnarda zvaigznei ir planēta? — Zvaigžņotā debess, 1974. gada vasara, 13.—15. lpp.; Dzērvītis U. Diskusija par Barnarda zvaigznes planētu sistēmu turpinās. — Zvaigžņotā debess, 1976. gada vasara, 13., 14. lpp.

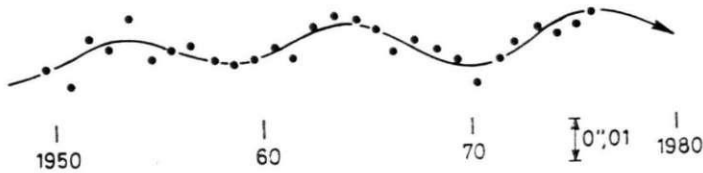


2. att. Proksimas kustība pa debess sfēru Jupitera tipa planētas ietekmē būtu novērojamas svārstības līdz $0'',032$ uz vienu un otru pusi ar periodu 34,2 gadi.

Runa ir par Barnarda zvaigzni (sk. tab.). Pēc P. van de Kampa aprēķiniem no 1916.—1962. g. novērojumiem, ap šo zvaigzni riņķo viena vai pat divas īstenas planētas. Tomēr Alegeini un van Vleka observatorijā iegūtie ne tik bagātīgie, toties izcili rūpīgi apstrādātie novērojumi to nepastiprināja. Tā kā Sproula observatorijā četrdesmitajos gados pārveidoja teleskopa objektīvu, iespējamas atšķirības pirms un pēc šīm izmaiņām iegūto novērojumu rezultātos. Tāpēc P. van de Kamps kopā ar S. Lipinkoti analizēja tikai 1950.—1980. g. mērījumus (3. att.) un vēlreiz nāca pie slēdziena, ka ap Barnarda zvaigzni riņķo 0,8 un 0,4 Jupitera masas planētas attiecīgi 2,7 un 3,8 astronomisko vienību attālumā. Tomēr citu astrometristu atbilde pret šo atklājumu paliek skeptiska.

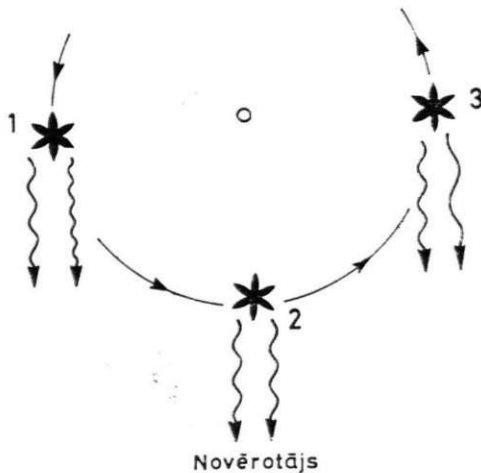
Fotogrāfisko metodi atzīst par pietiekami precīzu un īsti piemērotu neredzamo zvaigžņveida pavadoņu atklāšanai, bet, lai atklātu planētas, nākas meklēt jaunus ceļus. Pagaidām, kaut arī ne sevišķi droši, fotogrāfiskie novērojumi liecina, ka pie vairākuma Saulei tuvo zvaigžņu Jupiteram radniecīgu planētu nav.

Viens no iespējamiem paņēmieniem astrometriskās metodes precizitātes palielināšanai tiek izstrādāts Alegeini observatorijā. Tur pētāmās un atbalsta zvaigznes reģistrē ar fotoelektriskiem detektoriem; pirmie eksperimenti liecina, ka precizitāte pieaugusi līdz $0'',0001$. Cits paņēmieni paredz lietot dažāda tipa interferometrus; tas dos līdzīgu vai vēl augstāku precizitāti. Izstrādāts t. s. Oriona projekts par īpašu zvaigžņu attēlu interferometra būvi darbam spektra vizu-



3. att. Novērotās perturbācijas Barnarda zvaigznes rektascensijā laikposmā no 1950. gada līdz 1980. gadam. Domājams, ka to cēlonis ir divas planētas.

ālajā un infrasarkanajā daļā. Tomēr, lai izvairītos no Zemes atmosfēras efektiem, ir lietderīgi planētu radītās leņķiskās perturbācijas novērot ārpus atmosfēras. Šīs desmitgades otrajā pusē paredzēts pacelt orbītā ASV projektēto Kosmisko teleskopu un Eiropas kosmonautikas pārvaldes projektēto astrometrisko pavadoņi HIP-PARCOS. Izvērtēts, ka ar Kosmiskā teleskopa platleņķa kameru viena novērojuma kļūda nepārsniegs $0'',001$ — $0'',002$. Planētu meklēšana ietverta Kosmiskā teleskopa būtiskākajos uzdevumos. Vēl ir runa par īpaša astrometriska garfokusa teleskopa pacelšanu orbītā. Tas varētu dot gluži neticamu precizitāti — līdz $0'',000001$. Tad jau būtu nodrošināta Zemes tipa planētu atklāšana!



4. att. Zvaigznes starojuma viļņu garuma izmaiņas planētas ietekmē. Kad kustībā ap kopējo masas centru (*aplītis*) planēta velk zvaigzni uz novērotāja pusi (1), rodas nobīde uz spektra zilo daļu; kad zvaigzne attiecībā pret novērotāju nepārvietojas (2), radiācijas viļņu garums nemainās; kad planēta velk zvaigzni virzienā prom no novērotāja (3), rodas nobīde uz spektra sarkano daļu.

Citas iespējas paver spektrālie novērojumi. Ja ap zvaigzni riņķo planēta, tad zvaigznes spektrs pēc Doplera efekta periodiski mainās — ir novirze uz zilo vai sarkano spektra daļu, kad planētas gravitācijas spēks velk zvaigzni attiecīgi vai nu uz novērotāja pusi, vai prom no tā (4. att.). Zvaigznes radiālā ātruma izmaiņas ir jo lielākas, jo masīvāka ir planēta un jo tuvāk zvaigznei tā atrodas. Turklāt izmaiņas būs jūtāmākas mazāk masīvai zvaigznei. Tabulas un 5. attēla dati rāda, ka radiālais ātrums var mainīties par dažiem metriem vai dažiem desmitiem metru sekundē.

Tradicionālā spektroskopisko novērojumu tehnika dod iespēju noteikt radiālo ātrumu ar precizitāti 1000 m/s vai, labākajā gadījumā, 500 metru sekundē. Šāda precizitāte nav pietiekama, lai atklātu planētas. Pēdējos desmit gados izstrādāti varianti, kā palielināt precizitāti līdz 10 m/s un pat vienam metram sekundē. Tie balstās nevis uz pašu spektrogrāfu pārveidošanu, bet gan uz spektru kalibrācijas sistēmas un uztvērēju uzlabošanu. Tā, viļņu garumu fotogrāfisko standartu izmantošanas vietā iesaka pavisam citas iespējas: 1) ievietot teleskopā ar to vai citu gāzi pildītu kameru, kas dotu standartlīnijas vajadzīgajā spektra apgabalā; 2) izmantot Zemes atmosfēras ūdens tvaiku un skābekļa molekulu absorbcijas līnijas spektra infrasarkanajā daļā; 3) izmantot īpaši stabilu uz interferences principa veidotu etalonu, kas saglabājas nemainīgs daudzus gadus. Kā starojuma uztvērējus lieto galvenokārt dažādas elektroniskas ierīces, starojuma aizvadīšanai no teleskopa fokusa uz atsevišķi novietotu spektrogrāfu izmanto ļoti caurlaidīgus gaismas vadus.

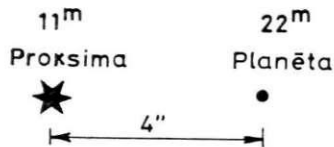
Atšķirībā no astrometriskajiem novērojumiem, spektroskopiskos novērojumus īpaši neietekmē izmaiņas Zemes atmosfērā. Bet, pirms radiālos ātrumus lieto planētu meklēšanai, ir ļoti svarīgi izzināt un izslēgt visas radiālo ātrumu izmaiņas, kuras var radīt pati pētāmā zvaigzne, pie-

mēram, tās rotācija un pulsācija, kā arī grūtāk konstatējamā atmosfēras konvektīvā kustība, aktīvu atmosfēras apgabalu (plankumu) virzīšanās pa zvaigznes virsmu.

Radiālo ātrumu noteikšanas precizitātes krass pieaugums liek uzskatīt šo novērojumu veidu par ļoti cerīgu planētu atklāšanai, it īpaši zvaigznei tuvu planētu atklāšanai. Astrometriskie novērojumi turpretī vēstīs par attālākām planētām. Tātad abas netiešo novērojumu metodes papildina viena otru. Tās dod iespēju ne tikai atklāt planētu, bet arī noteikt tās masu, orbītas nolieci un periodu.

Pāriesim pie planētu tiešās meklēšanas metožu apskata. Planētas savu zvaigžņu spožajā starojumā nav saskatāmas. Ar pašreizējiem teleskopiem Jupitera tipa planētu nevar ne saskatīt, ne nofotografēt pat pie Proksimas (6. att.). Planētas vājo starojumu varbūt varētu reģistrēt tad, kad zvaigzni aizklāj Mēness, kā ekrāns nosedzot gaismas plūsmu, kas nāk no zvaigznes. Kaut arī zvaigžņu aizklāšana novērota daudzkārt un ir iegūti precīzi dati par zvaigžņu diametru, ziņojumu par planētu atrašanu nav. Cerams, ka planētu tiešos novērojumus varēs veikt ar Kosmisko teleskopu, kuram būs liela izšķirtspēja.

Novērojot kā no Zemes, tā no kosmiskās telpas, tas jādara spektra infrasarkanajā daļā, jo jebkuras planētas virsmas temperatūra ir zema salīdzinājumā ar zvaigznes temperatūru. Protams, arī infrasarkanajos staros planētas termiskais starojums būs vājāks par zvaigznes starojumu, bet to attiecība nebūs tik nelabvēlīga kā vizuālajos staros. Negaidot piemērotu teleskopu pacelšanu virs Zemes atmosfēras, ir jau uzsākta zvaigžņu neredzamo pavadoņu meklēšana ar

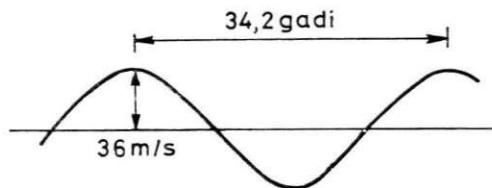


6. att. Jupitera tipa planēta, kas atrastos tikai 4'' attālumā no Proksimas, nebūtu tās spēcīgajā starojumā saskatāma.

infrasarkanajiem uztvērējiem un interferometru tehniku tepat no Zemes. Tā, piemēram, Arizonas universitātes (ASV) astronomi, veicot novērojumus 2,2 μm viļņu garumā, apskata ap 30 tuvāko zvaigžņu. Kas attiecas uz tabulā minētajām zvaigznēm, tad infrasarkanie novērojumi neizslēdz planētu klātbūtni Barnarda zvaigznei. Vismaz šīs zvaigznes tuvumā nav tādu objektu, kuru infrasarkanais starojums pārsniegtu sagaidāmās robežas un kuri būtu masīvāki par planētām. Pētīta arī zvaigzne Lalands 21185, kuras astrometriskie novērojumi ir pretrunīgi. Tiešie novērojumi liecina par divu pavadoņu klātbūtni, bet to masas pārsniedz piecas Jupitera masas. Ap 1983. gada pirmo pusī neredzami pavadoņi bija atrasti vairāk nekā desmit zvaigznēm, turklāt labā saskaņā ar astrometrisko mērījumu rezultātiem. Diemžēl, pēc savas masas tikai dažī no tiem atrodas uz robežas starp zvaigzni un planētu un nav neviena ar planētām tipisku masu. Varbūtējs cēlonis ir tāds, ka īstenas planētas ir par vāju Arizonā veiktajiem novērojumiem.

Ir izteiktas arī dažas citas idejas par planētu meklēšanas tiešajām metodēm. Piemēram, varētu meklēt planētas pie uzliesmojošām zvaigznēm, kādu Saules apkārtnē ir daudz. Uzliesmojuma enerģijas plūsma, atstarota no planētas, nokavētos laikā, un to varētu reģistrēt kā vāju impulsu, kas sekotu spēcīgajam zvaigznes uzliesmojuma impulsam.

Principā planētas varētu arī atklāt, novērojot šo planētu radītos zvaigžņu aptumsumus. Planētas pāriešana pāri zvaigznes diskam mainītu zvaigznes spožumu aptuveni par vienu procentu. Ar pašreizējām iekārtām to varētu reģistrēt. Novērojumi vairākos viļņu garumos palīdzētu planētas pāriešanas radīto efektu atšķirt no citiem zvaigžņu mainīguma veidiem. Diemžēl, aptum-



5. att. Proksimas orbitālajā kustībā ap sistēmas kopējo masas centru Jupitera tipa planēta radītu periodisku zvaigznes radiālā ātruma maiņu, kas maksimāli sasniegtu 36 metrus sekundē.

sumi būtu ļoti reta parādība, jo planētu orbītu periodi skaitāmi gados vai gadu desmitos, bet aptumsumu ilgums — vienā vai dažās dienās. Tāpēc aptumsumu reģistrēšanai būtu nepieciešams tik ilgstošs un regulārs dienests, kādu nevar nodrošināt. Citas metodes šķiet daudzsolīgākas.

Tiešiem planētu novērojumiem noderētu arī radiotehniskie līdzekļi. Laiku pa laikam Jupiters dažās frekvencēs izstaro spēcīgāku radiostarojuma plūsmu nekā Saule. Ja šāda īpatnība piemīt arī citu planētu sistēmu ķermeņiem, tad ir cerības šos radiostarojuma uzliesmojumus reģistrēt, turklāt vistuvākajā nākotnē, tiklīdz antenas

un uztverošās iekārtas uz Zemes sasniegs vajadzīgo līmeni.

Rezultāti, ko dotu jebkura veida tiešie novērojumi, papildinātu neīešo metožu rezultātus ar vērtīgām ziņām par planētas temperatūru.

Apskatā nemaz neesam pievērsušies tām planētu atklāšanas iespējām, kādas paveras, ja planētas apdzīvo civilizācijas, bet par to «Zvaigžņotās debess» slejās jau ir runāts.³

³ Bačkļavs A. Ārpuszemes civilizācijas un ... kodolatkritumi. — Zvaigžņotā debess, 1982. gada pavasaris, 19. lpp.

ZVAIGZNES GĀZU UN PUTEKĻU APVALKĀ

IVARS
SMELDS

Dažas zvaigznes ietver tik blīvi gāzu un putekļu apvalki, ka zvaigznes gaisma caur tiem gandrīz nemaz nav redzama. Šādi objekti ir pastiprinātas zinātnieku intereses objekts.

AHtstoties astronomisko novērojumu tehnikai, tai apgūstot arvien jaunus elektromagnētisko viļņu garuma intervālus, izrādījās, ka līdzās parastajām zvaigznēm, kas izstaro, kā mūsu Saule, galvenokārt redzamo gaismu, eksistē objekti, kuru starojums ir visspēcīgākais infrasarkanajā spektra daļā vai kuriem novērojama anomāli spēcīga emisija spektra sarkanajā un infrasarkanajā daļā. Noskaidrots, ka šīs parādības cēlonis ir blīvs gāzu un putekļu apvalks, kas ietver dažas zvaigznes. Tas absorbē centrālā spīdekļa izstaroto enerģiju, bet pēc tam izstaro to infrasarkanajā diapazonā. Principā šāds apvalks var rasties divējādi — tas var būt vai nu atliekas no gāzu un putekļu miglāja, kuram kondensējoties izveidojies spīdekļis, vai arī tas rodas, zvaigznei zināmā evolūcijas posmā zaudējot masu. Pirmā veida objekti lielākoties novērojami apgalalos, kuriem raksturīgi lieli gāzu un putekļu mākoņi un jaunu zvaigžņu veidošanās. Ļoti bieži tuvumā novērojamas kompaktais HII zonas, kuras radušās, jauno lielas masas un spožuma zvaigžņu starojumam jonizējot kosmiskās telpas

ūdeņradi. Tāds rajons ir, piemēram, visiem labi pazīstamais Oriona miglājs. Vietas plūsmas, kas rodas, HII zonai iespīdējoties apkārtējā vidē, savukārt, veicina tās neviendabību un jaunu zvaigžņu rašanos. No šādiem rajoniem nākošo zvaigžņu starojumu bieži vien ekranē tik biezs gāzu un putekļu slānis, ka to var novērot tikai infrasarkanajā diapazonā. Ja putekļu slānis nav pārāk biezs un zvaigzne attīstības gaitā jau pievirzījies pietiekami tuvu galvenajai secībai, protams, to iespējams novērot arī redzamajā diapazonā. No šādiem objektiem novērojams vēl IS un radiostarojums dažādās molekulārajās līnijās, tiem raksturīgs arī kosmiskā māzera starojums kosmisko H₂O un OH līnijās.

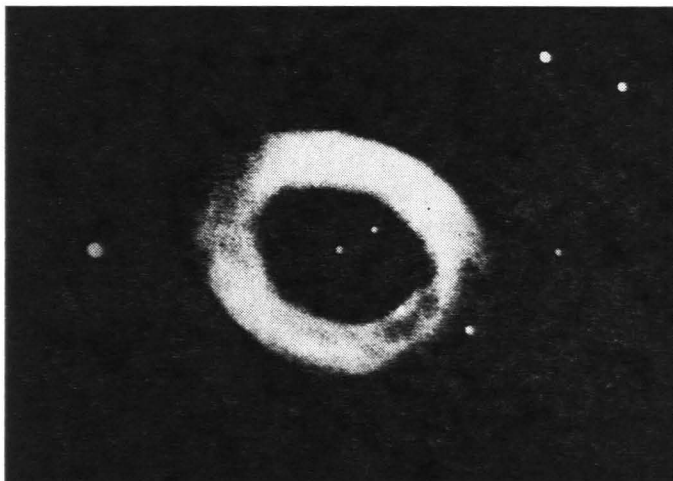
Zvaigznei atrodoties uz galvenās secības, tā jau ir zaudējusi gāzu un putekļu mākoņa atliekas, no kura radusies, bet masas zaudējums zvaigznes vēja rezultātā ir par niecīgu, lai radītu vērā ņemamu gāzu un putekļu apvalku. Kad zvaigznes dzīlēs ūdeņradis izsmelts un tā Hercšprungā—Resela diagrammā pārvietojas pa labi un uz augšu, pārvēršdamās sarkanajā milzī, ie-

stājas fāze, kad, zvaigznes spožumam un izmēriem palielinoties, tās virsējie slāņi kļūst tik vāji saistīti ar zvaigznes virsmu, ka dažādu procesu rezultātā aizplūst apkārtējā telpā un rada ap spīdekli blīvu gāzu un putekļu apvalku. Kā jau minējām, šāda apvalka klātbūtnei var noteikt pēc spēcīgā infrasarkanā starojuma. Arī šajā gadījumā novērojama spēcīga emisija molekulārajās līnijās. Šādos gāzu un putekļu apvalkos novēroto molekulu skaits sniedzas desmitos. Izrādās, ka tie ir ideāla arēna dažādām ķīmiskajām reakcijām. Atšķirībā no starpzvaigžņu gāzes un putekļu mākoņiem, kur temperatūra un blīvums ir mazāki (atbilstoši ne vairāk kā daži simti kelvinu un apmēram 10^6cm^{-3}) un kur tādēļ galvenokārt var notikt ķīmiskās reakcijas, kuras neprasa enerģijas patēriņu vai arī kuras tiek ierosinātas ārēju faktoru (piemēram, gaismas kvantu) ietekmē, evolucionējošo zvaigžņu gāzu un putekļu apvalkos zvaigznes tuvumā notiek ķīmiskās reakcijas, kas raksturīgas pietiekami sakarsētam un blīvam gāzu maisījumam. Vielai aizplūstot no zvaigznes, blīvums un temperatūra samazinās, samazinās arī ķīmisko reakciju ātrums un zvaigznes apvalkā it kā «iesalst» tas ķīmiskais sastāvs, kas raksturīgs vielas stāvoklim zvaigznes tiešā tuvumā ($T=1000-1500 \text{ K}$, $p=10^{-7}-10^{-4} \text{ atm}$). Kad temperatūra kļūst zemāka par atsevišķu gāzu maisījuma sastāvdaļu kondensācijas temperatūru, vienlaikus ar šiem procesiem novē-

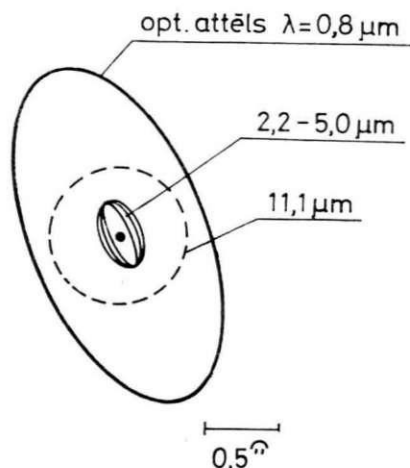
rojama arī cietu putekļu daļiņu izkrišana. M klases zvaigznēm, kam $O/C > 1$, tās sastāv, pēc pašreizējiem uzskatiem, no dažādiem silikātiem vai zvaigznes apvalkā retāk sastopamu ķīmisko elementu un skābekļa savienojumiem, piemēram, Mg_2SO_4 . Šādas putekļu daļiņas temperatūrai vēl pazeminoties, tā var apaugt ar ledu un citu ātrāk gaistošu savienojumu kārtu. Oglekļa zvaigznēm, kam $O/C < 1$, dominē dažādi oglekļa savienojumi. Par iespējamām putekļu daļiņu sastāvdaļām tiek atzīts, piemēram, grafiits vai silīcija karbīds, kaut gan nav izslēgta arī dažādu polimerizētu ogļūdeņražu klātbūtne.

Gāzu un putekļu apvalkā ietilpstošajai gāzei izplešoties, kā arī nākot klāt jaunām vielas devām, apvalka ārējās daļas, savukārt, izklīst kosmoskā telpā, bagātinot to ar jaunu vielu, no kuras laika gaitā gravitācijas spēka ietekmē var kondensēties jaunas zvaigznes. Tajās, atšķirībā no iepriekšējām, būs vairāk smago elementu, kuri radušies kodolreakciju rezultātā iepriekšējās paaudzes spīdekļos.

Pastāv uzskats, ka brīdī, kad masas zaudēšana jau beigusies un ir atsegušies zvaigznes karstie iekšējie slāņi, bet nomettais apvalks vēl nav izklidējies, ir novērojams planetārais miglājs. Viens no interesantākajiem šāda veida objektiem, kurš pēc zināma laika varētu pārvērsties planetārajā miglājā, ir oglekļa zvaigzne CWLeo=IRC 10216 200—300 pc attālumā — ļoti vēlas spek-



1. att. Planetārais miglājs M 57 Liras zvaigznājā. Redzama centrālā karstā zvaigzne un apvalks, kas izklīst pasaules telpā.



2. att. Objekta IRC 10216 novērojumi dažādos spektra diapazonos. Objektu ietver sfēriska gāzu un putekļu mākonis $1',0$ rādiusā, ko novēro CO radiolīnijās.

tra klases oglekļa zvaigzne, ko ietver apmēram 10^{17} cm biezs gāzu un putekļu mākonis. Lielāko daļu šā mākoņa gan var konstatēt tikai pēc pastiprinātā starojuma CO molekulārajās radiolīnijās. Starojums no citām apvalkā ietilpstošajām molekulām un kosmiskajiem putekļiem novērojams vienīgi zvaigznes tiešā tuvumā, kur enerģijas plūsma ir pietiekami spēcīga tā ierosināšanai.

Protams, šajā vispārīgajā shēmā ir vēl daudz neskaidrību. Viens no interesantākajiem un, šķiet, fundamentālākajiem jautājumiem — kādā veidā notiek vielas «izpūšana» no zvaigznes virsējās atmosfēras. Pašas izplatītākās hipotēzes aizstāvji uzskata, ka, temperatūrai zvaigznes virsējos slāņos krītot zem apmēram 1700 K (oglekļa zvaigznēm) vai 1200 K (parastajām M klases zvaigznēm), tās atmosfērā veidojas putekļu daļiņas. Starojuma spiediena ietekmē šīs daļiņas pēc tam no turienes tiek izgrūstas. Tās aizrauj līdzīgi arī gāzes atomus un molekulas. Tiek meklēti arī citi mehānismi, kas izskaidrotu vielas «izpūšanu» no zvaigznes atmosfēras. Tāds varētu būt gaismas spiediens uz gāzes molekulām, kas ir sevišķi spēcīgs starojumam, kura viļņu garums

atbilst molekulārajām absorbcijas joslām. Nevar izslēgt arī, piemēram, zvaigznes pulsāciju ietekmi uz masas zaudēšanas procesu.

Interesants ir jautājums par putekļu daļiņu veidošanos. Sevišķi aktuāla ir problēma par piemērotiem kondensācijas centriem, piemēram, veidojoties SiC oglekļa zvaigznēs. Aprēķini rāda, ka zvaigznes tiešā tuvumā brīva silīcija karbīda ir pārāk maz, lai tā daļiņas varētu veidoties, salīpot atsevišķām molekulām. Visticamāk, ka ciets SiC zvaigznes apkārtnē rodas uz jau izveidojušos oglekļa putekļu virsmas, sadaloties tādām gāzēm kā Si_2C un SiC_2 vai arī uz tiem nosēžoties brīviem silīcija atomiem. Uz šīs virsmas sadaloties, piemēram, acetilēnam, kura zvaigznes apkārtnē ir relatīvi daudz (apmēram 10^{-4} no visiem atomiem un molekulām), var tikt veicināta arī oglekļa daļiņu veidošanās. Spriežot pēc teorētiski iespējamā centrālās zvaigznes rādiusa un centrālā viskarstākā putekļu mākoņa izmēru salīdzinājuma, tādām objektam kā IRC 10216 šie procesi notiek zvaigznes tiešā tuvumā — ne tālāk kā $2R_*$ virs fotosfēras. Teorētiski aprēķini rāda, ka šis attālums ir pat uz pusi mazāks. Katrā ziņā šajos jautājumos ir vēl daudz neskaidra.

Zināmas grūtības rada arī no gāzu un putekļu apvalka nākošā molekulārā radiostarojuma interpretēšana. Vieglāk izskaidrojams ir protozvaigžņu un M klases zvaigžņu apvalka starojums. To uzbūves pētīšanā lielu ieguldījumu dod kosmiskā māzera starojuma pētījumi (sk. I. Šmelda rakstu «Zvaigžņotās debess» 1979. g. vasaras numurā). No nemāzera starojuma jāmin galvenokārt CO un dažādu silikātu radītais starojums. Sarežģītāk ir ar molekulāro starojumu no oglekļa zvaigžņu apvalkiem. Izrādās, ka ogleklim, kurš skābekļa trūkuma dēļ nav saistīts CO, piemīt spēja veidot visdažādākos organiskos savienojumus. Oglekļa zvaigžņu apvalkos konstatēti tādi savienojumi kā HCN, HC_3N , C_2H_2 , CH_4 un citi. Nosakot šo molekulu koncentrāciju pēc novērojamās radiostarojuma intensitātes, jāsaduras galvenokārt ar divām grūtībām. Pirmkārt, ja netiek lietots radiointerferometrs, radioteleskopa izšķiršanas spēja parasti salīdzināma ar attiecīgās radiolīnijas starojuma avota leņķiskajiem izmēriem. Starojuma plūsma ir atkarīga ne tikai no vielas koncentrācijas, bet arī no avota lieluma.

Otrs nezināmais — izstarojošo molekulu temperatūra. Lai to noteiktu, nepieciešams vai nu novērot vienu un to pašu molekulu vairākās radiolīnijās, kas bieži vien nav iespējams, vai arī jābalstās uz teorētiskiem pieņēmumiem par starojuma ierosmi, bet šie pieņēmumi var izrādīties diezgan tāli no īstenības. Tādēļ lielākās daļas molekulu koncentrāciju parasti nosaka ne precīzāk kā līdz lieluma kārtai. Salīdzinot novērojumu datus ar teorētisko aprēķinu rezultātiem, jāņem vērā, ka dažādām molekulām ķīmiskais līdzsvars var «iesalt», pastāvot dažādām temperatūrām un spiedienam. Gāzu un putekļu apvalku ārējos slāņos, savukārt, var notikt ķīmiskās reakcijas, kas raksturīgas starpzvaigžņu gāzes un putekļu mākoņiem, — piemēram, fotodisociācija UV kvantu ietekmē.

Veidojot teorētiskos priekšstatus par zvaigžņu un gāzu putekļu apvalkiem, svarīgs ir arī jautājums par gāzu dinamiku, t. i., sakarībām starp spiedienu, temperatūru, gāzes izplešanās ātrumu un ātālumu no centrālā spīdekļa. Taču šīs problēmas iespējams risināt, tikai zinot, piemēram, centrālās zvaigznes absolūto lielumu, kas oglekļa zvaigznēm zināms ne precīzāk kā $\pm 1^m$.

Mēs jau minējām, kādas grūtības rodas, mēģinot modelēt putekļu rašanos zvaigžņu atmosfērā. No tā, savukārt, atkarīgs starojuma spiediens uz vielu.

Taču visinteresantākā problēma, šķiet, rodas, ja aplūkojam, piemēram, avota IRC 10216 shēmu, kas iegūta, izmantojot zvaigžņu radiointerferometru. Izrādās, ka optiskajā un tuvajā IS apgabalā avota attēls nav sfēriski simetrisks! Uz iespējamo šādu avotu diskveida struktūru dažos gadījumos norāda arī (piemēram, NML Cyg) māzeru avotu izvietojuma radiokartes. Taču, ja, piemēram, protozvaigznēm vielas diskveida izvietojums šķiet gluži dabisks (tas veidojas, lēni rotējošam gāzu un putekļu miglājam saraujoties un tādējādi palielinot savu rotācijas ātrumu), tad izskaidrot šādas struktūras rašanos ap vecu zvaigzni ir daudz grūtāk, jo tās rotācijas ātrums šķiet par niecīgu, lai tādu radītu. Bez tam IRC 10216 gadījumā CO starojums un starojums tajā IS daļā šķiet sfēriski simetrisks.

Viss teiktais rāda, ka, pētot zvaigžņu gāzu un putekļu apvalkus, zinātne atkal sadūrusies ar jaunām problēmām, kuru risināšana pagaidām vēl tikai iezīmējas.

APSLĒPTIE METEORĪTU KRĀTERI LIETUVĀ

**AUČĪRDS
GAIGALS**

Pēdējā laikā mūsu kaimiņrepublikā Lietuvā atklāti divi seni meteorītu krāteri. Tie veidojušies apmēram pirms 530 un 160 miljoniem gadu, nokrītot gigantiskiem meteorītiem. Laika gaitā krāterus pārklājuši jaunākas cilmes ģeoloģiskie ieži.

Meteorītu krāterus atraduši ģeologi, pētot dziļi zem virsējiem nogulumiem atrodošos pirmskembrija laika kristāliskos iežus.

Šīkie meteorīti krītot izsit Zemes virsmā ne-lielas bedres, bet meteorīti, kuru masa lielāka par 10 t, iedrāzoties Zemes atmosfērā ar kosmisko ātrumu, uz Zemes virsmas izraisa sprādzieni, kas atstāj dziļas, apaļas bedres — eksplozijas veida krāterus. Meteorītu krāterus, kas izveidojušies pirms apm. 10 milj. gadu, t. s. neogēna perioda pliocēna laikmetā, sauc arī par

astroblēmām¹. (Terminu «astroblēma» pagātnes meteorītu krāteru apzīmēšanai sāka lietot tikai nesen (1960. g.), pirmais to ieviesa amerikāņu ģeologs R. S. Diteo.) Šīs pagātnē uz Zemes nokritušo meteorītu un komētu atstātās «rētas» at-

¹ Astroblēma — gr. astron zvaigzne + blēma brūce, rēta.

rod kā fosilijas, jo tās ir apslēptas zem augšējiem ģeoloģiskajiem slāņiem.

Lietuvā droši zināmi meteorītu krāteri zemes virskārtā nav atrasti. Šajā gadsimtā Andronišku un Zemaitīkienes meteorīti krītot uzsprāga atmosfērā un sīkiem gabaliem izkaisījās pa plašu teritoriju. Domājams, ka Velna bedre pie Aukšadvares radusies meteorīta kritiena rezultātā, tomēr tā var būt veidojusies arī ģeoloģiskā (karsta) procesā, piemēram, izkūstot zem nogulsnēm apslēptiem ledus gabaliem. Termokarsti Baltijā radās vēlajā ledus laikmetā vai arī pēc tā trijos klimata atslāšanas laikposmos: biolingā (pirms 12 700—12 200 g.), aleriodā (pirms 11 800—10 800 g.) un boreālā (pirms 9000—7800 g.).

Tuvākajā Lietuvas apkārtnē virsējie meteorītu krāteri līdz šim atrasti Igaunijā Sāremas salā un Latvijā Valkas rajonā pie Smiltenes.

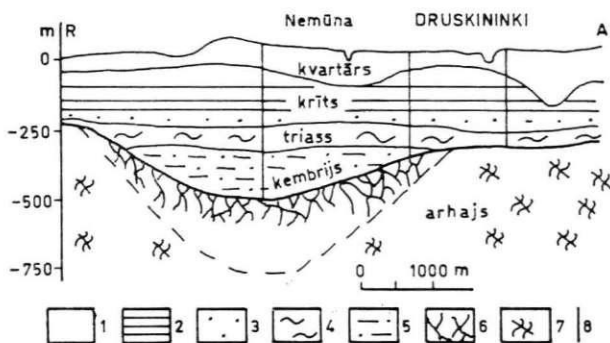
Pavisam nesen ģeologi pēc ģeoloģiskajiem urbumiem Lietuvā atklājuši divas senas ar nogulumiem aizpildītas piltuvveida bedres, kas radušās, nokrītot lieliem meteorītiem. Viena no tām ir Mizaru astroblēma Lazdiju rajonā netālu no Druskininkiem, bet otra — Vepru astroblēma Ukmerģes rajonā pie Šventojas upes.

Pasaulē ir zināms vairāk nekā simt dažādu astroblēmu; ap 20 no tām atrodas PSRS teritorijā. Mūsu valstī pirms divdesmit gadiem viens no pirmajiem astroblēmas sāka pētīt V. Masaitis. Lietuvā par tām interesējās Viļņas Valsts universitātes Ģeoloģijas un mineraloģijas katedras docents Rimants Gaiļus un Ģeoloģijas pārvaldes Kompleksās ģeoloģijas ekspedīcijas ģeologs Ģedimins Matuza. Viņu centienu rezultātā abas

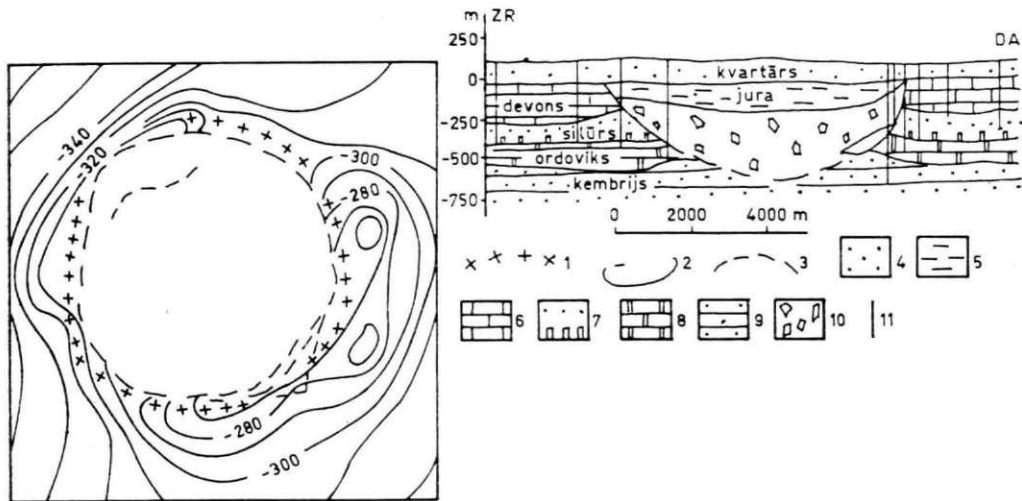
fosilās meteorītu sprādzienu izsistās bedres tagad ir ģeoloģiski labi izpētītas.

Mizaru impaktais (liela meteorīta trieciena un sprādziena) krāteris atklāts, kartografējot dziļi zem nogulumiem atrodošos pirmskembrija kristāliskos iežus. Šis lokālās struktūras diametrs ir ap 5 km, bet apslēptā krātera dziļums — 225—230 m (1. att.). Tas izsists arhaja un agrīnā proterozoja gneisos². Kristāliskie pamatieži atrodas 300—320 m dziļumā. Vienā no ģeoloģiskajiem urbumiem, kas trāpīja astroblēmas centrā, sasmalcinātus kristāliskos iežus atrada pat 525,7—610 m dziļumā. Tos veido dažādi pamatiežu minerāli. Sasmalcinātajā iežu struktūrā konstatēts arī nedaudz dabiskā stikla, kas radies, iežiem pārklausējoties trieciena izraisītās augstās temperatūras dēļ. Stikls aizpilda minerālu dzīslīņus un veido dažādu formu fragmentus. Sasmalcinātie ieži skaidri uzrāda arī trieciena metamorfisma pēdas. Daži granītveida minerālu kristāli, piemēram, plagioklazi, kālija laukšpats un kvarc graudiņi, ir saplaisājuši vairākos virzienos. Astroblēmas malā starp sasmalcinātiem iežiem, t. s. autigēno struktūru, un aizpildošiem jeb alogēniem iežiem atrasti masīvi impaktīti (ieži, kas līdzīgi stiklam) ar bijušiem tukšumiem, kuri laika gaitā aizpildījušies ar kalcītu. Impaktīti radusies, iežiem pārklausējoties no meteorīta trieciena un sprādziena izraisītās augstās temperatūras. Impaktītos atrod dzelzs un niķeļa lodītes, lašatelrītu (SiO₂ amorfa sakausējums), maskelenītu (amorfais plagioklāzs), koesītu (SiO₂ sakausējums, kas

² Sk.: Latvijas Padomju Enciklopēdija. R., 1983, 3. sēj., 708. lpp. (Ģeohronoloģija.)



1. att. Mizaru astroblēmas ģeoloģiskais griezum (pēc V. Masaiša, R. Gaiļus, Ģ. Matuzas u. c. pētījumiem): 1 — kvartāra nogulumu, 2 — augšējā krīta perioda karbonātu nogulumu, 3 — apakšējā krīta perioda slānis, 4 — apakšējā triasa slānis (smilts, mergēļi, dolomīti), 5 — apakšējā kembrija perioda smilšu un aleirolītu slānis, 6 — sadrupinātie kristāliskie ieži (autigēnā struktūra), 7 — arhaja un apakšējā proterozoja ieži, 8 — ģeoloģiskais urbums.



2. att. Vepru astroblēmas plāns un ģeoloģiskais griezumus (pēc V. Masaiša, S. Bušaņina u. c. pētījumiem): 1 — juras perioda nogulumu (raksturo krātera apmales formu), 2 — izolīnijas (raksturo silūra dažādo slāņu dziļumu), 3 — sadrupuma līnijas, 4 — kvartāra nogulumu, 5 — juras perioda slānis, 6 — devona smilšakmeņi, aleirolīti, merģeļi un dolomīti, 7 — silūra dolomīti, aleirolīti, merģeļi un klintis, 8 — ordovīka klintis, 9 — kembrija smilšainie ieži, 10 — alogēnā struktūra, 11 — ģeoloģiskais urbums.

rodas apm. 35 tūkst. atm spiedienā un 500—800 °C temperatūrā) u. c. minerālus. Impaktīti reizēm satur arī dimantus.

Mizaru krātera autiģēno struktūru klāj 153,2 m biezs smilts un māla slānis, kas apakšā sajaukts ar lielākiem iežu nobrukumiem un veido sarkanas, brūnganas un pelēkas krāsas nogulumus, kuri aizpilda krāteri. Aizpildošie nogulumu izveidojušies, erozijai saārdot gredzenveida uzbērums, kas bija iekļāvis krāteri. Tāds uzbērums rodas meteorīta trieciena un sprādziena rezultātā. Virs autiģēnās struktūras atrodas sprādziena izkustināto un atpakaļ krāterī sabirušo iežu sajaukums. Pēc fosilajām organiskās pasaules atliekām spriežot, vecākais slānis ir kembrijs. Virs tā ap 70 m biežā slānī atrodas triasa māli, smilšakmeņi, merģeļi un dolomīti. Šie nogulumu aizpilda krātera atlikušo augšējo daļu un to vēl pārklāj. Astroblēmu no virspuses apslēpj ap 200 m biezi ģeohronoloģiskās skalas krīta perioda smilšu un baltā krīta slāņi, un virs tiem atrodas ap 115 m biezs kvartāra smilšu un morēnu māla slānis.

Spriežot pēc ģeoloģiskās uzbūves, Mizaru as-

troblēma izveidojusies agrīnajā vai vidējā kembrija periodā pirms apm. 530 milj. gadu.

Otrs Lietuvas meteorītu krāteris — Vepru astroblēma — ir jaunāks. Ģeoloģiskā izpēte liecina, ka tas radies agrīnajā vai vidējā juras perioda laikmetā, apm. pirms 160 milj. gadu. Šo astroblēmu pētījuši lietuviešu ģeologi R. Gaiļus, Č. Matuza u. c., kā arī ģeoloģijas speciālisti no Maskavas un Ļeņingradas (S. Pereļigins, V. Masaitis, I. Butkovskis u. c.). Interesanta ir Vepru krātera izpētes gaita. Pēc pirmā ģeoloģiskā urbuma domāja, ka atrasta sena ieplaka, t. s. grābens. Tomēr vēlāk izdarītie papildurbumi vedināja uz domām par astroblēmu. V. Masaitis, izpētījis urbumus iegūtos iežu paraugus un salīdzinājis tos ar analogiem ģeoloģiskajiem pētījumiem, 1976. gadā paziņoja, ka Vepros atklāta jauna astroblēma. Plānā šim meteorīta krāterim, kas atrodas 370—500 m dziļumā, ir apaļa forma ar apm. 6—7 km diametru (2. att.). Šeit konstatēti astroblēmām raksturīgie strukturāli litoloģiskie kompleksi — apmale, koptogēniskais (sasmalcinātu un izkustinātu iežu) krātera pildījums un zem tā autiģēno frakciju slānis, kas sacemen-

tējies no stipri sasmalcinātiem virsējā ordovika, apakšējā un augšējā silūra mālainajiem un karbonāta iezīem. Augšējā silūra apakšējā slāņa zaļganpelēkie iezī ir ļoti saplaisājuši. Plaisas aizpildītas ar to pašu, tikai stipri sasmalcinātu vielu, bet plaisu sienāšanās var manīt slīdvirsmas, t. s. spoguļus. Krātera centrā iezīmējās astroblēmām raksturīgais pacēlums — kalve. Krātera nogāzes ir saskaldītas ar pakāpienveidā noslīdējušu bloku, kas virzienā uz centru pazeminās ik pēc katriem 10—50 metriem.

Sasmalcinātās nogulas stipri atšķiras no krātera apmales ģeoloģiskā sastāva. Koptogēnā slāņa biežums sasniedz 350 metru. To veido sajauktu iezu (augšējā silūra, apakšējā, vidējā un augšējā devona), dolomītu, aleirolītu, mālu, merģeļu un smilšu gabali. Iezu nobirumi stipri apdeguši, atgādina it kā izbalējušus izdedžus. Sastopami arī jaunāku minerālu veidojumi — kalcīts, ģipsis un citi. Kalcīta kristāli aizpilda spraugas un veido dzīslas. Ģipsis veido ligzdas un smalkas lēcas. Alogēnā struktūra uzrāda izteiktas triecienu metamorfisma pēdas, kvarcā saskatāmas mikroplaisas, kas radušās 20—30 kilobāru spiediena rezultātā. Šajā frakcijā atrasts arī dabiskais stikls, kas radies, iezīem pārkausējoties. Stikla krāsa ļoti dažāda, tāpat nav vienāds arī tā sastāvs. Tas viss ir ļoti raksturīgs impaktiskiem sakausējumiem.

Vepru krāteri aizpilda augšējās juras un apakšējās krīta formācijas mālainie un smilšainie iezī. Aizpildošā kompleksa biežums krātera centrālajā daļā sniedzas līdz 165 metriem. Astroblēmu no virspuses klāj horizontāls kvartāra kontinentālo nogulumu slānis, kura biežums ir līdz 100 metru.

Turpinot ģeoloģisko izpēti, var cerēt, ka Lietuvas teritorijā atklās vēl citas līdzīgas astroblēmas. Piemēram, Perlojas urbumā kristālisko iezu kontakta zonā tika atrasti ar baltām nogulsniem klāti dabiskā stikla gabaliņi. Stikls varēja veidoties tālā ģeoloģiskajā pagātnē, sprāgstot lielum meteorītam un pārkausējoties zemes iezīem.

Astroblēmas iespējams atšķirt no citiem ģeoloģiskajiem veidojumiem pēc apalās formas pil-

tuves jeb krātera un to aizpildošo sasmalcināto iezu zonas. Meteorīta krāterim vēl raksturīgas vairākas iezu un ģeoloģisko struktūru kategorijas. Kā jau redzējām, astroblēmā var atrast ģeoloģiskos pamatveidojumus, kas tur formējušies vēl pirms krātera rašanās, un nogulumus, kuri aizpilda un pārklāj pagātnes meteorīta krāteri. Meteorīta sprādziena rezultātā izveidojas krātera dibena, nogāzes un uzbēruma struktūra, kas sastāv no sasmalcinātiem un izkustinātiem pamatsastāva iezīem (alogēnā struktūra). Tālāk no krātera, kur pamatieži ir mazāk izkustināti, alogēno struktūru nomaina autigēnā, kura vēl tālāk pakāpeniski pāriet sprādziena sašķeltos iezos. Krāteri ietverošajā uzbērumā var redzēt paceltus pamatiežu blokus un atrast to autigēnās un alogēnās struktūras. Par to, ka iezī veidojušies meteorīta sprādziena rezultātā, liecina sakusušo iezu sastāvs — tajos atrod koesītu, stišovītu, lašatelrītu un citus. Šajā sakarībā svarīgi ir plaisu sistēmu pētījumi iezos un minerālos.

Krāteri aizpilda lokālā baseina vai arī lielāka baseina atsevišķu daļu jaunāki nogulumu, kas var sasniegt samērā lielu biežumu. Aizpildošajos iezos, it īpaši apakšējā slānī, ir daudz materiālu, kas dabiskā procesā noārdījušies no krātera sienām un uzbēruma. Virzienā uz augšu krātera pamatiežu frakcijas strauji samazinās. Mizaru un Vepru krāteru uzbērumi ir stipri noārdīti un to materiāls sanests uz krāteru vidusdaļu.

Kosmisko faktoru ietekmei Zemes slāņu lokālo struktūru veidošanā līdz šim ir pievērsts nepelnīti maz uzmanības. Iespējams, ka astroblēmās var atrast specifiskus derīgos izrakteņus — minerālus un saldūdeņus, krāsainos un dārgmetālus, un pat diamantus, kas izveidojušies iezos meteorīta sprādziena rezultātā. Savukārt, tā kā caur meteorīta sasmalcināto iezu zonām zemes virsmu vieglāk sasniedz mineralizēti ūdeņi, to klātbūtne var liecināt par astroblēmu. Vismaz Lietuvas teritorijā atklāto astroblēmu rajonos šādi mineralizēti ūdeņi ir konstatēti. No otras puses — virszemes ūdeņi caur sasmalcinātajiem iezīem vieglāk iekļūst zemes iekšienē, tāpēc ļoti aktuāls kļūst jautājums par astroblēmas zonas aizsardzību no dažādiem piesārņojumiem.



Mazo planētu skaits strauji aug

Patlaban ir precīzi noteikti orbītu elementi un līdz ar to piešķirti numuri jau trim tūkstošiem mazo planētu. Atgādināsim, ka pirmā mazā planēta atklāta 1801. gadā, tūkstošā planēta — 1923. gadā, divtūkstošā — 1977. gadā, bet trīstūkstošā — 1984. gadā. Straujā reģistrēto planētu skaita palielināšanās pēdējos gados liecina gan par astronomiskās tehnikas attīstību, gan par pieaugošo interesi, kādu izraisa šie mazie Saules sistēmas ķermeņi.

Iepriekšējā «Zvaigžņotās debess» numurā pastāstījām par 79 mazajām planētām, kuru nosaukumi veltīti astronomiem. Tagad pievērsīsimies vēl 290 citām planētām, kas ieguvušas vārdus pēdējos divos gados.

Vispirms minēsim 24 planētas, kas nosauktas rakstnieku, mākslinieku vai komponistu vārdos. So virkni ievada trīs beļģu rakstnieki: (1652) Hergé — Eržē (Zorža Remi pseidonīms), (1664) Felix — Felikss Timmermanis (1886—1947) un (1672) Gezelle — Gido Žezels (1830—1899). Tālāk (2106) Hugo — franču rakstnieks Viktors Igo (1802—1885), (2231) Durrell — angļu rakstnieks Lorens Darelis, (2266) Tchaikovsky — krievu komponists Pēteris Čaikovskis (1840—1893), (2269) Efreimiana — padomju rakstnieks un paleontologs Ivans Jefremovs (1907—1972), (2279) Barto — padomju dzejniece Agnija Barto (1906—1981), kas daudz rakstījusi bērniem. (2328) Robeson godina amerikāņu dziedātāju un cīnītāju par cilvēka tiesībām Polu Robsonu (1898—1976). (2361) Gogol — krievu rakstnieks Nikolajs Gogolis (1809—1852) un (2369) Chekhov — krievu rakstnieks Antons Čehovs (1860—1904). (2374) Vladvysotskij — populārais padomju aktieris, komponists un dziedātājs Vla-

dimirs Visockis (1938—1980). (2426) Simonov — padomju rakstnieks un sabiedriskais darbinieks Konstantīns Simonovs (1915—1979). Seko trīs ukraiņu rakstnieki — (2427) Kobzar par godu Tarasam Ševčenko (1814—1861), (2428) Kamenyar — Ivanam Franko (1856—1916) un (2431) Skovoroda — Grigorijam Skovorodam (1722—1794). (2442) Corbett — angļu rakstnieks Džims Korbets. (2477) Biryukov — padomju rakstnieks Nikolajs Biryukovs (1912—1966); 18 gadu vecumā viņš, glābdams kādu sliēcju, izpeldējās ledainā ūdenī, un kopš tā laika slimība viņu piesaistīja pie gultas, tomēr rakstnieks nepaguris strādāja — bija īsts varonības paraugs. (2576) Yesenin — krievu dzejnieks Sergejs Jeseņins (1895—1925), (2669) Shostakovich — padomju komponists Dmitrijs Šostakovičs (1906—1975). (2675) Tolkien — angļu rakstnieks un filologs Dž. R. Tolkiens (1892—1973), (2704) Julian Loewe — amerikāņu rakstnieks un žurnālists Juliāns Lēve, kas regulāri rakstījis par Kalifornijas Tehnoloģijas institūtu un Reaktivās kustības laboratoriju. (2730) Barks — amerikāņu rakstnieks Karls Bārkss, kurš stāstos pievērsās arī astronomiskām tēmām, un, beidzot, (2755) Avicenna — viduslaiku zinātnieks, filozofs un dzejnieks Ibn Sina (980—1037), Eiropā pazīstams ar vārdu Avicenna.

Tagad minēsim 28 planētas, kas nosauktas valstsvīru, sabiedrisku darbinieku un dažādu citu izcilu personu vārdos. Vispirms (2152) Hannibal — pazīstamais kartāģiešu karavadoņs. (2282) Andres Bello — Čīles universitātes pirmais rektors Andress Beljo, kura darbības laikā nodibināta Santjago observatorija (1852. g.). (2283) Bunke — vācu patriote Tamāra Bunke (1937—1967). (2305) King godina amerikāņu cīnītāju par cilvēka tiesībām

Martinu Luteru Kingu (1929—1968). (2345) Fučik — čehu rakstnieks un žurnālists, nacionālais varonis Juliuss Fučiks (1903—1943). (2349) Kurchenko — Aeroflotes stjuarte Nadežda Kurčenko (1950—1970), kas gāja bojā sadursmē ar apbruņotiem bandītiem. (2371) Dimitrov — Georgijs Dimitrovs (1882—1949), bulgāru valsts darbinieks, plaši pazīstams starptautiskās strādnieku kustības līderis un cīnītājs pret fašismu. (2400) Derevskaya — māte varone Aleksandra Derevska (1902—1959), kas kara laikā pieņēmusi un izaudzinājusi 48 bez vecākiem palikušus bērnus. (2422) Perovskaya — Sofija Perovska (1853—1881), revolucionāre, kas sodīta ar nāvi par piedalīšanos bruņotā savvēstībā pret caru Aleksandru II. (2435) Horemheb un (2436) Hatshepsut — senās Ēģiptes valdnieki, faraoni. (2446) Lunacharsky — padomju valsts darbinieks Anatolijs Lunačarskis (1875—1933), pazīstams arī kā publicists un mākslas teorētiķis. (2454) Olaus Magnuss — zviedru garīdznieks Olaus Magnuss (1490—1557), arī ģeogrāfisko karšu sastādītājs. (2467) Kollontai — padomju diplomāte Aleksandra Kolontaja (1872—1952), pirmā sieviete pasaulē, kas akreditēta kā oficiāla valsts pārstāve ārvalstī (gk. Zviedrijā). (2482) Perkin — Ričards Pērkins (1906—1969), viens no «Perkin—Elmer» korporācijas dibinātājiem; šajā korporācijā konstruēti vairāki mūsdienu astronomiskie instrumenti un kosmiskie teleskopi. (2489) Suvorov — pazīstamais krievu karavadonis Aleksandrs Suvorovs (1729—1800). (2542) Calpurnia — Jūlija Cēzara sieva; (2551) Decabrīna — dekabrīstu piemīņai sakarā ar 1825. gada notikumiem; (2557) Putnam — amerikāņu sabiedriskais darbinieks Rodžers Putnams (1893—1972), kas veicinājis astronomijas attīstību; (2588) Flāvija — romiešu valdnieku dzimta Flāviji; (2608) Seneca — romiešu filozofs un valstsvīrs Lūcijs Seneka. (2609) Kiril—Metodi — brāli Kirils (827—869) un Metodijs (815—885), slāvu apgaismotāji, slāvu alfabēta radītāji. (2692) Chkalov — padomju lidotājs Valerijs Čkalovs (1904—1938), 1937. gadā piedalījies vēsturiskajā lidojumā no Maskavas uz ASV pāri Ziemeļpolam. (2699) Kalinin — padomju valsts darbinieks Mihails Kaļiņins (1875—

1946); (2720) Pyotr Pervyj — Krievijas cars Pēteris I (1672—1725). (2807) Karl Marx — vācu filozofs, zinātniskā komunisma pamatlicējs Kārlis Markss (1818—1883). (2822) Sacajawa — indiāņu sievietē, kura piedalījās Lūisa un Klārka 1804.—1806. g. ģeogrāfiskajā ekspedīcijā Amerikā. (2835) Ryoma — japāņu revolucionārs Rioma Sakamoto (1835—1867), noslepkavots par mēģinājumiem demokratizēt valsti.

Lielā Tēvijas kara varoņiem veltītas planētas (2280) Kunikov, (2310) Olshaniya, (2342) Lebedev, (2423) Ibaruri, (2438) Oleshko un (2475) Semenov. Cēzars Kuņikovs (1909—1943) vadīja karaspēka daļu, kas 1943. gada februārī piedalījās Mazās Zemes ieņemšanā (pie Novorošijskas). Konstantins Oļšanskis bija viens no pirmajiem Nikolajevas atbrīvotājiem 1944. gada martā. Valentina Oļeško (1924—1943) organizēja pagrides pretošanās grupu fašistu okupētajā Lampovā pie Ļeņingradas. Nikolajs Lebedevs (1914—1942), Rubens Ibaruri (1920—1942) un Pāvels Semjonovs (1912—1942) krita Staļingradas kaujā.

Dažādu nozaru zinātnieku vārdos nosauktas planētas: (1979) Sakharov, (2065) Spicer, (2125) Karl-Ontjes, (2151) Hadwiger, (2195) Tengström, (2239) Paracelsus, (2243) Lönnrot, (2268) Szymtowna, (2333) Porthan, (2346) Lilio, (2352) Kurchatov, (2464) Nordenskiöld, (2494) Inge, (2532) Sutton, (2561) Margolin, (2587) Gardner, (2622) Bolzano, (2640) Hällström, (2824) Franke.

No tikko minētajiem 19 vārdiem īpaši atzīmēsim itāliešu zinātnieku Luidži Lilio (1510—1576), kurš faktiski izstrādāja t. s. Gregora kalendāru, t. i., kalendāru, kuru tagad lieto lielākajā daļā pasaules. Padomju fiziķis Igors Kurčatovs (1902—1960) ļoti daudz darījis atomfizikas attīstībā, dibinājis un vadījis PSRS ZA Atomenerģijas institūtu. Somu zinātnieks Nils Adolfs Eriks Nordenšelds (1832—1901) vadījis vairākas arktiskās ekspedīcijas. Amerikāņu matemātiķa Mārtina Gārdnera vārds labi pazīstams visas pasaules lasītājiem galvenokārt sakarā ar viņa vadīto (un bieži — paša sarakstīto) nodaļu žurnālā «Scientific American», kurā tiek ievietoti atjautības uzdevumi matemātikā.

Lielu grupu veido planētas, kas nosauktas astronomu — šo planētu atklājēju vai orbitu aprēķinātāju — ģimenes locekļu un draugu vārdos: (1698) Cristophe, (1707) Chantal, (1711) Sandrine, (1806) Derice, (1848) Delvaux, (1969) Alain, (1978) Patrice, (2109) d'Hotel, (2167) Erin, (2180) Marjaleena, (2257) Kaarina, (2285) Ron Helin, (2298) Cindijon, (2316) Jo-Ann, (2356) Hiron, (2366) Aaryn, (2382) Nonie, (2383) Bradley, (2392) Jonathan Murray, (2414) Vibeke, (2430) Bruce Helin, (2441) Hibbs, (2443) Tomeileen, (2459) Spellmann, (2487) Juhani, (2525) O'Steen, (2526) Alisary, (2527) Gregory, (2556) Louise, (2558) Viv, (2567) Elba, (2573) Hannu Olavi, (2589) Daniel, (2612) Kathryn, (2645) Daphne Plane, (2651) Karen, (2683) Brian, (2684) Douglas, (2714) Matti, (2735) Ellen, (2764) Moeller, (2779) Mary.

Neti, dodot vārdu mazajai planētai, atklājējs izveido kādu interesantu kombināciju. Tā, piemēram, (2526) planētas nosaukums «Alisary» sastāv no tās atklājēja Ričarda Vesta abu vecāku vārdiem — Alise un Harijs.

Divas planētas — (2214) Carol un (2395) Aho — veltītas observatoriju palīgpersonālam — Mazo planētu centra sekretārei Kerolai Valenti un Hārvarda universitātes Agasisa novērošanas stacijas darbiniekam Ārnam Aho.

Vairākām planētām izraudzīti iestāžu un organizāciju nosaukumi: (2341) Aoluta — Ļeņingradas universitātes astronomijas observatorija, (2365) Interkosmos — starptautiska organizācija kosmiskās telpas pētīšanai, (2437) Amnestia, (2440) Educatio; (2621) Goto — japāņu optisko instrumentu firma, (2682) Soromundi, (2696) Magion — čehu pirmā Zemes mākslīgā pavadoņa nosaukums, (2906) Caltech — Kalifornijas Tehnoloģijas institūts.

Literāro varoņu vārdos nosauktas šādas planētas: (1547) Nele, (1640) Nemo, (1683) Castaflore, (1730) Marceline; (1966) Tristan, (2041) Lancelot, (2054) Gawain, (2082) Galahad, (2095) Parsifal — pieci «apaļā galda bruņinieki»; (2175) Andrea Doria, (2262) Mitidika, (2368) Beltrovata, (2401) Aehlita — Alekseja Tolstoja (1883—1945) fantastiskā romāna varone, (2483) Guinevere, (2569) Madeline, (2570) Porphyro, (2695) Christabel.

Mitoloģiskām būtnēm un senu teiksmu varoņiem veltīti šādi planētu nosaukumi: (1916) Boreas — ziemeļu vēja personifikācija, (2029) Binomi — teiksmainais matemātisko formulu izgudrotājs; (2155) Wodan, (2176) Donar — abi no seno ģermāņu mitoloģijas; (2223) Sarpedon, (2260) Neoptolemus, (2357) Phereclos, (2363) Cebriones, (2456) Palamedes, (2674) Pandarus — visi šie seši ir Trojas kara varoņi (šādus vārdus piešķir tikai t. s. trojiešu grupas planētām, kuru orbītas ir tuvas Jupitera orbītai). Tālāk (2273) Yarilo — seno slāvu Saules un auglības dievība; (2340) Hathor — ēģiptiešu dievība; līdzīgi planētai Aten, tā nosaukta planēta, kuras orbītas lielā pusass ir mazāka par 1,0. Nosaukumi (2462) Nehalennia, (2597) Arthur, (2598) Merlin un (2736) Ops ņemti no romiešu un angļu teiksmām, bet (2715) Mielikki, (2716) Tuulikki, (2717) Tellervo, (2826) Ahti, (2827) Vellamo un (2828) Iku-Turso — no somu mitoloģijas.

Vēl daži interesanti nosaukumi: (2303) Retsina — grieķu vīns; (2432) Soomana un (2433) Sootiyo — hopi indiāņu valodā attiecīgi nozīmē «zvaigžņu meitene» un «zvaigžņu puisēns»; (2474) Ruby — atklājēja suņa vārds. (2648) Owa un (2649) Oonga — indiāņu valodā attiecīgi «klints» un «nācis no augšas». (2731) Cucula atklāta maijā, kad kūko dzeguzes...

Vislielākajai mazo planētu grupai — 114 planētām — doti ģeogrāfiskie nosaukumi. Tās ir: (1426) Riviera, (1684) Iguassú, (1701) Okavango, (1702) Kalahari, (1717) Arlon, (1779) Paraná, (1801) Titicaca, (1821) Aconcagua, (1879) Broederstroom, (1887) Virton, (1914) Hartbeespoortdam, (2084) Okayama — Tokijas Astronomijas observatorijas novērošanas stacija, (2121) Sevastopol, (2139) Makharadze, (2140) Kemerovo, (2171) Kiev, (2172) Plavsk, (2194) Arpol, (2197) Shanghai, (2201) Oljato, (2209) Tianjin, (2215) Sichuan, (2218) Wotho, (2229) Mezzarco, (2230) Yunnan, (2250) Stalingrad, (2253) Espinette, (2255) Qinghai, (2258) Viipuri, (2263) Shaanxi, (2284) San Juan, (2291) Kevo, (2292) Seili, (2299) Hanko, (2304) Slavia, (2311) El Leoncito — Argentinas Feliksa Agilara observatorijas novērošanas stacija, (2315)

Czechoslovakia, (2321) Luznice, (2336) Xinjiang, (2344) Xizang, (2355) Nei Monggol, (2360) Volgo-Don, (2367) Praha, (2380) Heilongjiang, (2390) Nežarka, (2396) Kochi, (2397) Lappajärvi, (2398) Jilin, (2404) Antartica, (2419) Moldavia; (2424) Tautenburg — vieta 15 km no Jēnas, kur atrodas Karla Svarcšilda Astronomijas observatorija (VDR); (2447) Kronstadt, (2469) Tadjikistan, (2478) Tokai, (2479) Sodankylä; (2486) Metsähovi — vieta, kur atrodas Helsinku observatorijas un Somijas Ģeodēzijas institūta novērošanas stacijas; (2501) Lohja un (2502) Nummela — vēl divas vietas, kur atrodas Somijas Ģeodēzijas institūta poligoni; (2503) Liaoning, (2505) Hebei, (2509) Chukotka, (2510) Shandong, (2512) Tavastia, (2514) Taiyuan, (2515) Gansu, (2520) Novorossijsk, (2524) Budovicium, (2530) Shipka; (2531) Cambridge — Starptautiskā mazo planētu pētīšanas centra atrašanās vieta; (2535) Hämeenlinna, (2539) Ningxia, (2547) Hubei, (2566) Kirghizia, (2571) Geisei, (2577) Litva, (2582) Harimaya-Bashi, (2584) Turkmenia, (2592) Hunan, (2593) Buryatia, (2599) Veseli, (2601) Bologna, (2606) Odessa, (2607) Yakutia, (2610) Tuva, (2613) Plzeň, (2617) Jiangxi, (2618) Coonabarabran — Saidingspringas observatorijas atrašanās vieta Austrālijā; (2619) Skalnaté Pleso — Slovākijas ZA astronomijas observatorija Tatros; (2631) Zhejiang, (2632) Guizhou, (2655) Guangxi, (2656) Evenkia, (2657) Baskhiria, (2668) Tataria, (2670) Chuvashia, (2671) Abkhazia, (2672) Pisek, (2676) Aarhus, (2678) Aavasaksa, (2679) Kittisvaara, (2690) Ristiina, (2694) Pino Torinese — observatorija Ziemeļitālijā; (2698) Azerbaidžan, (2700) Baikonur — kosmodroms, no kura startējuši padomju pilotējami kosmiskie kuģi un lielākā daļa kosmisko aparātu; (2701) Cherson, (2733) Hamina, (2737) Kotka, (2746) Hissao — nosaukta pēc Hisaras Astronomijas observatorijas, kur pētī meteorus, komētas un mazās planētas, (2750) Loviisa, (2774) Tenojoki, (2820) Iisalmi, (2840) Kallavesi, (2841) Puijo, (2880) Nihondaira — observatorija Japānā, kurā novēro un atklāj daudz mazo planētu.

M. Dīriķis, I. Zīakomanova

Pulsārs rekordists piedāvā jaunas iespējas

1982. gada nogalē Lapsiņas zvaigznājā tika atklāts pulsārs, kuram ir rekordliels radioimpulsu atkārtotāšanās biežums — 642 reizes sekundē! Pulsārs atrodas $1,6 \cdot 10^4$ gaismas gadu attālumā, tāpat ir Galaktikas sastāvdaļa.

Sešpadsmit gados kopš pulsāru atklāšanas tie ir intensīvu pētījumu objekti. Pateicoties impulsu atkārtotāšanās frekvences stabilitātei, novērojot pulsārus divās vai vairākās radiofrekvenču joslās vienlaicīgi, pēc impulsu aizkavējuma laika u. c. parametriem var iegūt vērtīgu informāciju par starpzvaigžņu vidi.

Pēc mūsdienu uzskatiem, pulsāri ir neitronu zvaigznes, viens no iespējamiem zvaigžņu evolūcijas galastāvokļiem. Neitronu zvaigznei raksturīgs ļoti augsts blīvums (apmēram $2 \cdot 10^{14}$ g/cm³), mazs diametrs (no dažiem kilometriem līdz dažiem desmitiem kilometru), ļoti spēcīgs magnētiskais lauks (10^9 — 10^{12} gaušu). Pieņem, ka laika intervāls starp diviem secīgiem impulsiem atbilst neitronu zvaigznes apgriešanās periodam.

Apbrīnojami spēcīgai jābūt gravitācijai, kas var saturēt kopā tik ātri rotējošu objektu kā jaunatklāto pulsāru!

So pagaidām unikālo pulsāru atklāja ar Aresivo 305 m diametra radioteleskopu, kurš ierīkots sen aprimuša vulkāna krāterī Puertoriko salā. Lai gan sākotnēji šķita, it kā pulsārs strauji samazinātu rotācijas ātrumu, turpmākie novērojumi liecināja, ka mērījumos bijusi kļūda. Nedaudz vēlāk Aresivo pētnieku grupa (Dž. Teilors, D. Bekers un S. Kalkernijs) secināja, ka pulsāra impulsi atkārtotāšanās perioda maiņa ir neiedomājami maza: 10^{-19} sekundes sekundē! Šis pārsteidzošais rezultāts publicēts britu žurnāla «Nature» 1983. gada 27. janvāra numurā. Turpat publicēti Mančestras universitātes līdzstrādnieku pētījumi Džodrelbenkas Radioastronomijas observatorijā, kur M. Ešvorts, A. Lains un F. Smits ieguvuši saskaņīgus rezultātus.

Pēc abu pētnieku grupu uzskata, mērījumos vislielāko kļūdu rada tas, ka nav pietiekami precīzi zināmas pulsāra koordinātas.

Sensacionālais pulsārs jau bija ieguvis apzīmējumu PSR 1937+214, ko veido vārda «pulsar» saīsinājums un objekta ekvatoriālās koordinātas — rektascensija stundās, minūtēs un deklinācija grādu desmitdaļās.

Tā kā pulsārs un radioteleskops pārvietoja viens attiecībā pret otru, tad rodas novērojamo svārstību frekvences maiņa jeb t. s. Doplera efekts, kas jāņem vērā, apstrādājot novērojumos iegūtos datus. Vislielāko kļūdu rada Zemes kustība ap Saules sistēmas smagumcentru (baricentru). Doplera efekta dēļ nepieciešamās korekcijas lielums ir atkarīgs arī no tā, kā pulsārs novietots attiecībā pret ekliptikas plakni, — vislielākā šī korekcija ir pulsāriem, kas atrodas ekliptikas plaknē, vismazākā — pulsāriem ekliptikas polos.

Džodrelbenkas pētnieku grupas ziņojumā minēts, ka katrai PSR 1937+214 deklinācijas kļūdas loka sekundei atbilst šķietama pulsāra rotācijas perioda palielināšanās par 10^{-19} sekundēm sekundē. Vairākus mēnešus no vietas neizdevās precīzāk noteikt pulsāra koordinātas. Pat lielā amerikāņu VLA radioteleskopa mērījumi bija ar divu loka sekunžu kļūdu. Tomēr tagad, kad pulsārs bija novērots turpat vai gadu, pulsāra koordinātu mērījumus izdevās uzlabot, pieņemot, ka impulsu atkārtošanās biežuma maiņas cēlonis gada laikā ir Zemes kustība ap Saules sistēmas baricentru. (Patiesības labad gan tūlīt piebūrdīsim, ka paša pulsāra kustība te nav ievērojama.) Pēc Doplera nobīdes korekcijas izrādījās, ka PSR 1937+214 koordinātas ir: rektascensija $19^{\text{h}}37^{\text{m}}28,7474^{\text{s}} \pm \pm 0,0002^{\text{s}}$, deklinācija $21^{\circ}28'1'',369 \pm \pm 0'',006$, bet pulsārs apgriezās ap savu asi katrās $0,00155780644885^{\text{s}}$ ar vienas vienības kļūdu decimālskaitļa pēdējā ciparā. Rotācijas periods ļoti stabili pieaug par $(1,058 \pm \pm 0,009) \cdot 10^{-19}$ sekundēm sekundē. Cik to ļāvis lietoto instrumentu precizitāte, nav izdevies konstatēt nekādas novirzes pulsāra rotācijas palēnināšanās gaitā. Te piebūrdīsim, ka impulsu atkārtošanās frekvences pakāpeniska samazināšanās raksturīga visiem pulsāriem, jo neitronu zvaigznes kinētiskā enerģija tiek patērēta izstarošanai. Taču PSR 1937+214 impulsu atkārtošanās dreifs ir ap miljonu reižu

mazāks nekā citiem līdz šim par ļoti stabiliem uzskatītiem pulsāriem!

1983. gada aprīlī R. Mančesters, B. Petersons un P. Volless, ar angļu un austrāliešu 3,9 m teleskopu pētot PSR 1937+214 vistuvāko apkārtni, atklāja pulsāra optisko starojumu ar tādu pašu impulsu atkārtošanas frekvenci kā radiodiapazonā. Tas ir jau trešais atklātais optiskais pulsārs (iepriekšējie atklāti Krabja miglājā un Buru zvaigznājā).

S. Kalkernijs, viens no iepriekš minētajiem ātrā pulsāra pētniekiem, cer 1984. gadā veikt plašus isperiāda pulsāru meklēšanas pētījumus, lietojot spēcīgu optisko teleskopu. Pēc viņa domām, daudzas normālas samērā spožas zvaigznes var būt ļoti ātri pulsāri, kuriem nevienam nav iedomājies pārbaudīt ātru gaismas pulsāciju. Fotografējot polarizētā gaismā, S. Kalkernijs atlasīs zvaigznes ar augstu gaismas polarizācijas pakāpi, t. i., tādas, kurām ir ļoti spēcīgs magnetiskais lauks. Šīs zvaigznes tad pārbaudīs, mēģinot uztvert to radioimpulsus.

Līdz šim vēl nav teorijas, kas vispusīgi izskaidrotu, kā radušies pulsāri ar milisekunžu periodu. Daļā hipotēžu tiek pieņemts, ka sākotnēji bijusi kāda divu zvaigžņu sistēma, turkiāt pulsārs tad rotējis daudz lēnāk nekā tagad. Kad daļa otras zvaigznes masas pārgājusi uz pulsāru, tas saņēmis līdzīgu arī papildu kustības daudzuma momentu un sācis griezties ātrāk.

H. Henrihss un E. van den Heifels no Amsterdamas universitātes domā, ka pulsāri ar milisekunžu periodu var rasties, saplūstot divām neitronu zvaigznēm, kuras kustas viena ap otru mazā attālumā pa spirāļveida orbitām. Gravitācijas starojuma dēļ šīs neitronu zvaigznes var saplūst dažu simtu miljonu gadu laikā. Ļoti interesanti ir tas, ka, pēc šo zinātnieku uzskata, minimālais iespējamais pulsāra rotācijas periods ir ļoti tuvs novērotajam PSR 1937+214 periodam — ap 1,5 milisekundes.

Amerikāņu astrofiziķi K. Brehers un G. Cenmugems piedāvā atšķirīgu ātri rotējoša pulsāra izcelsmes hipotēzi. Viņi norāda uz to, ka tipiskam pulsāram kustības daudzuma moments ir daudz mazāks nekā zvaigznei, no kuras pulsārs cēlies, kad tā vēl atradās uz zvaigžņu

evolūcijas diagrammas galvenās secības. Magnētiskā lauka spēklinijas pārnēs rotācijas kustību no ātri rotējošā zvaigznes kodola uz tās ārējiem slāņiem. Kad zvaigzne attīstības gaitā kļuvusi par pārnovu, tā aizmet no sevis ārējos slāņus līdz ar daļu sava kustības daudzuma momenta, pati sabrūkot par neitronu zvaigzni. Ja sākotnējai zvaigznei ir bijis vājš magnētiskais lauks, tas zvaigznes ārslāņiem ir nodevis mazu kustības daudzuma momentu. Varam sagaidīt, ka šādas pārnovas eksplozijā pāri paliks ātri rotējoša neitronu zvaigzne.

Iespējams, ka drīz tiks atklāti vēl jauni pulsāri ar ļoti īsu impulsu atkārtošanās periodu. Ja izdosies atklāt pulsārus ar periodu, kas mazāks par 1 milisekundi, nāksies pārskatīt pastāvošo neitronu zvaigžņu uzbūves teoriju.

PSR 1937+214 atklāšana un izpēte, iespējams, pavērs jaunas tīri praktiskas iespējas, it sevišķi precīzā laika dienesta uzlabošanai. Pašlaik jau septiņpadsmito gadu pasaules laika dienesta tiks balstās uz atomārajiem laika standartiem, kas garantē laika precizitāti ar relatīvo kļūdu līdz 10^{-14} . Dž. Teilors uzskata, ka visai drīz PSR 1937+214 impulsi ļaus izveidot laika standartu, kura precizitāte pārsniegs atomu standartu precizitāti, tā paredzot, ka astronomi atkal nonāks precīza laika glabātāju godā.

Pēc D. Bekera uzskata, izmantojot ārkārtējo PSR 1937+214 impulsu perioda stabilitāti, izdosies uzlabot mūsu zināšanas par Zemes kustību ap Saules sistēmas baricentru, precizēt citu planētu perturbācijas, bet gadu desmitiem ilgos novērojumos — precizēt Saules sistēmas ārejo planētu masu. Mums šķiet, ka jaunatklātā pulsāra izcilās īpašības ļaus to izmantot kā laika etalonu ļoti lielas bāzes radiointerferometros.

G. O z o l i ņ s

Vai izdosies izslēgt Haleja komētas māzeru?

1973. un 1974. gadā, Kohouteka komētai atrodoties perihēlija tuvumā, vairākās radioobservatorijās pētīja komētas molekulāro radiostarojumu. Izdevās atklāt ciānūdeņraža (HCN), metilciāna (CH_3CN) un etilspirta ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)

radiolinijas, kā arī vāju hidroksila (OH) izstarojuma liniju. Izrādījās, ka komētas hidroksila radikāļi darbojas kā šaurjoslas māzera pastiprinātājs, kas pastiprina reliktu kosmisko radiostarojumu. Reliktais kosmiskais starojums, kā zināms, ir vāja visos virzienos klistoša atbalss no agrām Visuma augstas temperatūras attīstības stadijām. Kosmiskie māzeru pastiprinātāji jau agrāk bija atklāti molekulāros starpzvaigžņu mākoņos un citur. Lai šādi kosmiskie pastiprinātāji varētu darboties, tiem nepieciešams enerģijas avots. Kohouteka komētas gadījumā tas bija spēcīgais Saules ultravioletais starojums. OH radikāļa radiostarojumu nosaka elektriskā dipola pāreja no augstāka enerģijas līmeņa uz zemāku. Saules ultravioletā starojuma iedarbības rezultātā lielākajai daļai OH radikāļu ir «apdzīvoti» augstākie enerģijas līmeņi. Taču šis stāvoklis nav stabils, un, ja nu pagadās cieši garām skrejošs fotons ar enerģiju, kas atbilst elektriskā dipola līmeņu enerģiju starpībai, OH radikālis pāriet zemākajā enerģijas līmenī, izstarojot fotonu ar tādu pašu enerģiju kā sākotnējam. Nu jau divi fotoni var iedarboties uz apkārtējiem OH radikāļiem, utt., acimredzot sākas pastiprināšanas process. Tūlīt gan jāpiebilst, ka komētas OH māzeram ir ļoti mazs pastiprinājuma koeficients — tas tikai nedaudz pārsniedz vienu. Pārejai starp OH dipola līmeņiem atbilst starojums ar viļņa garumu ap 18 centimetriem. (Istenībā atklātas veselas četras OH radikāļa spektrāllinijas: divas intensīvākas, ar frekvencēm 1667 un 1665 MHz un divas mazāk izteiktas, ar frekvencēm 1720 un 1612 MHz, taču mūsu turpmākajam iztirzājumam pietiks, ja ņemsim vērā vienu no intensīvākajām OH spektrāllinijām.) Pašas spektrāllinijas ir ļoti šauras, taču, pateicoties haotiskām komētas iekšējām kustībām, tās pašinās apmēram līdz $2 \cdot 10^4$ herciem.

R. Noriss un Dž. Posenbijs no Mančestras universitātes Nafīldas Radioastronomijas laboratorijas Džodrelbenkā (Anglijā) paredz izlietot šīs laboratorijas 76 m diametra radioteleskopu, lai 1985. gada nogalē un 1986. gada sākumā izdarītu eksperimentus ar Haleja komētu, radioteleskopam strādājot arī aktīvā (raidīšanas) režīmā. Abi pētnieki domā ar radioteleskopa palīdzību noraidīt Haleja komētas virzienā

1667 MHz frekvencē tik lielu jaudu, kas būtu spējīga izslēgt komētas māzerefektu, OH radikāļu elektrisko dipolu pārejas nostādot zemākajā enerģētiskajā līmenī. Šādu stāvokli sauc par māzera piesātinājumu. R. Noriss un Dž. Posonbijs paredz, ka noraidāmā signāla joslas platums nepārsniegs 5 Hz, tātad no 20 000 Hz plašas spektrālīnijas komētas OH māzerefekts tiks izslēgts tikai niecīgā tās daļā. Pēc viņu aplēses, uz komētu būs jānoraida ap 10 kW jauda, lai spētu piesātināt tās kosmisko māzera.

Ko tad R. Noriss un Dž. Posonbijs cer eksperimenta rezultātā noskaidrot? Pēc komētas māzera piesātināšanas raidītāju izslēgs un mēģinās noteikt, cik ilgs laiks nepieciešams, lai māzerefekts atjaunotos (t. i., lai Saules ultravioletais starojums paspētu lielāko daļu OH radikāļu «pārcelt» augšējā elektriskā dipola enerģētiskajā līmenī). Pēc māzerefekta atjaunošanās laika intervāla varēs izvēlēties vispiemērotāko no vairākām kosmiskā māzera enerģētiskās nodrošināšanas jeb, izsakoties radiotehniskā žargonā, «uzpumpēšanas» teorijām. Būs iespējams arī desmitiem reižu precīzāk nekā līdz šim izmērit OH līnijas frekvenci un noskaidrot, vai komētai ir savs magnētiskais lauks.

Pētniekiem jāpārvar virkne tehnisku un organizatorisku grūtību.

Tā kā komētas māzera OH līnijā izstarotā kopējā jauda vērtējama ar dažiem desmitiem vatu, būs grūti uztvert ļoti vājo starojumu. Uztveramā starojuma frekvence ļoti precīzi jākorrigē Doplera efekta dēļ, kas rodas no komētas un radioteleskopa savstarpējās kustības.

Saskaņā ar starptautisko radioreglamentu, 1660—1670 MHz frekvenču josla radioastronomijai paredzēta tikai pasivam (uztveršanas) režīmam. Lai varētu strādāt aktīvā (raidīšanas) režīmā, uz eksperimenta laiku jādabū īpaša atļauja, un tas, domājams, nenāksies sevišķi viegli.

Tā kā minētajā frekvenču joslā nav atļauts raidīt, protams, netiek sērijveidā ražoti šī diapazona lieljaudas generatori (klistroni). Tāda klistrona izstrāde un izgatavošana var maksāt ļoti dārgi.

Tātad priekšā vēl daudz grūtību, daudz arī neparedzama — Haleja komēta vēl nav radio-

diapazonā pētīta, jo radioastronomija kā zinātne dzima 21 gadu pēc komētas iepriekšējās vizītes. Atliek tikai novēlēt labu veiksmi šī eksperimenta realizētajiem.

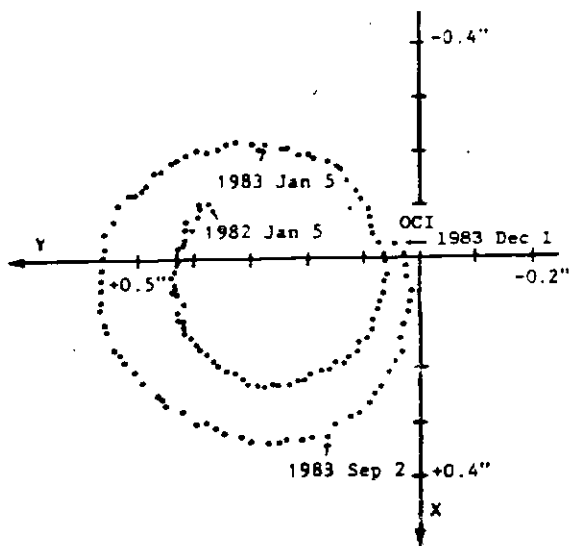
G. Ozoliņš

Starptautiskā programma MERIT

Šīs programmas apzīmējums veidots no projekta pilnā nosaukuma angļu valodā — *Monitor Earth-Rotation and Intercompare the Techniques of observation and analysis*. Programmas galvenais uzdevums ir stimulēt jauno novērošanas metožu attīstību un ieviešanu Zemes rotācijas parametru noteikšanā. Pēc šīs programmas realizēšanas ir jāizstrādā rekomendācijas starptautisko Zemes rotācijas dienestu reorganizācijai. Programmas projektu 1979. gadā apstiprināja gan Starptautiskā astronomijas savienība, gan arī Starptautiskā ģeodēzijas un ģeofizikas savienība.

Kā tagad labi zināms, Zemes rotācija ap asi ir visai sarežģīts process: Zemes ass maina savu telpisko stāvokli attiecībā pret zvaigznēm un arī attiecībā pret pašas Zemes cieto ķermeni, bez tam Zemes rotācijas ātrums mainās. Rotācijas ass kustību telpā (precesiju un nutāciju) astronomi spēj prognozēt ar visai augstu precizitāti pat ilgam laikam uz priekšu. Turpretī Zemes momentānās rotācijas ass stāvokli pret pašu Zemi, kā arī rotācijas ātrumu jeb tam līdzvērtīgu lielumu — pasaules laiku — prognozēt kaut cik ilgākam laikposmam nevar. Sos tā sauktos Zemes rotācijas parametrus var noteikt tikai pēc speciāliem novērojumiem. Ar Zemes rotācijas parametriem mēs saprotam momentānā rotācijas pola koordinātas X un Y attiecībā pret kādu fiksētu vidējo pola stāvokli un astronomiskā pasaules laika UT1 un atoma laika UTC starpību (UT1 — UTC) vai arī t. s. diennakts ekscesu $\Delta D = D - 86\,400$ s, kur D — patiesais diennakts ilgums. Minētais skaitlis izsaka sekunžu skaitu 24 stundās (te laika mērvienība ir atoma sekunde).

Pie secinājuma, ka Zemes rotācijas asij vajag svārstīties attiecībā pret pašu rotējošo ķermeni ap kādu vidēju stāvokli, teorētiskas analīzes



1. att. Momentānā rotācijas pola stāvoklis ik pa 5 dienām no 1982. gada sākuma līdz 1983. gada beigām. X ass vērsta pa Griničas meridiānu.

ceļā jau 18. gs. vidū bija nonācis Leonards Eilers (1707—1783). Par Zemes rotācijas ātruma maiņu un tās cēloņiem savos traktātos rakstīja Pjērs Simons Laplase (1749—1827).

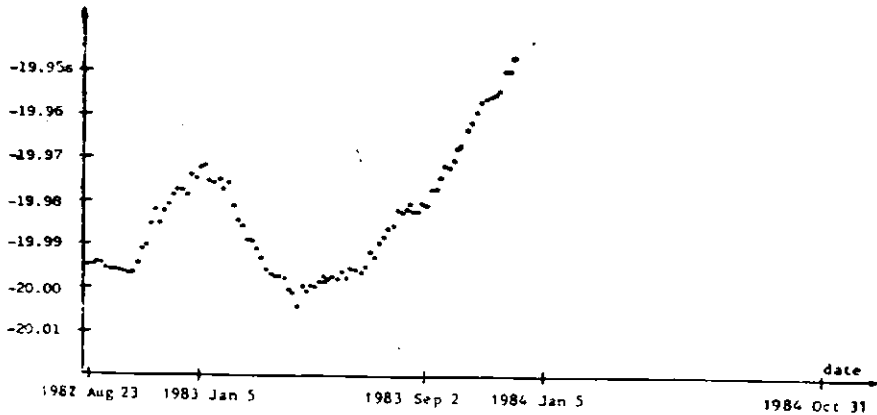
Pola svārstības tieši izpaužas tajā apstākļi, ka periodiski mainās novērošanas vietu platums (φ). Savukārt, regulāri platuma maiņas novērojumi dažādās zemeslodes vietās ir noderējuši par pamatu pola stāvokļa noteikšanai un svārstību analīzei. Šie pētījumi izvērsās par stingri reglamentētas starptautiskas sadarbības paraugu ar Starptautiskā platuma dienesta (tag. Starptautiskais polu kustības dienests) nodibināšanu 1899. gadā, kad Krievija, Itālija, Japāna un ASV uz vienas un tās pašas paralēles ($+39^{\circ}08'$) izvietoja ar viena tipa zenītteleskopiem apgādātas platuma stacijas un iesāka regulārus novērojumus pēc kopējas programmas.

Par starptautiskās sadarbības iesākumu laika noteikšanā var uzskatīt 1921. gadu, kad Parīzē tika izveidots Starptautiskais laika birojs, kas kopš tā laika koordinē visas pasaules zinātnisko darbību šajā jomā. Trīsdesmitajos gados radītie kvarca pulksteņi dod iespēju konstatēt

sezonas nevienmērības Zemes rotācijas ātrumā (Nikolajs Stoiko, 1894—1976). Atoma laika ieviešana piecdesmitajos gados radikāli mainīja visa starptautiskā laika dienesta pamatuzdevumu, jo laika mēra pamatvienību — etalonu — vairs nevajadzēja saistīt ar Zemes griešanos ap asi, bet to varēja definēt, izmantojot vielas atomārās svārstības, kam piemīt ļoti augsta stabilitāte. Laika dienesti no precīzā laika noteicējiem un glabātājiem pārvērtās par Zemes rotācijas nevienmērību pētītājiem. Vienmērīgu laika skalu, kuras stabilitāte tālu pārsniedz Zemes rotāciju, nodrošina atomārie un molekulārie ģeneratori — laika standarti.

Mūsu dienās Zemes rotācijas parametri joprojām tiek noteikti ar klasiskiem astronomijas instrumentiem. To regulāri dara 22 valstīs ar 85 instrumentiem, un iegūto novērojumu rezultātus pēc tam kopīgi apstrādā. Taču prasības paaugstināt iegūto Zemes rotācijas parametru precizitāti aug straujāk nekā praktiskās iespējas paaugstināt novērojumu precizitāti. Nākas atzīt, ka klasiskie novērojumi ir jau tuvu savu iespēju griestiem un, lai ar tiem kaut cik paaugstinātu iegūstamo parametru precizitāti, nāktos ievērojami palielināt veicamo novērojumu daudzumu.

Pēdējos 10—20 gados straujā zinātnes attīstības rezultātā ir izveidotas principiāli jaunas metodes Zemes rotācijas parametru noteikšanai. Teorētiski pārspriedumi sola, ka tās spēs paaugstināt parametru precizitāti apmēram 10 reizes, bet dažos gadījumos pat vairāk (apm. līdz 100 reizēm). Šīs jaunās metodes ir: 1) aktīvo ZMP Doplera efekta novērojumi (pavadonis, kustēdamies pa orbitu, raida stabilitu frekvenci, kas novērošanas punktā uz Zemes pienāk izmainīta atkarībā no ZMP ātruma un kustības virziena attiecībā pret novērotāju); 2) ZMP un Mēness lokācija ar lāzera staru (precīzu attālumu izmērīšana līdz šiem objektiem); 3) radiointerferences metodes tālu kosmisku starojumu novērošanā, gan nodrošinot fāzu stabilitāti dažu desmitu kilometru garā, bāzes interferometros, gan arī ar sevišķi garas bāzes radiointerferometriem (SGBR), kam attālumi starp atsevišķām antenām salīdzināmi ar zemeslodes rādiusu vai pat diametru. Šobrīd praktiski visas šīs metodes ir jau izmēģi-



2. att. Pasaules laika un atoma laika starpība pēc lineārās daļas un sezonas nevienmērību izslēgšanas ik pa 5 dienām no 1982. gada augusta līdz 1983. gada beigām. (Attēli no programmas MERIT 1984. gada janvāra ziņojuma.)

nātas praksē un turpinās attiecīgas aparatūras tālāka pilnveidošana. Iegūtie novērojumu rezultāti patiešām ir jūtami precīzāki iekšējās saskaņas ziņā, bet aprēķinātie Zemes rotācijas parametri attiecīgos laika intervālos ir izrādījušies sistemātiski atšķirīgi no tiem, kas noteikti ar klasiskajām metodēm. Pie tam atšķirības ir lielākas, nekā pieļautu attiecīgā kļūdu analīze varbūtības teorijā. Turklāt ir arī sistemātiskas atšķirības starp parametriem, kas iegūti ar atsevišķām jaunajām metodēm.

Šie pēdējie apstākļi ir pievērsuši visas pasaules zinātnieku uzmanību problēmai, kā tad īsti nākotnē organizēt globālā mērogā Zemes rotācijas parametru augstvērtīgu, operatīvu un ekonomiski pieņemamu noteikšanu. Kādas nākotnes perspektīvas ir katrai no jaunajām metodēm un tiem dienestiem, kurus šobrīd reprezentē Starptautiskais polu kustības dienests (SPKD) ar centru Japānā un Starptautiskais laika birojs (SLB) Parīzē ar laika dienesta tīklu visā pasaulē?

Lai varētu atbildēt uz šiem jautājumiem, ir izstrādāta starptautiskā programma MERIT, kuras darbība iedalīta divos posmos. Pirmais posms ir šīs kampaņas, kas tika realizēta 1980. gada augustā, septembrī un oktobrī. Tās galvenais uzdevums bija precizēt programmas dalībniekus, pārbaudīt sakaru kanālus un, iz-

mantojot iegūto novērojumu analīzi, vēl koriģēt kopējos uzdevumus otrajam posmam — galvenajai kampaņai. Programmas MERIT otrais posms iesākās 1983. gada 1. septembrī un turpināsies līdz 1984. gada 31. oktobrim.

Apstiprinot programmu MERIT, par Zemes rotācijas parametru etalonu nolēma uzskatīt tos rezultātus, kas iegūti ar klasiskajām optiskās novērošanas metodēm. Visiem optiskās novērošanas punktiem tika dota direktīva šīs kampaņas laikā un pirms tam neievieš nekādus jauninājumus, pilnveidojumus vai citas izmaiņas ne aparatūrā, ne arī novērojumu programmā un to apstrādē, bet palielināt vienīgi novērojumu intensitāti. Turpretī galvenās kampaņas laikā, sākot ar 1984. gada 1. janvāri, saskaņā ar Starptautiskās astronomijas savienības pieņemto rezolūciju būtiski izmainīās novērojamo zvaigžņu redzamo koordinātu aprēķināšana, vienlaikus pārejot uz jaunu astronomisko konstanšu sistēmu un citādu skaitļošanas algoritmu. Vienlaicīgi bija paredzēta arī pāreja no zvaigžņu koordinātu fundamentālās sistēmas FK4 uz jauno sistēmu FK5, bet objektīvu apstākļu dēļ šīs fundamentālās sistēmas izveidošana diemžēl ir aizkavējusies.

Starptautiskajā programmā MERIT piedalās arī P. Stučka Latvijas Valsts universitātes

Astronomiskās observatorijas laika dienests, katru skaidru nakti novērojot ar fotoelektrisku pasāžinstrumentu un tādējādi pārstāvot klasiskās metodes.

Isās kampaņas laikā iegūto novērojumu analīze parādīja, ka laika noteikšanā visaugstākā precizitāte no visiem klasiskajiem instrumentiem ir fotoelektriskajiem pasāžinstrumentiem, turpreti Zemes rotācijas parametru noteikšanā vislielāko ieguldījumu dod fotogrāfiskie zenītteleskopi. Te jāpiebilst, ka lielākajai daļai tā saukto klasisko instrumentu (fotogrāfiskajiem zenītteleskopiem, astrolabijai) un metožu (fotoelektriskai zvaigžņu tranzītmomentu reģistrācijai) nav ilgāks mūžs par gadsimta pusi. Interesanti, ka diviem laika (metode gan principā neas instrumentiem — prizmas astrolabijai un cirkumzenītam — principiāli aizmetņi atrodami jau Rīgas Politehnikuma profesora Aleksandra Beka (1847—1926) darbos pagājušā gadsimta pēdējā ceturksnī.

Klasisko un moderno metožu salīdzinājums pēc isās kampaņas novērojumu rezultātiem apstiprināja jau teikto par jauno metožu augsto precizitāti noverojuumu iekšējās saskaņas ziņā. Īpaši veiksmīgas izradījās ZMP un Mēness lokācija ar lāzera staru (metode gan principā neasaka nevis laiku, bet atvasinātu lielumu — diennakts ilgumu) un sevišķi garas bāzes radiointerferometrija. Šo abu metožu nozīmīgums tuvākajā laikā vēl palielināsies, stājoties ierindā aparatūrai, kas patlaban atrodas tapšanas stadijā.

Isās kampaņas novērojumu rezultātus izmantoja arī kopīgai Zemes rotācijas parametru aprēķināšanai. Bez tam tika novērtēts katras metodes devums šajā kopīgajā skaitļojumā. Izradījās, ka pola koordinātu noteikšanā jau pašreiz iespējams pilnīgi pāriet uz jaunajām metodēm, kas deva apmēram 80% visu novērojumu. Turpreti laika noteikšanā šobrīd vēl 84% rezultātu dod klasiskās metodes un tikai pārējos 16% — radiointerferences metodes. Ar interesi te gaidāmi programmas MERIT galvenās kampaņas rezultāti un rekomendācijas, kas izrietēs no tiem.

Leonids Roze

Kāpēc Saule pulsē?

Mūsu Saule pulsē ar 160 minūšu periodu. Šo interesanto parādību pirmie novērojuši PSRS ZA Krimas Astrofizikas observatorijas līdzstrādnieki akadēmiķa A. Severnija vadībā 1974. gada augustā (sk. Averjanina J., Cimachoviča N. Saules pulsācija. — Zvaigžņotā debess, 1978. gada pavasaris, 12.—16. lpp.). Krimas astrofizikā veic arī teorētiskus pētījumus, lai izprastu Saules pulsāciju cēloņus. Nesen publicēts A. Severnija un A. Kosovičeva raksts par pulsāciju iespējamo izcelšanas garāmejošas zvaigznes gravitācijas spēka ietekmē. Darbs publicēts PSRS ZA izdevumā «Pisjma v Astronomičeskij žurnal» (1983, 9. sēj., nr. 7, 424.—431. lpp.).

Jau mūsu gadsimta 20. gados radās doma, ka gadījumā, ja zvaigznes tiekas — pāiet viena otrai garām —, paisuma spēki var izraisīt to lielā uzspiestas svārstības. Tomēr šādas tikšanās varbūtība šķita ļoti niecīga, piemēram, Saulei tās dzīves laikā pat neiespējama. Taču pēdējos gados veidojas uzskats, ka Saule kādreiz ietilpusi jaunu zvaigžņu kopā, kur zvaigžņu blīvums bijis samērā liels un tāpēc to tikšanās varbūtība bijusi krietni lielāka.

Tāpēc A. Severnija un A. Kosovičevs teorētiski analizēja, kādas Saules gāzu perturbācijas var rasties zvaigžņu sastapšanās rezultātā. Aprēķini rādīja, ka šāds notikums tiesām izraisīda dažādas svārstības zvaigžņu lielā. Svārstību kopaina ir ļoti komplicēta, jo paisuma spēki zvaigžņu garāmeiešanas laikā mainās. Aplūkojamā zvaigzne perturbējošās zvaigznes ietekmē kļūst par nestabilu elipsoīdu. Elipsoīda lielā ass nepārtraukti maina virzienu, sekojot perturbējošās zvaigznes kustībai telpā. Tāpēc zvaigzne papildus pašsvārstībām, kas ir simetriskas attiecībā pret zvaigznes polāro asi, resp., papildus stāvviļņiem, rodas arī skrejošie viļņi, kas izplatās otrās zvaigznes virzienā. To amplitūda ir vairākkārt lielāka par stāvviļņu amplitūdu.

Abu svārstību periodi ir atkarīgi no zvaigžņu masu attiecības, no attāluma starp zvaigznēm un no zvaigžņu iekšējās uzbūves. Ja pieņem, ka perturbējošajai zvaigznei ir piecreiz mazāka masa nekā Saulei un ka tā pagājusi Saulei ga-

rām 3—4 Saules rādiusu attālumā, tad tiešām iznāk 160 minūtēm tuvs periods.

Teorijā vēl pastāv vairākas neskaidrības, galvenokārt par dažādu svārstību rīšanu: kāpēc saglabājušās tieši 160 min svārstības? Bet kādā citā jautājumā minētā teorija labi atbilst novērojumiem: aprēķini liecina, ka 160 min svārstībās vajag būt diviem tuviem periodiem. Un šādi periodi ir: Krimas Astrofizikas observatorijā deviņus gadus ilgos novērojumos konstatēts, ka 160 min svārstībās ir divi periodi — 160^m, 01 un 158^m, 98. Otrajām gan ir mazāka intensitāte, tomēr to skaitliskais lielums labi atbilst teorijas prasībām.

Tātad pilnīgi iespējams, ka Saulei novērotās 160 min svārstības ir reliktas, radušās tās dzīves senākajā posmā. Krimas astrofizikā secina, ka analogs varētu būt arī cefeīdu pulsāciju cēlonis, kas līdz šim vēl nav noskaidrots. Šo apsvērumu apstiprina arī cefeīdu «jaunība», to vēl nesenā atrašanās jaunu zvaigžņu kopā, kur bija iespējamas savstarpējas tikšanās.

N. C i m a h o v i č a

Jauni Venēras radarattēli

Tā kā Venēru vienmēr skauj bieža mākoņu sega, radiolokācija ir vienīgā iespēja, kā kaut vai vispārējos vilcienos iepazīt daudz maz plašus šīs planētas apgabalus. (Atsevišķu vietu apskatei vissīkākajās detaļās, protams, noder ar telekamerām aprīkoti kosmiskie aparāti, kas ierodas tieši uz planētas virsmas — tādi kā, piemēram, «Venēra-13» un «Venēra-14».)

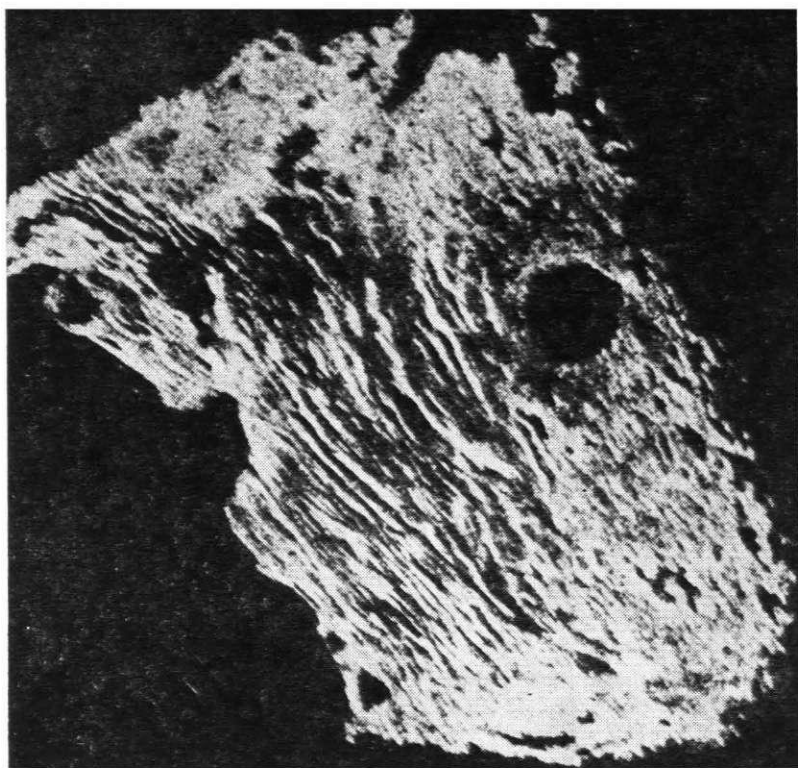
Kā zināms, neliels radiolokators 1978.—1980. g. darbojās Venēras trešajā mākslīgajā pavadoņī «Pioneer-Venus-1», kura orbīta gan nebija gluži optimāla visas virsmas vienmērīgai apskatei — tas pacēlās stipri augstu jau virs mērenajiem platumu grādiem un vispār nelidoja pāri polu apgabaliem. Tādēļ virs planētas lielākās daļas šis instruments funkcionēja vienīgi kā altimetrs, ļaujot sastādīt reljefa karti ar izšķirtspēju 50—100 km, kura galu galā aptvēra 93 procentus planētas virsmas (sk.

krāsu ielikumu «Zvaigžņotās debess» 1981. gada vasaras numurā). Taču, kad orbītas pericentra apkaimē pavadonis nolaidās zemāk par 550 kilometriem, tā instruments spēja funkcionēt arī kā sanskata lokators, ļaujot ar t. s. apertūras sintēzes metodi iegūt Venēras ekvatoriālās zonas attēlus, kuru izšķirtspēja ir līdz 25 kilometriem.

Apvienojot šo vizuālo informāciju ar radioaltimetrijas datiem un tā paša lokatora sniegtajām ziņām par virsmas radiorefektivitāti dažādos apstarojuma leņķos, kļuvis iespējams sistemātiski izvērtēt gan virsmas vispārējo reljefu, gan nelielos reljefa veidojumus sastopamo nogāžu vidējo stāvumu, gan pavisam sīko virsmas nelīdzenumu daudzumu. Venēras ekvatoriālajā zonā identificētas trīs tektoniskās aktivitātes izpausmju joslas, kuras izceļas uz pārējās virsmas fona ar paaugstinātu apvidus grumbulainību, stāvākām nogāzēm, bet visvairāk — ar milzīgiem kanjoniem, kuriem bieži vien abās pusēs slejas kalnu grēdas (sk. kartī krāsu ielikumā). Tipiska kanjona garums ir vairāki simti kilometru, platums — kādi 75—100 km, dziļums sasniedz 3 km, bet tos ieskaujošo grēdu augstums ir 0,5—2,5 kilometri. Nogāžu stāvums šajos veidojumos, kas atgādina t. s. rīfta ielejas uz Zemes, nereti pārsniedz 10 grādus — ļoti daudz Venēras mērogos.

Patī grandiozākā tektoniskās aktivitātes josla stiepjas apmēram paraleli ekvatoram cauri visai Afrodites Zemei (*Aphrodite Terra*) un, šķērsojusi plašu lidzenumu, beidzas Betas apgabalā (*Beta Regio*): tās garums tātad sasniedz 21 000 km jeb vairāk nekā pusi planētas apkārtmēra! Otra josla, kuras garums ir 14 000 km, sākas Temīdas apgabalā (*Themis Regio*) ap 45° dienvidu platumu, turpinās ziemeļrietumu virzienā un, krustojot pirmo, iet pāri visam Atlas apgabalam (*Atla Regio*) — Afrodites Zemes mazākajam (austrumu) fragmentam. Trešā josla stiepjas ziemeļu—dienvidu virzienā no Betas apgabala līdz Fēbes apgabalam (*Phoebe Regio*) un tādējādi ir pati isākā — tikai 6000 kilometru.

Jāpiebilst, ka tektoniskās aktivitātes joslu krustojšanās vietas — *Atla Regio* un *Beta Regio* — sakrīt ar apgabaliem, kuros, spriežot pēc Venēras gravitācijas un elektriskā lauka



1. att. Maksvela kalnu radaruzņēmums ar Aresivo observatorijas 305 m diametra radioteleskopu 1983. gada vasarā: apmēram 100 km lielajā radiotumšajā krāterī saskatāms vēl otrs uz pusi mazāks — gluži kā ne vienā vien Zemes un Marsa vulkānu kalderā. Kalnu dienvidrietumu nogāzē ir paralēlu grēdu, plaisu vai kāpļu sistēma, kuras turpinājums dažviet saskatāms arī radiotumšajā Lakšmi plakankalnē (kreisajā apakšējā stūrī). Virsmas detaļu izšķirtspēja attēla oriģinālā sasniedz jau 1,5 kilometrus. (Pēc «Science».)

īpatnību mērījumiem no «Pioneer-Venus-1», varētu būt mūsdienās darbīgi vulkāni.¹

Turpina pilnveidoties arī Venēras radarzondēšanas pati agrinākā realizācija — lokācija no Zemes, kuras gaitā parasti kartē planētas virsmas radiorefektivitāti — spēju atstarot radioviļņus. Kā liecina gan teorija, gan eksperimenti, šis raksturlielums atkarīgs no virsmas materiāla un, vēl vairāk, — no atstarošanās leņķa un sīku (ar radioviļņu garumu samēro-

jamu) nelidzenumu daudzuma: grumbuļains apvidus radarattēlos izskatās gaišs, gluds — tumšs.

Aplūkojot šādā veidā Venēru ar Aresivo observatorijas (Puertoriko) 305 m diametra radioteleskopu, jau 1976. gadā pat tajos planētas apgabalos, kas bija diezgan tālu no Zemei pievērstā virsmas punkta, izdevās sasniegt 22 km izšķirtspēju. (Ar optiskajiem teleskopiem, ja nebūtu mūžīgo mākoņu, uz Venēras pat visideālākajos apstākļos varētu saskatīt vienīgi detaļas ar vismaz 100 km caurmēru, bet reāli — tikai vēl dažas reizes lielākas.) Izmantojot to pašu instrumentu, taču modernāku aparatūru,

¹ Sk. M ū k i n s E. Kosmiskie automāti zondē Venēru. 1. — Zvaigžņotā debess, 1983. gada vasara, 21.—28. lpp.

2. att. Betas apgabala radaruzņēmums ar Are-sivo radioteleskopu: meridionālā virzienā stiepjas garas radiogaišas joslas — šauras grēdas, plaisas vai kāples. (Pēc «Sky and Telescope».)

1981. gadā izšķirtspēja pieauga līdz 6 kilometriem, bet pēdējā notikušajā seansā, 1983. gada vasarā, sasniedza jau 1,5—2 kilometrus!

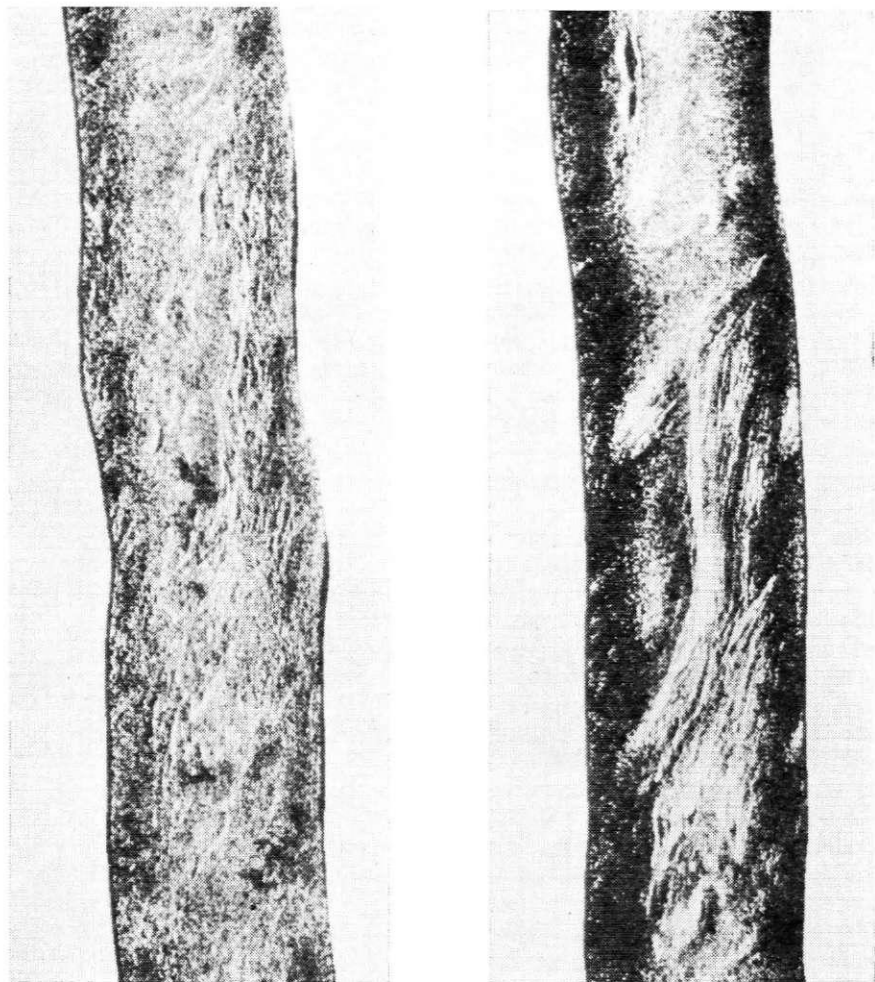
Līdztekus lineārajai izšķirtspējai krasi pieaugusi arī radarsistēmas kontrastjutība, ļaujot pamanīt pavisam niecīgas variācijas virsmas radioreflektivitātē. Rezultātā lielajā radiotumšajā krāterī, kas tika pamanīts Maksvela kalnu (*Maxwell Montes*) augstākajā daļā iepriekšējās eksperimentu sērijas gaitā (sk. attēlu «Zvaigžņotās debess» 1983. gada vasaras numurā, 26. lpp.), kļuvis skaidri saskatāms otrs, apmēram uz pusi mazāks un vēl tumšāks krāteris, kuru apjož mazliet gaišāka apmale (1. att.). Tādējādi šis 100 km lielais veidojums pat detaļās izskatās ļoti līdzīgs vairākām Zemes, Marsa un Jo vulkānu kalderām — plašiem un samērā gludiem (vismaz centimetru un decimetru mērogā) iebrukuma krāteriem, kurus radījusi lavas atkāpšanās atpakaļ debess ķermeņa dziļēs.

Aplūkojot ar tikpat augstu izšķirtspēju arī citus lielās ziemeļu augstienes — Ištaras Zemes (*Ishtar Terra*) — apgabalus, tur pamanītas daudzas pamišus novietotas 10—20 km platas radiogaišas un radiotumšas svītras, kas ir aptuveni paralēlas tuvējām kalnu grēdām (*Akna Montes*, *Freyja Montes* un *Maxwell Montes*). Daudzas garas gaišas svītras šķērso garenvirzienā arī visu Betas apgabalu (2. att.), kas pēc agrāko radarnovērojumu datiem tiek visai vienprātīgi atzīts par divu milzīgu vairogveida vulkānu (*Rhea Mons* un *Theia Mons*) kompleksu. Tā kā veidojumi, kas izraisa šādus radarkontrastus, patiesībā droši vien ir virsmas krokas vai arī kāples, to bagātīgā klātbūtne abās augstienēs liecina, ka uz Venēras tektoniskie un vulkāniskie procesi ir savā starpā cieši jo cieši saistīti.

Diemžēl abu Venēras polu apkārtnē tīri ģeometrisku faktoru dēļ lokatoriem uz Zemes ir nepieejama, un, savukārt, pirmajā planētas kartēšanas eksperimentā no mākslīgā pavadāja apgabali aiz 75° ziemeļu platuma un 63° dien-



vidu platuma palika neaplūkoti konkrēto «Pioneer-Venus-1» orbītas parametru dēļ. Dienvidpola rajons, cik var spriest pēc tā apkāmes, droši vien ir tāds pats monotons līdzenums, kāds aizņem 60% iepazītās teritorijas, turpretī ziemeļpola rajonā plaši iesniedzas no ģeoloģiskā viedokļa ļoti interesantā Ištaras Zeme.



3. att. Venēras ziemeļpola apkārtnes radaruzņēmumi no pavadoņa «Venēra-15» ar 1,5—2 km izšķirtspēju (fragmenti no 7000 km garas un 150 km platas apskates joslas): līdzenumi un tektonisku kroku apgabali, krāteri un kalnu grēdas. (Pēc «Zemļa i Vseļennaja».)

Tādēļ padomju automātiskajām stacijām «Venēra-15» un «Venēra-16», kas kļuva par planētas mākslīgajiem pavadoņiem 1983. gada oktobrī, galvenais uzdevums bija, izmantojot lielu sānskata radiolokatoru, kartēt ziemeļu puslodi ar maksimālo izšķirtspēju 1,5—2 km (polu tuvumā, kur atrodas to orbitu zemākās daļas).

Pirmajos jauno pavadoņu pārraidītajos radarattēlos, kuri aptver ap 150 km platas un 7000 km garas joslas ar minimālo attālumu no pola 4—5 grādi, paši uzkrītošākie veidojumi, neapšaubāmi, ir tektonisko procesu pēdas. Proti, tur saskatāmi divi lieli smalki sakrokota reljefa apgabali, kuru caurmērs pavadoņu tra-



4. att. Fragments no «Venēras-15» iegūta Me-tīdas apgabala radarattēla: kupolveida pacē-lums ar krāteri virsotnē. (TASS fotohronika, 1983. gada 16. novembris.)

ses virzienā ir vairāk nekā 500 km (3. att.); spriežot pēc stipri atšķirīgā atsevišķo kroku asuma, tie ir pavisam dažādi pēc vecuma. Redzamas arī dažas aptuveni 100 km garas kalnu grēdas, dažām no tām galos ir ieapaļi pau-guri, kuru pamatnes diametrs ir 6—8 kilo-metri. Sādu ģeoloģisko veidojumu klātbūtne aplūkotojā rajonā liecina, ka Ištāras Zemes



5. att. Maksimāli palielināts fragments no «Venēras-15» iegūta radarattēla: liels krāteris ar dubultu valni un centrālo uzkalniņu. (TASS fotohronika, 1983. gada 16. novembris.)

agrāk nepazīstamā daļa varētu būt apmēram tikpat plaša kā jau iepazītā. Pēc eksperimentā iesaistīto zinātnieku domām, šajā apvidū sa-stopami arī vulkāniskas dabas veidojumi, pie-mēram, kupolveidīgs pacēlums ar lielu krāteri virsotnē (4. att.).

Jaunajos radarattēlos atrodami arī diezgan daudzi krāteri ar diametru no nepilniem 20 līdz apmēram 100 kilometriem, kuru līdzība analo-giskiem veidojumiem citur Saules sistēmā un ne ar ko īpašu neizceļošās atrašanās vietas liek piedēvēt to izcelsmi meteorītu triecieniem, t. i., tīri ārēja faktora iedarbībai. Patiesi, tie sastopami gan līdzemos, gan sakrokotā rel-jeja apgabalos, gan citur; dažiem lielākajiem centrā ir uzkalniņš (5. att.), kāds raksturīgs tieši meteorītu radītiem krāteriem. Taču, tāpat kā ne vienam vien agrākajos radiolokācijas eksperimentos pamanītajam krāterim, arī daļai jaunatklāto pavisam viennozīmīgi noteikt iz-celsmi vēl nav iespējams: tiem piemīt vienlai-kus it kā gan vulkānisku, gan triecienkrāteru iezīmes...

E. M ū k i n s



„SALŪTS – 7”

SALĪDZINĀJUMĀ AR PRIEKŠTEČIEM

Orbitālā stacija «Salūts-7» pēc izskata maz atšķiras no savas priekšteces, bet nav arī tās kopija. «Salūta-6» konstrukcijas modernizēšanas rezultātā ir paaugstināta aparātūras darbības efektivitāte, būtiski paplašināta zinātniski tehnisko pētījumu programma, ir radīti labāki darba un atpūtas apstākļi apkalpei.

Stacija sastāv no trim hermētiskām telpām — darba nodalījuma un diviem pārejas nodalījumiem, kas ved uz sakabināšanās mezgliem, — un nehermetizētiem agregātu un zinātniskās aparātūras nodalījumiem (1. att.). «Salūta-7» garums ir ap 15 m, maksimālais diametrs — mazliet vairāk par 4 m, bet Saules bateriju paneļu atplekums — 17 metri. Kad stacijai pieslēgušies divi transportkuģi «Sojuz» vai «Progress», kosmiskā kompleksa garums pieaug līdz 30 metriem.

«Salūta-7» trīs Saules bateriju paneļi ārēji neatšķiras no tiem, kuri apgādāja ar elektroenerģiju «Salūtu-6», taču to jauda palielinājusies par apmēram desmit procentiem uz fotoelementu lietderības koeficienta pieauguma rēķina.*

«Salūta-7» iekšienē saglabāts horizontāls iekārtojums — grīda un griesti ir paralēli stacijas asij (sk. shēmu «Zvaigžņotās debess» 1984. gada pavasara numura krāsu ielikumā). Veiksmīgi izkārtoti tehnisko sistēmu un zinātniskās aparātūras vadības posteņi, fizikultūras rīku komplekss (veloergometrs, trestbāns u. c.), divas slūžu kameras, guļamvietas. Jaunā kosmiskā mītne ir

komfortablāka nekā iepriekšējās. Tajā kļuvis gaišāks, lai gan lampu skaits nav pieaudzis — gluži vienkārši tās racionālāk izvietotas. Citāds ir arī gaismas spektrālais sastāvs, kas nodrošina pareizāku krāsu atainojumu fotouzņēmumiem un kinofilmām. Galvenajā vadības postenī novākti aviācijas parauga sēdekļi, jo izrādījies, ka bezsvara apstākļos pilnīgi pietiek ar pārnēsājamu tabureti un kāju fiksatoriem.

«Salūta-7» ierīkotā sistēma «Rodņik» apgādā apkalpi ar auksto ūdeni. Tā sastāv no stacijas agregātu nodalījumā novietotās tvertnes ar 400 l tilpumu un paša ūdensvada, pa kuru ūdens nonāk līdz «virtuvei». Ūdens krājumi tiek regulāri papildināti no attiecīgajām transportkuģu «Progress» tvertnēm.

Karsto ūdeni joprojām dod gaisā esošā mitruma reģenerācijas sistēma, kas bija attaisnojusi jau agrāk, sagādājot «Salūta-6» apkalpēm vairāk nekā 600 l verdoša ūdens. Iepriekšējā parauga dušas iekārta papildināta ar elektrisko krāsni, un tagad kosmonauti pirms ūdens procedūrām var krietni izviedrēties.

Pārnēsājamas miniradiostacijas dod iespēju kosmonautiem, kas atrodas dažādās kosmiskā kompleksa telpās, uzturēt savstarpējus sakarus, nepieslēdzoties sarunu iekārtām, kādas ir tikai vadības posteņos. Ar darba nodalījumā uzstādīta retranslatora starpniecību apkalpes locekļi var arī uzreiz sazināties ar Zemi.

Navigācijas sistēma «Delta», kurā ietilpst ESM, «Salūta-6» vēl skaitījās eksperimentāla, bet tagad ir ietverta stacijas «štafa» bortsistēmu sarakstā. Tās funkcijas ir visai plašas: navigācijas

* Vidējā paneļa jaudu vēl par 50 procentiem paaugstināja divas papildu sekcijas, ko 1983. gada novembrī tam piemontēja kosmonauti V. Ļahovs un A. Aleksandrovs. (Redkol. piez.)

aprēķini, radioaparātūras ieslēgšana un izslēgšana sakaru seansos, kosmonautiem nepieciešamo uzzīņu izsniegšana, zinātniskās aparātūras notēmēšana uz izraudzītajiem objektiem.

Viena no slūžu kamerām, kuras kalpoja atkritumu izvadīšanai no stacijas atklātā kosmosā, tika modernizēta jau «Salūtā-6». Rezultātā pavērās iespēja ievietot tajā tehnoloģisko krāsni «Splav» un citas zinātniskajiem pētījumiem nepieciešamās iekārtas. Tagad pilnveidota arī otra kamera, tādējādi eksperimentus, kuros izmanto ārpusē valdošo vakuumu, var veikt ar krietni plašāku vērienu nekā agrāk.

Modernizāciju piedzīvojusi arī termoregulācijas sistēma, kura, atšķirībā no dažām citām, darbojas nepārtraukti. Lai arī sistēmas abi konģūri (ārējais un iekšējais) ir dublēti, tajos ietilpstošo hidrobloku un līdz ar to visas sistēmas darbmūžs ir ierobežots. «Salūtā-7» paneļus ar hidroblokiem, kas izgājuši no ierindas, var nomainīt, tāpat lidojuma gaitā var papildināt sistēmas šķidro un gāzveida siltumnesēju krājumus.

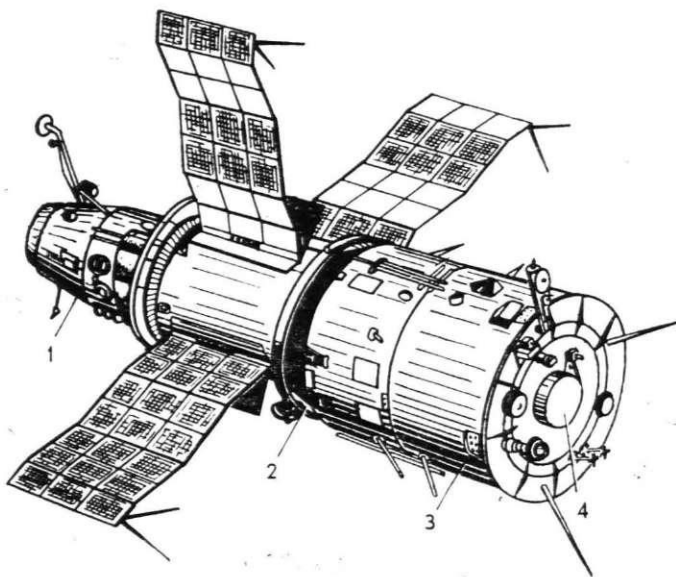
Atvieglināta piekļūšana arī vairākiem citu sistēmu blokiem, tādējādi saīsinās tehniskās apkopes laiks un uzlabojas tās kvalitāte. Daži lielākie dzīvības nodrošināšanas sistēmas mezgli sada-

līti atsevišķos blokos, lai atvieglotu to iekraušanu un izkraušanu.

Vēl viens jaunievedums: dažus iluminatorus no ārpusē sedz caurspīdīgi vāciņi, tā ka stikls saglabājas tīrs un nesaskrābāts, lai gan lidojuma gaitā stacija ne vienu reizi vien nonāk meteoru plūsmās. Eksperimentu laikā vāciņus var atvērt.

«Salūts-7» ir plaša profila orbitālā laboratorija, kas domāta astrofizikāliem, ģeofizikāliem, medicīniski bioloģiskiem un citādiem pētījumiem un eksperimentiem kosmiskā lidojuma apstākļos. Astrofizikālajiem novērojumiem kalpo liels aparātūras komplekss (masa ap 500 kg), kas izvietots zinātniskās aparātūras nodalījumā un atklātā kosmosā. Tajā ietilpstošie instrumenti domāti kosmisko rentgenavotu izpētei — spektru un starojuma laicisko variāciju analīzei. Šo iekārtu prototipi labi darbojās «Salūtā-4», taču tagad tie ir kvalitatīvi jauni instrumenti. Vienam no tiem, piemēram, starojuma uztvērēju platība desmitkārtšojusies un rezultātā trīs reizes pieaugusi jutība.

Ģeofizikālo pētījumu kompleksa galvenie instrumenti ir fotoaparāti MKF-6M un KATE-140, spektrofotometriskā aparātūra, pārnēsājami fotoaparāti un citas portatīvas optiskās ierīces. Orbitālās stacijas bioloģisko aparātūru veido ap



1. att. Padomju orbitālās stacijas «Salūts-7» galvenās sastāvdaļas: 1 — priekšējā pārejas kamera, 2 — darba nodalījums, 3 — agregātu nodalījums, 4 — pakalējais sakabināšanās mezgls. (Pēc «Zemļa i Vseļennajā».) «Salūta-7» iekšējā iekārtējuma shēmu sk. «Zvaigžņotās debess» 1984. gada pavasara numura krāsu ielikumā.

10 iekārtu, bet tajās pētāmos objektus uz staciju un atpakaļ uz Zemi nogādā pilotējamie transportkuģi «Sojuz T».

Pavisam «Salūta-7» ir daži desmiti lielu un mazu pētniecisko instrumentu, taču ar to vien

zinātniskajiem un tehniskajiem eksperimentiem domātās aparatūras klāsts nav izsmelts: jaunus instrumentus palaikam atved transportkuģi «Progress».

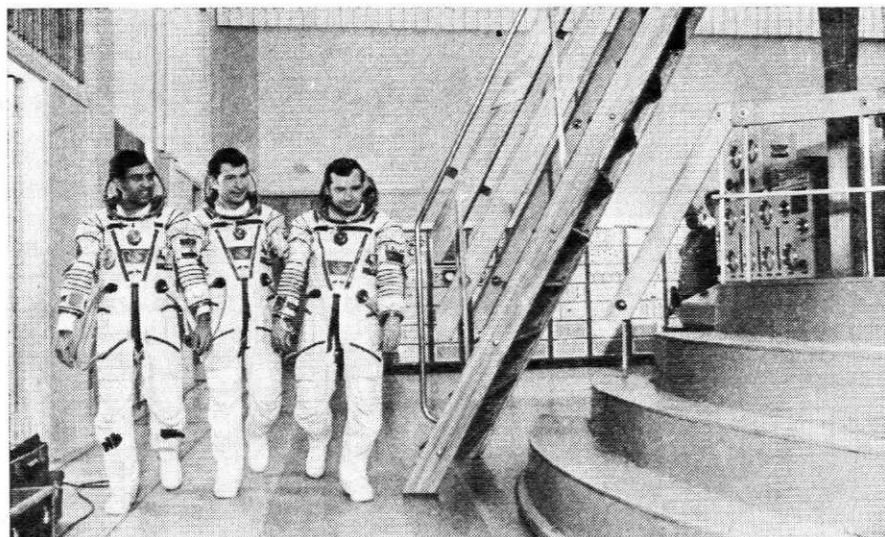
(Pēc «Aviācija i kosmonāvika»)

TREŠĀ EKSPEDĪCIJA UZ „SALŪTU-7”

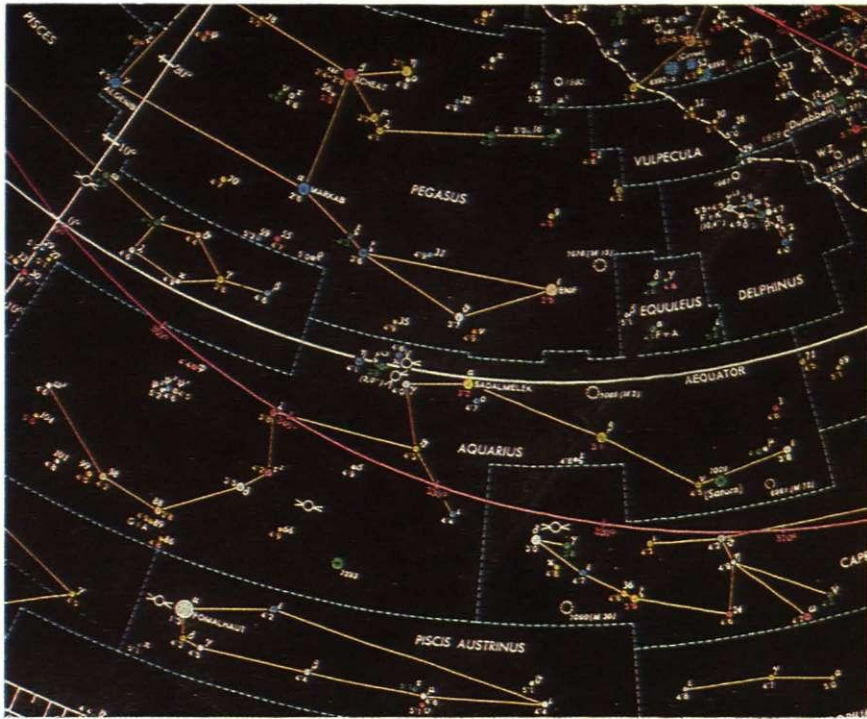
Kā jau ziņojām, padomju orbitālā zinātniskā stacija «Salūts-7» tika ievadīta orbitā ap Zemi 1982. gada 19. aprīlī. 1982. gadā no 13. maija līdz 10. decembrim un 1983. gadā no 28. jūnija līdz 23. novembrim stacijā strādāja pirmās divas ekspedīcijas.*

* Par stācijas «Salūts-7» līdzšinējo darbu sk.: Zvaigžņotā debess, 1982./83. gada ziema, 18., 19. lpp.; 1983. gada pavasaris, 18., 19. lpp.; 1983. gada vasara, 20., 21. lpp.; 1984. gada pavasaris, 15. lpp.

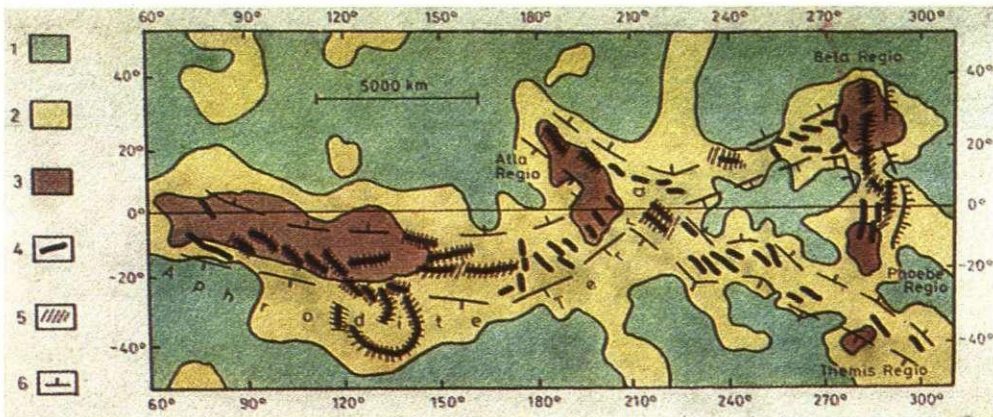
1984. gada 8. februārī ar kosmosa kuģi «Sojuz T-10» uz orbitālo staciju devās trešās ekspedīcijas pamatapkalpe — kuģa komandieris PSRS lidotājs kosmonauts Leonīds Kizims (viņa pirmais lidojums kosmosā notika 1980. gadā kuģī «Sojuz T-3» un stacijā «Salūts-6»), bortinženieris Vladimirs Solovjovs un kosmonauts pētnieks Oļegs Atjkovs. Atšķirībā no iepriekšējām ekspedīcijām, šoreiz stācijas pamatapkalpē ietilpst trīs kosmonauti un viens no tiem — Oļegs Atjkovs — ir profesionāls ārsts, sirds un asinsvadu slimību speciālists. Viņa pienākumos ietilpst ne



1. att. Padomju un indiešu apkalpe Jurija Gagarina Kosmonautu sagatavošanas centrā: indiešu kosmonauts Rakešs Šarma, padomju kosmonauti Jurijs Mališevs un Genadijs Strekalovs. (TASS fotohronika, 1984. gada 20. marts.)



Rudens vakaros redzamā debess ekvatora un ekliptikas apgabals ar Pegaza un Ūdensvīra zvaigznājiem centrā. Zvaigžņu krāsas atbilst to spektra klasei. O/B spektra klases zvaigznes — gaiši zilas, A — baltas, F — zaļas, G — dzeltenas, K — oranžas, M — sarkanas. Pārsvitrotie aplīši — dubultzvaigznes, aplīši ar horizontāliem un vertikāliem stariem — radiostarojuma avoti, ovāli — galaktikas, punktētie aplīši — lodveida zvaigžņu kopas, punktētie piecstūriši — vaļējās zvaigžņu kopas, šķērssvitrotie plankumi — miglāji. (Pēc «Kosmos. Himmelskarte des nördlichen Himmels 1950, O.» Prag, 1983.)



Tektoniskās aktivitātes izpaušmju joslas Venēras ekvatoriālajā zonā pēc pavadoņa «Pioneer-Venus-1» radarnovērojumiem: 1—3 — pieaugošs virsmas augstums (1 — mazāk par 6051,5 km no planētas centra), 4 — kanjoni, 5 — kalnu grēdas, 6 — tektonisko joslu robežas. (Sk. E. Mūkina rakstu «Jauni Venēras radarattēli».)



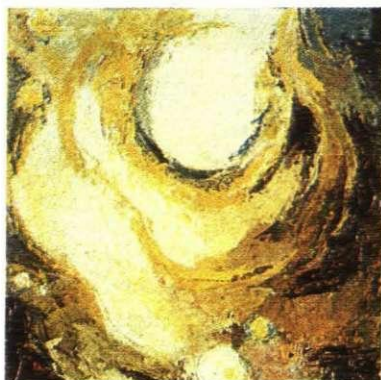
Z. Loginas gobelēni, reljefi gleznojumi un gobelēnu meti.
«Lidojums». Gobelēns (240×230 cm²).



«Starojums». Reljefs gleznojums
(92×92 cm², eļļa).



«Galaktika». Gobelēna mets
(27×28 cm², eļļa).



«Saules gaisma». Gobelēna mets
(34×28 cm², eļļa).



«Galaktiku pasaulē». Reljefs gleznojums
(92×92 cm², eļļa).

(Sk. N. Cimahovičas rakstu «Kosmosa gleznotāja Zenta Logina.»)



Rietumeiropas kosmonauti. Augšā — Francijas Nacionālā kosmisko pētījumu centra (CNES) izraudzītie kosmonauti Zans Lū Kretjēns un Patriks Bodrī padomju orbitālās stacijas «Salūts» maketā-trenažieri. (*Pēc «СССР—Франция». На космических орбитах».*) Аракšā — Eiropas kosmonautikas pārvaldes (ESA) izraudzītie kosmonauti Franko Malerba (Itālija), Ulfs Merbolds (Rietumvācija), Vubo Okelss (Holande) un Klods Nikoljē (Šveice) Rietumeiropas orbitālās laboratorijas «Spacelab» maketā-trenažieri (*ESA attēls*): pirmais vairs lidojumiem negatavojas. (Sk. E. M ū k i n a rakstu «Rietumeiropa un pilotējami kosmiskie lidojumi».)





2. att. Padomju un indiešu kopīgā kosmiskā lidojuma simboliskie priekšmeti: lidojuma emblēma, piedurkņu un krušu uzšuves. (TASS fotohronika, 1984. gada 21. marts.)

vien apkalpes locekļu veselības stāvokļa kontrole un dažādi medicīniski eksperimenti un pētījumi, bet arī darbi, kas saistīti ar apkalpes sadzīves organizēšanu, borta dokumentācijas kārtošānu, transportkuģu izkraušānu operācijām. Līdz ar to kuģa komandieris un bortmehāniķis var vairāk laika veltīt zinātniskiem un tehnoloģiskiem eksperimentiem, Zemes novērojumiem un fotoģrafēšanai.

Nākamajā dienā pēc starta kosmosa kuģis saslēdzās ar orbitālo staciju. Kosmonauti pārgāja stacijas telpās un sāka tās sistēmu dekonserveciju un sagatavošanu darbā. Tika nomainīti atsevišķi borta aparātūras elementi, uzstādīts jauns attīrīšanas bloks sistēmā, kas reģenerē ūdeni no atmosfēras mitruma. Stacijas apkalpe sāka plānā paredzētos pētījumus un eksperimentus.

1984. gada 21. februārī tika palaists un divas dienas vēlāk ar orbitālo kompleksu «Salūts-7» — «Sojuz T-10» saslēdzās kārtējais automātiskais transportkuģis «Progress-19». Tas atveda uz sta-

ciju aparātūru un materiālus zinātniskiem pētījumiem un dzīvības nodrošināšanas sistēmām, ūdeni, pastu, degvielu stacijas dzinējiekārtai. Izmantojot transportkuģa dzinēju, tika veiktas trīs kompleksa orbītas korekcijas. «Progress-19» lidojums kompleksa sastāvā ilga līdz 31. martam, 1. aprīlī kuģis tika nobremzēts, iegāja atmosfēras blīvajos slāņos un beidza eksistēt.

1984. gada 3. aprīlī, saskaņā ar vienošanos starp PSRS un Indiju, uz orbitālo kompleksu ar kuģi «Sojuz T-11» devās starptautiska apkalpe: kuģa komandieris PSRS lidotājs kosmonauts Juris Mališevs (viņa pirmais lidojums kosmosā 1980. gadā kuģī «Sojuz T-2» un stacijā «Salūts-6»), bortinženieris PSRS lidotājs kosmonauts Genadijs Strelalovs (kosmosā bijis divkārt: 1980. gadā kuģī «Sojuz T-4» un stacijā «Salūts-6» un 1983. gadā kuģī «Sojuz T-8») un kosmonauts pētnieks Indijas pilsonis Rakešs Šarma. Nākamajā dienā kuģis saslēdzās ar orbitālo kompleksu un viesapkalpe pārgāja stacijas telpās.

Sešu kosmonautu kopīgais darbs orbitālajā kompleksā ilga vienu nedēļu. Šai laikā tika veikti Zemes virsmas, arī Indijas teritorijas, vizuāli un fotogrāfiski novērojumi, dažādi medicīniski un tehnoloģiski eksperimenti.

Viesapkalpe atgriezās uz Zemes 11. aprīlī ar kuģi «Sojuz T-10», kuģi «Sojuz T-11» atstājot orbitālā kompleksa sastāvā.

(Pēc TASS ziņojumiem)

RIETUMEIROPA UN PILOTĒJAMIE KOSMISKIE LIDOJUMI

Pilotējamie lidojumi ir viena no sarežģītākajām kosmonautikas nozarēm (ja pat ne vissarežģītākā), un spēja darboties tajā liecina par ļoti augstu zinātnes un tehnikas līmeni valstī. Šo lidojumu sagatavošanas un īstenošanas gaitā iegūtā pieredze tieši vai netieši paātrina arī citu nozaru progresu. Tādēļ Rietumeiropas valstīs jau kopš 70. gadu sākuma gan kopīgiem spēkiem, gan dažkārt arī atsevišķi meklē iespējas aktīvi iesaistīties šajā kosmonautikas nozarē, tiesa, ar kādu ļoti būtisku papildnosacījumu — lai tas iznāktu relatīvi lēti.

Pirmā iespēja pavērās, kad kļuva skaidrs, ka ASV Nacionālā aeronautikas un kosmonautikas pārvalde (NASA) līdzekļu trūkuma dēļ nevarēs paralēli daudzkārt izmantojamā kosmoplāna «Space Shuttle» radīšanai izstrādāt arī pastāvīgu orbitālo staciju. Tā kā kosmoplāns, kas būtībā ir tikai transportlīdzeklis, šādas stacijas lomu uzņemt nevar, plašiem pētījumiem un eksperimentiem ar cilvēka tiešu līdzdalību bija nepieciešama kaut vai patstāvīgi nelidojoša, tikai kosmoplāna kravas telpā funkcionējoša laboratorija. Uzbūvēt šādu jauna paveida pilotējamu (pareizāk sakot, apdzīvojamu) kosmisko aparātu, kas, līdzīgi pašam kosmoplānam, turklāt būtu izmantojams daudzas reizes, 1973. gada septembrī apņēmas jaundibinātā Eiropas kosmonautikas pārvalde (ESA). Saskaņā ar abu pušu vienošanos, laboratorijas «Spacelab» pirmajam eksemplāram bija par velti jāpāriet NASA īpašumā, par ko ESA, savukārt, ieguva tiesības pirmajā lidojumā nokomplektēt lielāko daļu pētniecības kravas un sūtīt tai līdzīgu kosmonautu.

Otro un, ja tādi izrādītos vajadzīgi, nākamos «Spacelab» eksemplārus NASA pienācās pirkt no ESA par pilnu samaksu.

Pirmais daudzkārt izmantojamās orbitālās laboratorijas «Spacelab» lidojums sākotnēji bija iecerēts 1980. gada beigās, taču tas notika tikai trīs gadus vēlāk — galvenokārt tādēļ, ka aizkavējās kosmoplāna «Space Shuttle» ekspluatācijas sākums. Rezultātā par pirmo Rietumeiropas kosmonautu kļuva nevis ESA izraudzītais «Spacelab» apkalpes loceklis, bet gan Francijas Nacionālā kosmisko pētījumu centra (CNES) izvirzītais kandidāts, kas tika iekļauts kosmosa kuģa «Sojuz T-6» kopīgās padomju-franču apkalpes sastāvā.

Šo starptautisko pilotējamo lidojumu padarīja iespējamu vienošanās, ko pēc padomju puses priekšlikuma 1979. gadā noslēdza PSRS un Francijas valdības. 1980. gada septembrī Padomju Savienībā ieradās franču kara aviācijas lidotāji Žans Lū Kretjēns un Patriks Bodrī un pusotra gada laikā apguva pilnu apmācības kursu lidojumiem kosmosa kuģos «Sojuz T» un orbitālajās stacijās «Salūts».

Kopīgā pasākuma zinātniskā programma, ko izstrādāja abu valstu speciālisti, ievēra 14 dažādus pētījumus un eksperimentus — deviņus kosmiskās medicīnas un bioloģijas, divus astrofizikas un trīs kosmiskās tehnoloģijas jomā. Pētījumiem nepieciešamās iekārtas (kopējā masa 242 kg), no kurām daudzas bija izgatavotas Francijā, kravas transportkuģis «Progress-13» jau iepriekš nogādāja uz «Salūtu-7», un stacijas pamatapkalpe tās sagatavoja darbam.

Padomju-franču pilotējamais lidojums ar Žanu Lū Kretjēnu kosmonauta-pētnieka lomā sākās 1982. gada 24. jūnijā un saskaņā ar programmu ilga astoņas diennaktis — līdz 2. jūlijam. Gandrīz sešas diennaktis kuģa «Sojuz T-6» trīs cilvēku apkalpe strādāja stacijā «Salūts-7» kopā ar diviem pamatapkalpes locekļiem, kuri tur uzturējās jau vairāk nekā mēnesi. Viņi abi arī turpināja dažus kopīgi uzsāktos eksperimentus vēl ilgi pēc tam, kad starptautiskā viesapkalpe bija atgriezusies uz Zemes (1. att.).

Francijas Nacionālā kosmisko pētījumu centra vadība atzinīgi novērtēja abu valstu pirmo kopīgo pasākumu pilotējamo lidojumu jomā un izteica vēlējumus, lai, savukārt, Patriks Bodrī nākotnē piedalītos kādā ilgstošā ekspedīcijā orbitālajā stacijā «Salūts» (pagaidām gan nekādu ziņu par attiecīgu vienošanos vai šāda lidojuma priekšdarbiem nav).

Tikmēr Vācijas Federatīvajā Republikā, piedaloties arī Anglijai, Itālijai un citām ESA valstīm, bija uzbūvēta orbitālā laboratorija «Spacelab» — pirmais ārpus abām kosmosa lielvalstīm radītais pilotējamais kosmiskais aparāts. Laboratorijas sākotnējais variants paredzēts darbībai «Space Shuttle» kravas telpā (2. att.), orientācijas, energoapgādes, sakaru un siltumregulēšanas ziņā pilnībā paļaujoties uz attiecīgajām kosmoplāna sistēmām. (Daudz maz patstāvīga ir vienīgi dzīvības nodrošināšanas sistēma, taču arī tā saņem skābekli no kosmoplāna.)

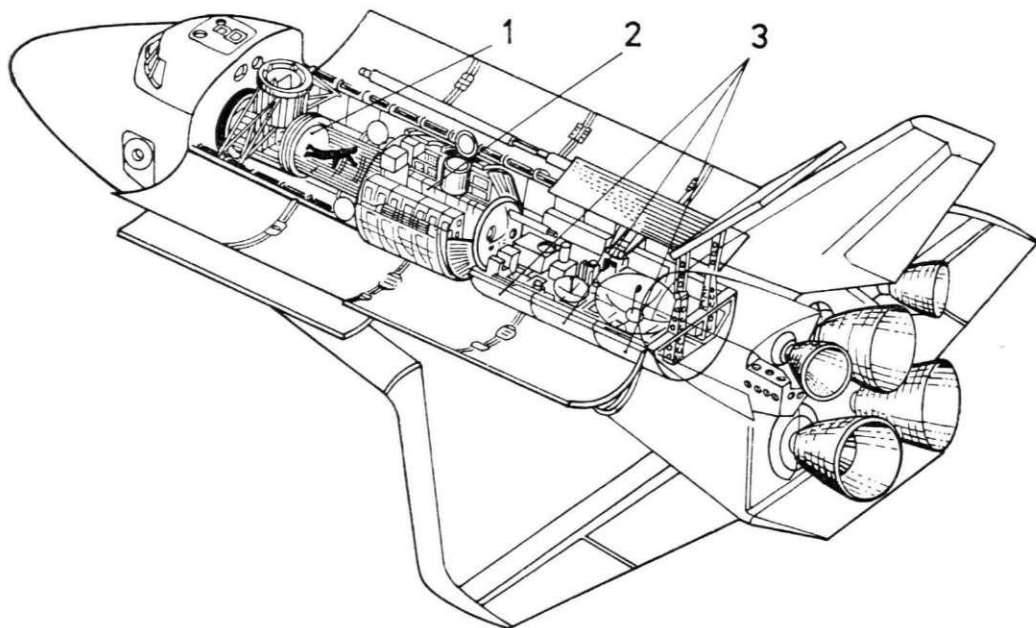
Tādējādi «Spacelab» nav pilnvērtīga orbitālā stacija, tās lidojums var turpināties vienīgi tik ilgi, cik izplatījumā spēj uzturēties to transportējošais kosmoplāns, — pašlaik un tuvākajā nākotnē līdz 10 dienām, kas dažu veidu eksperimentiem, protams, ir par maz. No otras puses, pastāvīga atrašanās ar siltumaizsardzības slāni klātajā kosmoplāna kravas telpā nodrošina laboratorijai atgriešanos uz Zemi, tātad daudzkārtēju izmantošanu, pēc projekta — līdz 50 reizēm. No lidojuma uz lidojumu mainot pētniecības iekārtas, ar šādu kosmisko aparātu principā var reālatīvi lēti veikt daudz dažādu pētījumu un eksperimentu. Turklāt, tā kā gandrīz vai visas tehniskās funkcijas ir nodotas kosmoplāna sistēmām, zinātniskajai aparatūrai iespējams atvēlēt izcili lielu daļu «Spacelab» masas — sešas un vairāk tonnas no laboratorijas kopējām nepilnām piecpadsmit tonnām.

Pēc konstruktīvā risinājuma «Spacelab» būtībā ir standarta bloku — hermētisku kabīņu un atklātu platformu — komplekts, no kura atbilstoši lidojuma pētnieciskajiem uzdevumiem var izveidot dažādas konfigurācijas.

Mazā hermētiskā kabīne (diametrs 4,1 m, garums 3,7 m) kalpo pirmām kārtām visu laboratorijas tehnisko sistēmu izvietošanai, taču var uzņemt arī līdz 7,5 m³ zinātniskās aparatūras. Dzīvības nodrošināšanas, siltumregulēšanas un energoapgādes sistēmu elementi atrodas zem kabīnes grīdas (3. att.), turklāt viegli iebīdāmos

1. att. Rietumeiropas pirmais kosmonauts Francijas pilsonis Žans Lū Kretjēns (*no labās*) un PSRS kosmonauti Aleksandrs Ivančenko un Vladimirs Džanibekovs preses konferencē pēc kopīgā lidojuma kosmosa kuģī «Sojuz T-6» un orbitālajā stacijā «Salūts-7». (*Pēc «СССР—Франция. На космических орбитах».*)





2. att. Rietumeiropas orbitālās laboratorijas «Spacelab» novietojums amerikāņu kosmoplāna «Space Shuttle» kravas telpā (pēc ESA attēla): 1 — savienotājtunelis ar kosmoplāna apkalpes kabīni (augšup slejas slūžu kamera apkalpes torijas lielā hermētiskā kabīne (augšup slejas 3 — atklātās instrumentu platformas (apriekotas no kosmosa).

un izbīdāmos ratiņos, kas stipri paātrina laboratorijas tehnisko apkopi lidojumu starplaikos. Skapjos virs grīdas izvietota «Spacelab» vadības aparātūra, kurā ietilpst trīs jaudīgas ESM (vienu tehnisko sistēmu, otru pētnieciskā ekipējuma vadīšanai, trešā rezervei) un tām kopējs krāsainais displejs.

Lielā hermētiskā kabīne (diametrs 4,1 m, garums 7,0 m) izveidota, pievienojot mazajai vēl otru apmēram tikpat garu sekciju, un spēj uzņemt trīsreiz vairāk — līdz 22 m³ — zinātniskās aparātūras, kā arī nodrošina ērtākus darba apstākļus apkalpei. Ekipējot ar pētnieciskajiem instrumentiem gan lielo, gan mazo kabīni, tos vispirms iestiprina speciālos sastatņos, kuriem ir Rietumeiropā pastāvošajiem aparātūras gabarītu standartiem atbilstoši ligzdu izmēri. Pēc tam sastatņus piemontē pie kabīnes noņemamās grīdas, kuru, savukārt, pa īpašām slīdēm iebīda

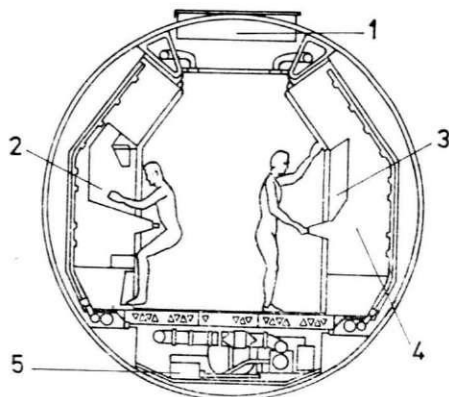
tai paredzētajā vietā; rezultātā aparātūra tiek novietota gar kabīnes sānu sienām. Tādējādi aprīkot kabīni ar pilnīgi jaunām iekārtām var visai ātri, jo lielākā daļa darba tiek paveikta jau instrumentu izgatavošanas vietās (daudzās vienlaikus).

Uz atklātās instrumentu platformas (garums 2,9 m, platums 4,5 m) tiek novietota tāda aparātūra, kura spēj darboties atklātā kosmosā (4. att.). Arī šāda «Spacelab» bloka ekipējumu var komplektēt vairākās vietās vienlaikus, jo atsevišķie instrumenti vispirms tiek uzmontēti uz īpašiem režģveida rāmjiem un tikai pēc tam nostiprināti uz pašas platformas. Ja izmantojamā laboratorijas konfigurācija neietver ne lielo, ne mazo kabīni (aparātūru tad vada no kosmoplāna), bet daži instrumenti tomēr nav piemēroti darbam atklātā kosmosā, tos var ievietot speciāli šim nolūkam domātā nelielā hermētiskā konteinerā. Bez tam

«Spacelab» komplektā paredzēts uz atklātās platformas uzstādāms pētniecisko instrumentu precīzās notēmēšanas bloks, kas spēj orientēt un stabilizēt pie tā piestiprināto aparāturu vēlamajā virzienā ar precizitāti līdz 1 loka sekundeī (tas pirmām kārtām, protams, vajadzīgs astronomiskajiem novērojumiem).

Nepārsniedzot kosmoplāna «Space Shuttle» celtspēju (kravas telpas garums 18,3 m, atceļā uz Zemi pieļaujama svars — 14,5 t), no abu veidu kabīnēm un atklātajām platformām var izveidot pavisam 14 lietderīgas konfigurācijas, lai gan praksē droši vien izmantos tikai apmēram pusi (sk. tabulu).

Jau 1977. gadā «Spacelab» pirmajai apkalpei tika izraudzīti četri kandidāti no gados jaunu Rietumeiropas zinātnieku vidus (sk. krāsu ielikumu), kuri gan drīz vien palika trijātā — šveicietis Klods Nikoljē, holandiešis Vubo Okelss un vācietis Ulfs Merbolds. Atbilstoši prasībām, ko NASA izvirza paša kosmoplāna apkalpē neietilpstošām personām — t. s. derīgās kravas speciālistiem — viņiem vajadzēja apgūt kosmonauta profesiju tikai tādā apjomā, lai jebkurā



3. att. «Spacelab» hermētiskās kabīnes šķērsgrīzums (ESA attēls): 1 — iluminatoru bloks, 2 — apkalpes darba vieta (laboratorijas galds), 3 — apkalpes darba vieta (vadības postenis), 4 — sastatnis pētniecības aparātūras novietošanai, 5 — tehnisko sistēmu elementi.

Orbitālās laboratorijas «Spacelab» konfigurācijas

N. p. k.	Hermētiskās kabīnes veids	Atklāto platformu skaits un grupējums	Pētniecības aparātūras izvietojuma iespējas		
			kopējā masa, t	brīvais tilpums** kabīnē, m ³	platība uz platformām, m ²
1	lielā	—	6,4	22	—
2*	lielā	1, atsevišķi	6,2	22	17
3	lielā	2, katra atsevišķi	5,8	22	34
4	mazā	2, katra atsevišķi	6,5	7,5	34
5	mazā	3, katra atsevišķi	6,2	7,5	51
6	—	3, katra atsevišķi	9,4	—	51
7	—	4, blokos pa 2	8,9	—	68
8	—	5, vienā blokā	8,3	—	85

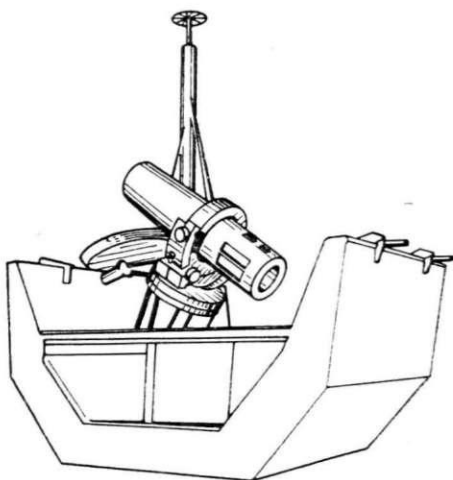
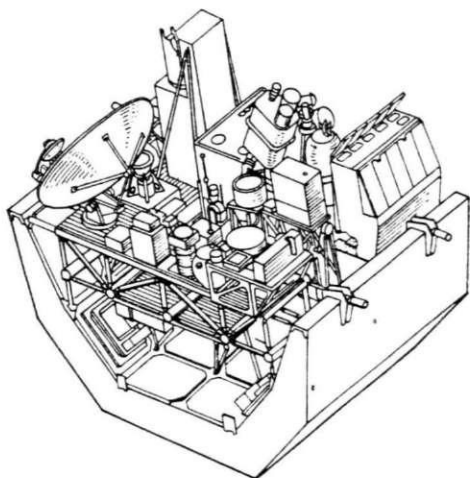
* Izmantoja «Spacelab» pirmajā lidojumā 1983. g. 28.XI—9.XII.

** Neierēķinot apkalpei paredzēto tilpumu.

situācijā spētu aprūpēt paši sevi (un, protams, savu kosmisko laboratoriju). Taču, «Spacelab» lidojumu gaidot, Nikoljē un Okelss 1980. gadā ieradās ASV un sāka apgūt arī «Space Shuttle» apkalpes locekļa — t. s. misijas speciālista — kvalifikāciju; viņu kolēģis tika atzīts šādam amatam par nepiemērotu niecīga veselības defekta dēļ. Tomēr, kad 1982. gada septembrī ESA oficiāli pieteica savu pārstāvi «Spacelab» pirmajā apkalpē, tas izraudzījās tieši Ulfs Merbolds, bet par viņa dublieri tika norīkots Vubo Okelss.

«Spacelab» pirmais lidojums sākās 1983. gada 28. novembrī un vēl tieši pirms starta plānoto 9 diennakšu vietā turpinājās 10¹/₃ diennaktis — līdz 9. decembrim. Laboratorijā, kas sastāvēja no lielās hermētiskās kabīnes un vienas atklātās platformas, bija uzstādītas 38 iekārtas, ar ko veikt 57 ESA un 13 NASA eksperimentus Zemes dabas resursu izpētes, atmosfēras un kosmiskās telpas fizikas, astronomijas, medicīnas, bioloģijas un kosmiskās tehnoloģijas jomās.¹ Sadalījusies divās maiņās pa trim cilvēkiem katrā (viens pilots, viens misijas speciālists un viens

¹ Viens NASA pieteiktais eksperiments faktiski bija sagatavots Japānā.



4. att. «Spacelab» atklātās platformas aprīkojuma piemēri (pēc ESA attēliem): augšā — Zemes dabas resursu un atmosfēras izpētei, ģeofizikāliem pētījumiem un eksperimentiem, astronomiskiem novērojumiem un tehnoloģiskiem eksperimentiem (izmantots laboratorijas pirmajā lidojumā 1983. gada beigās); apakšā — detalizētākiem astronomiskiem novērojumiem un ģeofizikāliem pētījumiem.

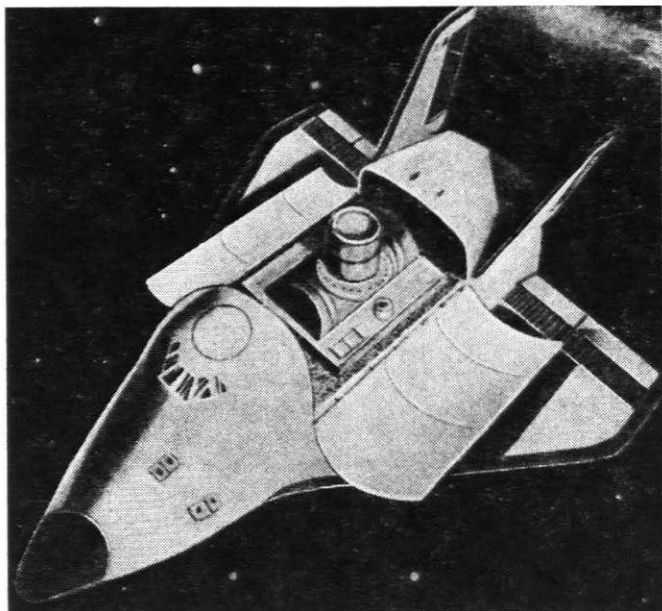
derīgās kravas speciālists), kosmoplāna un laboratorijas apvienotā apkalpe strādāja augu diennakti, iegūtos datus, kad vien iespējams, tūlīt pārraidot uz Zemi ar pavadoņa-retranslatora TDRS-1 starpniecību (temps — 50 miljoni bitu sekundē).

Līdz 1987. gadam plānoti pavisam septiņi «Spacelab» reisi izplatījumā — daudz mazāk, nekā bija iecerēts programmas pirmsākumā, taču acīmredzot apmēram tik, cik nepieciešams, lai starplaikos pienācīgi izvērtētu iegūtos rezultātus un bez liekas steigas sagatavotu nākamos eksperimentus. Otrais lidojums, kurā laboratorija būs aprīkota ar NASA sagatavotu pētniecības iekārtu, paredzēts 1985. gada janvārī. Reisā D-1, kas notiks 1985. gadā VFR interesēs, apkalpē būs uzreiz divi Rietumeiropas kosmonauti — V. Okelss vai U. Merbolds un R. Furjē vai E. Meseršmids (trīs pēdējie — no VFR).

Jau diezgan detalizēti izstrādāti arī projekti, kā paildzināt «Spacelab» uzturēšanos orbitā līdz 30 vai pat 120 diennaktīm, pievienojot laboratorijai ar Saules baterijām aprīkotu energobloku (tieši kosmoplāna ķīmisko strāvas avotu ietilpība pašlaik ir galvenais faktors, kas ierobežo kompleksa «Space Shuttle»—«Spacelab» lidojuma ilgumu). No otras puses, Rietumeiropa izteikusi vēlēšanos sadarboties ar ASV īsti ilgdarbīgas orbitālās stacijas radīšanā, proti, piedāvājusi izmantot tās konstrukcijā modificētus «Spacelab» elementus (ar noteikumu, ka amerikāņu stacija būs domāta tikai civilām vajadzībām). Tā kā ASV administrācija krietnu laiku vilcinājās uzsākt šā nākamā lielā kosmiskā projekta finansēšanu, arī ESA nevarēja izšķirties, kuram attīstības ceļam pilotējamo lidojumu jomā dot priekšroku, un neko būtisku ne vienā, ne otrā virzienā neuzsāka. Taču šā gada janvārī ASV beidzot pieņēma lēmumu ķerties pie orbitālās stacijas būves, turklāt orientējoties uz ārvalstu piedalīšanos šajā pasākumā. Tā kā Rietumeiropa, iespējams, to arī darīs, tad radikālas «Spacelab» modernizācijas projekti diez vai tiks realizēti.

Līdztekus visai pieticīgai līdzdalībai Rietumeiropas valstu kopīgajā pilotējamā lidojumu programmā pati savus pasākumus — vai nu uz divpusēja nolīguma pamata ar kādu kosmosa lielvalsti, vai pilnīgi patstāvīgi — šajā nozarē

5. att. Projektējamais franču kosmoplāns «Hermes» (CNES attēls).



joprojām aktīvi tiecas īstenot Francija. Pirmkārt, starp CNES un NASA panākta vienošanās (ar ESA starpniecību), ka 1985. gadā kādā «Space Shuttle» lidojumā piedalīsies vai nu Patriks Bodrī, vai Žans Lū Kretjēns, lai turpinātu eksperimentus kosmiskajā medicīnā un bioloģijā. Otrkārt, CNES ilgtermiņa plānos, kuri gan valdības līmenī vēl nav apstiprināti, paredzēts radīt pilotējamu kosmosa kuģi, visdrīzāk — pat daudzkārt izmantojamu kosmoplānu (5. att.).

Tiesa, atšķirībā no analogiskā amerikāņu lidaparāta «Space Shuttle», kas, būdams aprīkots ar atdalāmu degvielas tvertni un starta paātrinātājiem (arī daudzkārt izmantojamiem), spēj patstāvīgi sasniegt orbītu, franču kosmoplāns «Hermes» būtu jānogādā izplatījumā ar parastu nesējraķeti, proti, pašlaik projektējamo «Ariane-5». Turklāt šīs raķetes ierobežotās jaudas dēļ kosmoplāna pilnā masa nepārsniegtu 15 t, un vienlaikus ar četrus cilvēkus apkalpi tas spētu uzņemt tikai kādas 4 t derīgās kravas — septiņarpus reižu mazāk nekā «Space Shuttle». Piedevām vēl katra kravas kilograma nogādāšana orbītā ar sistēmu «Ariane-5»—«Hermes» izmaksātu, do-

mājams, dārgāk nekā ar amerikāņu kosmoplānu, jo minētajai nesējraķetei vairākkārt izmantojami labākajā gadījumā būs tikai daži komponenti. (Tāpat lidojumos, kuros cilvēka klātbūtne nav nepieciešama, transportlīdzekļa lomā efektīvāka būtu «Ariane-5» viena pati.)

Tomēr tieši komerciālā ziņā «Hermes» radīšana būtu visai nozīmīga: šis lidaparāts nodrošinātu Francijai (un, domājams, visai Rietumeiropai kopumā) neatkarību no ASV dažās svarīgās kosmosa praktiskās izmantošanas jomās, piemēram, organizējot specifisku materiālu ražošanu orbītā ap Zemi. Bez tam gadījumos, kad derīgā krava pēc paša misijas rakstura ir maza, — orbitālo staciju apkalpju nomaiņas vai glābšanas lidojumos, nelielu pavadoņu remontoperācijās u. tml. — ekonomiski lietderīgāks droši vien izrādītos tieši šāds minikosmoplāns (tāpat tas varētu būt konkurences spējīgs arī ārpus Rietumeiropas).

Ja projektu «Hermes» drīzumā apstiprinās, franču kosmoplāna pirmais lidojums acīmredzot varētu notikt 90. gadu vidū.

E. Mūkins



CURRICULUM VITAE¹

Sā gada rudenī paiet 120 gadu, kopš dzimis Fricis Blumbahs (1864—1949) — Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas pirmais un līdz šim vienīgais goda akadēmiķis, profesors, Latvijas PSR Nopelniem bagātais zinātnes darbinieks. Rentnieka dēlam ar lielu centību izdevies iegūt labu izglītību. Frici Blumbaha darba mūžam raksturīga cieša saskare ar progresīviem sava laika zinātnes virzieniem un izciliem zinātniekiem. Viņš ir viens no astronomijas fotogrāfisko metožu pielietošanas celmlaužiem Krievijā. Ilgāku laiku Blumbahs darbojas cieši līdzās zinātniekam, kura vārds pazīstams visā pasaulē, — profesoram Dmitrijam Mendeļevam. Nozīmīgākie dzīves posmi ieskicēti paša Blumbaha 1940. gada rudenī uzrakstītajā dzīves stāstā, kas rokrakstā aptver 11 lappuses.

Esmu dzimis 1864. gada 11.(23.) oktobrī Lībagu Slaparu mājās kā pirmais dēls maniem vecākiem — Jānim un Gottībei, kuri bija saimnieks un saimniece Slaparu kroņa² mājās, kā rentnieki apstrādādami zemi ar savām pašu rokām. Pirmo izglītību dabūju no vecākiem un no 1874. gada sākot Talsu pilsētas skolā un Jelgavas ģimnāzijā, kuru beidzu 1884. gadā.

No 1884. gada sākot studēju Tērbatas (Tartu) universitātē līdz 1889. gadam, pelnot vajadzīgo naudu kā observators Tērbatas Meteoroloģiskajā observatorijā (8 reizes dienā no 7 līdz 20 pulkstenim novērodams un piezīmēdams datus no daudziem speciāliem aparātiem) bez kādas pārtraukšanas no 1885. līdz 1889. gadam. 1889. gadā tiku aicināts uz Pulkovas Galveno astronomisko observatoriju un sūtīts uz ārzemēm priekš tālākas izglītības astrofizikā: uz Potsdamu, Parīzi un Londonu. Pie Pulkovas observatorijas direktoru maiņas 1890. gadā tiku kopā ar bijušo Tērbatas universitātes studiju biedru Vanahu (Vanagu)³ atlaists no Pulkovas, tāpēc ka esot diezgan vāciska Pulkovas observatorija, lai gan es neesmu par vācieti sevi nekad savā mūžā uzdevis un

vienmēr bijis tajā pārliecināšanās, ka zinātnieki ir viena tauta jeb biedrība.

Iegūtās zināšanas universitātē, Pulkovas observatorijā un ārzemēs manim deva ceļu uz tālāku darbību spektroskopijā un metroloģijā (mērīšanas zinātnē) no 1891. gada pie Pēterburgas (Ļeņingradas) Militāriskās-medieciniskās akadēmijas⁴ un no 1894. sākot darīt ļoti svarīgus darbus netaisnā profesora Dmitrija Mendeļeva⁵ vadībā, kurš bij uzņēmies Krievijā organizēt pirmklasīgu institūtu priekš mēru un svaru kontroles uz jauniem pamatiem un metodēm.

Profesora Mendeļeva uzdevumā strādāju Londonā pie *Standard Office Board of Trade*⁶, vadīdams jaunu garuma un svaru prototipu izgatavošanu un verifikāciju⁷ (1894.1—1895.X). Šie darbi pēc profesora Mendeļeva vispārīgiem aizrādījumiem deva jaunus, divdesmit reizes vairāk akurātus skaitļus priekš relācijas⁸ starp angļu jardu (*yard*) un metru,

jeb 1 *yard* = 0.914400 metra.

Tālākos gados Mendeļeva vadībā tālāk tika ierīkotas jaunas laboratorijas priekš daudzpusīgām metroloģijas zinātnes nozarēm, pie kam

rentgenoloģiskā laboratorija bija viena no pēdējām, kurā ņēmu dalību pie ierīkošanas Mendelejeva pēcnācēja profesora Nikolaja Jegorova vadībā.

Revolūcijas laikā iesākumā biju direktora palīgs un pēc N. Jegorova nāves — vadītājs (direktors) institūtam, kuram profesors Mendelejevs bija devis vārdu Главная Палата мер и весов jeb *Chambre Centrale des poids et mesures*⁹.

Komisārs nelaiķis biedrs Krasins¹⁰ mani komandēja uz ārzemēm oktobrī 1921. gadā, lai tālāk veicinātu un kontrolētu liela ģeodēziska 4 metru komparatora izgatavošanu un pieņemšanu no Société Gènevoise pour la construction des instruments de précision¹¹ Ženēvā. Šis komparators pēc mana detalizēta projekta bija pasūtīts 1912. gadā pirms lielā pasaules kara.

Darbs pagērēja daudz laika, un tikai 1925. gadā komparators tika aizsūtīts no Ženēvas uz Roterdamu un manā klātbūtnē tālāk kuģī ievietots priekš ceļa uz Ļeņingradu.

Tanī pašā laikā (no 1921. gada) un vēlāk nodarbojos Londonā un St. Albans'ā Sir Howard Grubb'a darbnīcā, uzraudzīdams tālāku izgatavošanu un verifikāciju par trijiem lieliem astronomiskiem instrumentiem, kurus bija pasūtījis Pulkovas observatorijas direktors O. Baklunds¹² un astrofizikis A. Belopoļskis¹³ 1912. gadā Sir Howard Grubb'a optiskā darbnīcā Dublinā Irlandijā, bet nebija šie instrumenti gatavi priekš lielā kara sākuma. Krievu sūtnis Krasins Londonā nosprieda šos instrumentus atkal no jauna pasūtīt un uzdeva man būt uzraugam un galīgām noteicējam pie pieņemšanas.

Divi instrumenti — lielais spektroheliogrāfs un 1 metra reflektors (tagad Pulkovā un Simeizā

tēpe) ka arī Diegana Vāciska Pulkavas Observatorija¹⁴ — taj gan es neesmu par Vācieti sevi nerad savu mūžu uzdevos un vienmēr bijis taj pārliecināts, ka zinātnieki ir mana tautas jeb bīdriība.

Pēdējo ziņošanu universitāte Pulkovas Observatorijā un ārzemēs manim bija ceļā uz tālāku darbu spektroskopijā un matēriālijā (mērīšanas zinātne) no 1891. gada pie Pēterburgas (Ļeņingradas) Mikhtomskis (Likhčevič) un no 1894. gada pie Darit (Lof) un mūsdienās darbu

1. att. F. Blumbaha rokraksta fragments.

Krimā) — tika aizsūtīti no Londonas ostas 1925. gadā.¹⁴

Bet lielajam 32 resp. 41 collu (0,82 resp. 1,04 metra apertūras) refraktoram tika galīgi izgatavota St. Albans'ā (uz kuriem lielā kara laikā bija pārvietota Sir Howard Grubb'a optiskā darbnīca) tikai mehāniskā daļa (kura tika senāk aizvesta no Londonas ostas).

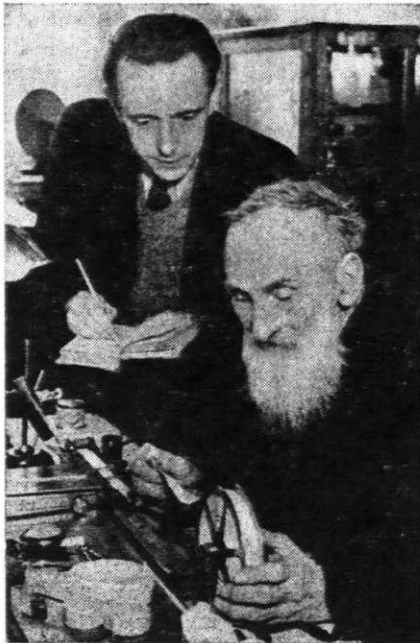
Sir Howard Grubb'a darbnīca tika likvidēta St. Albans'ā, un tālāku darbu uzņēmās nelaikis slavenais angļu zinātnieks un inženieris Sir Charles Parsons, kurš 1925. gadā uzņēmās izgatavot vajadzīgos lielos crown'a¹⁵ un flinta diskus, kurus galīgi pasūtīja Russian Trade Delegation London¹⁶ uz Pulkovas observatorijas direktora, nelaiķa profesora A. Belopoļska, sprieduma.

Daudz pūles un naudas tika lietots no Charles'a Parsons'a puses augšā minēto stikla disku

Professeur F. Blumbach
Ancien Directeur de la Chambre Centrale des Poids et Mesures
(Glavnaya Palata mer i vesov)

2. att. F. Blumbaha ārzemēs lietotā vizītkarte franču valodā: Profesors F. Blumbahs, bijušais Galvenās mēru un svaru palātas direktors (Glavnaja Palata mer i vesov) Ļeņingradā (P.S.R.S.)

à Leningrad (U.R.S.S.)



3. att. F. Blumbachs un K. Steins LUV Astronomiskajā observatorijā pie hronogrāfa lenšu nolaišanas iekārtas, ko speciālajā literatūrā sauc par Opolcera—Blumbaha aparātu.

izgatavošanā, bet viņa optisko stiklu fabrikā Derby pilsētā neizdevās izgatavot pietiekoši labus optiskus stiklus, no kuriem varētu cerēt tālākos trijos gados ar slīpēšanu un "figuring"¹⁷ izgatavot 41 collu (1,04 metra) fotogrāfisku refraktoru. Apmēram desmit lielie diski man pēc optiskas izpētīšanas bij jāatzīst kopā ar bijušo galveno (tagad mirušo) optiķi kā nederīgi priekš tālāka darba. Sir Charles Parsons negribēja izgatavot mazākus optiskos diskus un nomira.¹⁸

Kopā ar augšā minēto darbību man arī mūsu tirdzniecības delegācija uzdeva pārbaudīt daudz optiskus aparātus, kuri tika izgatavoti Anglijā vairākās lielās optiskās darbnīcās: Adam Hilger, Cambridge Company, Sir Charles Parsons'a darbnīcā (daudz 60 collu prožektoru spieģeļi) — līdz 1925. gadam, kad Russian Trade Delegation tika slēgta no angļu valdības puses.

Tanī pašā laikā darbojās arī Londonā Russian Oil Products Ltd,¹⁹ kura pārdeva Anglijai Baku petroleuma produktus — benzīnu un smēreļļas. Amerikas petroleuma firmas raudzījās ar laboratorijas mēģinājumiem pierādīt, ka Baku produkti sliktāki nekā Amerikas produkti.

Russian Oil Products (R.O.P.) nosprieda ierīkot savu pašu laboratoriju Londonā, lai varētu atspēkot amerikāņu spriedumu. Nelaiķis profesors Sozonofs (ķīmiķis) mani uzaicināja uzņemties būt galvenam darbiniekam fizikālā daļā un vadīt un darīt eksperimentus un novērojumus ar speciālām "International Combustion Engines"²⁰, kuras tika uzstādītas Londonas R.O.P. laboratorijā. Vairāk gadu darbība pierādīja — 1934.—1935.²¹ gadā —, ka Baku produkti, it īpaši smēreļļas, ir visu labākie, kuri līdz tam laikam bij pazīstami visā pasaulē.

Pie šiem darbiem, pa lielāku daļai no pulksten 8 rītā līdz 18 un dažreiz līdz 22, no CO tvaikiem, kuri neizbēgami bij jāielepo mazās mašīnu telpās, es saslimu 1935. gadā un nevarēju kopā ar mūsu laboratorijas mašīnām un ierīcēm aizbraukt no Londonas.

Tikai caur angļu zinātņu akadēmijas (Royal Society of London)²² un Royal Astronomical Society²³, un Royal Observatory Greenwich²⁴ protekciju dabūju materiālu palīdzību un darba vietu kā Research Associate²⁵ astronomiskā privātā observatorijā — Norman Lockyer Observatory — Sidmouth, kur nodarbojos kopā ar citiem darbiniekiem astrofiziskos un astrogrāfiskos darbos. Norman Lockyer observatorija atrodas Anglijas dienvidrietumu piekrastē 566 pēdu augstumā virs jūras, bet jādzīvo bij Sidmouth pilsētā — nedaudz virs jūras līmeņa. Ikdienišķa kalnu kāpšana (daudzreiz divi reizes dienā) un tīrs jūras gaiss man atkal atdeva veselību un karstu vēlēšanu strādāt ārpus Anglijas, un biju bezgalīgi priecīgs, kad jūlijā 1935.²⁶ g. Latvijas sūtniecība Londonā man paziņoja, ka Latvju Universitāte Rīgā man dod darbu pie Fizikālā institūta²⁷ un Astronomiskās observatorijas.

Laimīgi izbraucu no Londonas 1939.²⁸ gada 18. augustā ar kuģi caur Ķīles kanālu uz Tallinu un tālāk uz Rīgu, kur ieradās 22. augustā.

F. Blumbachs
T₃ O^h55^m.²⁹

1940 IX 16.

KOMENTĀRI

¹ Lat. — dzīves gājums.

² Par «krona» mājām, muižām un citiem īpašumiem sauca tos, kas piederēja cariskajai valstij («kronim»). Šāda zemes īpašuma forma Kurzemē bija radusies ar Kurzemes hercogistes pievienošanu Krievijai 1795. gadā, kad visi bij. hercoga īpašumi kļuva par Krievijas valsts īpašumu (Lībagi atradās toreizējā Talsu apriņķī). Krona māju rentniekiem bija relatīvi nedaudz labāks stāvoklis nekā vācu baronu muižu pakļautības zemniekiem.

³ Bernhards Vanahs (1867—1928) — astronoms, dzimis Mežotnē (tēvs — latvietis, māte — vāciete), pēc atlaišanas no Pulkovas observatorijas strādājis Kēnigsbergas un Strasburgas (1892—1897) observatorijās, no 1897. g. līdz mūža vakaram Potsdamas Ģeodēzijas institūtā. Pētījis laika dienesta un pola svārstību problēmas.

⁴ Kara medicīnas akadēmija (Военно-Медицинская Академия) — augstākā medicīnas mācību iestāde, dibināta 1733. gadā. Akadēmijā strādājuši izcili zinātnieki: I. Sečenovs, I. Pavlovs, S. Botkins, N. Pirogovs, V. Behterevs u. c. Akadēmijai izcila nozīme Krievijas un Padomju Savienības augstākās medicīniskās izglītības attīstībā.

⁵ D. Mendeļejevs (1834—1907) — ķīmiķis un metrologs, ķīmisko elementu periodiskās sistēmas atklājējs. Sakarā ar 1890. g. studentu nemieriem rodas konflikts ar izglītības ministru, un Mendeļejevs spiests aiziet no Pēterburgas universitātes, reizē arī no turpmākas darbības zinātnē — ķīmijas laukā. Kopš 1892. g. aktīvi darbojas metroloģijas nozarē, pārveido Galveno mēru un svaru depo par Galveno mēru un svaru palātu (1893), tag. Mendeļejeva Vissavienības zinātniskās pētniecības institūts.

⁶ Angl. Tirdzniecības ministrijas standartu pārvalde.

⁷ Patiesuma pārbaude (lat. verus — paties, īsts, facere — darīt).

⁸ No lat. *relatio* — pretim nostādīšana.

⁹ Fr. Galvenā mēru un svaru palāta.

¹⁰ Leonids Krasins (1870—1926) — revolucionārs, ievērojams padomju diplomāts un valsts darbinieks, 1921.—1923. g. padomju tirdzniecības

pārstāvniecības vadītājs Londonā un vienlaicīgi Ārējās tirdzniecības tautas komisārs, no 1925. g. — PSRS sūtnis Anglijā.

¹¹ Fr. Zenēvas precīzijas instrumentu konstruēšanas sabiedrība.

¹² Oskars Baklunds (1846—1916) — zviedru izcelsmes Krievijas astronoms, debess mehānikas speciālists, strādājis Stokholmas, Tērbatas un no 1879. g. Pulkovas observatorijā, no 1881. g. Pēterburgas ZA korespondētājloceklis, no 1883. g. — akadēmiķis, no 1895. g. — Pulkovas observatorijas direktors.

¹³ Aristarhs Belopoļskis (1854—1934) — padomju astronoms, viens no mūsdienu astrofizikas pamatlicējiem, akadēmiķis (no 1903. g.), no 1888. g. strādājis Pulkovas observatorijā.

¹⁴ Pēc citām ziņām (Астрономия в СССР за сорок лет, 1917—1957. М., 1960, с. 22), pirmais instruments uzstādīts Pulkovā jau 1924. g. Ar šo lielo spektogrāfu A. Belopoļskis pētījis Saules rotāciju. Ar otro instrumentu akadēmiķis G. Šains vispusīgi pētījis zvaigžņu spektrus: sastādīts radiālo ātrumu katalogs, atklātas spektrālās dubultzvaigznes un konstatēta agro spektrālo klašu zvaigžņu ātra rotācija. Kad vācu iebrucēju karaspēks 1941. g. bija okupējis Krimu, instrumentu izveda uz Vāciju, bet transportējot neglābjami tika sabojāta instrumenta optika.

¹⁵ Kronstikls — optiskais stikls.

¹⁶ Angl. Krievu tirdzniecības delegācija Londonā.

¹⁷ Speciāls termins optisku virsmu apstrādē, ar ko saprot sfērisku virsmu pārveidošanu paraboliskā vai arī citādā.

¹⁸ Angļu instrumentu būvētājiem tā arī neizdevās izgatavot optiku šim astrogrāfam. To paveica padomju speciālisti Valsts optiskajā institūtā 1946. g. D. Maksutova vadībā. Instrumentu uzstādīja Pulkovas observatorijas filiālē Nikolajevā.

¹⁹ Angl. Krievu naftas produktu sabiedrība.

²⁰ Angl. «Starptautiskie iekšdedzes dzinēji». Šeit domātas šīs sabiedrības izgatavotās ierīces degvielas kvalitātes pārbaudei.

²¹ Rokrakstā virs šiem gadskaitļiem ar zīmuli līdzīgā rokrakstā uzrakstīts 28 un 35.

²² Angl. Londonas karaliskā biedrība.

²³ Angl. Karaliskā astronomijas biedrība.

²⁴ Angl. Griničas karaliskā observatorija.

²⁵ Angl. zinātniskais līdzstrādnieks.

²⁶ Te acīmredzot gadaskaitlis ir kļūdainš. Pareizi vajadzētu būt 1939. g.

²⁷ Latvijas Universitātes struktūrā bija Fizikas institūts, kura funkcijas apmēram atbilda tagadējiem katedras uzdevumiem.

²⁸ Gadaskaitlis labots, iesākumā uzrakstīts 1935, tad pēdējais cipars izlabots par 9.

²⁹ Blumbaham bija paradums parakstoties bez datuma dokumentos atzīmēt vēl arī laiku ar precizitāti līdz minūtei. T₃ norāda, ka uzrādītais laiks atbilst 3. joslas laikam.

F. Blumbaha dzīves gājumu publicēšanai sagatavojis un komentējis Leonids Roze

F. BLUMBAHA SADARBĪBA AR D. MENDELEJEVU PRAKTISKAJĀ METROLOĢIJĀ

Pazīstamā latviešu astronoma un metrologa Friča Blumbaha dzīves gājums un viņa zinātniskā darbība jau apcerēta vairākkārt, gan periodiskajos izdevumos, gan īpašā monogrāfijā,¹ tomēr gluži visas nozīmīgākās viņa darbības nozares joprojām nav aplūkotas. Viena no tādām ir F. Blumbaha dalība praktiskajā metroloģijā — mēru uzraudzības iestāžu reorganizācijā Krievijā.

Kā zināms, Krievijā tiklab teorētiskajā, kā praktiskajā metroloģijā pilnīgi jauns posms sākās ar ievērojamā krievu zinātnieka D. Mendeļejeva iecelšanu par tā saukto mēru zinātnisko glabātāju un Mēru un svaru depo vadītāju 1892. gadā. D. Mendeļejevs jau 1893. gadā panāca šīs iestādes pārkārtošanu par Galveno mēru un svaru palātu. Tās darbā tika pieaicināti vairāki ievērojami speciālisti, viņu vidū arī

F. Blumbahs. Par Blumbaha veiksmīgo darbību zinātniskā pētnieka-asistenta postenī Kara medicīnas akadēmijas fizikas laboratorijā Mendeļejevu bija informējis profesors K. Jegorovs, kas pats vēlāk iestājās darbā par Galvenās mēru un svaru palātas pārvaldnieka palīgu.

Palātas pamatuzdevums bija panākt visā valstī vienu un to pašu mēru un svaru [masas] vienību lietošanu. Pēc Mendeļejeva uzskatiem, tas bija veicams divos darbības virzienos. Vispirms bija jāatjauno krievu mēru sistēmas pamatmēri — garuma un svara vienību etaloni un zinātniski iespējami precīzi jākonstatē to attiecības ar starptautiski atzītās metriskās mēru sistēmas un citām ievērojamākām ārzemju mērvienībām. Par tikpat nozīmīgu Galvenās palātas uzdevumu Mendeļejevs uzskatīja uzlabot mēru uzraudzības iestāžu darbu, ne vien apgādājot tās ar precīziem paraugmēriem, bet arī panākot, lai mērus pirms zīmogošanas pārbaudītu šim darbam sagatavoti cilvēki, kas būtu izturējuši pārbaudījumu teorijā un praksē Galvenajā mēru un svaru palātā.

Mendeļejevs nekavējoties arī stājās pie abu šo uzdevumu veikšanas. Jau 1893. gada rudenī viņš panāca krievu mēru aršinas un mārciņas etalonu pasūtīšanu Londonas firmā, kas izgatavoja arī metrisko mēru etalonus. Lai pasūtījumu ātrāk un precīzāk veiktu, uz Londonu tika koman-

¹ Рабинович И. М. На страже точности. Р., 1965. F. Blumbaha zinātniskās un praktiskās darbības plašākam skaidrojumam vēl maz izlietoti viņa rokrakstu materiāli — pārskati par komandējumiem, laboratoriju darbu protokoli, sarakste ar zinātniekiem un firmām, kuras izgatavoja zinātniskus aparātus, piezīmju grāmatas, fotomateriāli, autobiogrāfijas u. c., kas glabājas LPSR ZA Fundamentālās bibliotēkas Rokrakstu un reto grāmatu nodaļā F. Blumbaha fondā. Daļa no tiem atrodas arī V. Lāča LPSR Valsts bibliotēkas Reto grāmatu un rokrakstu nodaļā I. Rabinoviča fondā (A92, Nr. 17.—19., 41.—45.).

dēts Galvenās palātas mehāniķis F. Blumbahs.² Rūpība, ar kādu tika veikti visi metroloģiskie uzdevumi, un darba augstā kvalitāte nodrošināja Blumbaham Mendeļejeva atzinību un pastāvīgu uzmanību un labvēlību. Jaunieģūtos etalonus Mendeļejevs kopā ar Blumbahu pārveda uz Pēterburgu 1895. gada ziemā, bet darbs pie to izpētes, salīdzināšanas un novietošanas drošā glabātuvē turpinājās vēl līdz 1898. gadam.

Līdztekus šim svarīgajam uzdevumam Mendeļejevs neaizmirs arī metroloģijas praktisko virzienu, piešķirdams mēru uzraudzības reformai «pirmreizīgu nozīmi». Lai to panāktu, vispirms bija jāievāc materiāli par vietējo mēru uzraudzības iestāžu darbību un pārbaudei lietoto paraugmēru stāvokli. Šajā nolūkā Mendeļejevs 1893. un 1894. gadā komandēja palātas darbiniekus veikt revīziju dažādās pilsētās. Inspektors A. Skinders revidēja Pēterburgas muitas un pasta iestādes, bet inspektora vietas izpildītājs bijušais Varšavas universitātes docents S. Lamanskis izdarīja pārbaudi Krievijas rietumu pierobežas muitas un pasta iestādēs un pilsētu valdēs. Revīzijās iegūtās ziņas, kā arī datus par mēru uzraudzības darbu dažās Rietumeiropas zemēs Mendeļejevs lika publicēt Galvenās palātas rakstu krājumā. Lamanska revīzijas brauciena pārskatā sniegtas ziņas arī par Rīgas pilsētā konstatēto mēru uzraudzības stāvokli.³

Praktiskās metroloģijas darbos bija jāpiedalās arī F. Blumbaham, un to viņš uzsāka jau Anglijā, savācot datus par mēru uzraudzību un pārbaudi šajā valstī, sevišķi Skotijā un Īrijā. Iegūtos materiālus Blumbahs nodeva Mendeļejevam, kas izteicās par nepieciešamību tos publicēt, bet tomēr Galvenās palātas rakstu krājumā tie neparādījās. Krievijā pirmais F. Blumbaha inspekcijas brauciens, cik zināms, veda uz Austrumsibīriju. Blumbahs kā lietpratējs debess ķermeņu fotografēšanā bija izraudzīts par vadītāju Astronomijas biedrības organizētajai ekspedīcijai uz Jakutiju 1896. gadā. Ekspedīcijas dalībniekiem vajadzēja novērot Saules aptumsumu un foto-

grafēt Sauli. Kā Galvenās mēru un svaru palātas atbildīgam ierēdnim — pārbaudītājam (новерителю) Blumbaham vienlaikus bija uzdots, kā Mendeļejevs pats teicis, «pa ceļam iepazīties ar svaru un mēru pārbaudi šajā tālajā valsts apgabalā».

Atgriezies no ļoti veiksmīgās astronomu ekspedīcijas, F. Blumbahs iesniedza arī ziņojumu par mēru un svaru uzraudzības revīziju.⁴

Kā raksta Blumbahs, viņam bija vajadzējis veikt revīziju trijos lielos Sibīrijas tirdzniecības centros — Tomskā, Krasnojarskā un Irkutskā. Irkutskā gan esot uzcelta jauna pilsētas valdes ēka, bet mēru uzraudzībai neesot pievērsta nekāda uzmanība, to patiesībā «veicot» patī publika. Mēru paraugi — atsvari un svari — esot slikti uzglabāti un neprecizitātes dēļ īstenībā nederīgi. Pilsētas galva apsollījis turpmāk ierādīt mēru pārbaudei un zīmogošanai īpašas telpas un lūdzis atsūtīt precīzus mēru paraugus. Krasnojarskā stāvoklis bijis labāks paraugmēru ziņā — tie bijuši labāk uzglabāti, un par tiem rūpējoties vietējā Kroņa palāta. Uz jautājumu, kā turpmāk organizēt mēru pārbaudi, palātas ierēdņi paskaidrojuši, ka nodot to pilsētas valdei neesot nekādas nozīmes, jo tajā darbojoties galvenokārt tirgotāji un pilsētā nepastāvot arī tirdzniecības deputācija.

Ceļā uz Jakutiju Blumbahs vērojis, kā notiek tirdzniecība dzelzeļa stacijās un to tuvumā, kur uz vilcienu pienākšanas laiku pulcējies daudz tirgotāju ar pārtikas produktiem un citām precēm. Uz savu iniciatīvu Blumbahs izdarījis pēkšņu tirgotāju svaru revīziju, pieaicinot tajā ģenerālmajoru Potocki. Bogofolas stacijā viņš kādam tirgotājam konstatējis, ka svaru kaus, uz kura liek precī, šajā gadījumā maizi, bijis par ceturtdaļmārciņu smagāks. Tāpat pasažieri, pa lielākaļ dajai trūcīgie izceļotāji uz Sibīriju, mārciņas vietā saņēmuši tikai $\frac{3}{4}$ mārciņas maizes. Iedzīvotāji apliecinājuši, ka tāda pircēju krāpšana notiekot īt bieži, un, kā Blumbahs piebilst, no tā visvairāk cieš paši trūcīgākie ļaudis — izceļotāji.

² Jāpiebilst, ka F. Blumbahs ar uzdevumu uzraudzīt valdības pasūtītu sarežģītu astronomisko un metroloģisko aparātu izgatavošanu un pārbaudi ārzemēs uzturējies vairākkārt.

³ Временник Главной Палаты мер и весов. СПб., 1894, ч. 1, с. 103—123.

⁴ Ziņojums publicēts ar šādu virsrakstu: «Данные о выверке мер и весов в Сибири: из отчета представленного поверителем Главной Палаты Ф. И. Блумбахом». — Временник... СПб, 1896, ч. 3, с. 124—132.

Galvenā mēru un svaru palāta 1896. gadā intensīvi turpināja vākt materiālus par mēru pārbaudi ne vien rietumu pierobežas tirdzniecības centros un [ar Blumbaha braucienu] Austrumsibirijā, bet arī leikškieviņas gubernās, uz kuriem tika komandēts, piem., inspektors Lamanskis. Ka arī F. Blumbahs tika iesaistīts šajā stāvokļa apzināšanas darbā, kas bija jāsteidzina, jo Tirdzniecības un manufaktūru departamentā jau stājās pie uzraudzības organizācijas plāna izstrādāšanas, to varam secināt no paša Blumbaha izteicieniem. Savā pārskatā «Mēru un svaru revīzija Baltijā 1900. g. aprīlī» viņš sīki apraksta arī līdzņemamos paraugmērus un svarus un piebilst, ka tie ar iesaiņojumu sverot tikai 1 pudu 15 mārciņas [ap 22,5 kg] un esot ērti paņemtami līdzī, gan braucot vilcienos, gan pārvietojoties uz zirga muguras. Tālāk viņš saka: «Daudzkārtējos izbraukumos ar šo komplektu liklab pa Krievijas Eiropas daļu, kā arī mana brauciena laikā 1896. gadā uz Austrumsibiriju, Jakutijas apgabalu, neradās nekādi bojājumi un svaru precizitāte bija pietiekama... pat uz vietām izsūtāmo paraugatsvaru pārbaudei.»

Ar 1899. gada «Nolikumu par mēriem un svariem» Galvenajai mēru un svaru palātai bija uzdots organizēt jaunas ar valsts līdzekļiem uzturētās mēru pārbaudes iestādes — palatkas. Pirms to izveidošanas bija jāievāc ziņas par mēru pārbaudes stāvokli atbilstošajā pilsētā vai apgabalā. Pienāca kārtā doties ceļā arī F. Blumbaham, pie tam vēl uz dzimto pusi — Baltijas gubernām. Pārskatā par šo braucienu viņš raksta: «.. lai tuvāk iepazītos ar mēru pārbaudes stāvokli Baltijā, bet it īpaši lai noskaidrotu, kādās piejūras pilsētās nepieciešami un pie kādām valsts vai privātām iestādēm ir mērķtiecīgi un iespējami iekārtot pārbaudes palatkas, Galvenās mēru un svaru palātas pārvaldnieks pēc finansu ministra atļaujas ar 5. aprīļa rīkojumu uzdeva man veikt pēkšņu mēru un svaru revīziju Baltijā, Rīgas, Liepājas, Ventspils, Rēveles pilsētās un citās vietās, kur es to atradīšu par vajadzīgu.»

Pārskata ievadā dots sīks līdzpaņemto paraugmēru, svaru un atsvaru komplekta apraksts. Garumu pārbaudei bija paņemts aršinas tērauda eksemplārs Nr. 495 ar veršoku un collu iedaļām. Aršinas likumā apstiprinātais garums bija

0,711200 metri. Atsvaru pārbaudei tāpat bija paņemti iespējami precīzi paraugi. Krievu mārciņas svars, atbilstoši Mendeļejeva paša pētījumiem, bija 409,51240 g, bet likumā pieņemtais — 409,512 grami.

Tā kā F. Blumbaha savāktajiem materiāliem ir arī liela nozīme mēru uzraudzības vēsturē Latvijā, nebūtu lieki pie tiem tuvāk pakavēties. Savu pēkšņās mēru un svaru revīzijas braucienu F. Blumbahs iesācis ar *Ventspili*, kā topošo jūras ostas pilsētu, kas nesen pa dzelzceļu savienota ar Maskavu. Kaut gan pilsēta strauji uzplaukst un preču plūsma caur muitnīcu esot jau ievērojama, pilsētas valde pavisam maz rūpējoties par pilsētas labiekārtošanu. Mēru pārbaudi un zīmogošanu tā uzdevusi atslēdznieku amata vecākajam A. Tīdemanim, kas šo darbu veicot savā atslēdznieka darbnīcā, kur glabājoties arī paraugmēri. Pārbaudē neatradās neviens mērs, ne atsvars, ko varētu uzskatīt par paraugu. Veikalos svāri un atsvari gandrīz bez izņēmuma neatbilda likuma prasībām, jo tikpat nepilnīgi bija paraugi, ar kuriem tos salīdzina, bet jaunu paraugu iegādei pilsēta neatvēlot līdzekļus. Ar to pašu izskaidrojams arī muitnīcas noliktavā lietoto pilsētas valdes zīmogoto mēru neapmierinošais stāvoklis. Precīzāki izrādījās atsvari ar zīmi «C.S. 1866», kuri bija uzskatīti par nedērīgiem, tādēļ ka tie neatbilda pilsētas paraugiem.

Lai pārliecinātos par mēru pārbaudi provinces pilsētīnās, Blumbahs izvēlējās Talsus. Tur pilsētas galvas rīcībā bija vienīgi tērauda paraugaršina, kas 1895. gadā pārbaudīta Galvenajā palātā. Citu mēru un paraugatsvaru iegādei trūkstot sabiedrisko līdzekļu. Revīzijā noskaidrojās, ka tirdzniecībā lietotie svāri un atsvari visumā ir neapmierinoši — tie ir netīri, mazie atsvari vieglāki par normu, bet lielle, kurus lieto, iepērkot ādas, savukārt, smagāki. Dzelzs aršinas bija pietiekami precīzas. Veikalos lietoja vēl veikalu oļekti [24³/₄ collas], bet uz laukiem tiekot lietoti arī audēju oļekti. Pircējus visvairāk apkrāpjot ar decimālsvāriem, kuru uzbūvi zemnieki nepazīstot.

Liepājā izrādījās, ka mērus un svarus pārbauda un zīmogo pilsētas valde un tirgotavas pārbauda Tirdzniecības deputācija. Revidējot veikalus, atklājās tāda pati aina kā Ventspilī — svaru jutīgums mazāks par likumīgo, bet aršinas

neprecīzas [starpība par 1—3 mm]. Izrādījās, ka pilsētas rīcībā nav neviena Galvenās mēru un svaru palātas pārbaudīta parauga, bet te lieto Rīgas pilsētas pārbaudītos paraugus ar zīmogojumu «Лиф 1, 1889».

Liepājas pilsētas valdes zīmogs ir šāds: «Купл 2» un ģerbonis. Mēru pārbaudi un zīmogošanu jau 22 gadus veic zvērināta persona, bijušais tirgotājs Ružēvičs. Liepājas muitnīcā stāvoklis bijis visumā labs. Mēru precizitāti tur pārbauda, kļūdas izlabo. Liepājas pasta un telegrāfa kantorī svaru un mēru stāvoklis neatbilst likumam. Pārbaude un zīmogošana nav veikta. Kantora priekšnieks ierosina pasta kantoros ieviest metriskos mērus, sevišķi Liepājā, kur ir dzīva ārzemju pasta satiksme.

Rīgā svaru un atsvaru pārbaudi F. Blumbahs iesāka ar Galveno pasta un telegrāfa kantori, izlases veidā pārsverot vairākus atsvarus. Pēc tam viņš pārbaudīja dažādas Rīgas muitnīcas noliktavas, atklājot dažas pārāk lielas svara atšķirības. Muitnīcas pasta nodaļas svāri un atsvari izgatavoti Pēterburgā. Muitnīca kopumā par svaru uzraudzību izdod 100—300 rbj. gadā, svarus remontē mehāniķis P. Rāše vai Šteinerts.

Plašāku kontroli F. Blumbahs veicis Rīgas pilsētas valdes mēru pārbaudes jeb justēšanas kamerā, kurai ierādītas leksrīgā īpašas telpas; vienā no tām glabājas paraugmēri. Mērus pārbauda un zīmogo zvērināts justētājs ik dienas no plkst. 10 līdz plkst. 14, saņemot par to 1000 rbj. gadā. To veic kāds Hoenšteins, kurš ārzemēs bijis precīzu matemātikas un fizikas ierīču mehāniķis, bet 1886. gadā Rīgas Politehniskajā institūtā vēl izturējis pārbaudījumu fizikā un vispārējā metroloģijā. Viņam daļēji palīdz mehāniķis un fabrikas īpašnieks P. Rāše, saņemot par to 150 rbj. atlīdzību. Vēl kāds kameras kalpotājs saņemot 300 rbj. gadā, un visi izdevumi kopumā sasniedzot 2000 rbj. gadā.

F. Blumbahs tuvāk apraksta novērtētos paraugmērus un konstatē, ka daļa no tiem pārbaudīta Galvenajā palātā, bet ir arī tikai uz vietas pārbaudīti paraugi. Gan Šteivera, gan Rāšes izgatavotie svāri bija apmierinoši. Svarus un atsvarus no jauna izgatavot Rīgā var tikai ar gubernatora atļauju un pilsētas valdes un policijas ieteikumu. Nozīmīgākā svēršanas ierīču gatavotāja ir P. Rāšes Baltijas mēru un svaru

fabrika,⁵ ar kuras tehnoloģiju Blumbahs iepazīnies tuvāk un dod labu atsauksmi, jo izgatavoto mēru neprecizitāte ir daudz mazāka par likumā pieļauto.

Tilpuma mērus kamerā pārbaudot — mazākos (garnīcas) ar sinepju graudiem, bet lielākos (20 garnīcu, četverīku, pusčetverīku) ar zirņiem. Šķidruma mērus pārbaudot ar graduētām kolbām, kuru atzīmes saskaņotas ar ūdens svaru 13 $\frac{1}{3}$ °R temperatūrā. Pēc P. Rāšes ziņām, pēdējā gada laikā pārbaudīti 1000 jauni svāri, 6000 atsvari un 300 tilpuma mēri beramvielām.

Līdztekus mēru pārbaudei un zīmogošanai justēšanas kamerā Rīgas firdzniecības deputācija četru personu sastāvā izdara firdzniecības iestāžu revīziju vienā no četriem pilsētas iecirkņiem, tā ka ik mērs tiek apskatīts pēc katriem pieciem gadiem. Deputācijā ietilpstot pilsētas mēru pārbaudītājs ar palīgu, Kroņa palātas un policijas pārstāvis.

Pabeidzis revīziju Rīgā, F. Blumbahs devās uz Igaunijas galvenajiem firdzniecības centriem Tērbatu un Tallinu. Tērbatā visa mēru pārbaude notika pilsētas svērtuvē tirgus laukumā. Par atsvaru paraugiem tur izmantoja parastos firdzniecībā lietojamus atsvarus, kas bija ar Rīgas pilsētas zīmogojumu («Лиф 1») vai nemaz nebija zīmogoti. Pārsverot šos atsvarus uz inspekcijas svāriem, izrādījās, ka vairumam to ir iztrūkums, kas lielāks par pieļaujamo. Balansa svāri tirgotāju atsvaru pārbaudei izrādījās mazjutīgi, tāpat arī pilsētas lielie un vezumu svāri. Tilpuma mēru pārbaudei lietoja 1844. gada paraugus — četverīku, vedru un 2 garnīcu mēru. Par svaru, atsvaru un mēru pārbaudi tirgotavās, izņemot policiju, neviens cits nerūpējās.

Tallina. Jaunos svarus, atsvarus un mērus šeit pārbauda un zīmogo pilsētas valde īpašā 4×3 saženu lielā telpā ar diviem logiem. Zīmogo ar valsts un pilsētas ģerboni un zīmi «Эст 1» ar gadaskaitli. Par paraugiem lieto parastos dzelzs atsvarus, kas zīmogoti ar caru venzelēm (monogrammām), lielākoties no 1845. gada. Atkāpes no normas šeit nebija lielas. Blumbahs pārbaudīja arī visus svarus, dažus atzīstot par mazjutīgiem. Tilpuma mēri beramvielām [četverīki un garnīcas un to daļas] tiek salīdzināti ar

⁵ Atradās Rīgā, Tērbatas ielā 72.

veciem, 1833.—1835. g., paraugiem, bet šķidruma mēru paraugiem ir 1845. gada signatūra. Mēru pārbaudi un zīmogošanu uzrauga kāds no pilsētas valdes locekļiem, bet tehnisko darbu veic atslēdznieku meistars par 100 rubļu atlīdzību gadā. Mēri pārbaudei tiek pieņemti tikai reizi mēnesī no plkst. 10 līdz plkst. 15; samaksu par to iekasē pēc Tallinas pilsētas valdes 1882. gadā noteiktās takses. 1898. gadā pārbaudīti 152 beramvielu mēri, 1019 šķidruma mēri, 52 svāri, 405 atsvari un 4 saženi, par šo darbu saņemot 257,37 rubļus. F. Blumbahs pārskatā devis arī sīku takses uzskaitījumu, piebilstot, ka samaksa par pārbaudi un zīmogošanu ārpus justēšanas kameras esot 25% lielāka. Pilsētas svaru mājā visas svēršanas ierīces tikušas pārbaudītas pirms pieciem gadiem.

Tallinas muitnīcā F. Blumbahs rūpīgi pārbaudīja muitas noliktavās lietojamo gan Krīevijā, gan ārzemēs izgatavoto svaru jutīgumu. Viņš pārsvēra arī labu daļu tur lietojamo atsvaru un konstatēja, ka daudzi uzrādā pārāk lielu atkāpi no normas. Atsvāri zīmogoti galvenokārt astoņdesmitajos gados.

Muitnīcas pasta nodalē svāri un atsvari atrasti labākā stāvoklī. Pārskatā uzdots maksa par vairāku jauniegūto svaru iegādi. Blumbahs piebilst arī, ka valsts gada ienākumi no Tallinas muitnīcas esot ap 16 milj. rubļu, bet pilsēta saņemot 40—60 tūkst. rubļu, no kuriem ostas uzturēšanai izdodot tikai ap 7000 rubļu.

F. Blumbahs pārbaudīja svaru jutīgumu un atsvaru lielumu arī Tallinas galvenā pasta kantorī. Atsvāri, kas bija izgatavoti un zīmogoti dažādos gados 19. gs. otrajā pusē, izrādījās lielākoties par viegliem. Gramu atsvaru komplekts, kas bija nopirkts pirms septiņiem gadiem, vēl nebija dots pārbaudīt.

Ar paraugmēriem un atsvariem vislabāk apgādāta bija Tallinas kroņa palāta. Tur bija labs numurētu šķidruma mēru komplekts, tāpat apzērti aptiekas un arī tirdzniecības mārčiņas komplekti, aršinas paraugs ar atzīmi «Girgenson Nr. 47» un ar zelta tapīnām apzīmētām sīkākām iedaļām. No veciem dzelzs mēriem bija šķidruma mēri no vedra līdz ceturtdaļkružkas tilpumam un beramvielām — no četverika līdz pusgarnīcai. Bez tam vēl tur glabājās veci čuguna atsvari no 2 pudiem līdz 4 mārčiņai.

Beidzot F. Blumbahs pieaicinājis policijas pārstāvi un veicis revīziju vairākos privātos veikalos, kur tāpat konstatējis atkāpi no normas svaru jutīguma un atsvaru precizitātes ziņā. Dažos veikalos svaru skauss preču uzlikšanai bija ap 5 zolotņikiem smagāks par otru, bet dažī atsvari — tikai puse no nominālā svāra. Vislielākās atkāpes no likumā pieļautajām Blumbahs konstatējis Tallinas nomaļu veikalos, kur pircēju, sevišķi zemnieku, izglītības līmenis zemāks.

Pārlūkojot revīzijas laikā savāktos materiālus, F. Blumbahs nonāk pie šādiem secinājumiem.

1. Apsēkoto pilsētu valdēm, izņemot Rīgu, joprojām trūkst mēru paraugu un svaru, kādi nepieciešami tirdzniecības mēru salīdzināšanai. Pilsētu valžu lietotie paraugmēri neatbilst pat precizitātei, kādu prasa no firtgotavu mēriem. Personas, kas veic pārbaudi, lielākoties nav pietiekami sagatavotas savam uzdevumam. Vispār jāatzīst, ka pilsētu valdes pārāk maz uzmanības veltī mēru un svaru pārbaudei. Izņēmums ir tikai Rīgas pilsēta, kur šo darbu veic kompetenta persona atbilstošās līdz šim apmierinošās telpās.

2. Tirdzniecības uzņēmumos pārbaudītie atsvari lielākoties ir par viegliem, bet svāri, sevišķi kausu svāri, nepietiekami jutīgi (slikti izgatavoti). Skaidru zīmogojumu ir maz, tikai ap 25 procentiem. Decimālsvarus vispār nēpārbauda, un tie ir neapmierinoši izgatavoti. Tirdzniecībā lietotie mēri un svāri Rīgā pa lielākaī daļai ir apmierinoši.

3. Baltijas muitnīcas gan periodiski iesūta savus svarus un atsvarus pārbaudei pilsētu valdēm, un tomēr to stāvoklis nav apmierinošs, jo pašām pilsētu valdēm trūkst precīzu paraugu.

4. Daļēji tas pats sakāms par pasta un telegrāfa kantoriem. Jāpiebilst, ka tieši Galvenā pasta un telegrāfa pārvalde apgādā tos ar likuma prasībām neatbilstošiem svāriem un atsvariem.

Svaru un mēru revīzija Baltijā bija veikta ar F. Blumbaham piemītošo pienākuma apziņu un rūpību. Galvenā palāta bija ieguvusi izsmeļošus un vērtīgus datus par vietējiem apstākļiem, un D. Mendelejevs varēja izšķirties par jaunus mēru pārbaudes palatkas organizēšanu Baltijā. Izvēle krita uz Rīgu, ne vien kā lielāko tirdzniecības centru, bet arī kā pilsētu ar labāk organizētas mēru uzraudzības tradīcijām. Un jau 1902. gadā

Rīgā atvēra kārtējo, pēc skaita piecpadsmito, palatku, kas tā arī tika nosaukta.

Dažus gadus pēc tam, šķiet, Blumbahs bija atbrīvots no pienākumiem šajā virzienā, jo 1901. gadā Mendeļejevs uzdeva viņam organizēt un vadīt laika etalonu laboratoriju, lai tiktu radīts fizikas trešās pamatvienības — sekundes etalons, kā arī sagatavota laika skaitīšanas reforma valstī. Bet 1906. gada beigās D. Mendeļejevs norīkoja Galvenās palātas vecāko inspektoru F. Blumbahu izdarīt mēru uzraudzības revīziju Turkešānas apgabalā. Viņa rīcībā tika nodots speciāli sagatavots vagona — pārbaudes palatka. Arī šoreiz mēru revīzijas brauciens bija savienots ar astronomu ekspedīcijas vadību — Turkešānas kalnos vajadzēja novērot pilnu Saules aptumsumu. Astronomiskie novērojumi ne-labvēlīgu atmosfēras apstākļu dēļ gan bija neveiksmīgi. Kad ekspedīcija bija atgriezusies no Caartaša virsotnes, F. Blumbahs kopā ar dažiem ekspedīcijas dalībniekiem vagonā-palatkā devās no Dragomiras stacijas uz Andižānu, Novomageļānu un Kokandu, kur 1907. gadā no 8. līdz 13. janvārim veica Mendeļejeva uzdoto mēru revīziju.⁶

Visā šajā mēru uzraudzības vietējo valsts iestāžu organizēšanas periodā Galvenās palātas inspektoriem bija daudz darba, jo vajadzēja ne vien apgādāt šīs iestādes ar precīziem paraugmēriem, bet arī apmācīt un noeksaminēt darbiniekus, kuriem tajās būs jāveic mēru pārbaude.

Jauns intensīvs un ļoti atbildīgs darbības posms F. Blumbaham sākās pēc Lielās Oktobra sociālistiskās revolūcijas, kad Galvenā palāta, kuras vadība viņam bija uzticēta, stājās pie kardinālas mēru sistēmas reformas. Palātas noorganizētās zinātniski tehniskās komitejas 1918. gada augusta sēdē F. Blumbaha vadībā tika galīgi izstrādāts projekts dekrētam par metrisko



LVU Astronomiskajā observatorijā F. Blumbahu saistīja galvenokārt precīzā laika problēma un Rīflera firmas pulksteņi. (Aptuveni 1946. gada uzņēmums.)

mēru ieviešanu valstī. Padomju valdība to pieņēma 11. septembrī. Dekrēta īstenošanai gan radās dažādas grūtības, sevišķi materiālo resursu ziņā. Lai pārvirzītu uz priekšu jauno mēru praktisko ieviešanu, F. Blumbahs griezās personīgi pie V. I. Leņina. Sarunu rezultātā 1920. gadā tika ielānota metāla sagāde atsvariem un citiem mēriem un varēja sākties straujāks metrisko mēru ieviešanas temps. 1928. gadā jau varēja runāt par mēru reformas realizēšanu visā Padomju Savienībā.⁷

J. Zemzaris

⁶ Ekspedīcija tuvāk aprakstīta grāmatā: Блумбах Ф. И., Станкевич Б. В. Туркестанская экспедиция для наблюдения полного солнечного затмения 1(14) января 1907 года. СПб., 1908.

⁷ Tuvāk par to sk. B. Kozlova referātu Baltijas zinātņu vēstures 13. konferencē: «Роль Ф. Я. Блумбаха в подготовке и проведении реформы русской системы мер и весов (1893—1921 гг.). По неопубликованным документам.» — Grām.: Тартуский государственный университет. II (2) Точные и естественные науки. Тарту, 1982, 201.—209. lpp.



OTRĀ VISSAVIENĪBAS RĪGAS SKOLA KOSMISKAJĀ FIZIKĀ

No šā gada 30. janvāra līdz 4. februārim Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Zinātnes namā Jūrmalā notika otrā Vissavienības Rīgas skola kosmiskajā fizikā. Tās organizatori bija PSRS ZA Saules un Zemes padomes Kosmiskās plazmas sekcija un Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorija. Tāpat kā iepriekšējās — pirmās Vissavienības skolas kosmiskajā fizikā, kas notika gandrīz šajā pašā laikā pirms trim gadiem¹, — arī šīs skolas tematika bija cieši saistīta ar pazīstamā padomju fizika un astrofizika profesora S. Sirovatska (1925—1979) zinātniskajām interesēm. S. Sirovatska darbi ir devuši lielu ieguldījumu daudzu mūsdienās ļoti aktuālu astrofizikas, kosmiskās fizikas un plazmas fizikas pētījumu virzienu attīstībā.

Skolas darbā, neskaitot pašmāju ļaudis — Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas, Fizikas institūta un Latvijas Valsts universitātes Astronomiskās observatorijas līdzstrādniekus —, piedalījās apmēram 120 dalībnieku, kas pārstāvēja visas mūsu zemes vadošās zinātniskās un augstākās mācību iestādes, kuru darba

specifika ir saistīta ar pētījumiem astrofizikā un kosmiskajā un plazmas fizikā.

Skolas darba organizēšanai un vadīšanai PSRS ZA Vispārīgās fizikas un astronomijas nodaļa bija izveidojusi organizācijas komiteju, kuru vadīja PSRS ZA Zemes magnētisma, jonosfēras un radioviļņu izplatīšanās institūta direktors PSRS ZA korespondētājloceklis V. Migulins. Latvijas PSR ZA Prezīdija vārdā skolas dalībniekus sveica Fizikas un tehnisko zinātņu nodaļas akadēmiķa-sekretāra vietnieks Latvijas PSR ZA korespondētājloceklis P. Prokofjevs. Skolas darbā piedalījās arī prof. S. Sirovatska atraitne L. Sirovatska. Skolu atklājot, par S. Sirovatska zinātnisko darbību un atstāto zinātnisko mantojumu lekciju nolasīja prof. V. Imšenniks.

Pavisam otrās Vissavienības Rīgas skolas kosmiskajā fizikā dalībnieki noklausījās un apsprieda 35 lekcijas un 37 tā sauktos stenda ziņojumus. Tematiski šo visai apjomīgo informatīvo materiālu var sadalīt trīs galvenajās daļās. Visupirms te jāmin jautājumi, kas saistīti ar Saules aktivitātes problēmām, ar relativistisko daļiņu ģenerēšanos Saules uzliesmojumos, t. i., ar Saules uzliesmojumiem un sevišķi jau ar protonu uzliesmojumiem, ar strāvas slāņa veidošanos plazmā, tā formēšanos, evolūciju un eksplozīvo sabrukšanu, ar magnētiskā lauka sevišķo (nenulles) līniju veidošanos

un magnētiskā lauka spēka līniju pārsavienošanos, ar viļņveida procesiem Saules atmosfērā un Saules aktīvajos apgabalos. Tas ļāva gūt labu ieskatu ļoti sarežģītajos un līdz galam vēl neizpētītajos un neizprastajos Saules uzliesmojumu mehānismu cēloņu un seku kopsakaros, šo uzliesmojumu parādību evolūcijā un dažādos sekundāros procesos, kuri izraisa novērojamos efektus un dod iespēju saistīt teorētiskos priekšstatus un modeļus ar novērojumu datiem un interpretēt novērojamas parādības. Par šiem jautājumiem lekcijas nolasīja tādi pazīstami speciālisti kā G. Kačarovs, P. Sasorovs, A. Francka, E. Mogiļevskis, V. Titovs, V. Sokolovs, J. Carikovs, V. Zaicevs, A. Stepanovs, V. Trahtenhercs, E. Okss, J. Žugžda un citi. Sajā iedaļā ietilpa arī Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas pārstāvja, fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta V. Locāna nolasītais ziņojums «Rezonanses svārstības Saules aktīvajos apgabalos». Seit jāpiebilst, ka uz Saules novērojamo viļņveida parādību un procesu pētījumi auzīmē ļoti interesantu un auglīgu perspektīvu, jo teorētiski novērtējumi rāda, ka tie var sniegt ārkārtīgi būtisku un vērtīgu informāciju par Saules konvektīvās zonas struktūru un īpatnībām, kas ir viens no vissvarīgākajiem un aktuālākajiem Saules fizikas un Saules aktivitātes jautājumiem.

¹Sk. Balklavs A., Sermulinš V., Spektors A. Dienas kārtībā kosmiskās fizikas problēmas. — Zvaigžņotā debess, 1981. gada rudens, 48.—57. lpp.



Skolas atklāšana. Prezidijā (*no kreisās*) Latvijas PSR ZA korespondētājloceklis, Fizikas un tehnisko zinātņu nodaļas akadēmiķa-sekretāra vietnieks P. Prokofjevs, PSRS ZA Zemes magnētisma, jonosfēras un radioviļņu izplatīšanās institūta direktors, PSRS ZA korespondētājloceklis V. Miģuļins, Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas direktors A. Balklavs, prof. V. Imšēņņiks un prof. V. Zeļežņakovs.

Otrs jautājumu loks, kuram pievērsās zinātniskās skolas dalībnieki, bija pārnovas, kas, kā labi zināms, ir viena no centrālajām mūsdienu astrofizikas problēmām. Ar tām saistīts ļoti plašs jautājumu komplekss: smago elementu nukleosintēze un starpzvaigžņu vides ķīmiskais sastāvs un dinamika, zvaigžņu rašanās un evolūcija, kosmisko staru ģenerācija utt. Pārnovu pētījumos pēdējā laikā ir gūti ievērojami panākumi. Tā, piemēram, ir izdevies teorētiski labi aprakstīt un interpretēt pārnovu parādības ārējās, novērojamās izpausmes. Šos jautājumus savās lekcijās aplūkoja pazīstamais padomju astrofizikālis PSRS ZA korespondētājloceklis I. Sklovskis un D. Nadžoīns. Taču pārnovu eksploziju iekšējie mehānismi vēl joprojām ir ļoti neskaidri. Šai problēmai savas lekcijas veltīja V. Imšēņņiks un S. Bļiņņikovs. V. Imšēņņiks detalizēti izanalizēja kodoltermiskā sprādziena mehānismu un tā

iespējas izskaidrot pārnovu eksploziju; S. Bļiņņikovs aplūkoja problēmas, kādas rodas, ja pārnovas sprādzienu mēģina izskaidrot ar zvaigznes kodola kolapsu.

Pazīstamais uzliesmojošo zvaigžņu pētnieks R. Geršbergs savā lekcijā uz plaša materiāla bāzes iezīmēja sakaru starp šo zvaigžņu, Saules un pārnovu fiziku. Pēc viņa domām, sarkano pundurzvaigžņu uzliesmojumiem ir tāda pati daba kā Saules uzliesmojumiem, kaut gan to enerģija 3—5 reizes pārsniedz Saules uzliesmojumu enerģiju.

Lielu interesi klausītājos izraisīja arī E. Ergmas un I. Mitrofanova lekcijas par rentgena un gamma uzliesmojumiem, kas saistīti ar neitronu zvaigznēm — pārnovu eksploziju atliekām.

Trešais jautājumu komplekss bija veltīts kosmiskajiem stariem — to ģenerācijas un pātrināšanas mehānismu atklāšanai un analīzei. Šie jautājumi tika aplūkoti

A. Galejeva un I. Toptigina lekcijās. Ar šo problēmu cieši saistīti pulsāru magnetosfēru pētījumi, par ko lekcijas nolasīja L. Zeļonijs, D. Lominadze un J. Istomins.

Ļoti lietderīga klausītājiem bija arī V. Zeļežņakova lekcija par magnētisko balto punduru spektriem, A. Dolginova lekcija par zvaigžņu magnētisko lauku ģenerāciju un I. Golovina, A. Mihailovska un G. Batanova lekcijas par mūsdienu plazmas fizikas problēmām, ar kuru atrisināšanu ir cieši saistīts tālāks progress kardinālu astrofizikas jautājumu attīstībā.

Pieredze, kas tika iegūta, organizējot pirmo un otro Vissavienības Rīgas skolu kosmiskajā fizikā, parādīja, ka šāda jaunākas informācijas izklāsta un analīzes forma ir visai efektīva, tādēļ skolu beidzot, tika vienprātīgi pieņemts lēmums pēc diviem trim gadiem tikties atkal.

A. Balklavs



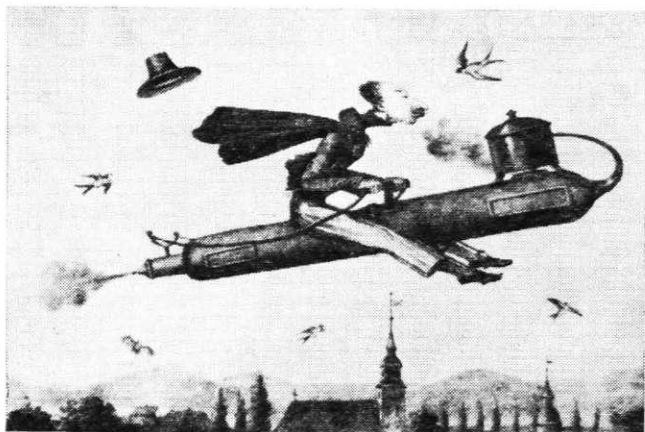
PRESES DOKUMENTU KOLEKCIONĀRS KOSMONAUTIKĀ

Pagājušā gada nogalē Rīgā viesojās Rietum-berlīnes V. Ferstera astronomijas amatieru apvienības biedrs Horsts Šinke. Viņam gan nav sava teleskopa, un viņš neveic novērojumus, tomēr ir visai populārs. H. Šinke palīdzību lūdz speciālisti, kuriem nepieciešami materiāli astronomijas un kosmonautikas vēsturē. To nav grūti saprast — viņš ir izveidojis vienu no lielākajām specializētajām kolekcijām pasaulē. Sākotnēji neparasts un varbūt maznozīmīgs šķiet pamatkolekcijas veids — avīžu un žurnālu materiāli, tiesa, sākot jau ar 1822. gadu. Taču motivācija tieši preses dokumentu arhīva veidošanai, izrādās, ir vienkārša, bet kultūrvēsturiski nozīmīga: avīzes un ilustrētie žurnāli dod pirmo un līdz ar to emocionālo informāciju par notikumiem zinātnē. Vēlāk seko nogludināta, no cilvēciskiem pārdzīvojumiem brīva zinātniskā publikācija speciālajos žurnālos un grāmatās.

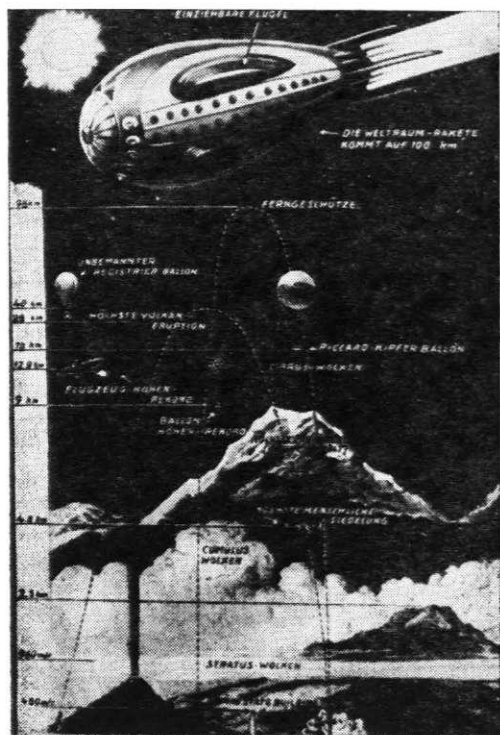
H. Šinke pamatkolekcijā ir 60 000 hronoloģiski sakārtotu preses dokumentu. Tagad šī kolekcija tiek papildināta arī ar radioraidījumu dokumentējumu magnetofona lentēs.

Līdzās preses dokumentu arhīvam H. Šinke ir nokomplektējis specializētu bibliotēku, kurā ietilpst 2000 sējumu. Ļoti pilnīgi tajā pārstāvēta literatūra par kosmonautiku līdz ZMP ēras sākumam. Pēc šīs literatūras var izsekot zinātniskās, tehniskās un arī sabiedriskās domas attīstībai par raķešu tehniku un kosmosu.

Uz to, ka šādai kolekcijai ir noteikta sabiedriskā vērtība, norāda interese, kuru par šo preses dokumentu arhīvu izrāda vairākas observatorijas, muzeji, rakstnieki. H. Šinke materiālus vairākkārt izmantojis arī mūsu republikā labi pazīstamais VDR rakstnieks D. Hermanis, kas pievērsies astronomijas un kosmonautikas tēmai. Pēdējā laikā žurnālos un grāmatās arvien biežāk



1. att. Satīrisks zīmējums no kāda 19. gs. ilustrētā izdevuma — «Tvaika mašīnas zirgs». Lidojums no Parīzes uz Pēterburgu.

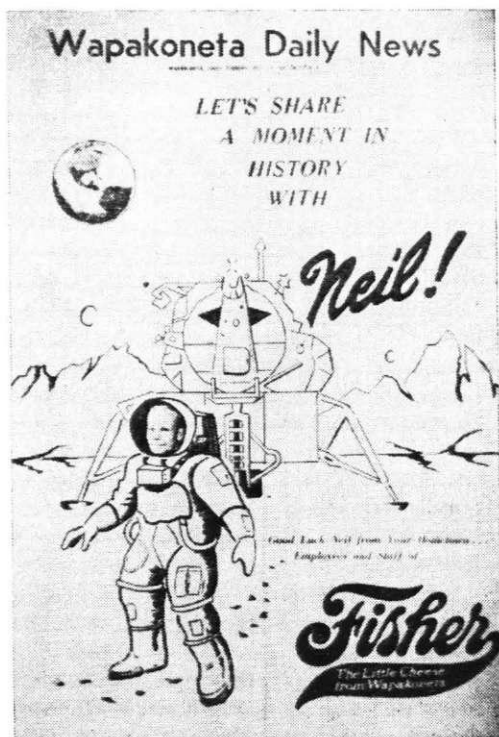


2. att. Ilustrācija no žurnāla «Die Woche» 1934. gada numura. Augstuma rekordi un fantāzija par kosmosa kuģi.

sastopami attēli, kuru parakstos ir piebilde: «Aizgūts no H. Šinkes arhīva.»

H. Šinkem ir arī vērtīgu autogrāfu un zinātnieku vēstuļu kolekcija. Šo dokumentu vidū minama izcilā astronoma V. Struves vēstule Rīgas dabaspētnieku biedrībai.

Balstoties uz savas kolekcijas materiāliem, H. Šinke Latvijas Valsts universitātē nolasīja referātu «Astronomijas un kosmonautikas vēsture preses dokumentos», kuru ilustrēja ar daudziem diapozitīviem. Lūk, daži interesanti piemēri no viņa kolekcijas. 1893. gada 12. martā «Vācijas Valdības Ziņotājs» publicē likumu, ar kuru no 1. aprīļa Vācijā tiek ieviests vidējais Saules laiks, kas attiecināts uz 15. garuma grādu no Grīničas. Deviņpadsmitajā gadsimtā ilustrētos izdevumus «pārstaigāja» satīriska zīmējums



3. att. Ilustrācija no avīzes «Wapakoneta Daily News» dienā, kad pirmais cilvēks spēra kāju uz Mēness.

par tvaika raķeti (1. att.). Astronomijas un fizikas skolotājus var ieinteresēt kāda cita ilustrācija (2. att.), kurā uzskatāmi parādīti tolaik sasniegtie augstuma rekordi atmosfēras un stratosfēras apgūvē un priekšstati par... daudzkrāt izmantojamu kosmosa kuģi. Un, beidzot, ilustrācija no avīzes «Wapakoneta Daily News» (3. att.). Mazajā pilsētiņā Vapakonetā dzimis amerikāņu astronauts Nīls Ārmstrongs, kas pirmais spēra kāju uz Mēness. Taču pievērsiet uzmanību parakstam: laimi novēl «Fisher» —mazā siera ražošanas firma. Īsti amerikāniski. Pat šāds vēsturisks brīdis tiek izmantots reklāmai.

H. Šinke pēc savas kolekcijas materiāliem sagatavojis arī rakstu speciāli «Zvaigžņotajai debesij», kuru tagad piedāvājam mūsu lasītājiem.

T. Romanovskis

SPUTNIKA ŠOKS PRESES DOKUMENTOS

1957. gada 29. aprīlī Rietumvācijas lielākās bulvārvāzīzes «Bild-Zeitung» vadošais reportieris H. Hārsters sensacionāli ziņoja: «Floridā Patrika lidlaukā amerikāņi pašreiz veic pēdējos sagatavošanas darbus vienam no lielākajiem piedzīvojumiem cilvēces vēsturē. Jūlija sākumā viņi ar raķetēm ievadīs kosmosā mākslīgus mēnešus.»

Reportieris pareizi bija novērtējis, ka pirmā Zemes mākslīgā pavadoņa starta vairs nav aiz kalniem. Taču viņš nevarēja un droši vien arī nevēlējās iedomāties, ka kosmosa apgūšanu atklās PSRS, nevis ASV. Un tomēr tā sauktais sputņika šoks ASV, kas sākās 1957. gada 4. oktobrī, kad tika palaists pirmais padomju ZMP, šķita nepamatots.

1957. gada 11. oktobrī populārā Minhenes vakara avīze «Abendzeitung» publicē Z. Nau-džoksa komentāru «Sputņiks — nekāds noslēpums»: «Sputņiks — «sarkanais mēness» ir lielākais apkaunojums visiem Rietumu informācijas dienestiem. Ziņa par pirmā ZMP startu Vašingtonā, Parīzē, Londonā un Bonnā radīja pārdimensionālas ūdeņražbumbas sprādzienam līdzīgu reakciju. Lai uzzinātu, ko Padomju Savienība gatavojas darīt Starptautiskajā ģeofizikas gadā, atlika ieskatīties kādā Austrumos izdotā uzzīņu krājumā, piemēram «Padomju Savienība no A līdz Z», kas VDR parādījās pārdošanā jau 1957. gada februārī.» Informāciju par gatavojamos ZMP palaišanai varēja iegūt arī padomju un VDR presē. Tā, piemēram, 1957. gada jūlijā VDR avīze «Neues Deutschland» publicēja plašu rakstu «Startēs ZMP sērija. Padomju ieguldījums Starptautiskajā ģeofizikas gadā».

Tā kā Rietumu prese šos padomju puses ziņojumus noklusēja, tad saprotams, ka sputņika veiksmīgais starta ārkārtīgi dziļi aizskāra amerikāņus. Par šoku sabiedrībā liecina arī pirmie teikumi informācijā, kas ievietota visizplatītākajā ASV žurnālā «Time» 1958. gada 10. februārī: «Tieši pēc 119 dienām, kad krievi debesīs raidīja savu sputņiku, tādējādi ievainodami amerikāņu nācīgas lepnumu un godu, pagājušajā nedēļā Kanaveralas raga starta laukumā dārdoši

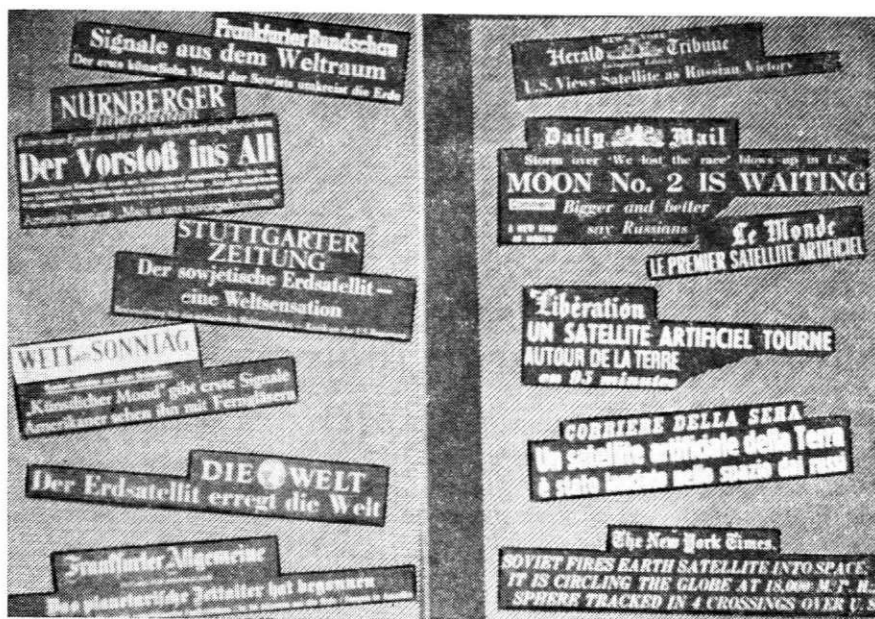
startēja armijas «Explorer» — Savienoto Valstu jauna veida spēka simbols.»

Savienotajās Valstīs bija paredzēti divi kosmosa apgūšanas projekti: «Vanguard», kuru realizēja jūrniecības resors, un «Explorer», pie kura strādāja armija. Sākumā priekšroka tika dota projektam «Vanguard», jo oficiāli uzskatīja, ka «Vanguard» raķetes spēš pacelt lielāku derīgo kravu. Turklāt sabiedrība atbalstīja vadošo politiķu vēlēšanos, lai kosmoss kalpotu mieram, bet bija zināms, ka armijas raķetes tiek projektētas militāriem nolūkiem. Projekts «Vanguard» šķita piemērotāks mierlaika mērķiem. Tikko bija apriņķēti pirmā desmitgade kopš otrā pasaules kara beigām, un visiem vēl bija svaigā atmiņā vācu armijas slepenais ierocis — raķete «V2», kas tika izmantota bezjēdzīgai Londonas bombardēšanai, bet tieši «V2» kļuva par prototipu amerikāņu starpkontinentālajām raķetēm. Bez tam neviens negribēja, lai pirmā sasnieguma laurus saņemtu bijušais hitleriskās Vācijas konstruktors Verners fon Brauns. Taču pēc padomju sputņika lieliskā starta visi šie apsvērumi tika mestī aiz borta.

Pirmais ZMP, kas ievadīja kosmosa ēru, ir daudz un pārmainīgais pasaulē. Konkurencē starp PSRS un ASV kosmosa apgūšanā attīstījusies ne tikai kosmiskā tehnoloģija, bet arī tai pakārtotās tehnikas nozares un, pirmkārt, jau mikroelektronika. Pavadoņa masa vēl arvien ir ierobežota. Līdz ar to mikroelektronikas uzdevums ir nodrošināt, lai, būdami viegli, pavadoņi vienlaikus būtu funkcionāli jaudīgi. Kosmosa tehnoloģija tagad tiek ieviesta arī tepat uz Zemes: tās ir jaudīgas jaunās paaudzes ESM, elektroniskie kabatas skaitļotāji, sirds soļu dzinēji utt.

Konkurences attiecības starp ASV un PSRS kosmosa apgūšanā patlaban ir aptuveni izlīdzinājušās. Katra valsts ir salikusi savus akcentus: ASV — daudzkārt lietojamo kuģu «Space Shuttle» radīšanā, PSRS — kosmosa ilglidojumos.

Lielo sasniegumu laiks ir pagājis, un tagad ir arvien grūtāk gūt jaunus ievērojamus sasniegumus. Tāds varētu būt ekspedīcija uz Marsu, kuru autors vēl cer pieredzēt savas dzīves laikā. Taču



Dažādu valstu avižu ziņas par sputņika startu.

kosmosa apgūšanā vairs nevalda tāds pioniera gars kā piecdesmito gadu beigās. Sabiedrības interese par kosmonautiku ir mazinājusies, lai gan gluži nepamatoti, jo kosmosā dod daudz pozitīva mūsu ikdienas dzīvē.

Presē tiek izteiktas arī iebildes, ka lietderīgāk būtu risināt miera saglabāšanas un saimnieciskas problēmas, nevis sūtīt cilvēku uz Mēnesi un Marsu. Arvien biežāk izskan doma, ka ZMP jā-

izmanto labāk atbrūņošanās kontrolei. Pamatoti tiek norādīts, ka līdz šim cilvēcei vēl nav bijis tik spēcīgas ieroču kontroles ierīces kā Zemes mākslīgie pavadoņi. No šī viedokļa raugoties, gribas cerēt, ka sputņika šoka tāl darbīgās sekas rezultēsies vissvarīgākajā jautājumā — miera saglabāšanā.

H. Šinke



mākslinieka skatījumā

KOSMOSA GLEZNOTĀJA ZENTA LOGINA

Gleznotāja Zenta Logina dzimusi 1908. gada 23. augustā Rīgā. Mācījies Mākslas akadēmijā glezniecību un paralēli strādājis arī lietišķās mākslas nozarē. 1936. gadā papildinājusies Berlīnē tekstilzīmēšanā. Izstādēs piedalījies kopš 1932. gada gan kā gleznotāja, gan kā tekstilmāksliniece. LPSR Mākslinieku savienības biedre kopš 1945. gada. Pēc Zentas Loginas metiem darinātie gobelēni izstādīti mūsu valstī un ārzemēs. Z. Logina mirusi 1983. gada 21. decembrī.

Zvaigžņotās debess krāšņais raksts un Visuma dziļu noslēpumi allaž rosinājuši cilvēku iztēli un atspoguļojušies mākslā un literatūrā. Arī tēlotājā mākslā. Latvijā šai jomā visraksturīgākie ir nesen aizsaulē aizgājušās gleznotājas Zentas Loginas darbi. Māksliniece kosmosam veltījusi sava mūža pēdējos piecpadsmit gadus. Šai laikā viņa pievēršas vairs tikai kosmiskām tēmām. Tie ir reljefi gleznojumi un īpatnējas skulptūras, kur pausts mākslinieces pasaules uzskats, ciešās kosmiskās saistības izjūta.

Z. Loginas darbos apvienoti adekvāti priekšstati par Visuma uzbūvi (māksliniece bija cītīga mūsu izdevuma lasītāja) ar savas kosmiskās esības apziņu, ar cilvēka un Zemes daļu kosmosa procesos. Krāsainajos reljefos mirdz un šķietami rotē galaktikas, virpuļo kosmiskā matērija, dzimst zvaigznes un viņo cilvēka doma. Devītajā vilnī uzbango zvaigžņu pasaules reakcija uz cilvēku aklo neprātu. Cilvēku neprāta atainojums ir palicis uz mākslinieces molberta nepabeigts, tas ir gobelēna mets «Bridinājums». Te milzu liesmās deg mūsu mazā planēta. Z. Logina darinājusi daudzus gobelēnu metus, kurus audusi viņas māsa

Elīze Atāre. Gobelēnu tematika ir pārsvarā kosmiska: «Lidojums», «Planētu rotaļa», «Kosmonauti», «No tālienes», «Saules gaisma», «Gaismas ceļš», «Galaktikas virpulis» un citi.

Katrs cilvēks veido savas personības pasauli. Māksliniece Zenta Logina ir atstājusi mums kosmiskās esības pasauli. Tajā rit nemītīgs dialogs starp cilvēces gaišo dvēseli un cilvēku tumšo neprātu, dialogs starp mīlestību un vienaldzību, starp stingro formālo loģiku un intuícijas smalkajiem vijumiem, dialogs starp gara lidojumu un fizikālās formas diktētajiem noteikumiem. Mākslinieces Loginas pasaule ir lidojums bezgalīgajā telpā un bezgalīgajā laikā, Zemes skatījums no kosmosa, cilvēka tiekšanās ārpus šķietami nepieciešamo gaitu un lieko lietu slāņiem.

Mākslinieces pasaule ir tapusi nerimtīgā dvēseles un roku darbā; tās iemiesojums krāsās un audumos ir matērijas formu dialektiskās daudzveidības un radošā gara potenci skaists apliecinājums.

Z. Loginas gobelēnī, meti un reljefie gleznojumi skatāmi krāsu ielikumā.

N. C i m a h o v i č a



SKAITĻOTĀJI VFR SKOLĀS

Visai aktuāla problēma izglītības sistēmā ir skaitļošanas tehnikas ienākšana skolā. Mikroprocesora izgudrošana deva iespēju radīt un ražot lētu, visiem pieejamu visdažādāko skaitļošanas jeb, precīzāk, informāciju pārstrādājošo tehniku. Pašreiz vispopulārākais šīs tehnikas pārstāvis ir elektroniskais kabatas skaitļotājs jeb mikrokalculator. Līdzās tam parādījusies personālā ESM, kuru var pieslēgt parastajam televizoram un kasešu magnetofonam. Parādās arī jauni ciparu mērinstrumenti. Šī tehnika ienāk mūsu dzīvē straujāk nekā skaidriba par iespējām to lietot skolā. Zinātniski pamatotu mikroprocesoru tehnikas ieviešanu mācību praksē nevar izstrādāt viens cilvēks, pat ne atsevišķs speciālistu kolektīvs. Tā ir starptautiska problēma, kura jārisina kopīgiem spēkiem daudzām valstīm. Lai veicinātu starptautisko sadarbību šajā jomā, PSRS Augstākās un vidējās speciālās izglītības ministrija 1984. gada sākumā aicināja uz domu apmaiņu Bonnas universitātes Pedagoģijas fakultātes matemātikas katedras profesoru Aleksandru Vinandu. Profesors A. Vinands ir grāmatas «Elektroniskie kabatas skaitļotāji skolā» autors. Viņš vada pētniecisku projektu «Skaitļotāju ietekme uz skaitļošanas iemaņām» un māca informātiku topošajiem matemātikas skolotājiem. Rīgā un Tallinā profesors A. Vinands nolasija lekciju «Mikroprocesoru tehnika VFR». Balstoties uz tās materiālu, viņš kopā ar P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes docentu Tomasu Romanovski sagatavoja šo rakstu.

IZGLĪTĪBAS SISTĒMA VFR

Izglītības sistēma VFR iedalās trīs pakāpēs. Sešu gadu vecumā bērni sāk iet pamatskolā, kas aptver 1.—4. klasi un ir obligāta visiem. Ar 5. klasi sākas apmācības otrās pakāpes 1. etaps (*Sekundarstufe 1*), kas ilgst līdz 9. vai 10. klasei atkarībā no skolas tipa. Tātad jau ar 5. klasi bērnam jāizvēlas starp tā saukto galveno skolu (*Hauptschule*), reālskolu un ģimnāziju. Tā kā pret šo agro izvēli sabiedrībai bija un ir diezgan lieli iebildumi, tad līdzās minētajiem skolu tipiem parādījusies arī vispārīzglītojošā skola (*Gesamtschule*). Pēc pirmā etapa beigšanas skolēns var izvēlēties turpmāko apmācību profesionālajā skolā, tehnikumā vai ģimnāzijā (11.—13. klase). Trešā apmācības pakāpe aptver dažādas augstskolas. Iestājeksāmeni VFR augstskolās nav jākarsto.

SKAITĻOTĀJU MODEĻI SKOLĀS

Mūsdienās katram skolēnam ir vai nu personiskais, vai vismaz pieejams mājās un, protams, arī skolā elektroniskais kabatas skaitļotājs. VFR nav savu firmu, kas ražotu skaitļotājus. Vienīgais VFR skaitļotāju ražotājs — firma «Aristo» — lielo amerikāņu un japāņu firmu spiediena rezultātā pārtrauca darbību šajā jomā. («Aristo» bija izstrādājusi interesantu lielizmēra, pie sienas piekaramu skaitļotāju.) Vairums skaitļotāju tātad nāk no ASV

un Japānas. Skolās populārākie modeļi ir TI-30 (ASV) un Casio fx-100 (Japāna). Šie skaitļotāji automātiski ievēro aritmētisko darbību izpildes secību. Japāņu skolas skaitļotājā bez tam ir ietverta automātika aritmētiskajām darbībām ar parastajiem daļskaitļiem. Arī rezultāts tiek uzrādīts daļskaitļa veidā. Lai skaitļotāju varētu izmantot varbūtības teorijas mācīšanā, tajā ir arī nejaušo skaitļu ģenerators.

Pirmie elektroniskie kabatas skaitļotāji skolās parādījās jau septiņdesmito gadu sākumā. Tas radīja ārkārtīgu satraukumu skolu vadībā, tādēļ vairākās VFR federālajās zemēs ar likumu aizliedza tos lietot skolā. Tagad kaislības norimušas, un visā VFR skaitļotājus atļauts lietot, sākot ar 7. vai 8. klasi (13—15 gadu vecumā). Jaunākās klasēs skaitļotājus kā skaitļošanas palīgīdzekli izmantot nedrīkst. Taču tos var izmantot kā metodisku apmācības līdzekli un kā palīgīdzekli matemātiskās spēlēs.

KĀ SKAITĻOTĀJU LIETOŠANA IETEKMĒ SKOLENU SKAITĻOŠANAS IEMAŅAS

Skolēnus skaitļošanas tehnikas lietošana, protams, iepriecina, ko gan nevar teikt par skolotājiem un vecākiem. Deviņdesmit procenti aptaujāto skolotāju uzskata, ka skaitļošanas iemaņas kā cilvēces kultūras sastāvdaļa ir briesmās. Tādēļ VFR tiek finansēti vairāki ilgstoši pētījumi par skaitļotāju lietošanas ietekmi uz skaitļošanas iemaņām. Pētnieciskajam projektam «Skaitļotāji un skaitļošanas iemaņas» ir divi galvenie uzdevumi: 1) noskaidrot, cik labi skolēni prot rēķināt, t. i., kāds ir pašreizējais skaitļošanas iemaņu līmenis; 2) noskaidrot, vai skolēni, kuri bieži lieto skaitļotājus, ir slīstāki rēķinātāji par tiem, kas tehniku nelieto nemaz. Šim nolūkam A. Vinands izstrādājis īpašu testu. Skolēniem tika doti 20 uzdevumi, kuri jāatrisina 35 minūtēs, lietojot tikai zīmuli un papīru.

Bez tam skolēniem bija jāuzrāda, vai viņiem ir savs personiskais skaitļotājs un cik bieži viņi to lieto mājās un skolā (gandrīz nekad, reti, bieži, gandrīz vienmēr). Ar šo testu tika pār-

TESTS «CIK LABI TU RĒĶINI BEZ SKAITĻOTĀJA?»

(Iekavās procentos uzrādīts to 13—15 gadus veco skolēnu skaits, kuri doto uzdevumu atrisinājuši pareizi.)

- 1) $245 + 835 + 3919 =$ (93%)
- 2) $49,99 - 4,312 =$ (67%)
- 3) $38 \times 785 =$ (68%)
- 4) $85,331 \times 0,24 =$ (50%)
- 5) $61776 : 13 =$ (74%)
- 6) $23,52 : 1,4 =$ (37%)
- 7) $12,32 + 5,6 \times 7,8 =$ (21%)

Uzdevumos 8, 9, 10 atbildē dota pareiza ciparu secība. Pareizajā vietā jāieliek komats.

- 8) $90122 + 365908 + 61100 = 51730000$ (35%)
- 9) $123,6 \times 9876,50 = 122073540000$ (9%)
- 10) $224 : 0,16 = 140000$ (50%)
- 11) Saīsināt, cik iespējams, $\frac{588}{630}$ (13%)

Uzdevumos 12—17 atbilde jāuzraksta daļskaitļa vai vesela skaitļa izskatā.

- 12) $\frac{2}{3} + \frac{3}{8} + \frac{1}{4} =$ (57%)
- 13) $\frac{2}{3} \times 3 =$ (63%)
- 14) $2 : \frac{1}{8} =$ (40%)
- 15) $2\frac{3}{5} + 3\frac{6}{15} =$ (55%)
- 16) $3\frac{1}{3} \times 5\frac{2}{5} =$ (34%)
- 17) $2\frac{5}{7} : 3\frac{4}{5} =$ (36%)
- 18) Kas lielāks: $\frac{2}{15}$ vai $\frac{3}{20}$? Kāpēc? (33%)
- 19) Kas lielāks: 137,98 vai 137,979? (73%)
- 20) Uzrādīt 2 skaitļus starp 3,04 un 3,05. (58%)

baudīti 4300 skolēni no 24 skolām 1979./80. m. g., 3600 skolēni 1980./81. m. g. un 3500 skolēni 1981./82. m. g. no 19 skolām. Puse aptaujāto bērnu bija no galvenās skolas (pamatli-

menis), 30% no reālskolām (paaugstināts līmenis) un 20% no ģimnāzijām (augstākais līmenis). Dotajā tabulā atspoguļojas vecuma, skolas tipa un skaitļotāja lietošanas biežuma ietekme uz skaitļošanas iemaņām. Atšķirības rādītājos (iemaņu līmenī) izskaidrojamas ar skolēnu vecumu un skolas tipu. Atšķirības iemaņu līmenī skaitļošanas tehnikas lietošanas biežuma dēļ ir neievērojamas. Sevišķi labi tas redzams, ja izseko vidēji pareizi atrisinātam uzdevumu skaitam vienā skolu tipā trīs gadus pēc kārtas.

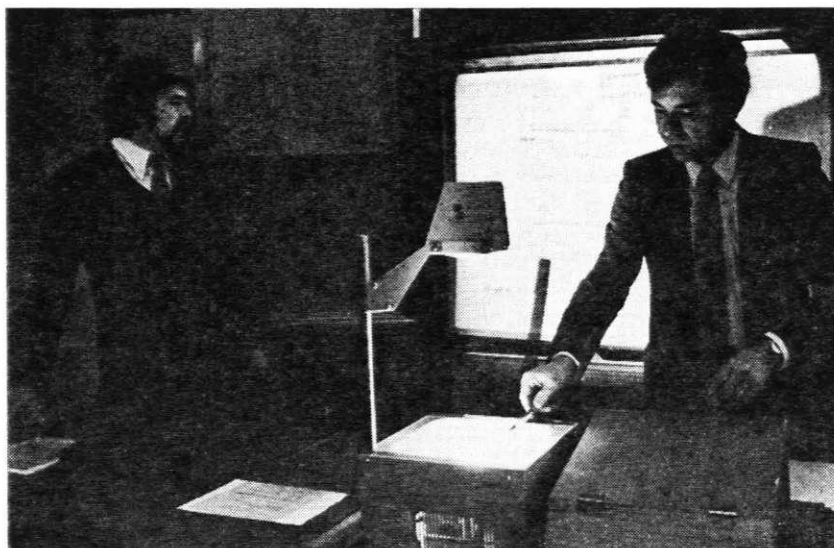
No aptaujas izriet, ka 7. klasē katram otrajam skolēnam ir savs personiskais skaitļotājs, bet 9. klasē — katriem diviem no trim. Skaitļotāja lietošanas biežums, izrādās, nav saistīts ar atzīmi matemātikā, t. i., labie un sliktie «matemātiķi» vienādi bieži izmanto skaitļotājus. Skolotāji atbalsta skaitļotāju lietošanu sākot tikai ar 9. klasi. Taču, kā izriet no aptaujas, par biežu skaitļotāju lietošanu stundās VFR skolās nevar runāt.

Vissliktākos rezultātus skolēni uzrāda aptuvenos rēķinos. No septiņiem uzdevumiem ar daļskaitļiem vidēji pareizi tiek atrisināti tikai

30%, bet ģimnāzijā 60%. Skaitļošanas iemaņas ar parastām aritmētiskajām darbībām ir daudzkārt labākas. Galvenajā skolā pareizi tiek atrisināti 50%, ģimnāzijā — 70% vienkāršo uzdevumu.

Uzdevumos ar daļskaitļiem un 7. uzdevumā galvenais kļūdu cēlonis ir nevis vājas skaitļošanas iemaņas galvā, bet sliktas zināšanas par aritmētisko darbību izpildes secību. Pētījumā nav konstatētas atšķirības skaitļošanas iemaņu līmenī starp zēniem un meitenēm. Interesanti, ka galvenajā skolā skaitļošanas iemaņu līmenis ir cieši saistīts ar atzīmi matemātikas priekšmetā. Tikai 5% sliktu «matemātiķu» uzrādīja labas iemaņas rēķināšanā.

No trīs gadu pētījumiem redzams, ka skaitļotāju izplatība un lietošanas biežums neatstāj nekādu ietekmi uz skaitļošanas iemaņām. Interesants ir konstatējums, ka skolēni, kas bieži lieto skaitļotāju, daudz labāk risina uzdevumus ar daļišanu un 7. uzdevumu, kur jāievēro izpildāmo darbību secība. Pētījumu programma «Skaitļotāji un skaitļošanas iemaņas» tiek turpināta. Zinot, kāds ir pašreizējais iemaņu līmenis, varēs spriest par izmaiņām nākotnē.



1. att. Profesors A. Vinands (pa labi) un docents T. Romanovskis lasa lekciju P. Stučkas Latvijas Valsts universitātē.

Skaitļošanas iemaņu līmenis VFR skolās 1981./82. mācību gadā pēc testa «Cik labi Tu rēķini bez skaitļotāja!» rezultātiem.
[Iemaņu līmenis tiek mērīts ar vidējo pareizi atrisināto uzdevumu skaitu.]

Skolas tips un klase	Skaitļotāja lietošanas biežums		
	gandrīz nekad	reti	bieži
7. klase			
Galvenā skola	5,7	5,8	4,3
Reālskola	9,5	8,6	8,1
Ģimnāzija	10,0	10,8	10,9
8. klase			
Galvenā skola	8,3	8,2	7,8
Reālskola	9,7	9,0	9,1
Ģimnāzija	11,5	11,9	11,2
9. klase			
Galvenā skola	9,9	10,1	9,7
Reālskola	10,5	11,8	12,5
Ģimnāzija	14,2	14,4	15,4

Ar testu «Cik labi Tu rēķini bez skaitļotāja?» veikti pētījumi arī Polijā (N. Dropka) un Latvijā (T. Romanovskis). Vidējais skaitļošanas iemaņu līmenis Polijā un Latvijā ir nedaudz augstāks. Procentuāli lielāks ir to skolēnu skaits, kuriem ir ļoti labas skaitļošanas iemaņas (pareizi atrisināto uzdevumu skaits — 16 un vairāk). Ir visai interesanti, ka kļūdu raksturs VFR, Polijā un Latvijā ir viens un tas pats, kaut gan mācību programma katrā valstī ir atšķirīga. Tātad VFR, Polijā un Latvijā skolēniem vislielākās grūtības sagādā 9., 11., 7. un 8. uzdevums un uzdevumi ar daļskaitļiem. Tas liek domāt, ka skaitļošanas iemaņu nepilnībām daļēji ir psihofizioloģiska rakstura cēlonis.

ALGEBRISKO UN ALGORITMISKO IEMAŅU ATTĪSTĪŠANA

Pašreiz skaitļotāji skolā tiek lietoti galvenokārt matemātisko tabulu un logaritmiskā lineāla vietā. Taču tā nav vienīgā iespēja lietot skaitļotāju matemātikas mācīšanās. Matemātiskā daudzās stundas tiek veltītas algebrisko prasmju attīstīšanai, piemēram, algebrisko iz-

teiksmju pārveidošanai. Algebriskie pārveidojumi gan skolēniem, gan, nereti, arī skolotājiem šķiet bezsaturīgi. Skaitļošanas tehnikas laikmetā tie gūst jaunu motivāciju. Ne visas algebriskās izteiksmes ir vienlīdz labas rēķināšanā ar skaitļošanas tehniku. Piemēram, aritmētiskās izteiksmes $2+3\times\sqrt{4}$ un $\sqrt{4}\times 3+2$ ir identiskas. Taču pēdējo izteiksmi var aprēķināt ar jebkuru skaitļotāju, turpretī pirmo tikai ar tādu, kas automātiski ievēro aritmētisko darbību hierarhiju. Viens no uzdevumiem algebrisko prasmju attīstīšanā varētu būt šāds: pārveidot doto izteiksmi tā, lai izpildāmās darbības būtu sakārtotas dilstošā secībā: iekavas, reizināšana, dalīšana, summēšana, atņemšana. Praksē bieži nākas sastapties ar izteiksmi $a\times b+c\times d$, kurā aritmētiskās darbības ir jauktā secībā. Pārveidojot šo izteiksmi izskatā $(a\times b:d+c)\times d$, aprēķinu var veikt ar jebkuru skaitļotāju. Skolēniem var dot līdzīga rakstura uzdevumus: $a/b-c/d$, $(X+a/X)/2$. Interesants varētu būt arī šāds uzdevums: aprēķināt a pakāpē $2\frac{3}{8}$, ja skaitļotājā nav taustiņa xy , bet ir tikai \sqrt{x} . Pārveidojot pakāpi izskatā $2+3/8=2+1/4+1/8$, izteiksmi var aprēķināt šādi:

$$a^2 \times \sqrt{\sqrt{a}} \times \sqrt{\sqrt{\sqrt{a}}}$$

Skolēniem vajadzētu arī zināt, ka ne visas algebriski identiskās izteiksmes dod vienlīdz labu precizitāti, ja rēķināšanai lieto skaitļotāju. Lūk, piemērs:

$$\frac{1}{(\sqrt{5}+2)^2} = 9-4\times\sqrt{5} = (\sqrt{5}-2)^2.$$

Aprobežosimies ar tuvinājumu $\sqrt{5}=2,2$. Pirmā izteiksme dod 0,056, otrā 0,2, trešā 0,04. Kura no iegūtajām vērtībām ir visprecīzākā?

Vēl viens uzskatāms piemērs no rekursiju tipa formulām, kuras lieto skaitļa π aprēķināšanā:

$$\sqrt{2-\sqrt{4-(10^{-5})^2}} = \frac{10^{-5}}{\sqrt{2+\sqrt{4-(10^{-5})^2}}}$$

Pirmā izteiksme, rēķinot ar skaitļotāju, dod 0, otrā $10^{-5}/2!$

Līdz šim skolā maz uzmanības veltīja precīzi formulējamiem uzdevumu risināšanas algorit-

miem. Taču nākotnes cilvēkam, kas savā ikdienā bieži lieto ES, jāorientējas gan algoritmu sastādīšanā, gan to izvērtēšanā un lietošanā. Vienkāršākās algoritmiskās prasmes var attīstīt mērķtiecīgā eksperimentēšanā ar ļoti vienkāršiem uzdevumiem. Piemēram, ar kādu skaitli jāreizina 37, lai rezultāts būtu intervālā no 960 līdz 965:

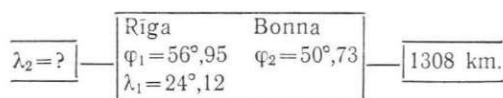
$$? \times 37 = (960, 965).$$

Reizinot 37 ar patvaļīgu skaitli, skolēns iegūst rezultātu, kuru salīdzina ar doto intervālu. No salīdzinājuma viņš spriež par nākamo tuvinājumu atrisinājumam. Šajā risināšanas procesā veidojas spēcīga atgriezeniskā saite, kas stimulē domāšanu.

Nākamajā pakāpē var dot līdzīgus uzdevumus par visai sarežģītām funkcijām un vienādojumiem. Piemēram, ar ko vienāds leņķis, ja tā sinuss ir 0,34. Mērķtiecīgo eksperimentēšanu var demonstrēt skolēniem ar piemēru no astronomijas vai ģeogrāfijas. Attālumu starp pilsētām var aprēķināt pēc formulas:

$$S = 111,2 \arccos[\sin\varphi_1 \sin\varphi_2 + \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \cos(\lambda_1 - \lambda_2)].$$

So formulu viegli ieprogrammēt programmējamā skaitļotājā. Pieņemsim, ka ir zināmas Rīgas ģeogrāfiskās koordinātas $\varphi_1 = 56^\circ,95$, $\lambda_1 = -24^\circ,12$, bet Bonnai ir zināms tikai ģeogrāfiskais platums $\varphi_2 = 50^\circ,73$. Uzdevums: ar doto programmu atrast Bonnas ģeogrāfisko garumu, ja zināms, ka sākotnējais attālums starp Rīgu un Bonnu ir 1308 km. Schematiski šā uzdevuma risināšanas gaitu var attēlot šādi:



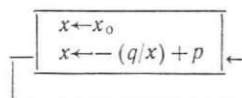
Skolās daudz laika veltī analītisko iemaņu attīstīšanai, lai skolēni iemācītos atrisināt algebriskos vienādojumus. No skaitļošanas tehnikas viedokļa tas nav atrisinājums, bet ir cita dotā vienādojuma forma. Tāpēc skaitļošanas tehnikā runā par vienādojumu algoritmisku atrisinājumu. Visbiežāk tos uzdod ar piekārtojumu vienādojumiem. Piemēram, kvadrātviendzuma

$$x^2 - p x + q = 0$$

algebriskais atrisinājums ir:

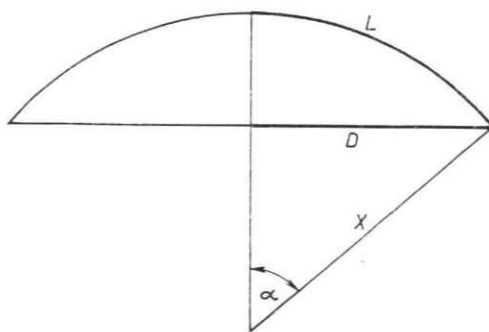
$$x_{1,2} = p/2 \pm \sqrt{(p/2)^2 - q},$$

bet algoritmiskais —



Risināšanas algoritms jālasa tā. Izvēlamies kādu patvaļīgu atrisinājuma vērtību un uzskatām to par nulles tuvinājumu. Ievietojot to nākamajā izteiksmē — $(q/x_0) + p$, mēs iegūstam pirmo tuvinājumu x_1 . Atkārtoti ievietojot to šajā pašā izteiksmē, iegūstam otro tuvinājumu x_2 , utt. Praksē risināšanu pārtraucam, kad divi viens otram sekojošie tuvinājumi sakrīt trijās, četrās vai vairākās zīmēs (atkarībā no nepieciešamās precizitātes). Kā likums, vienam un tam pašam vienādojumam var konstruēt vairākus algoritmus skaitliskā atrisinājuma iegūšanai. To vidū var izrādīties tādi, kas nekonverģē vai konverģē ļoti lēni. Skolēniem, dabiski, der norādīt arī uz tādiem vienādojumiem, kuriem nevar iegūt algebrisku atrisinājumu. Praksē vairumam uzdevumu nevar tieši iegūt algebrisku atrisinājumu. Šādā situācijā atliek meklēt atrisinājumu skaitliski.

Aplūkosim šādu piemēru. Elastīga lineāla garums ir $2L$. Lineālu ieliec, un tas veido riņķa līnijas loku (2. att.). Kāds ir šā riņķa rādiuss X , ja attālums starp lineāla galiem ir $2D$?



2. att.

Balstoties uz ģeometriskiem apsvērumiem, varam uzrakstīt divus vienādojumus:

$\sin \alpha = D/X$ un $\alpha X = L$, kas dod neatrisināmu vienādojumu $\sin(L/X) = D/X$. Skaitliski varam iegūt atrisinājumu pēc algoritma:

$$\begin{array}{|c|} \hline X \leftarrow X_0 \\ X \leftarrow D/\sin(L/X) \\ \hline \end{array}$$

Skolas matemātikas kursā parasti aplūko vismaz vienu algoritmu skaitļa π tuvinājuma iegūšanai. Vairums no skolā aplūkotajiem algoritmiem konverģē lēni. Gribas norādīt kādu ļoti ātru π algoritmu:

$$\begin{array}{|c|} \hline X \leftarrow 3 \\ X \leftarrow X + \sin X \\ \hline \end{array}$$

INFORMĀTIKA VFR SKOLĀS

Skaitļošanas tehnikas tirgū VFR parādījušās daudzas lētas personālās ESM: APPLE 11, Commodore, TI-99/4A, ZX-81 u. c. Tas radījis lielu interesi par šīs tehnikas ieviešanu skolās. Visās VFR provincēs ir ieviests fakultatīvs priekšmets — informātika. Šā kursa ietvaros skolēni var iepazīties ar ESM uzbūvi un datu apstrādi ar ESM, kā arī apgūt divas program-

mēšanas valodas. Kā likums, viena no valodām ir beisiks. Ir jau izstrādāti vairāki šā priekšmeta satura projekti. No didaktiskā viedokļa šīs 150 stundu programmas ir visai sarežģītas. Daudzi matemātiķi apšaubā šāda priekšmeta patstāvības lietderību, uzskatot, ka daudz vērtīgāk būtu iekļaut informātikas jautājumus matemātikas un fizikas kursā: fizikā varētu aplūkot ESM uzbūves un fizikālos principus, matemātikā — programmēšanas valodas un algoritmiku.

Kamēr vēl visas skolas nav apgādātas ar videoskaitļotājiem, tiek radītas mobilas apmācību grupas. Liels autobuss, kurā uzstādīti 10—15 videoskaitļotāji, pēc noteikta saraksta apbraukā skolas. Nodarbības speciālistu grupas vadībā notiek tieši autobusā.

Videoskaitļotāju ienākšana skolā vēl vairāk sarežģī matemātikas didaktiku. Katrā ziņā elektroniskie kabatas skaitļotāji ir ieņēmuši stabili vietu skolas dabaszinātņu priekšmetos, un jādomā, ka atbilstoši tam tuvākajā laikā tiks izstrādāta jauna zinātniski pamatota šo priekšmetu mācīšanas metodika. Didaktiskie jautājumi, kas saistīti ar videoskaitļotāju lietošanu, ir daudz sarežģītāki. To atrisināšanai nāksies ieguldīt lielus finansiālus un cilvēku resursus.

A. V i n a n d s, T. R o m a n o v s k i s

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1984. GADA RUDENĪ

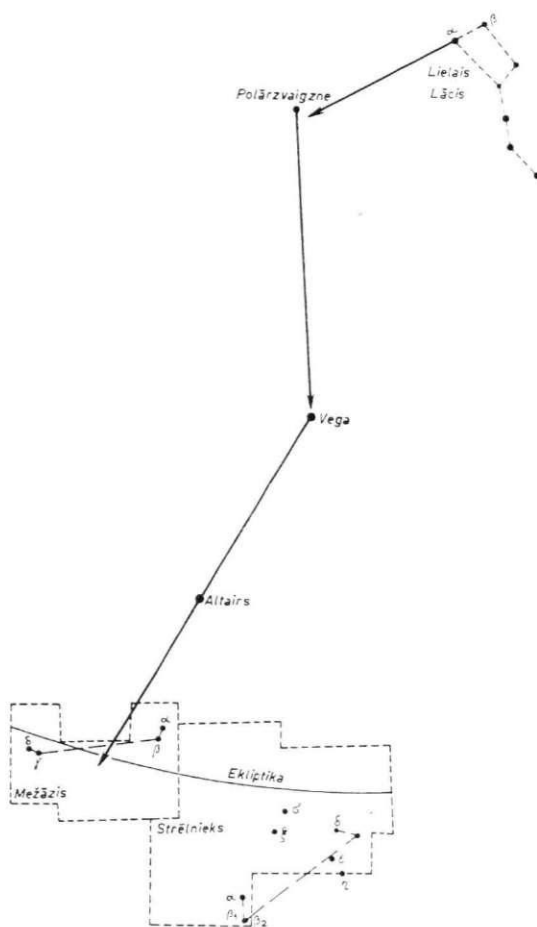
Rudens sākas 23. septembrī 0^h33^m, Saulei ie-
ejot rudens punktā, un beidzas 21. decembrī
19^h23^m, Saulei ieejot ziemas saulgriežu punktā.
(Visi laika momenti šeit un turpmāk līdz 1. ok-
tobrim doti pēc vasaras laika, bet sākot ar 1. ok-
tobri — pēc Maskavas dekrēta laika.)

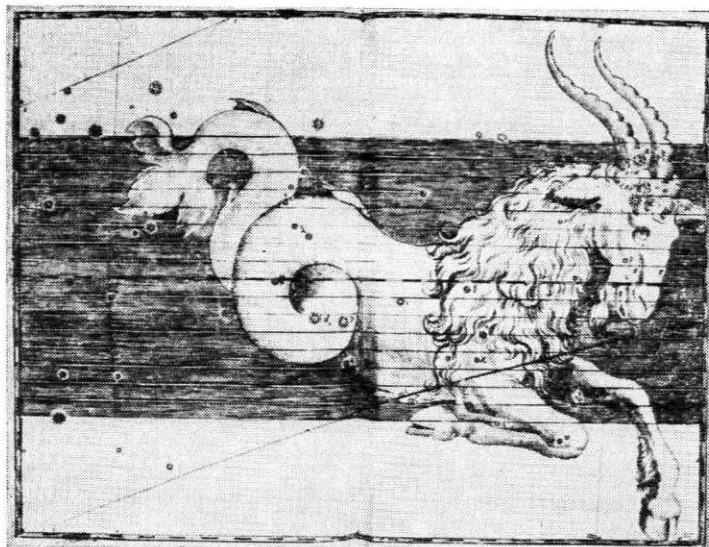
Rudens debesis ir tumšas, satumst agri, tādēļ
rudens ir piemērots gadalaika zvaigžņotās de-
bess iepazīšanai. Parādīsim, kā viegli atrast da-
žus debess objektus.

Lielo Lāci pazīst gandrīz visi. Un, ja kāds vēl
nepazīst, tad pēc 1. attēla parādītās tā spožāko
zvaigžņu veidotās figūras to viegli atradīs pie
debessīm. Savienojot Lielā Lāča α ar β un šo
taisni pagarinot, nonākam pie Polārzcvaigznes —
zvaigznes, kas atrodas ļoti tuvu pasaules ziemeļ-
polam. Ja no Polārzcvaigznes velk taisni tā, lai
ar iepriekš novilkto taisnes nogriezni veidotos
leņķis, kas nedaudz lielāks par 90° (sk. 1. att.),
tad, atliekot uz šīs taisnes nogriezni, kurš pus-
otras reizes lielāks par attālumu no Polārzcvaig-
znes līdz Lielā Lāča β , nonākam pie ziemeļu
debess skaistules — Liras zvaigznāja spožākās
zvaigznes Vegas. Tā ir tik spoža (tās zvaigžņ-
lielums $m=0,14$), ka to nevar sajaukt ne ar vienu
citu zvaigzni.

Attēlā redzams, kā Vēgu var izmantot dažu
citu objektu atrašanai pie debessīm. Ja no Ve-

1. att. No Lielā Lāča viegli atrast Polār-
zcvaigzni un Vēgu. Pēc tam savienojot
Vēgu un Altairu, atrodams Mežāža zvaig-
znājs.





2. att. Mežāzis, kāds tas attēlots Baijera Urano-metrijā.

gas velkam taisni, kura ar virzienu Polārzcvaigzne—Vega veido leņķi, kas tuvs 45° , un atliekam uz tās nogriezni, vienādu ar attālumu no Polārzcvaigznes līdz Lielā Lāča β , tad nonākam pie Ērgļa zvaigznāja spožākās zvaigznes Altaira. Šīs zvaigznes zvaigžņlielums $m=0,89$. Tā ir tik spoža, ka viegli ieraugāma uz tuvumā esošo vājāko zvaigžņu fona. Pagarinot šo taisni vēl uz leju attālumā Altairs—Vega, mēs nonākam tieši Mežāža zvaigznāja vidū.

Mežāža zvaigznājs sastāv no vājām zvaigznēm, turklāt ziemeļu debesis atrodas zemu pie horizonta, tādēļ tas ir grūti sameklājams. Taču šis zvaigznājs ir ievērojams ar to, ka tam cauri iet ekliptika, — tas pieder pie zodiaka zvaigznājiem. Rudens beigās tajā gar ekliptiku pārvietojas Venēra un Marss.

Blakus Mežāžim atrodas cits zodiaka zvaigznājs, kuru arī veido vājas zvaigznes, — Strēlnieks. Šajā zvaigznājā atrodas Galaktikas centrs.

Kā zināms, senatnē zvaigznājus saistīja ar dažādu dzīvju būtņu — teiksmu varoņu vai dzīvnieku — izskatu un tādā veidā tos arī attēloja zvaigžņu kartēs. 2. attēlā parādīts, kā senā zvaigžņu atlantā — Baijera Uranometrijā — attēlots Mežāzis.

PLANĒTAS

Planētu redzamība

Merkurs perioda sākumā atrodas Lauvas zvaigznājā, tad pāriet uz Jaunavas, Svaru, Skorpiona, Čūskneša, Strēlnieka zvaigznāju, perioda beigās met cilpu un ieiet atpakaļ Čūskneša zvaigznājā. Tā kā Merkurs atrodas tuvu Saulei, tas ir grūti saskatāms. 25. novembrī tas atrodas vislielākajā austrumu elongācijā, taču ir par zemu, lai to varētu saskatīt.

Venēra rudens sākumā atrodas Jaunavas zvaigznājā, tad ieiet Svaru, Skorpiona, Čūskneša, Strēlnieka zvaigznājā un rudens beigās jau Mežāža zvaigznājā. Visu rudenī tā ir vakara spīdeklis. Venēra atrodas zemu virs horizonta, tādēļ novērošanas apstākļi nav labvēlīgi. Visaugstāk tā ir pašā rudens sākumā, kad to var mēģināt meklēt vakara blāzmā, bet vēlāk nonāk tik zemu, ka praktiski nav saskatāma. Venēra visu laiku attālinās no Saules, rudens beigās riet 3^h pēc Saules rieta. Tad tā jau pacēlusies nedaudz augstāk virs horizonta un kļūst atkal saredzama debess rietumu pusē.

Merss rudens pirmajās dienās atrodas Čūskeņa zvaigznājā, tad iet Strēlnieka zvaigznājā, iziet cauri Mežāzim un rudens beigās atrodas uz Mežāža un Ūdensvīra zvaigznāju robežas. Visu laiku tas ir vakara spīdekļis. Rudens beigās riet 4^h pēc Saules. Atrodas ļoti zemu, meklējams tikai rudens otrajā pusē zemu virs horizonta.

Jupiters atrodas uz ekliptikas tās zemākajā vietā Strēlnieka zvaigznājā. Perioda sākumā riet 6^h pēc Saules, beigās — 1^h pēc Saules. Rudens sākumā redzams zemu pie horizonta, redzamība arvien pasliktinās, rudens beigās vairs nav skatāms.

Saturns atrodas Svaru zvaigznājā nedaudz virs ekliptikas. Rudens sākumā tas mazliet redzams vakaros kā vakara spīdekļis (riet 3^h pēc Saules), bet drīz pazūd Saules staros — 11. novembrī tas ir konjunktijā ar Sauli. Pašās rudens beigās redzams neilgi pirms Saules lēkta.

Planētu konjunktijas ar Mēnesi

Planētas konjunktijas brīdī ar Mēnesi abu spīdekļu rektascensijas ir vienādas. Ziņas par planētas konjunktiju ar Mēnesi dod iespēju vieglāk atrast planētu pie debesīm, bez tam tā ir skaista dabas parādība. Sekojošā tabulā tiek dots konjunktijas datums un moments, planētas nosaukums un norādījums, cik tālu no Mēness un kādā virzienā no tā planēta meklējama — uz ziemeļiem (N), vai uz dienvidiem (S). (Zemes konjunktija ar Mēnesi dota atsevišķi tabulā «Mēness fāzes».)

Sept.	24	6 ^h ,9	Merkurs	3°	S
	27	4,4	Venēra	2	S
	28	2,2	Saturns	0,8	N
	29	22,5	Urāns	0,9	N
Okt.	1	3,2	Marss	0,3	N
	1	6,3	Neptūns	4	N
	1	17,1	Jupiters	3	N
	25	17,0	Saturns	1	N
	27	3,4	Venēra	0,3	S
	27	9,3	Urāns	1	N
	28	15,9	Neptūns	4	N
	29	7,8	Jupiters	3	N
	30	0,3	Marss	2	N

Nov.	24	17 ^h ,2	Merkurs	0°3	S
	25	3,5	Neptūns	4	N
	25	16,7	Jupiters	3	N
	26	4,5	Venēra	2	N
Dec.	28	0,5	Marss	4	N
	19	23,7	Saturns	2	N
	21	11,3	Urāns	1	N
	21	13,0	Merkurs	4	N

Spožāko planētu redzami zvaigžņlielumi

Planētas redzamais zvaigžņlielums ir atkarīgs no planētas fāzes un attāluma, tādēļ tas mainās. Zinot planētas redzamo zvaigžņlielumu, ir vieglāk to atrast apkārtējo zvaigžņu vidū un līdz ar to vieglāk orientēties pie debesīm.

	Mer- kurs	Venēra	Marss	Jupi- ters	Sa- turns
23. sept.	-1 ^m ,0	-3 ^m ,3	+0 ^m ,4	-1 ^m ,8	+0 ^m ,8
10. okt.	-1,1	-3,4	+0,5	-1,7	+0,8
30. okt.	-0,4	-3,4	+0,7	-1,6	+0,7
20. nov.	-0,2	-3,5	+0,8	-1,5	+0,7
10. dec.	+1,4	-3,7	+1,0	-1,5	+0,8
21. dec.	+1,1	-3,8	+1,1	-1,4	+0,8

APTUMSUMI

Pusēnots Mēness aptumsums. 8. novembrī Mēness atradīsies Auna zvaigznājā un izies caur Zemes pusēnas dienvidu daļu. Aptumsuma sākums redzams Āzijā, Austrālijā, Jaunzēlandē, Aļaskā, Austrumeiropā, Austrumāfrikā, Ziemeļu Ledus okeānā, Indijas okeānā un Klusā okeānā rietumu daļā.

Aptumsuma beigas redzamas Eiropā, Āzijā, Āfrikā, Grenlandē, Austrālijas rietumos, Ziemeļu Ledus okeānā, Atlantijas okeānā, Indijas okeānā un Klusā okeāna rietumu daļā.

Aptumsuma maksimālā fāze (Mēness redzamā diametra daļa, kuru nosedz Zemes pusēna) ir

0,925. Aptumsums Latvijā redzams. Tā gaita ir šāda:

Mēness sāk ieiet Zemes pusēnā	18 ^h 39 ^m ,
vislielākās fāzes moments	20 55,
Mēness iziet no Zemes pusēnas	23 12.

Aptumsuma sākumu un beigas praktiski saska-
tīt nevar. Maksimālā fāze redzama ar neapbru-
ņotu aci.

Pilns Saules aptumsums 22., 23. novembrī.
Redzams Austrālijā, Jaunzēlandē, Indonēzijā,
Filipīnās, Dienvidamerikas dienvidrietumos, Ant-
arktīdā, Klusajā un Indijas okeānā, pie mums
nav novērojams.

MĒNESS FĀZES

☾ (pirmais ceturksnis)	☽ (pilns Mēness)
2. okt. 0 ^h 53 ^m	10. okt. 2 ^h 59 ^m
31. okt. 16 08	8. nov. 20 43
30. nov. 11 01	8. dec. 13 54
☾ (pēdējais ceturksnis)	☽ (jauns Mēness)
18. okt. 0 ^h 15 ^m	25. sept. 7 ^h 11 ^m
16. nov. 10 00	24. okt. 15 09
15. dec. 18 26	23. nov. 1 58

METEORU PLŪSMAS

8.—10. okt. *Drakonīdas*. Maksimums 10. oktobrī.
Radiants atrodas uz ziemeļiem no Pūķa β.

7.—20. okt. *Piscīdas*. Maksimums ap 10. oktobri.
Plūsma neliela. Radiants izplūdis, atrodas virs
Zivju η.

14.—26. okt. *Orionīdas*. Maksimums 22. oktobrī.
Plūsma spēcīga, 45 meteori stundā. Radiants
atrodas virs Oriona α.

11.—27. okt. *Dienvīdu Arietīdas*. Maksimums ap
20. oktobri. Plūsma vidēji spēcīga, līdz 11 me-
teoriem stundā. Radiants atrodas mazliet zem
Auna α.

13.—24. okt. *Cetīdas*. Maksimums 20. oktobrī.
Plūsma vidēji spēcīga, līdz 10 meteoriem stundā.
Radiants atrodas virs Valzivs α.

18. okt. — 30. nov. *Ziemeļu Taurīdas*. Maksi-
mums ap 14. novembri. Plūsma vāja, līdz 5 me-
teoriem stundā. Radiants atrodas zem Sietiņa, pa
labi no Vērša α.

29. okt. — 25. nov. *Dienvīdu Taurīdas*. Maksi-
mums novembra sākumā. Plūsmā 5—10 mete-
ori stundā. Radiants atrodas nedaudz zem Zie-
meļu Taurīdu radianta.

10.—27. nov. *Andromedīdas*. Maksimuma datums
mainās. Radiants atrodas starp Andromedas α
un β.

8.—18. nov. *Leonīdas*. Maksimums 17. novem-
brī. Plūsma vidēji spēcīga, 5—15 meteori
stundā. Radiants atrodas virs Lauvas α.

25. nov. — 18. dec. *Geminīdas*. Maksimums 13.
decembrī. Visbagātīgākā plūsma pie ziemeļu de-
besīm — līdz 100 meteoriem stundā. Radiants
atrodas blakus Dvīņu α.

9.—13. dec. α — *Drakonīdas I*. Plūsma vāja, līdz
4 meteoriem stundā. Radiants atrodas virs Pūķa α.

2.—12. dec. *Kankrīdas*. Maksimums 12. decem-
brī. Plūsma neliela, līdz 6 meteoriem stundā.
Radiants atrodas virs Vēža μ (pa labi no α,
virs β).

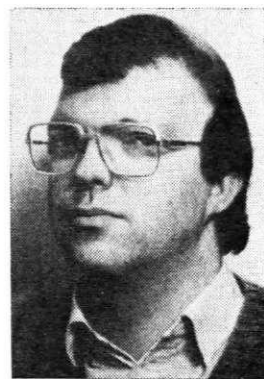
Leonora Roze

PIRMO REIZI „ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ”

Aļģirds GAIGALS — ģeologs, Viļņas Valsts universitātes Ģeoloģijas un ģeomorfoloģijas katedras profesors, ģeoloģijas un mineraloģijas zinātņu doktors. Vairāku monogrāfiju autors, publicējis ap 200 zinātnisko darbu, galvenokārt kvartārā ģeoloģijā. Interesu lokā arī paleoģeogrāfijas un ģeomorfoloģijas problēmas, piedalās meteorītu krāteru izpētē.



Horsts SINKE — rietumberlīnietis, dzimis 1951. gadā, pēc profesijas lietvedis. Kopš 1967. gada darbojas Rietumberlīnes V. Ferstera astronomijas amatieru apvienībā un tautas observatorijā. Izveidojis vienu no lielākajiem preses dokumentu arhīviem kosmonautikas un astronomijas vēsturē. 1983. gadā viesojās Rīgā, lai iepazītos ar astronomiskām piemiņas vietām Rīgā un ar Latvijas amatieru darbību.



Jānis ZEMZARIS — tiesību vēsturnieks. Beidzis Latvijas Universitātes Tautsaimniecības un tiesību fakultātes tiesību zinātņu nodaļu. Publicējis vairākus darbus Latvijas tiesību vēsturē un vēstures palīgzinātnēs, sevišķi vēsturiskās metroloģijas un mēru uzraudzības nozarēs. Par ģeodēzijas vēstures pētījumiem monogrāfijā «Mērs un svars Latvijā 13.—19. gs.» piešķirta prof. A. Buholca prēmija.



СОДЕРЖАНИЕ

ПОСТУПЬ НАУКИ. А. Чернин. Удивительная звезда SS 433. З. Алксне. На повестке дня — поиск других планетных систем. И. Шмелд. Звезды в газопылевой оболочке. А. Гайгалас. Погребенные метеоритные кратеры в Литве. НОВОСТИ. М. Дирикис. И. Злакоманова. Число малых планет быстро возрастает. Г. Озолинш. Пульсар-рекордсмен предлагает новые возможности. Г. Озолинш. Удастся ли исключить мазер кометы Галлея? Л. Розе. Международная программа МЕРИТ. Н. Цимахович. Почему Солнце пульсирует? Э. Мукин. Новые радарные изображения Венеры. ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. «Салют-7» в сравнении с предшественниками. Третья экспедиция на «Салют-7» (по сообщениям ТАСС). Э. Мукин. Западная Европа и пилотируемые космические полеты. УЧЕНЫИ И ЕГО ТРУД. Ф. Блумбах. Жизненный путь. Я. Земзарис. Сотрудничество Ф. Блумбаха с Д. Менделеевым в области практической метрологии. КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ. А. Балклавс. Вторая Всесоюзная рижская школа космической физики. СТРАНИЦА АСТРОНОМОВ-ЛЮБИТЕЛЕЙ. Т. Романовскис. Коллекционер печатных документов по космонавтике. Г. Шинке. Спутниковый шок в печатных документах. ГЛАЗАМИ ХУДОЖНИКА. Н. Цимахович. Космический живописец Зента Логина. В ШКОЛЕ. А. Винанд, Т. Романовскис. Компьютеры в школах ФРГ. Л. Розе. Звездное небо осенью 1984 года.

CONTENTS

RECENTS DEVELOPMENTS IN SCIENCE. A. Tshernin. The strange star SS 433, Z. Alksne. The searching of other planet systems on the agenda. I. Smelds. Stars in gas and dust cover. A. Gaigalas. Hidden meteorite craters in Lithuania. NEWS. M. Dirikis, I. Zlakomanova. Minor planets rapidly grow in number. G. Ozoliņš. The record holding pulsar offers new possibilities. G. Ozoliņš. Can be excluded the maser of Halley comet? Leonids Roze. International program MERIT. N. Cimašoviča. Why the Sun pulses? E. Mūkins. New radar images of Venus. SPACE EXPLORATION. «Salyut-7» as compared with predecessors. — The third expedition to the «Salyut-7» (according to the TASS). E. Mūkins. West Europa and manned spaceflight. SCIENTIST AND HIS WORK. F. Blumbahs. Curriculum vitae. J. Zemzaris. F. Blumbah's cooperation with D. Mendelejev in practical metrology. CONFERENCES, SEMINARS. A. Balklavs. The second Riga All-Union school in cosmic physics. AMATEUR'S PAGE. T. Romanovskis. A collector of press records on cosmonautics. H. Schienke. The sputnik shock in press records. IN ARTIST'S POINT OF VIEW. N. Cimašoviča. Zenta Logina the painter of space. AT SCHOOL. A. Wienand, T. Romanovskis. Computers at FRG schools. Leonora Roze. Starry sky in autumn 1984.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ОСЕНЬ 1984 ГОДА

Составитель *Леонид Фрицевич Розе*

Издательство «Зинатне», Рига 1984

На латышском языке

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 1984. GADA RUDENS

Sastādītājs *Leonids Roze*

Redaktore *Z. Kļaviņa*. Mākslinieciskais redaktors *V. Kovaļovs*. Tehniskā redaktore *E. Griķe*. Korektors *A. Kļaviņš*.

ИБ № 2196

Nodota salikšanai 23.04.84. Parakšīta iespiešanai 14.08.84. JT 12186. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 4,75 ftz. iespiedl.; 5,56 uzsk. iespiedl.; 6,87 uzsk. kr. nov.; 7,05 izdevn. l. Metiens 2500 eks. Pasūt. Nr. 101832. Maksā 35 k. Izdevniecība «Zinātne», 226530 PDP Rīgā, Turģeneva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004 Rīgā, Vienības gatvē 11.



LU bibliotēka

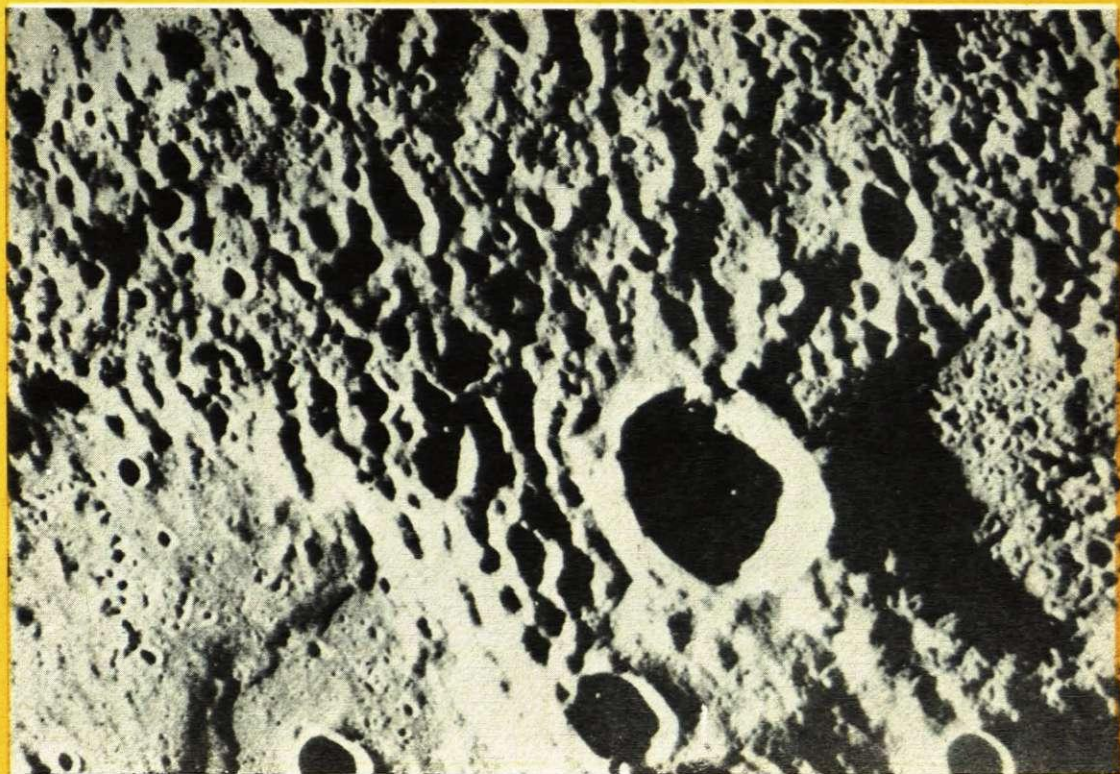


220062585

Otrā Vissavienības Rīgas skola kosmiskajā fizikā: 1 — skolas kuluāros Latvijas PSR ZA kor. loc. P. Prokofjevs (*pa kreisi*) un PSRS ZA kor. loc. V. Migulīns; 2 — lekciju pārtraukumā diskusijās iesaistījušies (*no kreisās*) Gruzijas PSR ZA kor. loc. D. Lominadze, PSRS ZA kor. loc. J. Sklovskis un fiz. un mat. zin. dokt. D. Nadžoņins; 3 — lekciju par mūsdienu plazmas fizikas problēmām lasa fiz. un mat. zin. dokt. prof. I. Golovins; 4 — lekcijā noklausīto pārspriež (*no kreisās*) fiz. un mat. zin. kandidāti J. Carikovs un Ļ. Kočarovs un prof. G. Kočarovs; 5 — skolas kuluāros (*no kreisās*) Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas direktors A. Balklavs, prof. V. Zeļežņakovs un prof. V. Imšennīks; 6 — pie skolas sekretariāta. Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas darbinieces D. Šķērse un Dz. Kalniņa un skolas orgkomitejas zinātniskais sekretārs fiz. un mat. zin. kand. S. Markovs.

(J. I. Straumes fotoattēli)

● Merkura virsma no 18 000 km attāluma: apvidus, kas tiktāl piesātināts ar meteorītu izsīstītiem krāteriem, ka, rodoties jauniem, neizbēgami tiek nopostīti vidēji tikpat daudz veco. Samērā līdzens, mazāk izrobots apvidus saskatāms vienīgi ap 100 km lielajā krāterī, kura fragments atrodas attēla kreisajā apakšējā stūrī; šo padziļinājumu droši vien reiz aizpildījusi lava, kurai ceļu augšup pavēris spēcīgs meteorīta trieciens pa planētas virsmu. (Krāterim ar krasi izteiktu valni pa labi uz leju no centra diametrs ir 25 km.)



● Kāds izskatās Merkurs tuvplānā, zināms jau desmit gadus — kopš amerikāņu kosmiskais aparāts «Mariner-10» 1974. un 1975. gadā trīs reizes palidoja cieši garām planētai, trīssarpus tūkstošos attēlu detalizēti iemūžinājis pusi tās virsmas, spektroskopiski konstatējis vērā ņemamas atmosfēras trūkumu un tiešu mērījumu ceļā atklājis vāju magnētisko lauku. Taču šis lidaparāts joprojām ir un acīmredzot vēl ilgi paliks vienīgais, kas sasniedzis Saulei tuvākās planētas apkaimei: pašlaik priekšroka tiek dota planētām, kuru daba ir neparastāka un daudzveidīgāka nekā Merkuram.