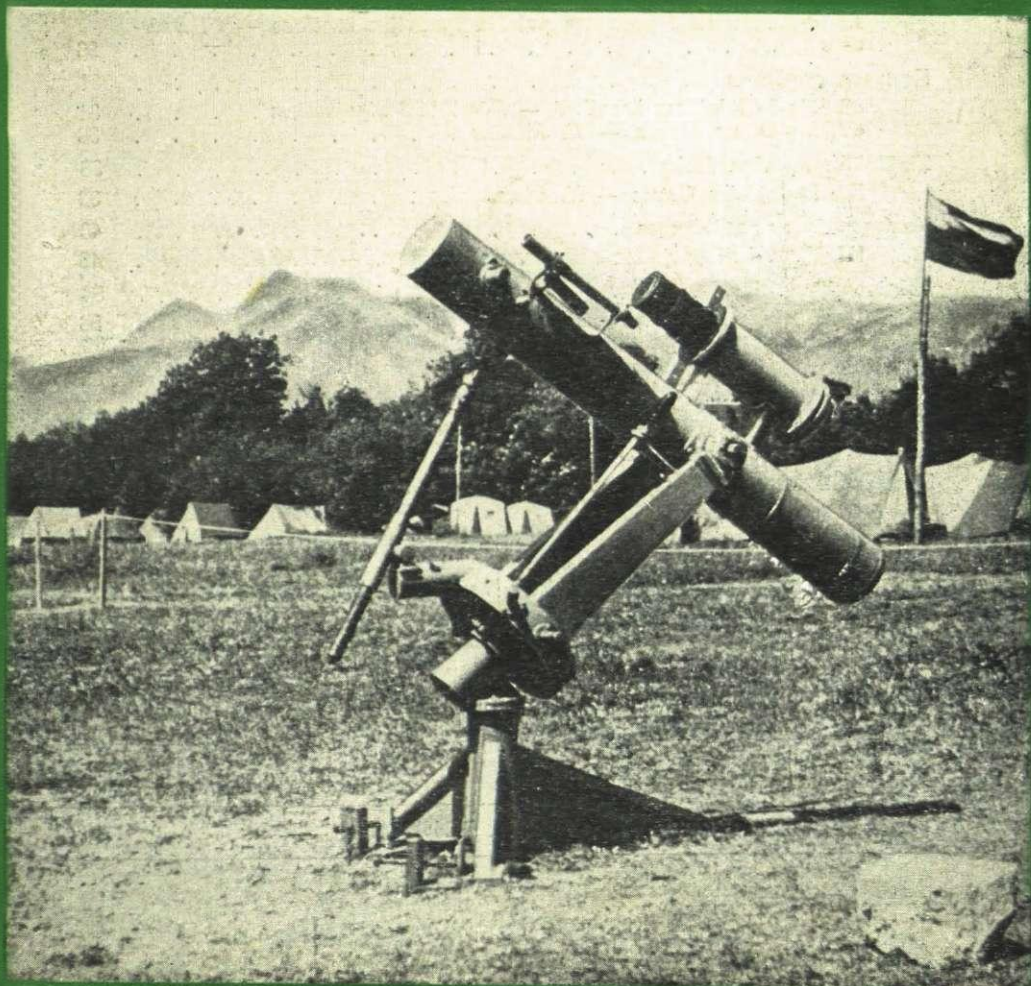


ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1977. GADA
PAVASARIS



SATURS

| | |
|---|----|
| Astronomu kongresā Grenoblē — <i>A. Alksnis</i> | 1 |
| ZMP optiskās novērošanas metodes — <i>L. Lauceniēks</i> | 7 |
| Rentģenstaru uzliesmojumi lodveida kopās — <i>U. Dzērvītis</i> | 15 |
| Astronomijas jaunumi | 20 |
| No kā sastāv Venēras mākoņi — <i>E. Mūkins</i> | 20 |
| Nedaudz par Jupitera pavadoņiem — <i>A. Balklavs</i> | 21 |
| Lielākais akmens meteorīts — <i>J. Francmanis</i> | 22 |
| Vismasīvāka dubultzvaigzne — <i>I. Daube</i> | 22 |
| Vēl viens melnā cauruma kandidāts — <i>A. Balklavs</i> | 23 |
| Lacertīdas — kvazāru paveids — <i>U. Dzērvītis</i> | 25 |
| Radioastrometriski noteiktas pulsāru īpatnējās kustības — <i>U. Dzērvītis</i> | 28 |
| Kosmosa apgūšana | 31 |
| «Salūta-5» lidojuma hronika. ¹ — <i>Pēc TASS ziņojumiem</i> | 31 |
| «Viking-2» uz Marsa — <i>E. Mūkins</i> | 33 |
| Zinātnieks un viņa darbs | 38 |
| Kārlis Frīdrihs Gaus — <i>N. Cimahoviča</i> | 38 |
| Konferences un sanāksmes | 48 |
| III Vissavienības jauno astronomu salidojums — <i>J. Mieziš</i> | 48 |
| Astronomija skolā | 53 |
| Jaunākais par Saturna gredzeniem — <i>Ā. Alksne</i> | 53 |
| Planetārijs un kuģa vietas noteikšana — <i>H. Legzdīņš</i> | 56 |
| Hronika | 65 |
| Profesors S. Vasiļevskis Rīgā — <i>I. Daube, M. Dirīķis</i> | 65 |
| Pie mums viesojas japāņu astronoms D. Sugimoto — <i>J. Francmanis</i> | 66 |
| V. Brantu pieminot | 68 |
| Zvaigžņotā debess 1977. gada pavasarī — <i>Alksne</i> | 69 |

Uz vāka 1. lpp. Viens no instrumentiem, ko izgatavojuši Baku J. Gagarina Pionieru pils astronomiskā pulciņa biedri.

Uz vāka 4. lpp. Parīzes observatorijas ēka, kas celta pirms vairāk nekā 300 gadiem.

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

Publicēts saskaņā ar Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Redakciju un izdevumu padomes 1976. gada 27. oktobra lēmumu.

I Z D E V N I E C I B A «Z I N Ā T N E» R I G Ā 1 9 7 7

© Izdevniecība «Zinātne», 1977

Z 20601—045 / MS11(11)—77 104—77



IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS

A. ALKSNIS

ASTRONOMU KONGRESĀ GRENOBLĒ

Starptautiskā astronomijas savienība apvieno vairākus tūkstošus profesionālo astronomu no gandrīz piecdesmit valstīm. Ik trīs gadus augusta beigās notiek šīs organizācijas kongresi jeb ģenerālās asamblejas, kurās aicināti piedalīties visi tās biedri. Kārtējais kongress, sešpadsmitais, notika 1976. gadā Grenoblē Francijā. Šī pilsēta vairumam lasītāju ir pazīstama kā olimpisko spēļu pilsēta, jo tur 1968. gadā notika ziemas olimpiskās spēles. Lai gan Olimpiāde nav vienīgais liela mēroga starptautiskais sarīkojums Grenoblē, tā tomēr laikam visvairāk ir ietekmējusi pilsētas seju. Olimpiādes elpu varēja just arī astronomu kongresā, jo pilnsapulcēm, ar ko parasti sākas un beidzas šie gandrīz pusotras nedēļas ilgie sarīkojumi, bija izvēlēta Mazā slidotava — viena no daudzajām olimpisko spēļu celtnēm, kas spēja uzņemt visus sabraukušos astronomus un viesus. Turpat vakaros notika arī lekcijas par aktuāliem astronomijas jautājumiem, kuras pēc zinātniskās organizācijas komitejas ierosinājuma speciāli kongresam bija sagatavojuši un nolasīja ievērojami zinātnieki.

Kongresa galvenais darbs — zinātniskās sēdes, apvienotās diskusijas, personiskā domu un informācijas apmaiņa — notika universitātes pilsētiņā, kas plešas Grenobles nomalē Izēras upes krastā. Universitātes bibliotēkas modernajā ēkā atradās kongresa informācijas centrs, pasts, dažādu firmu astronomisko instrumentu un piederumu izstāde, vairāku izdevniecību grāmatu galdi ar astronomisko literatūru. Turpat blakus esošajās ēkās daudzas klausītavas bija nodotas kongresa rīcībā 40 Starptautiskās astronomijas savienības komisiju sēdēm, darba grupu apspriedēm un citām sanāksmēm. Šai laikā astronomi pilnā mērā izmantoja arī universitātes pilsētiņā esošās kopmītnes un ēdnīcu.

Universitātes pilsētiņā vienlaikus notika līdz pat divpadsmit dažādām sēdēm, lai laikā varētu veikt programmā paredzēto. Tāpēc vienam



I. att. Starptautiskās astronomijas savienības līdzšinējais prezidents prof. L. Goldbergs un 16. kongresa Nacionālās organizācijas komitejas prezidents Dž. Kovaļevskis pirmajā pilnsapulcē.

gados manāmi vērsās plašumā, turpinās ar neatslābstošu intensitāti, kā to liecina komisiju sēdēs un personiskās sarunās dzirdētais. Īpaši interesants un daudzsološs liekas H. Ričera (Kanāda), N. Olandera (Zviedrija) un B. Vesterlunda (Zviedrija) kopīgi uzsāktais darbs. Šī pētījuma objekts ir oglekļa zvaigznes, kas atrodas citā, mums vistuvākajā galaktikā — Lielajā Magelāna mākonī. Pirms vairākiem gadiem B. Vesterlunds ar Austrālijā uzstādītu Upsalas observatorijas Šmita teleskopu un objektīva prizmu Lielajā Magelāna mākonī atrada ap 300 oglekļa zvaigžņu. Tagad uzsākti šo zvaigžņu rūpigāki pētījumi: ar spraugas spektrogrāfu un elektronu optisko pārveidotāju iegūst šo oglekļa zvaigžņu spektrogrammas, kam ievērojami labāka izšķiršanas spēja nekā agrākajiem spektriem. Ar fotoelektriskās fotometrijas metodi nosaka arī šo zvaigžņu precīzos spožumus gan vizuālajā, gan sarkanajā, gan infrasarkanajā spektra daļā. Pagaidām iegūtie dati liecina, ka ap 90% no minētām 300 zvaigznēm patiešām ir oglekļa zvaigznes. Pētījumu rezultātā paredzams noteikt Magelāna mākoņa oglekļa zvaigžņu absolūtos lielumus un virsmas temperatūru un līdz ar to atrast viņu vietu Hercšprunga—Resela diagrammā. M. Fists (Dienvidāfrikas Republika) ziņoja, ka notiek plaši sarkano maiņzvaigžņu, proti, 100 oglekļa zvaigžņu un 250 M spektra klases mirīdu, fotometriskie novērojumi infrasarkanajā spektra rajonā no 1,2 līdz 3,5 mikroniem. Šīs zvaigznes novēro ik mēnesi, lai izpētītu to stāvokļa izmaiņu divkrāsu diagrammā. Par molekulas CO mikroviļņu emisiju no oglekļa zvaigznēm un citiem ar oglekli bagātiem objektiem referēja B. Cukermans (ASV). Pie CO mikroviļņu avotiem pieder infrasarkanie objekti CIT 6, IRC+10216,

cilvēkam nebija iespējams pārrēdzēt pat ne desmito daļu no kongresā notiekošā. Dabiski, ka katrs izvēlējās to programmas daļu, kas tuvāka viņa zinātniskajām interesēm. Es centos apmeklēt tos sarīkojumus, kuru dienas kārtībā bija jautājumi, kas, pēc manām domām, ir svarīgi Radioastrofizikas observatorijas zinātniskā darba veikšanai. Šos jautājumus var apvienot trīs galvenos tematos: 1) oglekļa zvaigžņu pētījumi, 2) vēlo spektra klašu zvaigžņu klasifikācija un 3) novērojumu un to apstrādes efektivitātes un kvalitātes palielināšana.

Oglekļa zvaigžņu pētījumi, kas jau iepriekšējos

kurus fotogrāfiski pieejamā diapazonā regulāri novērojam Baldonē ar Šmita teleskopu, kā arī tādas oglekļa maiņzvaigznes (mīras un pusregulārās) kā V Hya, V Cyg, R Scl. Interese par šādām zvaigznēm palielinās sakarā ar nesen izvirzīto hipotēzi par evolūcijas gaitu, oglekļa zvaigznēm pārvēršoties par planetāriem miglājiem.

Zvaigžņu klasifikācijas problēmām 45. komisija (Spektru klasifikācija un daudzjoslu krāsu indeksi) bija ielānojusi veselu priekšpusdienu. Ievērojamais spektru pētnieks P. Kināns (ASV) vērsa klausītāju uzmanību uz auksto (K, M, S, N spektru klasu) zvaigžņu klasifikācijas īpatnībām. Ar nesen sagatavotā zvaigžņu spektru atlanta palīdzību viņš demonstrēja atšķirības auksto zvaigžņu spektru izskatā, ko rada zvaigžņu ķīmiskā sastāva novirzes no normālā. P. Kināns lika priekšā jaunu, detalizētāku auksto zvaigžņu spektru klasifikācijas shēmu. Ipaša sēde bija veltīta īpatnējo zvaigžņu klasifikācijai. Sai sēdē bija pārstāvētas trīs komisijas: 29. (Zvaigžņu spektri), 36. (Zvaigžņu atmosfēru teorija) un



2. att. Trīs padomju observatoriju pārstāvji kongresa starpbrīdī.



3. att. Tartu observatorijas direktora vietnieks L. Lūds.

brošūrām — jaunāko tehnisko informāciju fotomateriālu laukā. «Kodak» firmas pārstāvis A. Milikans sniedza pārskatu par metodēm un iztīrāja praktiskus jautājumus zinātniskajā un it īpaši astronomiskajā fotogrāfijā. D. Latams, A. Smits (ASV) un I. Grigars (Čehoslovākija) pievērsās dažādām fotoemulsiju sensibilizācijas metodēm, ko lieto attiecīgajās observatorijās. Fotogrāfisko plašu automātiskās fotometriskās mērīšanas jautājumus aplūkoja I. Kings (ASV). Viņš uzsvēra, ka svarīga nozīme ir skaitļojamās mašīnas ātrumam, precizitātei un stabilitātei. Skaitļotājam (kompjūteram), kas vada mikrodensitometru, jābūt labam, resp., tik spēcīgam, lai ar to varētu veikt arī mērījumu apstrādi. Kongresā demonstrēja arī jaunu, moderni iekārtotu fotolaboratoriju, kas noorganizēta pie nesen Francijas dienvidos uzstādīta Šmita teleskopa (90/152/316 cm). Svarīga problēma ir arī iegūto astronomisko fotoplašu kvalitatīva ilgstoša

jau minētā 45. komisija. A. Koulija un N. Houka (ASV) savā ziņojumā iztīrāja problēmas, kas radušās, klasificējot zvaigznes Mičiganas spektru atlantam pēc objektīva prizmas spektriem, kam apgrieztā dispersija ir ap $100 \text{ \AA}^\circ/\text{mm}$. Arī šai gadījumā nācies ieviest komplicētāku nekā līdz šim spektru tipu apzīmējumu sistēmu.

Mūsdienu astronomijas novērojumos liela nozīme kā gaismas uztvērējam ir fotogrāfiskai emulsijai. Tāpēc 9. komisijas (Astronomiskie instrumenti) ietvaros 25. augusta pēcpusdienā sanāca fotogrāfisko problēmu darba grupa. Sakarā ar to, ka pēdējā laikā palielinājies speciālo astronomisko fotoplašu veidu skaits, labu novērojumu rezultātu iegūšanai nozīmīga ir pareizas emulsijas izvēle, tās iepriekšējā, pirms-ekspozīcijas apstrāde un eksponētās plates optimāls laboratorijas apstrādes režīms. «Kodak» firma, kas ir galvenā astronomisko fotoplašu ražotāja, sēdes dalībniekiem bija sagatavojusi mapes ar

uzglabāšana, jo tās satur milzīgu daudzumu informācijas, kuras vērtība nākotnē var pieaugt. V. Ven Altens (ASV) informēja, ka vairākās ASV observatorijās agrāk uzņemtās plates sāk bojāties — pārklāties ar plankumiem. Ir izstrādātas metodes, kā tādās plates atjaunot un pasargāt no tālākas bojāšanās. Izpētīts arī jautājums par labāko materiālu aploksnēm, kurās glabāt astronomiskos uzņēmumus.

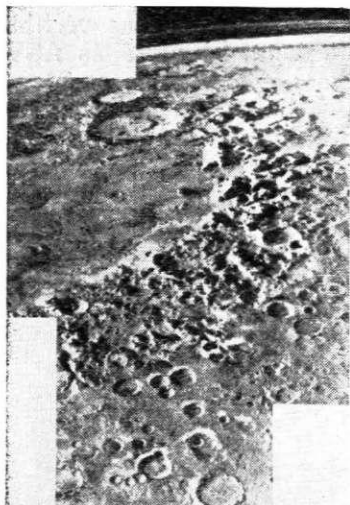


4. att. Gruzijas astronomes R. Bartaja, N. Magalašvili, M. Ķumsiašvili un Ukrainas PSR Zinātņu akadēmijas akadēmiķis J. Fjodorovs.

Vairākus vakarus dažādu astronomijas nozaru speciālistus pulcēja kopā apskata lekcijas. Ar gluži svaigu informāciju, proti, Marsa virsmas uzņēmumiem, kas iegūti ar kosmisko aparātu «Viking-1», klausītājus vienā no lekcijām «Planētu pētniecība» iepazīstināja pazīstamais amerikāņu astronoms Ķ. Sagāns. Viņš uzsvēra, ka pēdējos 15 gados ārkārtīgi attīstījusies bezapkalpes kosmisko aparātu lietošana planētu zinātniskajā pēt-



5. att. Ķ. Sagāna lekcijā demonstrētā Marsa ainavas panorāma, ko uzņēmusi «Viking-1» aparatūra. Tā rāda kāpām klātu lauku, kas atgādina tuksnešainu vietu uz Zemes.



6. att. Skats uz Marsu no «Viking-1» orbitālās stacijas 1976. gada 11. jūlijā, kad Marsa atmosfēra bija ļoti caurspīdīga. Krāteri redzami gandrīz līdz pašam apvārsnim. Arī šo attēlu demonstrēja K. Sagāns, un pirmo reizi tas bija publicēts SAS kongresa laikrakstā.

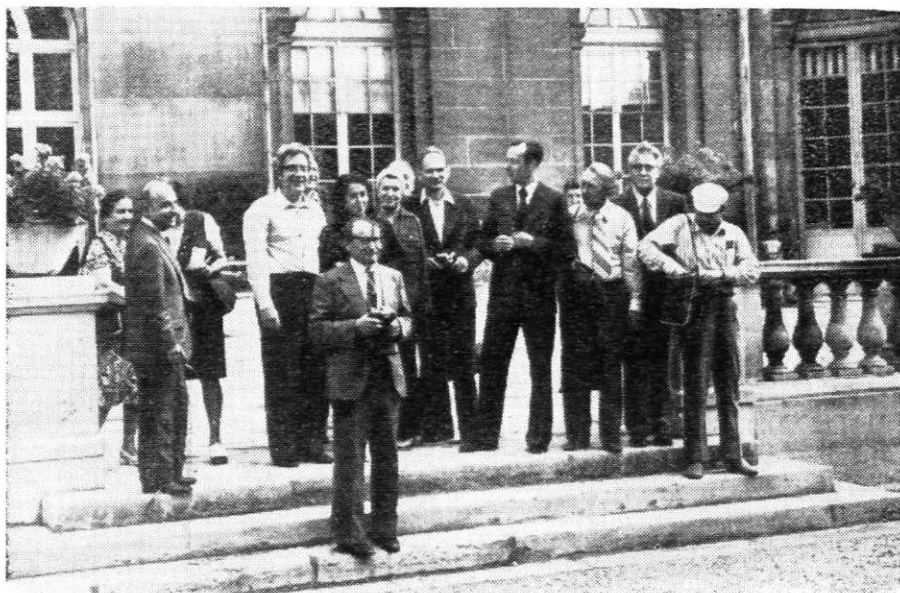
niecībā. Kosmiskie lidaparāti jau ir sūtīti uz visām tām planētām, kuras bija zināmas senajām tautām. Šie pētījumi izdarījuši apvērsumu mūsu uzskatos par planētām. Agrākie vizuālie Venēras novērojumi nedeva pārliecību, vai 1000 km lielas detaļas ir saskatāmas uz planētas virsmas. Tagad ar Aresibo radara palīdzību sastādītas atsevišķu Venēras apvidu kartes ar izšķiršanas spēju 10 km, bet «Venēra-9» un «Venēra-10» nofotografēja planētas virsmu tuvplānā ar izšķiršanas spēju 1 cm. Līdzīgā kārtā Marss, par kura simtiem kilometru garo «kanālu» eksistenci kādreiz debatēja, tagad ir kartografēts (izšķiršanas spēja no viena pola līdz otram 1 km) ar orbitālo observatoriju fotokamerām. Bet gandrīz 10% no tā virsmas ir apgādāta ar kartēm, kam izšķiršanas spēja ir 100 m. «Viking-1», kas 20. jūlijā nolaidās 30 km attālumā no paredzētās vietas uz planētas, nofotografējis Marsa panorāmu, kuras priekšplānā izšķiršanas spēja ir 1 mm. Līdz ar izšķiršanas spējas palielināšanos 100 miljonu reīžu ir pieaugusi arī mūsu izpratne par planētām. Provizoriskie rezultāti, ko devis «Viking-1», liecina par dažāda veida procesiem, kas notikuši uz Marsa virsmas: izskalojumi, vulkāniski procesi, meteorītu triecieni, zemes

noslīdeņi un, iespējams, arī glaciāli procesi. Daudzi upju un to pieteku gultnēm līdzīgi veidojumi vēstī par agrākiem mērenākiem apstākļiem, kad ūdens šķidrā veidā plūdis lielos attālumos pa planētas virsmu.

Pārskata lekciju nolasīja arī Parīzes Astrofizikas institūta direktors Ž. Pekērs par infrasarkanā astronomiju un Galaktikas putekļiem, kā arī P. Morisons (ASV) par astronomiju un fizikas likumiem.

Pēdējās uzturēšanās dienas Francijā pavadījām Parīzē, iepazīstoties ar tās ievērojamākām vietām. Tad arī izdevās apmeklēt Parīzes observatoriju, kuras vecā, 1667.—1672. gadā celtā ēka atrodas pašā pilsētā, Observatorijas avēnijā 61. Iepazīnāties ar observatorijas muzeju, kurā ir daudz senu astronomisko instrumentu un vēsturisku dokumentu. Parīzes observatorija ir administratīvi apvienota ar Medonas observatoriju, kas dibināta 1876. gadā, un ar 1954. gadā nodibināto Nansī astronomijas staciju. Tāpēc blakus tradicionālajiem debess mehānikas un astrometrijas virzieniem Parīzes observatorijā attīstās arī astrofizika un radioastronomija, kā arī kosmiskā astronomija. Observatorijas štatos ir 240 zinātniskie darbinieki un 387 inženieri, tehniķi un administratīvie darbinieki. Vispār Francijā darbojas 16 astronomijas zinātniskās pētniecības iestādes: institūti, observatorijas, laboratorijas, pētniecības centri.

Kongresā redzētais un dzirdētais vēl ciešāk nostiprināja pārliecību,



7. att. Padomju astronomu grupa pie Parīzes observatorijas.

ka LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijā, pētīdami aukstās zvaigznes, mēs strādājam pie nozīmīga un aktuāla temata.

Lai šis darbs būtu efektīvāks, nepieciešams paplašināt un modernizēt novērošanas palīgprocesus: fotoplašu pirmsekspozīcijas apstrādi, kalibrēšanu, fotolaboratorijas procedūras, debess fona spožuma mērīšanu. Tāpat neatliekama ir vajadzība pēc automātiskas mērāmās iekārtas. Svarīga nozīme ir arī sakariem ar citām observatorijām, — mūsu darbs tikai iegūs, ja dibināsim un uzturēsim ciešākus kontaktus ar citu zemju astronomiem.

L. LAUCENIEKS

ZMP OPTISKĀS NOVĒROŠANAS METODES

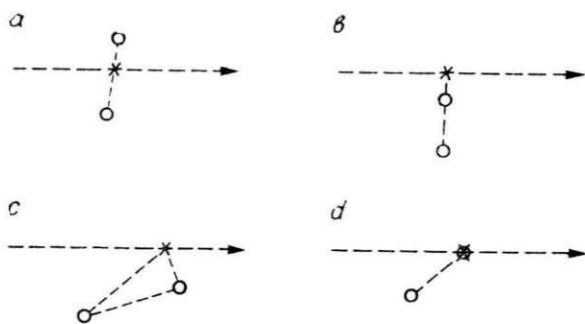
Jau iepriekšējos «Zvaigžņotās debess» laidienos¹ rakstījām par Zemes mākslīgo pavadoņu (ZMP) novērojumu nozīmi, kā arī par šādu novērojumu iegūšanu. Šajā rakstā tuvāk aplūkosim ZMP optisko novērojumu rezultātu iegūšanas metodes.

¹ Skat. L. Laucenieka rakstus: «Meklēt, atrast, novērot». — «Zvaigžņotā debess», 1975. gada pavaris, 3.—9. lpp.; «Zemes mākslīgo pavadoņu loma Zemes formas izziņāšanā». — «Zvaigžņotā debess», 1976. gada rudens, 9.—13. lpp.

Pēc tradīcijas ZMP novērošanas metodes nosacīti iedala optiskajās (vizuālajās, fotogrāfiskajās, lāzeru) un radiotehniskajās. Šādu iedalījumu nosaka elektromagnētisko viļņu svārstību diapazons, kurā tiek veikti mērījumi. Strādājot ar optiskajām metodēm, galvenokārt tiek noteikts virziens uz ZMP (izņemot novērošanu ar lāzeru palīdzību), strādājot ar radiotehniskajām metodēm — gan virziens uz ZMP, gan attālums no novērotāja līdz ZMP, gan attāluma izmaiņas ātrums.

VIZUĀLIE NOVĒROJUMI

Dažiem lasītājiem radīsies jautājums, vai ir nepieciešami vizuāli novērojumi, ja, piemēram, ar fotogrāfiskajām novērošanas metodēm iegūtie rezultāti ir daudz precīzāki. Analizējot ZMP orbītas, zinātnieki ir nākuši pie secinājuma, ka vizuālie novērojumi, kas iegūti pietiekamā daudzumā un no dažādām vietām uz Zemes virsmas, spēja nodrošināt pietiekamu precizitāti orbītas elementu izskaitļošanai. Šādi orbītas elementi nodrēja gan efemerīdu aprēķināšanai, gan Zemes formas un Zemes atmosfēras augšējo slāņu īpašību pētīšanai. Tomēr pašreiz vizuālo novērojumu galvenais pielietojums ir tuvinātas ZMP orbītas aprēķināšana. Tāpēc arī nav zināmas pavadoņa efemerīdas vai ir zināmas tikai aptuveni, t. i., novērotājs nezina nemaz vai zina tikai aptuveni, caur kuru debess sfēras apgabalu jāgaida ZMP cauriešana. Atrast meklējamo pavadoni pie debess sfēras nav viegls uzdevums. Pirmkārt, tam ir samērā liels ($1-2^\circ$ sekundē) redzamais leņķiskais ātrums; otrkārt, tas ne vienmēr ir pietiekama spožuma, lai to varētu saskatīt ar neapbruņotu aci; treškārt, tā novērošanai labvēlīgie apstākļi ir samērā īsu laiku — tikai nedaudzas minūtes. Lai novērojumi būtu sekmīgi, jānodrošina gan pietiekami liels redzeslauks uz debess sfēras, gan arī pietiekami liela gaismas spēja, ja gribam novērot vājus ZMP. Tāpat jānodrošina apstākļi, kas ļauj īsā laikā no meklēšanas pāriet uz novērojumu iegūšanu.



1. att. Daži iespējamie gadījumi vizuālajā novērošanā attiecībā pret atbalsta zvaigznēm: a — gandrīz perpendikulāra divu zvaigžņu cauriešana; b — ekstrapolācija; c — taisnleņķa trīsstūra veidošana; d — zvaigznes pārklāšana.

Visvienkāršāk to veikt, protams, ar neapbruņotu aci, ja vien pavadonim ir pietiekams spožums, un parastu hronometru. Šinī gadījumā pieredzējis novērotājs var fiksēt virzienu uz pavadoni ar precizitāti līdz $0^\circ, 5$, bet laiku — ar precizitāti līdz $0,1$ sekundeī. Labvēlīgos apstākļos, piemēram, ja pavadonis šķietami pārklāj kādu zvaigzni, iespējams virzienu uz ZMP precizēt, ja vien pareizi tiek identificēta zvaigzne, kuru ZMP pār-

klāj. Vāju ZMP novērošanu ar iepriekš minēto precizitāti iespējams veikt ar binokli.

1. attēlā doti daži paņēmieni, kā noteikt virzienu uz ZMP, ja to fiksē attiecībā pret zvaigznēm, kuru koordinātes ir zināmas. Lasītājs viegli secinās, ka līdzīgas «figūras» novērotājs var veidot atkarībā no situācijas, kāda rodas katrā atsevišķā gadījumā.

Vizuālās novērošanas stacijas mūsu valstī organizēja sākot ar 1957. gadu, līdz ar pirmā Zemes mākslīgā pavadoņa ievadišanu orbītā ap Zemi. Galvenais novērošanas instruments tad bija AT-1, neliels platleņķa teleskops ar seškārtēju palielinājumu un redzeslauku 11° . Šī instrumenta redzeslauks un palielinājums nodrošināja pietiekami drošu pavadoņa atklāšanu un novērojumu iegūšanu: virzienu uz ZMP ar precizitāti līdz $0^\circ,1$ un laiku — ar precizitāti līdz 0,1 sekundei. Iegūstot novērojumus ar instrumentu AT-1, novērotājs ar hronometru fiksē laika momentu, kad pavadonis iet garām kādai zvaigznei vai pārklāj to, vai arī pavadonis kopā ar atbalsta zvaigznēm, kurām koordinātes ir zināmas, veido kādu raksturīgu figūru. Instrumentam AT-1 ir azimutālā divasu (horizontālā un vertikālā) montāža, to ērti un viegli var vadīt viens novērotājs. Isā laikā, dažās sekundēs, to iespējams vērst uz jebkuru debess sfēras punktu.

Vēlākajos gados vizuālās novērošanas stacijas tika nodrošinātas ar instrumentiem T3K² un БМТ (divasu montāžas, ar objektīva diametru 110 mm, divdesmitkārtīgu palielinājumu, ar 5° lielu redzeslauku), kas ļāva iegūt novērojumus ar augstāku precizitāti, sevišķi laika momentu fiksēšanā — ar vidējo precizitāti līdz 0,01 sekundei. Novērošanas metodika ar T3K principā neatšķiras no metodikas, kādu pielietoja instrumentam AT-1.

Atzīmēsim, ka pirmo desmit gadu laikā tika iegūts pāri par 900 000 vizuālo novērojumu (apstrādei noderīgu) vairāk nekā 500 padomju un amerikāņu pavadoņiem un nesējraķetēm.

FOTOGRAFISKIE NOVĒROJUMI

Sakarā ar ZMP redzamās kustības īpatnībām, t. i., samērā lielo redzamo leņķisko ātrumu, esošie astronomiskie teleskopi nebija piemēroti novērojumu iegūšanai kaut vai tā iemesla dēļ, ka nebija iekārtu, kas pārvietotu teleskopu ar nepieciešamo ātrumu ZMP kustības virzienā, lai sekotu pavadonim pa tā trasi uz debess sfēras. Ar to arī izskaidrojams tas apstāklis, ka kosmiskās ēras sākumā (ar 1957. gadu) tik intensīvi attīstījās vizuāli optiskās novērošanas metodes. Tomēr, lai risinātu zinātniskās problēmas, kas saistītas, piemēram, ar Zemes gravitācijas lauka efektiem, Zemes atmosfēras augšējo slāņu blīvuma neregulārām izmaiņām, kosmisko ģeodēziju utt., nepieciešami ļoti augstas precizitātes novērojumi. Tos var iegūt, fotografējot ZMP, jo, kā zināms, uz fotogrāfijām koordinātes var izmērīt ar lielu precizitāti. Vispār debess ķermeņu

² Skat. «Zvaigžņotā debess», 1975. gada pavasaris, 5. lpp., 3. attēls.

stāvokļu noteikšana pēc fotogrāfijām ar precizitāti līdz loka sekundeī vai pat precīzāk — tas astronomiem ir ierasts darbs. Grūtības radīja laika reģistrēšana. Noteiktam virzienam uz ZMP ar precizitāti līdz 1'' nepieciešams fiksēt laika momentu ar precizitāti līdz 0,001 sekundeī, zemiem pavadoņiem — vēl precīzāk. Tāpēc arī fotokamerās tika konstruētas speciālas slēdžu sistēmas, kas nodrošināja nepieciešamo laika momentu reģistrēšanas precizitāti.

Pirmā fotokamera speciāli ZMP novērošanai tika izstrādāta Amerikas Savienotajās Valstīs jau 1957. gadā — «Baker-Nunn» kamera (trīssu montāžas). Padomju Savienībā viena no pirmajām fotokamerām bija LVU Astronomiskajā observatorijā izveidotā trīssu montāžas kamera НАФА-3с/25 (pēc modernizācijas — УФИСЗ).

Klasiskajā fotogrāfiskajā astrometrijā izmanto optiskās sistēmas ar lieliem fokusa attālumiem un maziem redzeslaukiem. Tas nodrošina uz fotogrāfijas augstu izšķiršanas spēju un līdz ar to labas kvalitātes uzņēmumu. Ilgstošas ekspozīcijas, līdz dažām minūtēm, ļauj izslēgt kļūdas, kuras rada, piemēram, atmosfēras turbulence. Turpretī, lai iegūtu izmēramu ZMP attēlu, nepieciešamas ļoti īsas ekspozīcijas, līdz pat sekunžu simtdaļām.

Ja ZMP spožums (Saules atstarotā gaismā) ir pietiekami liels, lai pavadoņa attēls savā kustībā atstātu uz fotogrāfijas jūtamu pēdu (nepārtrauktu līniju), tad izmēramus pavadoņa punktus iegūst, pēdu noteiktā veidā kodējot, piemēram, to pārtraucot ik pēc noteikta sekunžu skaita. Turpretī vāju pavadoņu attēlus iegūst ar kompensācijas metodi. Pēdējā gadījumā pavadoņa attēlu fokālajā plaknē notur nekustīgi attiecībā pret fotomateriālu. Vispār kameru iespējas iegūt ZMP fotogrāfijas bez to kompensācijas nosaka pavadoņa zvaigžņu lielums (spožums), tā redzamais leņķiskais ātrums, optiskās sistēmas raksturlielumi, lietojamā fotomateriāla jutīgums. Līdzšinējās vislielākās fotokameras, kas apgādātas ar lielas gaismasspējas optiskām spoguļsistēmām, spēj fotografēt bez kompensācijas līdz 7. zvaigžņu lieluma ZMP, kuru redzamais leņķiskais ātrums sasniedz 1° sekundē. Tomēr vairums fotokameru ir ar vājākām optiskām sistēmām un spēj pie tā paša redzamā leņķiskā ātruma fotografēt pavadoņus līdz 3.—4. zvaigžņu lielumam. Kompensācijas režīms pie tiem pašiem nosacījumiem ļauj fotografēt par 4—5 zvaigžņu lielumiem vājākus pavadoņus. Pavadoņu iedalījums spožos un vājos ir stingri nosacīts (relatīvs). Mēs pieņemsim, ka pavadoņi ir spoži, ja to ar doto fotokameru iespējams uzņemt bez kompensācijas metodes izmantošanas. Tad vājie pavadoņi būs tie, kurus var nofotografēt, tikai pielietojot kompensācijas režīmu.

Lai sekmīgi fotografētu ZMP kompensācijas režīmā, nepieciešams pietiekami precīzi modelēt tā redzamo kustību uz debess sfēras. Igaņu astronomi M. Ligants un I. Einasto pierādījuši, ka ZMP redzamo trasi pie debess sfēras diezgan precīzi var aproksimēt ar debess sfēras mazo riņķi. No otras puses, kameru četrasu montāža nodrošina tās vadīšanu tieši pa mazo riņķi. Lai arī ZMP patiesā trase atšķiras no mazā riņķa, visvairāk pie zemiem kulminācijas punktiem (līdz 0°,5), tomēr kameras redzeslauks ļauj to fiksēt. Līdz ar to mainās arī efemerīdas jēdziens. Kla-

siskā nozīmē ar efemerīdām saprot iepriekš izskaitļotās koordinātes horizontālā (azimuts, augstums) vai ekvatoriālā (rektascensija, deklinācija) sistēmā noteiktos laika momentos nedaudziem ZMP redzamās trases punktiem. Sekmīgai novērošanai ar četrasu montāžas kamerām nepieciešams uzdot: mazā riņķa, kas aptuveni redzamo ZMP trasi, pola horizontālās koordinātes; šī riņķa sfērisko rādiusu; lielumu, kas raksturo pavadoņa kustības redzamo ātrumu pa mazo riņķi; punktu uz mazo riņķa, no kura jāsāk sekot ZMP.

Fotokamerās tiek izmantotas dažādu veidu optiskās sistēmas. Lai iegūtu ļoti vāju pavadoņu (9.—12. zvaigžņu lieluma) attēlus uz fotomateriāla, parasti lieto spoguļoptiku. Tā pieļauj vislielākās iespējamās ieejas diafragmas un samazina aberāciju. Tomēr šādas sistēmas pasliktina attēlu kvalitāti. Attēls tiek formēts uz sfēriskas fokālās virsmas, tāpēc jāizmanto fotomateriāls, kas viegli izliecams, — līdz ar to iespējamas vēl fotomateriāla papildu deformācijas. Šādām sistēmām var izveidot arī fokālo plakni (lai izmantotu fotoplates), tieši pirms fotomateriāla novietojot speciālas lēcas; tas gan vēl papildus nedaudz pasliktina attēlu kvalitāti. Lēcu optikas sistēmas cenšas izskaitļot tā, lai pie noteikta fokusa attāluma panāktu pēc iespējas lielu ieejas diafragmu ar minimālu komu un hromatisko aberāciju, kā arī nelielu simetrisku distorsiju. Optimālais fokusa attālums ir 50—80 cm. Lielāku fokusu attālumu pielietošana fotokamerām, kas domātas pavadoņu fotografēšanai, nedod vēlamo precizitātes paaugstināšanu.

Tātad, lai noteiktu virzienu uz ZMP — rektascensiju un deklināciju, uz vienas fotogrāfijas (kadra) nepieciešams iegūt labi izmērāmus attēlus gan pavadoņiem, gan atbalsta zvaigznēm. Pie tam ar augstu precizitāti jāfiksē laika momenti, kad šie punktveida attēli iegūti.

Lai iegūtu izmērāmus punktus spožiem pavadoņiem, lieto speciālas slēdžu sistēmas, kas ļauj vienlaikus ar punktveida attēla veidošanos fiksēt attiecīgo laika momentu. Šīs sistēmas gan pēc konstrukcijas, gan darbības principa var būt ļoti dažādas. Visvienkāršākās no tām ir slēdži, kas analogi mūsdienu parasto fotoaparātu slēdžiem. Slēdža atvēršanās un aizvēršanās momentos tiek padoti impulsi, kas tiek reģistrēti, piemēram, uz hronogrāfa. Šo divu momentu aritmētiskais vidējais — pavadoņa īsas pēdas viduspunktam atbilstošais laika moments. Jāraugās, lai atvēršanās un aizvēršanās procesi būtu simetriski. Pašreiz plaši izmanto tā saucamos nepārtrauktās darbības obturators slēdžus, ar kuru palīdzību iespējams iegūt spožu pavadoņu vai nu gandrīz punktveida izmērāmus attēlus, vai arī izmērāmus pārtraukumus pavadoņa attēla pēdā uz fotogrāfijas. Arī obturators slēdžu konstrukcijas var būt ļoti dažādas, piemēram, disku sistēmas ar izgriezumiem, kustīgi (rotējoši) ekrāni ar spraugu vai bez tās u. c.

Izmērāmus zvaigžņu attēlus (punktveida) visbiežāk iegūst, pielietojot kameru montāžas, kas nodrošina debess sfēras diennakts kustības kompensāciju.

Aplūkosim tuvāk fotokameru АФУ-75, kuru 1965. gadā izstrādājuši LVU Astronomiskās observatorijas zinātniskie līdzstrādnieki M. Ābele un K. Lapuška. Ar šīm kamerām pašreiz apgādātas gandrīz visas PSRS ZA

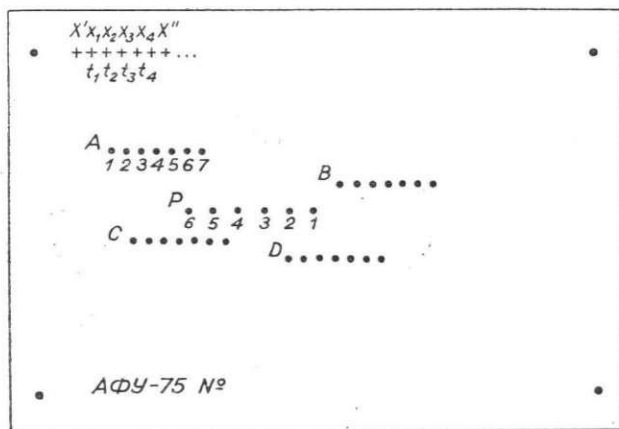
Astronomiskās padomes koordinētās fotogrāfiskās novērošanas stacijas gan PSRS teritorijā, gan ārzemēs. Pēc analogiskiem vai līdzīgiem principiem darbojas arī daudzas citas fotokameras, kā, piemēram, «Baker-Nunn» (ASV), SBG (VDR)³, «Antares» (Francija), BAY (PSRS) u. c.

Fotokamerai АФУ-75 ir septiņu lēcu УРАН-16 (vai САТУРН-24) tipa objektīvs ar 21 cm lielu diametru un fokusa attālumu apmēram 73,5 cm. Fotografē uz 19 cm platas fotofilmas, fotogrāfijas (kadra) izmēri — 14×20 cm² (10×15°). Iespējams uzņemt pavadoņus, kuru redzamais leņķiskais ātrums ir no 0,02 līdz 1° sekundē. Minimālais ZMP zvaigžņu lielums var būt 10—11^m.

Kamera АФУ-75 nodrošināta ar autonomu laika dienestu: kvarca pulksteni, oscilogrāfu un radiouztvērēju. Speciālā kasetē ierīkots fotohronogrāfs, kurš, apgaismojot ar zibspuldzi, uz fotofilmas dod rotējošas ciparņicas rādījumu momentānus attēlus.

Kamera АФУ-75 ir četrasu montāžas, un tas nodrošina kameras automātisku vadīšanu pa debess sfēras mazo loku — pietiekami tuvu ZMP redzamajai trasei. Fotokameras teleskops gids ($d=12$ cm, ar redzeslaukiem 6 vai 3°) ļauj vizuāli kontrolēt gan АФУ-75 uzvadišanu uz pavadoņa, gan tās kompensācijas ātruma saskaņu ar pavadoņa redzamo ātrumu. Objektī, kas nav redzami gidā, netiek fotografēti.

Fotokamera uzstādīta uz tā saucamās ekvatoriālās platformas ar oriģinālu konstrukciju, kas 2—3 minūšu laika intervālā nodrošina debess sfēras diennakts kustības kompensāciju. АФУ-75 fokālajā plaknē uzstādīts speciāls pavadoņa attēla kustības kompensācijas mehānisms, piekura tiek piespiesta arī fotofilma.



2. att. 6 mm kompensācijas režīmā iegūts kadrs (schematisks). A, B, C, D — zvaigžņu attēli; P — pavadoņa attēls. Augšējā kreisajā stūrī — fotohronogrāfa fiksētie atbilstošie laika momenti.

³ Skat. A. Rubana rakstu «Automātiskā astrogeodēziskā fotokamera SBG». — «Zvaigžņotā debess», 1972. gada rudens, 17.—20. lpp.

Fotokamera АФУ-75 pieļauj pavisam sešus darba režīmus. Šeit aplūkosim tos kameras darbības etapus, kas ļauj iegūt vāju, spožu un aktīvu ZMP kvalitatīvas fotogrāfijas.

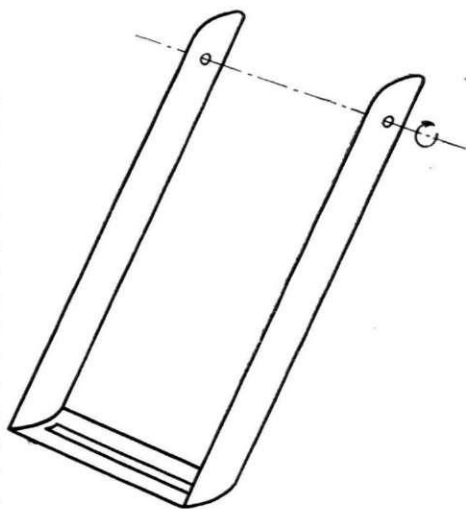
Vāju pavadoņu fotogrāfiju iegūšana sākas ar zvaigžņu ekspozīciju. Sinī laikā darbojas ekvatoriālā platforma, kas nodrošina uz filmas zvaigžņu punktveida attēlus. Pēc noteikta laika (0,5; 1,0; 3,0; 10,0 s) sāk kustēties pavadoņa kompensācijas mehānisms. Lai iegūtu pavadoņa punktveida attēlu, kompensācijas mehānisma kustības virzienam un ātrumam jāsakrīt ar pavadoņa virzienu un ātrumu fokālajā plaknē. Kad veikts noteikts kompensācijas intervāls (3, 6, 12, 18 mm), kompensācijas mehānisms izslēdzas un no jauna notiek zvaigžņu ekspozīcija. Šādas zvaigžņu un pavadoņa punktveida ekspozīcijas turpinās, līdz kompensācijas mehānisms veicis pilnus 36 mm. Cikls noslēdzas ar zvaigžņu ekspozīciju. 2. attēlā dota shematiska fotogrāfija, ja pavadoņa kompensācijas intervāls ir 6 mm. Zvaigžņu ekspozīcijas laikā tiek fiksēti nekustīgi indeksi (krustiņu veidā) X' un X'' . Pavadoņa kompensācijas laikā uz filmas tiek fotografēti (ar zibspuldzes palīdzību) daži fotohronogrāfa rādījumi t_i (pilnās sekundes simtdaļās) un indeksi x_i . Tas dod iespēju aprēķināt kompensācijas intervāla viduspunktam atbilstošo momentu pēc vienas no formulām:

$$t_{\text{vid}} = \frac{t_1 + t_2}{2} + \frac{t_2 - t_1}{x_2 - x_1} \left(\frac{X' + X''}{2} - \frac{x_2 + x_1}{2} \right), \text{ ja pavadoņa kompensācijas ātrums ir vienmērīgs;}$$

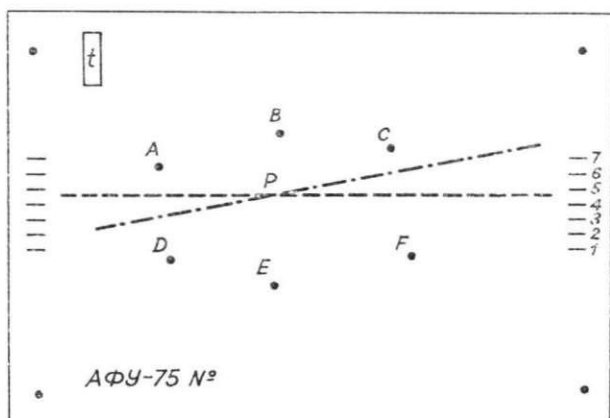
$$t_{\text{vid}} = \bar{a} \left(\frac{X' + X''}{2} \right)^2 + \bar{b} \frac{X' + X''}{2} + \bar{c}, \text{ — pārējos gadījumos, kur}$$

koeficientus \bar{a} , \bar{b} , \bar{c} nosaka pēc mazāko kvadrātu metodes no vienādojumu sistēmas $t_i = ax_i^2 + bx_i + c$.

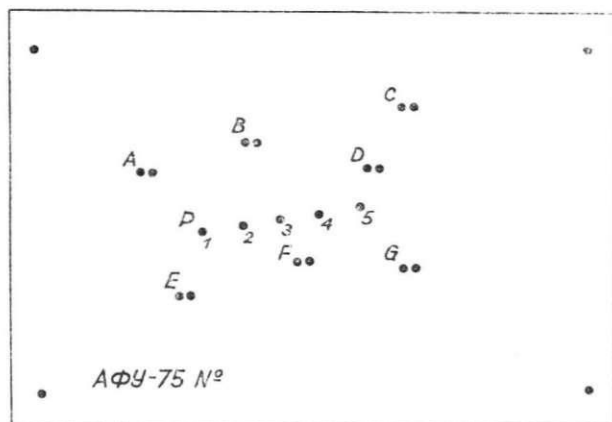
Spožu pavadoņu fotogrāfiju iegūšanai lieto obturatora slēdzi. Obturators, kura shematiskais zīmējums redzams 3. attēlā, pilnu apgriezīenu veic 1 sekundē un katras sekundes sākumā ieņem vienu un to pašu stāvokli. Tas pārtrauc pavadoņa pēdu, kā arī pārtraukuma vidū veido izmērāmu pavadoņa punktu. Gar abām kadra malām ar laika intervālu 0,01 sekunde tiek fiksētas laika iezīmes (4. att.), kas ļauj interpolēt laika momentu atbilstošam pavadoņa punktam uz kadra ar formālu precizitāti līdz 0,00005 sekundēm. Tā kā uzņemšanas laikā darbojas ekvatoriālā platforma, tad zvaigznes uz kadra attēlojas kā punkti (kompensācijas mehānisms nestrādā).



Fotokamera АФУ-75 pieļauj arī t. s. 3. att. Shematiskais obturatora attēls.



4. att. Shematisks obturatora režīmā iegūts kadrs. A, B, C, ... — zvaigžņu attēli, P — izmērāms pavadoņa attēla punkts, t — fotohronogrāfa rādījums atbilstoši pirmajai laika iezīmei.



5. att. Shematisks aktīvo pavadoņu uzņēmums. A, B, C, ... — zvaigžņu attēli, P — pavadoņa (uzliesmojumu) attēls.

aktīvo ZMP (tie apgādāti ar spēcīgu zibspuldzi) fotografēšanu. Šinī gadījumā strādā vienīgi ekvatoriālā platforma, kas dod iespēju iegūt zvaigžņu punktveida attēlus. Pavadoņa zibspuldzes uzliesmojuma brīdī uz fotofilmas savukārt rodas tā punktveida attēls. Shematiski šī režīma rezultāts dots 5. attēlā. Lai uz kadra atvieglotu zvaigžņu un pavadoņa attēlu punktu identificēšanu, novērotājs, atverot centrālo slēdzi uz 3—5 sekundēm, zvaigžņu attēlu punktus iegūst divu punktu veidā. Laika momenti šinī

režīmā netiek fiksēti, jo tos nosaka jau iepriekš, piemēram, ierosinot zibspuldzes uzliesmojumus ar impulsiem no pulksteņa uz Zemes.

Visa informācija, kas nepieciešama, lai noteiktu virzienu uz ZMP un tam atbilstošo laika momentu, līdz ar to atrodas uz paša kadra (kas iegūts ar АФУ-75 palīdzību).

Nākamais etaps — uz fotogrāfijas fiksēto ZMP, zvaigžņu punktu, laika atzīmju mērīšana, atbilstošo laika momentu nolasišana. Viens no visplašāk lietotajiem mērinstrumentiem ir firmas Carl-Zeiss (VDR) «Asco-record». LVU Astronomiskajā observatorijā turpmākais etaps saistīts ar ESM izmantošanu, jo visām sakarībām starp izmēritām koordinātēm, ņemot vērā virkni nepieciešamo korekciju, sastādītas programmas — programmu komplekss. Šis programmu komplekss ietver sevī arī zvaigžņu identifikāciju, t. i., pēc izmērīto zvaigžņu koordinātēm mašīna nosaka, kas tās ir par zvaigznēm, un pati atrod to ekvatoriālās koordinātes.

LĀZERI NOVĒROJUMOS

Lāzerus pašreiz izmanto, lai noteiktu attālumu no novērotāja līdz pavadoņiem. Darbības princips ir sekojošs. Pavadoņa virzienā tiek raidīts īss gaismas impulss, kurš, atstarojies no pavadoņa, atgriežas atpakaļ. Tiek izmērīts laika intervāls Δt starp gaismas stara iziešanu un atgriešanos. Pavadoņa attālumu laika intervāla Δt vidusmomentā nosaka pēc formulas

$$\rho = \frac{1}{2} c \Delta t + \Delta \rho_1 + \Delta \rho_2,$$

kur c — gaismas ātrums vakuumā, $\Delta \rho_1$ — attāluma korekcija atmosfēras ietekmē, $\Delta \rho_2$ — attāluma korekcija, ko izraisa dažādas nokavēšanās vai aiztures pašā aparatūrā.

Viens no pirmajiem lāzera tālmēriem (uz četrasu montāžas) darbojas LVU Astronomiskajā observatorijā. Tā darbības principa īss raksturojums dots A. Rubana un J. Vjatera rakstā «Lāzera stars kosmosā».⁴

U. DZĒRVĪTIS

RENTGENSTARU UZLIESMOJUMI LODVEIDA KOPĀS

1975. gadā noskaidrojās, ka rentgenstaru avoti atrodas arī lodveida kopās. Šādas aizdomas radās jau agrāk, 70. gadu pašā sākumā, kad ar rentgenstaru astronomijas attīstībai tik svarīgā Zemes mākslīgā pavadoņa Uhuru palīdzību tika sastādīti pirmie rentgenstaru avotu katalogi.

⁴ Skat. «Zvaigžņotā debess», 1975. gada pavasaris, 15.—17. lpp.

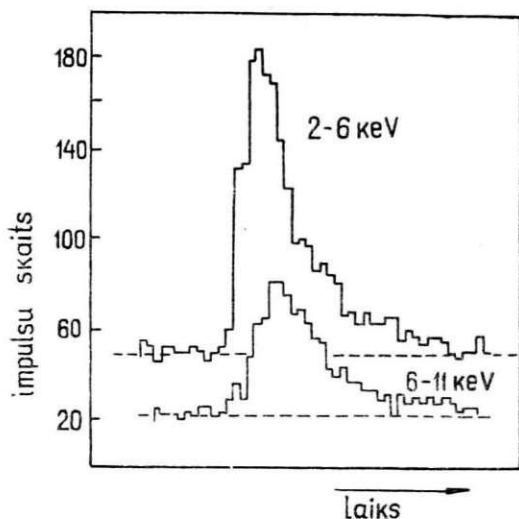
Taču avotu pozīcijas toreiz bija zināmas pārāk neprecīzi, un dažu rentgenavotu identifikācija ar lodveida kopām pilnīgi noteikta kļuva tikai 1975. gadā. Pašlaik ir droši zināmas 5 lodveida kopas, kas satur rentgenstaru avotus: NGC 1851, 6440, 6441, 6624, M 15 un vēl viens iespējams kandidāts — M 92.

Sis atradums, protams, bija ļoti interesants, taču īstais «bums» zinātniskajā presē sākās 1976. gada vasarā pēc amerikāņu un holandiešu zinātnieku grupas (Dž. Grindlejs, H. Gurskis u. c.) ziņojuma, no kura kļuva skaidrs, ka lodveida kopu rentgenavotiem piemīt īpatnēja daba un pēc savām īpašībām tie atšķiras no tradicionālajiem galaktiskajiem rentgenavotiem — ciešajām dubultzvaigznēm, kur viena no komponentēm ir neitronu zvaigzne vai kolapsārs. Šie zinātnieki, pētot lodveida kopu rentgenavotus ar holandiešu Zemes mākslīgo pavadoni ANS (saīsinājums no Astronomical Netherlands Satellite), konstatēja, ka rentgenavots kopā NGC 6624 uzliesmo. Uzliesmojumi bija ļoti īslaicīgi — apmēram pussekundi aizņēma intensitātes pacēlums, kam sekoja ap 10 sekunžu ilgstoša atgriešanās normālā līmenī, un ļoti spēcīgi — ar intensitātes pieaugumu 20—30 reizes. Šādi uzliesmojumi krasi atšķiras no parasto rentgenavotu — dubultzvaigžņu intensitātes maiņas, kur dominē amplitūdas spožuma ilgstošākas nelielas variācijas, turklāt atsevišķos gadījumos, piemēram, Herkulesā X-1, rentgenstaros vērojams regulārs avota aptumsums.

Ziņa par šo atklājumu izraisīja lielu interesi, un lodveida kopu rentgenavotus sāka intensīvi novērot visi ZMP, kam uz borta bija rentgenstarus uztverošā aparatūra, — Uhuru, Smitsona institūta pavadoni,

padomju «Kosmosa» sērija u. c., tika pārļūkoti arī vecie, bieži vien ļoti apjomīgie un līdz galam neizanalizētie rentgenavotu novērojumu pieraksti. Rezultātā tagad ir skaidrs, ka šādi īslaicīgi rentgenstaru uzliesmojumi raksturīgi visām lodveida kopām, kas satur rentgenavotus. Attēlā redzams šāda uzliesmojuma pieraksts divos rentgenstaru enerģijas diapazonos kopai NGC 6624.

Par šo uzliesmojumu fizikālo cēloni visbiežāk min vielas akreciju uz masīvu melno caurumu (masa 100—1000 Saules masas), kurš atrodas kopas centrā. Šāds caurums varētu izveidoties reizē ar pašu kopu, kad straujā kolapsa procesā viela kopas perifērijā sadalās zvaigznēs, bet centrālajā apgabalā



1. att. Rentgenstaru uzliesmojuma pieraksts kopai NGC 6624 divos enerģijas apgabalos. Katrs skaitīšanas intervāls ilgst 0,42 s; ar pārtrauktu līniju parādīts starojuma normālais līmenis.

kolapsē līdz melnā cauruma stāvoklim. Viela, kas ņem dalību akrēcijā, varētu būt izmesta no kopas zvaigznēm, jo, nonākot sarkano milžu stadijā, kad zvaigznēm ir ļoti uzblīdušas atmosfēras, tās var zaudēt lielu daudzumu vielas. Taču uzliesmojumu spontānajam raksturam labāk atbilst ieskaits, ka akrēcijā iesaistītā viela nāk no zvaigžņu ārējiem slāņiem, ko melnais caurums «noplēš» zvaigznēm, kas neuzmanīgi tam pienākušas pārāk tuvu.

Rentgenavotu atklāšana minētajās kopās veicināja to pastiprinātu pētīšanu optiskajā diapazonā. Varēja taču būt, ka arī redzamajā gaismā šīm kopām ir kaut kādas agrāk nepamanītas īpatnības, kas norādītu uz melnā cauruma klātbūtni, īpaši tāpēc, ka, izņemot M 15, pārējās četras bija ļoti maz pētītas dienvidu puslodes kopas. Steidzīgi izdarītie vairāku kopu spektroskopiskie un fotometriskie pētījumi, kas deva ieskatu kopas zvaigžņu sastāvā, nekādas īpašas novirzes neuzrādīja. Varētu atzīmēt vienīgi to, ka četras no šīm kopām pieder retajai lodveida kopu grupai, ko uzskata par metāliem bagātu. Šajās kopās ir maz RR Liras tipa maiņzvaigžņu, un spožuma—krāsu diagrammā tām raksturīgs strups horizontālais zars, no kura izemējas tikai tā sarkanā daļa, toties tajās daudz sarkano milžu un sastopamas arī ilgperioda maiņzvaigznes. Un, kā to liecina grupas apzīmējums, šo kopu spektros vērojamas visai intensīvas (attiecībā pret citiem sfēriskās sistēmas objektiem) metālu līnijas. Taču ķīmiskajam sastāvam, liekas, šeit nebūs izšķirošā loma, jo kopa M 15, kā jau tas bija zināms agrāk, ir ļoti nabaga ar metāliem. Fakts, ka vairumā kopu ar rentgenavotiem ir daudz metālu, drīzāk būs sekas tam, ka visas šīs kopas ir ļoti masīvas un kompaktas, ar lielu zvaigžņu centrālo koncentrāciju. Tieši šādi apstākļi var sekmēt masīva melnā cauruma izveidošanos kopā. Liela zvaigžņu koncentrācija kopas centrā neatļauj izpētīt šo visinteresantāko apgabalu, jo uz fotoplates tas izskatās kā melns aplis.

Tomēr N. Bākala un M. Hosmans, lietojot īsas ekspozīcijas, izdarīja mēģinājumu ielauzties kopu NGC 6440 un 6441 centrālajā apgabalā. Parasti šādos gadījumos arī lodveida kopām ar lielu centrālo koncentrāciju uz fotoplates centrs sadalās zvaigznēs, uz vājāko zvaigžņu fona izziņējoties pašām spožākajām zvaigznēm. Taču minētajām kopām arī pie šīm ekspozīcijām centrālais apgabals parādās plankuma veidā, un tādēļ šie pētnieki domā, ka tas varētu būt norādījums uz nezvaigžņveidīga objekta atrašanos kopu centrā.

Daudz tuvāk centrālajam apvidum izdevās piekļūt trim astronomiem Mauntstromlo observatorijā Austrālijā (B. Njūvels, Dž. Da Kosta, Dž. Noriss). Viņi izvēlējās citu metodi, pētot spožuma radiālo sadalījumu kopā M 15. Kombinējot vairākrāsu elektrogrāfiskos novērojumus kopas centrā ar zvaigžņu skaitīšanu tās perifērijā, izdevās iegūt kopas virsmas spožuma radiālo sadalījumu, kas aptver gandrīz sešas kārtas lielu intervālu, t. i., spožums no kopas perifērijas līdz centram mainās miljons reīzu. Ja kopa sastāv tikai no zvaigznēm un atrodas stacionārā stāvoklī, tad spožuma radiālajam sadalījumam ir noteikts veids — spožuma pieaugums virzienā no perifērijas uz centru pakāpeniski samazinās, līdz t. s. kodolā tas sasniedzis maksimālo vērtību, un tad paliek konstants. Taču

minētie pētnieki apgalvo, ka, pēc viņu rezultātiem, kopā M 15 spožuma pieaugšana turpinās arī kodolā. Rezultātā kopējais spožuma sadalījums aprakstāms ar minēto normālo likni, uz kuras uzlikts spožs kodols ar apmēram 5''5 lielu diametru. Varētu gaidīt, ka šo spožuma pacēlumu centrā dod nejauša spožu zvaigžņu sagraupēšanās. Taču kodola un no centra attālāka rajona spektru salīdzinājums parāda, ka šie spektri praktiski neatšķiras. Tātad arī kodolā ir tāds pats zvaigžņu sastāvs kā perifērijā, un vienīgi jūtams to skaita palielinājums virs normālā dod novērojamo spožuma pieaugumu. Šādu zvaigžņu papildu koncentrāciju viegli var izskaidrot ar melnā cauruma klātbūtni kopas centrā. Ar savu gravitācijas lauku tas rada zvaigžņu sablīvēšanos. Tādēļ B. Ņjūvels un pārējie noteikti iestājas par to, ka viņi atraduši skaidru norādījumu melnā cauruma klātbūtnē M 15 kodolā. Tā masu viņi vērtē uz 800 Saules masām, kamēr visas kopas masa ir ap 500 000 Saules masām.

Ar rentģenavota atrašanu lodveida kopās atjaunojās interese arī par to pētišanu radiodiapazonā. 1976. gadā H. Džonsonam ar Grīnbenkas observatorijas radiointerferometru tiešām izdevās 11 un 3,7 cm viļņu diapazonā konstatēt radiostarojumu no lodveida kopām, tai skaitā arī no kopām ar rentģenavotiem. Agrāk šādi mēģinājumi beidzās nesekmīgi, jo radiostarojums ir ļoti vājš — 11 cm diapazonā caurmērā 10 milijansku (1 janskis atbilst starojuma plūsmā 10^{-26} W/m² Hz). Lodveida kopās, kas satur tik daudz zvaigžņu, protams, nevar pateikt, kāds objekts īsti izstaro šos radioviļņus. Taču skaidrs, ka tas nav visas kopas kopējais starojums, jo interferometrs spēj izšķirt daudz sīkākus objektus par kopas diametru, un tomēr šie avoti izskatās kā punktveidīgi. Kopā, kas satur rentģenavotus, nevar pagaidām pateikt, vai šie avoti sakrīt ar radioavotiem, jo rentģenavotu pozīcijas ir pārāk neprecīzas; tāpat nevar pateikt, vai radiostarojums nāk tieši no kopas centra, jo savukārt kopu centru koordinātes nav zināmas ar nepieciešamo precizitāti. Tomēr skaidrs, ka radioavoti atrodas kopu centrālajā apgabalā, kas uz fotogrāfijām parādās kā melns aplis. Kopā M 15 H. Džonsonam izdevās konstatēt radiostarojumu arī no planetārā miglāja, kas atrodas šajā kopā, taču tas nav galvenais radioavots, jo 11 cm viļņos tā intensitāte ir tikai 1/5 no galvenā avota intensitātes un arī atšķirība pozīcijās ir skaidri konstatējama.

Pavērsienu lodveida kopu uzliesmojošo rentģenavotu pētišanā deva konstatējums, ka šie avoti ir līdzīgi t. s. sporādiskajiem rentģenstaru avotiem, par kuriem ziņojušas daudzas pētnieku grupas. Šos miklainos īslaicīgo uzliesmojumu avotus nav izdevies identificēt ar optiskiem objektiem, un par to dabu ir izteikti visdažādākie minējumi. Tādēļ to pilnīga analogija uzliesmojuma norisē ar lodveida kopu rentģenavotiem ienes zināmu skaidrību. Tie varētu būt tādi paši objekti kā lodveida kopās, tikai kopa ap tiem nekad nav bijusi vai arī paspējusi izirt. Šis konstatējums savukārt atļauj lodveida kopu rentģenavotu īpašību noskaidrošanai piesaistīt plašo novērojumu materiālu, kas savākts par sporādiskajiem rentģenavotiem. Lai raksturotu pēdējo īpašības, aplūkosim, piemēram, ļoti intensīvu avotu Skorpiona zvaigznājā, par kuru nesen ziņoja 14 pētnieku grupa no Masačūsetsas Tehnoloģiskā institūta. Šis avots (tas saņēmis apzīmējumu MXB 1730-335) parādījās 1976. gada martā. Pirms tam šajā vietā rent-

genstarus uztverošie pavadoņi nekādu starojumu neregistrēja. Avota novērojumu ilgums kopumā jau sasniedz 4 dienas, un tam konstatēti ap 2000 uzliesmojumu. Uzliesmojumi ir neperiodiski, un to spožums variē apmēram 100 reizes, turklāt tā augšējā robeža ir ap $2 \cdot 10^{38}$ ergi/s (salīdzinājumam atzīmēsim, ka Saules kopējais spožums ir tikai $3.9 \cdot 10^{33}$ ergi/s). Vienā uzliesmojumā izdalītā enerģija ir 10^{38} — 10^{40} ergi. Izstarošanas mehānisma noskaidrošanai svarīga ir konstatācija, ka pastāv stingra proporcionalitāte starp uzliesmojumā izdalīto enerģiju un laika sprīdi līdz nākamajam uzliesmojumam. Kā norāda minētie pētnieki, rodas iespaids, ka avotam ir fiksēta tilpuma enerģijas rezervuārs, kura iztukšošanās notiek tikai tad, kad tas ir piepildīts līdz malām. Patī iztukšošanās pakāpe ir mainīga, un, jo lielāka tā ir bijusi kādā uzliesmojumā, jo vairāk laika vajadzīgs rezervuāra piepildīšanai no jauna. Kā šādi darbojošos rezervuāra fizikālu modeli minētie zinātnieki liek priekšā vielas akrēciju uz magnetizētu neitronu zvaigzni. Kritot uz karsto neitronu zvaigzni, tās magnetosfērā viela nonāk plazmas stāvoklī un iestrēdz magnētiskā lauka spēka līniju īpašās konfigurācijās — «magnētiskajos maisos». Šāda parādība, piemēram, ir labi pazīstama uz Saules virsmas, kur plazma var ilgi karāties protuberanču arku lokos. Kad vielas sakrājijs pārāk daudz, zvaigznes pievilkšanas spēks ņem pārsvaru, «maiss» pārplīst un daļa tā satura nogāžas uz neitronu zvaigzni, radot rentgenstaru uzliesmojumu. Uzliesmojumā izstarotā enerģija salīdzinājumā ar pieticīgo masas daudzumu, kas iesaistīts akrēcijā, ir ļoti liela — tā tuva šīs masas miera enerģijai. Tas nozīmē, ka tā rodas no gravitācijas un nevis no kodolreakcijās atbrīvotās enerģijas. Līdz ar to zvaigzne, uz kuras notiek akrēcija, var būt tikai neitronu zvaigzne vai kolapsārs un nevis baltais punduris, jo pēdējā gadījumā daudz lielākā zvaigznes rādiusa dēļ atbrīvotā gravitācijas enerģija būtu stipri mazāka par uzliesmojumos novērojamo enerģiju.

Pagaidām par maz ir novērojumu rezultātu, lai izšķirtos, vai pareizs ir minētais modelis vai priekšlikums par masīvu melno caurumu, vai arī kāds cits. Taču katrā gadījumā ir skaidrs, ka esam saskārušies ar ļoti interesantu parādību, kas paver vēl vienu ceļu uz mīklaino deģenerēto matērijas stāvokļu izpēti.

ASTRONOMIJAS JAUNUMI

NO KĀ SASTĀV VENĒRAS MĀKOŅI

Venēras mākoņu ķīmiskais sastāvs ir viena no vecākajām planetoloģijas problēmām. Vispirms, balstoties uz analogiju ar Zemi, tika izvirzīta hipotēze, ka arī Venēras mākoņus veido ūdens pilieni, taču mūsu gadsimta otrajā pusē astronomisko novērojumu tehnikas straujā pilnveidošanās atklāja tajā nepārvaramas pretrunas. Polarizācijas novērojumi parādīja, ka mākoņi sastāv no sfēriskām daļiņām ar gaismas laušanas koeficientu ap 1,44, radiometrijas dati — ka mākoņu temperatūra ir -30 līdz -40°C un tajos var pastāvēt tikai sasalis ūdens, kura kristāliem forma nebūt nav sfēriska un gaismas laušanas koeficients ir tikai 1,31 (tas ir mazs arī šķīdram ūdenim — 1,33). Bez tam spektroskopiski līdz pašam pēdējam laikam neizdevās konstatēt planētas atmosfērā kaut niecīgu ūdens tvaiku daudzumu. Mēģinājumi atrast piemērotāku vielu ūdens vietā arī ilgi bija neveiksmīgi — par neapmierinošiem nācās atzīt gan dzīvsudraba savienojumus, gan sālsskābi, gan amonjaku, gan citus.

Tikai 1973. gadā amerikāņu zinātnieki Sills un Jangs neatkarīgi viens no otra norādīja vielu, kas pietiekami labi atbilst visu eksperimentālo datu un teorētisko apsvērumu kopumam: sērskābes 75—85% šķīdumu ūdenī! Šāds maisījums minētajā temperatūrā ir šķīdrā fāzē, turklāt piliņu diametrs un līdz ar to mākoņu blīvums tikpat kā nav atkarīgs no temperatūras un spiediena

(tā vietā mainās skābes koncentrācija); gaismas laušanas koeficients un spektra īpatnības infrasarkanajā apgabalā labi saskan ar novērojumiem. Bez tam koncentrētas sērskābes lielais higroskopiskums (spēja piesaistīt ūdeni) uzreiz izskaidro ūdens tvaiku visai mazo daudzumu virs Venēras mākoņiem — ne vairāk par 10^{-6} — 10^{-5} no visas gāzu masas, pēc jaunākajiem novērojumiem no Zemes.

1975. gada oktobrī padomju automātisko starpplanētu staciju «Venēra-9» un «Venēra-10» nolaižamie aparāti, šķērsojot mākoņu slāni, izdarīja tā pirmos tiešos pētījumus ar speciāli šim nolūkam domātu instrumentu komplektu, bet orbitālie aparāti, kļuvuši par planētas pavadoņiem, ar saviem polarietriem un citiem instrumentiem veica detalizētākus un sistemātiskākus novērojumus, nekā tas iespējams no Zemes. Aizgājušā gada laikā vairāki padomju planetologi, analizējot iegūtos datus, secinājuši, ka tie nekādi nerunā preti sērskābo mākoņu hipotēzei un dažā ziņā pat sniedz jaunus netiešus argumentus par labu tai. M. Marovs, piemēram, norāda uz mākoņu daļiņu diametra mazo mainīgumu visā biežajā mākoņu slānī, par ko liecina ar nefelometriem reģistrētās šo daļiņu optiskās īpašības, kā arī uz mākoņu segas vispārējo pastāvīgumu. L. Ksanfomaliti atzīmē, ka, pēc novērojumiem no orbītas, mākoņu segas temperatūra atbilst 75% sērskābes pārejas punktam no šķīdras fāzes cietā un ka tieši šī fāzu pāreja, iespējams, nosaka mākoņu blīvā slāņa augšējo robežu.

Tādējādi hipotēze, ka Venēras mākoņi sastāv no koncentrētas sēr-

skābes, pamazām iemantojusi astronomu vispārēju atzinību. Tomēr galīgu apstiprinājumu tai var sniegt tikai tieši mērījumi ar augstjutīgu masu spektrometru, kuri pie reizes noskaidrotu arī citu atmosfēras mazāko sastāvdaļu patieso daudzumu salīdzinājumā ar galveno — ogļskābo gāzi.

E. Mūkins

NEDAUDZ PAR JUPITERA PAVADOŅIEM

Planētu Jupiteris ar tās daudzajiem pavadoņiem mēdz dēvēt par Saules sistēmu miniatūrā. Jupiteris ir vislielākā Saules sistēmas planēta, un tās masa ir divreiz lielāka par visu pārējo astoņu planētu kopējo masu. Vairāki astronomi, pamatojoties uz Jupitera izstaroto lielo siltuma daudzumu, ir izteikuši domu, ka Jupiteris faktiski ir izbijusi neliela zvaigzne. Pēc viņu uzskatiem, iespējams, ka Jupitera temperatūra agrāk sasniegusi ap $50\,000^{\circ}\text{K}$ un tas ir bijis otra mūsu Saules sistēmas saule.

Pašlaik atklāto Jupitera pavadoņu skaits sasniedz 14. Četrus lielākos Jupitera pavadoņus Jo, Eiropu, Ganimedu un Kallisto atklāja Galilejs jau 17. gadsimtā. Jo un Eiropa ir apmēram tikpat lieli kā Mēness. Ganimeds un Kallisto pēc izmēriem līdzinās planētai Merkurs. Šie četri Jupitera pavadoņi kopā ar piekto — Amalteju — ir Jupiteram vistuvākie un vislabāk izpētītie pavadoņi. Pārējie deviņi ir daudz mazāki un arī mazāk pazīstami.

Nesenie dati, ko par Jupitera pavadoņiem ieguva uz Jupiteru nosūtītie amerikāņu kosmiskie aparāti «Pioneer-10» un «Pioneer-11», liek

domāt, ka katram no šiem pavadoņiem ir sava izcelšanās vēsture, kurā noteicošā loma ir attālumam no planētas, līdzīgi kā tas vērojams Saules sistēmā, — lielo planētu attālumam līdz Saulei. Saulei tuvākās planētas — Merkurs, Venēra, Zeme un Marss — sastāv no cietiem iežiem, bet tālākās planētas ir saglabājušas ne tikai lielos daudzumos ūdeni, bet arī vēl vieglākas un gaistošākas vielas, piemēram, ūdeņradi un hēliju. Ļoti iespējams, ka līdzīga aina pastāv arī Jupitera pavadoņu sistēmā.

Kā rāda novērojumi, Jupitera pavadoņim Jo ir vislielākā atstarošanas spēja no visiem Saules sistēmas ķermeņiem. Sakarā ar to ir izteiktas domas, ka Jo virsma ir pārklāta ar sāli. Eiropa ir pārklāta ar ledu. Arī Ganimeda un Kallisto klinšaino virsmu klāj ledus, taču iespējams, ka uz Ganimeda un Kallisto ūdens ir sastopams arī šķidrā veidā. Pēc amerikāņu zinātnieka D. Morisona (Havajas universitāte) uzskatiem, nav izslēgts, ka šo pavadoņu (izņemot Ganimedu) virsmas veidošanā svarīgs faktors ir bijis tāds aktivitātes process kā vulkānu izvirdumi, ūdens iztecēšana no geizeriem u. c.

Ar pavadoņi Jo saistās vēl viena miklaīna parādība. Kā zināms, kosmiskajos aparātos «Pioneer-10» un «Pioneer-11» uzstādītā mēriekārta, atrodoties vistuvāk Jupiteram, reģistrēja ļoti spēcīgus radiostarojuma impulsus dekametru viļņu diapazonā ($>10\text{ m}$).¹ Šie impulsi bija īsi, tie ģenerējās ar periodu apmē-

¹ Uz Zemes šādu garumu kosmisko radioviļņu reģistrāciju traucē atstarošanās no jonosfēras, tādēļ arī augšminētās parādības atklāšanai, ņemot vērā tās impulsveidīgo raksturu, bija vajadzīgi novērojumi ar kosmisko aparātu palīdzību.

ram 12 stundas un pēc jaudas 10 000 reižu pārsniedza visu pārējo Jupitera radiostarojumu līmeni šajā diapazonā. Analizējot šo parādību, atklājās, ka radiouzliesmojumu ģenerēšanās ir saistīta ar noteiktiem pavadoņa Jo stāvokļiem orbitā. Tas devis iemeslu izvirzīt ļoti interesantu hipotēzi, ka pavadoņi Jo, riņķodams pa orbitu, darbojas kā sava veida elektriskais slēdzis, noslēgdam un pārtraucdam ķēdi, kas saista planētu un pavadoņi Jo, kā arī Jupitera magnetosferu, kura līdzīgi Zemes magnetosferai sastāv no intensīvām radiācijas joslām. Šīs ķēdes garums sasniedz apmēram 410 000 km (vidējais pavadoņa Jo orbitas attālums no Jupitera). Radiosignāli rodas, paātrinoties lādētajām daļiņām, kad Jo noslēgtajā ķēdē sāk plūst ļoti spēcīga elektriskā strāva. Jaudu, kāda izdalās šajā procesā, amerikāņu zinātnieki vērtē ar apmēram 10 triljoniem vatu (10^{13} W), bet pavadoņa Jo spēju noslēgt šo ķēdi viņi saista ar šī pavadoņa acimredzot lielo elektrovadītspēju. Pēc viņu domām, ķēdes otrs gals ir saistīts ar planētas «karsto punktu» — Sarkano Plankumu, taču tā pagaidām ir tikai darba hipotēze. Tās apstiprināšanai ir nepieciešami precīzi mērījumi ar virziendarbīgu aparatūru, kas ļautu lokalizēt un līdz ar to identificēt impulsveida radiostarojuma avotu uz planētas virsmas. Šādi novērojumi tiek plānoti.

A. Balklavs

LIELĀKAIS AKMENS METEORĪTS

1976. gada 8. martā Ķīnas ziemeļaustrumu daļā Ķīnas pilsētas tuvumā nokrita liels meteorīts.

Pirms tam tika observēts spoža bolidā sprādziens. Viens no atrastajiem meteorīta gabaliem, kas sver 1770 kg, ir lielākais akmens meteorīts, kura krišanu novērojuši cilvēki. Līdz šim rekords piederēja Nortonas meteorītam (ASV), kas sver 1078 kg un kurš nokrita 1948. gadā. Divu mēnešu laikā Ķīnā atrasti vēl pāri par 100 Kirinas meteorīta fragmentu, tajā skaitā divi, kas sver pāri par 100 kg. Aprēķināts, ka pirms nokrišanas meteorīta kustības virziens apmēram sakrita ar Zemes kustības virzienu; tā relatīvais ātrums pret Zemi bija 12 km/s. Islaicīgo parādību pētījumu centrā Kembridžā (Anglija) reģistrēja meteorīta krišanas izraisītās Zemes garozas un Zemes atmosfēras svārstības.

J. Francmanis

VISMASIVĀKĀ DUBULTZVAIGZNE

Vismasivākā zināmā dubultzvaigzne atrodas Vienradža zvaigznājā. Ar neapbruņotu aci tā ir tikko saskatāma zilgani balta zvaigznīte (6. zvaigžņu lielums, spektra klase O7), kas Henrija Drepera katalogā apzīmēta ar numuru 47129 (HD 47129). Tās spektra novērojumi parādīja, ka HD 47129 īstenībā ir dubultzvaigzne — zvaigžņu pāris, kura komponentes, kas atsevišķi gan nav saskatāmas, apgriežas ap kopējo masas centru 14,4 diennaktīs. Tas nebūtu nekas neparasts, jo dubultzvaigžņu ir ļoti daudz. Taču jau 1922. gadā Kanādas astronoms Džons Stenlijs Pleskīts atrada, ka HD 47129 abu komponentu summārā masa ir vismaz 100 reizes lielāka par Saules masu un līdz ar to

tā ir vismasīvākā zināmā dubultzvaigzne. Kopš tā laika šo zvaigzni mēdz saukt par Pleskita zvaigzni.

HD 47129 abu komponentu masas ir gandrīz vienādas. Tātad abas zvaigznes atrodas ļoti tuvu teorētiski noteiktai zvaigžņu stabilitātes robežai, kas saskaņā ar zvaigžņu iekšējās uzbūves likumiem ir apmēram 60 Saules masas. Pārsniedzot šo masas robežu, zvaigzne kļūst nestabila. Tās starojuma spiediens pārsniedz gravitācijas spēku, un zvaigznes masa aizplūst.

Pēc 1922. gada dubultzvaigzne HD 47129 ir novērota un pētīta vairākkārt. Nesen 32 jaunas detalizētas šīs dubultzvaigznes spektrogrammas (dispersija zili violetajā spektra daļā 6—20 Å/mm) ieguvuši astronomi Dž. Hatčings un A. Koulija Kanādas Domīnijas astrofizikas observatorijā un ASV Nacionālajā observatorijā Kitpikā. Spektrogrammu mērījumi šoreiz izdarīti ar daudz lielāku precizitāti nekā agrāk. Jaunie gūtie rezultāti apstiprina agrākos datus — HD 47129 ir vismasīvākā dubultzvaigzne. Tās primārā komponente ļoti karsts O7I spektra klases pārmilzis ar masu 58—100 Saules masas. Sekundārā komponente pieder tādai pašai spektra klasei kā primārā. Tās masa atrodas robežās starp 64 un 90 Saules masām. Tātad eksistē zvaigznes, kas ir 60 un vairāk reizi masīvākas par Sauli!

Aplūkotā divkāršā zvaigžņu sistēma ir unikāla arī citos aspektos. Tās sekundārās komponentes starjauca ir apmēram par 25% mazāka nekā parasti šādas masas zvaigžnēm. Tas nozīmē, ka tās diametrs varētu būt mazāks. Iespējams arī, ka sekundārā komponente ir kolapsējošs objekts, kas nākotnē kļūs par melno caurumu.

Iegūto spektru līnijas liecina, ka šajā sistēmā abas zvaigznes strauji zaudē masu un ka starp abām zvaigžnēm atrodas ievērojams matērijas daudzums. Tomēr šīs zvaigznes neaizpilda tā saucamo Roša virsmu, kuru sasniedzot sākas masas izplūšana. Bez tam sistēmās, kurās notiek intensīva masas apmaiņa, ir normāla parādība, ka primārās zvaigznes masa ir mazāka nekā tas atbilstu starjaucai. Turpretim šajā sistēmā sekundārās komponentes starjauca ir mazāka nekā tas atbilstu masai. Šāda objekta evolucionārā vēsture pagaidām ir grūti izprotama. Lielā masā liek domāt, ka te varētu būt notikusi supernovas eksplozija ne agrāk kā pirms 100 000 gadiem. Tomēr novērojumi neliecina par šādas eksplozijas realitāti. HD 47129 sekundārās komponentes mazā starjauca un mazais diametrs vēl ir neskaidrs jautājums. Visticamāk liekas, ka zvaigznes ātrās rotācijas dēļ ap asi tās ekvatora plaknē ir izveidojies blīvs matērijas disks, kas lielu daļu no zvaigznes fotosfēras starojuma absorbē.

Mūsdienās astrofiziku interese par masīvu dubultzvaigžņu attīstību, par to komponentu masas zudumiem un masas apmaiņu ir ļoti liela. Tāpēc ar nepacietību tiks gaidīti arī Pleskita zvaigznes tālākie pētījumi.

I. Daube

VĒL VIENS MELNĀ CAURUMA KANDIDĀTS

Melno caurumu jeb kolapsāru meklēšana, kā zināms, ir viens no aktuālākajiem mūsdienu novērotā-

jas astronomijas uzdevumiem. Tas tādēļ, ka gan to atklāšana, gan neatklāšana dotu spēcīgu impulsu mūsu zināšanu padziļināšanai par kosmisko objektu dabu un evolūciju. Protī, to atrašana būtu svarīgs arguments par labu Einšteina vispārīgajai relativitātes teorijai, ar kuras palīdzību pašlaik aprakstām un izprotam masīvu debess ķermeņu attīstību, un tas ļautu ar vēl lielāku pārlicību lietot to, lai atklātu jaunas šādu objektu fizikas un evolūcijas likumsakarības. To neatrašana, savukārt, ja arī nesagrautu vispārīgo relativitātes teoriju, liktu lielā mērā izmainīt mūsu pašreizējos priekšstatus par šo masīvo debess ķermeņu vēlinām attīstības stadijām, meklēt un atrast procesus, kuri liedz noteiktas masas kosmiskajiem objektiem pārvērsties par melnajiem caurumiem atbilstoši vispārīgās relativitātes teorijas prasībām.

Vairums pētnieku aizstāv uzskatu, ka melnajiem caurumiem ir noteikti jābūt un ka to sameklēšana starp daudzveidīgajiem kosmiskajiem objektiem ir tikai laika un pat vistuvākās nākotnes jautājums. Tas arī ir izraisījis zinātnisko darbu lavīnu parādīšanos. To saturs veltīts dažādu, galvenokārt augstenerģētisku, kosmisku objektu novērojumu datu analīzei no viedokļa, vai tajos norītošo, pagaidām daudzējādā ziņā miklāno procesu celonis nevarētu būt melnais caurums, kura īpašības, kā arī tā apkārtnē izraisīto fizikālo parādību norīses pēdējā laikā ir teorētiski diezgan labi izpētītas. Tas tad arī veido nepieciešamo pamatu minēto novērojumu datu analīzei. Melnos caurumus mēģina «ievietot» kvazāros, galaktiku kodolos, rentgena zvaigznēs un pat Saules centrā. Pēdē-

jais mēģinājums ir saistīts ar negatīvo rezultātu, ko devis amerikāņu zinātnieka R. Devisa izdarītais eksperiments Saules neitrīno plūsmas reģistrēšanai.

Jau vairākus gadus rit neatslābstoša diskusija par vienu no visiespējamākajiem melnā cauruma kandidātiem — intensīvu kosmiskā rentgenstarojuma avotu Gulbi X-1. Šo objektu identificē ar ciešu dubultsistēmu, kurai viena komponente ir redzama — tā ir spoža B klases zvaigzne ar masu apmēram $20 M_{\odot}$, bet otra — novērojamā rentgenstarojuma avots — ir neredzama. Lielākā šīs sistēmas pētnieku daļa uzskata, ka neredzamā un ļoti kompaktā Gulbja X-1 sistēmas rentgenstarojuma komponente ir ar masu, kas vismaz 6 reizes lielāka par Saules masu, un tātad ir melnais caurums. Taču vairāki ārzemju astronomi (Dž. Bakals, B. Pačinskis u. c.) ir izvirzījuši citu ļoti interesantu, kaut arī mazāk ekstravagantu un vairāk ordināru hipotēzi, saskaņā ar kuru Gulbis X-1 ir trīskārša sistēma, kas sastāv no divām karstām zvaigznēm ar masām apmēram 20 un $9 M_{\odot}$ un vienas rentgenzvaigznes ar masu apmēram $1 M_{\odot}$. Karstās un masīvās zvaigznes, no kurām viena ir jau minētā B klases zvaigzne, bet otra ar masu $9 M_{\odot}$ ir neredzama, jo to, pēc šīs hipotēzes autoru domām, sedz biezs gāzu un putekļu apvalks, apriņķo viena otru ar novērojamo periodu, bet kompaktā rentgenstarojuma komponente ir novietojusies tik tuvu neredzamajai zvaigznei, ka atsevišķi neizdalās.

Nesen grupa Kembridžas astronomu (Anglija) izvirzījuši jaunu melnā cauruma kandidātu — radiogalaktikas Centaurs A kodolu. Centaurs A, kā zināms, bija pirmais

kosmiskā radiostarojuma avots, ko atklāja ārpus mūsu Galaktikas robežām, un ir Zemei vistuvākā radiogalaktika — attālums līdz tai ir apmēram 15 miljoni gaismas gadu. Radiogalaktika Centaurs A novērojama arī optiskajā diapazonā. Fotoģrāfijās labi redzama tumša, paugstinātas koncentrācijas absorbējošas matērijas josla, kas šķērso Centaura A attēlu. Centaura A novērojumi radio un citos diapazonos rāda, ka Centaurs A izstaro ļoti lielus enerģijas daudzumus, turklāt enerģijas plūsma bieži vien dažu dienu laikā mainās plašās robežās. Šis pēdējais fakts, kā arī interferometriski novērojumi liecina, ka milzīgie enerģijas daudzumi ģenerējas ļoti mazos apgabalos radiogalaktikas Centaurs A centra tuvumā. Šie raksturīgie fakti tad arī ir ļāvuši angļu astronomiem izteikt domu, ka radiogalaktikas Centaurs A kodolā ir melnais caurums. Izejot no šī pieņēmuma un novērojamā enerģijas daudzuma, ko izstaro Centaurs A, var aprēķināt Centaura A kodolā slēptā melnā cauruma masu. Angļu astronomi to vērtē ap 10 miljoniem Saules masu.

Tumšā josla, kas šķērso Centaura A attēlu, pēc viņu domām, ir akrēcijas disks, kura izveidošanos melnā cauruma tuvumā paredz teorija un kurā notiekošie procesi tad arī izraisa novērojumos konstatēto ļoti lielo starojuma enerģijas daudzumu ģenerēšanos. Akrēcijas diska platums, pēc viņu novērtējuma, ir apmēram 100 miljoni kilometru, un tas sastāv no gāzu un putekļu daļiņām.

Gāze un putekļi, krītot uz melno caurumu, kustas pa spirāli. Šajā kustībā izveidojas slāņi ar dažādiem ātrumiem, līdz ar to starp tiem notiek berze, kas ir cēlonis sakar-

šanai un augstām temperatūrām. Lai nokristu uz melno caurumu, daļiņām ir praktiski jāzaudē gandrīz viss savs kustības daudzuma moments. So procesu gaitā diska iekšējo apgabalu temperatūra var palikt tik augsta, ka tie kļūst par intensīvu rentgena un gamma starojuma avotu. Starojuma plūsma būs haotiski mainīga. Šīs maiņas izraisa gan diska struktūras nevienādības (nehomogenitātes), gan dažādas perturbācijas (piemēram, triecienviļņi), un, ņemot vērā nelielos centrālā apgabala izmērus, šīs izmaiņas var notikt ļoti īsos laika sprīžos — pat dažu dienu intervālā.

Pašreizējie radiogalaktikas Centaurs A novērojumu dati, kā redzams, nerunā pretim melnā cauruma hipotēzei, bet gan, gluži otrādi, ar šīs hipotēzes palīdzību gūst ļoti secīgu pamatojumu. Turpmākie novērojumi dod iespēju vēl plašāk un dziļāk pārbaudīt melnā cauruma hipotēzes pielietojamību Centaura A starojuma īpatnību izskaidrošanai, un nav izslēgts, ka tieši radiogalaktikas Centaurs A kodols izrādīsies pirmais droši identificētais melnais caurums.

A. Balklavs

LACERTĪDAS — KVAZĀRU PAVEIDS

Pašlaik ir zināms ap 30 lacer-tīdu jeb Ķirzakas BL (Lacertae) tipa objektu. Tiem raksturīga strauja radio un optiskā starojuma intensitātes maiņa, ievērojama polarizācija kā optiskajā, tā radiodiapazonā un bieži vien spēcīgs infrasarkanā starojuma ekscess. Tuvāk šo objektu īpatnības bija jau aplūkotas «Zvaig-

žņotās debess» iepriekšējos izdevumos. Taču jaunākie pētījumi, kas izdarīti pēdējā pusotra gada laikā, ienesuši būtiskas korektīvas. Svarīgākā no tām laikam būs viedokļa pārvērtēšana par līniju klātbūtni lacertīdu spektros. Sākotnēji to spektros neizdevās saskatīt nekādas absorbcijas vai emisijas līnijas, tie likās sastāvam tikai no kontinuumā, un šī īpatnība pat tika ietverta lacertīdu definīcijā. Līniju iztrūkums spektrā neļāva parastā veidā — pēc sarkanās nobīdes lieluma — novērtēt attālumu līdz šiem objektiem, un tādēļ sākumā nebija pat skaidrs, vai tie atrodas Galaktikā vai tālu ārpus tās robežām.

Tagad ir skaidri zināms, ka pareizs ir pēdējais viedoklis, jo aizvien augošam šo objektu skaitam izdodas spektros saskatīt un identificēt absorbcijas līnijas un līdz ar to noteikt sarkano nobīdi. Pavisam nesen četru pētnieku grupai izdevās identificēt vairākas līnijas lacertīdas, ko agrāk pieskaitīja maiņzvaigznēm, — AP Lib (Svaru AP) spektrā un noteikt sarkano nobīdi. Tā izrādījās vienāda ar $z = \Delta\lambda/\lambda = 0,049$ — tātad objekts ir ārpusgalaktisks. Nobīde ir izmērīta arī grupas prototipam BL Lac ($z = 0,070$). Palūkojoties atpakaļ uz sākotnējo neveiksmju iemesliem, redzams, ka panākumus nodrošināja divi apstākļi. Tā kā objekti ir ļoti vāji, tad, pirmkārt, vairāk uzmanības bija jāvelti spektrogrammu kvalitātes uzlabošanai, fona līmeņa samazināšanai tajās, un, otrkārt, izrādījās, ka absorbcijas līnijas kļūst labi saskatāmas pēc objekta spožuma krasa pieauguma.

Tipisks piemērs tam ir pats vājākais starp šī tipa objektiem AO 0235+164 (cipari norāda aptuvenu rektascensiju un deklināciju,

bet ar AO apzīmē radioavotus, kas atrasti Aresibo observatorijā). Šis objekts izrādījās ļoti nozīmīgs arī citā ziņā. AO 0235+164 1975. gadā kā vāju, 19. lieluma, ļoti sarkanu objektu identificēja H. Spinreds un H. Smits. Tā spektrā neizdevās skaidri saskatīt līnijas. Toties uz fotoplates varēja konstatēt, ka no objekta 3" atstatumā stiepjas vājš miglājs, un, tā kā radionovērojumi parādīja šī objekta mainību, tad minētie pētnieki to pamatoti pieskaitīja lacertīdām. Tā paša gada beigās šis objekts palielināja savu spožumu gandrīz par pieciem zvaigžņu lielumiem, kā rezultātā kļuva iespējams iegūt daudz kvalitatīvākas spektrogrammas.

Šo atzinumu izmantoja grupa zinātnieku no Kalifornijas universitātes (E. Bērbidža u. c.), uzņemot šī objekta spektrogrammas ar Kitpīkas observatorijas 4 m teleskopu. Objekta spektrs izrādījās diezgan bagāts ar absorbcijas līnijām. Salīdzinot šo līniju izvietojumu spektrā ar līniju izvietojumu kvazāru spektros un agro zvaigžņu ultravioletajā spektrā, kas iegūts ar ZMP, viņi konstatēja, ka novērojamās līnijas pieder neitrālam un jonizētam magnijam, jonizētajai dzelzij un mangānam ar sarkano nobīdi $z = 0,52392$. Īpaši skaidri spektrogrammā izdalās jonizētā magnija dubleta dziļās un asās līnijas pie 2796 un 2803 Å, kas radušās, magnija atomiem no pamatlīmeņa pārejot zemākajā ierosinātajā līmenī. Spektrā šīs ultravioletās līnijas sarkanās nobīdes rezultātā ir pārbīdītas uz 4261 un 4271 Å. Šīs pašas līnijas vērojamas arī kvazāru spektros, piemēram, PHL 938, kur tām ir nobīde $z = 1,955$. Izdarot AO 0235+164 spektra skenēšanu pie lielākiem viļņu garumiem,

pētnieki ievēroja, ka spektra pierakstā pie 5180 Å ir izplūdusi absorbcijas līnija, kura pārbaudei uzņemtajā spektrogrammā ar ļoti lielu izšķiršanas spēju sadalījās līniju pāri, kas atbilst jau minētajam jonizētā magnija dubletam, tikai ar nobīdi $z=0,851$. Interesanti, ka norādi uz šo līniju klātbūtni var saskatīt arī objekta atklājēju — H. Spinreda un H. Smita iegūtajā spektrogrammā, tātad tās bija arī pirms uzliesmojuma. Turpretī izteiktākā un bagātākā līniju sistēma ar $z=0,524$ parādījās tikai uzliesmojuma rezultātā. Šāda vairāku absorbcijas līniju sistēmu klātbūtne ir bieži sastopama tālo kvazāru spektros. Izplatīts ir uzskats, ka šīs līniju sistēmas veidojas gāzes mākonos, kas ar relativistiskiem ātrumiem eksplozijas ir izmesti no centrālā objekta. Tagad izrādījās, ka arī lacertidās ir vērojama līdzīga parādība.

Zinot AO 0235+164 sarkanās nobīdes lielumu, 6 zinātnieku grupa (M. Robertss u. c.) ar vienu no lielākajiem radioteleskopiem — 91 m paraboloīdu ASV Nacionālajā radioobservatorijā Grīnbenkā — nolēma pārmeklēt šī objekta radio spektru cerībā atrast 21 cm neitrālā ūdeņraža līniju. Mēģinājums negaidīti vainagojās panākumiem — šo līniju tiešām atrada 32 cm diapazonā, un tās nobīde $z=0,52385$ lieliski sakrīt ar nobīdi optiskajā spektrā. Kaut arī meklējumi tika izdarīti atkārtoti, tas ir pirmais gadījums, kad kādam objektam ar ievērojamu sarkano nobīdi tā vienlaikus konstatējama kā radio, tā optiskajā spektrā. Kvazāram 3C 286 gan konstatēta 21 cm neitrālā ūdeņraža līnija ar nobīdi $z=0,692$, taču optiskajā spektrā tam redzamas tikai emisijas līnijas ar ievērojami lielāku

nobīdi — $z=0,849$, un ir pamats apgalvot, ka absorbcija šeit notiek starppgalaktiskā gāzes mākonī.

Konstatējumam, ka AO 0235+164 radio un optiskajā spektrā ir līnijas ar vienādu sarkano nobīdi, ir ļoti svarīga nozīme. Tā, salīdzinot ūdeņraža un magnija absorbcijas līniju intensitāti, var novērtēt šo elementu izplatības attiecību lacertidā. Šī attiecība iznāk apmēram tāda pati kā Saulē. Tāpat, salīdzinot jonizētā un neitrālā magnija līniju intensitātes un pieņemot, ka jonizāciju izraisa lacertidas nepārtrauktais ultravioletais starojums, var konstatēt, ka gāzes mākonis, kur rodas absorbcijas līnijas, atrodas ap 700 parseku lielā attālumā no nepārtrauktā starojuma avota.

Taču šis atradums par absorbcijas līniju klātbūtni tāla objekta kā radio, tā optiskajā spektrā vēl svarīgākus secinājumus deva kosmoloģijai. Jau pirms 40 gadiem ievērojama angļu fiziķis P. Diraks izteica hipotēzi, ka t. s. fizikas fundamentālās konstantes, piemēram, elektronu lādiņa un masas vērtības, Planka konstante, gravitācijas konstante u. c., varētu ar laiku mainīties. Attīstot šo domu, tika izveidotas vairākas kosmoloģiskas teorijas, kas akcentē šādu maiņu. Tā kā šī maiņa ir ļoti neliela, tad to var konstatēt, salīdzinot atomu struktūras parametrus tikai ļoti garos laika sprīžos. Un te nu vienreizēju izdevību dod minētais objekts, jo līniju savstarpējais izvietojums tā spektrā mums ļauj spriest par atomu parametriem, kādi tie bija laikmetā, kad objekts deva to starojumu, kuru mēs tagad uztveram, t. i., vairāk nekā 7 miljardi gadu atpakaļ. Lai varētu samazināt konstan-

šu izmaiņas novērtējuma kļūdu, izšķiroša nozīme ir tam, ka AO 0235+164 spektrā var salīdzināt līnijas, kas atrodas radiodiapazonā, ar līnijām optiskajā diapazonā. Neviens cits objekts šādu iespēju pagaidām nedod. A. Vofs, R. Brauns un M. Robertss, salīdzinot ūdeņraža 21 cm līnijas un jonizētā magnija līniju frekvenču attiecību minētā objekta spektrā un laboratorijā, nāk pie secinājuma, ka zināma fundamentālkonstanšu kombinācija atšķiras ne vairāk par simtdaļu procenta. Izdalot ar objekta vecumu, var teikt, ka šīs kombinācijas izmaiņa gada laikā ir mazāka par $2 \cdot 10^{-14}$ daļu tās vērtības, t. i., tā praktiski nemainās. Tas ir pats stingrākais iespējamās izmaiņas lieluma novērtējums, kāds līdz šim iegūts, un izslēdz minētās kosmoloģiskās teorijas.

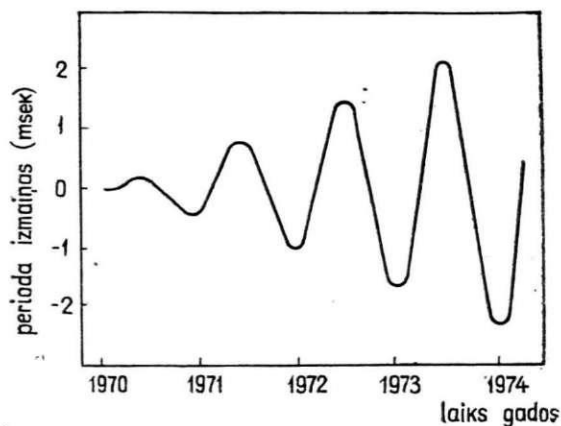
Kas attiecas uz lacertīdu piederību kvazāriem, tad tas vairs nerada šaubas. Kā jau iepriekš vairākkārt uzsvēram, abu objektu spektri ir ļoti līdzīgi, lacertīdas tāpat atrodas kosmoloģiskos attālumos un ir ļoti spožas. Arī citām lacertīdu īpašībām ir atrodami analogi starp kvazāriem. Tā, piemēram, pēdējā laikā arvien vairāk atrod kvazārus ar neitrālu vai sarkanu krāsu (minēsim ļoti sarkano kvazāru 3C 68,1 ar $z=1,29$). Izrādās, ka to tradicionālā zilā krāsa vienkārši ir novērojumu selekcijas efekts, jo agrāk objektus ar lielām sarkanām nobīdēm meklēja tikai starp zilajiem objektiem. Tādēļ vairs nav pamata atdalīt lacertīdas no kvazāriem kā īpašu objektu grupu.

U. Dzērvičis

RADIOASTROMETRISKI NOTEIKTAS PULSĀRU ĪPATNĒJĀS KUSTĪBAS

Jau pirmie 70. gadu sākumā izdarītie pētījumi parādīja, ka pulsāru ātrumiem jābūt visai lieliem — vairākiem simtiem km/s. Tā, salīdzinot ilgā laika posmā iegūtos fotouzņēmumus, Krabja miglāja pulsāram, kurš pagaidām vienīgais ir droši identificēts ar optisku objektu, konstatēja ap $0'',1$ gadā lielu īpatnējo kustību. Ņemot vērā attālumu, kurā atrodas Krabja miglājs, — ap 2 kps, dabūjam apmēram 100 km/s lielu transversālo ātrumu. Taču te varēja būt runa tikai par visai aptuvenu īpatnējās kustības novērtējumu, jo izmantotās plātes, pa lielāku daļu uzņemtas ar Palomāra observatorijas 5 m teleskopu, nepavisam neatbilst tām prasībām, kas jāievēro precīzai īpatnējo kustību noteikšanai. Vēl neprecīzākas bija īpatnējās kustības, ko varēja novērtēt tiem pulsāriem, ap kuriem konstatējamās pārnove eksplzijā izmestā apvalka atliekas. Par pulsāra kustību šeit sprieda pēc tā pozīcijas novirzes no miglāja centra.

Nozīmīgu soli 1974. gadā spēra Masačūsetsas universitātes zinātnieki, kuri pulsāram PSR 1133+16 (cipari šeit norāda aptuvenu pulsāra rektascensijas un deklinācijas vērtību) noteica īpatnējo kustību, analizējot tā radiostarojuma impulsu uztveršanas momentu izmaiņas trīs gadu garā intervālā. Ja izslēdz izmaiņas, ko izraisa Zemes gadskārtējā kustība ap Sauli un paša pulsāra perioda maiņa, tad pulsāra starojuma impulsu maksimumiem vajadzētu sekot ik pēc stingri noteikta laika sprīža. Taču rezultātu analīze parādīja, ka šis laika sprī-



1. att. Pulsāra PSR 1133+16 perioda relatīvā izmaiņa četrus gadus laikā.

dis svārstās ap noteiktu vērtību ar vienu gadu lielu periodu, pie tam svārstību amplitūda pastāvīgi aug (skat. 1. att.). Šāda svārstība norāda, ka pulsāra un Zemes savstarpējais stāvoklis, Zemei gada laikā riņķojot pa orbītu, nemainās gluži tā, kā, aprēķinus sākot, pieņemts, jo pulsāra pozīcijā ir kļūda. Tā kā šī kļūda laika gaitā aug, tad tas nozīmē, ka pulsārs pārvietojas pie debess sfēras, t. i., tam ir īpatnēja kustība. Šādā veidā noteiktā pulsāra kustība izrādījās ļoti liela — $0'',60$ gadā, un tas sagādāja grūtības teorijām, kas skaidro pulsāru īpašības un izcelšanos. Ja pulsāra attālumu vērtē uz 130 ps, tad transversālais ātrums iznāk 380 km/s, kas ir daudz vairāk, nekā bija gaidīts. Teorija uzskata, ka pulsāri rodas, kā pārnovām eksplodējot masīvām zvaigznēm, kas koncentrētas Galaktikas plaknes tuvumā un kustas ar maziem ātrumiem. Eksplozijā izveidojies pulsārs var iegūt papildu ātrumu vai nu tāpēc, ka sprādziens ir asimetrisks, vai arī ja pārnova ietilpst dubultsistēmā, jo tad, sprādzienā sistēmai izjūkot, pulsārs aizskrien pa pieskari, iegūstot ātrumu, kas tuvs orbitālajam apriņķošanas ātrumam. Tā kā PSR

1133+16 ir visai tuvu Galaktikas plaknei — ap 120 ps, tad tas no Galaktikas plaknes līdz pašreizējai atrašanās vietai pagūtu aizceļot 330 000 gadus. Taču teorija tam dod 5 miljoni gadu ilgu dzīves laiku. Šāds novērtējums izriet no sakarības starp pulsāru periodu un pastāvēšanas ilgumu, jo laika gaitā pulsāra rotācija bremzējas un tādēļ periods palielinās. Bet, ja pulsārs ceļo jau tik ilgi, tad iznāk, ka tas radies nevis Galaktikas plaknes tuvumā, bet gan 280 ps zem tās. Taču tik lielā attālumā masīvās jaunās zvaigznes nemēdz atrasties. Tādēļ jāpieņem, ka pulsāram ir arī visai liels radiālais ātrums un tas kustas stipri slīpi pret Galaktikas plakni, un tā rašanās vieta ir ļoti tālu no Saules — ap 2 kps.

Kļūva redzams, ka situācijas noskaidrošanai nepieciešami īpatnējo kustību mērījumi arī citiem pulsāriem. Šāda iespēja radās, kad radioastrometriskiem pētījumiem sāka izmantot radiointerferometrus. 1975./76. gadā savus rezultātus par pulsāru īpatnējo kustību mērījumiem publicēja divas pētnieku grupas, kas strādāja ASV Nacionālajā radioobservatorijā Grinbenkā un Džodrelbenkas observatorijā An-

glijā. Pirmā grupa radiointerferometru ar 35 km lielu bāzi sastādīja no trīs 26 m un viena 13,5 m liela paraboloida. Ar šī interferometra palīdzību mērija starojuma fāzu diferenci starp pulsāru un diviem blakus esošiem atbalsta radioavotiem. Pusotra gada laikā, izdarot atkārtotus šāda veida mērījumus un reducējot tos uz vienu un to pašu interferometra bāzes stāvokli telpā, konstatēto sistemātisko fāzu diferencu maiņu ar laiku var pierakstīt pulsāra īpatnējai kustībai. Tādējādi īpatnējā kustība pagaidām noteikta pieciem pulsāriem, tai skaitā arī pulsāram PSR 1133+16, par kuru runājām iepriekš, tā ka ir iespēja rezultātus salīdzināt. Šoreiz īpatnējās kustības vērtība ir $0'',40$ gadā, un tātad rezultātos ir laba saskaņa. Mērījumu kļūdas atkarībā no atbalsta avotu intensitātes ir no $0'',01$ līdz $0'',2$ gadā.

Angļu grupa interferometru ar bāzi 127 km sastādīja no 76 un 25 m antenām. Arī šeit tāpat tika mērīta fāzu difference starp pulsāru un atbalsta avotu un sekots šīs difference izmaiņai trīs gadu laikā. Mērījumi izdarīti sešiem pulsāriem. Tā kā radiointerferometra jutīgums un arī epohu difference šinī gadījumā ir lielāka, tad krietni mazākas ir novērojumu kļūdas: $0'',004$ — $0'',04$ gadā. Tādējādi redzam, ka radioas-

trometriski ir iespējams mērīt objektu īpatnējās kustības tikpat labi, kā ar parastās astrometrijas metodēm to dara optiskajā diapazonā. Pie tam labus rezultātus var iegūt pat ar nedaudz gadu lielām epohu diferencēm, kas neko nedotu optiskajā astrometrijā. Skaidrs, ka, attīstoties radioastrometrijas metodikai, tuvākajos gados tiks izdarīti īpatnējo kustību mērījumi ne tikai pulsāriem, bet arī citiem galaktiskajiem radioavotiem.

Kas attiecas uz īpatnējo kustību jauno mērījumu devumu pulsāru dabas un izcelsmes izpratnē, tad neskaidrības pagaidām tikai palielinājušās. Apstiprinājās PSR 1133+16 rašanās vietas tālums no Galaktikas plaknes. Līdzīga situācija izrādījās arī 100 ps attāļajam pulsāram PSR 1929+10 (īpatnējā kustība $0'',15$ gadā un ātrums perpendikulāri Galaktikas plaknei 75 km/s). Arī tam, lai varētu ieņemt pašreizējo pozīciju, vajadzēja rasties 230 ps zem Galaktikas plaknes. Tādēļ nav izslēgta iespēja, ka pulsāri veidojas arī no Galaktikas halo populācijas objektiem. Taču īstais iemesls šai nesaskaņai var būt arī cits, un situācijas noskaidrošanai jāpagaida līdz turpmākiem pulsāru kustības pētījumiem.

U. Dzērvoitis

KOSMOSA APGŪŠANA

«SALŪTA-5» LIDOJUMA HRONIKA.¹

Viens no aizgājušā gada ievērojamākajiem notikumiem kosmonautikā ir padomju orbitālās stacijas «Salūts-5» lidojums; tas turpinās arī jaunajā 1977. gadā. Lai sniegtu lasītājiem sistemātisku ieskatu par šī ilgstošā un sarežģītā eksperimenta gaitu, publicējam hronoloģiskā secībā vairākus TASS ziņojumus par tā galvenajiem momentiem.

22. jūnijs. Saskaņā ar kosmiskās telpas izpētes programmu Padomju Savienībā palaista orbitālā zinātniskā stacija «Salūts-5». Tās lidojuma mērķis ir zinātnisku un tehnisku pētījumu un eksperimentu veikšana, kā arī orbitālo staciju konstrukcijas, bortsistēmu un aparatūras tālāka pārbaude un uzlabošana. Stacija «Salūts-5» ievadīta orbitā ar apogeja augstumu 260 kilometri, perigeja augstumu 219 kilometri, apriņķošanas periodu 89 minūtes un slīpumu 51,6 grādi.¹

6. jūlijs. Pulksten 15st09^m Padomju Savienībā palaists pilotējams kosmosa kuģis «Sojuz-21» ar apkalpi, kurā ietilpst kuģa komandieris PSRS lidotājs kosmonauts pulkvedis Boriss Volinovs un bortinženieris apakšpulkvedis inženieris Vitālijs Zolobovs. Kosmosa kuģa «Sojuz-21» lidojuma programmā paredzēts veikt kopīgus eksperimentus ar orbitālo zinātnisko staciju «Salūts-5». Kā liecina apkalpes ziņojumi un telemetriskās informācijas dati, kuģa bortsistēmas darbojas normāli.

7. jūlijs. Pulksten 16st40^m transportkuģis «Sojuz-21» sakabinājies ar orbitālo staciju «Salūts-5». Apkalpes darba programma orbitālajā stacijā ietver Zemes virsmas ģeoloģisku objektu, atmosfēras parādību un veidojumu pētīšanu ar nolūku iegūt datus tautas saimniecības interesēs; kosmiskajā telpā noritošo procesu un parādību pētīšanu; tehnoloģisku eksperimentu veikšanu bezsvara stāvoklī; medicīniski bioloģiskus pētījumus; stacijas bortsistēmu un aparatūras izmēģinājumus. Apkalpes locekļu pašsajūta ir laba, un viņi ķērušies pie lidojuma programmas izpildes.

12. jūlijs. Pabeiguši lielāko daļu ar stacijas aparatūras dekonservēšanu un pārbaudi saistīto operāciju, kosmonauti B. Volinovs un V. Zolobovs sāk veikt zinātniskos pētījumus un eksperimentus. Kārtējās darba dienas gaitā apkalpe ar rokās turamu spektrogrāfu uzņēma atsevišķu Zemes virsmas rajonu un krēslainā Zemes apvāršņa spektrogrammas ar nolūku pētīt dabas resursus un atmosfēras komponentu vertikālo sadalījumu. Medicīnisko pētījumu kompleksā ietilpa eksperiments vestibulārā aparāta jutīguma noteikšanai pret elektriskiem kairinātājiem bezsvara stāvoklī. Asinsrites pētīšanai kosmiskā lidojuma apstākļos kosmonauti izmantoja daudzfunkciju klīnisko aparatūru, kas ļauj reģistrēt datus par sirdsdarbību un asinsvadu tonusu, kontrolēt elpošanu. Sakaru seansos kosmonauti ziņo, ka viņi pilnīgi pieraduši pie bezsvara stāvokļa un darba ritma.

¹ Dažas ziņas par šīs orbitālās stacijas galvenajiem raksturlielumiem un tās iekārtojumu atrodamas «Zvaigžņotās debess» 1976. gada rudens numurā, 24. lpp.

13. jūlijs. Apkalpe uzsākusi tehnoloģisko eksperimentu programmas realizēšanu. Vienam no tiem — eksperimentam «Sfēra» — mērķis ir pētīt metāla kušanas un sacietēšanas procesus bezsvara stāvoklī. Atrodoties brīvā telpā, izkausētais metāls virsmas spraiguma spēku dēļ pieņem ideālas sfēras formu un sacietē. Iegūtos paraugus paredzēts nogādāt uz Zemes un vispusīgi metalogrāfiski izpētīt laboratorijās.

26. jūlijs. Saskaņā ar programmu pēc kārtējās aktīvās atpūtas dienas kosmonauti veica zinātniski tehniskus pētījumus. Viņi fotografēja Mēnesi uz Zemes nakts apvāršņa fona. Šī eksperimenta mērķis — noteikt nakts horizonta patieso līmeni, lai izmantotu to kā atbalsta līniju autonomajā navigācijā. Apkalpe izmēģināja arī orbitālajā stacijā uzstādīto elektromehānisko stabilizācijas sistēmu. Atšķirībā no stabilizācijas ar reaktīvo dzinēju palīdzību šādai sistēmai nav vajadzīgs darba vielas (saspiestas gāzes) krājums un tātad tā ir ekonomiskāka. Izmēģinājumi noritēja veiksmīgi.

9. augusts. Sekmīgi pabeigts 14. jūlijā uzsāktais tehnoloģiskais eksperiments «Kristāls». Kosmonauti izņēma no kristalizatora vienu no izaudzētajiem paraugiem un ievietoja to konteinerā vēlākai nogādāšanai uz Zemi. Otrο reizi izdarīts eksperiments «Reakcija» — lodēšanas īpatnību izpētei bezsvara stāvoklī. Apkalpe paveikusi arī kārtējo pētījumu ciklu ar infrasarkanο teleskopu — spektrometru. No rīta kosmonauti fotografēja dažādās spektra joslās Zemes virsmu tautas saimniecības interesēs.

23. augusts. Pēc aktīvās atpūtas dienas kosmonauti pildīja zinātnisku pētījumu kompleksu ar infrasarkanā teleskopa — spektrometra palīdzību. Tā ietvaros tika turpināti agrāk iesākie eksperimenti Zemes atmosfēras caurspīdības noteikšanai, kā arī tika veikti kārtējie Saules un tās atmosfēras infrasarkanā starojuma pētījumi.

24. augusts. Pulksten 21st33^m pēc 48 dienu ilgas pētījumu programmas veikšanas orbitālajā stacijā «Salūts-5» kosmonauti B. Volinovs un V. Zolobovs atgriezušies uz Zemes. Transportkuģa «Sojuz-21» nolaižamais aparāts nosēdās paredzētajā Padomju Savienības rajonā 200 km uz dienvidrietumiem no Kokčetavas. Kosmonautu pašsajūta ir apmierinoša. Orbitālā stacija turpina lidojumu automātiskā režīmā.

28. augusts. Pēc lidojuma orbitālajā stacijā «Salūts-5» kosmonauti B. Volinovs un V. Zolobovs ceturto dienu atpūšas kosmodromā. Viņu pašsajūta ar katru dienu uzlabojas. Sodienas darba grafikā pirmο reizi ietverta vingrošana, ielānотas trīs pastaigas un pat makšķerēšana.

14. oktobris. Pulksten 20st40^m Padomju Savienībā palaists pilotējams kosmosa kuģis «Sojuz-23» ar apkalpi, kurā ietilpst kuģa komandieris apakšpulkvedis Vjačeslavs Zudovs un bortinženieris apakšpulkvedis inženieris Valerijs Roždestvenskis. Lidojuma mērķis ir turpināt zinātniski tehniskus pētījumus un eksperimentus orbitālajā stacijā «Salūts-5», kuri bija uzsākti kosmosa kuģa «Sojuz-21» un orbitālās stacijas kopīgajā lidojumā. Kosmosa kuģa «Sojuz-23» bortsistēmas darbojas normāli, apkalpes pašsajūta ir laba.

16. oktobris. Pulksten trijos naktī beidzās kosmonautu V. Zudova un V. Roždestvenska otrā darba diena kosmosa kuģī «Sojuz-23». Saskaņā ar plānu 15. oktobrī 21st58^m kuģis sāka automātisku tuvošanos orbitālajai

stacijai «Salūts-5». Sakarā ar vadības sistēmas darbu neparedzētā režīmā sakabināšanās ar orbitālo staciju tika atcelta. Apkalpe lidojumu beidz un gatavojas atgriezties uz Zemes. Orbitālā zinātniskā stacija turpina lidojumu automātiskā režīmā.

17. oktobris. Pēc nepieciešamo darbu paveikšanas kosmosa kuģī «Sojuz-23» kosmonauti V. Zudovs un V. Roždestvenskis atgriezās uz Zemes. 16. oktobrī pulksten 20st46^m kuģa nolaižamais aparāts nosēdās 195 km uz dienvidrietumiem no Ceļinogradas, uz Tengiza ezera virsmas. Meklēšanas un glābšanas komplekss, kas ietvēra lidmašīnas, helikopterus un kuterus, sarežģītos apstākļos — naktī un spēcīgā sniegpukenī nodrošināja kosmonautu un nolaižamā aparāta evakuāciju. Kosmonautu veselības stāvoklis ir labs.

21. janvāris. Orbitālā zinātniskā stacija «Salūts-5» turpina lidojumu pastāvīgas orientācijas režīmā uz Zemi. Saskaņā ar darbu programmu stacijā turpinās zinātniski pētījumi un bortsistēmu izmēģinājumi ilgstoša kosmiskā lidojuma apstākļos.

(Pēc TASS ziņojumiem)

«VIKING-2» UZ MARSA

Kad «Viking-1» nolaižamais aparāts pēc mēnesi ilga lidojuma pa areocentrisku orbītu jau bija sekmīgi nosēdies izraudzītajā planētas vietā un sācis raidīt pirmās tiešā ceļā iegūtās ziņas par Marsa virsmu un tur valdošajiem apstākļiem,¹ tam sekojošais «Viking-2» vēl tikai atradās ceļā uz šo planētu. Telemetrijas dati liecināja, ka kosmosā pavadītie vienpadsmit mēneši nav kaitējuši tā sistēmām un instrumentiem.

CEĻŠ LIDZ MARSA VIRSMAI

«Viking-2» ieradās Marsa apkaimē 1976. gada 7. augustā (šeit un tālāk pēc pasaules laika) ar uzdevumu septembra sākumā nosēsties tālāk uz ziemeļiem nekā pirmais šā tipa aparāts. «Viking-1» lidojuma gaitā iegūtā pieredze un tā pārraidītie Marsa attēli rādīja, ka arī šoreiz abi iepriekš noteiktie nosēšanās rajoni nebūs derīgi, tādēļ lidojuma vadītāji nolēma mainīt to izlūkošanas kārtību: vispirms apskatīt trīs plašus planētas apgabalus starp 40 un 50° ziemeļu platuma un izvēlēties no tiem piemērotāko un pēc tam meklēt vislabāko nosēšanās rajonu jau tikai šī apgabala ietvaros. Tādēļ savādāka bija arī orbīta, kurā iegāja «Viking-2»: lielāks slīpums pret planētas ekvatora plakni — 55 grādi, par Marsa diennakti garāks apriņķošanas periods — 27,4 stundas. Pēdējā apstākļa

¹ Par to ziņots E. Mūkina rakstā ««Viking-1» uz Marsa» «Zvaigžņotās debess» 1976./77. gada ziemas numurā, 38.—42. lpp.

dēļ lidojuma trase pericentra tuvumā katrā nākamajā apgriezienā nobīdījās par 40° uz rietumiem attiecībā pret planētas virsmu, ļaujot realizēt izlūkošanas pirmo posmu. Kad tas bija pabeigts, par labāko atrodot trešo apgabalu (ap 135° austrumu garuma), «Viking-2» aprīņošanas periods tika samazināts uz 24,6 stundām — Marsa diennakts ilgumam, liekot kosmiskajam aparātam pārlidot šo apgabalu katrā apgriezienā un tādējādi ļaujot uzsākt izlūkošanas otro posmu. Tā rezultātā par nosēšanās rajonu tika izraudzīts $100 \times 260 \text{ km}^2$ liels ovāls ar centra koordinātēm $47^\circ,9 \text{ N}$; $134^\circ,1 \text{ E}$ un par nosēšanās dienu — 3. septembris.

Paredzētajā brīdī «Viking-2» nolaižamais aparāts atdalījās no orbitālā un ieslēdza bremsēšanas dzinēju, kam jānodrošina pāreja uz trāpījuma trajektoriju. Vēl tā darbības laikā pēkšņa kļūme orbitālā aparāta orientācijas sistēmā (žiroskopu barošanas blokā) izraisīja lielās paraboliskās virzienantenas pakāpenisku novēršanos no Zemes, pārtraucot nolaižamā aparāta raidīto signālu retranslāciju uz mūsu planētu. Nesalīdzināmi mazāk efektīvie sakari ar orbitālā aparāta mazvirzītās antenas palīdzību (8 biti sekundē) ļāva tikai kontrolēt, vai signāli vispār pienāk un kādā tempā tas notiek. Tomēr šis starpgadījums, neraugoties uz šķietamo dramatismu, praktiski neietekmēja notikumu gaitu: nolaižamo aparātu visā pilnībā vadīja tā ESM, neparedzot nekādu iejaukšanos, bet visus tā pārraidītos datus pēc instrukcijas no Zemes uzkrāja orbitālā aparāta videomagnetofons.

$22^{\text{st}}58^{\text{m}}$ lidojuma vadības centrs saņēma ziņu, ka pārraides temps no nolaižamā aparāta pieaudzis četrkārt, norādot uz sekmīgu nosēšanos 11 sekundes pirms tam. Tā kā Marsu un Zemi šajā brīdī šķīra 366 miljonu km attālums, kura pārvarēšana prasīja radioviļņiem $20\frac{1}{3}$ minūtes, «Viking-2» bija faktiski sasniedzis Marsa virsmu $22^{\text{st}}38^{\text{m}}$ — tieši paredzētajā laikā.

Pirmā zinātniskā informācija no šī Marsa punkta pienāca trīs stundas vēlāk, kad virs vietējā horizonta bija pacēlusies Zeme un tās virzienā datu tiešai pārraidei bija pavērsta nolaižamā aparāta paraboliskā virzienantena. Vēl pēc četrām stundām, kad bija novērsta kļūme orbitālajā aparātā un atjaunota tā pareizā orientācija, uz Zemi tika pārraidīta arī nolaišanās laikā pierakstītā informācija: Marsa jonosfēras un atmosfēras parametru mērījumi, dati par paša nolaižamā aparāta darbību šajā laikā un pirmā vizuālā informācija par nosēšanās vietu — viens attēls ar maksimālo izšķiršanas spēju (ap 1 mm pie paša aparāta) un viena pilna panorāma.

Izrādījās, ka viss lidojums noritējis normāli un «Viking-2» nolaidies stipri vienmuļā un līdzenā, ar daudziem nelieliem akmeņiem nosētā rajonā, nostājoties uz virsmas 8° slīpumā («Viking-1» — tikai 3°); acimredzot viens no trim balstiem — amortizatoriem trāpījies uz kāda no šiem akmeņiem. Visas tehniskās sistēmas un visi zinātniskie instrumenti — telekameras, meteoroloģiskie mēraparāti, seismometrs, ķīmisko un bioloģisko analizatoru komplekss — bija pilnīgā kārtībā, un «Viking-2» uzsāka Marsa virsmas un atmosfēras pētījumu programmu, kura vispārējos vilcienos bija tāda pati kā tā priekšgājējam.

AKTIVITĀTE ORBĪTĀS AP MARSU

Tā kā ierobežota finansējuma dēļ NASA nevarēja organizēt aktīvu darbu ar abiem nolaižamajiem aparātiem vienlaikus, «Viking-1» ar 2. septembri sāka funkcionēt pēc sašaurinātas programmas. Savas ESM vadīts, tas joprojām turpināja aizsāktos bioloģiskos eksperimentus ar trešo grunts paraugu, kā arī regulārus meteoroloģiskus novērojumus. Toties līdz minimumam samazinājās ar «mehānisko roku» veicamo operāciju apjoms un ik dienas pārraidāmo televīzijas attēlu maksimālais skaits — no pieciem uz vienu.

Pēdējais ierobežojums ļāva pilnīgi pārslēgties uz mazāk efektīvajiem tiešajiem sakariem ar Zemi un atbrīvot no retranslatora funkcijām orbitālo aparātu, kas tobrīd atradās ar Marsa rotāciju sinhronā orbītā (t. i., ar šīs planētas diennaktij vienādu apriņķošanas periodu), kuras slīpums pret ekvatora plakni bija 37 grādi. Ar nelielas korekcijas palīdzību šī sinhronizācija tika izjaukta, un «Viking-1» sāka katrā apgriezienā pārlidot un novērot citus planētas rajonus. Kad tā trase nonāca «Viking-2» nolaižamā aparāta atrašanās vietas tuvumā, orbīta tika atkal sinhronizēta ar Marsa rotāciju, un «Viking-1» pārņēma šī aparāta signālu retranslāciju uz Zemi. Līdz ar to tāda paša veida «ceļojumam» atbrīvojās «Viking-2» orbitālais aparāts, kurš, pateicoties orbītas lielākajam slīpumam pret ekvatora plakni — 55 grādi, varēja aplūkot «Vikingam-1» nepieejamos polāros apgabalus; reizē ar orbītas desinhronizāciju slīpums tika palielināts vēl vairāk — līdz 75 grādiem. Vēlāk, «Vikingam-2» atkal pārlidojot savu nolaižamo aparātu, abu orbitālo aparātu lomas mainījās vēlreiz.

Šī sarežģītā manevru virkne, kā arī iespēja brīvi grozīt uz kustīgas platformas novietotās televīzijas kameras un citus instrumentus ļāva abiem «Vikingiem» divu mēnešu laikā atkārtoti uzņemt lielāko daļu Marsa virsmas ar aptuveni tādu pašu izšķiršanas spēju, kā to 1972. gadā pirmo reizi bija paveicis «Mariner-9» (t. i., 1—1,5 km). Rūpīgi salīdzinot savā starpā šos vairākus tūkstošus attēlu, būs iespējams iegūt daudz sistemātiskāku un detalizētāku priekšstatu par Marsa virsmas veidojumu izmaiņām nekā līdz šim.

Attēlu sērijas, kuras uzņemtas tieši lejup no pericentra (t. i., no 1500 km augstuma), ievērojami palielinājušas virsmas platību, kura pazīstama ar ~100 m izšķiršanas spēju. Citi no dažāda augstuma, dažādos leņķos un caur dažādiem gaismasfiltriem iegūtie attēli snieguši jaunu informāciju par Marsa mākoņiem — par to divējādo dabu (gan putekļi, gan ledus kristāliņi), augstumu, kustības ātrumu.

«Viking» orbitālo aparātu televīzijas kameras tika vairākkārt vērstas arī uz abiem Marsa dabiskajiem pavadoņiem, parādot tādus Fobosa un Deimosa apgabalus, ko nebija aptvēris «Mariner-9», — pirmajam pat praktiski visus. Vienu no Fobosa attēliem «Viking-2» ieguvis no tikai 880 km attāluma; tajā saskatāmi pavisam sīki (līdz 50 m) un agrāk nezināmi Fobosa virsmas veidojumi: dažu krāteru centrālie uzkalniņi, sekundāro krāteru ķēdītes, daudzas gandrīz taisnas un paralēlas rievās.

Visbūtiskāko jauno informāciju ieguvis «Viking-2» orbitālais aparāts

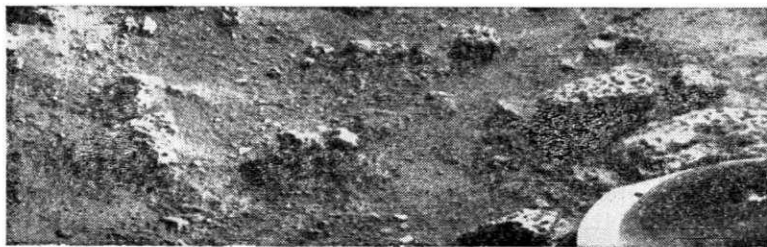
par Marsa polārajām cepurēm: izrādās, vismaz to virskārta sastāv no parastā ūdens ledus (nevis «sausā» jeb CO₂ ledus, kā pēdējos gados uzskatīja vairāki planetologi). Infrasarkanais ūdens tvaika detektors konstatējis virs ziemeļu polārās cepures, kur tolaik bija vasara, divdesmit reizes lielāku ūdens tvaika daudzumu (ekvivalentā ūdens slāņa biezums — gandrīz 100 mikronu) nekā virs citiem Marsa rajoniem, bet infrasarkanais radiometrs — —70° C temperatūru, kas par vairāk nekā 50° pārsniedz ogļskābās gāzes sasalšanas punktu. Ziemā temperatūra gan acimredzot noslid pietiekami zemu, lai virs parastā ledus uzsalta plāns «sausā» ledus slānis («Mariner-7» radiometra mērījumi virs Marsa dienvidpola 1969. gadā).

PĒTIJUMI NOSESANĀS VIETĀS

Kad «Viking-2» nolaižamais aparāts sāka strādāt uz Marsa virsmas, «Viking-1» savas pētījumu programmas lielāko daļu bija jau pabeidzis, tās gaitā pirmo reizi noskaidrojot planētas mikroreljefa īpatnības, grunts ķīmisko sastāvu un fizikālās īpašības, atmosfēras mazākās sastāvdaļas, meteoroloģiskos apstākļus nosēšanās vietā. Otrā nolaižamā aparāta veiktie mērījumi šos datus pilnībā apstiprināja, parādot gan dažas ar citu Marsa rajonu saistītas atšķirības: līdzenāku reljefu, daudzu akmeņu neparasti lielu porainību, savādāku vēja virziena atkarību no diennakts stundas (citādā ziņā laika apstākļi izrādījās tādi paši) u. tml.

Toties pavisam neskaidrs, neraugoties uz «Viking-1» izdarītajiem eksperimentiem, joprojām palika jautājums par dzīvības pastāvēšanu uz Marsa. Pēc grunts paraugu novietošanas bioloģiskās laboratorijas slēgtajās kamerās un to saslapināšanas ar barojošu šķīdumu visās trijās tika novēroti dažādi dzīvībai raksturīgi procesi. Taču to intensitāte divas nedēļas ilgā eksperimenta laikā nevis pieauga, kā mikroorganismiem vajadzētu, bet gan samazinājās, kā vielām pakāpeniski izreaģējot parastā, tikai visai lēnā ķīmiskā reakcijā. Pēc tam izdarītajā tikpat ilgajā kontroleksperimentā ar termiski sterilizētu grunts paraugu šie procesi tikpat kā nebija manāmi, it kā liecinot, ka to cēlonis tiešām būtu dzīvība.

No otras puses, gāzu hromatogrāfs — masu spektrometrs, kaut arī tā jutība bija ārkārtīgi augsta (viena organiska molekula simt miljonos



1. att. Marsa akmeņi pie «Viking-2» nolaižamā aparāta. (Labajā apakšējā stūrī — viens no nolaižamā aparāta balstiem.)

citu!), neatrada Marsa grunti nekādas organisko vielu pēdas. Pats šī instrumenta darbības princips ir tāds, ka tā rādījumi nepieļauj neviennozīmīgu interpretāciju un tādēļ uzskatāmi par ļoti nopietnu argumentu pret dzīvības iespēju uz Marsa.

«Viking-2», tāpat kā tā priekšgājējs, nogādāja pirmo grunts paraugu bioloģiskajā laboratorijā astotajā dienā pēc nolaišanās. Pēc tam manipulatorā atklājās klūme (bojāts mikroslēdzis), taču galu galā to izdevās sekmīgi apiet, un grunts paraugus saņēma arī citi instrumenti. Eksperimenti noritēja pēc uzlabotas metodikas, kura ietvēra papildus kontroles (mainīto programmu ESM saņēma jau pēc nolaišanās), taču rezultāti iznāca principā tādi paši kā pirmajā šāda veida eksperimentā uz Marsa, lai arī atsevišķu procesu intensitātes izrādījās savādākas. Neko jaunu neatnesa arī «Viking-1» trešais eksperiments, kas bija pagarināts no divām nedēļām uz četrām un beidzās ap to pašu laiku.

Tā kā daži biologi izteica aizdomas, ka organiskās vielas varētu būt sadalījušās Saules ultravioletā starojuma dēļ, kuru Marsa retinātā atmosfēra aiztur tikai daļēji, nākamos paraugus analīzei gāzu hromatogrāfā — masu spektrometrā «Viking-2» «mehāniskā roka» paņēma no līdz tam nepaģaismotas vietas, iepriekš pastumjot nost kādu akmeni. Taču arī šoreiz organiskas vielas grunti neatradās. Tādējādi cerības atklāt uz Marsa dzīvību krietni samazinājušās; eksperimenti tomēr turpinājās līdz instrumentu resursa (4 paraugi) izsmelšanai.

Ļoti negaidītus datus sniedza «Viking-2» seismometrs (attiecīgais «Viking-1» instruments nedarbojās): tas stabili reģistrēja nolaižamā aparāta mehānismu izraisītās svārstības, ar to apliecinot savu darbaspēju, taču ne mazākās «marsatrites» — visai dīvaini planētai ar tik milzīgiem un samērā jauniem vulkāniem.

25. novembrī Marss nonāca konjunktijā ar Sauli, un tās radiostarojuma radītie sakaru traucējumi lika jau divas nedēļas pirms tam pārtraukt aktīvu darbu ar kosmiskajiem aparātiem. Ar šo brīdi arī beidzās «Vikingu» nominālā pētījumu programma. Taču, ievērojot visu četru aparātu teicamo tehnisko stāvokli, tika nolemts pētījumus turpināt arī pēc konjunktijas, un «Vikingu» ESM saņēma programmas mēnesi ilgai patstāvīgai funkcionēšanai.

DARBA TURPINĀJUMS

10. decembrī sakari gan ar abiem orbitālajiem, gan ar abiem nolaižamajiem aparātiem tika atjaunoti, un tie pārraidīja pārtraukuma laikā uzkrāto informāciju. To atšifrējot, starp citu, atklājās, ka novembrī tomēr notikušas divas «marsatrites».

Paplašinātā pētījumu programma sekmīgi turpinās. Paredzams, ka tā ilgs vismaz līdz šā gada rudenim.

E. Mūkins

ZINĀTNIEKS UN VIŅA DARBS

N. CIMASOVICA

KĀRLIS FRĪDRIHS GAUSS

Šī gada 30. aprīlī paiet 200 gadu, kopš dzimis Kārlis Gauss (Carl Friedrich Gauß) — izcils plaša vēriena matemātiķis, kādi visā vēsturē ir vēl tikai divi: Ņūtons un Arhimeds.

Gauss dzimis Braunšveigā, tik nabadzīgā ģimenē, ka viņam izdevās iegūt izglītību tikai tādēļ, ka ar savu neparasto apdāvinātību¹ viņš sev pievērsa dažu labvēļu (galvenokārt Braunšveigas hercoga Ferdinanda) uzmanību, kuri viņam deva vajadzīgos līdzekļus. Pēc īsa studiju laika Getingenas universitātē (1795—1798) Gauss atgriezās Braunšveigā, kur no 1798. līdz 1807. gadam atrada ļoti svarīgus rezultātus tīrajā matemātikā un daļu no tiem 1801. gadā publicēja latīņu valodā grāmatā «Aritmētiski pētījumi». Šis darbs kopā ar mazās planētas Cerēras orbītas aprēķinu (tajā pašā gadā) Gausam atnesa slavu. No 1807. gada līdz savai nāvei (1855. gada 23. februārī) Gauss bija Getingenas observatorijas direktors un vadīja Matemātikas un astronomijas katedru Getingenas universitātē. Kopš šī laika Gausa galvenais uzdevums bija lekciju lasīšana un pielietojamās matemātikas jautājumi. Strādājot par observatorijas direktoru, viņam vajadzēja daudz nodarboties ar astronomiju, galvenokārt laikā no 1800. līdz 1820. gadam. Nākamajos 10 gados Gausa zinātnisko interešu centrā izvirzījās ģeodēzija, bet 10 gadus pēc tam (1830—1840) — fizika. Izejot no tīri dabaszinātniskām problēmām un ilgāku laiku ar tām strādājot, Gauss radīja tām atbilstošas matemātiskas teorijas.

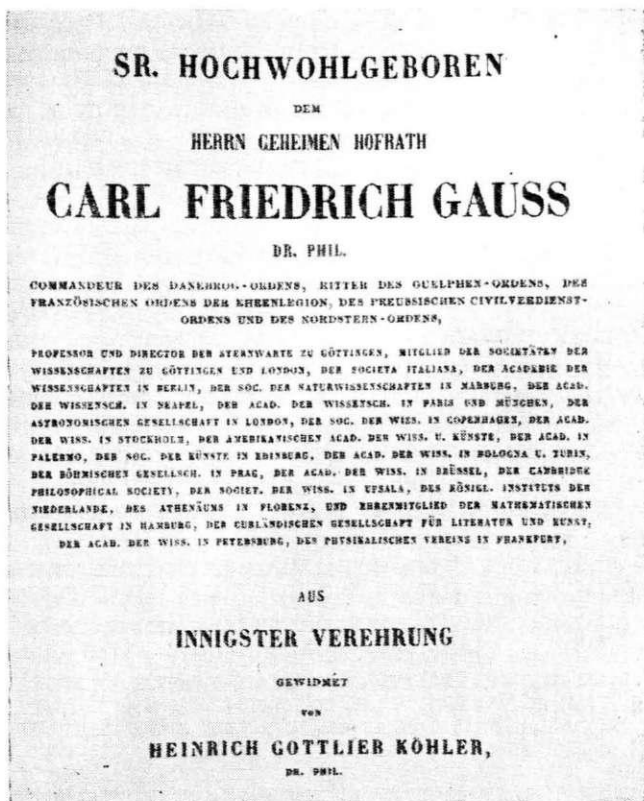
Gausa publicēto un atstāto nepabeigto darbu izdošana, ko veic Getingenas zinātniskā biedrība, vēl nav pilnā mērā pabeigta. Līdz otrajam pasaules karam bija nākuši klajā Gausa Rakstu 12 sējumi (LVU bibliotēkā atrodas 10 sējumi).

Gausa darbi *astronomijā* publicēti viņa Rakstu 6. un 7. sējumā.

Kad 1798. gadā Parīzes akadēmija izsolīja godalgu par Mēness kustības teorijas izstrādāšanu, dibinoties uz ne mazāk kā 500 labākajiem novērojumiem, Gauss 1801. gadā sāka rakstīt darbu par Mēness kustību, bet atstāja to nepabeigtu, jo vajadzēja uzsākt citu, steidzamāku darbu. Vēlāk Gauss pie Mēness kustības pētījumiem neatgriezās, jo tā bija pietiekami labi aprakstīta 1802. gadā iznākušajā Laplasa Debess mehānikas 3. sējumā.

¹ No tiem laikiem, kad Gauss apmeklēja pirmskolu Braunšveigā, ir saglabājies šāds anekdotisks notikums: kad skolotājs klasei uzdevis uzdevumu saskaitīt visus skaitļus no 1 līdz 100, Gauss tūlīt devis atbildi 5050. Viņš ievērojis, ka $1+100=2+99=3+98=...$, un tāpēc, lai dabūtu meklēto summu, pietiek 101 pareizināt ar 50.

1801. gada 1. janvārī itāļu astronoms Pjaci (Piazzi) atklāja pirmo mazo planētu Cerēru un līdz 11. februārim paspēja izdarīt 19 novērojumus. Pēc tam novērošana nebija iespējama Saules tuvuma dēļ. Pjaci savus novērojumus publicēja «Monatliche Correspondenz» septembra burtņīcā, kur tos ieraudzīja Gauss. Novērojumu bija pārāk maz, lai, rēķinot ar parastām metodēm, noteiktu planētas orbītu un efemerīdu, ar kuras palīdzību planētu varētu atkal atrast. Vairāku astronomu (Olbersa, Burkharda u. c.) mēģinājumi atrast pazudušo (niecīgā spožuma $7^m,6$) planētu beidzās nesekmīgi. Ar šo problēmu nodarbojoties, Gauss oktobrī izstrādāja eliptiskās orbītas noteikšanas metodi, bet novembrī veica orbītas un efemerīdas aprēķinus, ko publicēja «Monatliche Correspondenz» decembra burtņīcā. Izmantojot šos aprēķinus, Cerēru 1801. gada 31. decembrī atkal atrada (ne mazāk kā 7° uz austrumiem no vietas, kur tai vajadzētu būt pēc neprecīzajiem cirkulārās orbītas aprēķiniem). Gausa aprēķinātā orbīta bija pietiekami precīza tādēļ, ka tā bija noteikta, lietojot mazāko



1. att. K. Gausam veltītās H. Kēlera logaritmu tabulas titullapa (5. izd., 1857. gads).

kvadrātu metodi, kas gan nekur nebija publicēta, bet Gausam bija zināma kopš 1795. gada.

Cerēras orbītas aprēķināšanas metodes tālāk izstrādātas Gausa 1809. gadā latīņu valodā sarakstītajā darbā «Pa kona šķeluma orbītām ap Sauli ejošu debess ķermeņu kustības teorija» (*Theoria motus...*), kas veselu gadsimtu bija visu astronomu mācību grāmata. Tur dotās formulas izvēlētas tādējādi, lai tās vislabāk atbilstu prakses vajadzībām laikmetā, kad visi aprēķini dibinājās tikai uz logaritmu tabulām un pat vēl nebija zināmi (vēlāk Gausa ievestie) summu un starpību logaritmi. Gauss sāka ar vispārīgiem Keplera likumiem un pirmajā daļā dod formulas, ar kurām var noteikt spīdekļa vietu orbītā, ja orbītas elementi ir zināmi. Otrajā daļā dota metode, kā aprēķināt orbītu pēc trim vai četriem novērojumiem,² bet trešajā daļā — pēc lielāka skaita novērojumu. Te Gauss publicēja mazāko kvadrātu metodi un raksta: «Šo mūsu principu mēs lietojam kopš 1795. g. Nesen to formulējis Ležandrs savā 1806. g. darbā par komētu orbītu noteikšanu...»³. Atrast mazāko kvadrātu metodi Gausu ierosināja 1794. gada Lamberta darbs par drošību, ar kādu var pašauties uz novērojumiem. 1755. gadā Boskovičs raksta, ka izmērojamā lieluma labākā vērtība ir atsevišķo mērījumu vidējais aritmētiskais. Laplass šo likumu lietoja, kaut sevišķas uzticības pret to nejuta. Pieņemot, ka kāda lieluma vienlīdz precīzu mērījumu kļūdas ir ar atvasināmu varbūtību sadalījumu blīvumu $\varphi(t)$ un ka mērojamā lieluma visvarbūtīgākā vērtība ir novērojumu vidējais aritmētiskais, Gauss pierāda, ka

$$\varphi(t) = (h/\sqrt{\pi})e^{-h^2t^2},$$

kur h — precizitātes mērs. Varbūtību sadalījumu pēc šī likuma tagad sauc par normālo jeb Gausa sadalījumu.

1802. gada 28. martā Olbērs atklāja otru mazo planētu Pallādu. Tās orbītai ir liela ekscentricitāte $e=0,24$, orbītas slīpums $i=34,8^\circ$. Planētas regulāro kustību ap Sauli stipri traucē Jupiters, kad planēta nonāk tā tuvumā. Tas radīja nepārvaramas grūtības precīzas orbītas noteikšanai.

1804. gadā Parīzes akadēmija izsolīja godalgu (zelta medaļu 1 kg svarā) par Pallādas kustības perturbāciju teorijas izstrādāšanu un gadu no gada pagarināja termiņu. Beidzot (1816. gadā) tā pat samazināja uzdevuma prasības, bet arī tas nelīdzēja: pēc 15 gadu neatlaidīga darba Gauss šo problēmu pameta neatrisinātu, jo 1818. gadā Getingenas observatorija saņēma jaunus instrumentus un Gausam vajadzēja iepazīties ar

² 19. gs. beigās atklājās, ka Lagrānžs trijos memuāros (1778—1783) un Laplass 1780. g. publicējuši ļoti līdzīgu teoriju, bet, nebūdami rēķinātāji, viņi nevarēja dot formulas, pēc kurām varētu aprēķināt Cerēras orbītu. Gausa metodes panākumi tomēr atkarīgi no diviem ierobežojumiem: nepieciešams, lai orbītas ekscentricitāte būtu maza, bet attālums līdz Saulei liels.

³ Par to Ležandrs jutās sarūgtināts un vēstulē Gausam 1808. g. maijā rakstīja, ka viņš gan nevienu principu nebūtu saucis par savu, ja to kāds cits jau būtu publicējis pirms viņa. Mazāko kvadrātu metodes nosaukums pieder Ležandram, bet Gauss devis šīs metodes nopietnāku pamatojumu un 1798. g. jūnijā to saistījis ar varbūtību teorijas principiem.

to kļūdām. Sprotams, ka darbs neveicās tādēļ, ka Gauss bija spiests nodarboties ar vairākiem pētījumiem vienlaikus. Gausa pūļu pozitīvie rezultāti raduši atspoguļojumu divos matemātiskai analīzei piederīgos darbos (1812. gadā — par hiperģeometrisko rindu un 1814. gadā — par mehāniskām kvadrātūrām) un 1818. gadā pētījumā par gadsimtu perturbācijām. Tajā pierādīts, ka gadsimtu perturbācijas, ko planētas P' kustībā ienes otra planēta P , nemainas, ja planētu P atvieto ar materiālu gredzenu, ko dabū, P masu sadalot pa orbītu tā, ka orbītas katrā daļā masa proporcionāla laikam, kurā planēta P šo orbītas daļu apraksta; pie tam pieņem, ka P , P' vidējās kustības nav samērojamas un ka apskata tikai pirmās kārtas perturbācijas. Materiālā gredzena pievilkšanas komponentes Gauss uzraksta ar eliptiskiem integrāļiem un tos aprēķina ar viņa izstrādāto (bet nepublicēto) eliptisko integrāļu teoriju. Pallādas kustības aprēķināšanai šo metodi nevarēja lietot, jo kopš 1812. gada Gausam bija zināms, ka Pallādas un Jupitera vidējo kustību attiecība ir 5 : 18.

Gauss ir arī daudz strādājis praktiskajā astronomijā, lai noteiktu vietas ģeogrāfisko platumu. Piemēram, no 1820. gada 21. februāra līdz 9. septembrim viņš izdarījis vairāk nekā 1200 novērojumus, no kuriem liela daļa palikusi neapstrādāta un nepublicēta.

Gausa darbi *ģeodēzijā* publicēti viņa Rakstu 4. un 9. sējumā. Tos aizsāka 1820. gadā Gausam dots valdības uzdevums izmērit tā meridiāna grāda garumu, kas iet caur Getingenas observatoriju. Līdzīgi darbi Dānijā bija veikti jau 1816. gadā, un tos vadīja Gausa skolnieks Sumahers. Gauss cerēja, ka šie mērījumi dos jaunas atziņas jautājumā par Zemes formu. Gauss pats izdarīja mērījumus tikai no 1821. līdz 1825. gadam, bet viņa palīgi tos turpināja līdz 1841. gadam. Gauss ienesa novērojumu metodēs būtiskus uzlabojumus attiecībā uz sistemātiskām kļūdām un lietoja paša izgudroto heliotropu, kas ar plakanu spoguļi virzīja Saules starus uz novērojamo punktu. Šie uzlabojumi deva iespēju precīzi izmērit leņķus lielam trijstūrim ar malu garumiem, kas sniedzās līdz 160 km. Darbā gūtās atziņas un rezultāti formulēti 1828. gadā izdotajā grāmatā «Getingenas un Āltonas observatoriju platumu starpību noteikšana». Tajā aplūkota instrumentu kļūdu noteikšana un dots fiziskās ģeodēzijas pamats. Gauss norāda, ka astronomiski noteiktā platumu starpība nesaskan ar ģeodēziski noteikto starpību tādēļ, ka ģeometriskā Zemes virsma ir perpendikulāra smaguma spēka virzienam, bet pēdējo nosaka Zemes slāņu blīvums, kas mainās neregulāri. Grāmatā dotās metodes un shēmas lieto vēl šodien. Svarīgs apstāklis ir mazāko kvadrātu metodes konsekventa lietošana. Uz to dibinājās 1822. un 1823. gadā publicētā «Teorija par novērojumu kombināciju, kas rada vismazākās kļūdas». Pēc ģeodēzisko mērījumu pabeigšanas Gauss divās publikācijās «Augstākās ģeodēzijas pētījumi» (1843. un 1847. gadā) iztirzāja to jauno, ko viņš devis teorētiskos jautājumos. Ģeodēzisko mērījumu ierosināts, Gauss šajā laikā izstrādāja arī tīri ģeometriskus darbus, ko apskatīsim vēlāk.

Hanoveras grāda garuma mērījumi nebija tik precīzi, lai dotu kādas jaunas ziņas par Zemes izmēriem, bet tiem bija liela nozīme ģeodēzijas un diferenciālģeometrijas attīstībā.

Gausa pētījumi *teorētiskajā fizikā* ievietoti viņa Rakstu 5. sējumā. 1829. gadā Gauss publicē darbu «Par mehānikas jaunu vispārīgu pamatlikumu». Tas attiecas uz nebrīvu materiālu punktu sistēmas kustību, piemēram, kustību pa lodes virsmu.

Turpinot Eilera, Lagrānža un Puasona pētījumus, Gauss 1830. gadā publicē darbu kapilaritātes teorijas jomā «Šķidrums līdzsvara stāvokļa vispārīgs princips».

Tālākajā desmitgadē publikācijas radušās kopīgā darbā ar Vilhelmu Vēberu. 1832. gadā Gauss publicē pētījumu par absolūto mēru magnētisko mērījumos. Tajā parādīts, kā izteikt visus mērījumu rezultātus ar trim pamatlielumiem: masu, garumu, laiku. Jāatzīmē arī magnētisko mērinstrumentu jutības uzlabojumi un elektromagnētiskā telegrāfa konstruēšana.

Ierosinājumu nodarboties ar Zemes magnētisma problēmām bija devis Humbolts. 1834. gadā Getingenas observatorijas teritorijā uzbūvēja magnētisko observatoriju. Izdarot novērojumus ar 5 minūšu atstarpi (agrākās stundas vietā), pierādījās, ka lielos vilcienos magnētiskās intensitātes maiņas uz visas zemeslodes norit vienlaikus. 1838.—1839. gadā Gauss publicē «Zemes magnētisma vispārīgo teoriju». Tajā dots Zemes magnētiskā potenciāla attēlojums ar sfērisko funkciju galīgu summu, ko var lietot novērojumu rezultātu interpolēšanai. Ar tās palīdzību diezgan precīzi noteica Zemes magnētisko dienvidpolu.

Teorētiskai fizikai pieder arī Gausa 1839.—1840. gada darbs «Vispārīgas teorēmas par pievilksanas vai atgrūšanas spēkiem, kas pretēji proporcionāli attāluma kvadrātam», kur pirmoreiz dota potenciālteorija.

Gausa pētījumus *ģeometrijā*, kas publicēti Rakstu 4. sējumā, ierosināja viņa ģeodēziskie darbi. Vispārinot kartogrāfijas jautājumus, Gauss 1822. gadā publicē darbu «Vispārīgais atrisinājums problēmai par vienas virsmas daļas attēlošanu uz otru virsmu tā, lai saglabātu bezgalīgi mazo daļu līdzību». Ar Šumahera starpniecību par šo darbu Gauss 1823. gadā saņēma Kopenhāgenas zinātniskās biedrības godalgu.

1828. gadā publicētajā darbā «Virsmas līkņu jautājumi», balstoties uz virsmas attēlojumu uz vienības sfēras (ar virsmas normāles virziena kosinusu palīdzību), Gauss definē virsmas liekumu apskatāmajā punktā: tas var būt pozitīvs, negatīvs vai 0. Gauss pierāda, ka, virsmu izliecot (bez stiepšanas), tās liekums nemainās un ka ģeodēzisko jeb īsāko attālumu līniju veidotā trijstūra leņķu summas atšķirība no 180° proporcionāla sfēriskā attēlojuma laukumam. Šī Gausa darba ierosinātā problēma par virsmu izliekšanu kļuva par vienu no 19. gadsimta ģeometrijas galvenajām tēmām. Virsmu ģeodēzisko līniju divdimensionālo ģeometriju vispārinot n dimensijām, radās Rīmana ģeometrija.⁴

Eiklida *paralēļu aksioma* Gausu saistīja, jau sākot ar 1792. gadu. Vēl 1808. gadā viņš cer to pierādīt, bet desmit gadus vēlāk jau nāk pie pārliecības, ka to izdarīt nevarēs. No Gausa vēstulēm F. Bojai, Šumaheram, Olbēram un citiem redzams, ka Gauss attīstījis ģeometriju, kurā paralēļu

⁴ Skat. «Zvaigžņotā debess», 1976. gada rudens, 39.—41. lpp.

aksioma neder, daudz agrāk nekā citi, kas ar to nodarbojās, un ticis tālāk par visiem. Tomēr Gauss par šiem jautājumiem neko npublicēja un nevienā publiskā runā savus ieskatus par to neizteica,⁵ jo baidījās, ka šīs idejas plašakai publikai nebūs saprotamas. Gauss neuzskatīja ģeometriju tikai par domu spēli. Pēc viņa domām, ārpus mums esošā telpa jāpēta empīriski, lai noteiktu tās īpašības. Kura ir istā ģeometrija, tas jāizšķir eksperimentāli (šīnī sakarībā ir saprotama interese, ar kādu Gauss savu ģeodēzisko mērījumu laikā noteica liela trijstūra leņķu summu. Tās novirze no 180° tomēr iznāca mazāka nekā iespējamā mērījumu kļūda, tāpēc gaidīto atbildi nedevis). 1817. gadā vēstulē Olbēram Gauss raksta, ka aritmētikas patiesīgums ir skaidrs *a priori*, bet ģeometrija līdzīgi mehānikai ir eksperimentāla zinātne (Erfahrungswissenschaft). 1841. gadā Gauss iepazīstas ar vācu valodā izdoto Lobačevska darbu «Geometrische Untersuchungen». Par vācu žurnālā «Gersdorf Repertorium» 1840. gadā ievietoto negatīvo recenziju 1844. gadā vēstulē Gerlingam Gauss raksta, ka acīmredzot tā pieder neizglītota cilvēka spalvai. Pēc Gausa ieteikuma Lobačevski ievēlēja par Getingenas zinātniskās biedrības korespondējošo locekli.

Aritmētikai piederīgie Gausa darbi publicēti Rakstu 1. un 2. sējumā.

1796. gada 30. marta rītā atmodies Gauss atklāja, ka vienādojumu $x^{17}=1$ var atrisināt ar kvadrātsaknēm un tādēļ regulāro septiņpadsmitstūri var konstruēt ar cirkuli un lineālu. Ar to jautājums par regulāru daudzstūru konstruēšanu (kura atrisinājumu meklēja jau 2000 gadu) bija jūtami pavirzīts uz priekšu.⁶ Gauss tai laikā bija students, nepilnus 19 gadus vecs. Pēc šī atklājuma viņš nolēma turpmāk nodarboties tikai ar matemātiku un atmetst filoloģiju, kas arī saistīja viņa intereses. Drīz pēc tam Gauss atrada kritēriju, kad regulāro n -stūri var konstruēt. Izrādījās, ka tas atkarīgs tikai no n pirmreizīnātāju formas; ja n pirm-skaitlis, tam jābūt formā 2^m+1 ($m=2^h$). Šo rezultātu Gausa labvēlis Cimermans publicēja laikrakstā «Jenenser Intelligenzblatt» (1796), un tā ir Gausa pirmā publikācija. Tai sekoja 1799. gadā Helmštetē izdotā Gausa doktora disertācija par algebras pamatteorēmas jaunu pierādījumu. Gauss pierāda, ka katru polinomu var sadalīt pirmās un otrās pakāpes reālos faktoros.

Gausa trešā publikācija ir viņa lielais darbs «Aritmētiski pētījumi» (Disquisitiones Arithmeticae), kas aizņem visu viņa Rakstu pirmo sējumu. Ar šo darbu Gauss radīja moderno skaitļu teoriju un noteica tās turpmākās attīstības virzienu. Grāmatā publicēto rezultātu lielāko daļu Gauss bija atradis pats, pirms vēl bija nonācis Getingenas universitātē, kur varēja iepazīties ar Eilera, Lagrānža un Ležandra darbiem.

«Aritmētisko pētījumu» pirmā daļa aplūko kvadrātiskos atlikumus un

⁵ Par jauniznākušām grāmatām citos jautājumos Gauss ilgus gadus ievietoja savas recenzijas Getingenas zinātniskās biedrības izdevumos.

⁶ Pēc Gausa vēlēšanās regulārais septiņpadsmitstūris attēlots uz viņa kapa piemiņķa.

dod kvadrātisko atlikumu reciprociātes teorēmas pirmo pierādījumu.⁷ Tā kā teorēma ir ļoti svarīga, Gauss to sauc par *theorema aureum*. Pētījuma otrajā daļā dota teorija par kvadrātiskām formām $ax^2 + bxy + cy^2$ (kur a, b, c veseli pastāvīgi, bet x, y veseli mainīgi skaitļi). Trešajā daļā apskatīts jautājums par riņķa dalīšanas vienādojuma atrisināšanu ar kvadrātsaknēm.

Pētot Gausa zinātnisko biogrāfiju, ļoti svarīga loma ir viņa dienasgrāmatai, ko Stekels 1899. gadā atrada pie Gausa mazdēla un publicēja.⁸ Ieraksti dienasgrāmatā sākas ar 1796. gada 30. martu, kad Gauss atklāja teorēmu par septiņpadsmitstūri, un turpinās līdz 1801. gadam, tālāk ar pārtraukumiem līdz 1814. gadam. Laiku pirms dienasgrāmatas sākuma Gausa biografs Kleins sauc par priekšvēsturisko laiku. Tajā Gauss ļoti daudz rēķina, bieži vien bez skaidri redzama mērķa. Piemēram, viņš sāk ar skaitļiem $a=1, b=\sqrt{2}$, nosaka to vidējo aritmētisko a' un vidējo ģeometrisko b' , pēc tam a', b' vidējo aritmētisko a'' un vidējo ģeometrisko b'' un tā tālāk. Process konverģē un dod robežgadījumā skaitli $M(a, b)$, ko Gauss nosaka ar daudzām decimālzīmēm. Gauss arī sastāda kvadrātisko atlikumu tabulas un nosaka apgriezto skaitļu $1/p$ decimāltastījumu pilnus periodus (ar p no 1 līdz 1000), kas dažreiz satur vairākus simtus ciparu. Tādā ceļā Gauss atklāja daudzas aritmētiskas likumības.

Atklāt teorēmas tik neērtā ceļā nebūtu pa spēkam mūsdienu matemātiķiem. Gauss pats teicis, ka viņš no citiem cilvēkiem atšķīroties tikai ar savu čaklumu.

$1/p$ decimālperiodu aprēķini noveda Gausu pie teorijas par primitīvām saknēm un tā savukārt — pie atziņas, ka regulāro septiņpadsmitstūri var konstruēt. Tas ir dienasgrāmatas pirmais ieraksts. Otrais ieraksts attiecas uz 8. aprīli, kur minēts *theorema aureum* pirmais eksaktais pierādījums.

Analīzei piederīgie Gausa darbi publicēti viņa Rakstu 3. sējumā.

Pētot transcendentu funkciju vispārīgos principus, Gauss nonāca pie kompleksa mainīgā funkciju teorijas vispārīgām idejām, attīstīja eliptisko funkciju teoriju, modulāro funkciju pamatjautājumus un izstrādāja hiperģeometrisku funkciju teoriju. Viņa metodes un rezultāti būtu lielā mērā izmainījuši visu 19. gadsimta pirmās puses matemātisko analīzi, ja vien tie būtu laikā izdoti, bet Gausam nekad neizdevās savest savus rezultātus tādā kārtībā, lai tos varētu publicēt.

No Gausa dienasgrāmatas redzams, ka 1799. gada 30. maijā viņš tīras rēķināšanas ceļā atradis sakaru starp aritmētiski ģeometrisku vidējo

⁷ Moduļa m kvadrātiskie atlikumi ir tie skaitļi, kurus dabū kā atlikumus, dalot kvadrātus $1^2, 2^2, 3^2, \dots$ ar m . Reciprociātes teorēma: ja p un q ir divi dažādi pirm-skaitļi, kas nav abi formā $4k+3$ (k vesels ≥ 0), un p ir mod q kvadrātiskais atlikums, tad arī q ir mod p kvadrātiskais atlikums. Pretēja gadījumā, kad p un q , abi reizē dalīti ar 4, dod atlikumā 3 un p ir mod q kvadrātiskais atlikums, tad q nav mod p kvadrātiskais atlikums. Ar reciprociātes teorēmas vispārīgumu vēlāk nodarbojās ievērojamākie vācu matemātiķi — Jakobi, Kummers, Hilberts, Artins u. c.

⁸ Biogrāfijā ievietotajā Gausa jaunības dienu atlēlā, kā vēlāk noskaidrojās, īstenībā redzams nevis Gauss, bet Besels.

$M(a, b)$ un lemniskātas⁹ garumu un nosaka $1/M(1, \sqrt{2})$ ar 11 decimālziēm. Funkcijām

$$1/M(1+x, 1-x) \quad \text{un} \quad \pi^{-1} \int_0^{\pi} (1-x^2 \cos^2 \varphi)^{-1/2} d\varphi$$

abām ir viens un tas pats attīstījums pakāpju rindā (tas ir hiperģeometriskās rindas speciāls gadījums). Šo aritmētiski ģeometriskā vidējā un pirmā veida eliptisko integrāļu sakarību Gauss publicēja 1818. gadā darbā par gadsimtu perturbācijām (ar ļoti garu virsrakstu «Determinatio attractionis...»). Liekas, ka šo darbu Gauss izdeva tikai tādēļ, ka 1816. gada aprīlī saņēma Sumahera vēstuli ar ziņu, ka ar aritmētiski ģeometrisko vidējo Kopenhāgenā jau ilgus gadus nodarbojoties Dēgens un ka arī pats Sumahers atradis tā sakaru ar elipses garumu.

No 1811. gada decembra Beselam rakstītās vēstules par integrāļiem komplekso skaitļu plāksnē redzams, ka Gausam ir bijusi zināma pamat-teorēma, ko tagad sauc Koši vārdā. Kā piemēru Gauss dod integrāļa $\int z^{-1} dz$ vērtību $2\pi ik$, ja integrācijas ceļš k reizes apriņķo punktu $z=0$.

Sprīžot pēc dienasgrāmatas, Gausam vispārīgā dubultperiodisko funkciju teorija bijusi pazīstama jau 1813. gadā. Lemniskātas gadījumā, reizinot argumentu ar $5=(2+i)(2-i)$, viņš nonāk pie 25. pakāpes vienādojuma, kas atrisināms ar kvadrātsaknēm, no kā izriet lemniskātas dalīšanas problēmas atrisinājums. Par to Gauss publicējis tikai niecīgu piezīmi «Aritmētiskos pētījumos» tās nodaļas ievadā, kas aplūko teoriju par riņķa līnijas dalīšanu n vienlīdzīgās daļās. Tur teikts, ka analogus rezultātus var pierādīt arī par lemniskātu. Šis piezīmes ierosināts, Ābels pievērsās šai problēmai un izstrādāja vispārīgu teoriju par dubultperiodiskām funkcijām un to argumentu komplekso reizināšanu. Kad 1827. gadā Ābela darbs bija nācis klajā, Gauss vēstulē Beselam raksta, ka Ābela pierādījumi ir īsi un eleganti un aptver trešdaļu no visiem Gausa rezultātiem. Tomēr Gausam nebija Ābela teorijas par algebrisko funkciju integrāļiem.

Gauss savām publikācijām izvirzīja tik augstas prasības, ka pats tās nespēja izpildīt. Visgrūtākais bija jautājums par daudzvērtīgas funkcijas integrāļiem kompleksajā plāksnē. To varēja apmierinoši atrisināt tikai pēc tam, kad Rīmans 1851. gadā sāka lietot daudzlapu komplekso plāksni (Rīmana virsmu). Lai šos jautājumus pilnīgi sakārtotu, bija nepieciešama vesela zinātnieku paudze: Ābels, Jakobi, Veierštrāss, Rīmans, Ermits, Kleins.

Cerēras, Pallādas un Junonas orbītu aprēķinos Gausam ap 1805. gadu vajadzēja noteikt trigonometrisko rindu koeficientus, kas paši bija izteikti ar hiperģeometriskām rindām. Šo teoriju viņš publicēja 1813. gadā darbā «Par rindu $1+x\alpha\beta/1\cdot\gamma+x^2\alpha(\alpha+1)\beta(\beta+1)/1\cdot2\cdot\gamma(\gamma+1)+\dots$ Pirmā daļa», autoreferātā norādot, ka šis darbs satur tikai mazu daļu no viņa rezultātiem.

⁹ Lemniskāta ir punktu ģeometriskā vieta, kuru attālumu reizinājums līdz diviem dotiem punktiem ir pastāvīgs. Liknei ir astoņnieka forma. To pirmais pētījis Jakobs Bernulli 1694. gadā.

tiem. Rindas summa $F(\alpha, \beta, \gamma, x)$ apmierina otrās kārtas diferenciālvienādojumu, kura koeficienti ir x racionālas funkcijas. Gauss pierāda, ka rinda konverģē, ja $|x| < 1$, diverģē, ja $|x| > 1$ un izsaka $F(\alpha, \beta, \gamma, 1)$ ar Γ -funkciju dalījumu. Gauss $\Gamma(z-1)$ vietā lieto apzīmējumu $\Pi(z)$. Redzams, ka šini laikā Gauss nepietiekami pazinis Eilera darbus un viņa lomu Γ -funkcijas teorijā. Vēlākie autori kompleksā mainīgā hiperģeometriskās funkcijas pētīšanu dibināja uz Eilera integrāllattēlojumu

$$F(\alpha, \beta, \gamma, x) = \int_0^1 u^{\beta-1} (1-u)^{\gamma-\beta-1} (1-xu)^{-\alpha} du,$$

bet Gauss šo ceļu nevarēja iet, jo viņam vēl nebija vajadzīgā mērā attīstīta kompleksā mainīgā funkciju teorija. Tādēļ arī darba otrā daļa palika neuzrakstīta (šo darbu turpināja Rimans).

Arī 1814. gadā publicēto darbu par mehāniskām kvadratūrām («Methodus nova integralium valores...») radīja vajadzības, ar kurām bija

jāsastopas orbitu aprēķinos. Lai noteiktu laukumu $L = \int_0^1 y dt$ zem līknes $y=y(t)$, Gauss integrācijas intervālu $0 \leq t \leq 1$ sadala n daļās ar tā izvēlētiem dalījumu punktiem, lai L tuvinājuma (ko dod trapecu laukumu summa) kļūda būtu iespējami maza. Speciālā gadījumā, kad $y(t)$ ir polinoms ar pakāpi $\leq 2n+1$, Gausa dotā formula ir precīza.

Gausa publicētie darbi ir rakstīti t. s. klasiskajā formā, kas nerāda ideju rašanās dabisko ceļu. Pats Gauss to attaisnojis, teikdams, ka gatavā celnē nedrīkst būt redzamas sastatnes un būvēšanas paņēmieni. Šī iemesla dēļ Gausa laikā viņa darbus gandrīz neviens nelasīja. Tikai pēc tam, kad Dirihlē savās lekcijās bija izskaidrojis Gausa idejas populārā formā, viņa «Aritmētiskiem pētījumiem» pievērsa pelnīto uzmanību. Šī darba pierādījumi bija tik stingri un precīzi, ka viņa laikabiedri uzskatīja Gausu šini ziņā par nepārspējamu. Visu normālo rēķināšanu ar skaitļiem un burtiem Gauss pieņem par zināmu, aritmētikas pamatu aksiomātiska analīze viņu neinteresē. Arī diferenciālrēķinu un integrālrēķinu pamatošana Gausa uzmanību nesaistīja (tajā skaidrību un kārtību ievada Košī 1821. gadā). Kritizējot analīzi piederīgos algebras pamatteorēmas pierādījumus, Kleins saka, ka tie ir principā precīzi, taču nav pilnīgi. Piemēram, savā otrajā pierādījumā Gauss pieņem par acīmredzamu, ka, ja nepārtrauktai funkcijai $f(x)$ intervāla $a \leq x \leq b$ vienā galapunktā ir pozitīva, bet otrā negatīva vērtība, tad šini intervālā ir punkts, kurā funkcija vienāda nullei. (To pierādīja Bolcabo 1817. gadā.) Lai šos trūkumus novērstu, vajadzēja iepriekš izstrādāt stingru teoriju par reālo skaitļu kopu un pierādīt tās pilnību.

Gauss bijis vārds skops un attiecībās ar cilvēkiem nepieejams. Jau nākas paaudzes matemātiķi sajutuši pret zinātnieku tādu cieņu un bijību, ka nav iedrošinājušies viņam tuvojies. Pat Ābels atpakaļceļā no Parīzes

uz Berlīni 1827. gadā izvai-
rījies iegriezties Getingenā,
lai satiktos ar Gausu.

Gausa lekcijas bijušas ļoti
skaidras. Dažreiz veselu
stundu viņš runājis par to,
kādēļ, kādu uzdevumu atri-
sinot, nav jālieto tā metode,
kas pirmajā brīdī liekas la-
bākā. Gausam labāk patīcis,
ka viņa lekcijas klausās, bet
nevis pieraksta. Savās vēstu-
lēs Gauss žēlojas, ka lekciju
lasīšana saskalda viņa laiku
un atņem neatkarību, kas ir
nopietna garīgā darba pa-
matnosacījums.

Ļoti daudz Gausa ide-
jas ir izteiktas tikai viņa vēs-
tulēs. Tas atgādina 17. un
18. gadsimtu, kad zinātne at-
tīstījās galvenokārt šādā
ceļā.

Gauss savas dzīves laikā
bijis visu ievērojamāko zi-
nātnisko biedrību loceklis vai
goda biedrs (skat.1. att.). In-
teresanti atzīmēt, ka viņš bi-
jis arī Kurzemes Literatūras
un mākslas biedrības goda
biedrs. Pēc Gausa nāves
1855. gadā Hanoveras karalis
Matematicorum princeps.



2. att. K. Gausa un V. Vēbera piemineklis Getin-
genā.

licis izgatavot Gausa medaļu ar uzrakstu

Literatūra

Большая Советская энциклопедия. Изд. 3-е. Т. 6. М., 1971, с. 144—145.

Клейн Ф. Лекции о развитии математики в XIX столетии, ч. I. М.—Л., 1937. 432 с.

Карл Фридрих Гаусс. М., 1956. 310 с.

KONFERENCES UN SANĀKSMES

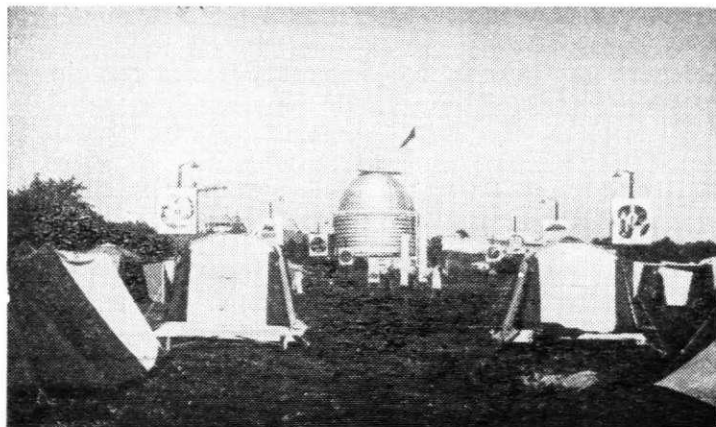
III VISSAVIENĪBAS JAUNO ASTRONOMU SALIDOJUMS

Mūsu laikmetā — zinātnes un tehnikas revolūcijas laikmetā, kuru raksturo dažādu zinātņu nozaru strauji attīstības tempi, visneparastākie atklājumi, nemitīgi pieaug interese par astronomiju. Kosmonautikas sasniegumi Saules sistēmas ķermeņu izpētē padarījuši šo zinātni vēl populārāku un izraisa vēl lielāku interesi plašās tautas masās, it sevišķi skolu jaunatnes vidū.

Astronomija pieder pie tām retajām zinātnēm, kuras attīstībā savu devumu var ienest ikviens, kam ir nopietna interese par šo vissenāko, bet tai pašā laikā mūžam jauno zinātni.

Amatieru darbība var dot nopietnu ieguldījumu tādos astronomijas virzienos kā meteoru, komētu, maiņzvaigžņu, sudraboto mākoņu novērošana. Ar katru gadu kļūst arvien vairāk astronomijas amatieru, astronomisko kolektīvu un pulciņu, kas mūsu valstī apvieno tūkstošiem jauno astronomu.

Lai sekmētu skolu jaunatnes aktivitāti astronomijas priekšmeta apgūšanā un piesaistītu aktīvākos skolēnus nopietnam ārpusklases darbam, astronomisko instrumentu būvei, sākot ar 1969. gadu, PSRS Izglītības ministrija sadarbībā ar Vissavienības astronomijas un ģeodēzijas biedrību un Vissavienības Zinību biedrību pulcina jaunos astronomus uz Vissavienības salidojumiem. Pirmais šāda veida pasākums notika 1969. gada jūlijā Baku—Šemahā, otrais — 1971. gada martā Maskavā. No 1976.



1. att. Telšu «Zvaigžņu pilsētiņa» Šemahas astrofizikas observatorijas tuvumā, kurā bija apmetušies salidojuma dalībnieki.

gada 15. līdz 26. augustam jaunos astronomus III Vissavienības salidojumā uzņēma viesmīlīgā saulainā Azerbaidžānas zeme. Salidojuma mērķis — pieredzes apmaiņa starp labākajiem skolēnu astronomiskajiem kolektīviem, profesionālā orientācija dabaszinātņu un tehnisko zinātņu laukā, kā arī zinātnieku, pedagoģisko un inženiertehnisko kadru piesaistīšana darbam ar jaunajiem astronomiem.

Lēmums organizēt salidojumu tieši Azerbaidžānā nebija nejaušs, jo Baku labi nostādīts ārpusklases darbs astronomijā. Skolēnu — astronomijas amatieru darbības centrs šeit ir J. Gagarina Pionieru pils astronomiskais pulciņš, kuram ir spēcīga materiāli tehniskā bāze, pieredzējuši vadītāji. Baku jauno astronomu rīcībā ir optiski mehāniskā darbnīca ar metālapstrādes darbgaldiem un slīpējamām mašīnām, daudziem visdažādākās konstrukcijas teleskopiem, astrogrāfiem, spektrogrāfiem — ИСП-28 un citām iekārtām. Baku astronomiskais pulciņš pašlaik būvē lielāko Padomju Savienībā amatieru teleskopu reflektoru ($D=530$ mm, $F_{Galv.}=2650$ mm, $F_{Kasegr.}=29150$ mm). Jāatgādina, ka līdz šim lielākais ir mūsu F. Blumbaha teleskops Siguldā ($D=500$ mm). Bez tam šim amatieru pulciņam ir sava novērošanas stacija Šemahas astrofizikas observatorijas teritorijā. Baku jauno astronomu pulciņš Padomju Savienības mērogā koordinē astronomisko jaunatnes kolektīvu darbu astrofotogrāfijā (Mēness, planētas, Saule, zvaigznes) un teleskopu būvē (mehānika, optika). Visi šie apstākļi plus dzidrais kalnu gaiss un tumšās dienviņu debesis apliecināja organizatoru vietas izvēles pareizību.

III Vissavienības jauno astronomu salidojuma praktiskās un teorētiskās nodarbības noritēja Azerbaidžānas PSR ZA Astrofizikas observatorijas tiešā tuvumā — gleznainā vietā Pirkuli kalna piekāpē, 145 km attālumā no Baku un 22 km no senās Azerbaidžānas galvaspilsētas Šemahas.

Jauno astronomu rīcībā bija gaumīgi iekārtota telšu «Zvaigžņu pilsētiņa» ar konferenču paviljonu, izstāžu paviljonu, lasītavu, radiomezglu, novērošanas laukumu, virtuvi, ēdnīcu, sporta laukumu u. c. objektiem. Pavisam uz salidojumu ieradās 235 jaunie astronomi un 54 jaunatnes astronomisko kolektīvu vadītāji — pārstāvētas visas Padomju savienotās republikas.

Mūsu republikas delegācijā bija Rīgas skolu skolēni — Vija Bula (58. vsk.), Ilgonis Vilks (11. vsk.), Jānis Pļavenieks (45. vsk.), Vilnis Auziņš (5. vsk.), Ieva Rozniece (50. vsk.). Delegāciju vadīja — raksta autors.

Tiesības piedalīties jauno astronomu salidojumā šie skolēni ieguva ar aktīvu darbu Rīgas planetārija astronomiskajā pulciņā (viņi visi ir šī pulciņa biedri), kā arī ar labām sekmēm 4. Rīgas pilsētas skolēnu astronomijas olimpiādē



2. att. Jauno astronomu salidojuma emblēma.

(I. Vilks, J. Pļavenieks un V. Auziņš ir olimpiades uzvarētāju vidū).

Uz Baku atvedām līdz fotoizstādi, kurā atainots mūsu republikas jauno astronomu darbs Siguldā un Rīgā, Ilgoņa Vilka pašizgatavotu astrogrāfu ($D=70$ mm, $F=700$ mm), Vija Bula bija sagatavojusi referātu «Sudrabotie mākoņi un to novērojumi Siguldā».

Salidojuma oficiālā atklāšana notika 17. augustā. Salidojuma dalībniekus uzrunāja Azerbaidžānas PSR izglītības ministrs, Šemahas astrofizikas observatorijas direktors akadēmiķis G. Sultanovs un Zinību biedrības pārstāvji. «Zvaigžņu pilsētiņā» bija ieradies arī lidotājs kosmonauts divkārtējais Padomju Savienības Varonis Nikolajs Rukavišņikovs. Uzrunādams jaunos astronomus, viņš sacīja, ka astronomijā vieglu ceļu nav, visam pamatā sistemātisks, gadiem ilgs darbs. N. Rukavišņikovs atzīmēja, ka jaunā astronomu maiņa šodien ir grandiozu astronomiskās zinātnes panākumu lieciniece, kad astronomija nav vairs tikai tradicionāla novērotājzinātne, bet gan, papildinoties ar eksperimentiem, kļūst arī par eksperimentālu zinātne. Noslēgumā kosmonauts novēlēja visiem salidojuma dalībniekiem panākumus salidojuma darbā un sekmes mācībās.

VAGB zinātniskais sekretārs fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts V. Bronštens, sveikdams klātesošos, atgādināja, ka daudzi ievērojami astronomi ceļu uz «lielo zinātne» sākuši astronomiskos pulciņos, un izteica pārliecību, ka arī tie, kas no klātesošiem nekļūs par profesionāliem astronomiem un izvēlēsies citu profesiju, uz visu mūžu saglabās mīlestību un interesi par zvaigžņoto debesi un Kosmosu. V. Bronštens nolāsija pirmā VAGB prezidenta akadēmiķa N. Fedinska vēstījumu III Jauno astronomu salidojumam.

Savu sveicienu salidojumam bija atsūtījis arī Vissavienības Zinību biedrības valdes priekšsēdētājs akadēmiķis Artaboļevskis. Svinīgās līnijas noslēgumā gaisā uzvijās III Jauno astronomu salidojuma karogs. Tai pašā vakarā sākās regulāri zvaigžņotās debess novērojumi.

Salidojuma darba programma bija ļoti spraiga un daudzpusīga: zinātnieku lekcijas, jauno astronomu mazās zinātniskās konferences, teorētiskās nodarbības sekcijās, preses konferences, patstāvīgo darbu skate, disputi, praktiskie novērojumi, ekskursijas, vadītāju semināri u. c.

Visi salidojuma dalībnieki bija sadalīti septiņās sekcijās: Saules, Mēness un planētu, komētu un meteoru, zvaigžņotās debess dienesta, astrofotogrāfijas, teleskopu būves, maiņzvaigžņu un astrofizikas sekcijā.

Ar lielu interesi jaunie astronomi noklausījās vairāku zinātnieku lekcijas. V. Bronštens pastāstīja par astronomu amatieru darbību PSRS un ārzemēs, fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts A. Zasovs referēja par mūsdienu astrofizikas aktuālām problēmām. Par PSRS ZA Speciālās astrofizikas observatorijas darbu un tieši par 6 m spoguļteleskopu BTA, kā arī par radioteleskopa RATAN-600 būvniecību stāstīja fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts L. Gindilis. Skolēni noklausījās arī profesora K. Kuļikova stāstījumu par astronomisko izglītību Padomju Savienībā. Interesants un ļoti saturīgs bija fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta E. Kononoviča referāts «Mūsdienu astrofizikas metodes.»

Neizdzēšamu iespaidu atstāja sarīkotā preses konference, kurā uz sko-

lēnu jautājumiem atbildēja Šemahas observatorijas astronomi, zinātnieki no Maskavas un kosmonauts N. Rukavišņikovs.

Ar lielu atbildības sajūtu un atsevišķos gadījumos pat profesionāli augstā līmenī bija sagatavoti un nolasīti pašu jauno astronomu referāti. Pavisam tādu bija 84. Skolēni stāstīja par savu kolektīvu darbu, novērojumu rezultātiem, skāra arī tiri teorētiskas problēmas. Ļoti aktīvi jauno astronomu darbs ir izvērts Krimā, kur visu astronomisko pulciņu darbību koordinē Simferopoles jauno astronomu biedrība. Šeit atrodas arī meteoru novērošanas centrs. Simferopoles biedrība reģistrējusi ap 300 000 meteoru novērojumu. Nopietns darbs izvērts Novosibirskā jauno tehniķu kluba astronomiskajā observatorijā, kur bez parastajiem astrofotogrāfiskajiem novērojumiem fotografē zvaigžņu spektrus un veic fotoelektriskos novērojumus. Novosibirskieši regulāri izlaiž savu biļetenu, kurā apkopo jauno astronomu novērojumu rezultātus. Aktīvi pulciņi un klubi darbojas arī Maskavā, Alma-Atā (astronomiskais klubs «Antares»), Krasnojarskā, Ļvovā, Gorkijā un citās pilsētās.

No interesantākajiem skolēnu referātiem, kas bija atzīmēti ar žūrijas komisijas godalgām, jāmin «Kohouteka komētas īpatnības» (Čeļabinska), «Televizijas metožu pielietošana kosmisko objektu polarizācijas mērījumos» (Gorkija), «Saules un Mēness aptumsumu elektrofotometrija» (Novosibirska), «Heliofizisko procesu ietekme uz Zemi» (Gorkija) u. c.

Jauno astronomu patstāvīgo darbu skaitā bija izstādīti teleskopi, astrogrāfi, novērojumu žurnāli, pašizgatavoti mācību uzskates līdzekļi. Salidojuma noslēgumā, kad žūrijas komisija novērtēja šos darbus, arī mūsu republikas pārstāvis Ilgonis Vilks par pašizgatavoto astrogrāfu saņēma godalgu — fotoaparāta «Smena» jaunāko modeli.

Salidojuma dalībniekiem brīva laika praktiski nebija. To aizpildīja vai nu krāsainu diapozitīvu un populārzinātnisku kinofilmu demonstrējumi, vai dispuṭi un pārrunas. Ļoti vētrains un aizraujošs izvērtās dispuṭs par tēmu «Kosmiskās civilizācijas», kurš ilga vairāk nekā 3 stundas.

Un katru vakaru, kad pār Šemahas observatoriju strauji nolaidās tumšā dienvīdu nakts un mums tik nepierasti augstu virs horizonta iedegās Strēlnieka, Čūskas, Skorpiona, Vairoga zvaigznāji, novērošanas laukumā sākās rosība — no instrumentiem tika noņemti brezenta aizsegi, pielādētas fotokasetes, atvērti zvaigžņu atlanti. Nav tāda spēka, kas varētu kādu šādā «svētā» brīdī noturēt teltis! Jāpiebilst, ka pa visu «Zvaigžņu pilsētiņā» pavadīto laiku nebija nevienas apmākušās nakts. Tik tiešām ideāli novērošanas apstākļi!

Salidojuma dalībniekiem bija iespēja arī iepazīties ar Šemahas astrofizikas observatoriju. Ar interesi un bijību jaunie astronomi apskatīja lielo Ceisa spoguļteleskopu ar diametru 2 m, oriģinālu horizontālo Saules teleskopu un citus instrumentus.

Paralēli intensīvajam skolēnu darbam noritēja arī grupu vadītāju semināri, kuru dalībnieki iztīrāja dažādus organizatoriskus un metodiskus jautājumus, kā arī apmainījās pieredzē.

Lai gūtu pilnīgāku priekšstatu par apkārtējo skaisto dabu, 23. augustā notika pārgājieni pa Šemahas observatorijas apkārtnē esošajiem kalniem. Neliela «drosminiķu grupa» pat uzkāpa Kardaga virsotnē — tā sauc

kādu kalnu 20 km attālumā no observatorijas. Tā augstums gan ir tikai 2100 m, tomēr iespaids par Kaukāza kalniem palika neaizmirstams.

Nemanot pagāja diena pēc dienas. Pienāca salidojuma noslēgums. Zūrijas komisija vērtē, rezumē padarīto darbu, apbalvo labākos. Noslīd salidojuma karogs. Vakarā draudzības vakars ar pašdarbības koncertu un, protams, ar milzīgu draudzības ugunsroku. Ilgi vēl tovakar nenorima dziesmas un pārrunas. III Vissavienības jauno astronomu salidojums bija beidzis savu darbu.

Nākamajā dienā autobusi mūs nogādāja Baku, kur pavadījām veselu diennakti — iepazīnāmies ar vēstures un arhitektūras pieminekļiem, staigājām pa skaisto Kaspijas jūras piekrasti. 21. augusta rītā bijām jau Rīgā.

Mājās pārvesta bagāta zināšanu un iespaidu bagāža. Mūsu tiešais uzdevums tagad pārdomāt, kā labāk visu to, ko guvām no šī vērtīgā pasākuma, pielietot savā darbā, lai aktivizētu un uzlabotu Latvijas jauno astronomu darbu.

J. Miezis

ASTRONOMIJA SKOLĀ

JAUNĀKAIS PAR SATURNA GREDZENIEM

Saturns, bez šaubām, ir skaistākā Saules sistēmas planēta. No visām pārējām planētām tas atšķiras ar koncentrisku gredzenu sistēmu, kas to aptver ekvatora plaknē.

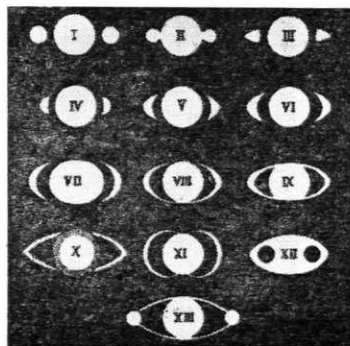
Saturna gredzeni nav redzami ar neapbruņotu aci. To novērošanai nepieciešams tālskats vismaz ar 25—30-kārtīgu palielinājumu, bet visā krāšņumā tas saskatāms tikai teleskopā.

Kad 1610. gadā Galilejs pavērsa uz Saturnu savu primitīvo tālskati, viņš ieraudzīja, ka planēta sastāv it kā no trim daļām — pašas planētas un diviem izaugumiem planētas diska abās pusēs, kurus viņš uzskatīja par ļoti tuviem pavadoņiem. Lai nodrošinātu sava atklājuma prioritāti, viņš to pierakstīja šifrētas anagrammas veidā: «Smaismrmielmepoetal-eumibuvnenugttaviras.» Kas tik nemēģināja atšifrēt Galileja anagrammu! Pat Keplers patērēja tam ne mazumu laika. Bet pats Galilejs nesteidzās. Tikai pēc atkārtotiem novērojumiem viņš atšifrēja pierakstu, kas latīņu valodā skanēja šādi: «Altissimam planetam tergeminum observavi» — «Visaugstāko (t. i., vistālāko tajā laikā zināmo) planētu trijkāršu novēroju». Pēc tam Saturnu novēroja arī J. Hevēlijs un vairāki citi astronomi, un, spriežot pēc zīmējumiem, daži no tiem bija visai tuvu pareizajam Saturna izskata izskaidrojumam, tomēr tikai 1656. gadā holandiešu astronoms K. Heginss konstatēja, ka mīklainie izaugumi Saturna diska abās pusēs ir plāns gredzens, kas to aptver ekvatora plaknē.

Arī K. Heginss savu atklājumu vispirms publicēja anagrammas veidā, kuru atšifrēja tikai 1659. gadā.

Drīz noskaidrojās, ka Saturna gredzens patiesībā sastāv no trim koncentriskiem gredzeniem, kas visi atrodas vienā plaknē. Pašu ārējo no tiem apzīmēja ar burtu *A*, pārējos divus attiecīgi ar burtiem *B* un *C*. Visspožākais no tiem ir vidējais gredzens *B*, kura spožākās daļas platums 26 000 km. No gredzena *A* to atdala ap 5000 km plata tumša sprauga, kuru 1675. gadā atklāja franču astronoms D. Kasini. Gredzena *A* platums ir 16 000 km, bet tā ārējais diametrs — 275 000 km. Visvājākais puscaurspīdīgais iekšējais gredzens *C* saskatāms tikai spēcīgā teleskopā. To atklāja V. Bonds 1850. gadā.

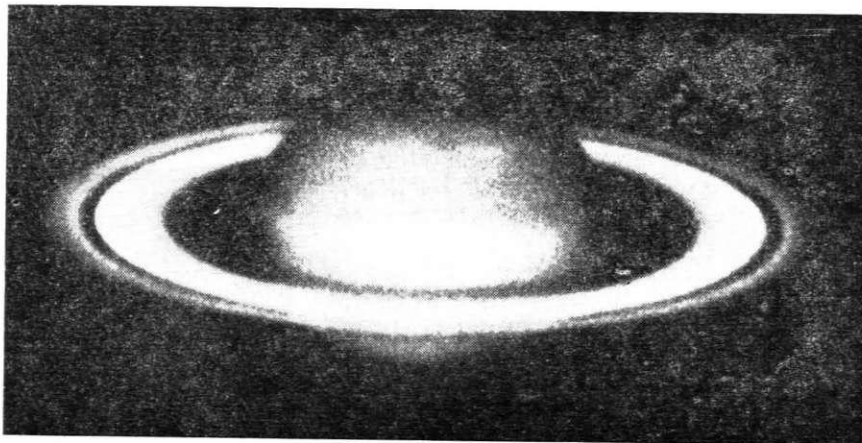
Jau pagājušā gadsimta beigās astronomiskajā literatūrā parādījās ziņojumi par to, ka bez jau zināmās triju gredzenu sistēmas pastāv vēl viens ļoti retināts ārējais gre-



1. att. Saturns, kādu to redzēja novērotāji līdz K. Heginssam.

dzens, kas saskatāms tikai tad, kad Zeme krusto Saturna gredzenu plakni un tie ir redzami no sāniem.¹ Visi šie novērojumi bija vizuāli, un tos apstridēja vairāki pieredzējuši novērotāji. 1966. gadā, kad Zeme atkal krustoja Saturna gredzenu plakni, pēc padomju planētu pētnieka M. Bobrova iniciatīvas tika organizēti starptautiskie kooperatīvie Saturna sistēmas novērojumi, kuros piedalījās Eiropas, Āzijas, Ziemeļamerikas, Austrālijas un Jaunzēlandes observatorijas. Šo novērojumu laikā franču astronoms V. Feibelmans ar Pikdimidi observatorijas 41 collu reflektoru pirmo reizi ieguva jaunā ārējā gredzена fotogrāfiju. 1972. gadā amerikāņu astronoms Dž. Koipers pēc fotogrāfijām, kas arī iegūtas 1966. gadā ar Mēness un planētu laboratorijas 61 collu reflektoru Arizonā, V. Feibelmana atklājumu apstiprināja. Šī gredzена plakne sakrīt ar pārējo gredzenu plakni, bet ārējais diametrs vairāk nekā divas reizes pārsniedz gredzена A diametru. V. Feibelmans to apzīmēja ar burtu *D*. Interesanti atzīmēt, ka šī gredzена iekšpusē visu laiku atrodas 1966. gadā atklātais Saturna desmitais pavadoņs Januss, kā arī nedaudz tālākais Encelads, kuru orbītas atrodas Saturna ekvatora un līdz ar to arī gredzenu plaknē, bet pavadoņs Mimass, kas atrodas starp Janusu un Enceladu, periodiski krusto gredzenu, jo tā plakne veido ar ekvatora plakni $1^{\circ},5$ leņķi. Dž. Koipers uzskata, ka ārējais gredzens stiepjas līdz pavadoņa Dionas orbītai. Tādā gadījumā gredzenu krusto arī planētai tuvākais pavadoņs Tefija, kura orbītas plaknes leņķis pret ekvatora plakni ir $1^{\circ},1$.

Un tomēr pastāv zināmas šaubas par šī gredzена realitāti. Daži zinātnieki uzskata, ka kontrasts uz fotoplates ir pārāk niecīgs un varēja rasties emulsijas defekta dēļ.



2. att. Saturna fotogrāfija. Labi redzami divi spožākie gredzeni *A* un *B* un Kasini sprauga starp tiem.

¹ Par Saturna gredzenu redzamības apstākļiem skat. I. Daubesa rakstu «Novērosim Saturnu!». — «Zvaigžņotā debess», 1966. gada pavasaris, 32.—35. lpp.

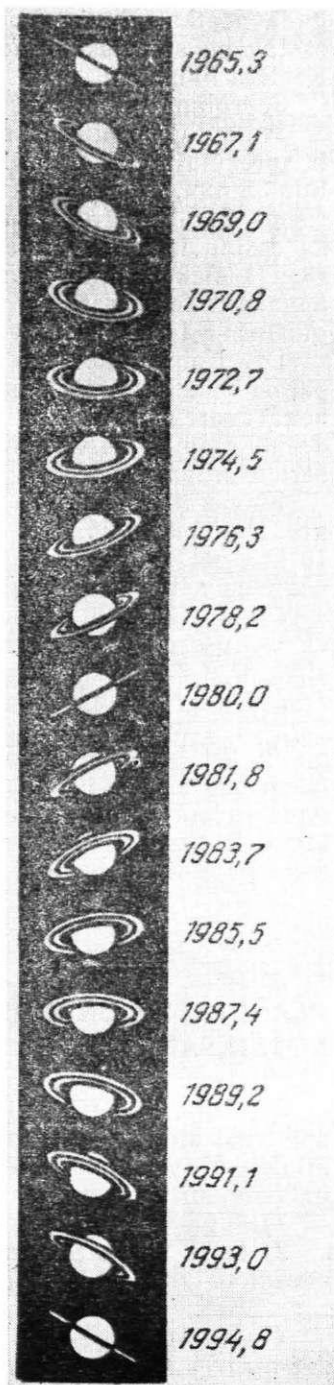
Labvēlīgi apstākļi ārējā gredzena novērošanai būs tikai 1980. gadā, kad gredzeni atkal būs redzami no sāniem.

Franču astronoms P. Gerens, rūpīgi izpētījis 1969. gadā Pikdimidi observatorijā iegūtās Saturna fotogrāfijas, konstatēja, ka gredzena *C* iekšējā robeža, kas līdz šim nebija zināma, atrodas 1,248 planētas ekvatoriālo rādiusu attālumā no centra. Tālāk seko apmēram 1 loka sekundi plata tumša sprauga, bet aiz tās — vēl viens iekšējais gredzens, kurš acimredzot stiepjas līdz pat planētas diskam. Gredzena spožums visspožākajā ārējā malā ir apmēram divdesmit reizes vājāks nekā gredzena *B* visspožākajā daļā un nepārtraukti pavājinās planētas diska virzienā.

P. Gerens ieteica viņa atklāto iekšējo gredzenu apzīmēt ar burtu *D*. No šī brīža V. Feibelmana atklāto ārējo gredzenu astronomiskajā literatūrā sāka apzīmēt ar *D'*. M. Bobrovs iesaka iekšējam gredzenam paturēt apzīmējumu *D*, jo tas seko alfabētiskā kārtībā gredzeniem *A*, *B* un *C*, bet ārējo gredzenu apzīmēt ar *E* (exterior).

Iekšējā gredzena un jo sevišķi spraugas starp gredzeniem *C* un *D* atklāšanai ir ārkārtīgi svarīga nozīme Saturna kosmiskos pētījumos. Fotografējot Saturna virsmu, vēlams, lai kosmiskais aparāts pārlidotu ekvatoru pēc iespējas tuvāk planētas virsmai. Taču Saturna gredzeni tam ir nopietns šķērslis. Izmantojot spraugu starp gredzeniem *C* un *D*, kas atrodas pietiekami tuvu planētas virsmai, risks sadurties ar meteorītu daļiņām būs daudz mazāks.

Pagājušā gadsimta vidū krievu matemātiķe S. Kovaļevska un angļu zinātnieks Dž. Maksvels teorētiski pierādīja, ka Saturna gredzeni nevar būt ne šķidri, ne gāzveida, jo pretējā gadījumā tie centrālās planētas un pavadoņu gravitācijas iespaidā izkliedētos starpplanētu telpā. Pulkovas astrofiziķis A. Belopoļskis un amerikānis Dž. Kīlers 1895.



3. att. Saturna gredzenu redzamība no 1965. līdz 1995. gadam.

gadā neatkarīgi viens no otra novērojumu ceļā konstatēja, ka gredzeni sastāv no atsevišķām cietām daļiņām, kas katra kustas ap Saturnu pēc Keplera likumiem.

Joprojām nav precīzu ziņu par daļiņu izmēriem.

Izmantojot optiskos un radioastronomiskos novērojumus, M. Bobrovs ir aprēķinājis, ka gredzenu daļiņu diametri var mainīties robežās no 0,35 līdz 35 mm. Turpretim amerikāņu radioastronomi R. Goldsteins un G. Morrisons Saturna gredzenu radiolokācijas rezultātā 1973. gadā konstatēja, ka daļiņu izmēri svārstās starp dažiem centimetriem un vairākiem metriem. Lielāku daļiņu diametru nekā Bobrovam dod arī gredzenu atsevišķu apgabalu temperatūras mērījumi, tiem izejot no Saturna ēnas Saules gaismā. Kā redzams, dažādu autoru iegūtie rezultāti ir visai pretrunīgi.

Dž. Koipers konstatēja, ka gredzenu infrasarkanie spektri atgādina parastā ledus un sarmas spektrus. Pie tāda paša secinājuma 1967. gadā nonāca arī V. Morozs. Taču pagaidām nav iespējams noteikt, vai gredzenu daļiņas sastāv tikai no ledus, vai arī tās pārklātas ar ledu un sarmu no ārpuses.

Kooperatīvie Saturna novērojumi 1966. gadā deva iespēju precizēt arī gredzenu biezumu. Līdz šim bija zināms tikai tas, ka tie ir plānāki par 10 km, bet amerikāņu astrofizikis F. Franklins 1962. gadā paziņoja, ka, pēc viņa netiešiem aprēķiniem, gredzeni nav biezāki par 10 cm. Sarežģītu aprēķinu rezultātā padomju astronoms P. Kildze un franču astronomi O. Dolfuss un Z. Fokass noskaidroja, ka visvarbūtīgākais gredzenu biezums ir 2 līdz 3 km. Konstatēt tādu lielumu 1,5 miljardu km attālumā ir ārkārtīgi grūti, tāpēc daudzi zinātnieki uzskata, ka tas neatbilst īstenībai. Taču nav šaubu, ka gredzeni salīdzinājumā ar to diametru ir ļoti plāni. Arī gredzenu biezuma precizēšana pēc tiešiem Saturna novērojumiem būs iespējama tikai 1980. gadā. Apmēram ap to pašu laiku (1979. gada rudenī) Saturnu sasniegs kosmiskais aparāts «Pioneer-11», kas jau tagad ir uzsācis tā fotografēšanu un kura sniegtā informācija var lielā mērā papildināt mūsu zināšanas par šo neparasto planētu.

Ā. Alksne

PLANETĀRIJS UN KUĢA VIETAS NOTEIKŠANA

Jūrskolā, kad nākamie kuģu vadītāji, studējot jūras astronomiju, jau apguvuši sfērisko astronomiju,¹ laiku un tā mērīšanas instrumentus, kā arī leņķu (vertikālo) mērīšanas paņēmienus un instrumentus, pāriet pie galvenajām jūras astronomijas tēmām:

- 1) kuģa vietas platuma un garuma vienlaicīga noteikšana;
- 2) kuģa vietas platuma noteikšana pēc spīdekļu meridionālās un tuvmeridionālās metodes, kā arī pēc Polārzcvaigznes;

¹ Skat. H. Legzdina rakstu «Jūras astronomija planetārijā». — «Zvaigžņotā debess», 1975. gada pavasaris, 47.—51. lpp.

3) kompasa kļūdu (kopizlabojuma) aprēķināšana pēc debess spīdekļiem.

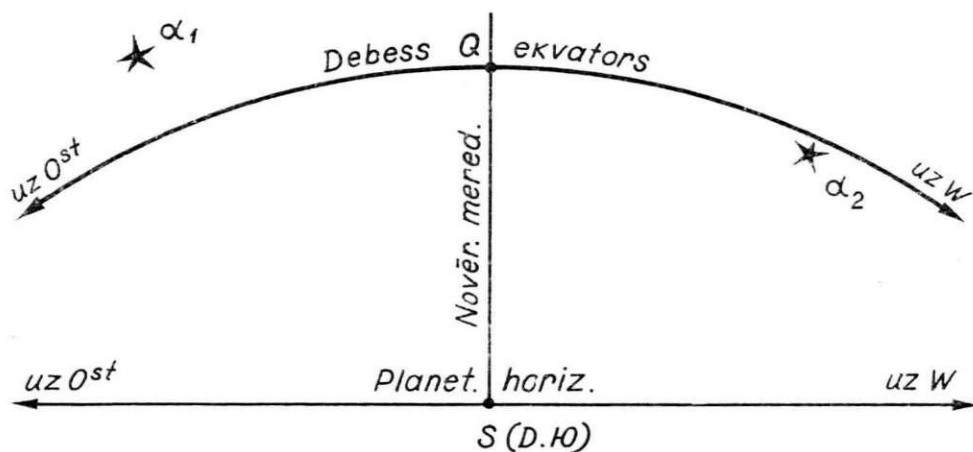
Šo tēmu apgūšanā ļoti lielu palīdzību sniedz planetārijs; par to arī pastāstīsim šajā rakstā.

Vispār jūras astronomijā nepieciešamas ļoti labas iztēles spējas un teicamas matemātikas, it īpaši sfēriskās ģeometrijas un trigonometrijas zināšanas. Debess spīdekļu kustības iztēli un to koordinātu izmaiņas, pēc tam kad tā apgūta auditorijā, lieliski var nostiprināt planetārijā — aplūkojot debess sfēru atbilstoši kosmogrāfijas jautājumiem. Un, beidzot, kuģa vietas noteikšanas paņēmieni un kompasa kopizlabojuma aprēķinu apguvē planetārijs sniedz vērtīgu palīdzību metodes pareizai pielietošanai un ikreizējai spīdekļu izvēlei.

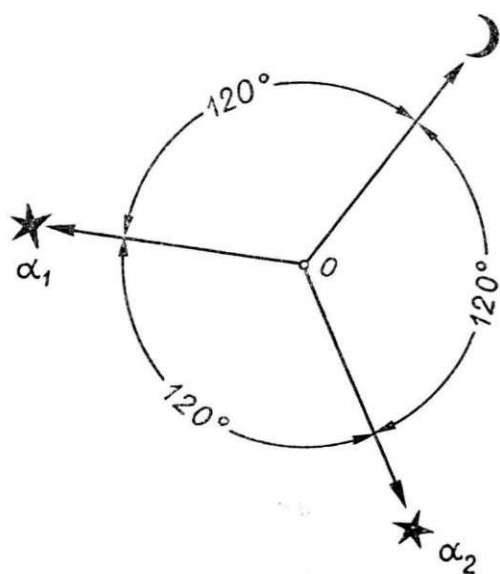
KUĢA VIETAS PLATUMA UN GARUMA VIENLAICĪGA NOTEIKŠANA

Šim uzdevumam visbiežāk izmanto tā saucamo *pozīciju līniju* jeb Somnera metodi (angļu kapteiņa Tomasa Somnera vārdā). Šīs metodes pamatprincipus Somners atklāja nejauši 1837. gada 18. decembrī, šķērsojot Atlantijas okeānu no Amerikas uz Angliju.

Lai noteiktu kuģa vietas platumu un garumu pēc Somnera metodes, nepieciešams novilkt uz jūras kartes vismaz divas kuģa vietas pozīciju līnijas, vienalga, vai tās būtu noteiktas ar navigācijas metodēm pēc diviem vai vairākiem krasta priekšmetiem vai ar jūras astronomijas metodēm pēc diviem vai vairākiem debess spīdekļiem. Astronomiskā pozīciju līnija ir līnija uz kartes, kas savieno visus punktus, no kuriem novērotais spīdekļis dotajā momentā atrodas vienādā augstumā. Saprotams, ka ar vienu pozī-



1. att. Klausītāji planetārijā ar sejām pret dienvidiem. Izraudzītas divas zvaigznes α_1 un α_2 .



2. att. Trīs spīdekļu izvietojums: Mēness un zvaigznes α_1 un α_2 .

pass, laga), kuģa vadītāju (stūrmaņa, stūresvīra) personiskās kļūdas un nepilnīgas jūras straumju un vēja iespaidu zināšanas.

Pozīciju jeb Somnera līnijas uz pārgājiena kartes velk, izejot no lagrēķina vietas. Ģeometriski var pierādīt, ka, kuģa vietu nosakot pēc diviem spīdekļiem, vispareizāko rezultātu iegūs tad, kad abas pozīciju līnijas krustosies taisnā leņķī. Tas nozīmē, ka kuģa vadītājam jāizvēlas divi spīdekļi tā, lai leņķis starp virzieniem no kuģa uz šiem spīdekļiem būtu tuvs 90° (ne mazāk par 30° un ne vairāk par 150°). Ja novēro trīs spīdekļus, tad leņķiem jābūt tuvu 120° , bet, ja četrus, — tad tuvu 90° . Praktiski kuģa vadītājam, atrodoties uz kuģa komandtiltiņa, jāizraugās šie spīdekļi, jāizmēri ar sekstantu to augstumi virs redzamās horizonta līnijas un jāzina katra mērījuma brīdī *passaules* laiks pēc hronometra ar noteiktību līdz $0^s,5$. (Jūras hronometru sekunžu rādītājs iet lēcieniem ik pa $0^s,5$).

Lūk, planetārijs tad arī ir it kā šis kuģa komandtiltiņš, no kura visefektīvāk, vispilnīgāk mācību apstākļos uz debess sfēras var atrast divas (un vairāk) piemērotas navigācijas zvaigznes, kurām izdevīgi izmērit augstumus un kuru izvietojums attiecībā pret redzamo horizontu atbilst metodes prasībām. Piešķirot planetārija zvaigžņotajai debesij diennakts kustību, klausītāji redz, kā izvēlētie spīdekļi maina augstumu un cik augstu tie vēl ir virs redzamā horizonta (ne augstāk par 60°), lai tos varētu izmantot kuģa vietas noteikšanai, kā arī vai saglabāsies nosacījums, lai

ciju līniju kuģa vietu noteikt nevar. Nevar atrast tieši to punktu uz šīs līnijas, kurā atrodas kuģis. Nepieciešama vismaz vēl otra pozīciju līnija. Arī tās vienā punktā būs meklētā vieta kuģim. Abām (arī trijām, četrām) pozīciju līnijām uz kartes krustojoties, dabūjam kopējo punktu, kurā atrodas kuģis. Noņemot ar cirkuļa palīdzību no kartes šī punkta ģeogrāfisko platumu un garumu, esam ieguvuši kuģa vietas observētās koordinātes, kas ierakstāmas kuģa žurnālā.²

Jūrā pārgājiena laikā kuģis vienmēr ir *observētā vietā*. Šo vietu kuģa vadītājs nezina un tāpēc uzskata, ka kuģis ir tā sauktā *lagrēķina vietā*, kuras koordinātes aprēķina pēc kursa un ātruma. Ļoti reti lagrēķina vieta sakrīt ar observēto. Starpību rada neprecīzi navigācijas instrumenti (komp-

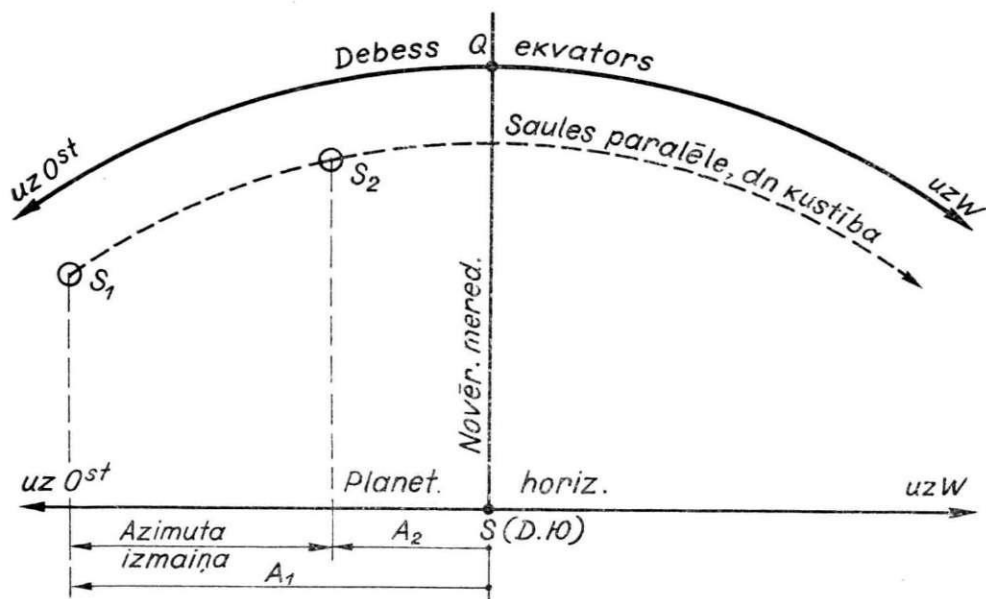
² Oficiāls un juridisks dokuments, ko izpilda uz kuģa. Ierakstam tajā objektīvi jāatspoguļo nepārtraukta kuģa dzīve visās tā darbības jomās gan jūrā, gan ostās.

leņķis starp virzieniem uz tiem būtu attiecīgi tuvs 90° (divi spīdekļi) (1. att.) vai attiecīgi tuvs 120° (trīs spīdekļi) (2. att.). Skaidrs, ka attiecīgo zvaigžņu un navigācijas planētu nosaukumu planetārijā var apgūt nesalīdzināmi labāk nekā auditorijā pēc pasniedzēja stāsta un zīmējumiem uz tāfeles. Jūrā daudz vieglāk ir orientēties zvaigžņotajā debesī, atrast piemērotas navigācijas zvaigznes un iegaumēt to nosaukumus, ja apmācībām jūras astronomijā izmantots planetārijs.

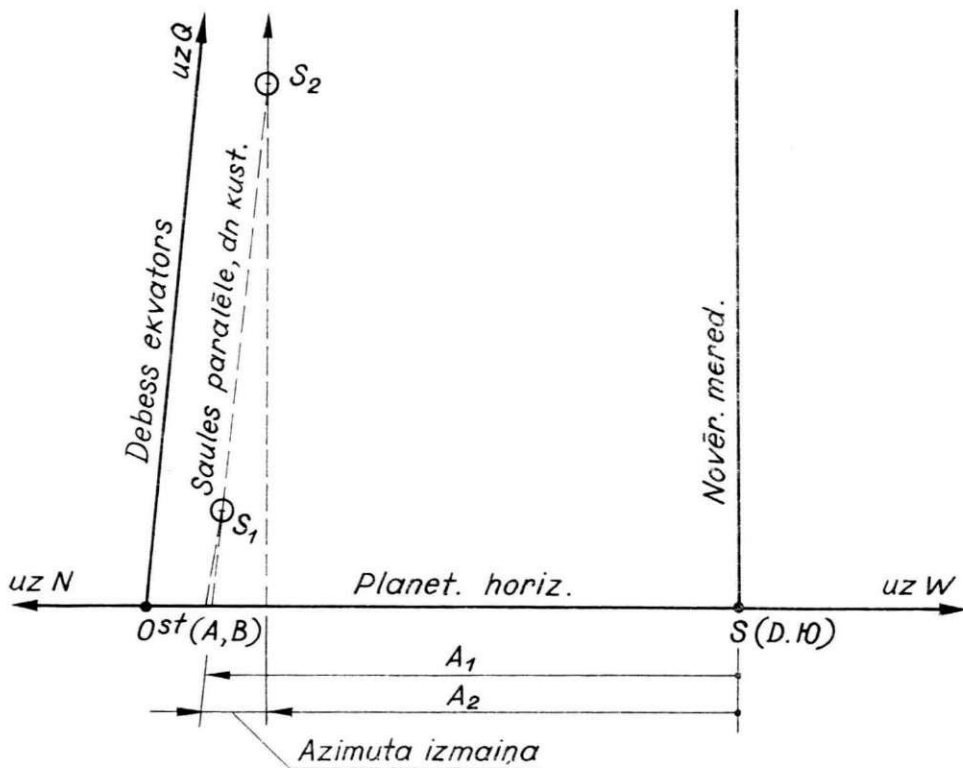
Mainot planetārijā vietas ģeogrāfiskā platuma skaitlisko vērtību, klausītāji redz, ka izraudzīt divas vai vairākas (ne vairāk kā četras) navigācijas zvaigznes nemaz nav grūti, ja pazīst zvaigznājus un spožākas zvaigznes.

Ļoti uzskatāmi planetārijā demonstrējami tie gadījumi, kad kuģa vietas noteikšanai vienlaikus izmanto Mēnesi, kādu planētu un zvaigzni, t. i., divus vai trīs spīdekļus. Protams, ka šajos gadījumos nevar ņemt kuru katru zvaigzni, bet gan tādu, lai veidotos attiecīgie leņķi starp virzieniem uz izraudzītajiem spīdekļiem (vislabāk 90 un 120°).

Nosakot kuģa vietu dienā, kad stūrmaņa rīcībā ir tikai viens spīdekļis — Saule, problēma kļūst daudz sarežģītāka. Tad kuģa vietu nosaka pēc tā saucamās Somnera metodes ar *starpģājienu*, kas veikts starp



3. att. Saules observācijas vidējos un lielos platumos. Divās trīs stundās Saules azimuta starpība pietiekami liela ($>30^\circ$). Attēlotajā gadījumā Saule planetārijā redzama 0^{st} pusē, t. i., pirms augšējās kulminācijas. Drīz pēc Saules lēkta, kad tā atrodas stāvoklī S_1 , pirmo reizi izmēra tās augstumu un atzīmē hronometra nolasījumu (hronometrs uz kuģa iet pēc *pasauls* laika). Ar lektora gaismas «bultiņas» palīdzību klausītāji pēc acurēra var novērtēt Saules azimutu A_1 . Pēc apmēram 3 stundām, kad Saule atrodas stāvoklī S_2 , tās azimuts ir A_2 . Tad otrreiz izmēra Saules augstumu un atzīmē hronometru. Metode ir pielietojama, ja azimutu starpība pietiekami liela ($>30^\circ$).



4. att. Saules observācijas mazos ģeogrāfiskajos platumos, tropu joslā (platumos $\pm 23,5$ N/S). Te debess ekvators ir gandrīz perpendikulārs planetārija horizontam. Pirmo mērījumu var izdarīt, kad Saule stāvoklī S_1 , tās azimuts A_1 . Pēc apmēram 3 stundām Saule stāvoklī S_2 , azimuts A_2 . Azimutu starpība ir visai niecīga, tādēļ metodi pielietot nevar.

divām Saules observācijām. Starpgājiens nepieciešams, lai būtu spēkā noteikums, ka leņķim pie novērotāja acs starp abiem virzieniem uz Sauli jābūt ap 90° ($30-150^\circ$). Tas nozīmē, ka pēc Saules pirmās observācijas kuģis pārvietosies. Tādēļ, lai izmainītos leņķis (azimuts) vismaz par 30° (vislabāk 90°), nepieciešamas ne mazāk par 3–4 stundām, pie kam tas atkarīgs no ģeogrāfiskā platumā.

Noteikt kuģa vietu ar starpgājienu pēc Saules mazos platumos ap ekvatoru nemaz nav iespējams, jo Saules paralēle ir gandrīz perpendikulāra redzamajam horizontam un azimuta izmaiņas ir pavisam niecīgas, tikai daži grādi vairākās stundās.

Vidējos platumos (ap 45°) ir labākas iespējas noteikt kuģa vietu pēc Saules, bet platumos, lielākos par 45° , Sauli izmantot kuģa vietas noteikšanai ir pavisam viegli — divās trīs stundās azimuts pietiekami izmainīties, lai metodi lietotu ar labām sekmēm.

Viss teiktais par kuģa vietas noteikšanas paņēmieni pēc Saules ar starpgājienu ļoti uzskatāmi redzams planetārijā. Teorētiskais paskaidrojums auditorijā lieliski nostiprinās planetārijā. Pat azimutu leņķu izmaiņas atbilstoši Saules diennakts kustībai pa paralēli ($\sim 15^\circ$ stundā) redzamas uz planetārija horizonta. Piešķirot attiecīgu ātrumu, tas, kas dabā norisinās divās, trijās vai vairāk stundās, te notiek dažās minūtēs. Tā ir planetārija priekšrocība. Tas, ka planetārija horizonts nav iedalīts grādos (kaut vai pa 10°) un nav iespējams parādīt spīdekļa vertikāli kā gaišu svītru, daudz netraucē radīt uzskatāmu priekšstatu par Saules azimuta lielumu pirmajā un otrajā observācijas momentā. To panāk ar lektora gaismas «bultiņu», bet burti uz redzamā horizonta ($Z, C; D, 10; A, B; R, 3$, kas uz jūras tiek apzīmēti attiecīgi par $N; S; 0^{\text{st}}$ un W) labi papildina priekšstatu par azimuta aptuveno skaitlisko vērtību.

3. attēlā redzam Somnera metodi ar starpgājienu vidējos un lielos platumos, turpretim 4. attēls uzskatāmi rāda, ka, atrodoties tuvu ekvatoram, novērojamās azimutu starpības ir niecīgas, un šo metodi lietot nevar.

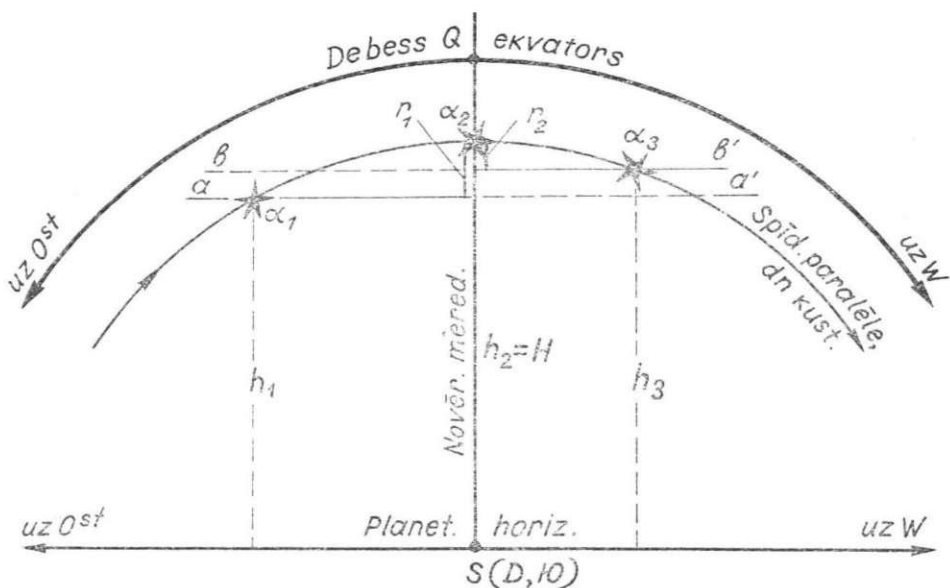
Lektors klausītājiem parāda arī, kā, Saulei tuvojoties kulminācijai, tās azimuts izmainās ļoti strauji un starplaiks starp abām observācijām var būt mazāks, jo azimuta izmaiņa tuvojas 15° stundā un pat vairāk. Tropu joslā šī izmaiņa ir vēl straujāka, bet, tā kā Saules augstums tuvojas 90° , tad tā izmērīšana ar sekstantu rada grūtības un iespējamas lielas novērojumu kļūdas.

KUĢA VIETAS PLATUMA NOTEIKŠANA PĒC SPĪDEKĻU MERIDIONĀLĀS UN TUVMERIDIONĀLĀS METODES, KĀ ARĪ PĒC POLĀRZVAIGZNES

Atklātā jūrā vai okeānā kuģa vietas ģeogrāfiskā platuma precizitātei ir liela nozīme. Eksistē vairākas metodes platuma noteikšanai atsevišķi, neskarot Somnera metodi. Visas tās salīdzinājumā ar Somnera metodi ir vienkāršas (neprasa sarežģītu izskaitļošanu), un no observācijās iegūtajiem spīdekļa novērošanas datiem ar speciālu tabulu palīdzību kuģa vietas platumu var iegūt dažās minūtēs.

Vispirms kuģa vadītājam prasmīgi jāizvēlas debess spīdekļi, kam jāatrodas vai nu tieši uz novērotāja meridiāna, t. i., jābūt vai nu tieši augšējā, vai apakšējā kulminācijā (platumus pēc meridionālās metodes), vai tuvu kulminācijai (tuvmeridionālā metode), t. i., vai nu īsi pirms, vai īsi pēc kulminācijas. Pēdējai metodei jāievēro laika robežas, t. i., minūšu skaits pirms vai pēc kulminācijas, kad metodi var lietot (tas atkarīgs no spīdekļa deklinācijas un vietas platumā). Šis robežu diapazons sniedzas līdz 48 minūtēm pirms un pēc kulminācijas.

Lūk, tieši šim gadījumā planetārijs ir neaizstājams uzskates līdzeklis. Klausītāji redz, ka, spīdeklis tuvojoties kulminācijai (augšējai), tā augstums mainās ļoti lēni, līdz sasniedz maksimālo augstumu. Spīdeklis savā diennakts kustībā pa paralēli uz laiku pārvietojas gandrīz paralēli redza-



5. att. Parādīti brīvi izvēlēta spīdekļa α stāvokļi α_1 , α_2 un α_3 . Klausītāji ar seju pret planetārija horizonta punktu $S(D, 10)$.

a) Spīdekļis α stāvoklī α_1 — pirms augšējās kulminācijas. Tā augstums ir h_1 , redukcija r_1 . Tā jāpieskaita pie izmērītā h_1 , lai dabūtu meridionālo augstumu.

b) Spīdekļis stāvoklī α_2 uz novērotāja meridiāna augšēja kulminācija. Te izmēritais augstums ir arī meridionālais; $h_2 = H$.

c) Spīdekļis stāvoklī α_3 pēc augšējās kulminācijas. Te izmēritais augstums ir h_3 un redukcija r_2 . Tā jāpieskaita pie h_3 , lai iegūtu meridionālo augstumu; $h_3 + r_2 = H$.

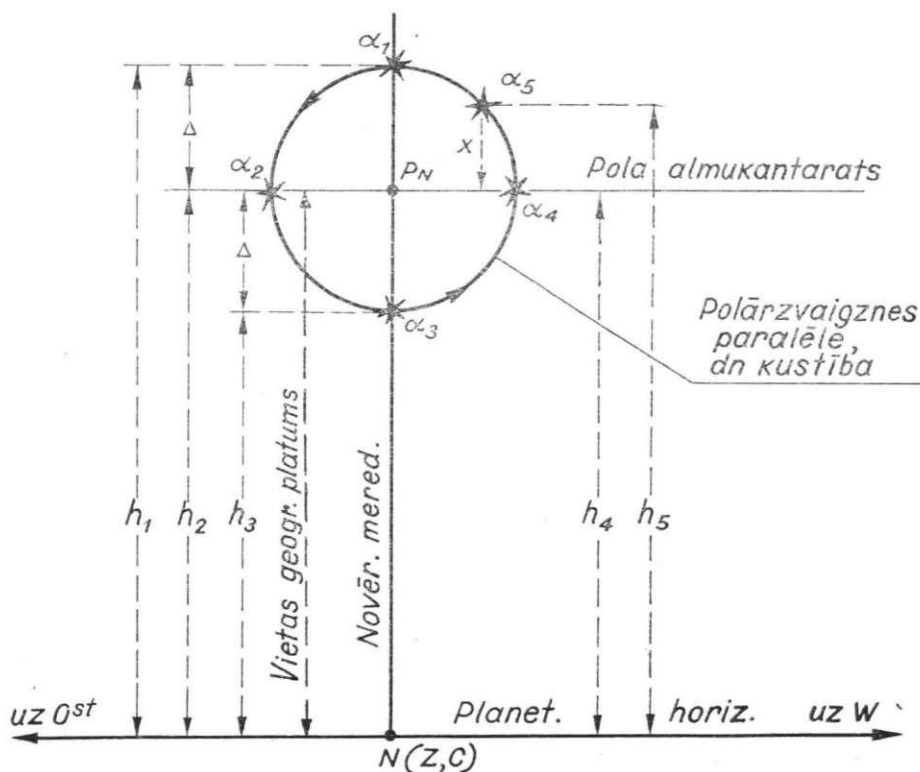
majam horizontam. Tagad atliek tikai aprēķināt starpību starp tuvmeridionālo un meridionālo augstumu vai, kā jūras astronomijā saka, — aprēķināt redukciju. Ar to tad tuvmeridionālo augstumu pārvērš meridionālā, t. i., tuvmeridionālā metode pārvēršas par meridionālo, un vietas platumu aprēķina pavisam vienkārši.

Debess sfērai lēni griežoties diennakts kustības virzienā, viss teiktais ļoti uzskatāmi aptverams. Visus punktus un līnijas var labi parādīt ar lektora «bultiņu» un vajadzības gadījumā var pat apturēt griešanos, lai uz brīdi izskaidrotu to vai citu jautājumu. Ja kas nav saprasts, var pat atgriezt debess sfēru atpakaļ. Treniņam var izslēgt visus punktus un līnijas, atstājot tikai zvaigžņoto debesi. Novērotāja meridiānu tad konstatē pēc Polārzcvaigznes, kā tas praksē mēdz būt.

Pēc šādas apmācības stūrmanim uz kuģa komandtiltiņa tikai jākonstatē, kur atrodas novērotāja meridiāns, un, zinot metodes iespējas robežas, var pēc pulksteņa sākt izdarīt novērojumus un mērījumus. Arī te jāfiksē pasaules laiks un jāizmēra izraudzītā spīdekļa augstums.

Ir vēl paņēmiens platumā noteikšanai pēc Polārzcvaigznes. Planetārijā ļoti uzskatāmi var redzēt polu, Polārzcvaigzni, to savstarpējo stāvokli diennakts kustībā, kā arī augstumus virs redzamā horizonta.

Tā kā pola augstums ir vienlīdzīgs vietas ģeogrāfiskajam platumam, tad kādā momentā jāizmēra Polārzcvaigznes augstums virs redzamā horizonta, to izlabo ar korekciju un atrod vietas platumu. Nemot vērā, ka Polārzcvaigzne nav tieši polā, tās deklinācija ir $89^{\circ}09',7N$ (1977. gada marta beigās); atkarībā no Polārzcvaigznes stāvokļa jāatrod korekcija. Lai tā nebūtu jāizskaitļo (formulas ir sarežģītas), ir sastādītas tabulas, no kurām pēc vietējā zvaigžņu laika (S) dabū korekciju, ko pieskaita izmēritam Polārzcvaigznes augstumam. Tādējādi dabū vietas ģeogrāfisko platumu. Tas, ka šī korekcija ir ar plus vai mīnus zīmi, kad ir tās maksimālā skaitliskā vērtība, un ka tā var būt arī nulle, redzams planetārijā. Tas vairs neprasa nekādu iztēli, bet redzams tieši tā kā 6. attēlā. Klausītājiem zālē atliek tikai pagriezties savā krēslā par 180° , lai viss



6. att. Platuma noteikšana pēc Polārzcvaigznes. Klausītāji ar seju pret planetārija horizonta punktu $N(Z,C)$. Polārzcvaigzne diennaktī apraksta paralēli un ieņem attiecīgi raksturīgos stāvokļus $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ un α_5 .

Stāvokli α_1 Polārzcvaigzne atrodas augšējā kulminācijā un izmēritais augstums h_1 jāizlabo ar polārdistanci Δ . Vietas platumus būs $h_1 - \Delta$.

Stāvokli α_2 tā ir uz pola almukantarata. Platums ir h_2 .

Stāvokli α_3 — apakšējā kulminācija. Platums ir $h_3 + \Delta$.

Stāvokli α_4 Polārzcvaigzne atkal uz pola almukantarata. Platums ir h_4 .

Stāvokli α_5 — brīvi izvēlētā vietā uz paralēles. Platums ir $h_5 \pm x$.

norisinātos tiešā skatienā. Atliek paskaidrot un parādīt ar gaismas «bul-
tiņu», ka, Polārzcvaigznei atrodoties augšējā kulminācijā, korekcija ir
skaitliski maksimālā ar zīmi —, bet apakšējā kulminācijā — maksimālā
ar zīmi +. Kad Polārzcvaigzne ir uz pola almukantarata, korekcija ir
nulle.

Kaut arī Polārzcvaigzne ir ļoti tuvu polam, tomēr planetārijā tās pol-
distance redzama ļoti labi. Tas pārlicina klausītājus, ka pašā polā nav
neviens spožas zvaigznes, bet Polārzcvaigzne ar savu 2,1. lielumu ir labi
redzama un observējama. Kuģim pārvietojoties dienvidu puslodē (to pla-
netārijā var izdarīt vienā minūtē), redzam, ka debess dienvidu pola
tuvumā nav neviens zvaigznes un metode tur nav pielietojama.

Kompass ir vissvarīgākais kuģa vadīšanas instruments. Tā tas bija
arī vissenākajos laikos pirms mūsu ēras pie ķīniešiem, ēģiptiešiem.

Jūras astronomijā ne mazāka nozīme par kuģa vietas noteikšanu ir
arī kompasa kļūdas aprēķināšanai, t. i., kompasa kopizlābojuma noteik-
šanai, ko veic, peilējot dažādus debess spīdekļus (spožu zvaigzni, pla-
nētu, Mēnesi, arī Sauli). Tuvāk šīs metodes neaplūkosim, kaut arī šeit
apmācību gaitā planetārijs ir neatvietojams. Vispār, apgūstot jūras astro-
nomijas kursu, planetārijs tuvina klausītāju īstenībai, redzētais labāk
iespiežas atmiņā un, bijušajam klausītājam sastopoties atklātā jūrā uz
kuģa komandtiltiņa ar zvaigžņoto debesi, nav grūtību pareizi izvēlēties
piemērotus spīdekļus. Planetārijs attīsta klausītāju iztēli nesalīdzināmi
labāk nekā nodarbība auditorijā ar tāfeli un kritu.

H. Legzdīņš

HRONIKA

PROFESORS

S. VASIĻEVSKIS RĪGĀ

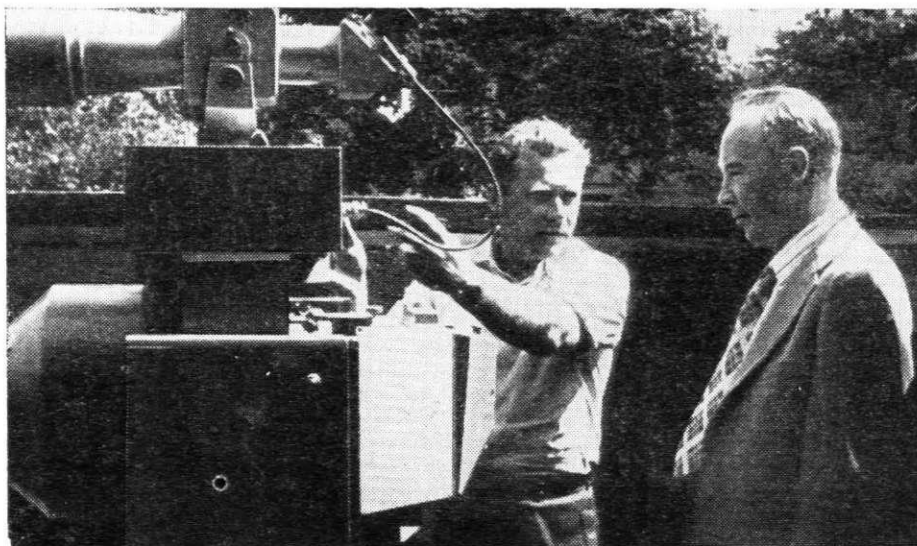
1976. gada jūlijā pēc Latvijas Valsts universitātes rektorāta, Astronomiskās observatorijas un Vissavienības astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas ielūguma Rīgā viesojās latviešu izcelsmes astronoms ASV Lika observatorijas profesors Staņislavs Vasiļevskis.

S. Vasiļevskis dzimis 1907. gada 20. jūlijā Ilūkstes apriņķī, Laucesas pagastā. 1932. gadā beidzis Latvijas Universitātes Matemātikas un dabaszinātņu fakultātes Matemātikas nodaļu praktiskās astronomijas specialitātē. No 1928. līdz 1944. gadam strādājis Latvijas Universitātes Astronomiskajā observatorijā (1940.—1944. g. docents). Kopš 1944. gada S. Vasiļevskis strādā Vācijā — par zinātnisko līdzstrādnieku Leipcigas universitātes astronomiskajā observatorijā un ārkārtas profesoru Mīnhenes universitātē, pēc 1949. gada — ASV Lika observatorijā Kalifornijā (no 1964. g. profesors).

S. Vasiļevskis pazīstams kā ievērojams speciālists zvaigžņu īpatnējo kustību noteikšanā attiecībā pret tālajām galaktikām, vadījis starptautisko programmu šo kustību noteikšanai. Viņš izstrādājis jaunus paņēmienus zvaigžņu trigonometrisko paralakšu noteikšanai, vairāk nekā divreiz pārsniedzot agrāko precizitāti. No 1967. līdz 1970. gadam bijis Starptautiskās astronomijas savienības Paralakšu un īpatnējo kustību komisijas viceprezidents, bet no 1970. līdz 1973. gadam šīs komisijas prezidents.

S. Vasiļevskis ir iniciators automātiskas ieviešanai teleskopa vadīšanā un astronomisko fotoplašu mērīšanā. Viņa izstrādātā automātiskā zvaigžņu koordinātu mērāmā iekārta sekmīgi darbojas Lika observatorijā.

S. Vasiļevskis ir daudzu zinātnisku biedrību biedrs un aktīvi piedalās daudzās starptautiskās konferencēs, kur vairākkārt



1. att. Profesors S. Vasiļevskis (pa labi) un LVU AO ZMP novērošanas stacijas vadītājs K. Lapuška.

ticies arī ar Padomju Latvijas astronomiem (A. Alksni, A. Balklavu, I. Daubi). LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijas astronomiem viņš sniedzis vairākas rakstveida konsultācijas un apmainījies ar zinātnisko literatūru. 1975./76. mācību gadā S. Vasiļevskis bija viesprofesors Leidenes universitātē Holandē, kur lasīja lekcijas studentiem un vadīja zinātniskās pētniecības darbu zvaigžņu paralaksu noteikšanā.

Rīgā profesors S. Vasiļevskis ar dzīves biedri ieradās no Holandes 1. jūlijā.

S. Vasiļevskis iepazinās ar Latvijas Valsts universitātes Astronomiskās observatorijas novērošanas bāzi Vilpa ielā (LVU Botāniskā dārza teritorijā), kur paskaidrojumus sniedza profesors K. Steins un vecākais zinātniskais līdzstrādnieks ZMP novērošanas stacijas vadītājs K. Lapuška.

Profesors S. Vasiļevskis piedalījās LVU Astronomiskās observatorijas seminārā, kur nolasīja interesantu referātu. Nodarbojoties Lika observatorijā ar zvaigžņu īpatnējo kustību un paralaksu sistemātisku noteikšanu pēc zvaigžņu fotogrāfijām, viņam radās ideja par automātiskas fotoplašu mērīšanas mašīnas konstruēšanu. Kad šī mašīna bija izstrādāta, tā kādu laiku bija pasaulē vienīgā šāda iekārta. Vēlākos gados radās citas līdzīgas iekārtas, piemēram, populārā «GALAXY», kas konstruēta Skotijā, Edinburgas observatorijā. Ar šī tipa mašīnu profesors S. Vasiļevskis strādājis jaunajā Grinīčas observatorijā (Herstmonse). Referātā viņš analizēja abu šo mašīnu un citu līdzīgu iekārtu priekšrocības un trūkumus. Pēc referāta Latvijas astronomiem radās daudz jautājumu un izraisījās dzīvas debātes, jo arī Rīgas astronomi interesējās par automātisku sistēmu ieviešanu astrometrijā.

S. Vasiļevskis savā laikā mācījies un nodarbojies arī ar ģeodēziju. Tāpēc ļoti interesanta, abām pusēm noderīga sastapšanās notika Rīgas Politehniskā institūta Ģeodēzijas laboratorijā. J. Klētnieks iepazīstināja viesi ne vien ar laboratoriju, bet arī ar Rīgas ievērojamā arhitektūras pieminekļa — Pētera baznīcas iekšieni un torni. Mūsu republikas ģeodēzisti J. Klētnieka vadībā aktīvi piedalās Pētera baznīcas atjaunošanā, bet S. Vasiļevskis savukārt pirms vairāk nekā četrdesmit gadiem vecajā koka tornī arī veicis ģeodēziskus novērojumus.

8. jūlija rīta stundā viesi devās atpakaļ uz Holandi.

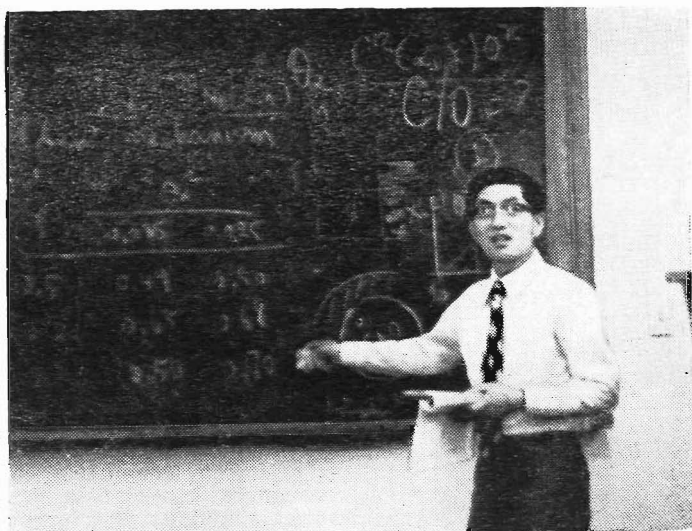
I. Daube, M. Dirīķis

PIE MUMS VIESOJAS JAPĀŅU ASTRONOMS D. SUGIMOTO

Saskaņā ar līgumu par zinātnisko sadarbību starp PSRS un Japānu no 1976. gada 30. jūnija līdz 23. augustam Padomju Savienībā strādāja Tokijas universitātes profesors, pazīstams astrofizikis teorētiķis D. Sugimoto. Viņa intereses galvenokārt saistījās ar tiem darbiem, ko veic Maskavas astrofizikā, tāpēc arī gandrīz visu laiku viņš pavadīja Maskavā, PSRS ZA Astronomiskajā padomē. Tomēr prof. D. Sugimoto izteica vēlēšanos iepazīties arī ar citu observatoriju astronomiem un viņu darbiem.

Rīgā prof. D. Sugimoto ieradās no Tallinas, kur trīs dienas strādāja ar Igaunijas astronomiem. Rīgā D. Sugimoto atradās no 28. jūlija līdz 1. augustam, kad aizbrauca uz Simferopoli, uz Krimas astrofizikas observatoriju. Divas nedēļas iepriekš D. Sugimoto atsūtīja mums četru referātu nosaukumus, ko viņš varētu nolasīt Rīgā. Mēs izvēlējāmies divus, kas bija tieši saistīti ar pētījumiem LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijā. 29. jūlijā tika nolasīts referāts «Masas ātrās akrcēcijas ietekme uz galvenās secības zvaigžņu iekšējo uzbūvi» un 30. jūlijā — «Hēlija degšanas slāņa termiskās pulsācijas un oglekļa zvaigžņu daba». Profesors lasīja referātus angļu valodā, tos klausījās Radioastrofizikas observatorijas un Latvijas Valsts universitātes Astronomiskās observatorijas darbinieki, kā arī studenti no Sverdlovskas un Ļeņingradas, kuri atradās praksē Radioastrofizikas observatorijā. Referāti, kas izraisīja lielu interesi, tika ilustrēti ar daudziem diapozitīviem, saturēja kā visas problēmas pārskatu, tā arī paša profesora un viņa grupas darba pēdējos rezultātus.

Pirmajā referātā D. Sugimoto pastāstīja par masas ātro akrcēciju uz zvaigznes, kas var būt gadījumā, ja ciešajā dubultsistēmā masa tiek pārnesta no vienas komponentes uz otru. Bieži atsaucoties uz darbiem, ko veic Astronomiskajā padomē, D. Sugimoto norādīja, ka tad, ja akrcēcijas ātrums ir ļoti liels (līdz $5 \cdot 10^{-3} M_{\odot}/\text{gadā}$), zvaigznes rādiuss ārkārtīgi ātri aug, dubultsistēma pārvēršas par kontakta sistēmu (abas zvaigznes aizpilda Roša ekvipotenciālo virsmu). Tas neļauj sekundārajai komponentei piesavināt vielu, ko zaudē primārā (masīvākā) komponente. Viela paliek kādu laiku telpā ap zvaigznēm, līdz dubultsistēma šo vielu, kā arī daļu no sava ro-



1. att. Referē profesors D. Sugimoto.

tācijas leņķiskā momenta zaudē. Jautājums par sistēmas leņķiskā momenta samazināšanos ir īpaši interesants, jo, izrādās, ka, pieņemot to par nemainīgu, ir ļoti grūti teorētiski izskaidrot rentgenavotus dubultsistēmās. Atbildot uz mūsu jautājumiem, D. Sugimoto teica, ka, ja uz zvaigznes krīt viela ar mainīgu ķīmisko sastāvu, tas var izraisīt zvaigžņu dažādu slāņu sajaukšanos. Atbildot uz kādu citu jautājumu, profesors izteica domu, ka dubultsistēmā, notiekot sekundārai masas pārnesšanai no vienas komponentes uz otru, var izraisīties novas vai pārnovas uzliesmojums. Ja akrecijas ātrums liels — uzliesmo nova, ja mazs — pārnova.

Pirmais referāts interesēja zvaigžņu iekšējās uzbūves un evolūcijas pētniekus, bet otrs tieši saistījās ar Radioastrofizikas observatorijas darba tematiku, proti, ar oglekļa zvaigžņu dabu un evolūciju. Tajā tika aplūkoti mehānismi, ar kuru palīdzību ogleklis un S elementi, kas rodas oglekļa—skābekļa kodolā hēlija degšanas rezultātā, var nonākt zvaigznes virsmā. Ar tiešiem evolūcijas aprēķiniem pašlaik izdodas izskaidrot tikai ļoti liela spožuma ($M_{bol} = -6^m$) oglekļa zvaigznes. Lai izskaidrotu mazāk spožo oglekļa zvaigžņu

dabu, pašlaik ir nepieciešami diezgan mākslīgi pieņēmumi. ASV astrofizikis J. Skeilo pieņēma, ka ūdeņraža degšanas kodolreakciju ātrums ir 2000 reizu lielāks par pašlaik pieņemto. Japāņu astronomi meklēja citus izskaidrojumus. Viņi pieļāva, ka hēlija degšanas slāņa uzliesmojumu ilgums ir daudz lielāks, nekā tas izriet no aprēķiniem. Un vēl viena iespēja — oglekļa zvaigznes var rasties dubultsistēmā masas pārnesšanas rezultātā no vienas komponentes uz otru.

Pēc referātiem prof. D. Sugimoto ar mūsu astronomiem notika plaša diskusija. Tajā tika runāts ne tikai par šauriem zinātniskiem jautājumiem, kas ir saistīti ar mūsu darbu, bet arī vispār par zinātnes, it īpaši astronomijas, attīstību Latvijā un Japānā.

Pēc atgriešanās Maskavā prof. D. Sugimoto atsūtīja vēstuli, kurā pateicās latviešu kolēģiem ne tikai par to, ka mēs iepazīstinājām viņu ar astronomijas sasniegumiem mūsu republikā, bet arī par to, ka viņam tika dota plaša iespēja iepazīties ar Rīgu un tās kultūras dzīvi.

J. Francmanis

V. BRANTU PIEMINOT



Valters Brants
(1907—1976)

1976. gada 9. aprīlī miris Valters Brants — P. Sternberga Valsts Astronomijas institūta laika dienesta (Apvienotais Maskavas laika dienests) vadītājs, viens no vadošajiem padomju astrometriem, ievērojams fotoelektriskās zvaigžņu tranzītmomentu reģistrācijas metodes pilnveidotājs.

Ar Rīgas laika dienesta darbiniekiem V. Brantam pēdējos 20 gados ir bijusi visciešākā interešu kopība un radoša sadarbība. Tā iesākusies, gatavojoties Starptautiskā Ģeofiziskā gada (1957—1958) programmas izpildei, kad LVU laika dienests Maskavā pasūta fotoelektrisko iekārtu pēc V. Branta shēmas. Daudz vērtīgu padomu ridzinieki guvuši no nelaiķa fotoelektriskās metodes apgušanas periodā. Pēdējos gados V. Brants ar lielu interesi seko visiem tehniskiem jaunievedumiem mūsu laika die-

nestā. Viņš ir bijis visai atzinīgs oponents kandidātu disertāciju aizstāvēšanā par tēmām, kas izstrādātas LVU laika dienestā (L. Rozem, M. Ogriņam). Zinātnieks, tiekoties ar Rīgas kolēģiem, arvien dalījās savos uzskatos un jaunākajās atziņās par kopīgi risināmām problēmām. Vēl pēdējā pavasarī viņam ar Rīgu korespondencēs rit interesanta diskusija, kas negaidīti pārtrūkst...

V. Brants bija erudīts plaša profila astrometristis, apveltīts ar lielu neatlaidību un dotībām organizatora darbībā. Viņa būtiskākie zinātniskā darba veikumi pirmām kārtām saistīti ar Pulkovas profesora N. Pavlova radītās fotoelektriskās zvaigžņu tranzītmomentu reģistrācijas metodes tālāku pilnveidošanu un novērojumu precizitātes celšanu. V. Brants daudz devis šī virziena instrumentu būvniecībā un attiecīgu teoriju izveidošanā. Viņš pirmais ir izmantojis fotoelektrisku pasāžinstrumentu observatoriju garumu starpību noteikšanā. Liela vēriba viņa vadītajos laika dienestos (Centrālajā Ģeodēzijas, aerouzņēmības un kartogrāfijas zinātniskās pētniecības institūtā, vēlāk P. Sternberga Valsts Astronomijas institūtā) arvien pievērsta dažādiem paliginstrumentiem un novērošanas metodes uzlabojumiem. Gluži pārsteidzoši, ka it kā tipiskam astrometristam praktiķim viņa spalvai pieder arī tīri teorētiska rakstura darbi par relativitātes teorijas efektu ietekmi astrometriskos novērojumos un par nullā meridiāna viennozīmīgas definīcijas realizāciju.

V. Branta pēdējais nozīmīgākais organizatoriskais veikums bija iniciatīva starptautiskas apspriedes sagatavošanā par fotoelektrisko novērošanas metodi (Maskavā 1976. gada 6.—8. jūl.), kuras katrā sēdē varēja just viņa lomu un ietekmi, bet kurā viņam pašam vairs nebija lemts piedalīties.

Rīgas astrometristu atmiņā Valters Brants arvien paliks kā ļoti sirsnīgs, atsaucīgs, izpalīdzīgs, ar dziļu interesi apveltīts zinātnieks un neparasti vienkāršs cilvēks.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1977. GADA PAVASARĪ

ZVAIGZNES

1977. gada astronomiskais pavasaris sākas 20. martā pl. 20st42^m pēc Maskavas laika. Par pavasara sākumu astronomijā uzskata to brīdi, kad Saule nonāk t. s. pavasara punktā, kas ir viens no ekliptikas un ekvatora krustpunktiem. Pavasara punktu apzīmē ar Auna zvaigznāja zīmi Υ , jo tajā laikā, kad radās zodiaka zīmes, tas atradās Auna zvaigznājā. Tagad Zemes ass precesijas dēļ pavasara punkts ir pārvietojies uz Zivju zvaigznāju, bet apzīmējums ir palicis tas pats. Pie debesīm šis punkts ne ar ko nav apzīmēts, spožu zvaigžņu tā tuvumā nav, tomēr astronomijā tam ir ļoti liela nozīme, jo no pavasara punkta skaita vienu no debess ekvatoriālajām koordinātēm — rektascensiju, gluži tāpat kā no Grīničas skaita vietas ģeogrāfisko garumu uz Zemes.

Pavasara debesis rotā trīs ļoti seni zvaigznāji, kurus saista sengrieķu teikas par Heraklu un tā varoņdarbiem. Tie ir Lauva, Vēzis un Hidra.

Lauvas zvaigznājā senie grieķi ir iemūžinājuši Nemejas lauvu, kuru Herakls uzveica savā pirmajā varoņdarbā, kad tas kalpoja pie Mikēnu valdnieka Eiristeja. Lauva bija iemītinājies milzīgā alā Nemejas pils tuvumā un apdraudēja visu apkārtni. Lauvas āda bija tik bieža, ka pat dzelzs bultas nenodarija tam ne mazākā ļaunuma, tāpēc Herakls to apdullināja ar milnu un pēc tam nožņaudza. Atminai par šo varoņdarbu Herakls nodibināja Nemejas sporta spēles, kas tika rīkotas Nemejas ielejā ik pēc diviem gadiem.

Pie pavasara debesīm ir redzams arī Herakla otrā varoņdarba upuris — Lernes hidra. Tā bija apmetusies plašajos purvos, kas stiepās gar Lernes ciematu netālu no Argolīdas līča, uzbruka garāmgājējiem un ganāmpulkiem, izpostīja apkārtējos laukus. Hidrai bija čūskas ķermenis un deviņas galvas, no kurām viena, vidējā, bija nemirstīga. Izvilinājis hidru no purva, Herakls ar asu zobenu sāka cirst nost tai galvas, taču katras nocirstās vietā izauga vairākas jaunas, un hidra kļuva vēl spēcīgāka. No purva hidrai palīgā izrāpās milzīgs vēzis un sāpīgi knieba Heraklam kājās. Herakls samina to ar papēdi. Tad viņš aizdedzināja tuvējo mežu un pēc katras galvas nociršanas piededzināja rētu ar degošu koku. Nu galvas vairs neauga, un hidra bija uzvarēta. Nemirstīgo galvu Herakls ieraka dziļi zemē un uzvēla virsū smagu klinčs blūķi. Nezvēra žultī varonis saindēja savas bultas. No tā laika viņa bultu rētas nekad nesadzija. Zeva sieva Hēra aiz greizsirdības uz Herakla māti Alkmēni ārkārtīgi neieredzēja Heraklu un, viņam par spīti, uznesa lauvu, hidru un vēzi debesis.

Par Vēža zvaigznāju ir zināma arī cita teika. Kādreiz Zevs dzinies pakaļ jaukai nimfai, bet nekā to nevarējis panākt. Tam palīgā nācis vēzis, kas noķēris nimfu savās spilēs un turējis tik ilgi, līdz piesteidzies Zevs. Par šo palīdzību debesu valdnieks vēzi uznesis debesis.

Arī par hidru ir zināma cita teika, kurā tā saistīta ar Kraukli un Kausu, kas pie debesīm atrodas tai blakus. Apolons pavēlējis krauklim



1. att. Lisips. Herakla cīņa ar Nemejas lauvu (4. gs. pirms m. ē.).

atnest no avota ūdeni. Tas ceļā noguris, nometies viġes kokā atpūsties un aizmidzis. Pēc pamošanās krauklis gribējis pamieļoties ar viġēm, bet tās bijušas vēl zaļas. Nācies gaidīt vairākas dienas, līdz viġes nogatavojušās. Lai attaisnotu nokavēšanos, krauklis mēģinājis iestāstīt Apolonam, ka deviņgalvainā hidra to nesot laidusi pie avota. Sadusmotais Apolons visus trīs vainīgos — kraukli, kausu un hidru uznesis debesīs, kur tie redzami vēl šodien. Arī ūdens saņēmis sodu — tam ik gadus ziemā jāsasalst, un tas drikst atkust tikai tad, kad viġes kokam parādās pumpuri.

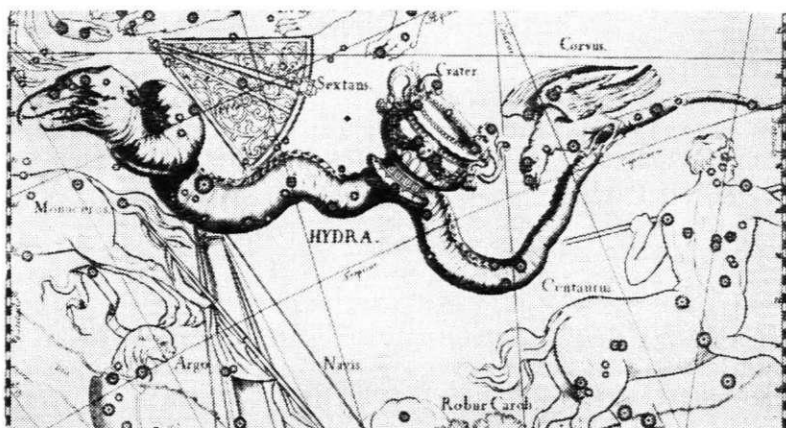
Hidra ir visgarākais zvaigžņotās debess zvaigznājs. Tās galva paceļas virs ekvatora pie Vēža zvaigznāja pa labi no Lauvas spožākās zvaigznes Regula, bet ķermenis stiepjas zem ekvatora līdz pat Svaru zvaigznājam 108° garā lokā. Vienīgā spožā zvaigzne šajā zvaigznājā ir α jeb Alfars. Tās redzamais spožums ir $2^m,16$. Zvaigzne meklējama uz dienvidrietumiem no Regula. Visas pārējās Hidras zvaigznes ir vājākas par

4. zvaigžņu lielumu un gaišajās pavasara naktīs praktiski nav saskatāmas. Hidrai uz muguras novietojušies Krauklis un Kausis. Kraukļa četras spožākās zvaigznes veido samērā labi saskatāmu četrstūri uz dienvidrietumiem no Jaunavas spožākās zvaigznes Spikas. Neviena no tām nav spožāka par 3. zvaigžņu lielumu. Arī Kausa zvaigznāja raksturīgā figūra ir četrstūris, tikai to veidojošās zvaigznes ir vēl vājākas.

Sīkākas ziņas par galvenajiem pavasara zvaigznājiem un spožākajām zvaigznēm atrodamas «Zvaigžņotās debess» 1975. gada pavasara un 1976. gada pavasara numuros.

PLANĒTAS

Merkurs 10. aprīli atrodas vislielākajā austrumu elongācijā, tāpēc gandrīz līdz mēneša beigām ir saskatāms rietumos pēc Saules rieta Auna zvaigznājā. 30. aprīli tas nonāk apakšējā konjunkcijā ar Sauli un vairs nav redzams. Visus pārējos pavasara mēnešos *Merkurs* nav novērojams, jo vislielākās rietumu elongācijas laikā 27. maijā tas lec gandrīz vienlaikus ar Sauli, bet 30. jūnijā nonāk augšējā konjunkcijā ar Sauli.



2. att. Hidra, Kauss un Krauklis J. Hevēlija zvaigžņu atlantā.

Venēra 6. aprīlī nonāk konjunktijā ar Sauli, tāpēc dažas dienas iepriekš saskatāma tālskatī kā augošs Mēness šaura sirpja izskatā Auna zvaigznājā. Pēc konjunktijas tā mūsu ģeogrāfiskā platumā visu pavasari vairs nav redzama, jo atrodas pārāk tuvu apvārsnim. 15. jūnijā tā nonāk vislielākajā rietumu elongācijā, bet tāpat paliek neredzama.

Mars visu pavasari nav redzams.

Jupiters 4. jūnijā atrodas konjunktijā ar Sauli, tāpēc redzams tikai aprīlī vakaros Vērša zvaigznājā un maija sākumā zemu pie apvāršņa.

Saturns pavasara sākumā redzams nakts pirmajā pusē, bet pavasara beigās tikai no vakara Vēža zvaigznājā.

Urāns novērojams visu nakti Svaru zvaigznājā, jo 30. aprīlī tas nonāk opozīcijā ar Sauli.

MĒNESS

Mēness fāzes pavasarī:

☾ (pirmais ceturksnis)

28. martā pl. 1st27^m

26. aprīlī „ 17 43

26. maijā „ 6 21

24. jūnijā „ 15 45

☾ (pēdējais ceturksnis)

10. aprīlī pl. 22st15^m

10. maijā „ 7 09

8. jūnijā „ 18 08

8. jūlijā „ 7 39

☾ (pilns Mēness)

4. aprīlī pl. 7st10^m

3. maijā „ 16 04

1. jūnijā „ 23 32

1. jūlijā „ 6 25

☽ (jauns Mēness)

19. martā pl. 21st33^m

18. aprīlī „ 13 36

18. maijā „ 5 52

16. jūnijā „ 21 24

APTUMSUMI

Daļējs Mēness aptumsums 4. aprīlī redzams Amerikā, Grenlandē, Atlantijas okeānā, Antarktīdā, Klusā okeāna austrumu daļā un Eiropas un Āfrikas rietumu daļā. Latvijā redzams tikai pats aptumsuma sākums īsi pirms Mēness rieta:

| | |
|---------------------------|--|
| daļējā aptumsuma sākums | pl. 6 st 30 ^m ,1 |
| vislielākās fāzes moments | „ 7 18 ,3 |
| daļējā aptumsuma beigas | „ 8 06 ,4 |

Vislielākā fāze ir tikai 0,199.

Gredzenveidīgs Saules aptumsums 18. aprīlī redzams Āfrikā, Atlantijas un Indijas okeānā, bet kā daļējs — arī Dienvidamerikas austrumdaļā, Āzijas dienviddaļā un Antarktīdā. Latvijā nav redzams.

Ā. Alksne



Kārlis Frīdrihs Gaus.
(1777—1855)

LU bibliotēka



220062554

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ВЕСНА 1977 ГОДА

Издательство «Зинатне», Рига 1977. На латышском языке

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 1977. GADA PAVASARIS

ИБ № 224

Redaktore *I. Ambaine*. Māksl. redaktors *V. Zirdziņš*. Tehn. redaktore *I. Štokmane*. Korektore *R. Smeile*. Nodota salikšanai 1976. g. 30. novembrī. Parakstīta iespiešanai 1977. g. 18. februārī. Tipogrāfijas papīrs Nr. 1. Papīra formāts 70×90/16. 4,50 fiz. iespiedl.; 5,27 uzsk. iespiedl.; 5,90 izdevn. l. Metiens 2000 eks. JT 06055. Maksā 19 kap. Izdevniecība «Zinātne» Rīgā, Turgeņeva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Ministru Padomes Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Apvienotajā veidlapu uzņēmumā Rīgā, Gorkija ielā 6. Pasūt. Nr. 4036.

