

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1978./79. GADA
ZIEMA



Vāku 1. lpp. Sudrabainie mākoņi 1978. gada 23./24. jūnija naktī Daugavpils rajonā Sventes ezera austrumu krastā. *L. Garkuļa foto.*

Vāku 4. lpp. Kavalūras observatorijas (Indija) līdzstrādnieki uzstāda atstarotāju — merķi lazera tālmēra kalibrēšanai.

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

Publicēts saskaņā ar Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Redakciju un izdevumu padomes 1978. gada 16. novembra lēmumu.



R Ī G A

«Z I N Ā T Ņ E»

1 9 7 8



IZNĀK KOPŠ 1958. GADA SEPTEMBRA

A. BALKLAVS

«SLEPTĀS MASAS» KRĀJUMUS MEKLĒJOT

Ļoti svarīga, var pat teikt, fundamentāla, astronomijas problēma ir jautājums par Metagalaktikā vai pat visā Visumā izklidētās matērijas daudzumu. Tā, piemēram, ir labi zināms, ka šis daudzums nosaka matērijas vidējo blīvumu, bet tas savukārt Metagalaktikas telplaika struktūru, to, vai Metagalaktika ir slēgta vai vaļēja, vai pašreiz vērojamā Metagalaktikas izplešanās turpināsies bezgalīgi vai arī to kādreiz nomainīs saraušanās utt. Tas tāpat ir gan viens no kritērijiem, kas ļauj starp daudzveidīgajiem līdz šim izstrādātajiem loģiski pieļaujamajiem kosmoloģiskajiem modeļiem piemeklēt īstenībai visatbilstošāko, gan arī viens no izejas punktiem tādu īstenībai atbilstošu kosmoloģisko modeļu konstruēšanai, kurus pētīt mēs gūstam zināšanas par Metagalaktiku, tās evolūcijas gaitu un likumsakarībām kā tālā pagātnē, tā arī tālā nākotnē.

Vēl samērā nesen šīs masas novērtējumi pamatojās galvenokārt uz tādu vizuāli reģistrējamu kosmisko objektu kā pietiekami spožu zvaigžņu un galaktiku, resp., galaktikās ietilpstošo, elektromagnētiskā starojuma optiskajā diapazonā novērojamo zvaigžņu un miglāju masas pētījumiem un aprēķiniem. Šie pētījumi un aprēķini, kas balstījās arī uz zināmiem pieņēmumiem, ļāva secināt, ka zvaigznēs, t. i., Metagalaktikā ietilpstošo galaktiku zvaigznēs,¹ ir koncentrēta ap 10^{54} g liela masa. Novērtējot novērojumiem pieejamā Visuma jeb Metagalaktikas izmērus ap $2 \cdot 10^{10}$ gg. $\approx 2 \cdot 10^{28}$ cm, iegūstam matērijas vidējā blīvuma $\bar{\rho}$ vērtību ap 10^{-31} g/cm³, kas ir daudz mazāk par $\rho_0 = 6 \cdot 10^{-30}$ g/cm³, pie kuras, kā rāda vispārīgās relativitātes teorijas vienādojuma analīze, Metagalaktika kļūst noslēgta².

¹ Šo kopējo Metagalaktikā ietilpstošo zvaigžņu skaitu vērtē ap 10^{21} .

² ρ_0 — tā saucamā kritiskā blīvuma vērtība pašreizējā momentā.

Jaunu astronomisko instrumentu un jaunu pētišanas metožu izstrādāšanas un ieviešanas gaitā atklājās, ka bez zvaigznēs koncentrētās matērijas Galaktikā un tādā arī citās galaktikās un starpgalaktiku telpā ir izklidēti lieli tā saucamās difūzās matērijas daudzumi. Šo difūzo matēriju veido starpzvaigžņu un starpgalaktiku gāzes un putekļu daļiņas un veseli šo daļiņu mākoņi. Ņemot vērā milzīgos attālumus, kādi šķir vienu zvaigzni no otras galaktikās un vienu galaktiku no otras Metagalaktikā, kļūst skaidrs, ka pat pavisam neliela šīs difūzās matērijas koncentrācija var būtiski izmainīt Metagalaktikā izklidētās matērijas masas un līdz ar to arī vidējā blīvuma $\bar{\rho}$ novērtējumu.

Pēc pašreizējiem priekšstatiem, starpzvaigžņu un starpgalaktiku gāze, kas sastāv galvenokārt no ūdeņraža un hēlija, ir zvaigžņu un galaktiku veidošanās procesa atliekas, pārpalikums, kas nav paspējis vai arī kam vēl nav bijis iespējams koncentrēties zvaigznēs un galaktikās, jo nav bijuši tam nepieciešamie fizikālie apstākļi. Daļu šīs starpzvaigžņu gāzes veido arī no zvaigžņu atmosfērām izplūstošā un izmestā gāze, kuras sastāvs var atšķirties no pirmatnējā gāzu sastāva, kāds tas bija, rodoties pirmajai zvaigžņu paaudzei.

Starpzvaigžņu putekļu daļiņas un mākoņi, kas izraisa pazīstamo zvaigžņu krāsas izmaiņas, t. s. nosarkšanas parādību, pēc pašreizējiem novērtējumiem, sastāda tikai apmēram 1% no starpzvaigžņu vides masas. Šo putekļu daļiņu kodoli veidojas zvaigžņu atmosfērās, no kurienes gan starojuma spiediens, gan gāzu plūsmas un citi aktivitātes procesi tos iznes starpzvaigžņu telpā. Starpgalaktiku putekļu koncentrācija ir ārkārtīgi maza. Par to liecina fakts, ka netiek novērota galaktiku «nosarkšana» — analogi zvaigžņu «nosarkšanai», bet tas savukārt apstiprina domu, ka kosmiskie putekļi ir galvenokārt zvaigžņu darbības produkts.

Uz jautājumu par starpzvaigžņu un it īpaši starpgalaktiku gāzes koncentrāciju dažādi zinātnieki dod stipri atšķirīgas atbildes, kas norāda uz vēl ļoti lielajām grūtībām šīs problēmas risināšanā un pietiekami jutīgu metožu trūkumu niecīgo gāzes koncentrāciju noteikšanā. Pat attiecībā uz mūsu pašu Galaktiku un tās starpzvaigžņu vidi nevar sacīt, ka tā ir pietiekami labi izpētīta. Tā, piemēram, nemaz nerunājot par tādu zināmā mērā eksotisku objektu kā balto un sarkano punduru, neitronu zvaigžņu un melno caurumu patieso skaitu mūsu Galaktikā, vēl joprojām ļoti neskaidrs ir jautājums par mazas masas zvaigznēm ($M < 0,01 M_{\odot}$ — $0,1 M_{\odot}$), kuru skaits pēc dažiem apsvērumiem var būt ļoti liels, bet kuras savu niecīgo spožumu dēļ ir ļoti grūti novērojamas.

Mūsu Galaktikas starpzvaigžņu vides pētījumi rāda, ka tā ir ļoti neviendabīga. Te sastop gan samērā blīvus gāzu un putekļu mākoņus, kuros gāzu un putekļu blīvums ir noteikts diezgan precīzi un var pārsniegt 10^{-20} g/cm³, gan apgabalus, kuros šo blīvumu vērtē mazāku par 10^{-26} g/cm³, kā tas ir, piemēram, tālu no Galaktikas plaknes. Kāda tieši ir šīs ārpusplaknes apgabalos izklidētās matērijas koncentrācija un vidējā blīvuma vērtība, to pagaidām pateikt nevar, tomēr domājams, ka tā nevar būtiski izmainīt Galaktikas vidējā, t. i., pa Galaktikas aizņemto tilpumu vienmērīgi izklidētās vielas blīvuma lielumu, ko pašlaik vērtē ap $2 \cdot 10^{-24}$ g/cm³.

Vislielākās neskaidribas tomēr saistās ar starpgalaktiku vidē izkliedētās matērijas koncentrācijas noteikšanu, kas, kā jau teikts, var visbūtiskāk izmainīt Metagalaktikā izkliedētās matērijas vidējā blīvuma novērtējumu, ņemot vērā milzīgos attālumus, kas šķir vienu galaktiku no otras un līdz ar to kolosālos tilpumus, kādus aizņem no galaktikām brīvā telpa.

Visas šīs neskaidribas — balto un sarkano punduru, neitronu zvaigžņu, melno caurumu, mazas masas zvaigžņu u. c. neredzamu jeb faktiski grūti konstatējamu objektu daudzums, starpzvaigžņu matērijas sadalījums un koncentrācija mūsu un citās galaktikās, mūsu un citu galaktiku koronu sastāvs un koncentrācija, pie kurām raksta nelielā apjoma dēļ nav iespējams tuvāk pakavēties, starpgalaktiskās vides blīvums un kosmisko, tai skaitā relikto neitrino koncentrācija veido veselu problēmu, tā saucamās slēptās masas problēmu un šīs masas meklējumus.

Uz to, ka galaktikās vai starpgalaktiku telpā var būt slēpti lieli un pat ļoti lieli masas daudzumi, kas var daudzkārt pārsniegt tās galaktiku masas vērtības, kādas izriet no šo galaktiku spožuma novērtējumiem, kurus, kā viegli saprast, nosaka summārais zvaigžņu spožums attiecīgajā galaktikā, norāda vairāki faktori. Visvairāk izpētītais un zināmais no tiem ir masas paradokss, proti, nesakrītība starp novērojamo un tā dēvēto galaktiku dinamisko masu, ko aprēķina, izmantojot gravitācijas likumu un balstoties uz galaktiku sistēmu — dubultgalaktiku un galaktiku kopu stabilitātes pētījumiem. Aprēķini rāda, ka šī dinamiskā masa, kurā ietilpst arī neredzamā, pašās galaktikās vai to apkārtnēs slēptā masa, kas nodrošina galaktiku sistēmu un kopu stabilitāti, saturot tās kopā un neļaujot galaktikām izklīst, ir tik liela, ka redzamā masa ir tikai apmēram 10% no tās.

Kā otru faktoru te var minēt amerikāņu astronomu Ž. de Vokulēra, H. Ārpa, F. Bertolla u. c. atklātās galaktiku koronas un pētījumus par iespējamām šo koronu masu vērtībām.

Trešais faktors, kas norāda uz «slēptajām masām», ir igauņu astronoma J. Einasto vadītās padomju astronomu grupas 1974. gadā atklātās hipergalaktikas, kuru eksistenci vēlāk apstiprināja arī amerikāņu astrofiziku Dž. Ostraikera, P. Piblsa, A. Jahila pētījumi³, kas arī lika izdarīt secinājumu par masīvu koronu pastāvēšanu ap mūsu un citām galaktikām.

Jāatzīmē tomēr ļoti interesantie rezultāti, ko 1977. gadā žurnālā «Nature» (269. laid., 395. lpp.) publicējuši divi amerikāņu astrofiziki S. Vaitss un N. Šārpss. Viņi ar skaitliska eksperimenta palīdzību pētīja galaktiku mijiedarbību, ko izraisa savstarpējās pievilksnās (paísuma) spēki. Šie eksperimenti parādīja, ka paísuma efekta loma ļoti strauji pieaug, ja galaktiku koronas ir masīvas. Izrādās, ka pie noteiktām dažu parametru vērtībām (masu sadalījums galaktikās un to koronās, galaktiku un to koronu izmēri, attālumi starp galaktikām u. c.) ir iespējami gadījumi, kad, piemēram, divas galaktikas saplūst kopā laikā, kas mazāks nekā viens savstarpējā apriņķojuma periods.

Analizējot datus par 59 reāliem galaktiku pāriem, viņi konstatēja, ka Metagalaktikas eksistences laikā šo pāru komponentes ir izdarījušas vidēji

³ Skat. A. Balklava rakstu «Apspriede «Slēptā masa Visumā»». — «Zvaigžņotā debess», 1975. gada rudens, 23.—27. lpp.

ap 13 apgriezieniem viena ap otru un līdz ar to bija jāsecina, ka vienu galaktiku skaitam vajadzētu vismaz 10 reizes pārsniegt dubultgalaktiku skaitu, ja vien, protams, galaktikas ir ar tik masīvām koronām, kā tas izriet no padomju astrofiziķu J. Einasto, E. Sāra, A. Kāsika, A. Čerņina un amerikāņu astrofiziķu Dž. Ostraikera, P. Piblsa un A. Jahila pētījumiem. Taču šis secinājums ir krasā pretrunā ar pašreiz astronomu rīcībā esošo novērojumu datu materiālu. Tātad S. Vaits un N. Šārps ir ieguvuši argumentus, kas runā pretim secinājumiem par masīvu galaktiku koronu eksistenci un stipri ierobežo kā šo koronu izmērus, tā arī tajās koncentrēto masu vērtības. Paradoksāli ir tas, ka abi šie pretrunīgie secinājumi faktiski balstās uz vieniem un tiem pašiem — galaktiku dinamikas pētījumiem.

Uz starpgalaktiku vides iespējamo lielo blīvumu norāda arī holandiešu radioastronomu veiktie jauna tipa radiogalaktikas NGC 1265 pētījumi⁴, no kuriem izrietēja, ka šīs vides blīvums var sasniegt 10^{-28} g/cm³ lielu vērtību, t. i., vairāk nekā 10 reizes pārsniegt kritiskā blīvuma q_0 vērtību pašreizējā momentā. Jāatzīmē gan, ka šajā gadījumā paliek atklāts jautājums par šīs vides blīvuma sadalījuma īpatnībām, jo nav izslēgts, ka starpgalaktiku vide nav viendabīga un ka šādi paaugstinātai starpgalaktiku matērijas koncentrācijai ir lokāls raksturs, resp., tāds tas ir tikai dažu radiogalaktiku kā, piemēram, radiogalaktikas NGC 1265, apkārtnē.

Pēdējos gados astronomu rīcībā ir nonākuši jauni dati, kas ne tikai papildina informāciju par starpgalaktiku telpā slēpto masu, bet arī ļauj izdarīt zināmus secinājumus par dažu tās sastāvdaļu fizikālo dabu. Tādus datus, piemēram, ir devusi jaunā astronomijas nozare — rentgenstaru astronomija, interpretējot rezultātus, kādi gūti, galaktiku superkopu (galaktiku kopu kopu) rentgenstarojumu novērojot ar pavadoni «Explorer-42» uzstādītās aparatūras palīdzību. Aprēķini rādīja, ka reģistrēto augsto superkopu rentgenstarojuma līmeni nevar izskaidrot ne ar summāro starojumu, ko var dot diskrētie kosmiskā rentgenstarojuma avoti kopu atsevišķās galaktikās, ne arī ar atsevišķo kopu — superkopas locekļu — kopējo rentgenstarojumu. Tālākā analīze liecināja, ka nepieciešamo saskaņu ar novērojumiem var panākt, piemēram, pieņemot, ka telpa starpgalaktikām superkopā ir aizpildīta ar ļoti retiņātu un karstu gāzi, galvenokārt kosmoloģiskas izcelsmes ūdeņradi un hēliju. Balstoties uz šādu pieņēmumu, var savukārt noteikt šīs gāzes temperatūru un kopējo masu. Izrādās, ka šīs gāzes temperatūrai ir jābūt dažus desmitus miljonu grādu lielai (tādēļ šī gāze kļūst redzama, resp., novērojama, tikai rentgenstaru diapazonā), bet kopējā masa var 5—10 reizes pārsniegt summāro visu superkopā ietilpstošo galaktiku masu.

Šāds masas daudzums ir pietiekams, lai sasaistītu kopā superkopas galaktiku kopas, kā arī lai noslēgtu Metagalaktiku. Taču ļoti grūti ir izskaidrot, kādā veidā šī gāze sakarst līdz dažus desmitus miljonu grādu augstām temperatūrām, kā tas izriet no postulāta, ka superkopās ir karsta starpgalaktiku gāze.

⁴ Skat. A. Balklava rakstu «Radiogalaktikas palīdz pētīt starpgalaktisko vidi». — «Zvaigžņotā debess», 1975. gada rudens, 11.—12. lpp.

Attiecībā uz neitrālā, t. i., nejonizētā, ūdeņraža koncentrāciju starpgalaktiku telpā jāteic, ka tā blīvums acīmredzot nevar pārsniegt 10^{-34} — 10^{-35} g/cm³, kas ir apmēram 10^3 — 10^4 reizes mazāk par pašreiz noteikto Metagalaktikas matērijas vidējo blīvumu. Šie rezultāti izriet no datiem par kvazāru ultravioleto starojumu, kurus 1965. gadā ieguva amerikāņu astrofizikā Dž. Ganns un L. Petersons, novērojot tolaik vienīgo zināmo pietiekami attālināto kvazāru 3C-9, un nesen, 1977. gadā, Dž. Hopkinsa universitātes (Baltimora, Merilendas štats, ASV) līdzstrādnieki A. Devidsons, V. Fāstlijs un Dž. Hārtigs ar raķetē uzstādītas ultravioleto starojumu reģistrējošas aparatūras palīdzību novērojot kvazāru 3C-273. Šie novērojumi rādīja, ka starpgalaktiku vides ietekme uz kvazāru ultravioletā starojuma izplatīšanos ir ļoti niecīga, un ļāva aprēķināt neitrālā ūdeņraža koncentrāciju, kas, kā jau atzīmēts, nevar pārsniegt 10^{-34} — 10^{-35} g/cm³.

Ļoti interesanti ir arī rezultāti, ko guvuši amerikāņu astronomi, Arizonas štata universitātes līdzstrādnieki R. Viljamss un R. Veimans ar Kitpīkas observatorijas 2,3 m teleskopa palīdzību novērojot kvazāru PHL-1222. Šo novērojumu mērķis bija iegūt informāciju par gāzu mākoņiem, kas atrodas starp kvazāru un Zemi un rada pazīstamās absorbcijas līnijas kvazāru spektros. R. Viljamss un R. Veimans rūpīgi izanalizēja kvazāra PHL-1222 spektra absorbcijas līnijas un šo līniju nobīdes Doplera efekta dēļ un konstatēja, ka starp vairākiem gāzu mākoņiem, kuri, kā parasti, attālinās no kvazāra, ir arī ļoti lielas masas gāzu mākonis, kas pārvietojas kvazāra virzienā ar ātrumu ap 2400 km/s. Izrādās, ka šādu kustību nevar izskaidrot ar vispārējo kosmoloģisko izplešanos. Tās cēlonim, ja vien kvazāra un gāzu mākoņa spektru sakrišana nav nejaušas projekcijas sekas, kas gan ir mazvarbūtīgi, ir jābūt lokāla, t. i., vietēja, rakstura gravitācijas spēkiem.

Šis secinājums ļauj noteikt, cik liela ir to kosmisko objektu kopējā masa, kas var radīt šādas gravitācijas spēkus un līdz ar to novērojamo mākoņa kustību. Šī masa, kā rāda attiecīgi aprēķini, ir vienāda ar veselas galaktiku kopas masu. Tā kā kvazāra masa nevar būt tik liela, tad atliek pieņemt, ka kvazārs un gāzes mākonis atrodas vienā galaktiku kopā, kuras gravitācijas lauks nosaka novērojamo gāzes mākoņa kustību.

Gāzes mākoņa spektra analīze ļāva secināt, ka gāzes mākonis ir auksts, bet tas nozīmē, ka šim mākonim ir jābūt attālinātam no intensīvi starojošā kvazāra ne mazāk kā par 300 000 parsekiem (tas apmēram 10 reizes pārsniedz mūsu Galaktikas diametru). Tātad ievērojama daļa «slēptās masas» galaktiku kopu ietvaros var eksistēt arī aukstas starpgalaktiku gāzes veidā un šī iespējāmība arī ir jāņem vērā, aplēšot «slēptās masas» daudzumu Metagalaktikā, kaut gan, kā jau iepriekš teikts, pētījumi par kvazāru ultravioletā starojuma izplatīšanos starpgalaktiskajā vidē liecina par ļoti niecīgu neitrālā ūdeņraža koncentrāciju tajā.

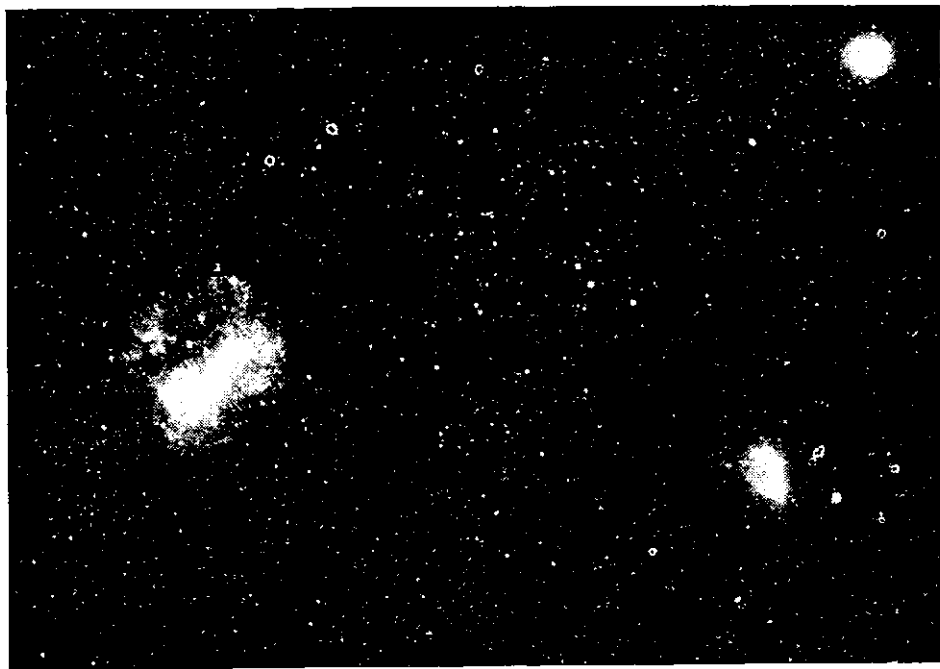
«Slēptās masas» un it sevišķi starpgalaktiku vides dažādo iespējamo komponentu meklējumi turpinās, jo, kā jau raksta sākumā uzsvērts, jautājumam par «slēptās masas» eksistences veidiem, daudzumu un koncentrāciju ir izšķirīga nozīme daudzu astrofizikālu, kosmogonisku un kosmoloģisku problēmu atrisināšanā.

MAGELĀNA MĀKOŅI UN OGLEKĻA ZVAIGZNES

Vissenāko zināmo aprakstu par Magelāna Mākoņu novērojumiem atstājis Antonio Pigafeta, kurš bija lielā portugāļu jūras braucēja Magelāna (Fernão de Magelhaes, 1480—1521) pavadonis un hronists pirmajā ceļojumā apkārt pasaulei. Kad 1519.—1522. gadā Magelāna kuģi šķērsoja okeānus dienvidu puslodē, Pigafeta ievēroja un aprakstīja divus pie tumšās nakts debess redzamos gaišos plankumus, kas pastāvīgi pavadīja ekspedīciju un pacēlās augstu pie debesīm. Par godu šī vēsturiskā kuģojuma komandierim Eiropas civilizācijai agrāk nezināmie debess spīdekļi ieguva Magelāna vārdu.

Magelāna Mākoņi atrodas samērā tuvu debess dienvidu polam: Lielais Magelāna Mākonis (LMM) 21 grādu, bet Mazais Magelāna Mākonis (MMM) 17 grādus no pola. Tāpēc no Zemes ziemeļu puslodes Magelāna Mākoņi nav redzami. Pat novērotājs, kas atrodas uz ekvatora, labākajā gadījumā redz šo miglāju centrus paceļamies 21, resp., 17 grādus, virs apvāršņa. LMM ir $10 \times 9,5$, bet MMM — 4×2 grādu liels.

Vēstures gaitā mūsdienu civilizācija uz Zemes vispirms izveidojusies mērenajā klimata joslā, kas atrodas uz ziemeļiem no ekvatora. Tāpēc ļoti



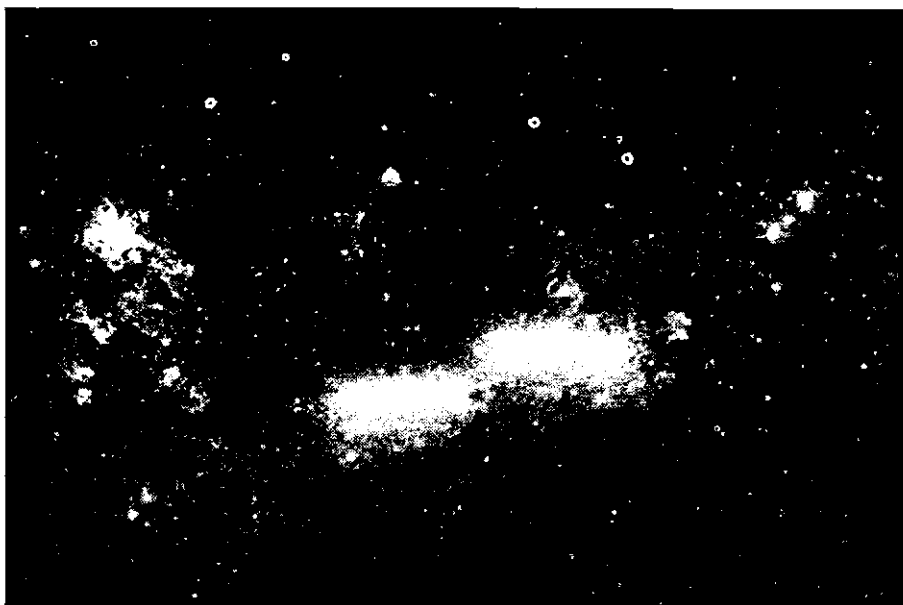
1. att. Lielais Magelāna Mākonis (pa kreisi) un Mazais Magelāna Mākonis (pa labi apakšā); augšējā labajā stūrī — spožā zvaigzne Ahernars (Eridanas α).

ilgi ārpus astronomu redzesloka palika debess dienvīdu daļa. Tikai 19. gs., kad Saules sistēma pārstāja būt par pētījumu galveno objektu astronomijā, pamazām noskaidrojās, kādas priekšrocības astronomijas novērojumiem dod dienvīdu puslode. Tajā bez Magelāna Mākoņiem atrodas arī mūsu Galaktikas jeb Piena Ceļa sistēmas centrs, zvaigžņu un miglāju komplekss Kuģa Kīļa zvaigznājā, vislielākā lodveida kopa (ω Cen) Centaura zvaigznājā u. c. nozīmīgi mūsu zvaigžņu sistēmas objekti.

Trīs kontinentu daļas iesniedzas samērā tālu dienvīdu puslodē — Dienvidāfrika, Dienvidaustrālija un Dienvidamerika. Pirmo observatoriju Dienvidāfrikā pie Labās Cerības raga 1820. gadā ar karalisko dekrētu nodibināja Anglija. Nedaudz vēlāk, 1833. gadā, uz turieni devās angļu astronoms Džons Heršels (1792—1871) ar ģimeni, līdz ņemot 20 pēdu garo teleskopu, ko bija mantojis no tēva, slavenā astronoma Viljama Heršela (1738—1822). Feldhauzenas pilsētiņas tuvumā viņš uzstādīja tiem laikiem lielo teleskopu un četrus gadus krāja dienvīdu puslodes spīdekļu novērojumus. Šī darba rezultātus pēc atgriešanās Anglijā viņš publicēja lielā sējumā, kas iznāca 1847. gadā. Viens no nozīmīgākajiem Dž. Heršela darba rezultātiem ir pirmais plašais Magelāna Mākoņu apraksts. Astronoms Magelāna Mākoņus bija atklājis tādu objektu dažādību — atsevišķas zvaigznes, zvaigžņu kopas un miglājus —, ka viņš nespēja turēties pretim kārdinājumam uzskatīt Mākoņus par īstām galaktikām, kas nekādi nav saistītas ar mūsējo. Pierādīt savas idejas pareizību Heršels nevarēja, un viņš aicināja astronomus ķerties pie plašākiem Magelāna Mākoņu pētījumiem. Tomēr vēl ilgu laiku tie palika mīklaina spīdekļu sistēma pie dienvīdu debess, lai gan dienvīdu puslodē astronomijas observatoriju skaits augs.

Bez observatorijām, ko dibināja dienvīdu puslodes zemju organizācijas, piemēram, 1858. gadā Sidnejā (Austrālijā), 1870. gadā Kordovā (Argentīnā), novērošanas bāzes dienvīdu puslodē ierīkoja arī vairākas Eiropas un Amerikas universitātes. Boidena staciju Dienvidāfrikā izveidoja un izmantoja Armā un Dansinkas observatorijas (Irija) un Hārvarda observatorija (ASV), bet Redklifa observatorijā pie Pretorijas, arī Dienvidāfrikā, strādāja Oksfordas universitātes (Anglija) astronomi.

Tomēr svarīgāka nozīme Magelāna Mākoņu pētniecībā bija Perū uzstādītam Hārvarda observatorijas teleskopam. Bagātīgā, ar šo teleskopu iegūtā dienvīdu debess fotogrāfiju kolekcija nonāca Hārvarda observatorijas jaunākās zinātniskās līdzstrādnieces Henrietas Līvitas (1868—1921) ricībā. Viņa bija tā, kas atrada atslēgu, ar kuru galu galā izdevās atrisināt Magelāna Mākoņu un citu miglāju noslēpumu. H. Līvita pētīja maiņzvaigznes, it īpaši Mazajā Magelāna Mākonī. 1908. gadā viņa pievērsa uzmanību tam, ka maiņzvaigznēm-cefeidām, kuru spožuma maiņām ir garāks periods, ir arī lielāks spožums. MMM caurmērs ir daudzas reizes mazāks par attālumu līdz tam, jo Mākoņa leņķiskais izmērs ir mazs. Tāpēc visas MMM redzamās zvaigznes ir gandrīz vienādā attālumā no mums un to redzamās spožuma starpības pilnībā atbilst patiesā spožuma starpībām. Atrastā sakarība pastāv arī starp ceferīdu periodu un absolūto zvaigžņu lielumu jeb starjaudu. Perioda — starjaudas sakarību pēc mūsu

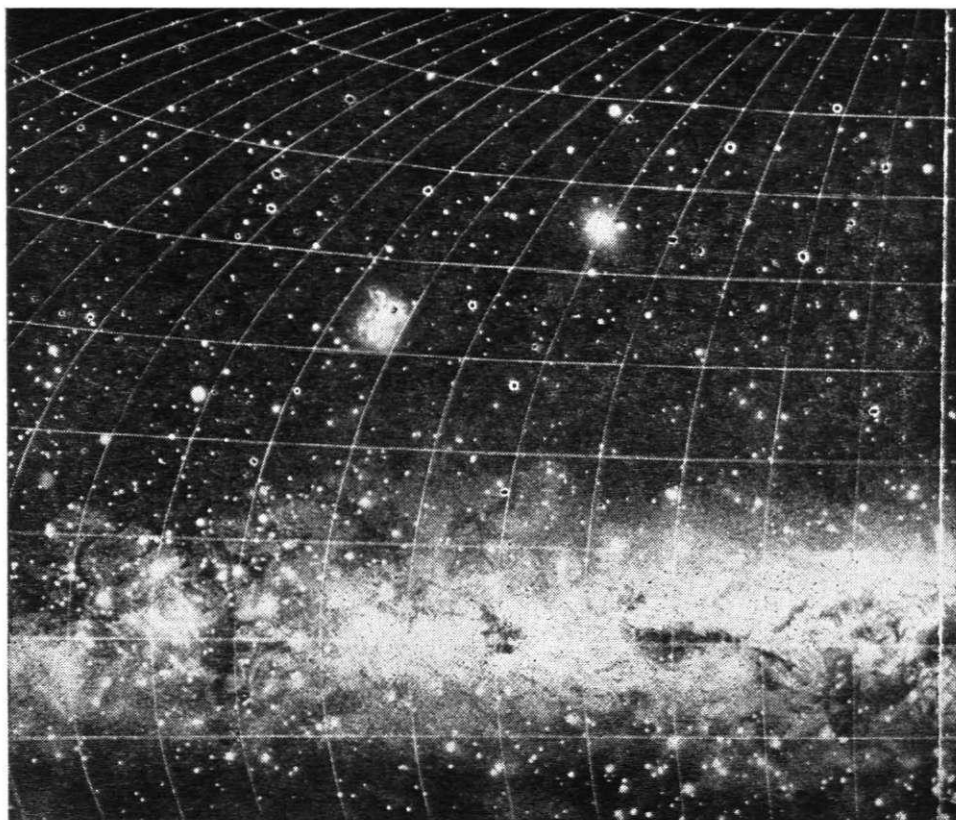


2. att. Lielais Magelāna Mākonis (attēls no «Information of the European Southern Observatory»).

Galaktikas cefeidām kalibrēja E. Hercšprungs (1873—1967). Viņš tad varēja izrēķināt MMM attālumu, kas gan vēlāk izrādījās vairākas reizes mazāks nekā patiesais, jo nebija ievērotas atšķirības fotometriskajās sistēmās.

Tagad ir zināms, ka LMM ir mūsu Galaktikai vistuvākā zvaigžņu sistēma, ja neņem vērā pundurgalaktikas, kas vairāk līdzinās lodveida kopām. LMM ir 160 000 gaismas gadu no mums, bet MMM nedaudz tālāk — ap 190 000 gaismas gadu, tā ir otra mums tuvākā galaktika. LMM fotogrāfiskais zvaigžņu lielums ir 0,6, bet MMM tas ir 2,8. Bez tālskata pie debesīm ir redzama vēl tikai viena galaktika. Tā ir populārzinātniskajā literatūrā bieži minētā un attēlotā spirāliskā galaktika M 31, ko pēc senas tradīcijas sauc arī par Andromedas miglāju. Galaktikas M 31 spožums ir 4,4 zvaigžņu lielumi.

Magelāna Mākoņu tuvums mums padara tajos esošo zvaigžņu pētījumus par ļoti svarīgiem gan zvaigžņu, gan to sistēmu attīstības izziņāšanā. Lai Andromedas miglājā varētu novērot tāda paša spožuma objektus kā Magelāna Mākoņos, būtu vajadzīgs teleskops ar 10 reizes lielāku diametru, jo M 31 atrodas no mums 10 reizes tālāk nekā Magelāna Mākoņi. Bez tam daudzos gadījumos zvaigžņu pētījumi Magelāna Mākoņos devuši labākas sekmes nekā līdzīgu objektu pētījumi mūsu Galaktikā. Līdz ar Saules sistēmu mēs atrodamies Galaktikas simetrijas plaknes tuvumā, un šajā plāknē koncentrētie starpzvaigžņu telpas putekļi aiz-



3. att. Piena Ceļa joslas fragments un Magelāna Mākoņi Lundas observatorijas (Zviedrija) fotogrāfiskajā kartē.

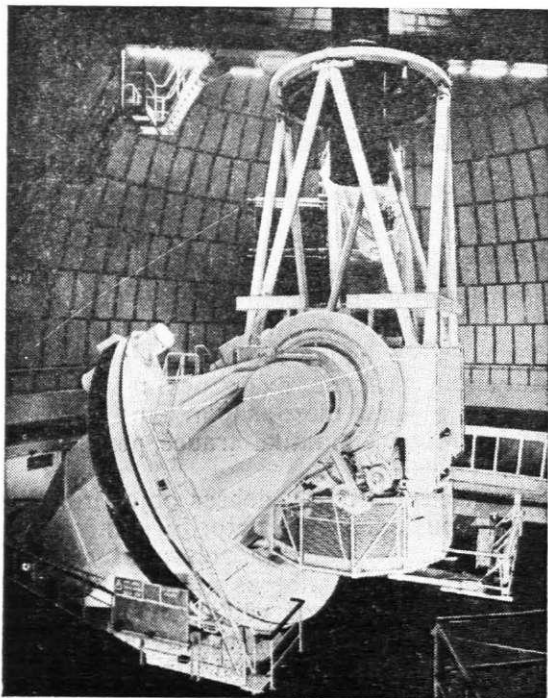
klāj skatam vai apgrūtina novērot daudzus interesantus mūsu Galaktikas rajonus, piemēram, Galaktikas centru. Turpretī Magelāna Mākoņi atrodas patālu (33 un 45°) no Piena Ceļa joslas un putekļu absorbcijas ietekme ir niecīga. Otrkārt, Magelāna Mākoņu zvaigznes mēs redzam izvietojušās projekcijā uz plaknes un gūstam diezgan pareizu priekšstatu par to sadalījumu šajās galaktikās. Mūsu Galaktikā traucē perspektīvas efekts, jo atrodamies tās iekšpusē.

Ilgu laiku Magelāna Mākoņu, arī citu dienvīdu debess objektu pētniecība zināmā mērā kavējās dienvīdu puslodes observatoriju samērā vājā apbruņojuma dēļ. Lai gan $1948.$ gadā Redklifa observatorijā un $1955.$ gadā Stromlo kalna observatorijā pie Kanberas (Austrālija) sāka darboties 188 cm teleskopi, tomēr ziemeļu puslodē vēl arvien bija daudz spēcīgāki teleskopi. Pēdējos piecos gados dienvīdu puslodē nākuši klāt vairāki lieli teleskopi. To veicināja arī atklājums, ka Dienvidamerikā, it īpaši Čīlē, ir ļoti labi klimatiskie un atmosfēras apstākļi tieši astronomiskiem

novērojumiem. 4 m teleskops uzstādīts Serrotololo Starpamerikas observatorijā Čilē, 3,75 m teleskops Anglijas un Austrālijas observatorijā Saidingspringā (Austrālijā), 3,6 m teleskops Eiropas dienvidu observatorijā Lasijā (La Silla), arī Čilē. Divi lieli Šmita teleskopi ar korekcijas plātes diametru 120 cm arī darbojas Lasijā un Saidingspringā.

Pēdējā laikā publicēti vairāki lieli sarkano zvaigžņu pētījumi Magelāna Mākoņos. Vēlo M spektra klašu jeb titāna un C spektra klases jeb oglekļa zvaigznes — milži rada īpašu interesi zvaigžņu un galaktiku evolūcijas pētījumos, jo tām ir viszemākā virsmas temperatūra, kādu var sasniegt zvaigznes pēc tam, kad tās savā attīstībā aizgājušas no galvenās secības Hercšprunga—Rasela diagrammā. Atgādināsim, ka galvenās secības stadijā atrodas arī Saule. Oglekļa zvaigznes no titāna jeb skābekļa (M spektra klase) zvaigznēm atšķiras ar palielinātu oglekļa saturu.

Pirmos oglekļa zvaigžņu pētījumus LMM 50. gadu beigās uzsāka zviedru astronoms Bengts Vesterlunds ar Upsalas universitātes 50/65/150 cm Šmita teleskopu, ko 1956. gadā uzstādīja Stromlo kalna observatorijas teritorijā. 1963. gadā starptautiskā simpozijā par Galaktiku un Magelāna Mākoņiem viņš demonstrēja vairāk nekā 300 oglekļa zvaigžņu sadalījumu LMM. Šīs zvaigznes bija atrastas pēc spektru uzņēmumiem uz infrasarkanajām fotoplatēm, kas iegūtas ar Šmita teleskopu un objektīva prizmu. Tagad B. Vesterlunda sadarbībā ar viņa tautieti N. Olsonu un Kanādas astronomiem H. Ričeru un D. Křebtī sagatavots un



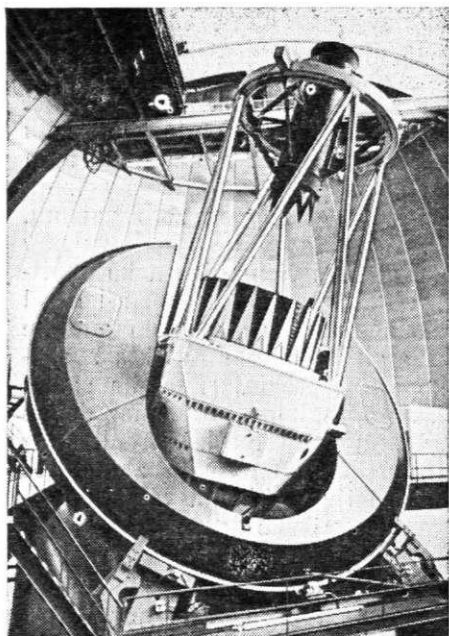
4. att. Reflektors, kam spoguļa diametrs ir 3,6 m, nesens sācis darboties Eiropas dienvidu observatorijā Lasijā (La Silla), Čilē.

1978. gadā publicēts jauns precizēts šo zvaigžņu katalogs ar attiecīgām debess kartēm un oglekļa zvaigžņu spožuma un krāsas mērījumu rezultātiem. Šie astronomi nesen ķērušies pie LMM spožāko oglekļa zvaigžņu spektru detalizētas pētīšanas, izmantojot dienvīdu puslodes jaunus teleskopus.

Otru LMM oglekļa zvaigžņu katalogu nesen, 1977. gadā, publicēja amerikāņu astronomi N. Senduliks un A. G. D. Filips. Arī šī izdevuma pamatā ir uzņēmumi, kas iegūti ar Šmita teleskopu un objektīva prizmu Serrotololo, bet izmantotas plātes, kas jutīgas pret zilo un zaļo gaismu. Tāpēc šai katalogā ietvertas daudzas tādas oglekļa zvaigznes, kuru nav Vesterlunda un līdzstrādnieku publikācijā. Katalogi viens otru it kā papildina, pa abiem kopā registrējot 701 LMM oglekļa zvaigzni. Tā kā vēl jāpēta novērojumu selekcijas efekti, tad šo zvaigžņu sadalījuma analīze līdz šim nav izdarīta. Tomēr N. Senduliks atzīmē deviņas oglekļa zvaigznes, kas atrodas tuvu LMM zvaigžņu kopām. Aprēķini rāda, ka šādas sakrišanas nejaušības varbūtība ir niecīga, un domājams, ka vismaz dažas no šīm zvaigznēm ir attiecīgo LMM zvaigžņu kopu locekļi. Ar līdzīgu metodi minētie autori atraduši arī vairāk nekā 200 oglekļa zvaigznes Mazajā Magelāna Mākonī. Vislielāko koncentrāciju viņi konstatējuši apgalā, kas no dienvīdu puses robežojas ar MMM gaišāko daļu.

Magelāna Mākoņu sarkano zvaigžņu intensīvi pētījumi notiek arī Dienvidāfrikas astronomijas observatorijā, kas izveidojusies no agrākās Redklifa observatorijas. Ievēribu pelna divi T. Loida Ivensa darbi par MMM sarkano zvaigžņu īpašībām, kas publicēti 1978. gadā. Seit piecu gadu laikā atkārtoti fotografēts 40×30 loka minūšu apgabals lielās OB asociācijas NGC 371 apkārtnē MMM ziemeļu malā. Caurskatot šos uzņēmumus ar blinkkomparatoru — ierīci, kurā ērti salīdzināmas divas fotoplates, atrastas gan maiņzvaigznes, gan sarkanās zvaigznes. Uzņēmumi, kas iegūti gan zilajos, gan dzeltenajos, gan infrasarkanos staros, rāda, ka lielāka daļa atrasto sarkano maiņzvaigžņu ir oglekļa zvaigznes un to vidējais redzamais lielums ir $V \approx 17,1$. Tāpat arī daudzas sarkanās zvaigznes MMM centrālajā daļā esošās lodveida kopas NGC 410 apkārtnē, spriežot pēc to ļoti sarkanās krāsas, ir oglekļa zvaigznes. T. Loids Ivenss atzīmē, ka maz konstatēts parasto M spektra klases milžu.

Vēl dziļāk Magelāna Mākoņos ieskatījušies B. M. Blanco un V. M. Blanco no Serrotololo Starpamerikas observatorijas un M. F. Makkārtijs no Vatikāna observatorijas. Viņu kopīgais ziņojums, kas publicēts 1978. gadā, atspoguļo ārkārtīgi interesantus datus par sarkanajām zvaigznēm Magelāna Mākoņos. Šie pētnieki sarkano zvaigžņu meklēšanai un klasificēšanai Magelāna Mākoņos lietojuši 4 m teleskopu kopā ar caurspīdīgu difrakcijas režģi un prizmu, kam mazs laužējleņķis. Tādējādi teleskopa primārajā fokusā iegūti nelielu debess apgabalu (0,12 kvadrātgrādu) uzņēmumi, kuros redzami zemas dispersijas 2300 Å/mm infrasarkanie zvaigžņu spektri. Tajos registrētas zvaigznes līdz pat 18,5 zvaigžņu lielumam infrasarkanajā fotometriskajā (Krona) sistēmā. Tik vāju zvaigžņu spektrus Magelāna Mākoņu zvaigznēm vēl neviens nebija ieguvis. Šī spožuma robeža par 3 zvaigžņu lielumiem pārsniedz visvājākos sarkano milžus, kādi atrasti Magelāna Mākoņu uzņēmumos. Tāpēc var gūt pareizu ainu par sarkano milžu sadalījumu šajās galaktikās. Negaidīts šī



5. att. Reflektors ar 4 m diametra spoguļi, kas atrodas Serrrotolo Starpamerikas observatorijā Cīlē (attēls no žurnāla «Zemļa i Vseļennaja», 1978, Nr. 3).

apgabalā. Tomēr, jādodomā, lieta tik vienkārša nav, jo jāņem vērā arī zvaigžņu vecuma starpība.

Lai izskaidrotu jauno atklājumu, nepieciešami tālāki pētījumi: gan novērojumi metālu saturs precizēšanai, gan sarkano milžu uzbūves un attīstības teorētiska analīze.

E. MUKINS

MARSA «GAISS» AGRĀK UN TAGAD

Jau pagājušajā gadsimtā, kad astronomi galīgi pārliecinājās par Marsa polāro cepuru un daudzu citu virsmas detaļu mainīgumu, visai aktuāls kļuva jautājums par šīs planētas atmosfēru, sevišķi par tās zemākajiem slāņiem — Marsa «gaisu», kura blīvums, sastāvs, temperatūra un kustība daudzējādā ziņā nosaka apstākļus uz virsmas un spēj tiešā vai netiešā ceļā mainīt tās izskatu. Interese par Marsa gaisu pieauga vēl vairāk, kad 1877. gadā itāļu astronoms Dž. Skjaparelli pavēstīja pasaulei par daudzu smalku taisnu līniju — slaveno Marsa kanālu — atklāšanu, bet amerikānis Persivals Louels izvirzīja un dedzīgi aizstāvēja hipotēzi, ka šos kanālus izrakušas saprātīgas dzīvas būtnes — marsieši...

pētījuma rezultāts ir neparasti liels oglekļa zvaigžņu skaits salīdzinājumā ar M spektra klases milžu skaitu. It īpaši liels tas ir MMM centrālajā daļā, kur vienā laukumā atrastas 80 oglekļa zvaigznes un tikai 3 M zvaigznes, bet citā laukumā — 55 C zvaigznes un tikai 1 M zvaigzne. MMM ārmalā attiecīgie skaitļi ir 4 un 4, tātad attiecība 1 : 1. LMM centrālajā daļā M zvaigžņu ir vairāk nekā MMM, bet C un M zvaigžņu attiecība svārstās starp 2,1 un 1,7, LMM perifērijā — no 1,5 līdz 0,4. Šie skaitļi krasi atšķiras no tā, ko novēro Galaktikā. Ar to pašu teleskopu un tādu pašu metodi samērā caurspīdīgā debess apgabalā Galaktikas centra virzienā tādā pašā laukumā atrastas 310 M zvaigznes un tikai 1 C zvaigzne; attiecība ir 0,003. Galaktikas ārējos rajonos šī attiecība ir tikai dažas reizes lielāka. Turpretī metālu saturs zvaigznēs vislielākais ir Galaktikas centra rajonā, bet vismazākais MMM. Tas it kā liecina, ka C klases un M klases zvaigžņu attiecība ir atkarīga no zvaigžņu ķīmiskā sastāva attiecīgajā pasaules telpas

Ažiotāža par iespējamo Marsa dzīvību diemžēl atstāja spēcīgu ietekmi arī uz pirmajiem nopietnajiem planētas atmosfēras pētījumiem ar spektroskopijas metodēm: daudzus gadus astronomi neatlaidīgi pūlējās atrast Marsa retinātajā gaisā divas dzīvībai nepieciešamākās gāzes — skābekli un ūdens tvaiku —, nevis sistemātiski meklēja spektrā visu vairāk vai mazāk iespējamo sastāvdaļu absorbcijas joslas. Rezultāti bija negatīvi: 1934. gadā amerikāņu astronomi V. Adamss un T. Danhems neatrada Marsa spektrā nekādas skābekļa pēdas, pat lietojot tolaik pasaulē lielāko Vilsona kalna observatorijas 2,5 m reflektoru, un bija spiesti secināt, ka šīs gāzes absolūtais daudzums Marsa atmosfērā katrā ziņā nepārsniedz 0,15% no daudzuma Zemes atmosfērā.¹ Dažus gadus vēlāk tie paši zinātnieki līdzīgā veidā konstatēja, ka ūdens tvaika daudzuma augšējā robeža Marsa atmosfērā ir ekvivalenta 40 μm biežam ūdens slānim — salīdzinot ar pāris centimetriem Zemes atmosfērā!

Apmēram tajā pašā laikā notika arī pirmie mēģinājumi pēc atmosfēras optiskajām īpašībām noteikt tās blīvumu. Pateicoties tam, ka gaisma no planētas cietās virsmas atstarojas citādi nekā no atmosfēras, daudzkrāsu fotometrija un polarimetrija ļāva divos neatkarīgos veidos izdalīt atmosfēras izkliedēto gaismu no kopējās starojuma plūsmas. Pieņemot, ka samērā caurspīdīgajā Marsa atmosfērā izkliedi rada galvenokārt pašas gāzu molekulas, vairāku valstu (PSRS, ASV, Francijas u. c.) astronomi aprēķināja, ka gaisa spiedienam pie planētas virsmas jābūt 50—100 mb, t. i., 10—20 reizes mazākam nekā uz Zemes.

1947. gadā beidzot izdevās gūt pirmo pozitīvo rezultātu par Marsa atmosfēras sastāvu: ievērojamais amerikāņu planetologs Dž. Koipers, pirmo reizi lietojot šajā nozarē infrasarkanā diapazona spektrometru, Marsa atstarotajā gaismā konstatēja ogļskābās gāzes 1,6 μm absorbcijas joslu. Kaut arī šī agrīnā instrumenta izšķirtspēja bija par zemu, lai varētu iegūt kaut cik precīzu skaitlisku novērtējumu, kļuva skaidrs, ka ogļskābās gāzes uz Marsa ir vairāk nekā uz Zemes, kur tā veido tikai 0,03% no atmosfēras, taču acimredzot par maz, lai nodrošinātu vairāku desmitu milibāru spiedienu.

Nākamajos piecpadsmit gados nekādas būtiski jaunas ziņas iegūtas netika, un tādēļ līdz pat 60. gadu sākumam astronomu vidū valdīja uzskats, ka ogļskābā gāze veido tikai pāris procentus no Marsa atmosfēras, bet galvenā tās sastāvdaļa — pēc analogijas ar Zemi — ir slāpekļis. Šo hipotēzi pārbaudīt (un tātad arī apgāzt) tolaik nebija iespējams, jo slāpekļa absorbcijas joslas atrodas spektra tālajā ultravioletajā daļā, kuru Zemes atmosfēra cauri nelaiž.

Radikāls pavērsiens mūsu priekšstatos par Marsa atmosfēru sākās tikai 60. gadu vidū; par to jāpateicas straujam infrasarkanās spektroskopijas uzplaukumam un vēl vairāk — kosmonautikas sasniegumiem. Vispirms 1964. gadā trīs amerikāņu astronomi — H. Spinrads, G. Minhs un L. Kaplans pēc ogļskābās gāzes 0,87 μm absorbcijas joslas intensitātes un formas aprēķināja, ka CO₂ parciālais spiediens nepārsniedz 10 mb, bet

¹ Lai atšķirtu Marsa atmosfērā radušās absorbcijas līnijas no Zemes atmosfēras izraisītajām, tika izmantota šo līniju savstarpējā nobīde Doplera efekta dēļ.

atmosfēras kopējais spiediens noteikti ir ievērojami mazāks par agrāk pieņemto vērtību.

1965. gadā Marsa apkaimi pirmoreiz sekmīgi sasniedza amerikāņu kosmiskais lidaparāts «Mariner-4», un atbilstošās trajektorijas izvēles rezultātā tā radiosignāli ceļā uz Zemi caurstaroja Marsa atmosfēru. Refrakcijas izraisītā radioviļņu fāzes nobīde ļāva precīzi aprēķināt atmosfēras blīvumu un spiedienu (šādu paņēmieni mēdz saukt par radioaptumsuma metodi): tikai 5 mb vienā vietā un 9 mb otrā! Kļuva skaidrs, ka ļoti retinātajam Marsa gaisam galvenā sastāvdaļa ir tieši ogļskābā gāze nevis slāpeklis.

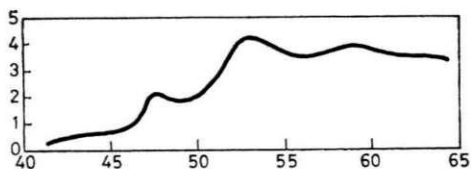
1969. gadā šo secinājumu apstiprināja «Mariner-6 un 7»: tajos uzstādītie ultravioletie spektrometri (eksperimenta vadītājs Č. Bārts) slāpekļa joslas nekonstatēja, norādot, ka šīs gāzes daudzums nepārsniedz 5 procentus. Līdzīgs rezultāts tieši tādā pašā veidā tika iegūts arī attiecībā uz citu iespējamāko Marsa atmosfēras sastāvdaļu — inerto gāzi argonu.

60. gadu vidū jau pieminētie trīs amerikāņu astronomi un drīz pēc viņiem arī vairāki citi ar infrasarkanās spektroskopijas palīdzību no Zemes sekmīgi izmērija arī ūdens tvaika daudzumu planētas atmosfērā, iegūstot ekvivalentā slāņa biezumu no 5 līdz 40 μm (vidēji ap 15 μm). Kad 70. gadu sākumā analogiskus novērojumus sistemātiski un no tuvuma izdaria pirmie Marsa mākslīgie pavadoņi — «Mariner-9» un padomju «Marss-3» (vēlāk arī «Marss-5»), izrādījās, ka šādas atšķirības nav vis saistītas ar mērījumu kļūdām, bet gan atspoguļo patieso situāciju: atkarībā no areogrāfiskā platuma, gadalaika un diennakts stundas, kā arī no konkrētās vietas īpatnībām Marsa gaisa absolūtais mitrums svārstās visai plašās robežās (pēc pēdējiem «Vikingu» orbitālo bloku datiem, pat vairāk nekā simtreiz — no nepilna 1 μm līdz 100 μm).

60. gadu pašās beigās spektroskopiskos novērojumos no Zemes un kosmiskajiem aparātiem tika atklātas vēl vairākas Marsa atmosfēras mazākās sastāvdaļas: pa 0,1—0,2% tvana gāzes (P. un Ž. Konni) un molekulārā skābekļa (M. Beltons un D. Hantens), dažas procenta simtūkstošdaļas ozona (Č. Bārts u. c.). Pāris gadus vēlāk ilgstoši un sistemātiski novērojumi no pavadoņa «Mariner-9» parādīja, ka ozona koncentrācija atmosfērā ir stipri mainīga — desmitkārtīgi vai pat vairāk (1. att.).

Gan tvana gāze, gan ozons, gan arī atomārais skābeklis un ūdeņradis, kas pamanīti atmosfēras augšējos slāņos no kosmiskajiem aparātiem, nepāšaubāmi rodas fotodisociācijas dēļ, resp., Saules ultravioletajam starojumam sašķeļot CO₂ un H₂O molekulas (piemēram, CO₂ ⇌ CO + O) un «šķembām» iesaistoties tālākās reakcijās (piemēram, O₂ + O ⇌ O₃).

Turklāt Marsa retinātā atmosfēra UV starojumu aiztur vāji un disociācija intensīvi norit pat pie planētas virsmas, bet pretējo procesu — rekombināciju sākotnējās molekulās palēnina gaisa mazais blīvums.



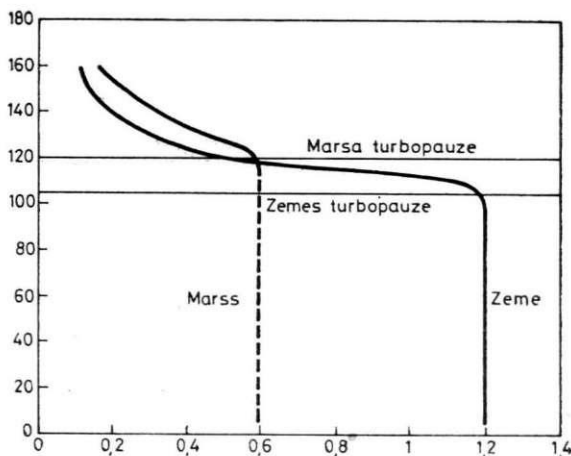
1. att. Ozona daudzums Marsa atmosfērā (10⁻⁵%) atkarībā no areogrāfiskā platuma (grādos) pēc «Mariner-9» ultravioletā spektrometra datiem (1972. g.).

Tādējādi 70. gadu vidū bija droši noskaidrots Marsa atmosfēras patiešais blīvums un galvenā sastāvdaļa, kā arī konstatēta vesela virkne «pie- maisījumu», t. i., gāzu, kuru daudzums mērāms procenta daļās. Taču joprojām nebija skaidrs, kādā apjomā — procenti, to desmitdaļas vai simtdaļas — sastopamas divas citas nelielas, bet svarīgas atmosfēras sastāvdaļas — slāpeklis un argons. Ipašu interesi izraisīja pēdējais, jo V. Istomins un viņa līdzstrādnieki, analizējot vienu no «Marsa-6» nolai- šanās gaitā (1974. g.) reģistrētajiem tehniskajiem parametriem, bija secinājuši, ka šīs planētas gaisam jāsaturs $35 \pm 10\%$ inertas gāzes — vis- ticamāk argona.

1976. gada 20. jūlijā Marsa atmosfērā iegāja «Viking-1» nolaižamais aparāts un 200 km augstumā uzsāka mērījumus ar masspektrometru — instrumentu, kas nosaka gāzu maisījuma sastāvu pēc dažādas masas molekulu relatīvā daudzuma tajā, t. i., vistiešākajā un izsmeltošākajā veidā. Ap 120 km augstumā masu spektru izskats nostabilizējās — nolai- žamais aparāts bija nonācis blīvākajos slāņos, kur konvekcija efektīvi izlīdzina gaisa sastāvu dažādos augstumos. (Virš šīs robežas — t. s. turbopauzes pirmajā vietā izvirzās gāzu difūzija planētas gravitācijas laukā, liekot līdz ar augstumu pieaugt vieglāko molekulu relatīvajai koncentrā- cijai.) Tādēļ, lai arī šis instruments nebija paredzēts darbam blīvākos slāņos un 111 km augstumā mērījumus pārtrauca, Marsa gaisa sastāvs kļuva droši zināms: pāri par 95% ogļskābās gāzes, 2—3% slāpekļa, 1—2% argona, 0,1—0,4% skābekļa, vēl mazāk citu gāzu.

Pēc «Viking-1 un 2» nosēšanās šos datus apstiprināja un precizēja blīvāko slāņu analīzei piemērotie masspektrometri no grunts pētīša- nas kompleksa; bez tam izmērīto argona daudzumu neatkarīgi apliecināja vēl cits grunts analīzes in- struments — rentgenstaru fluorescences spektrometrs.

Tādējādi Marss kļuva par o- tro Saules sistēmas planētu (pēc Zemes), kurai droši, pil- nīgi un precīzi noteikts atmo- sfēras sastāvs: 95,4% CO₂, 2,7% N₂, 1,6% Ar, 0,2% O₂, 0,1% pārējo gāzu — CO, H₂O, Kr, Xe un citu, tiešā veidā nepamanītu. Bez tam «Vikingu» nolaižamo aparātu barometri apstiprināja ar radioaptumsu metodi no- teikto atmosfēras spiedienu, bet televīzijas kameru pār- raidītie attēli norādīja iemes- lu, kāpēc agrāk pēc fotomet- riskiem novērojumiem tas ti- cis daudzkārtīgi pārvērtēts: Marsa gais, spriežot pēc



2. att. Argona un slāpekļa daudzumu attiecība at- karībā no augstuma Marsa un Zemes atmosfērā. Marsam nepārtrauktā līnija apzīmē ar «Vikingu» masspektrometriem izmērītās vērtības (virš 111 km un pie virsmas), pārtrauktā — aprēķinātās.

visai spilgtās debess, ir pastāvīgi pilns ar sīkiem puteklīšiem, kuri izkļied Saules gaismu simtreiz efektīvāk nekā retinātās gāzes molekulas...

Kosmiskie pētījumi arī radījuši skaidrību par atmosfēras trešo svarīgāko raksturlielumu (aiz sastāva un spiediena) — temperatūru. Agrāk saskaņā ar priekšstatu par Marsa gaisa relatīvi lielo blīvumu valdīja uzskats, ka tā maz atšķiras no virsmas temperatūras, kuru savukārt var noteikt pēc planētas starojuma infrasarkanā diapazona tālākajā daļā (ap 10 μm un vairāk). 50. un 60. gados, kad radiometri kļuva pietiekami jutīgi, lai uztvertu šo starojumu no atsevišķiem virsmas apgabaliem, daudzu valstu astronomi secināja, ka pēcpusdienā ekvatora tuvumā temperatūra var sasniegt $+15$ — $+25^\circ\text{C}$, bet naktī noslid vairākus desmitus grādu zem nulles.

Pirmās šaubas par šādu pieņēmumu radās jau pēc «Mariner-4» lidojuma: ar ārkārtīgi augstu precizitāti realizētā radioaptumsuma metode ļāva pat visai retinātajai Marsa atmosfērai aprēķināt ne tikai spiedienu, bet arī temperatūru, un virsmas tuvumā tā izrādījās dažus desmitus grādu zemāka par gaidīto. Un tiešām, kad 1969. gadā «Mariner-6» kādam apgabalam Marsa dienas pusē gandrīz vienlaicīgi izmērija ar infrasarkanā radiometru virsmas temperatūru un ar radioaptumsuma metodi — gaisa temperatūru, atklājās, ka pēdējā ir par apmēram 25° zemāka! Nācās atzīt, ka sakarā ar visai retinātā Marsa gaisa mazo siltumvadītspēju apakšējās atmosfēras un virsmas siltumrežīmi būtiski atšķirās. Šo secinājumu 1976. gadā galīgi apstiprināja «Vikingu» nolaižamie aparāti, tiešā veidā izmērot temperatūru gan gruntij (ar «mehāniskās rokas» galā uzstādītu termoelementu), gan gaisam, kurš pat vasarā netālu no ekvatora neizrādījās siltāks par apmēram -30°C ...

No otras puses, gaisa minimālo temperatūru ierobežo tā galvenās sastāvdaļas — ogļskābās gāzes sasalšanas punkts, kas Marsa apstākļos ir ap -125°C . Šāda vērtība tiešām tiek sasniegta ziemas vidū polu apgabalos, un tādēļ divas reizes gadā ap 20% no Marsa atmosfēras izsalst, veidojot visai plašas, bet plānas polārās cepures no «sausā ledus».



3. att. Izžuvušas upes gultne uz Marsa — viena no pirmajām liecībām par šķidra ūdens un blīvākas atmosfēras pastāvēšanu uz Marsa pagātnē («Mariner-9», 1972. g. janvāris).

Šis process liek periodiski mainīties uz CO₂ rēķina gan kopējam atmosfēras spiedienam, gan tās mazāko sastāvdaļu procentuālajam daudzumam. («Vikingu» izmēritās vērtības attiecas uz vasaras vidu ziemeļu puslodē.)

Kā redzams, pēdējo piecpadsmit gadu laikā Marsa atmosfēra Zemes astronomu skatījumā kļuvusi daudz retinātāka, aukstāka, savādāka pēc sastāva, dinamiskāka. Taču salīdzinājumam starp «agrāk» un «tagad» ir vēl viens aspekts: pašreizējās Marsa atmosfēras spiediens ir par zemu, lai uz planētas varētu pastāvēt šķidrš ūdens (tam uzreiz jāiztvaiko vai jāsasalst), bet daudzi raksturīgi virsmas veidojumi nepārprotami liecina, ka pagātnē uz Marsa plūdušas varenas ūdens straumes (3. att.)! Acīmredzot kādreiz atmosfēra bijusi daudz blīvāka nekā tagad, bet laika gaitā tā daļēji izkļiedziesies kosmiskajā telpā sakarā ar samērā vājo planētas pievilksanas spēku un daļēji izsalusi (CO₂) polārajos apgabalos, kad kaut kādu iemeslu dēļ samazinājies no Saules pienākošais siltuma daudzums, kā arī ķīmiski saistījusies virsmas iežos.

Lai noteiktu atmosfēras kādreizējo blīvumu, iespējami divi ceļi: 1) pēc tiem smagāku inerto gāzu izotopiem, kuri nerodas kādu radioaktīvu vielu sairšanas rezultātā (piemēram, ³⁶Ar) un tātad saglabājuši savu sākotnējo daudzumu, mēģināt novērtēt visu gāzu kopējo masu, kas kādreiz izdalījusies no planētas dzīlēm; 2) pēc viena ķīmiskā elementa dažādu izotopu relatīvā daudzuma «anomālijām» (t. i., atšķirībām no daudzuma Zemes atmosfērā) izrēķināt tempu, ar kādu šī elementa atomi atstāj atmosfēras augšējos slāņus un aizlido kosmosā (vieglākie izotopi ātrāk, smagākie — lēnāk; tādēļ arī mainās to attiecība). Tātad jebkurā gadījumā jāzina Marsa gaisa izotopiskais sastāvs.

Oglekļa un skābekļa izotopu attiecības izdevās noteikt jau ar «Mariner-9» infrasarkanā spektrometru (eksperimenta vadītājs R. Henels) pēc CO₂ joslu smalkās struktūras. Tieši mērījumi ar «Vikingu» masspektrometriem šos datus apstiprināja un sniedza vēl jaunus par slāpekli, argonu un ksenonu. Izrādās, ka ¹⁸O/¹⁶O un ³⁸Ar/³⁶Ar vērtības ir praktiski tādas pašas kā uz Zemes, bet ¹⁵N/¹⁴N, ³⁶Ar/⁴⁰Ar un ¹²⁹Xe/¹³²Xe — manāmi atšķirīgas, turklāt tādā veidā, ka atrast tām vienotu interpretāciju līdz šim bridim vēl nav izdevies. Tomēr slāpekļa smagākā izotopa pusotrrēiz paaugstinātā koncentrācija, kā arī daži citi fakti liek vairumam planetologu uzskatīt, ka gaisa spiediens pie Marsa virsmas kādreiz bijis ap 100 mb — desmitreiz mazāks nekā uz Zemes, taču pilnīgi pietiekams šķidra ūdens pastāvēšanai. Turklāt lielākais ogļskābās gāzes un ūdens tvaika daudzums radījis manāmu «siltumnīcas efektu» (līdzīgi Venērai) un uz Marsa bijis arī siltāks nekā tagad.

Tā kā ūdeni izšķīdusi ogļskābā gāze veido ogļskābi (H₂O + CO₂ ⇌ ⇌ H₂CO₃), kura savukārt reaģē ar iežiem, ievērojama daļa CO₂ un H₂O tikusi toreiz neatgriezeniski saistīta Marsa gruntī karbonātu veidā. Tādēļ pat tajā gadījumā, ja polu apgabalu vai visas planētas saņemtais siltuma daudzums mainās periodiski (piem., rotācijas ass svārstību dēļ), Marsa atmosfēras blīvums savu pirmatnējo vērtību nav ne reizi vairs pilnībā sasniedzis un arī nekad nēsasnies.

ASTRONOMIJAS JAUNUMI

INTERESANTA HIPOTĒZE PAR MELNAJEM CAURUMIEM

Arvien vairāk kļūst to astrofiziķu, kas par dažādu galaktiku kodolu, radiogalaktiku, kvazāru u. c. kosmisko objektu neparastās aktivitātes cēloni sliecas uzskatīt melnos caurumus un enerģētiski ļoti intensīvos procesus, kuri noris to akrēcijas diskos.¹ Aprēķini rāda, ka akrēcijas diskā koncentrētajai vielai (kuras masa ir M) pakāpeniski kritot uz melno caurumu, šīs vielas gravitācijas enerģija transformējas citās enerģijas formās ar lietderības koeficientu 6—42% (no Mc^2) — tāpat daudz augstāku par lietderības koeficientu, ar kādu notiek, piemēram, kodoltermiskās pārvērtības. Šis apstāklis, kura dēļ lieli enerģijas daudzumi varētu izdalīties arī tad, ja masa būtu samērā neliela, ir viens no galvenajiem iemesliem, kas melnos caurumus padara tik «pievilcīgus» dažādu kosmiskās aktivitātes fenomenu aprakstišanai.

Pašlaik pastiprināti pēta, kādos procesos melno caurumu akrēcijas diskos var izdalīties lieli enerģijas daudzumi gan relativistisku daļiņu, gan siltuma, gan elektromagnētiskā starojuma (arī rentgena un gamma starojuma) veidā. Ļoti interesantus rezultātus nesēn guvis amerikāņu astrofizikis, ASV Nacionālās radioastronomijas observatorijas (Grīnbenkā) līdzstrādnieks E. R. Harisons, analizējams, kādai vajadzētu būt melnā cauruma aktivitātei, ja tam būtu elektriskais lādiņš.

Skat. A. Balklava rakstu «Dienas kārtībā — «melnie caurumi». — «Zvaigžņotā debess», 1972./73. gada ziema, 1.—15. lpp.

Pēc E. R. Harisona domām, melnā cauruma lādiņa izveidošanās parādībai ir jābūt ļoti izplatītai, jo, kā labi zināms, katrai normālai zvaigznei rodas neliels pozitīvs elektriskais lādiņš. Tas tāpēc, ka zvaigžņu atmosfēras plazmā ir daudz brīvo elektronu, kas atrodas termodynamiskā līdzsvarā ar ūdeņraža atomu kodoliem — protoniem. Bet tas nozīmē, ka šie elektroni ir apveltīti ar tikpat lielu enerģiju kā protoni. Taču daudz mazākās masas dēļ elektroniem ātrums līdz ar to ir daudz lielāks nekā protoniem, un tādēļ ātrākie elektroni, resp., tie, kuriem ātrums pārsniedz attiecīgās zvaigznes otro kosmisko ātrumu, var zvaigzni pamest.² Un elektroni arī pamet zvaigzni — zvaigznes vēja veidā — daudz lielākā skaitā nekā protoni. Tā zvaigznei izveidojas pozitīvs elektriskais lādiņš, taču skaidrs, ka šāds pozitīvais lādiņš var augt tikai tik ilgi, kamēr tas ar Kulona spēka starpniecību nav radījis pietiekami augstu enerģētisko barjeru, kas elektronu ekscitējo noplūdi, līdz ar to arī pozitīvā lādiņa tālāko augšanu padara neiespējamu.

Nelielu sākotnējo pozitīvo lādiņu un tam atbilstošo elektrisko lauku var mantot arī kolapsa procesā topošais melnais caurums. Aprēķini rāda, ka ap šādu, parasti ātri rotējošu melno caurumu rodas magnētiskais lauks, kas mijiedarbībā ar apkārtējo plazmu stimulē pozitīvi lādētu daļiņu krišanu uz melno

² Atstāt zvaigzni elektroni var, protams, tikai tad, kad to ātrums ir ne tikai lielāks par otro kosmisko ātrumu šai zvaigznei, bet arī attiecīgi vērst, t. i., vērstis pretējā virzienā.

caurumu. Sai procesā melnā cauruma pozitīvais lādiņš un magnētiskais lauks ļoti strauji (eksponenciāli) aug.

Izrādās, ka arī šajā gadījumā elektriskā un magnētiskā lauka intensitāte nevar palielināties bezgalīgi. Kad tā sasniegusi zināmu vērtību, melnā cauruma polu rajona tuvumā elektromagnētiskā lauka ietekmē sākas ļoti intensīvs elektrona—pozitrona pāru ģenerēšanas process. Analīze rāda, ka elektroni, kas radušies šajā procesā, tiek tūlīt ierauti melnajā caurumā, tā lādiņam līdz ar to samazinoties, bet pozitroni — paātrināti līdz relativistiskiem ātrumiem un no melnā cauruma polu rajoniem divos šauros kūļos izstaroti rotācijas ass virzienos.

Pozitronu plūsmas promnestā enerģija galvenokārt ir atkarīga no melnā cauruma masas. Tā, piemēram, ja melnā cauruma masa sasniedz ap $10^8 M_{\odot}$, tad pozitronu kūļos koncentrētā enerģija ir pietiekami liela, lai ar to varētu izskaidrot pat visintensīvāko ārpusgalaktikas radioavotu milzīgo enerģijas atdevi. Kā redzam, modelis ļoti dabiski apraksta ārpusgalaktikas radioavotu raksturīgo divkomponentu struktūru. Un bez tam, kā norāda E. R. Harisons, šī modeļa ietvaros izprotamas arī novērojamās U un S veida radiogalaktiku formas: tās var izskaidrot ar starpgalaktiku vides un melnā cauruma rotācijas ass precesijas kopējo iedarbību.

Jāatzīmē, ka, pētot, kādiem vajadzētu būt lādētiem, tātad ar elektrisko lauku apveltītiem melnajiem caurumiem, iegūts daudz jaunu, oriģinālu un zinātniski svarīgu rezultātu. Kā vēl vienu piemēru šajā sakarībā var minēt pazīstamā pa-

domju astrofizika, PSRS ZA korespondētājlocekļa N. Kardašova neseno izvirzīto hipotēzi. Balstīdamies uz vispārīgās relativitātes teorijas vienādojumu analīzi, viņš parādījis: ja izdotos iespiesties lādētā melnajā caurumā, varētu neierobežoti ceļot laikā un telpā. Protams, atklāts paliek jautājums, kā panākt, lai kosmiskos ceļotājus nesaplosītu milzīgo paisuma spēku lauks, kas, kā zināms, eksistē melno caurumu gravitācijas sfēras tuvumā.

A. Balklavs

CEFEĪDU PULSĀCIJAS PERIODI DAŽĀDĀS GALAKTIKĀS

Cefeīdas ir F un G spektra klašu mainzvaigznes, kas maina spožumu ar amplitūdu no $0^m,2$ līdz $2^m,0$ un kuru periodi var būt no 1 līdz 50 dienām (citās galaktikās ir zināmas dažas cefeīdas ar vēl lielākiem periodiem, pat līdz 200 dienām). Cefeīdu spožuma maiņu izskaidro ar zvaigznes ārējo slāņu pulsāciju. Šādu pulsāciju teoriju izstrādājuši angļu astronomi E. Edingtons un padomju astronomi S. Ževakins. Zvaigznes nosauca par cefeīdām pēc Cefeja δ zvaigznes, kas bija viena no divām pirmajām zvaigznēm, kuru mainīgumu 1783.—1784. gadā atklāja angļu astronomijas amatieri Dž. Gudraiks un E. Pigots. Cefeīdām ir bijusi milzīga nozīme, nosakot attālumu līdz citām zvaigžņu sistēmām — galaktikām. Izrādījās, ka cefeīdām ir izteikta sakarība starp periodu un spožumu, tātad kāda noteikta perioda cefeīdu spožums ir vienāds. Tāpēc — jo vājāka ir cefeīda, jo tā atrodas tālāk. Šo attiecību atklāja ASV astronome H. Lī-

vīta 1908. gadā, pētot maiņzvaigznes tuvākajās galaktikās — Magelāna Mākoņos. 1913. gadā slavenais dāņu astronoms E. Hercšprungs pierādīja, ka šīs zvaigznes ir līdzīgas cefeidām Saules apkārtņē un precizēja sakarību periods—spožums. Ar šīs sakarības palīdzību ASV astronoms H. Šeplijs pirmo reizi aprēķināja mūsu zvaigžņu sistēmas — Galaktikas¹ milzīgos izmērus un atklāja (1916), ka mūsu Saules sistēma atrodas tuvāk Galaktikas malai nekā centram. 1925.—1926. gadā, izmantojot sakarību periods—spožums, E. Habls (ASV) noteica attālumu līdz Andromedas miglājam un konstatēja, ka šī zvaigžņu sistēma līdzīgi daudzām citām atrodas tālu aiz Piena Ceļa robežām un savukārt arī ir milzīga galaktika.

Pēc 1956. gada sākās cefeīdu pētījumi zvaigžņu kopās. Izdevās noskaidrot, ka šīs zvaigznes ir radušās no masīvām galvenās secības zvaigznēm.² Pēdējie zvaigžņu evolūcijas aprēķini rāda, ka pēc tam, kad zvaigznes centrā «izdeg» viss ūdeņradis, tā pamet galveno secību un šīs evolūcijas rezultātā Hercšprunga—Rasela diagrammā apraksta cilpas. Katru reizi, kad zvaigzne uz šīs diagrammas šķērso tā saucamo nestabilitātes joslu, tā pārvēršas par cefeīdu.

Pēdējos gados sakrājies ļoti

¹ Runājot par mūsu zvaigžņu sistēmu, vārds Galaktika tiek rakstīts ar lielo burtu, bet par citām galaktikām — ar mazo.

² Galvenā secība — šaura josla Hercšprunga—Rasela diagrammā (tā ir diagramma, kas parāda zvaigznes spožuma atkarību no spektra klases, resp., no virsmas temperatūras), kur atrodas lielākā zvaigžņu daļa (arī Saule). Pēc zvaigžņu evolūcijas teorijas, galvenās secības zvaigznēs enerģijas avots ir kodolreakcijas, kuru rezultātā ūdeņradis pārvēršas par hēliju.

liels cefeīdu novērojumu materiāls. Ir salīdzināti cefeīdu periodu sadalījumi vairākās galaktikās. Mūsu Galaktikai (pēc 391 cefeīdas) un Andromedas miglājam (pēc 381 cefeīdas) tie izrādījās stipri atšķirīgi no Mazā Magelāna Mākoņa (pēc 1155 cefeīdām) un Lielā Magelāna Mākoņa (pēc 1111 cefeīdām). Lielākai daļai mūsu Galaktikas un Andromedas miglāja cefeīdu periodi ir robežās starp 2,5 un 14 dienām ar maksimumu — 5 dienas. Mazajā Magelāna Mākonī ir daudz cefeīdu ar vēl mazākiem periodiem, sākot ar 1,2 dienām, maksimums ir ļoti plats — starp 1,6 un 4 dienām. Lielajā Magelāna Mākonī gandrīz nav cefeīdu ar periodiem, kas isāki par 2,2 dienām, maksimums ir ap 3,1 dienu. Izpētīts periodu sadalījums arī dažās citās galaktikās, kas atrodas tālāk no mums, bet atklāto cefeīdu skaits tur ir daudz mazāks. Taču arī tur vērojama liela dažādība, piemēram, galaktikā IC 1613 no 37 izpētītajām cefeīdām daudzām ir periodi starp 2,5 un 12 dienām, bet galaktikās M 33 (35 cefeīdas) un NGC 6822 (13 cefeīdas) nav cefeīdu, kam periodi būtu mazāki par 10 dienām. Rodas jautājums, ar ko var izskaidrot šādu cefeīdu periodu dažādību. Lai rastu atbildi, vispirms jānoskaidro, no kā ir atkarīga zvaigžņu evolūcija. Galvenie faktori, kas to ietekmē, ir masa un sākotnējais ķīmiskais sastāvs. Zvaigžņu masa, kad tās rodas no gāzu un putekļu mākoņiem, var būt ļoti dažāda. Zvaigžņu masu sadalījuma likumu sauc par masas funkciju. Šīs funkcijas noteikšana ir ļoti svarīgs uzdevums, un ar to astronomi nodarbojas jau sen. Pašlaik nav nekāda pamata domāt, ka dažādās galaktikās masu funkcija varētu stipri atšķirties, un par ce-

feīdu periodu atšķirības cēloni atliek uzskatīt dažādu sākotnējo ķīmisko sastāvu. To zināmā mērā pierāda arī zvaigžņu evolūcijas aprēķini. Bet, lai teorētiski izsekotu zvaigznes evolūcijai, ir nepieciešams aprēķināt vairākus desmitus un pat simtus modeļu.³ Zvaigznes iekšējās uzbūves modeļu aprēķini ir ļoti darbietilpīgi. Viena modeļa iegūšanai vēl pirms 15—20 gadiem (izmantojot ļoti aptuvenas formulas) bija nepieciešami vairāku mēnešu aprēķini ar aritmometru. Pašlaik šādus aprēķinus veic ar elektroniskām skaitļošanas mašīnām. Tikai skaitļošanas tehnikas attīstības rezultātā bija iespējami mūsdienīgu zvaigžņu evolūcijas pētījumu lielie panākumi. Pēdējos gados tika aprēķinātas zvaigžņu modeļu evolucionārās secības zvaigznēm ar dažādu masu un sākotnējo ķīmisko sastāvu. Izrādījās, ka zvaigžņu evolūcija galvenās secības joslā (ūdeņraža «degšana» centrā) kvalitatīvi diezgan maz ir atkarīga no sākotnējā sastāva. Bet evolūcijas vēlākās stadijas, kad zvaigzne Hercšprunga—Rasela diagrammā, šķērsojot nestabilitātes joslu, veido cilpas, ir ļoti jutīgas pret sākotnējo sastāvu. Kāda noteikta perioda cefeīdas lielā skaitā var būt novērojamas tad, ja zvaigznes ilgāku laiku atrodas nestabilitātes joslā. Ja

³ Ar vārdu «modelis» nav jāsaprot makets vai modelis šā vārda tiešajā nozīmē. Mūsu gadījumā modelis ir attiecīgo, uz noteiktiem fizikas likumiem balstīto aprēķinu, fizikālā objekta vai parādības kvantitatīvais apraksts. Ja astronoms pēc aprēķiniem izveido tabulas un grafikus, kur būs dotas blīvuma, temperatūras, ķīmiskā sastāva vērtības dažādos attālumos no zvaigznes centra, līdz ar to būs sastādīts zvaigznes iekšējās uzbūves modelis. Aprēķinot modeli, astronomi ņem vērā tikai svarīgākos fizikālos faktorus. Modelis nav objekta tiešā kopija, bet tikai tā svarīgāko īpašību apraksts.

zvaigznes šķērso šo joslu ātri, varbūtība novērot šādas zvaigznes nav liela, jo tādu zvaigžņu, kas noteiktā laika momentā atrodas šajā joslā, ir maz. Pēdējos gados veiktie evolūcijas aprēķini pierāda, ka no ķīmiskā sastāva lielā mērā ir atkarīgs, kādas masas zvaigznes ilgāku laiku pavada cefeīdu nestabilitātes joslā. Bet, tā kā no masas ir atkarīgs zvaigžņu spožums un, kā bija teikts iepriekš, arī periods, tad zvaigžņu sākotnējais ķīmiskais sastāvs nosaka, kādu periodu cefeīdas mēs varam novērot dažādās galaktikās. Tātad rodas iespēja pēc novērojamo cefeīdu periodu sadalījuma noteikt dažādu galaktiku vielas ķīmiskā sastāva dažādību. Šādi mēģinājumi ir veikti. Izrādās, ka atšķirības smago elementu daudzumā (elementu, kas ir smagāki par hēliju) tiešām ir, un diezgan lielas. Salīdzinot periodu sadalījumu maksimumus dažādās galaktikās, ir novērtēts, ka smagie elementi mūsu Galaktikā un Andromedas miglājā zvaigznēm sastāda 2%, Lielajā Magelāna Mākonī — 1%, Mazajā Magelāna Mākonī — 0,5%. Salīdzinot periodu sadalījumus (novērojamus un teorētiskos), rezultāti atšķiras (3; 3,5; 1,6 un 1,4%), bet tendence ir tā pati — mūsu Galaktikas un Andromedas miglāja zvaigznēs smago elementu ir vairāk nekā Magelāna mākoņos. Šos secinājumus apstiprina arī ar citām metodēm iegūtie rezultāti.

J. Francmanis

KASIOPEJAS γ — RENTGENSTARU AVOTS

Jau apmēram gadsimtu γ Cas astronomiem ir labi pazīstama kā agra B spektra klases neregulāra

maiņzvaigzne ar emisijas līnijām tās spektrā. Šo zvaigzni ar neapbruņotu aci var ieraudzīt Kasiopejas zvaigznājam raksturīgā W burta vidū. Mazliet pakavējoties pie spektrālo un vizuālo novērojumu vēstures, redzam, ka γ Cas ir visai neparasta zvaigzne. Pirmie vizuālie spektra novērojumi pagājušā gadsimta 60. gados parādīja dažas ūdeņraža Balmēra sērijas emisijas līnijas. Ilgstošāki novērojumi it kā liecināja par emisijas līniju intensitātes maiņām, taču izmaiņu mazā amplitūda un fotogrāfisko metožu trūkums neļāva droši to apgalvot. Šīm emisijas līnijām bija sava struktūra — katru no tām it kā sašķēla absorbcijas līnija. Atkarībā no tā, uz kuru pusi no šīs absorbcijas līnijas atrodas sašķēlās emisijas līnijas daļa, tā tiek saukta par violeto (V) vai sarkano (R) emisijas zaru. Parasti šo emisijas līniju zaru intensitāšu savstarpējā attiecība ir nemainīga.

Līdz pat šī gadsimta 30. gadiem γ Cas bija diezgan mierīga — spožuma maiņas nepārsniedza 0,2 zvaigžņu lielumus. Taču no 1932. līdz 1938. gadam zvaigznes spektrā varēja vērot lielas pārmaiņas. Pirmkārt, pieauga jau esošo emisijas un absorbcijas līniju intensitāte, kā arī emisijā parādījās citu elementu līnijas (He I, Fe II u. c.). Palielinājās violetā emisijas zara intensitātes attiecība pret sarkano emisijas zaru (V/R). Paralēli spektrālajām izmaiņām varēja vērot izmaiņas arī pašas zvaigznes spožumā. Kasiopejas zvaigznāja izskats būtiski izmainījās, jo uz laiku γ Cas kļuva par tā spožāko spīdekli. Tikai ap 1941. gadu γ Cas atgriezās savā sākotnējā stāvoklī, protams, visai nosacīti. Šajā mierīgajā periodā emisijas līnijas spektrā gandrīz pil-

nībā izzuda, un vairākus gadus zvaigzne šķita parasta B klases zvaigzne. Līdzīgi aktivitātes izpaudumi tika novēroti 1953. un 1969. gadā, taču ar mazāku intensitāti, turklāt pēdējais aktivitātes periods vēl nav beidzies. Tāda ir spektrālo un vizuālo maiņu īsa vēsture, un iespējams, ka īpašu uzmanību γ Cas tā arī nepievērstu, ja vien 1975. gada pašā nogalē netiktu atklāts šīs zvaigznes rentgenstarojums.

1975. gada 30./31. decembrī Masačūsetsas Politehniskā institūta (ASV) rentgenstaru observatorija SAS-3, kas atrodas uz Zemes mākslīgā pavadoņa, novēroja cieto (2-11 keV) rentgenstaru plūsmu no γ Cas atrašanās rajona. Novērotais rentgenstaru avots ieguva sākotnējo nosaukumu IS 0053+604 (vēlākais nosaukums — MX 0053+60). Parasti novērotā izstarojuma avota «vārdu» sastāda no izmantotā instrumenta vai pavadoņa nosaukuma pirmā burta, iepriekš norādot novērojumu sērijas numuru; cipari nozīmē izstarojuma avota aptuvenas ekvatoriālās koordinātes. Jāpiebilst, ka novērotais rentgenstaru avots bija visai vājš — starojuma plūsma ap 20 mikrojangski (1 mikrojangskis 10^{-29} erg·s⁻¹·cm⁻²·Hz⁻¹).

Viens no grūtākajiem uzdevumiem rentgenstaru astronomijā ir jaunatrsto starojuma avotu identifikācija ar optiski novērojamiem objektiem, jo rentgenstaru avotu koordinātes tiek noteiktas ne pārāk precīzi (SAS-3 kļūdu riņķa rādiuss ir 1'). Mērījumi parādīja, ka šajā gadījumā rentgenstaru avots MX 0053+60 atrodas tikai 10" attālumā no γ Cas, tā ka diezgan pārliecinoši var apgalvot, ka ir novērots rentgenstarojums tieši no γ Cas. Lai cik tas būtu dīvaini, bet par labu šādam apgalvojumam liecina

tas, ka rentgenstarojums netika novērots ar «Uhuru» rentgenstaru pētīšanas pavadoņi, kaut gan tā jutības sliekšnis bija zemāks par 20 mikrojanskiem. Acimredzot γ Cas rentgenstarojums ir bijis vājāks par «Uhuru» jutības sliekšni, bet, ja γ Cas ir neregulāra maiņzvaigzne, tad līdzīgas neregulāras maiņas piemīt arī rentgenstarojumam.

Nemot vērā teikto, rodas jautājums — kāds tad varētu būt šo diezgan neparasto parādību mehānisms. Novērojamo spektrālo ainu var izskaidrot ar to, ka zvaigznēm ir t. s. apvalki. Tāpēc tiek uzskatīts, ka mēs zvaigzni novērojam caur tās apvalku. Violeto un sarkano emisijas zaru dod apvalks, centrālo absorbcijas līniju — pati zvaigzne. Novērojamo aktivitātes ainu savukārt var izskaidrot ar zvaigznes apvalka attīstību. Amerikāņu astronomi R. Peckerts un Dž. M. Mārboro ir aprēķinājuši γ Cas apvalka modeli, izmantojot pašus pilnīgākos datus par šīs zvaigznes optisko un infrasarkanā starojumu, radiostarojumu, polarizāciju un ūdeņraža Balmēra līniju profiliem. Izrādās, ka apvalks aizņem milzu telpu — līdz 250 zvaigznes rādiusiem. Diemžēl izskaidrot notiekošās aktīvās parādības šāda statistiska modeļa ietvaros nav iespējams. Sevišķi sarežģīti tas ir attiecībā uz novēroto rentgenstarojumu. Vispopulārākā teorija tā izskaidrošanai pašlaik ir teorija par ciešajām dubultzvaigznēm, kur viena no komponentēm ir neitronu zvaigzne. Akrēcijas rezultātā, kad viela tiek pārnesta no vienas dubultzvaigznes komponentes uz otru, tad arī rodas rentgenstarojums. Izejot no šādiem priekšnosacījumiem, A. P. Kaulijs, L. Rodžerss un Dž. B. Hačingsss (Kanāda) ir meklējuši hipotētisko pavadoņi varbū-

tējā γ Cas sistēmā, mēģinot atrast periodiskas izmaiņas radiālajos ātrumos. Autori ir izmantojuši plašu materiālu (no 1941. gada sākot), taču atrast pilnīgi noteiktu atbildi nav izdevies. Iespējams, ka eksistē 3,4 gadu cikls. Tādā gadījumā pavadoņa masa ir apmēram 6 Saules masas. Ļoti varbūtīga ir iespēja, ka rentgenstarojums var veidoties apvalka un zvaigznes mijiedarbības rezultātā, eksistējot tikai vienai zvaigznei. Galīgu atbildi var dot pētījumi γ Cas līdzīgās sistēmās.

I. Platais

DZĪVĪBA — ZEMES BĒRNS VAI IEKAROTĀJA?

Pašlaik lielākā daļa zinātnieku domā, ka organiskās vielas uz Zemes radušās Saules ultravioletā starojuma vai spēcīgu pērkonu negaisu ietekmē. Pirms tam mūsu planēta sastāvējusi tikai no neorganiskām molekulām. Tātad dzīvība radusies tepat uz Zemes.

Pastāv arī pretējs uzskats: dzīvība vairāk vai mazāk gatavā veidā atkluvusi uz Zemes no citiem debess ķermeņiem. Divos pēdējos gadu desmitos šis uzskats ieguvis vērā ņemamus argumentus. Pateicoties radioastronomijas sasniegumiem, mēs zinām, ka kosmosa telpā pastāv vesela virkne ķīmisko savienojumu, arī organisko. Jau atklāto savienojumu molekulas sastāv no 2—9 atomiem. Pazīstamākie to vidū ir ūdens, sērūdeņradis un etilspirts.

Ja sarežģītākie savienojumi rastos no vienkāršākiem, tad pēdējo koncentrācija būtu daudz lielāka nekā pirmo. Novērojumi rāda, ka tā

nav. Samērā līdzīgās koncentrācijas vedina uz domu, ka notiek pretējais — vēl sarežģītāki savienojumi dalās vienkāršākos. F. Hoils un Č. Vikramasinghe uzskata, ka šīs dalīšanās izejmateriāls ir polisaharīdi, to vidū celuloze. Par apstiprinājumu savai hipotēzei viņi atzīmē to, ka Galaktikas starotājobjektu spektri infrasarkanajā diapazonā ir ļoti līdzīgi celulozes spektram. Celulozes molekulas varētu veidoties zvaigžņu izvīstās vielas plūsmās.

Liekas neticami, ka zvaigžņu tuvumā, kur temperatūra ir augsta, varētu pastāvēt tik sarežģītas molekulas. Taču izrādās, ka celuloze redzamo gaismu absorbē ļoti maz un turklāt intensīvi izstaro infrasarkanos starus, tāpēc molekulas iekšējā temperatūra ir daudz zemāka par apkārtējās vides temperatūru. Celuloze un citi savienojumi ar līdzīgām īpašībām iztur augstākas temperatūras nekā tādi savienojumi, kas absorbē vairāk redzamās gaismas.

Tā kā dažādu zvaigžņu tuvumā izvīstās vielas ķīmiskais sastāvs var būt dažāds un atšķiras arī temperatūra un zvaigznes starojuma spektrs, tad iespējams, ka veidojas ne tikai celuloze, bet arī citas organiskās vielas. Tā var izskaidrot, kāpēc kosmoskā telpā atrodas ievērojami daudzumi organisko molekulu.

Hipotēzes autori domā, ka, veidojoties Saules sistēmai, ūdeņraža un hēlija mākonis, no kura vēlāk radās planētas, bagātinājās ar apkārtējās kosmoskā telpas organiskajām molekulām. Apmēram Urāna un Neptūna orbītu rajonā apstākļi bija tādi, ka nelielie debess ķermeņi, kuriem citam ar citu saduroties, pamazām veidojās tagadējās planētas, apsala ar ledu. Lеду pārklāja vairākus simtus metru biezs orga-

nisko molekulu slānis. No šādiem debess ķermeņiem, kuru rādiuss bija 10—100 kilometru, sadursmju rezultātā pamazām veidojās Urāns un Neptūns. Neliela to daļa sadursmju un tuvāko zvaigžņu pievilksanas spēku darbības rezultātā kļuva par komētām.

Organisko vielu slānī pamazām notika ķīmiskas reakcijas, kas ledus slāni sasildīja un daļu no tā izkausēja. Tā radās silta ūdens dīķis zem organisko vielu kāzoka, kas to labi pasargāja no ārējas ietekmes. Te varēja notikt tālākas ķīmiskās reakcijas un gala rezultātā rasties anaerobā dzīvība — dzīvība, kas var iztikt bez brīva skābekļa.

Gravitācijas spēku iedarbībā komētu orbītas mainās, tāpēc dažas komētas var nonākt arī Zemes apkārtņē un pat sadurties ar to. Kamēr Urāns un Neptūns vēl veidojās, šādu komētu bija daudz vairāk nekā tagad. Sadursmēs ar Zemi komētas tai atnesa gan ūdeni, gan organiskās vielas. Pirmajās sadursmēs, kamēr Zemei nebija atmosfēras, organiskās vielas sadalījās. Vēlāk, kad bija izveidojusies atmosfēra, nelieli ķermeņi nokrita uz Zemes samērā lēni un mūsu planētu varēja sasniegt ne vien organiskās vielas, bet arī anaerobā dzīvība.

Pēc aplūkotās hipotēzes, dzīvība var rasties daudzās komētās. Tikai atkārtotu sadursmju rezultātā tā varēja nostiprināties uz Zemes.

Ja viss noticis tā, kā domā hipotēzes autori, tad reizēm dzīvības desantiem uz Zemes jāizceļas arī tagad. F. Hoils un Č. Vikramasinghe analizēja pētījumus par vairāku gripas epidēmiju izplatīšanās ceļiem un atrada gadījumus, kad slimība sākās vienlaicīgi vairākās vietās vai arī tās izplatīšanās ceļi nesakrīta ar dzīvākajām satiksmes līnijām. Paš-

reiz pieņemtā epidēmiju izplatīšanās teorija to nevar izskaidrot. Atliek pieņemt, ka vīrusus atnesušas komētu lauskas — meteorīti. Tad kļūst skaidrs, kāpēc tagad cilvēki slimo ar bakām, kuras senie grieķi un romieši nepazīna. Citām acīm varam skatīties arī uz seno laiku ticējumiem, ka komētas nesot slimības.

Pagaidām tā ir tikai viena no daudzām hipotēzēm, kas mēģina izskaidrot dzīvības izcelšanos. Nākotne rādīs, cik tuvu tā bijusi patiesībai.

M. Eliāss

NEPARASTAS MAZĀS PLANĒTAS

Jau vairākkārt esam rakstījuši par mazajām planētām ar neparastiem orbītu elementiem. Šā gada februārī Eiropas Dienvidu observatorijā Čilē atklātas vēl divas interesantas mazās planētas: 1978 CA un 1978 DA. Abus atklājumus izdarījis Hanss Emils Šusters ar 1 metra Šmita teleskopu. Pirmā no šīm planētām atklāta 8. februārī Hidras zvaigznājā kā 17. lieluma spīdekļis ar neparasti ātru kustību. Ar katru dienu tas kļuva spožāks, līdz 8. martā sasniedza 14. lieluma klasi. Šajā dienā tas atradās ap 19 miljoniem km no Zemes. Orbītas aprēķini rādīja, ka 1978 CA ir Apollo tipa planēta: tās perihēlija attālums ir 0,883 astronomiskās vienības, tātad mazāks par 1; 1978 CA tātad šķērso Zemes orbītu. Tās apgriešanās periods ap Sauli ir 1,19 gadu. Fotometriskie un radiometriskie mērījumi rādījuši, ka šā asteroida diametrs ir tikai 2 km, turklāt tā

virsma atstaro tikai 6% no Saules gaismas, kas uz to krīt. Redzamā spožuma variācijas par 0,8 lieluma klasēm ļāva noteikt planētas rotācijas periodu — $3^{\text{st}}45^{\text{m}}$.

Otra mazā planēta, 1978 DA, ir vēl sīkāka — tās diametrs ir tikai ap 1 km. Tā atrasta 15. februārī. Vistuvāk Zemei tā piegāja 15. martā — ap 0,09 astronomisko vienību attālumā (13 miljoni km). Šīs planētas orbīta neieiet iekšpus Zemes orbītas, tātad tā nav pieskaitāma pie Apollo tipa. Toties tai ir tik liela ekscentricitāte ($e=0,588$), ka perihēlijā tā gandrīz vai pieskaras Zemes orbītai, bet afēlijā sasniedz Jupitera orbītu.

Šie atklājumi kārtējo reizi parāda, ka šodien vairs nevaram teikt, ka mazo planētu gredzens atrodas starp Marsu un Jupiteru. Tur ir tikai šī gredzena blīvākās daļas, bet vispār mazās planētas ir sastopamas visā Saules sistēmā.

M. Dirīķis

PLUTONA PAVADONIS

Jau ilgāku laiku ASV Jūras kara flotes observatorijā ar 1,5 m reflektoru tiek regulāri fotografētas Saules sistēmas ārējās planētas, lai pēc šo ķermeņu redzamās kustības starp zvaigznēm precizētu to orbītas un masas. Aizejošā gada pavasarī observatorijas līdzstrādnieks Dž. Kristijs pamanīja uz kādas fotoplates, ka mazā un ļoti tālā Plutona attēls nav vispunktveida, bet ar niecīgu izcilni vienā pusē. Pārskatot agrāk iegūtās plates, izrādījās, ka izcilnis tiešām pastāv, turklāt pārvietojas attiecībā pret planētas attēla centru ar 6,4 diennakšu periodu. Dž. Kristijs secināja, ka acīmredzot

atklājis Plutona pavadoni, kura attēls saplūdis kopā ar pašas planētas attēlu sakarā ar nepietiekamu teleskopa leņķisko izšķirtspēju.

Lai pārbaudītu šī skaidrojuma pareizību, tā paša gada vasarā Dž. Grehems vairākkārt nofotografēja Plutonu ar vienu no pasaules labākajiem teleskopiem — Sjerrotololo observatorijas četrmetrīgo Riči—Kretjena sistēmas reflektoru. Pateicoties šī instrumenta kvalitātei un lieliskajam astroklimatam, jaunajos uzņēmumos izcilnis iezīmējās pavisam skaidri un nepārprotami, lai arī joprojām no paša Plutona attēla «neatrāvās». Maksimālais atstatums starp abu daļēji saplūstošo aplīšu centriem izrādījās tikai 0,9 loka sekundes, kam Plutona attālumā atbilst 20 tūkstoši kilometru, — vispār maz, tomēr nepāšaubāmi daudzreiz vairāk par planētas rādiusu. Tādējādi Dž. Kristija atklājumu acīmredzot var uzskatīt par apstiprinātu, un tā sekas ir visai dramatiskas.

Pavadoņa apriņķošanas periods un attālums no Plutona ļauj beidzot droši aprēķināt (pēc Keplera trešā likuma) šīs planētas masu, un tā izrādās tikai dažas tūkstošdaļas no Zemes masas (lai iegūtu precīzāku rezultātu, pašreizējie dati vēl ir pārāk aptuveni). Tādējādi nepilna pusgadsimta laikā kopš atklāšanas brīža Plutona masa, kas agrāk tika

vērtēta pēc ietekmes uz citu planētu kustību, «sarukusi» simtiem reižu — 1,0 Zemes masas kopš 30. gadu sākuma, 0,2 — 60. gadu beigās, 0,1 — 70. gadu sākumā un beidzot krietni zem 0,01 patlaban!

Saskaņā ar pēdējo rezultātu Plutons masas ziņā ievērojami atpaliek ne tikai no visām pārējām planētām, bet arī no to lielākajiem pavadoņiem — tādiem, kā mūsu Mēness. Tomēr jaunais atklājums nekādi neliecina par labu pēdējos gados populārajai hipotēzei, ka arī Plutons kādreiz bijis citas planētas — Neptūna pavadonis: nevienam no zināmajiem Saules sistēmas planētu pavadoņiem savu dabisko pavadoņu nav (lai arī nav stingri pierādīts, ka vispār nevarētu būt).

Spožuma ziņā pavadonis atpaliek no Plutona tikai par diviem vai trim zvaigžņu lielumiem, tātad acīmredzot ir relatīvi liels arī pēc izmēriem un masas. Šāda liela un tuva pavadoņa izraisītajiem paisuma spēkiem planētas ķermenī samērā īsā laikā jāpiesaista tās rotācija ap asi pavadoņa kustībai pa orbitu. Tā tiešām arī noticis — jaunatklātā pavadoņa apriņķošanas periods precīzi sakrīt ar Plutona diennakts ilgumu, kas noteikts jau agrāk pēc nelielām planētas kopējā spožuma izmaiņām.

E. Mūkins

KOSMOSA APGŪŠANA

«SALŪTS-6»: OTRĀ MAIŅA

Kā jau ziņojām¹, kopš pirmās pamatapkalpes atgriešanās uz Zemes 1978. gada 16. martā padomju orbitālā zinātniskā stacija «Salūts-6» turpināja lidojumu automātiskā režīmā.

15. jūnijā 23^h17^m (pēc Maskavas laika) tika palaists kosmosa kuģis «Sojuz-29» ar divu cilvēku apkalpi: kuģa komandieri PSRS lidotāju kosmonautu pulkvedi Vladimīru Kovaļonoku un bortinženieri Aleksandru Ivančenkovu (1. att.). 17. jūnijā kuģis sakabinājās ar orbitālo staciju «Salūts-6» un kosmonauti pārgāja tās telpās. Stacijas otrās pamatapkalpēs uzdevums bija turpināt kosmonautu J. Romaņenko un G. Grečko uzsāktos pētījumus un eksperimentus, to skaitā:

- Zemes un atmosfēras pētījumus ar nolūku iegūt datus zinātnes un tautas saimniecības interesēs;
- astrofizikālus pētījumus un eksperimentus;
- tehnoloģiskus eksperimentus ar nolūku izziņāt jaunu materiālu iegūšanas iespējas;
- medicīniskus un bioloģiskus pētījumus;
- tehniskus eksperimentus un stacijas konstrukcijas, bortsistēmu un aparatūras izmēģinājumus.



1. att. Padomju orbitālās zinātniskās stacijas «Salūts-6» otrā pamatapkalpe — PSRS lidotājs kosmonauts Vladimīrs Kovaļonoks (augšā) un Aleksandrs Ivančenkovs pirms iekāpšanas kosmosa kuģī «Sojuz-29» (TASS fotogrāfija).

¹ Skat. «Zvaigžņotā debess», 1978. gada vasara, 26.—27. lpp.; arī 1978. gada pavasaris, 37.—39. lpp. un 1978. gada rudens, 30.—31. lpp.

Pirmajās darba dienās kosmonauti veica orbitālās stacijas bortsistēmu un zinātniskās aparatūras dekonservāciju, kā arī kuģa «Sojuz-29» bortsistēmu konservāciju, uzsāka medicīniskos un citus pētījumus. 26. jūnijā tika pabeigts pirmais tehnoloģiskais eksperiments iekārtā «Splav», un kosmonauti ķērās pie darba ar submilimetra diapazona teleskopu BST-1M.

27. jūnijā tika palaists kosmosa kuģis «Sojuz-30» ar starptautisku apkalpi: PSRS lidotāju kosmonautu Pēteri Kļimuku un Polijas TR kosmonautu Miroslavu Hermaševski. Ar šo startu tika turpināts jaunais posms sociālistisko valstu sadarbībā kosmosa izpētē un apgušanā programmas «Interkosmos» ietvaros, kurš bija uzsākts 1978. gada martā, kad notika starptautisks lidojums ar Čehoslovākijas SR kosmonauta piedalīšanos. 28. jūnijā «Sojuz-30» sakabinājās ar orbitālo kompleksu «Salūts-6» — «Sojuz-29» un P. Kļimuks un M. Hermaševskis pārgāja stacijas telpās.

Nākamajās septiņās dienās orbitālā kompleksa starptautiskā apkalpe veica virkni kopīgu eksperimentu — tehnoloģisko «Sirēna» iekārtā «Splav», dažus medicīniskos ar Polijā izgatavota aparāta «Kardiolider» palīdzību u. c., novēroja vizuāli un fotografēja ar daudzjoslu kosmisko fotoaparātu MKF-6M dažādus Zemes virsmas rajonus to dabisko resursu izpētes nolūkā. 5. jūlijā pēc ieplānoto darbu pabeigšanas kosmonauti P. Kļimuks un M. Hermaševskis kuģi «Sojuz-30» atgriezās uz Zemes.

7. jūlijā tika palaists automātisks kravas transportkuģis «Progress-2». Pēc divām dienām tas sakabinājās ar pilotējamo orbitālo kompleksu «Salūts-6» — «Sojuz-29», nogādājot tur degvielu stacijas raķešu dzinējiem, aparatūru un materiālus apkalpes dzīvības procesu nodrošināšanai un zinātnisko pētījumu un eksperimentu veikšanai, kā arī pastu. Nākamajā dienā kosmonauti ķērās pie atvesto kravu pārņemšanas orbitālās stacijas telpās, bet lidojuma nodrošināšanas dienestu speciālisti uzsāka ar komandām no Zemes sagatavot uzpildīšanai stacijas degvielas tvertnes.

17. jūlijā tika pabeigts pirmais tehnoloģiskais eksperiments iekārtā «Kristāls», kuru orbitālajā stacijā bija nogādājis transportkuģis «Progress-2». Tajā pašā dienā kosmonauti veica arī dažus remontdarbus, pārļādēja filmu fotoiekārtās un uzsāka kārtējo tehnoloģisko eksperimentu iekārtā «Splav».

19.—21. jūlijā tika sekmīgi paveikta orbitālās stacijas «Salūts-6» dzinējiekārtas tvertņu uzpildīšana ar degvielu, ko bija atvedis transportkuģis «Progress-2». Paralēli šim darbam, kā arī nākamajās dienās kosmonauti fotografēja Zemes virsmu zinātnes un dažādu tautas saimniecības nozaru interesēs, izdarīja kārtējos tehnoloģiskos eksperimentus utt.

29. jūlijā orbitālajā kompleksā tika sekmīgi veikts svarīgs zinātniski tehnisks eksperiments — kosmonauti V. Kovaļonoks un A. Ivančenkovs izgāja atklātā kosmiskā telpā. Šī pasākuma mērķis bija demontēt un daļēji apmainīt stacijas ārpusē uzstādīto zinātnisko aparatūru, ar kuras palīdzību 10 mēnešus kopš stacijas palaišanas tika reģistrēti mikrometeorīti un kosmiskās vides apstākļu iedarbība uz dažādu materiālu īpašībām. Apkalpe nogādāja stacijas telpās vienu no mikrometeorītu reģistrācijas sistēmas instrumentiem, kasetes ar polimēru, optiskajiem un citiem materiāliem, kādus paredz lietot perspektīvo kosmisko aparātu konstrukcijā, kā arī kasešu bloku ar biopolimēriem. Stacijas ārpusē kosmonauti uzstā-

dija aparatūru kosmisko staru reģistrēšanai. Pavisam apkalpe uzturējās atklāta kosmosa apstākļos 2^h05^m.

2. augustā pēc visu plānoto izkraušanas operāciju pabeigšanas automātiskais transportkuģis «Progress-2» atkabinājās no orbitālā kompleksa. Pēc divu dienu ilga autonoma lidojuma tas iegāja Zemes atmosfēras blīvajos slāņos un beidza pastāvēt, bet 8. augustā tika palaists cits automātisks transportkuģis — «Progress-3». 10. augustā tas sakabinājās ar orbitālo kompleksu «Salūts-6»—«Sojuz-29», atkal nogādājot tur dažādas iekārtas, aparatūru un materiālus, pastu. Kopīgā lidojuma laikā, kas turpinājās 12 dienas, «Progress-3» tika izkrauts un kosmonauti pārnesa uz tā kravas nodalījumu nokalpojušās ierices; bez tam ar šī transportkuģa dzinējiekārtu tika koriģēta orbitālā kompleksa kustības trajektorija. 22. augustā transportkuģis «Progress-3» atkabinājās un divas dienas vēlāk beidza pastāvēt, ieejot atmosfēras blīvajos slāņos.

26. augustā tika palaists kosmosa kuģis «Sojuz-31» ar vēl vienu starptautisku apkalpi: PSRS lidotāju kosmonautu Valēriju Bikovski un Vācijas Demokrātiskās Republikas kosmonautu Zigmundu Jenu. 27. augustā «Sojuz-31» sakabinājās ar orbitālo kompleksu «Salūts-6»—«Sojuz-29» un kosmonauti pārgāja orbitālās stacijas telpās.

Septiņu darba dienu gaitā orbitālā kompleksa starptautiskā apkalpe veica kopīgus bioloģiskus un tehnoloģiskus eksperimentus («Berolina» u. c.), atmosfēras parādību pētījumus, dažādu Zemes virsmas rajonu vizuālus novērojumus un fotografēšanu dabisko resursu izpētes nolūkā. Fotografēšanai tika izmantots gan daudzjoslu kosmiskais fotoaparāts MKF-6M, ko kopīgi izstrādājuši PSRS un VDR speciālisti un izgatavojis VDR tautas uzņēmums «Carl Zeiss, Jena», gan aparatūra, ko orbitā nogādāja kosmosa kuģis «Sojuz-31».

3. septembrī pēc ieplānoto darbu pabeigšanas kosmonauti V. Bikovskis un Z. Jens saskaņā ar programmu atgriezās uz Zemes kosmosa kuģi «Sojuz-29», kas 17. jūnijā bija nogādājis orbitālajā stacijā kosmonautus V. Kovaļonoku un A. Ivančenkovu. Kosmosa kuģis «Sojuz-31» palika pieslēgts stacijas agregātu nodalījumā uzstādītajam sakabināšanās mezglam. 7. septembrī tika izdarīta orbitālā kompleksa pārkārtošana, kuras gaitā kuģis «Sojuz-31» tika pieslēgts pie pārejas nodalījumā uzstādītā sakabināšanās mezgla.

Kosmosa kuģa «Sojuz-31» pārvietošana pie cita sakabināšanās mezgla nodrošināja iespēju arī turpmāk veikt transportoperācijas orbitālā kompleksa apgādei ar degvielu, iekārtām un citām nepieciešamām kravām. Šī manevra laikā orbitālā kompleksa apkalpe atradās kosmosa kuģī, kurš vispirms atkabinājās, bet pēc orbitālās stacijas apgriešanās pretējā virzienā atkal sakabinājās ar to.

Turpmākajās četrās nedēļās V. Kovaļonoks un A. Ivančenkovs veica tehnoloģisku eksperimentu sēriju iekārtā «Kristāls», vizuāli novēroja un fotografēja Zemes virsmu un pasaules okeāna akvatoriju, turpināja medicīniskus un bioloģiskus eksperimentus, kā arī vairākas reizes strādāja ar submilimetra diapazona teleskopu BST-1M. Pilna Mēness aptumsuma laikā 16. septembrī kosmonauti ar šī instrumenta palīdzību reģistrēja Mēness spīdumu ultravioletajā diapazonā, 26. un 27. septembrī vairāk-

kārt mērija Zemes atmosfēras submilimetra starojumu ar nolūku iegūt datus par lokāliem aktīviem apgabaliem troposfērā, bet 29. septembrī novēroja dažu zvaigžņu ultravioleto starojumu to relatīvā spožuma noteikšanai.

4. oktobrī tika palaists automātisks kravas transportkuģis «Progress-4», kas pēc divām dienām sakabinājās ar pilotējamo orbitālo kompleksu «Salūts-6»—«Sojuz-31», kārtējo reizi nogādājot tur raķešu degvielu, dažādas iekārtas, aparatūru un materiālus, pastu. 24. oktobrī pēc visu iepilānoto izkraušanas un degvielas pārsūkņēšanas operāciju pabeigšanas un orbitālā kompleksa trajektorijas koriģēšanas ar transportkuģa dzinējiekārtas palīdzību «Progress-4» atkabinājās no kompleksa un turpināja lidojumu automātiskā režīmā; divas dienas vēlāk tas iegāja atmosfēras blīvajos slāņos un beidza pastāvēt. Turpmākajās dienās apkalpe, gatavojoties atpakaļceļam, pārnesa kosmosa kuģa «Sojuz-31» nolaižamajā aparātā filmas, lidojuma dokumentāciju un veikto pētījumu materiālus, pārbaudīja tā bortsistēmu stāvokli, sagatavoja darbam automātiskā režīmā orbitālo staciju «Salūts-6», turpināja plašus medicīniskos novērojumus un fiziskos treniņus vakuumbērpos.

1978. gada 2. novembrī 14^h05^m, paveikuši iepilānoto zinātnisko un tehnisko pētījumu un eksperimentu programmu orbitālajā kompleksā «Salūts-6»—«Sojuz», kosmonauti V. Kovaļonoks un A. Ivančenkovs atgriezās uz Zemes kosmosa kuģa «Sojuz-31» nolaižamajā aparātā. Līdz ar to bija sekmīgi pabeigts visilgākais pilotējamais lidojums kosmonautikas vēsturē. Tā gaitā dabas resursu izpētes nolūkā nofotografēti plaši Padomju Savienības rajoni un daļa no Polijas Tautas Republikas un Vācijas Demokrātiskās Republikas teritorijas; bezsvara apstākļos izdarīti vairāk nekā 50 tehnoloģiski eksperimenti jaunu pusvadītāju, optisko materiālu, metālu sakausējumu un savienojumu iegūšanas nolūkā; veikti daudzi eksperimenti jaunas kosmiskās tehnikas izmēģināšanas un noslīpēšanas nolūkā; iegūti jauni svarīgi dati par kosmiskā lidojuma apstākļu ietekmi uz cilvēka organismu un augu un citu bioloģisku objektu attīstību utt. Profilaktisku medicīnisko pasākumu komplekss ļāva visu lidojuma laiku uzturēt augstā līmenī kosmonautu V. Kovaļonoka un A. Ivančenkova veselības stāvokli un darbaspējas.

Līdz otrās pamatapkalpes atgriešanās brīdim orbitālā stacija «Salūts-6» bija darbojusies orbitā vairāk nekā trīspadsmit mēnešus, apriņķojot Zemi pāri par 6300 reizēm. Šajā laikā stacijā strādājušas sešas ekspedīcijas — divas ilgstošas un četras īslaicīgas, izdarīti desmit sekmīgi sakabināšanās manevri ar sešiem pilotējamiem un četriem automātiskiem kravas transportkuģiem un viena pārkabināšanās pie cita saslēgšanās mezglā, divas reizes apkalpes locekļi izgājuši atklātā kosmosā. Kopā ar padomju kosmonautiem lidojumus kuģos «Sojuz» un orbitālajā stacijā «Salūts-6» veikuši ČSR, PTR un VDR kosmonauti — pētnieki.

Orbitālās zinātniskās stacijas «Salūts-6» lidojums turpinās automātiskā režīmā.

Šajā sakarā ievērojamais padomju kosmiskās medicīnas speciālists akadēmīķis O. Gizenko preses konferencē 16. novembrī sacīja: «Laika gaitā apkalpes darbaspēja ne tikai saglabājās, bet pat nedaudz pieauga.

Pēc nosēšanās kosmonautu reakciju izmaiņas, kas saistītas ar organisma pielāgošanos Zemes smaguma spēkam, izpaudās vājāk nekā pēc dažiem mazāk ilgstošiem lidojumiem. Pirmajā dienā pēc lidojuma svara deficīts viņiem bija 2,3 un 3,9 kg. Apkalpes komandierim svars atjaunojās 3. dienā, bortinženierim — 12. Asins sastāvā bija novērojama tikai nēcīga eritrocītu un hemoglobīna samazināšanās, mērens leukocītu pieaugums.»

(Pēc TASS ziņojumiem)

«VENĒRA-11 un 12» CEĻĀ UZ VENĒRU

Aizejošā gada 9. un 14. septembrī saskaņā ar Padomju Savienībā īstenojamo Saules sistēmas planētu un kosmiskās telpas izpētes programmu Venēras virzienā palaistas kārtējās padomju automātiskās stacijas — «Venēra-11» un «Venēra-12».

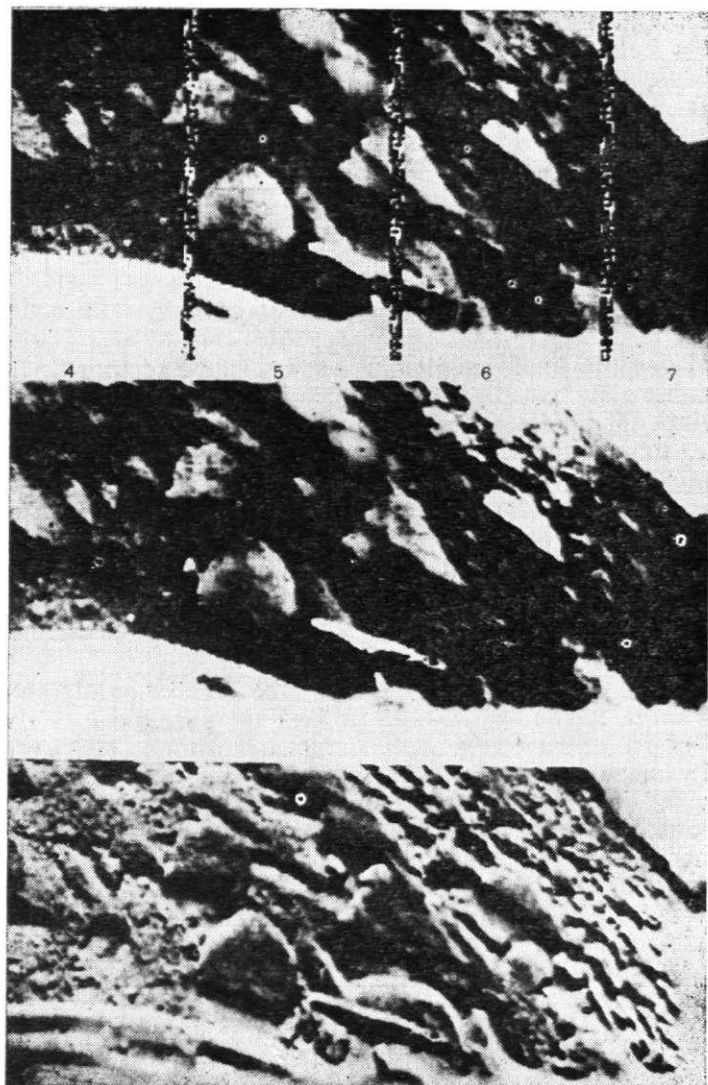
Pēc konstrukcijas uz zinātniskās aparatūras šīs stacijas ir analogas, un to lidojuma galvenais uzdevums ir turpināt jauno posmu Venēras izpētē, kuru ievadīja divu iepriekšējo padomju automātisko staciju «Venēra-9» un «Venēra-10» lidojums 1975. gadā, kad uz Zemi tika pārraidītas pirmās Venēras virsmas panorāmas (1. att.) un vairāki citi jauni dati par planētas grunti, atmosfēru, mākoņu segu un apkārtējo kosmisko telpu.¹

Pa ceļam uz Venēru ar abu automātisko staciju palīdzību tiek pētīti kosmiskajā telpā noritošie fizikālie procesi un paradības — Saules vējš, kosmiskie stari, ultravioletā un rentgenstarojuma plūsmas. Stacijās «Venēra-11» un «Venēra-12» tiek turpināta arī padomju—franču programma kosmiskā gamma starojuma uzliesmojumu izpētei (tā uzsākta jau agrāk automātiskajā Saules novērošanas stacijā «Prognoze-6» un ar padomju nesējraķeti palaistajā franču pavadoņi «Signe-3»). Paralēli «Venērām» gamma uzliesmojumus registrē arī padomju un franču aparatūra automātiskajā stacijā «Prognoze-7», kas ievadīta orbitā ap Zemi 1978. gada 30. oktobrī. Vienlaicīgiem mērījumiem no vairākiem savstarpēji tāliem kosmiskajiem aparātiem jāļauj precizāk nekā līdz šim noteikt uzliesmojumu avotu koordinātes.

Automātisko staciju tehniskās sistēmas un zinātniskā aparatūra turpina darboties normāli. Jau lidojuma pirmajās nedēļās registrēti vairāki galaktiskas izcelsmes gamma staru uzliesmojumi, divas diennaktis ilgs un ar Saules aktivitāti saistīts protonu un alfa daļiņu plūsmas pieaugums u. tml.

Galveno ceļamērķi — Venēras apkaimi automātiskās stacijas «Venēra-11» un «Venēra-12» sasniegs 1978. gada 25. un 21. decembrī.

¹ Skat. E. Mūkina rakstu ««Venēras-9» un «Venēras-10» zinātniskais veikums» «Zvaigžņotās debess» 1976./77. gada ziemas laidienā, 33.—37. lpp., kā arī informāciju pēc padomju preses materiāliem ««Venēra-9 un 10»: daži papildu rezultāti» 1978. gada rudens laidienā, 29.—30. lpp.



1. att. Viens no svarīgākajiem iepriekšējo «Venēru» lidojumu rezultātiem — aiz mākoņiem slēptās Venēras virsmas pirmā panorāma (fragments): *augšā* — neapstrādātā veidā, ar vertikālām joslām, kuras radījusi raidītāja periodiska pārslēgšanās uz telemetrijas datu pārraidi; *vidū* — pēc matemātiskas apstrādes (ar ESM), kuras gaitā «aizlidzinātas» telmetrijas datu joslas, atfiltrēti traucējumi un veiktas citas «kosmētiskas» operācijas; *apakšā* — pēc cita veida matemātiskas apstrādes, kas nogludinājusi kontrastus starp lielākiem laukumiem, bet pastiprinājusi lokālās gaišuma starpības, šādi izceļot mazkontrastainākās detaļas.

(Pēc TASS ziņojumiem)

«PIONEER-12 un 13» MĒRĶI UN UZDEVUMI

Pēc sešpadsmit gadu pārtraukuma ASV Nacionālā aeronautikas un kosmosa apgūšanas pārvalde (NASA) sūtījusi Venēras virzienā divus speciāli šīs planētas pētīšanai konstruētus kosmiskos aparātus — «Pioneer-12» un «Pioneer-13» (jeb «Pioneer-Venus-1» un «Pioneer-Venus-2»).

Iepriekšējie bija «Mariner-1» un «Mariner-2» — paši pirmie lidaparāti, ko ASV vispār izstrādāja un uzbūvēja citu planētu pētīšanai. Viens no tiem gāja zudumā nesējaķetes kļūmes dēļ, bet otrs pēc trīssarpus mēnešus ilga ceļa 1962. gada 14. decembrī kļuva par pirmo kosmisko aparātu, kas veiksmīgi nonācis Venēras tuvumā un pārraidījis no turienes zinātnisku informāciju. «Mariner-2» vienīgais pašas planētas pētīšanas instruments — milimetru viļņu radiometrs — no 35 000 km attāluma izmērija radiostarojuma sadalījumu pa Venēras redzamo disku, parādot, ka tas atbilst stipri sakarsušai virsmai — pāri par +400°C —, nevis ārkārtīgi intensīvai un karstai jonosfērai. Kosmiskās telpas pētīšanai paredzētie instrumenti nekonstatēja nekādu pašai planētai piemītošu magnētisko lauku un radiācijas joslas, bet precīza radiotehniska sekošana «Mariner-2» kustībai Venēras tuvumā ļāva noteikt tās masu trīsdesmit reizes precīzāk nekā ar astronomijas tradicionālajām metodēm.

«Mariner-5», kas pārlidoja Venēru 1967. gada 19. oktobrī jau desmit reizes mazākā attālumā, bija sākotnēji konstruēts citas planētas — Marsa pētīšanai (kā «Mariner-3» un «Mariner-4» rezerves eksemplārs) un tikai vēlāk pielāgots lidojumam Venēras virzienā. Svarīgāko zinātnisko rezultātu deva atmosfēras augšējo un vidējo slāņu blīvuma mērījumi ar radioaptumsuma metodi, kuri, pateicoties ļoti precīzām ziņām par kosmiskā aparāta kustību un vienlaicīgai Venēras radiolokācijai no Zemes, bija stingri piesaistīti augstumam virs planētas (ap 35 km un vairāk). Salīdzinot ar šiem datiem pirmos tiešos atmosfēras galveno raksturlielumu mērījumus, ko dienu iepriekš bija izdarījis padomju automātiskās starpplanētu stacijas «Venēra-4» nolaižamais aparāts, kļuva iespējams piesaistīt pareizam augstumam — apmēram no 55 līdz 25 km — arī tos.¹ Radioaptumsuma metode arī sniedza pirmās ziņas par Venēras jonosfēras uzbūvi, bet pārējie instrumenti precizēja dažus planētu aptverošās telpas raksturlielumus.

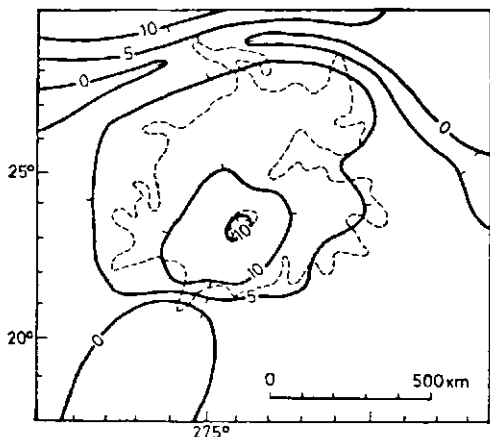
Turpmākajos gados NASA sakarā ar līdzekļu trūkumu gandrīz pilnīgi atteicās no Venēras pētījumiem ar kosmisko aparātu palīdzību, galveno uzmanību pievēršot Marsam un vēlāk arī Jupiteram. Tikai 1974. gada 5. februārī «Mariner-10», izmantojot Venēras pārlidojumu trajektorijas pārtēmēšanai uz galveno ceļamērķi — Merkuru, pavērsa šīs Mēnesim līdzīgās planētas pētīšanai domātos instrumentus arī pret Venēru. Divas televīzijas kameras uzņēma pirmos mākoņiem klātās Venēras attēlus no maza attāluma, turklāt ultravioletajos staros, kur atsevišķas mākoņu segas detaļas izskatās daudz kontrastainākas nekā parastajā gaismā.

¹ «Venēras-4» radioaltimetra signālu par fiksēta augstuma sasniegšanu varēja interpretēt divējādi, atšķirībai starp abām iespējamām vērtībām sasniedzot 30—40 km. Sākumā par patieso tika uzskatīta mazākā vērtība, kas atbilda mērījumiem apmēram 30 līdz 0 km augstumā.



1. att. Trīs Venēras attēlu mozaikas, ko «Mariner-10» ieguvis ar septiņu stundu intervāliem. Redzama mākoņu segas spirālveida struktūra un ātrā kopējā cirkulācija ap planētu ar četru dienu periodu.

(Telekameru UV filtri arī bija vienīgais aparātūras papildinājums Venēras pētīšanai.) Vairāk nekā 3700 attēli, kas tika iegūti astoņu dienu laikā, ļāva gan izsekot atmosfēras vispārējai cirkulācijai planētas mērogā (1. att.), gan ieraudzīt mākoņu slāni atsevišķas vertikālās konvekcijas šūniņās. Citi instrumenti (IS radiometrs u. c.) un kārtējo reizi krietni uzlabotā radioaptumsuma metode papildināja ar jaunām detaļām priekšstatus par vidējo un augšējo atmosfēru; nozīmīgākā no tām bija raksturīgu temperatūras minimumu virkne, kura norādīja uz četru atsevišķu slāņu pastāvēšanu Venēras mākoņos. Bez tam atkal tika precizēta planētas masa, jonosfēras uzbūve utt.



2. att. Milzīgs vairogveida vulkāns uz Venēras pēc radiolokācijas novērojumiem Goldstounā 1977. gadā. Nepārtrauktās līnijas ar skaitļiem norāda augstumu kilometros virs vidējā līmeņa, pārtrauktā līnija — radioviļņus pastiprināti atstarojoša rajona robežu.

Blakus šo un citu starpplanētu lidojumu vadīšanai Kalifornijas Tehnoloģiskā institūta Reaktīvās kustības laboratorija, kur NASA uzdevumā konstruēti visi «Marineri», izmantoja savu tālo kosmisko sakaru staciju Goldstounā (Kalifornija), lai ar radiolokācijas palīdzību sastādītu Venēras virsmas reljefa kartes. Kopš 1972. gada ar izšķirtspēju 10 km horizontālā plaknē un 0,2 km — vertikālā šādi aplūkota apmēram desmitā daļa no Venēras virsmas un tur atklāti gan meteorītu izsisti krāteri, gan lielas plaisas un lēzenas kalnu grēdas, gan acīmredzot arī vismaz viens milzīgs vairogveida vulkāns (2. att.).

Pretstatā ASV, Padomju Savienība aizgājušajos gados izvērta visai intensīvu Venēras pētīšanas programmu ar kosmiskajiem aparātiem: no 1967. līdz 1975. gadam planētas atmosfēras parametrus septiņas reizes tieši mērīja automātisko staciju «Venēra-4» līdz «Venēra-10» nolaižamie aparāti, turklāt divi pēdējie pārraidīja arī datus par mākoņu segas un virsmas īpašībām, ieskaitot nosēšanās vietu panorāmas; pašas automātiskās stacijas «Venēra-9» un «Venēra-10» kļuva par planētas pirmajiem mākslīgajiem pavadoņiem.² Pašreizējie priekšstati par Venēras grunti, atmosfēru un apkārtējo telpu balstās pirmām kārtām tieši uz šo padomju aparātu sniegtajām ziņām, kurām vertīgu papildinājumu veido «Marineru» pārraidītā informācija, radiolokācijas novērojumi, infrasarkanās spektroskopijas dati u. c. Tā, piemēram, tiešu mērījumu rezultātā tagad droši zināms, ka uz Venēras virsmas valda gandrīz 500° C karstums un gandrīz 100 atm spiediens — apstākļi, kas ļoti sarežģī jebkura nolaižama aparāta izveidošanu.

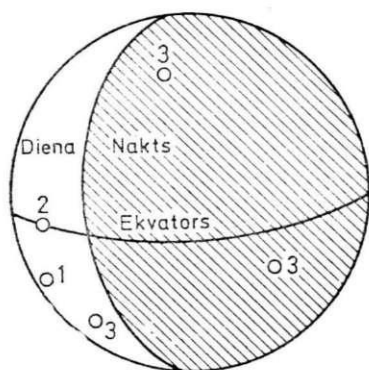
Jaunā amerikāņu Venēras pētīšanas programma ar «Pioneer-12» un «Pioneer-13» palīdzību ir diezgan pieticīgs pasākums (sevišķi finansiālā ziņā), un tajā nav mēģināts aptvert maksimāli plašu šīs planētas problēmu loku. Iecerētie pētījumi koncentrēti galvenokārt tajos virzienos, kur amerikāņu zinātnieki jau guvuši lielākos eksperimentālos vai teorētiskos panākumus līdz šim: reljefa kartografēšanā, planētas globālajā meteoroloģijā, mākoņu sastāva atminēšana, augšējās atmosfēras un jonosferas struktūras pētīšanā.

«Pioneer-12» jākļūst par Venēras mākslīgo pavadoņi un astoņus mēnešus ilgi jānovēro planēta un tās apkārtnē no aptuveni polāras eliptiskas orbītas ar pericentra augstumu 200 km, apocentra augstumu 60 tūkst. km, apriņķošanas periodu 24 stundas. Pateicoties tik zemam pericentram (iepriekšējiem pavadoņiem — ap 1500 km), atmosfēras un jonosferas augšējo slāņu raksturlielumus būs iespējams noteikt ne tikai ar radioaptumsuma, spektroskopijas un citām aplinkus metodēm, bet arī tiešu mērījumu ceļā. Šajā nolūkā «Pioneer-12» apgādāts ar diviem masspektrometriem atmosfēras jonizētās un neitrālās komponentes ķīmiskā sastāva analīzei, brīvo elektronu temperatūras mērītāju, jonu enerģijas analizatoru.

Citai instrumentu grupai — ultravioletajam spektrometram, infrasarkanajam radiometram, redzamās gaismas fotopolarimetram — regulāri jānovēro no tuvuma mākoņu segas virskārta (augstums 65—70 km) un tieši virs tās esošais atmosfēras slānis, lai varētu spriest par šo objektu sastāvu, siltumrežimu, optiskajām un citām īpašībām atkarībā no vietas, laika un citiem faktoriem.

Venēras virsmas reljefam zem «Pioneer-12» lidojuma trases iecerēts sekot ar radiolokācijas altimetru; paredzēta arī iespēja darbināt šo instrumentu radiometra režīmā — pašas virsmas starojuma uztveršanai. Pavadoņa orbītas orientācija izraudzīta tā, lai pericentra tuvumā veikto mērījumu trases stieptos no viena Venēras pola līdz otram un planētas rotācijas dēļ tās pilna apgrieziena laikā (243 dienās) vienmērīgi pārklātu

² Plašs pārskats par visu automātisko staciju «Venēra» lidojumiem un iegūtajiem zinātniskajiem rezultātiem atrodams E. Mūkina rakstā «Desmit «Venēras»: aparāti, lidojumi, rezultāti» «Zvaigžņotās debess» 1977. gada rudens laidienā, 30.—35. lpp.



3. att. «Pioneer-13» orbitālā bloka (1), lielākā nolaižamā aparāta (2) un mazo nolaižamo aparātu (3) tēmējuma punktu izvietojums uz Venēras, raugoties no Zemes planētas sasniegšanas brīdī.

virsmā vienlaikus četrās savstarpēji tālās planētas vietās (3. att.). Lai veiktu šādu globālās meteoroloģijas izpratnei vērtīgu eksperimentu, visos nolaižamajos aparātos uzstādīti spiediena un temperatūras mērītāji, infrasarkanā un redzamā starojuma radiometri atmosfēras siltumbilances izvērtēšanai un nefelometri mākoņu daļiņu vidējā lieluma un koncentrācijas noteikšanai ar optiskām metodēm (tie izgatavoti ar Francijas speciālistu piedalīšanos). Pašu aparātu kustībai, kurai paredzēts sekot ar radiotehniskām metodēm, jāsniedz ziņas par Venēras vējiem.

Lielākajā nolaižamajā aparātā papildus uzstādīta iekārta dažāda izmēra daļiņu relatīvā daudzuma noteikšanai Venēras mākoņos un divi instrumenti atmosfēras ķīmiskā sastāva precīzai un pilnīgai analīzei — masspektrometrs un gāzu hromatogrāfs. Šiem instrumentiem jādod atbilde uz diviem svarīgiem jautājumiem: par Venēras atmosfēras mazākajām sastāvdaļām (patlaban droši zināms tikai ogļskābās gāzes un slāpekļa daudzums) un par mākoņu ķīmisko sastāvu. (Saskaņā ar šobrīd visatzītāko hipotēzi, kuru 1973. gadā izvirzījuši amerikāņu zinātnieki Sills un Jangs, mākoņus veido koncentrētas sērskābes pilieniņi.⁴)

«Pioneer-13» orbitālajam blokam arī jāieiet Venēras atmosfērā vēl citā rajonā un līdz sadegšanas brīdim 120 km augstumā ar diviem masspektrometriem (viens no tiem izgatavots VFR) jāmēra augšējās atmosfēras un jonosfēras ķīmiskais sastāvs.

Nekādi Venēras virsmas pētījumi ar «Pioneer-13» nolaižamo aparātu palīdzību nav ielānoti.

³ Venēras kartogrāfēšana ar radiolokāciju no Zemes aplūkota «Zvaigžņotās debess» 1977. gada vasaras laidienā, 20.—22. lpp.

⁴ Šīs hipotēzes priekšvēsture un pamatojums izklāstīts «Zvaigžņotās debess» 1977. gada pavasara laidienā, 20.—21. lpp.

Kā redzams, galvenās zinātniskās cerības «Pioneer-12» un «Pioneer-13» lidojumā balstās uz dažu Venēras pēlīšanai agrāk nelietotu instrumentu izmantošanu, pavadoņa orbitas mazo augstumu un mērījumu vienlaicību vairākos planētas punktos, nevis uz kādiem principiāli jauniem manevriem. Abi aparāti, kas konstruēti NASA Eimsa kosmisko pētījumu centrā, ir nelieli (567 un 885 kg), maksimāli vienkārši, ar daudziem identiskiem mezgliem, kas veidoti no jau gatavām, praksē pārbaudītām daļām.

«Pioneer-12» un «Pioneer-13» konstrukcijas pamatelements ir nehermētisks cilindruveida korpuss, kuram stabilizāciju telpā un reizē arī vienmērīgu siltumrežīmu nodrošina rotācija ap garenisko asi, kas orientēta perpendikulāri Saules stariem. Rotācija kalpo arī «Pioneer-13» nolaižamo aparātu virzīšanai uz dažādiem Venēras rajoniem bez kādas dzinēju piepalīdzības: atdaloties no korpusa, cilindra ārmai piestiprinātie mazie aparāti «centrbēdzes» spēka ietekmē nonāk savstarpēji attālinošās trajektorijās, kamēr uz cilindra ass novietotais lielais aparāts turpina iepriekšējo ceļu.

Hermētiskie un spiedienizturīgie nolaižamie aparāti apgādāti ar relatīvi lieliem aerodinamiskās bremsēšanas konusiem, lai iespējami strauji nodzēstu kosmisko ātrumu un varētu uzsākt mērījumus jau 67 km augstumā. Ilgāka darbības laika sasniegšanai mākoņu slāni lielākais aparāts apgādāts ar izpletņi, kuru pēc tam paredzēts nomest. Nekādi nosēšanās triecienu amortizējoši elementi nolaižamo aparātu konstrukcijās nav ietverti, un šajā brīdī to darbība acīmredzot beigsies. Iegūtos datus paredzēts pārraidīt tradicionālajā 2200 MHz diapazonā tieši uz Zemi (bez retranslācijas kādā no orbitālajiem aparātiem) ar tempu no 16 līdz 256 bitiem sekundē.

«Pioneer-12» zinātniskie instrumenti nekustīgi piestiprināti aparāta korpusam, un to periodiskai pavēršanai pret Venēru atbilstoši izraudzīts rotācijas ass virziens — paralēli kustības trajektorijai pericentra tuvumā. Iegūto datu pārraidei uz Zemi ar tempu 2048 biti sekundē pat mazāko uztverošo antenu lietošanas gadījumā «Pioneer-12» (atšķirībā no «Pioneer-13») apgādāts arī ar nelielu virzienantenu.

Abi kosmiskie aparāti tika palaisti ar ievērojamu starplaiku — 1978. gada 20. maijā un 8. augustā, par nesējraķetēm izmantojot «Atlas-Centaur». Kustoties pa dažāda tipa trajektorijām, tie tomēr nonāks pie mērķa gandrīz vienlaikus — 4. un 9. decembrī.

E. Mūkins

CITĀS OBSERVATORIJĀS

KOMANDĒJUMĀ PIE INDIJAS ASTRONOMIEM KAVALŪRAS OBSERVATORIJĀ

Ar siltām un tumšām bezvēja naktīm, ar cikādu sisināšanu, sikspārņu pikstieniem, tropu meža trokšņiem un spožām dienvīdu zvaigznēm mani sagaidīja Indijas kosmisko pētījumu organizācijas jaunā observatorija Kavalūras ciematiņā Džavadi pakalnos, pusceļā starp Bangaloru un Madrasu, kur mans uzdevums bija saistīts ar astronomiskās novērošanas aparātūras uzstādīšanu, regulēšanu, remontu un novērotāju apmācīšanu.

Observatorijā, kura pirms pusotra gada uzbūvēta Indijas Astrofizikas institūta teritorijā, pagaidām ir tikai divi instrumenti — universālā četrasu ZMP fotokamera AFU-75 un lāzera tālmērs LD-1 precīzai ZMP attāluma mērīšanai. Galvenais jaunās observatorijas uzdevums ir Zemes mākslīgo pavadoņu optiskais dienests, pareizu koordinātu un attālumu noteikšana līdz ZMP starptautisko novērošanas programmu un Indijas kosmiskās telpas pētišanas programmas ietvaros.

Observatorijas organizēšana un iekārtu uzstādīšana notika ciešā sadarbībā ar Indijas, PSRS, Čehoslovākijas, Polijas, VDR un Ungārijas zinātniekiem. Jau pašā sākumā bija jāsaduras ar daudzām problēmām, no kurām galvenā bija pietiekami augsti kvalificētu kadru trūkums, jo, kaut arī Indijas valdība intensīvi organizē un realizē kosmisko pētījumu kompleksu programmu, šī nozare Indijā vēl ir pavisam jauna un tāpēc jāreķinās tikai ar jauniešiem, kuri pavisam nesen pabeiguši augstākās mācību iestādes un, protams, nav paguvuši uzkrāt pieredzi šajā darba laukā.

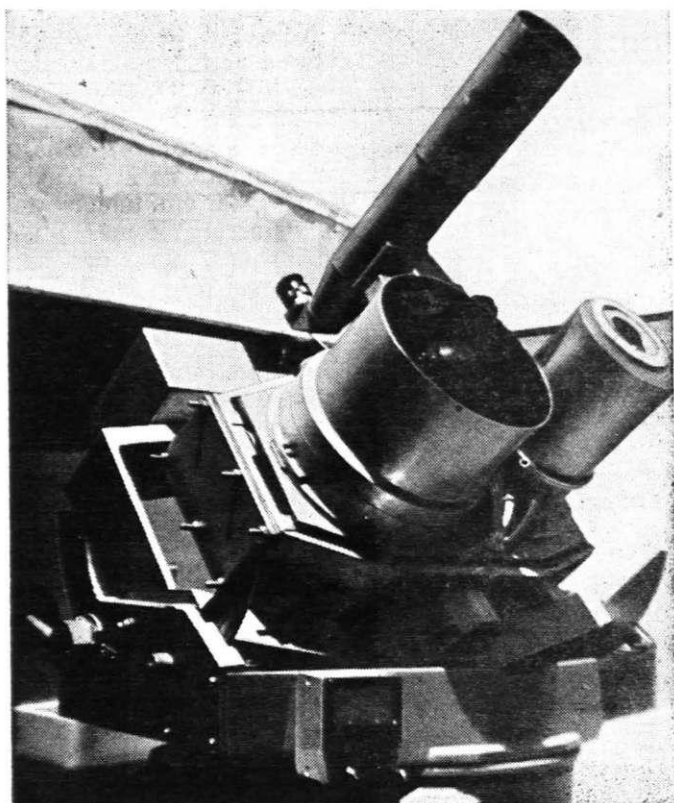
Mūsdienu ZMP optiskā dienesta operatoram jāapgūst samērā daudz zināšanu ne tikai astrometrijā un debess mehānikā, bet arī elektronikā, optikā, fotoķīmijā, elektrotehnikā, skaitļošanas matemātikā un dažās citās blakusnozārēs. Ekspedīciju apstākļos jāprot remontēt un regulēt iekšdedzes dzinējus, kurus izmanto elektroģeneratoru piedziņai, automašīnas, jāprot gatavot ēdienu utt.

Visas šīs problēmas ir aktuālas arī Kavalūras observatorijai, jo, lai arī tā neatrodas pavisam nomaļā vietā, tomēr rodas nopietnas grūtības ar elektroapgādi, produktiem, satiksmi ar lielajām pilsētām u. c.

Laikā no 1976. gada zinātniskā aparātūra bija daļēji izgājusi no ierindas vairāku objektīvu iemeslu dēļ, galvenie no kuriem bija ļoti nestabils barošanas spriegums (no 40 līdz 310 V), meteoroloģiskie apstākļi, ne visai prasmīgā apiešanās ar iekārtām un dažādi insekti, kuri bāriem bija salīduši starp kontaktiem, sadalītājiem un citās vietās.

Pirms uzsākt novērojumus bija nepieciešams pamatīgi pārbaudīt un noregulēt visu aparātūru un palīgiekārtas, izdzīt no elektronikas un palīgiekārtu blokiem vārdes un hameleonus, kuri dienā tur labprāt milēja uzturēties.

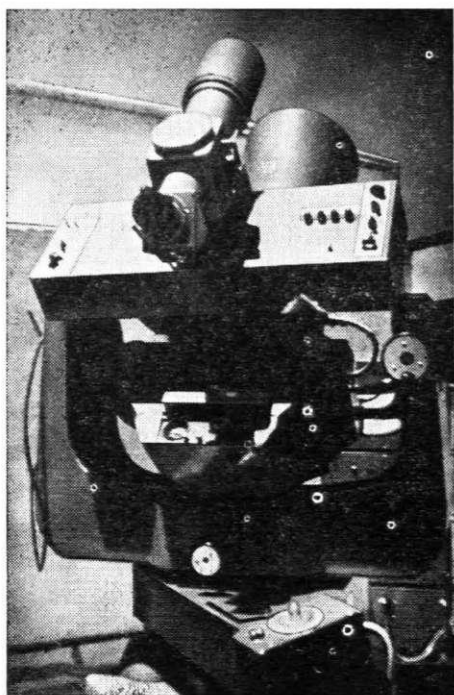
No 1978. gada 20. janvāra līdz 21. martam laiks pieturējās brīnumjauks. Kaut arī observatorija atrodas uz divpadsmitā ziemeļu platuma



1. att. «Interkosmos» lāzera tālmērs Kavalūras observatorijā.

grāda, tomēr 800 m augstums virs jūras līmeņa un spīgtais vējš dienā samazina temperatūru un strādāt ir ļoti patīkami. Par darba trūkumu nebija jāžēlojas, jo sevišķu palīdzību četri vietējie operatori nevarēja sniegt. Šajā aparatūras remonta periodā viņi bija intensīvi jāapmāca izprast konstrukciju un darbības principus, lai vēlāk varētu pareizi un saprātīgi pildīt novērotāja funkcijas. 16. februārī sagatavošanas darbi bija pabeigti un varēja uzsākt regulārus ZMP novērojumus. Līdz tam labus uzņēmumus šeit ne reizi nebija izdevies iegūt un tāpēc varēja pilnīgi saprast observatorijas līdzstrādnieku lielo prieku par ģeodēzisko un ģeosinhrono Zemes pavadoņu fotouzņēmumiem, kurus ieguvām sistemātiski katru nakti.

Sākotnējā periodā galvenie novērojumi bija jāveic pašam, vienlaikus skaidrojot un demonstrējot šo moderno iekārtu operatoram nepieciešamās metodes un paņēmienus. Vēlāk viens no vietējiem līdzstrādniekiem pilnīgi apguva visas operatora iemaņas un patstāvīgi ieguva augstas kvalitātes uzņēmumus. Pārējiem veicās daudz sliktāk, kas galvenokārt izskaidrojams ar nepietiekamo pamatsagatavotības līmeni.



2. att. AFU-75 kamera ZMP fotografēšanai Kavalūras observatorijā.

nējoša Zemes mākslīgā pavadoņa, tā izmanto franču ģeosinhrono pavadoņi «Symphonie», lai translētu visā valstī centrālās televīzijas programmas. Ģeosinhroni pavadoņi, kā zināms, nav absolūti stacionāri pret kādu noteiktu zemeslodes punktu, bet pārvietojas pa trajektoriju, kura atgādina aptuvenu astotnieku, apmēram simetrisku pret ekvatora plakni.

Kad astronomiskā aparatūra bija uzstādīta un savesta darba kārtībā, Kavalūras observatorija aktīvi uzsāka ģeosinhronā pavadoņa «Symphonie» regulāru fotografēšanu, lai prognozētu tā pārvietošanos un tādā kārtā precizētu noraidošo un uztverošo antenu orientāciju.

Divus mēnešus ilgajā darba periodā Indijā baudīju ļoti sirsnīgu un draudzīgu uzņemšanu. Observatorijas darbinieki darija visu iespējamo, lai sagādātu man pēc iespējas labus dzīves un darba apstākļus.

Observatorijas tuvumā gan nekādu kultūras pieminekļu nebija — Džavadi pakalnus klāj mežu masīvi, kuri atrodas valsts aizsardzībā. Lai apskatītu senos tempļus, bija jābrauc turpat 200 km no Bangaloras uz rietumiem un dienvidrietumiem. Te Belluras apkaimē atrodas vairāki Džeinu tempļi, kuri būvēti apmēram pirms 1000 un vairāk gadiem. Viens no interesantākajiem tempļiem atrodas Sravanabelugolas tuvumā. Apmēram 100 m augstā monolīta granīta pakalna virsotnē uzbūvēts templis ar Šri

Kā jau teikts, Indijas kosmiskās telpas pētīšanas pārvalde, kuru tieši kontrolē Indijas valdība, veic plašu organizatorisko darbu, lai valstī izvērstu kompleksu zinātniskā darba programmu ar ZMP aktīvu izmantošanu sakariem, televīzijas programmu translācijai, Zemes un tai tuvākās kosmiskās telpas pētījumiem.

Kosmiskās telpas pētījumu pārvaldes filiāles atrodas vairākās pilsētās un vairākos Indijas rajonos. Kavalūras ZMP optiskā dienesta observatorija intensīvi gatavojas arī Indijas Zemes mākslīgā pavadoņa novērošanai.

Līdz 16. martam visi galvenie darbi Kavalūras observatorijā bija pabeigti, un es pārcēlos uz Bangaloru, kur bija nepieciešams uzstādīt un noregulēt precīzu koordinātu mērīšanas iekārtu «Komess» kameras AFU-75 negatīvu precīzai mērīšanai pirms to matemātiskās apstrādes. Līdzīgs darbs bija jāveic arī «ISRO» galvenajā mītnē Ahmedabadā, lai uzstādītu un noregulētu koordinātu mērāmo iekārtu UIM-23. Pašreiz, kad Indijai vēl nav sava aktīvi funkcionējoša

Gommatešvara statuju no monolīta granīta aptuveni 20 m augstumā. Līdz templim ved 600 granīta pakalnā iekalti pakāpieni, pa kuriem, tāpat kā tempļa teritorijā, drikst staigāt tikai kailām pēdām. Tas ir ne visai patīkami, jo granīts saulē stipri sakarst un gribot negribot jāmeklē ēnainākas vietas, kur likt kāju.

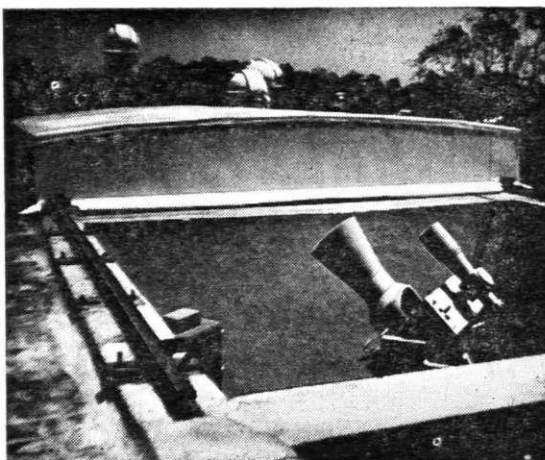
Visos šajos tempļos gan Sravanabelugolā, gan Bellūrā, gan citur pārsteidz fantastiskais darba apjoms un meistarība, ar kādu klintīs un akmens blokos ir izveidotas dažādas figūras, dzīvnieku un cilvēku attēli, rituāla un sadzīves ainas, kara epizodes, mitoloģiski sižeti u. c. Akmenī izcirstas mar-

gas, pārsteidzoši smalki veidoti ornamentu un režģi, kuri izskatās kā lieti no čuguna vai vara. Daudzos veidojumos ir izgrebti iedobumi un tukšumi, turklāt palikusī akmens daļa ir tikai kādus pāris milimetrus bieza.

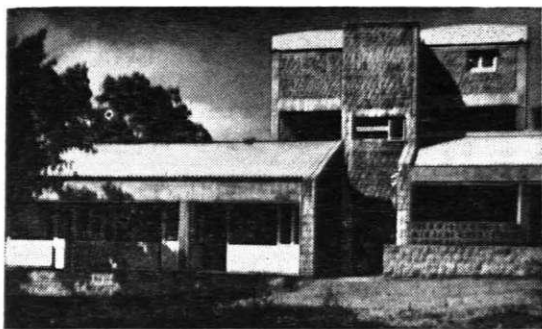
Vienā no tempļiem netālu no Bellūras gids šajās akmeņfigūrās uz tempļa sienām prata parādīt gan teleskopus, gan raķetes, gan eiropiešu apģērbos tērptus cilvēkus ar kosmonautu ķiverēm. Cilvēks ar bagātu fantāziju tiešām varēja saskatīt kaut ko līdzīgu.

Ahmedabadā man bija iespēja aplūkot musulmaņu mošeju ar tā saucamajiem kustīgajiem torņiem. Ekskursantus, ap 6—8 cilvēkus grupā, pa šaurām kāpnītēm uzved katra torņa augšējā platformā, kura atrodas apmēram 30 metrus augstu, un lūdz pietupties kā putniem uz šauras dzegas. Tad pavadoņi sāk šūpot no akmens blokiem būvēto torni. Tas tiešām šūpojas ar apmēram 5—6 cm amplitūdu. No šī torņa svārstībām sāk svārstīties arī otrs tornis, kas atrodas apmēram 6—8 m attālumā, bet uz kopējas platformas. Tad otrs pavadoņi iesūpo nākamo utt. Viens otrs tūrists to reizēm neiztur, jo šīs demonstrācijas galvenokārt domātas asu izjūtu cienītājiem.

Indija ir ļoti interesanta zeme. Tajā ir bezgala daudz ko aplūkot un apbrīnot. Taču blakus brīnišķīgajiem senās kultūras pieminekļiem, vienmēr ziedošajām «Buganvelām» ir arī daudzas ne visai patīkamas parādības, kuras sagādā nepatīkamus brīžus iebraucējam no Eiropas. Viena no tādām ir ubagošana. Pietiek iziet uz ielas, lai apskatītu pilsētu, kad no visām pusēm tevi ielenc noskranduši, puskaili un kropli cilvēki, sievietes ar netīriem un kropliem bērniem, un visi lūdz naudu. Lai arī cik daudz kabatā būtu monētu, to pietiek tikai dažiem desmitiem minūšu. Tā kā komandētājam zinātniekam naudas nebūt nav tik daudz, tad nekādi nav



3. att. Indijas Astrofizikas institūta teleskopu paviljons un ZMP fotokamera AFU-75 Džavadi kalnos Kavalūrā.



4. att. Jaunuzceltā Kavalūras observatorijas ēka ar ZMP fotokameras un lāzera tālmēra paviljonu augšstāvā.

iespējams to sadalīt šiem nabagiem. Tas rada konflikta situācijas, jo šo cilvēku apziņā, laikiem jau gadu desmitos, ir iesakņojies uzskats, ka «baltais cilvēks» ir ļoti bagāts un no tā ir jāprasa, lai tur vai kas. Praktiski šī iemesla dēļ dienvidu štatu pilsētās bez transporta līdzekļa uz ielas nevarēja parādīties. Arī automašīnā, tai apstājoties ielu krustojumos, pa atvērtiem logiem sniedzas netīras trīcošas rokas vai to stumbeņi — naudu, naudu!

Ļoti zīmīgi bija tas, ka šie «ubagotāji» prasa naudu tikai «baltajiem cilvēkiem», turpretī savējiem nē. Pārapsdzīvotība, izglītības trūkums, slimības, nodarbinātības problēma un līdz ar to arī iztikas līdzekļu sagādes grūtības, tas viss rada šo ubagotāju armiju. Ziemeļu štatos šī parādība bija novērojama daudz mazākā mērā, jo te cilvēku nodarbinātība ir augstāka.

Neraugoties uz šāda rakstura neērtībām un ārkārtīgi specifisko indiešu nacionālo virtuvi, visumā komandējums bija ļoti interesants. Vieta observatorijai izvēlēta ļoti laba, un ziemas mēnešos, kad pie mums valda aukstums un sniegs, ir bezgala patīkami pasildīties siltajā dienvidu saulē un vēl jo patīkamāk ir veikt astronomiskos novērojumus naktīs bez smaga kažoka mugurā, bez ausaines galvā un velteniem kājās, šausminot savus Kavalūras kolēģus ar nostāstiem par 15—20° aukstumu Rīgā un biezu sniega kārtu, ko vairums no viņiem redzējuši tikai filmās.

Komandējuma un padarītā darba rezultātā attiecības ar Kavalūras observatorijas līdzstrādniekiem izveidojās ļoti draudzīgas. Jācer, ka nākotnē šīs attiecības un kontakti starp Rīgas un Indijas astronomiem paplašināsies un nostiprināsies.

K. Lapuška

NO ASTRONOMIJAS VĒSTURES

LAIKA SKAITĪŠANA LATVIJĀ

Kā zināms, mūsu republikā, tāpat kā visā PSRS rietumu daļā, ir spēkā t. s. Maskavas dekrēta laiks. Taču ne vienmēr pie mums ir bijusi šāda laika skaitīšanas sistēma. Izrādās, ka vēl pirms 80 gadiem Rīgā visa dzīve ritējusi pēc sava, vietējā laika, atbilstoši Rīgas meridiāna vietējam vidējam laikam. Galvenais Rīgas laika rādītājs tad ir bijis Rīgas Politehniskā institūta Denkera (F. Dencker) firmas pulkstenis, pēc kura vajadzēja līdzināties visiem pārējiem Rīgas pulksteņiem.

Tikai sagaidot 1899. gadu, Jaungada naktī Rīgā ieviests t. s. Pēterburgas laiks, kuru pareizāk gan būtu saukt par Pulkovas laiku, jo tas atšķiras no Grīničas jeb pasaules laika par $2^{\text{h}}1^{\text{m}}18^{\text{s}},7$ atbilstoši Pulkovas observatorijas ģeogrāfiskajam garumam.

Vācu okupācijas varas laikā pirmā pasaules karā (1917. sept. — 1919. janv.) Rīgā bija ieviests Viduseiropas laiks, kas ir priekšā pasaules laikam par 1 stundu. Nodibinoties padomju varai, 1919. gada janvārī Rīgā atjaunoja laika skaitīšanu pēc Petrogradas laika, bet tā paša gada pavasarī pārgāja uz t. s. Austrumkrievijas laiku, kas atbilst tagad lietojamam Maskavas dekrēta laikam.

No 1920. līdz 1940. gadam Rīgā un visā Latvijā bija spēkā t. s. Austrumeiropas laiks, kas ir 1 stundu vēlāks par tagad lietojamo un atšķiras no pasaules laika par 2 stundām.

Neilgi pēc padomju varas atjaunošanas 1940. gada vasaras beigās Latvijā pagriezta visus pulksteņus 1 stundu uz priekšu un ievada Maskavas dekrēta laiku, kas par 3 stundām atšķiras no pasaules laika. Šo laika skaitīšanas sistēmu mēs izmantojam arī tagad.

Lielā Tēvijas kara laikā okupācijas vara arī Latvijas teritorijā ziemas periodos lietoja Viduseiropas laiku, bet vasaras mēnešos ieviesa par 1 stundu agrāku vasaras laiku, kas atbilda kādreiz agrāk lietotajam Austrumeiropas laikam.

Jāpiebilst, ka tagad lielākajā daļā valstu nelieto savām teritorijām atbilstošos joslu laikus (sevišķi vasaras periodos), bet gan par 1 stundu agrāku laiku. Tā, piemēram, arī Anglijā vairs nav Grīničas laika, bet gan 1. joslas laiks.

Leonids Roze

ROBERTS ŅŪTONS PRET PTOLEMAJU

Antīkās astronomijas vēsturē īpašu vietu ieņem Klaudija Ptolemaja vārds. Ptolemajs, tāpat kā liela daļa sengrieķu astronomu, dzīvojis un veicis savus pētījumus Ēģiptē, Aleksandrijas pilsētā, kuru 332. gadā pirms mūsu ēras dibināja Aleksandrs Lielais. Par Klaudija Ptolemaja dzīvi vēsture mums nav saglabājusi daudz ziņu. Ir zināms vienīgi, ka Ptolemajs dzīvojis Aleksandrijā ap 120. gadu mūsu ērā.

Ptolemajs ir sarakstījis vairākus zinātniskus traktātus, kas veltīti astronomijai un arī citiem jautājumiem, piemēram, savā darbā «Optika» viņš pētījis arī gaismas laušanu Zemes atmosfērā. Galvenais Ptolemaja sacerējums ir liels traktāts (13 grāmatas) ar nosaukumu «Almagests», kurā savdabīgi sintezēts, papildināts un tālāk izstrādāts iepriekšējo ievērojamo sengrieķu astronomu un filozofu devums Visuma izpētē. «Almagestā» Ptolemajs detalizēti izstrādājis savu ģeocentrisko sistēmu, kuras pirmsākumi saskatāmi Knidas Eidoksa, Pergas Apolonija un Hiparha darbos. Šī sistēma nesatricināta valdīja līdz pat Kopernikam. Ptolemajam tomēr neizdevās saskatīt racionālo domu Samosas Aristarha (310.—230. g. pirms mūsu ēras) izvirzītajā heliocentriskajā sistēmā, un cilvēcei bija jāgaida līdz 16. gadsimtam, līdz, pateicoties Kopernikam, tā kļuva vispāratzīta.

Par Ptolemaja nopelniem astronomijas vēsturnieku domas allaž ir dalījušās. Vairākkārt ir apšaubīts, ka Ptolemajs pats veicis astronomiskus novērojumus, jo viņa darbi galvenokārt balstās uz Hiparha novērojumiem. Pēdējo Ptolemajs «Almagestā» ir jo bieži cildinājis un nav slēpis, ka izmantojis tā datus.

1977. gadā savā apjomīgajā grāmatā «Klaudija Ptolemaja noziegums» pret slaveno astronomu sensacionālu apsūdzību izvirzīja ASV zinātnieks, Dž. Hopkina universitātes lietišķās fizikas laboratorijas līdzstrādnieks Roberts Ņūtons. Apsūdzība izklāstīta 412 lappusēs. Ņūtons uzskata, ka nolūkā pierādīt savas teorijas Ptolemajs sistemātiski falsificējis citu, pirms viņa dzīvojušu astronomu novērojumu datus. «Ptolemajs,» raksta R. Ņūtons, «ir ne tikai ievērojamākais senatnes astronoms, bet arī kaut kas pavisam neparasts — viņš ir vissekmīgākais krāpnieks zinātnes vēsturē.» R. Ņūtons sāka rūpīgi iepazīties ar Ptolemaja traktātiem, kad viņa darbs debess ķermeņu pavadoņu dinamikā izraisīja nepieciešamību izmantot Zemes un Mēness kustību gadsimtu maiņu datus. Strādājot ar Ptolemaja materiālu, Ņūtons ievēroja, ka Ptolemaja dati nesakrīt nedz ar citu antīko astronomu datiem, nedz ar mūsdienu novērojumu ekstrapolāciju atpakaļ uz Ptolemaja novērojumu laikiem. Sistemātiskas kļūdas Ptolemaja datus tika ievērotas arī agrāk, taču R. Ņūtonam likās uzkrītoši tas, ka daudzus «Almagestā» minētos datus var precīzi aprēķināt, izmantojot paša Ptolemaja teoriju. Ptolemajs atzīmē, ka viņš novērojis rudens ekvinokciju 132. gada 25. septembrī pulksten 14.00, minot, ka novērojumi veikti ar vislielāko rūpību. Ņūtona izdarītā atpakaļekstrapolācija parādīja, ka ekvinokcijai bija jāiestājas 24. septembrī pulksten 9.54. Sajā gadījumā Ptolemajs minējis savu novērojumu, lai demonstrētu, cik precīzi Hiparhs agrāk bija noteicis gada ilgumu. Šim nolūkam Hiparhs 146. gada pirms mūsu ēras 27. septembrī (tātad 278 gadus pirms Ptolemaja) novēroja rudens ekvinokcijas momentu. R. Ņūtons parāda, ka, pareizinoš Hiparha tiem laikiem lielisko gada ilguma novērtējumu ar 278 un pieskaitot Hiparha novērotajam ekvinokcijas momenta laikam, precīzi iegūst ekvinokcijas momenta laiku, kuru kā paša novērotu min Ptolemajs. R. Ņūtons uzcītīgi savācis vēl daudz līdzīgu piemēru no tā paša «Almagesta», kuros uzdotie novērojumu dati ir gandrīz identiski tiem, ko dod Ptolemaja teorija, bet stipri atšķiras no mūsdienu novērojumu datu ekstrapolācijām.

R. Nūtons ir pilnīgi pārliecināts, ka Ptolemajs nodarbojies ar apzi-
nātu krāpšanu, lai iegūtu liela astronoma slavu. Amerikāņu pētnieks uz-
skata, ka šāda rupja datu falsifikācija nav tūlīt atklāta tikai tāpēc, ka
tolaik nav bijis astronomu, kas būtu varējuši veikt kompetentus mēri-
jumus.

Kā jau ikreiz, kad kāds tiek apsūdzēts, rodas arī aizstāvji. Klaudijs
Ptolemajs tādu radis Harvarda universitātes astronoma un zinātnes vēs-
turnieka Ouveņa Džindžeriča personā. Pēdējais nenoliedz daudzās datu
klūdas «Almagestā». Viņš domā, ka «Almagestā» dota tikai daļa Ptole-
majam pieejamo datu. Pedagoģiskos nolūkos, raksta Džindžeričs, Ptole-
majs «Almagestā» ievietoja tikai tos datus, kas vislabāk sakrīta ar teoriju.
Tas gan neatbilst tiem principiem, pēc kuriem tiek sastādīti zinātniski
raksti mūsdienās, taču nekādā ziņā nav krāpšana. Džindžeričs domā, ka
Ptolemajs, tāpat kā daudzi citi viņa laika spoži zinātnieki, bija dziļi pār-
liecināts par savas teorijas pareizību un ticēja, ka tā attēlo dabu pilnīgāk
nekā viņa laika neprecīzie novērojumi. Nav izslēgts, ka Ptolemaju mal-
dinājis kāds negodprātīgs asistents, kas rīkojies līdzīgi dažiem mūsdienu
studentiem, kuri, strādājot laboratorijas darbus, «mērijumu» rezultātus
iegūst, izdarot aprēķinus pēc teorijas.

Tā vai citādi, bet ģeocentriskā teorija jau sen ir sagrauta. Tomēr
Klaudija Ptolemaja vārds nav izdzēšams no zinātnes vēstures, kaut vai
tikai tāpēc, ka viņš savā «Almagestā» saglabāja un attīstīja Hīparha un
citu antīko astronomu idejas, kuras citādi, iespējams, būtu mums zudu-
šas. Bet zinātnes vēsturnieku diskusijas par Ptolemaja lomu turpinās.

G. Ozoliņš

Astronomische Nachrichten.

Expedition auf der Königlichen Sternwarte bei Kiel.

Herausgeber: Prof. Dr. C. A. F. Peters.

Band 95.

Nr. 2264.

8.

1879. gada 24. jūnijā iznākušā «Astronomische Nachrichten» numurā atrodams Rīgas Politehnikuma (vēlāk Rīgas Politehniskais institūts) profesora Aleksandra Beka (1847—1926) ziņojums par tā paša gada 31. janvārī Politehnikuma tornī veiktajiem novērojumiem. A. Beks ar Fraunhofera refraktoru novērojis, kā Mēness redzamais disks pārklāj Sietiņa zvaigznes (Plejādes Vērša zvaigznājā). Ar sekundes desmitdaļas precizitāti reģistrēti momenti, kuros Mēness diska tumšā mala (augošs Mēness) pārklāj atsevišķās zvaigznes. Novērota arī dažu zvaigžņu parādīšanās pēc pārklāšanas, taču tas izdevies ar zemāku precizitāti (spožā Mēness mala). Profesors A. Beks atzīmē, ka pirms un pēc šiem novērojumiem viņš ar meridiānnovērojumiem noteicis pulksteņa korekciju.

127

2264

128

Plejadenbedeckung, 1879, Januar 31.

beobachtet von Prof. Dr. A. Beck.

Die genannte Plejadenbedeckung wurde von mir am Fraunhoferschen Refractor im Thurm des Polytechnikums in Riga bei sehr günstiger Witterung beobachtet für die Eintrittsmomente ergab sich:

20 Tauri	13 ^h 40 ^m 58 ^s	mittlere Zeit des Beobachtungsortes
16	"	13. 8 48.9
17	"	13. 2 39.4
"	"	14. 12 18.7
28	"	14. 54 30.6
27	"	14. 59 2.1
23	"	13. 56 35.7

Da die Eintritte am dunkeln Mondrand stattfanden,

so konnten sie scharf beobachtet werden. Es wurden auch 4 Austrittsbeobachtungen gemacht (für 20, 17, 23 Tauri), die aber eine geringere Genauigkeit besitzen. Der Umstand wurde durch vorübergehende und nachfolgende Meridianbeobachtungen genau ermittelt.

Um diese Beobachtungen möglichst verwertbar zu machen, wären mir andere Beobachtungen derselben Bedeckung sehr erwünscht und würde ich für gefällige Mitteilung solcher correspondirender Beobachtungen sehr dankbar sein.

Riga, Mai 1879

A. Beck.

I. att. Prof. A. Beka publicētais ziņojums.

Toreiz pirms 100 gadiem šādu novērojumu galvenā nozīme bija Mēness kustības teorijas pārbaudē un tālākā uzlabošanā. Tāda veida novērojumi savu aktualitāti nav zaudējuši arī mūsu dienās. Taču tagad ar šo novērojumu palīdzību pēta Zemes rotācijas nevienmērību garperiodisko daļu un nosaka efemerīdu laika un pasaules laika starpību.

Šī publikācija ir pagaidām mums zināmā vecākā liecība par astronomiskiem novērojumiem, kas veikti vietā, kur tagad atrodas P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Astronomiskā observatorija.

Leonids Roze

GAISMAS BŪTĪBA

2. gada gahjums.

Redakcija
atrodas Rīgā, Balss-cēls Nr. 2.

Stafis
par publicēšanu par mēnesi
sajās šīs avīzes rīcībās 3 kop.

Balss.

**Politiska un literāriska
avīze.**

Iznākt 2 reizi nedēļā, trešdienās un sestdienās.

Stafis
bet parskaidrināms
par gadu 2 rubl.
par gadu 1 " 10 kop.
" 3 mēn. " 60 "
ar parskaidrināmu
par gadu 3 rubl.
" beigās " 75 kop.
" 3 mēn. " " "

№ 25. Trešdienā, 28. marta. **1879.**

Nav viegli izskaidrot nesagatavotam lasītājam, kas īsti ir gaisma un kā tā izplatās. Šo uzdevumu bija uzņēmies veikt P. Siliņš, publicējot Rīgā iznākošās avīzes «Balss» 1879. gada marta divos numuros garāku apcerējumu ar virsrakstu «Par gaismu un gaismas stariem», «Balss» bija iepriekšējā gadā nodibināta buržuāziski liberāla nedēļas avīze.

Aplūkojot vispirms seno grieķu prātnieku uzskatus par gaismu, par to, ka gaismas avoti ir mūsu acis (Eiklīds), ka gaismu izstaro arī ķermeņi (Platons) vai tikai ķermeņi (Aristotelis), autors apstājas pie Keplera, kas gaismu saista ar mehāniku, un Huka, kas apliecina, ka gaisma rodas no kustēšanās jeb trīcēšanas. Tādējādi P. Siliņš nonāk pie Heigensa, kas izstrādājis ētera viļņošanās (ondulācijas) teoriju. Viļņošanās teorijas ieskaidrošanai raksta autors izmanto labi saprotamo piemēru par līmeņa viļņošanās, kas rodas, ūdenī iesviežot akmeni. Reizē lasītājs uzzina arī par skaņu un skaņas viļņiem.

Ka gaismas vilkiem, līdz kamebr tee mūšju azis saņceedi, vajag daudj mašal laifa, tā trošņana vilkiem, mūšju aušis saņcegdameem, to nomanam jāv aplūhdamā no attāpcees medineela biēs šchabweenu. Pāpreešch eeraugam ūguni un duhmus, tad til weļi dšrdam biēs sprāhdceenu. Bet glūšči beļ laifa arī gaisma neipļatahš. Pirmais, kas to ušgabja, bij Dānuš astronomš, Oļas Remers, 1675. gādā, Jupitēra mehnešča aptumšchoshanā aplūhdāmā. Pābr šcho ušgabjumu teikšim til šchpūs wāhdriņus.

Jupitērs ir planetš (gabju šwaigine), kas no saules 108 miļoni jūhdšču tabtu. Ar šihēri wār redjet, ka tam ir 4 trabantī jeb mehnešči. Weens no šcheem ir toti aturats, jo tas aptel Jupitēri ne ilgākā ne īhšatā laifā, kā 42 stund. 28 min. un 42 sekundās. Bet wiaa zēšch šahw ar Jupitēra zēlu weenā lihdenumā, tā ka tam šchini laifā pee īl šatras aptežeshanas weentēiļ jaaptumšchojahš, t. i. jaceet Jupitēra ehnā. Ja seme šahwetu uš weetas un valītu weenā tāhtumā no Jupitēra, tad uš šchihš arī wājadsetu īl reišes eeraudhīt Jupitēra mehnešča aptumšchoshanas uš sekundeim apredhminatā weenādā laifā. Bet tā tas nāwa. Semeš lodē, kā šinams, apšaiņa gādā laifā wenu reiši šauli, tā teiz, eliptiškā rinki, šureš eei jaur šhēbu, kas arī īl weenā šalendārā eesihmetos, kā „Mun, Weherš, Dwiņi, Wehšis u. t. t.“ Kad nu seme, ap šauli šaigādama, Jupitēram pēenahš 590.000 jūhdēš tuwakī, tad minētā Jupitēra mehnešča aptumšchoshanāhš eestaptumu un biēnā eeraugam 14 sekundeš agrākī, kā tad, kad wina nō ta til pat jūhdēš šahw tabtāfi. Īl tā waram

noģišt, ka gaismas šareem, līdz kamebr tee lihdi semeš lodēi īškeepjāhš, wājag laifa uš 590.000 jūhdēšim 14 sek., uš 42.000 jūhdēšim 1 sekunde u. t. t. Tā tad gaismas šari no saules lihdi semei atnahš arī tikai 8 min. 13 sek., jo semei ir no saules gandriš 21 miļonš jūhdšču. Ka tas pateeš tā ir, to ir pēerahbijušči dabas pēhtitāji arī jaur gaismas mehrišchanāš aparateem, kuruš šche tabtāfi aprašit nāv eespejāmā.

Īl īhšā īššaidrojuma noskabrītamš, ka jilweka garš, kad tas pēh j gaismas zēnšchāhš un dabas noišumūš wehdā leel, tāšchū arī pābr gaisimu pašču nepaleeš tumšā. Woi tagad pābr rīktigādm pēemēntāhš gaismas mahjibāš ir rīktigāš woi ar laifu weļi tīš pābrgrošitāš, to tīš nahšorne rahbiš. Bet weļejāmš dubtu, ka arī Latweešchem tīktu šaraktīnāš jo kreetatāš dabas mahjibāš grabmatāš, pābr teem dabas īšehrijunteem, kuri jāv tagad aprašitī, jo tad arī pābr gaismas šareem īl šatrs, kam tīhš, waretu šmeltees jo ššaidrasāš atīhšchanāš. Daba pate gan arī ir grabmata, bet tā tīl tahdeem laštājēim ššaidrakī šaprotama, kas mahjijūšchēš šcho grabmatu un winaš rakšus šwrašt. P. Silinšch.

Īl mata!

Daudš rakšneeteem un rakštājēem ir tas eera-dumš ar wāhdreem mehāteeš, tā ka tee šahļ īhšahšibāš, laifa jeb jūtāš wāhdruš lelat, tad doob beļ šaupīšchanāš. Tas zēlahš wiamāhm šahrtāhm no tam, ka rakštājēš no jūhšmahm šograhbiš wairš nāv šatrs pātš šungš un tā ta prāhš wairš ne-

I. att. Raksta fragments.

Noskaidrojis gaismas vienmērīgo izplatīšanos uz visām pusēm, raksta autors pieskaras problēmai par gaismas izplatīšanās ātrumu. Te ļausim lasītājam pašam «pacinīties» ar tā laika rakstību un gotu burtiem.

Leonids Roze

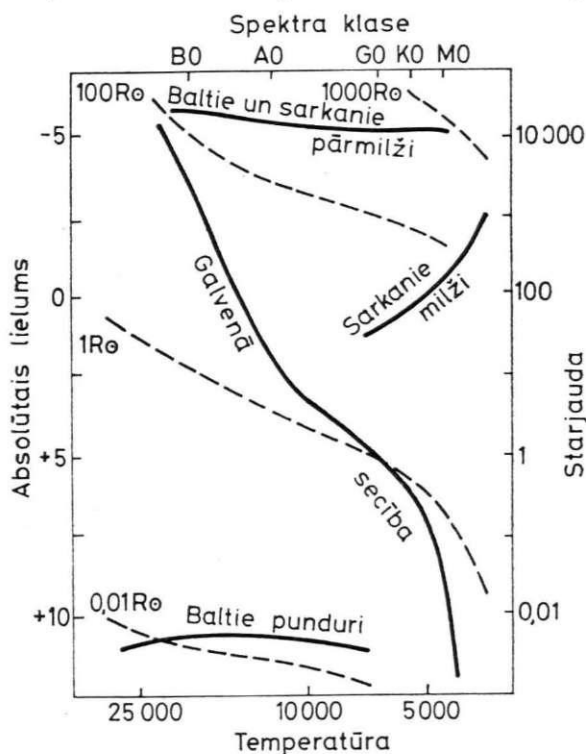
ASTRONOMIJA SKOLĀ

MAIŅZVAIGZNES. 3

MAIŅZVAIGZNES UN ZVAIGŽŅU EVOLŪCIJA

Divos iepriekšējos rakstos¹ apskatītas atsevišķu maiņzvaigžņu tipu spožuma maiņu īpatnības un tikai pavisam īsi norādīts, kādi ir dažādu tipu zvaigžņu galvenie raksturlielumi — temperatūra un krāsa, masa un izmēri, patiesais spožums. Vēl jo mazāk abos rakstos skarts jautājums par maiņzvaigžņu vietu kopējā zvaigžņu attīstības ķēdē.

Zvaigznes rodas no difūzās vielas un iziet sarežģītu attīstības ceļu, pa kuru virzīdamās tās brīžiem kļūst par maiņzvaigznēm. Zvaigžņu evolūcijas gaitā mainās to fizikālie raksturlielumi. Sakarība starp zvaigžņu svarīgākajiem raksturlielumiem — temperatūru un patieso spožumu — vislabāk redzama Hercšprunga—Rasela (H—R) diagrammā. 1. attēlā šī diagramma redzama klasiskajā formā, kādu to gadsimta sākumā atklāja



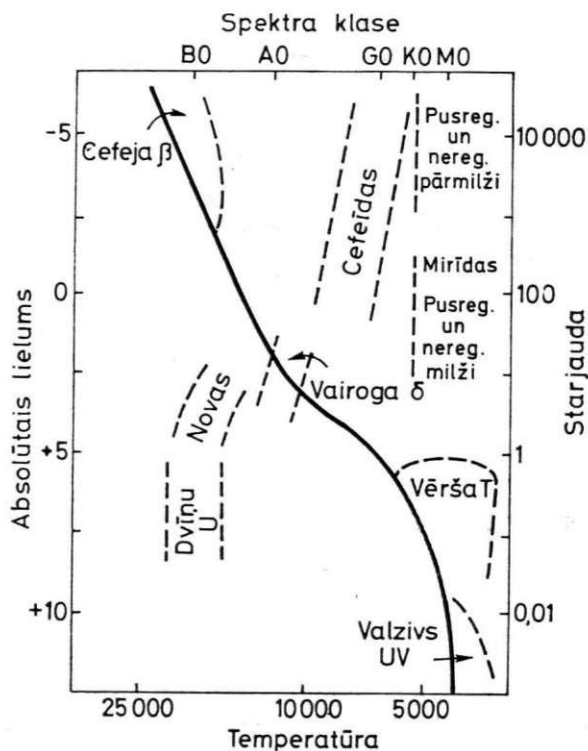
1. att. Hercšprunga—Rasela diagrammā zvaigznes grupējas atsevišķās secībās.

¹ Skat. Z. Aleksnes rakstus «Maiņzvaigznes». — «Zvaigžņotā debess», 1978. gada vasara, 44. lpp.; «Maiņzvaigznes. 2. Aptumsuma maiņzvaigznes». — «Zvaigžņotā debess», 1978. gada rudens, 32. lpp.

abi minētie zinātnieki, meklējami zvaigžņu spektra un patiesā spožuma sakarību. Uz horizontālās ass ir atliktas zvaigžņu temperatūras vai atbilstošās spektra klases, uz vertikālās ass — patiesie spožumi, izteikti absolūtajos lielumos vai starjaudā. Virzoties no diagrammas kreisās malas uz labo, samazinās zvaigžņu temperatūra un mainās krāsa no liesmojoši zilās līdz kvēlojoši sarkanai; virzoties no augšas uz leju, samazinās starjauda. Ja diagrammā atliek lielāku skaitu zvaigžņu, kurām no novērojumiem zināmi attiecīgie parametri, tad tās neaizpilda vienmērīgi diagrammas laukumu, bet gan izvietojas atsevišķās grupās jeb secībās (1. attēlā tās iezīmētas ar treknām līnijām).

Diagrammas labo augšējo stūri aizņem sarkano pārmilžu un milžu secības. Patiesi, aukstai zvaigžnei liela starjauda var būt tikai tad, ja tā ir liela vai pat ļoti liela (ar pārtrauktu līniju 1. attēlā iezīmēti zvaigžņu rādiusi, izteikti Saules rādiusus R_{\odot}). Diagrammas centrālo daļu šķērso zvaigznēm bagātā galvenā secība. Galvenās secības zvaigznes ir daudz mazākas, tās salīdzināmas ar Sauli un nosauktas par punduriem. Galvenās secības augšējā galā ir paprāvas, zilgas zvaigznes, vidējā — Saulei radniecīgi dzeltenī punduri un apakšējā — sīki, sarkani punduri. Diagrammas apakšējā kreisajā stūrī izvietojas balto punduru secība.

2. attēlā redzams dažādu tipu mainzvaigžņu izvietojums H—R diagrammā. Katra tipa zvaigznes ieņem diagrammā noteiktu vietu. Pēdējo



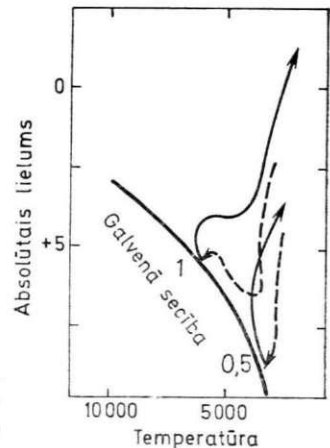
2. att. Dažādu tipu mainzvaigžņu izvietojums Hercšprunga—Rasela diagrammā.

gadu desmitu teorētiskie aprēķini rāda, ka zvaigžņu vietu H—R diagrammā nosaka evolūcijas stadija, kādā zvaigznes atrodas, bet evolūcijas gaitu savukārt nosaka zvaigžņu sākuma masa, ķīmiskais sastāvs un daļēji rotācija. Masai pieder ļoti svarīga loma zvaigžņu evolūcijā, tāpēc, iztīrējot attīstības stadijas, kurās zvaigznes uzrāda dažāda veida spožuma maiņas un citas aktivitātes pazīmes, apskatīsim atsevišķi mazas, vidējas un lielas masas zvaigznes.

Jebkuras masas zvaigznes rodas lodveida sablīvējumu veidā kāda lielāka gāzu un putekļu mākoņa dalīšanās rezultātā. Gravitācijas spēku ietekmē šādas protozvaigznes ķermenis kļūst arvien blīvāks un sāk sasilt. Šajā laikā zvaigzne vēl ir auksta, bet milzīga, tāpēc tās starjauja samērā liela. Topoša zvaigzne H—R diagrammā atrastos kaut kur augšējās daļas labajā malā, bet zvaigžņu sākuma stadija ir tik īsa — pāris tūkstošu gadu —, ka šādas zvaigznes neizdodas novērot. Gravitācijas spēki turpina darboties, un zvaigžņu temperatūra pieaug, tāpēc agrāk vai vēlāk zvaigznes H—R diagrammā sāk virzīties pa kreisi uz galveno secību. Līdz ar to sākas izteiktas atšķirības dažādu masu zvaigžņu attīstībā.

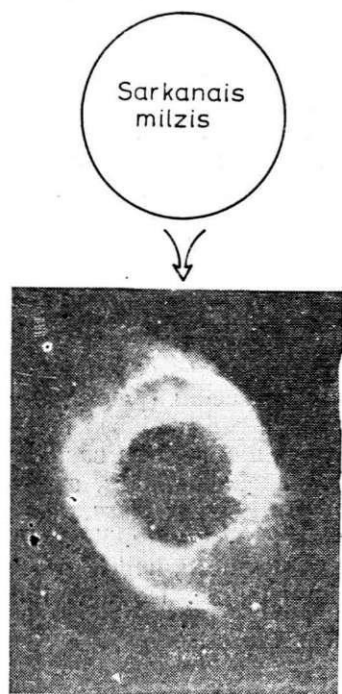
MAZAS MASAS ZVAIGZNES

Apskatīsim vispirms zvaigznes, kuru masa ir 1,4 Saules masas un mazāka. 3. attēlā parādīti mazas masas zvaigžņu evolūcijas ceļi pēc teorētiskiem aprēķiniem. Šo zvaigžņu virzība uz galveno secību (pārtrauktās līknes 3. attēlā) turpinās simtus miljonu gadu. Tāpēc rodas plašas iespējas novērot mazas masas zvaigžņu dzīvi pirms galvenās secības sasniegšanas. Izrādās, ka ievērojama daļa no šiem K-M spektra klases, sarkaniem punduriem maina spožumu. Salīdzinot 2. un 3. attēlu, redzam, ka tie pieder pie eruptīvo maiņzvaigžņu Vērša T un Valzivs UV tipiem. Tātad šo tipu maiņzvaigznes ir saistītas ar agrām attīstības stadijām, kad turpinās zvaigznes veidošanās process gravitācijas spēku ietekmē. No abu tipu



3. att. Mazas masas zvaigžņu ceļi uz galveno secību (pārtrauktās līknes) un no tās uz sarkaniem milžiem (nepārtrauktās līknes). Zvaigžņu masas, izteiktas Saules masās, norādītas attēlā.

zvaigznēm masīvākās un jaunākās ir Vērša T tipa pārstāves, jo tās koncentrējas gāzes un putekļu kompleksos, kur vēl arvien notiek zvaigžņu veidošanās, kā, piemēram, Oriona miglājā. Vērša T tipa zvaigznes ir tik jaunas, ka nav paguvušas pamest savu rašanās vietu, tie ir visjaunākie objekti, kurus var saukt par zvaigznēm. Ap Vērša T tipa zvaigznēm var pat saskatīt sīkus miglājiņus, domājams, starpzvaigžņu difūzās vielas atlikumu. Vērša T tipa stadijā zvaigznes pavada 1—5 miljonus gadu. Valzivs UV tipa maiņzvaigznes ir mazākas masas objektu agra attīstības stadija, kura turpinās ievērojami ilgāk nekā Vērša T maiņzvaigžņu stadija. Abu tipu zvaigznes tomēr agrāk vai vēlāk nonāk uz galvenās secības. Tad šo zvaigžņu attīstībā sarašanās stadija beigusies, jo temperatūra centrā pieaugusi tik tālu, ka tur sākas kodolreakcijas, kas kļūst par turpmāko enerģijas avotu.



Planetārais miglājs



Baltais punduris

4. att. Vēlās attīstības stadijās sarkanais milzis strauji zaudē masu un ap to rodas planetārais miglājs. Sarkanā milža pārpalikums pārveidojas baltā pundurī.

Uz galvenās secības zvaigznes dzīlēs notiek ūdeņraža pārvēršanās hēlijā. Tā kā mazas masas zvaigžņu centrā temperatūra ir samērā zema, tad ūdeņraža pārstrāde norit lēnām un zvaigžņu eksistence uz galvenās secības turpinās bez jūtāmām pārmaiņām miljardus un pat desmitus miljardu gadu. Vai zvaigžņu spožuma maiņas šajā laikā nemaz nav novērojamas? Mazas masas zvaigznēm praktiski nav, ja neskaita tāda veida parādības kā Saules hromosfēras uzliesmojumi. Ļoti iespējams, ka Saules uzliesmojumi ir pēdējās atskaņas no tās spēcīgās aktivitātes, kas novērojama pirms galvenās secības. Ir pat atrastas dažas maiņzvaigznes, kas uzskatāmas par starpposmu no Vērša T tipa zvaigznēm uz Saules tipa zvaigznēm. Jaunākie pētījumi rāda, ka ne tikai Saules, bet arī Vērša T tipa zvaigžņu uzliesmojumus izraisa šo objektu magnētiskā lauka maiņa.

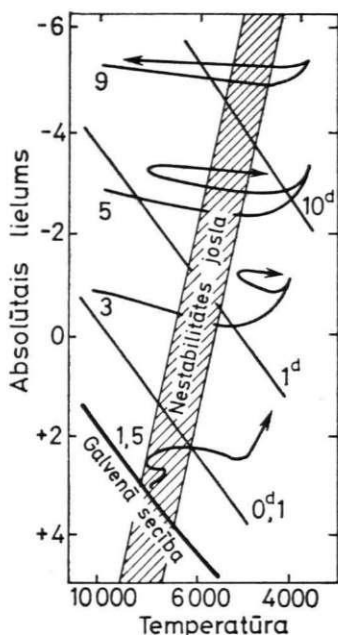
Kad gandrīz viss ūdeņradis zvaigznes centrā pārvērties hēlijā, enerģijas izdale samazinās un sākas radikāla zvaigžņu uzbūves pārveidošanās. Zvaigznes sāk izplesties un to temperatūra kritas, bet tā kā virsma stipri palielinās, tad starждаuda daudzkārt pieaug. H—R diagrammā zvaigznes pārvietojas no galvenās secības pa labi krasī uz augšu, uz sarkano milžu apgabalu (3. att., nepārtrauktās līknes). Mazas masas zvaigznes šai laikā nav aktīvas. Kad zvaigznes kļuvušas par sarkaniem milžiem — lielu izmēru objektiem ar

ļoti plašām, aukstām atmosfērām, tās kļūst nestabilas. Sarkanām milžu zvaigznēm novērojami atmosfēru pulsācijas procesi, kā arī izteikta vielas granulācija, kas rada garperioda, pusregulāras un neregulāras zvaigžņu spožuma maiņas (skat. 2. att.). Jo aukstāki ir sarkanie milži, jo vairāk starp tiem ir mainīga spožuma objektu, turklāt galvenokārt zvaigznes ar gariem periodiem un lielām amplitūdām, t. i., mirīdas. Zvaigžņu aktivitāte veicina vielas aizplūšanu no atmosfērām. Gāzes daļiņas, nonākušas pašos ārējos, pavisam aukstos atmosfēras slāņos, kondensējas cietās daļiņās. Tāpēc ap sarkaniem milžiem, kuri eksistē no miljona līdz 100 miljoniem gadu, izveidojas putekļu apvalki. Pamazām, tā sauktā zvaigžņu vēja veidā viela apvalkus pamet un sarkanie milži zaudē savu masu. Domājams, ka sarkano milžu, it sevišķi mirīdu dzīvē pienāk tāds moments, kad tie sāk ļoti strauji zaudēt masu un apmēram 20 000 gadu laikā nomet ārējos slāņus. Rezultātā rodas planetārais miglājs — milzīga gāzu un putekļu sfēra, kas nepārtraukti izplešas (4. att.). Planetārā miglāja centrā redzama maza, karstā zvaigznite — sarkanā milža pārpalikums, kas sarāviēs līdz baltā pundura stāvoklim. Tāpat mazas masas zvaigznes beidz savu evolūciju, varētu teikt, lēcienveidīgi pārvietodamās no sarkano milžu secības uz balto punduru secību. Baltie punduri, uzrādīdami aktivitātes iezīmes, evolucionē līdz tumšai, melno punduru stāvoklim.

VIDĒJAS MASAS ZVAIGZNES

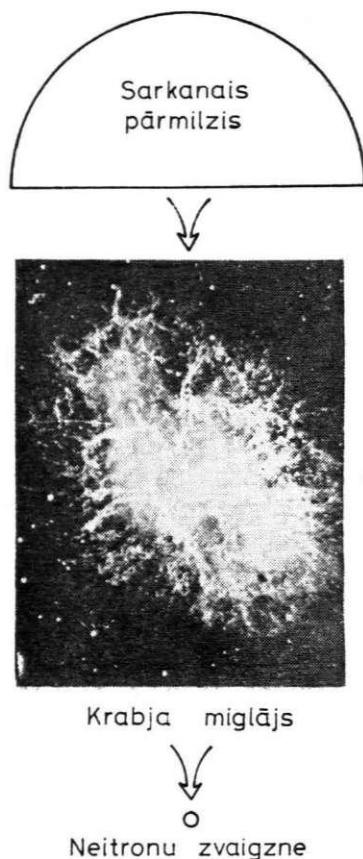
Pievērsīsimies zvaigznēm ar masu 1,5—10 Saules masas, kuru attīstība norit ievērojami ātrāk par mazas masas zvaigžņu attīstību. Vidējās masas protozvaigznes, kamēr tajās noteicošie ir gravitācijas spēki, gandrīz horizontāli virzās no H—R diagrammas labās malas un nonāk uz galvenās secības dažos miljonus vai pat simtos tūkstošu gadu. Šajā evolūcijas posmā vidējās masas zvaigžņu aktivitāte nav novērojama. Tā kā masīvo zvaigžņu gāzu spiedienam ir jālīdzsvaro lielāks augstākguļošo slāņu svars, tad to centrā ir krietni augstāka temperatūra nekā mazas masas zvaigznēm. Ūdeņraža pārstrāde hēlijā norit ļoti strauji, un drīzā laikā zvaigznes ir spiestas atstāt galveno secību. Tad tās H—R diagrammā pārvietojas uz auksto, starjaudīgo zvaigžņu apgabalu un sasniedz to miljona vai dažu desmitu miljonu gadu laikā. 5. att. parādīti vidējās masas zvaigžņu ceļi uz sarkano pārmilžu secību. Tur zvaigznes nonāk, izpletušās līdz grandioziem apmēriem. Jo lielāka zvaigžņu masa, jo varenāki būs sarkanie pārmilži, par kuriem tās kļūst. Praktiski visi sarkanie pārmilži ir mainīgzvaigznes ar pusregulārām vai neregulārām spožuma maiņām (skat. 2. att.). Kāpēc nav masīvu mirīdu, pagaidām nav skaidrs.

Ceļā no galvenās secības uz sarkaniem pārmilžiem zvaigznes vienu aktivitātes stadiju jau ir pārdzīvojušas, šķērsojot nestabilitātes joslu (5. att.), kur dzelteno F un G spektra zvaigžņu aktivitāte izpaužas cefeīdām raksturīgo pulsāciju veidā. Ja novērtē, cik zvaigžņu vienlaikus varētu atrasties nestabilitātes joslā, tad iznāk, ka novērtējais skaits ir daudz mazāks par novēroto cefeīdu skaitu. Abus skaitļus tomēr ir izdevies



5. att. Vidējas masas zvaigžņu ceļi no galvenās secības uz sarkanajiem pārmilžiem (zvaigžņu masas, izteiktas Saules masās, norādītas attēlā kreisajā malā).

saskaņot. Teorētiski aprēķini rāda: katra zvaigzne, kuras masa ir robežās no 4 līdz 10 Saules masām, nestabilitātes joslu šķērso vairākkārt. Kā tas var notikt? Lai gan ārējie slāņi sarkanā pārmilža stadijā ir ļoti izpletušies, hēlija kodols zvaigznes centrā pamazām saspiežas, līdz temperatūra kļūst tik augsta, ka sākas hēlija pārstrāde ogleklī. Līdz ar jauna kodolenerģijas avota ieslēgšanos zvaigznes uzbūve atkal pārveidojas. Ārējie slāņi saraujas, zvaigzne kļūst mazāka, bet, pateicoties enerģijas pieplūdumam, starжда palielinās. Tāpēc zvaigzne H—R diagrammā pagriežas atpakaļ uz galvenās secības pusi un virzās pa kreisi uz augšu. Kad hēlijs ir iztērēts, zvaigzne virzās atkal uz sarkano pārmilžu rajonu. Ieslēdzoties nākamajam kodolenerģijas avotam, aina var atkārtoties. Tā, metot cilpas H—R diagrammā, 4—10 Saules masu zvaigznes nestabilitātes joslu šķērso vairākkārt. Kopumā šīs zvaigznes cefeīdas stāvokli pavada ap 2 miljoniem gadu — pietiekamu laiku, lai pastāvētu novērotais cefeīdu daudzums. Ja zvaigznes masa ir robežās no 2,5 līdz 4 Saules masām, tad cilpu kreisie gali



6. att. Sarkanais pārmilzis, uzliesmodams kā supernova, nomet apvalku (Krabja miglājs ir 1054. gada supernovas apvalks) un kolapsē par neitrona zvaigzni.

nesniedz nestabilitātes joslu (5. att.) un zvaigznes kļūst par cefeidām tikai vienu reizi savā mūžā. Visbeidzot, ja masa vienlīdzīga 1,5—2,5 Saules masām, tad tās vispār nekļūst par cefeidām, bet tomēr uzrāda aktivitātes pazīmes, tikko pametušas galveno secību vai pat tās robežās. Šīs A2-F0 klases mainzvaigznes apvienotas skaitliski mazā Vairoga δ tipā. To amplitūdas ir tikai $0^m,01$ — $0^m,02$ un periodi ap $0^d,1$. Cefeīdu periodi ir lielāki un pieaug līdz ar zvaigznes masu (5. att. novilkta konstantu periodu līnijas).

Zvaigznes, kurās izsmelti kodolreakciju avoti un kas vairs nevar izplesties un sarauties, lai taisītu jaunas cilpas H—R diagrammā, salasās sarkano pārmilžu apgabalā. Un, ja kodolenerģijas, kas var stāties preti gravitācijas spēkiem, vairs nav, sākas zvaigznes katastrofālā saraušanās jeb kolapss. Zvaigznēm ar masu 1,5—2 Saules masas kolapss apstājas, rodas neitronu zvaigznei, kuras viela fizikāli pilnīgi pārtapusi. 2—10 Saules masu zvaigznes eksplodējot noņem lieko masu, pēc tam tās kolapsē par neitronu zvaigznēm. Sprādziena laikā triecienvilnis izmet zvaigznes ārējos slāņus un ap zvaigzni rodas gāzes apvalks, kas izplešas (6. att.). Šādus sprādzienus novēro kā supernovu uzliesmojumus. Tātad tādās erupcīvo mainzvaigžņu tips kā supernovas ir raksturīgs zvaigžņu vēlm attīstības stadijām. Miglāja centrā, kas radies pēc supernovas uzliesmojuma, neitronu zvaigzne piesaka savu eksistenci mainzvaigznes — pulsāra veidā.

LIELAS MASAS ZVAIGZNES

Dažos vārdos raksturosim 10—20 un vairāk Saules masas zvaigžņu evolūciju un saistību ar mainzvaigznēm. Šīs zvaigznes, kā jau ļoti masīvas, attīstās ārkārtīgi strauji. Mainīguma pazīmes tām novērojamas, sākot ar galveno secību. Tā, gandrīz visas B0-B2 klases zvaigznes pieder pie Cefeja β tipa mainzvaigznēm ar amplitūdu $0^m,1$ un periodiem $0^d,1$ — $0^d,6$. Mainīgums saistīts ar zvaigznes uzbūves pārveidošanos pēc ūdeņraža izsīkšanas un, iespējams, liecina par pulsāciju iedīgļiem. Arī pēc galvenās secības pamešanas balto un dzelteno pārmilžu stadijā masīvās zvaigznes turpina būt aktīvas, uzrādot pulsāciju tipa spožuma maiņas ar amplitūdu $0^m,01$ — $0^m,03$ un periodiem 5^d — 100^d . Lai gan ļoti masīvas zvaigznes daudz vielas zaudē attīstības gaitā gan mierīgā ceļā, gan sprādzienu veidā, tomēr savas dzīves beigu cēlienā tās vēl arvien ir tik masīvas, ka pakļautas neierobežoti ilgām kolapsam un kļūst par melnajiem caurumiem.

ATŠKIRĪGU MASU ZVAIGŽŅU SISTEMAS

Apskatītajā dažādu masu zvaigžņu evolūcijas shēmā vēl nekur nav iekļāvušās novu tipa un tām līdzīga Dviņu U tipa erupcīvās mainzvaigznes. Šīs zvaigznes ir dubultzvaigžņu sistēmas, kurās katra no komponentēm pakļauta ne tikai vispārīgiem, no masas atkarīgiem attīstības likumiem, bet arī otras komponentes ietekmei. Ja dubultzvaigznē saistītas divas atšķirīgas masas zvaigznes, tad masīvākā zvaigzne attīstās straujāk

un pirmā nonāks līdz stadijām, kurās zvaigznes izplešas. Izplešoties masīvākā komponente var aizpildīt savu kritiskās virsmas dobumu (Skat. «Zvaigžnotā debess», 1978. gada rudens) un zaudēt masu, daļa no kuras aizplūdis uz otru komponenti. Vielas nosēšanās uz otru komponenti jeb akrēcija palielina tās masu un paātrina evolūciju. Otrai komponentei izplešoties, sāksies vielas akrēcija atpakaļ uz pirmo komponenti utt. Speciālā gadījumā, kad viena no komponentēm jau ir sasniegusi baltā pundura stadiju, svešas vielas akrēcija var radīt sarežģījumus. Uz baltā pundura virsmas ūdeņraža ir pavisam maz, bet atnestajā vielā — daudz. Ūdeņradis var uzkrāties tādos daudzumos, ka virsējos slāņos sākas kodolreakcijas. Tā kā blīvā baltā pundura viela ir gandrīz necaurspīdīga, tad salīdzinājumā ar enerģijas pieplūdi siltuma noplūde ir par mazu. Tāpēc notiks sprādziens, kas noraus akrēcijā uzkrātos slāņus. Ar šādu sprādzienu var izskaidrot novu parādību, bet nav izslēgti arī citi uzliesmojuma mehānismi. Tāpat nav īsti skaidri Dvīņu U tipa maiņzvaigžņu — arī dubultsistēmu locekļu uzliesmojuma iemesli.

Apskatot novu vietu zvaigžņu evolūcijā, esam guvuši mazu ieskatu par aptumsuma maiņzvaigžņu lomu evolūcijas ķēdē. Aptumsuma maiņzvaigznēs — dubultās sistēmās — ir saistītas zvaigznes ar dažādām masām dažādās evolūcijas stadijās. Diemžēl to savstarpējā iedarbība praktiski un teorētiski grūti pētāma.

Nobeigumā vēl būtu jāatbild uz svarīgu jautājumu, vai visu masu visas zvaigznes noteiktās evolūcijas stadijās kļūst par noteikta tipa maiņzvaigznēm vai par tām kļūst tikai īpatnēji objekti, kas evolucionē no viena mainīguma tipa uz citu. Lai atbildētu, jāzina, vai tajās pašās H—R diagrammas vietās, kuras aizņem noteikta tipa maiņzvaigznes, ir arī tās pašas masas, vecuma un ķīmiskā sastāva pastāvīgas zvaigznes. Dažos maiņzvaigžņu aizņemtos diagrammas apgabalos pastāvīgas zvaigznes patiešām nav izdevies atrast, un tas liecina par labu pirmam pieņēmumam. Tomēr citos apgabalos novērojams pastāvīgo zvaigžņu piemaisījums, un tāpēc viennozīmīgu atbildi pagaidām nevar dot.

Z. Alksne

PAR FILOZOFIJAS ATZIŅU IZMANTOŠANU VIDUSSKOLU ASTRONOMIJAS KURSĀ

Viena no svarīgākajām skolu jaunatnes idejiskās audzināšanas sastāvdaļām ir zinātniskā pasaules uzskata veidošana un antirelīģiskā audzināšana. Ārkārtīgi nozīmīga ir astronomijas priekšmeta mācīšana vidusskolā — pareiza filozofisku atziņu ilustrēšana, gan izklāstot astronomijas kursu mācību stundās, gan arī ārpusklases darbā.

Astronomija ir cieši saistīta ar filozofiju. Mācīdamies astronomiju, skolēni izzina materiālās pasaules attīstības likumus, dažādu dabas parādību cēloņsakarību, uzzina, kādu vietu pasaules telpā ieņem Zeme, Saule, mūsu Galaktika, kā cilvēka prāts soli pa solim atklāj Visuma noslēpumus.

Astronomijas attīstības vēsture, kuru nevar atdalīt no mūžsenās cīņas starp materiālistisko zinātni un ideālismu, apstiprina dialektiskā materiālisma principu pareizību, atmasko ideālistiskās koncepcijas, ar kuru palīdzību mūsdienu teologi pūlas filozofiski pamatot savas idejas, pielāgojoties jaunākajiem astronomijas sasniegumiem.

Svarīgs ir jautājums, kā attiecīgās filozofijas atziņas astronomijas mācību stundās pasniegt saistošā un skolēniem pieejamā formā.

Astronomijas priekšmetam mācību programmā atvēlēts visai ierobežots stundu skaits, tāpēc jāorientējas uz atsevišķu jautājumu apgūšanu ārpusklases nodarbībās. Te lietderīgi var būt gan skolēnu patstāvīgi sagatavoti referāti, gan tematiskas pārrunas astronomijas pulciņa nodarbībās, disputi un lekcijas «mazajās zinātniskajās konferencēs». Skolēnu zinātniskās biedrības ietvaros un citas formas. Bet neatkarīgi no izraudzītās zināšanu pasniegšanas formas jāievēro vispārīgs svarīgs noteikums: no visa lielā filozofisko atziņu un vispārinājumu kopuma precīzi jāizdala tieši tādi, kuri visvairāk piemēroti konkrētajam astronomijas materiālam. Ar uzbāzīgu, mehānisku filozofijas piesaistīšanu «vietā un nevietā» var panākt pretēju rezultātu — izraisīt skolēnos nenopietnu attieksmi pret filozofiju un ateismu. Kā no tā izvairīties? Pirmkārt, astronomijas stundās un citās nodarbībās nav jālieto skaļas frāzes. Jāoperē tikai ar skolēniem jau pazīstamiem filozofijas jēdzieniem un kategorijām (pasniedzējam jāzina, kādus filozofijas un ateisma jautājumus skolēni apgūst «Sabiedrības mācības» kursā).

Otrkārt, jāpanāk, lai pie filozofiskiem secinājumiem noved pati konkrētā astronomijas materiāla pasniegšanas sistēma, proti, pedagogam faktiskos datus jāprot izklāstīt tā, lai, tos analizējot un interpretējot, nemaz nevarētu iztikt bez filozofiskiem vispārinājumiem un secinājumiem.

Aplūkosim dažus piemērus, kā astronomijas mācību kursā var izmantot astronomijas datus filozofisko un ateistisko atziņu ilustrēšanai.

Jau F. Engelss «Anti-Dīringā» un «Dabas dialektikā» izvirzīja virkni astronomijas problēmu, īpaši uzsverot to saistību ar pasaules uzskatu, teorētisko izziņāmību un metodoloģiju. Pie tādām problēmām pieskaitāma Visuma bezgalība, heliocentriskās pasaules sistēmas novērtēšana, jautājums par dzīvības eksistenci Visumā u. tml. 20. gadsimta astrofizika un kosmoloģija ne tikai devusi daudz jauna šo problēmu traktējumā, bet arī izvirzījusi jaunas problēmas, kas saistītas ar karstā Visuma teoriju, Metagalaktikas izplešanos, ķīmisko elementu sintēzi utt. Jaunu «neparastu» objektu atklāšana izraisa dzīvas diskusijas astrofiziku un filozofu vidū. Jo vairāk mēs uzzinām par Visumu, jo dziļāk nākas analizēt tādus mūžsenus jēdzienus kā «Visums», «bezgalība» u. c.

Skolas astronomijas kursam vispirms jābūt saistītam ar tēzi, ka pasaulē nav nekā cita kā vien kustībā esoša matērija. Šeit matērijas filozofiskais jēdziens¹ jāatšķir no dabaszinātniskā priekšstata par pasauli, no tiem priekšstatiem par konkrēto matērijas veidu uzbūvi, stāvokli un īpašībām, kuri tiek izstrādāti dabaszinātņu attīstības gaitā. Šie priekšstati

¹ Skat. Ļ e ņ i n s V. I. Raksti. Tulk. no 4. izdev., 14. sēj., 113. lpp.

pastāvīgi mainās, attīstās, reizēm tiek radikāli laužti, bet tas nesatricina matērijas filozofisko izpratni, proti, to, ka tā ir objektīvā realitāte, kas pastāv ārpus mūsu apziņas. Mācību stundās skolēni iepazīstas ar matērijas veidiem — vielu un fizikālo lauku. Visumā viela sastopama dažādos agregātstāvokļos: cietā, šķidrā, gāzveida, plazmas un neitrona stāvoklī (pēdējais sastopams tikai kosmiskajos objektos — neitronu zvaigznēs).

Pētot Visuma objektus un procesus, cilvēks uzzina par jauniem enerģijas avotiem, par vielas īpašībām kā ļoti augstu, tā ļoti zemu temperatūru, spiedienu, blīvumu stāvokļos. Respektīvi, «kosmiskajā laboratorijā» vielu var novērot ekstremālos, uz Zemes nerasniedzamos stāvokļos, un tas bagātina mūsu priekšstatus par pasaules materiālo būtību. Uz to jāvērs skolēnu uzmanība, runājot par zvaigžņu uzbūvi un evolūciju, starpzvaigžņu gāzi un putekļiem, kosmiskajiem stariem, komētām un meteoru ķermeņiem.

Kustība ir neatņemama matērijas esamības forma, tās jēdziens sevi ietver jebkuras materiālu objektu izmaiņas. Tāpēc mācību stundās jārunā par to, ka debess ķermeņiem raksturīga ne tikai mehāniska pārvietošanās telpā, bet tie arī paši nepārtraukti izmainās, evolucionē. Svarīgi parādīt debess ķermeņu mainīšanās tempus, salīdzinot lēnos erozijas procesus uz Mēness ar uzliesmojumiem uz Saules, zvaigžņu evolūcijas tempus ar pārnovu uzliesmojumiem, galaktiku kodolu aktivitāti utt. Visumam nebūt nav raksturīgi statistiski stāvokļi, kā tas izriet no vecajiem metafiziskajiem priekšstatiem, bet gan vētrains dinamika, sprādzienveida procesi, kuru rezultātā izdalās kolosāli enerģijas krājumi.² Šādos procesos izpaužas vielas un lauka savstarpējā nesaraujamā saistība un vielas pāreja no viena stāvokļa otrā. Astronomijas dati bagātīgi ilustrē pasaules materiālo vienību un daudzveidību, kā arī dažādu dabas parādību cēloņsakarību. Piemēram, dažādi debess ķermeņi sastāv no vieniem un tiem pašiem ķīmiskajiem elementiem. Vieniem un tiem pašiem fizikas likumiem (piemēram, Vispasaules gravitācijas likumam) ir pakļauti kā Saules sistēmas ķermeņi, tā arī debess ķermeņi dubultzvaigžņu sistēmās. Ar pasaules materiālās vienības principu nav pretrunā pieņēmums, ka, aizvien dziļāk izziņot Visuma noslēpumus, cilvēks atklās pavisam jauna tipa kosmiskos objektus, kuru izpēte novedīs pie jaunu fundamentālu dabas likumu atklāšanas.

Labs piemērs, runājot par dabas parādību cēloņsakarībām, ir Saules un Zemes sakaru komplekss — Saules aktivitātes ietekme uz dažādu ģeofizisku un medicīniski bioloģisku procesu norisi.

Daudzu astronomijas problēmu iztīrāšana, pirmām kārtām kosmogonijas laukā, dod iespēju pārrunās ar skolēniem skart filozofijas pamatjautājumu — apziņas attieksmi pret esamību, garīgā attieksmi pret materiālo.

V. I. Leņins savā darbā «Materiālisms un empiriokriticisms» uzsvēra, ka ideālistiem vienmēr paliek aktuāls jautājums par dabas eksistenci

² Казютинский В. В. Вселенная, астрономия, философия. М., «Знание», 1972. 11 стр.

pirms cilvēka. Kosmogonijas dati par debess ķermeņu izcelšanos un attīstību neapgājami liecina, ka Zeme, planētas, zvaigznes eksistējušas daudz agrāk, nekā parādījies cilvēks un izveidojusies viņa apziņa. Ar filozofijas pamatjautājumu nesaraucjami ir saistīta pasaules un tās likumsakarību izziņāmība. Mūsdienu astronomijas un astrofizikas sasniegumi ir lielisks apstiprinājums materiālisma tēzei, ka pasaule ir izziņāma, ka cilvēka prāts spēj ielūkoties lietu iekšējā dabā, izziņāt to būtību.

Kā zināms, svarīgākais arguments, kurš liecina par tās vai citas zinātniskās teorijas pareizību, ir šīs teorijas spēja paredzēt jaunu dabas parādību atklāšanu. Tā kosmoloģija spīdoši apliecināja savu atbilstību īstenībai ar veselu virkni paredzējumu, kurus apstiprināja vēlākie novērojumi (piemēram, Visuma izplešanās un relikta starojums).

Ar Zemes mākslīgajiem pavadoņiem un raķetēm kosmiskajā telpā atklāja Saules korpuskulārās plūsmas, kuru eksistenci jau ilgāku laiku pirms tam bija paredzējusi teorija. Fakts, ka pavadoņi un raķetes kustas Zemes un Saules gravitācijas laukā pa iepriekš aprēķinātām trajektorijām, pats par sevi ir eksperimentāls apstiprinājums debess mehānikas likumu pareizībai. Tai pašā laikā, runājot par apkārtējās pasaules izziņāšanas procesu, nedrīkst aizmirst attiecību starp absolūto un relatīvo patiesību. «Cilvēka domāšana pēc savas dabas spēj dot un dod mums absolūto patiesību, kas veidojas no relatīvo patiesību summas. Katra pakāpe zinātnes attīstībā šai absolūtās patiesības summai pievieno jaunus graudus, bet katra zinātniskā apgalvojuma patiesības robežas ir relatīvas, zināšanu tālākais pieaugums tās gan paplašina, gan sašaurina».³ Ne mazums momentu astronomijas mācību programmā ļauj skolotājam runāt par dialektikas likumiem. Piemēram, stāstot par Saules tipa «stacionāro» zvaigžņu uzbūvi, var norādīt uz pretstatu vienības faktu (gravitācijas spēki, kas cenšas zvaigzni saspīest, un stipri sakarsētas plazmas spiediena spēki, kas liek zvaigznei radiāli izplesties). Svarīga loma astrofizikā ir arī tādiem savstarpēji cieši saistītiem procesiem kā emisija un absorbcija, jonizācija un rekombinācija, atomu kodolu sabrukšana un sintēze u. c. Likumu par kvantitatīvo pārmaiņu pāreju kvalitatīvajās pārmaiņās labi ilustrē piemēri no zvaigžņu evolūcijas. Šeit var pastāstīt par to, kā dažu zvaigžņu un galaktiku lēnas attīstības gaitu lēciņveidīgi nomaina strauji sprādzienveida procesi. Piemērs tam ir pārnovas uzliesmojums, kura rezultātā rodas kvalitatīvi jauni objekti — gāzes mākonis, kurš strauji izplešas, un neitronu zvaigzne (pulsārs) centrā.

Mēs minējām tikai dažus piemērus, kuros izpaužas astronomijas un filozofijas ciešā saistība, bet tādu ir daudz.

Mūsu laikmetam ir raksturīgi milzīgi sasniegumi apkārtējās pasaules izziņāšanā, straujš matemātikas, fizikas, astronomijas, bioloģijas uzplaukums. Šie sasniegumi ne tikai ietekmē mūsdienu sabiedrības ražotājspēkus un dzīves līmeni, bet arī izmaina cilvēku domāšanas veidu, viņu apkārtējās pasaules uztveri. Šīs izmaiņas nevarēja neskart zinātnes un reliģijas savstarpējās attiecības. Šodien, kad zinātnes autoritāte ir tik

³ Ļeņins V. I. Raksti. Tulk. no 4. izdev., 14. sēj., 118. lpp.

augsta, jebkuri mēģinājumi noliegt tās sasniegumus no reliģijas pozīcijām lemti neveiksmei. Tāpēc mūsdienu teologi būtiski mainījuši savu cīņas taktiku. Nespēdami noliegt zinātnes sasniegumus, viņi atzīst zinātnes tiesības pētīt un izziņāt materiālo pasauli, bet apgalvo, ka mūsdienu astronomijas un kosmiskās telpas izpētes sasniegumi apliecina dieva radītā Visuma varenību un harmoniju. Kas attiecas uz zinātnisko pasaules ainu, tad baznīcas teorētiķi to pieņem ar vienu būtisku iebildumu, proti, ka bez materiālās pasaules eksistē kāda nemateriāla «transcendenta», pārdabisku spēku (dieva) radīta pasaule. Dievs ne tikai radījis materiālo pasauli, bet arī iedvesis tajā kustību.

Balstoties uz astronomijas sasniegumiem, teologi un ideālisti Metagalaktikas izplešanos iztulko par «radīšanas akta» pierādījumu. Zinātnē viņi atrod norādījumus arī pasaules gaidāmajai bojāejai («siltumnāves» teorija, kuru pārliciecināši kritizējis jau F. Engelss). Patvaļīgi «dubultojoš» pasauli un cenšoties samierināt zinātņi ar reliģiju, teologi sadala ietekmes sfēras: materiālo pasauli lai pēta zinātne, bet «pārdabisko, garīgo» — reliģija.

Tomēr, lai arī kā mainītos baznīcas taktika attiecībā pret zinātņi, tās būtība nemainās: reliģija bija un paliek ticība pārdabiskiem spēkiem.

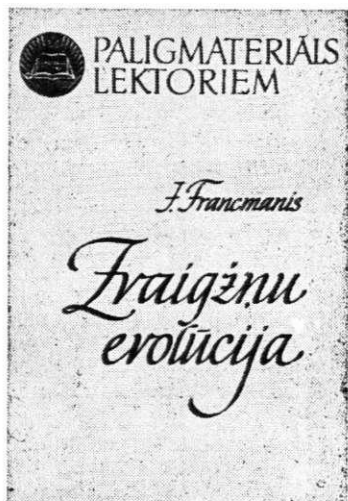
Jauna, sarežģītāka situācija pasaules uzskatu nesamierināmās cīņas frontē izvirza prasību, lai skolēni labi orientētos visos galvenajos jautājumos, kas saistīti ar astronomijas un fizikas filozofiskajiem aspektiem, prastu spriest kritiski un loģiski. Cilvēks, kas audzināts aktīvā, radošā pasaules uztveres garā, iegūst noturīgu imunitāti pret aklu ticību — reliģiskās audzināšanas galveno metodi, iegūst pareizus zinātniskus priekšstatus par apkārtējo materiālo pasauli.

J. Mieziš

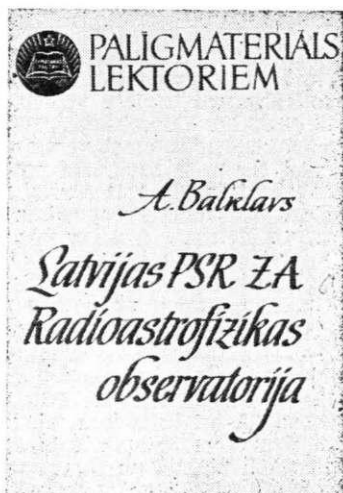
JAUNAS GRĀMATAS

J. Francmanis.
ZVAIGŽŅU EVOLŪCIJA.
A. Balklavs.
LATVIJAS PSR ZA
RADIOASTROFIZIKAS
OBSERVATORIJA

Latvijas PSR Zinību biedrība laidusi klajā divus palīgmateriālus lektoriem par astronomijas jautājumiem rotaprinta iespiedumā — J. Francmanis «Zvaigžņu evolūcija» (metiens 1600 eksemplāru) un A. Balklavs «Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorija» (metiens 500 eksemplāru).



J. Francmaņa brošūrā runāts par zvaigžņu enerģijas avotiem, to iekšējo uzbūvi, par tās pētījumu metodēm, par zvaigžņu rašanās teoriju un to evolūcijas dažādām stadijām. Tajā stāstīts arī par Latvijas astronomu darbu zvaigžņu evolūcijas pētīšanā un par starptautisko sadarbību zvaigžņu fizikas pētījumos, kuros piedalās arī Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorija.



Palīgmateriāls «Zvaigžņu evolūcija» domāts galvenokārt fizikas un astronomijas skolotājiem, jo attiecīgās nodaļas astronomijas mācību grāmatā ir ļoti konspēktīvas.

Brošūras beigās dots ieteicamās literatūras saraksts.

A. Balklava lekcijā aplūkota Radioastrofizikas observatorijas vēsture un arī astronomijas vēsture Latvijā vispār, aplūkots darbs, ko veic Radioastrofizikas observatorijas kolektīvs, un sasniegumi, kas gūti šajā darbā observatorijas vairāk nekā 30 pastāvēšanas gados. Rakstīts arī par to, kāpēc vispār vajadzīgi astronomiski un it īpaši astrofizikālie pētījumi, jo bez tā visa būtu grūti izprast pašreizējā astronomijas uzplaukuma cēloņus un likumsakarības mūsu republikā, kā arī tā darba jēgu, ko veic observatorijas kolektīvs un astronomi vispār.

Literatūras sarakstā lekcijas beigās uzrādīti daži apkopjoša satura raksti un publikācijas gan latviešu, gan krievu valodā, kurās var gūt papildu ziņas par dažiem šajā brošūrā skartajiem jautājumiem.

I. Daube

ASTRONOMISKAIS KALENDĀRS 1979. GADAM

Jau divdesmit septiņo gadu astronomijas cienītāji mūsu republikā saņem astronomisko kalendāru latviešu valodā. Astronomijas skolotāji, vidusskolēni, studenti un daudzie astronomijas amatieri katru gadu ar interesi gaida šī kalendāra iznākšanu, jo tajā sakopotās ziņas ir sevišķi noderīgas, veicot vienkāršus astronomiskus novērojumus, un ievietoti raksti sniedz interesantu informāciju gan par dažādiem astronomijām, ģeodēzijas un kosmonautikas jautājumiem, gan arī par šo nozaru vēsturi.

Astronomiskajam kalendāram ir divas daļas — astronomiskās tabulas un literārā daļa. Pirmajā no tām atrodam ziņas par laika skaitīšanu Latvijas PSR un aptuļsumiem, kā arī kalendāra tabulas, kurās doti Saules un Mēness lēktu un rietu momenti Rīgā, Liepājā un Daugavpilī, dienas ilgums, Saules kulminācijas moments, dati par krēslas ilgumu, planētu redzamība un arī jubileju un piemiņas dienas astronomijā un ģeodēzijā. Tālāk speciālās tabulās dotas Saules ekvatoriālās koordinātes, zvaigžņu laiks un astronomiskā krēsla katrai dienai, pāreja no vidējā laika uz zvaigžņu laiku un otrādi, sešu lielo planētu (Merkura, Venēras, Marsa, Jupitera, Saturna un Urāna) ekvatoriālās koordinātes ik pa piecām dienām un arī spožāko maņzvaigžņu efemerīdas 1979. gadam. Šīs tabulas noder dažādu praktisko darbu veikšanai gan skolās un astronomijas pulciņos, gan individuāli.

Literārajā daļā ievietoti 14 raksti. J. Baloža rakstā «Zemes figūras parametri» stāstīts, ko Zemes mākslīgo pavadoņu novērojumi devuši Zemes formas un izmēru

noteikšanā un kāda ir Rīgas astronomu dalība šajā lielajā starptautiskajā darbā.

V. Magone un M. Dīriķis rakstā «Mazās planētas un to fizikālās īpašības» min pēdējo gadu sasniegumus mazo planētu spožumu un diametru noteikšanā un runā par mazo planētu iedalījumu divās grupās pēc to virsmu atstarošanas īpašībām.

1979. gadā aprīlī 20 gadi kopš pirmajiem kosmisko aparātu lidojumiem Mēness virzienā un 10 gadi no pirmajiem cilvēku soļiem uz Mēness. Šiem kosmonautikas lielajiem sasniegumiem veltīti divi E. Mūkina materiāli.

M. Šemjakina plašais instrukcijas tipa raksts un I. Jurgīša raksts par dažām Tukuma amatiera S. Bohanova lietotajām oriģinālajām metodēm reflektoru spoguļus izgatavošanā domāti amatieriem, kuri paši vēlas uzbūvēt nelielu teleskopu.

Tālāk seko A. Alksņa kārtējā informācija par novērojumu apstākļiem Baldonē.

Jubilejām veltītajos rakstos A. Pienkauss apskata Maskavas Ģeodēzijas, aerofotouzņēmēšanas un kartogrāfijas inženieru institūta vēsturi 200 gados. M. Zepe raksta par izcīlo zinātnieku Albertu Einšteinu (1879—1955), A. Alksnis — par teleskopu sistēmas izgudrotāju Bernhardu Smitu (1879—1935). Ievietoti nekroloģi par 1977. gadā mūžībā aizgājušiem aktīviem VAĢB Latvijas nodaļas biedriem un noslēgumā tradicionālais pārskats par Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas darbību 1977. gadā un īss ziņojums par 1978. gada februārī Rīgā notikušo VAĢB Centrālās padomes plēnumu.

Astronomiskais kalendārs 1979. gadam, tāpat kā iepriekšējo gadu izdevumi, galvenokārt domāts visiem, kas interesējas par astronomiju un kas vēlas uzzināt sīkākus datus par astronomiskām parādībām.

I. Daube

HRONIKA

SEMINĀRS PAR NEPARĀSTĀM ATMOSFĒRAS PARĀDĪBĀM

1978. gada 30. maijā Radioastrofizikas observatorijā viesojās PSRS ZA Zemes magnētisma, jonosfēras un radioviļņu iz-



1. att. Referāta laikā.

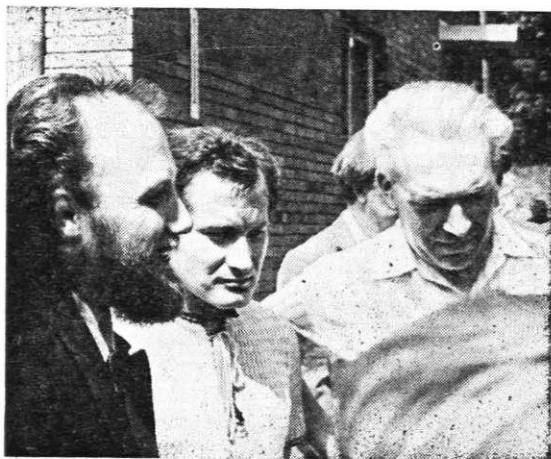
platīšanās institūta Ļeņingradas nodaļas līdzstrādnieks, Starptautiskās komisijas kustošo starpplanētu parādību pētīšanai loceklis, fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts S. Gribs. Radioastrofizikas observatorijas seminārā viņš nolasīja referātu «Ar ģeomagnētiskajām perturbācijām saistītās neparastās atmosfēras parādības».

Neraugoties uz it kā akadēmisko nosaukumu, uzstāšanās izraisīja dzīvu interesi un ilgstošas diskusijas. Lieta tā, ka observatorijas viesis izstrādājis hipotēzi, kas samērā labi izskaidro parādību kopu, ko tagad definē kā «neapzītās atmosfēras parādības» jeb, vienkāršāk izsakoties, piedāvājis savu izskaidrojumu pēdējā laikā populārai «lidojošo šķīvīšu» problēmai.

Kā zināms, jau ilgāku laiku parādās ziņas, ka novēroti nezināmas izcelsmes lidojoši objekti, kuru uzvedība dažreiz liekas

visai divaina. Piemēram, novērota to pārvietošanās perpendikulāri vai pat pretēji vēja virzienam, straujas ātruma izmaiņas, spīdēšana u. tml. Dažreiz objekts sadalās vairākās daļās. Bieži novērojams metālisks spīdums. Ipašu rezonansi guva Petrozavodskā novērotais gadījums, par kuru ziņoja arī mūsu prese (avīze «Известия», 1973. gada 23. septembrī). Kā katra neizskaidrota, bet plaši zināma un izreklamēta parādība, arī šī zināmā sabiedrības daļā izraisījusi dažādas baumas, minējumus, fantastiskus izskaidrojumus. Plaši izplatījās valodas, ka «vainīgas» esot ārpuszemes civilizācijas, no «šķīvīšiem» esot izkāpuši kosmonauti, daži cilvēki esot pabijuši pat objektu iekšienē. Tikai, lūk, neviens neatceroties šī apmeklējuma detaļas...

Taču zinātnes attīstība liecina, ka vismaz līdz šim visas parādības, kuras mēģināts izskaidrot ar dažādiem mistiskiem cēloņiem, piemēram, ārpuszemes civilizācijas iet kmi, izrādās, ir ar pavisam dabisku izcelsmi. Var minēt kaut vai visiem labi pazīstamos pulsārus — arī to eksistenci sākumā izskaidroja kā ārpuszemes civilizācijas darbības rezultātu. Tas dod pamatu uzskatīt, ka jebkuras jaunas, nepazīstamas parādības cēlonis vispirms meklējams jau zināmajos dabas likumos, piemērojot tos katram jaunam, konkrētam



2. att. Pēc ziņojuma. (I. I. Straumes foto.)

gadījumam. Šādi jautājumu savā ziņojumā nostādīja arī S. Gribs.

Referāta autors izvirzīja hipotēzi, sakarā ar kuru novērotie lidojošie objekti nav nekas cits kā plazmas sablīvējumi, kuri ieslēgti dabiskās «magnētiskās lamatās», līdzīgās tām, kuras izmanto laboratorijā plazmas īpašību pētīšanai. S. Gribs uzskata, ka šādi noslēgti magnētiskā lauka apgabali izveidojas Zemes magnetosfērā, pēc tam, sekojot magnētiskā lauka līnijām, nokļūst Zemes atmosfērā tās magnētisko polu tuvumā. Iespējams izskaidrot arī gadījumus, kad no lidojošajiem objektiem it kā esot izkāpuši «kosmonauti». Izrādās, šie objekti ir stipras infraskaņas avots, bet tās iedarbība uz cilvēka psihi ir ļoti zināma... Tāpat ar magnētiskā lauka klātbūtni var izskaidrot radiosakaru pārtrau-

kumus un elektroaparātūras bojājumus lidojošā objekta pārlidošanas laikā. Protams, neidentificēto lidojošo objektu pētīšana ir tikko sākusies, liels darbs jāveic, lai noskaidrotu katra ziņojuma ticamības pakāpi, izslēgtu tīšas mistifikācijas gadījumus. Tāpat vēl ir pārāk maz objektīvu datu (fotogrāfiju, magnētiskā lauka mērījumu objektu tuvumā u. tml.), lai varētu precīzi spriest par neidentificēto lidojošo objektu dabu. Tomēr, pēc ziņojuma autora domām, var uzskatīt, ka tie pārstāv pilnīgi noteiktu objektu klasi, kuras izpēte ir jāturpina, bet kuras eksistence, protams, izskaidrojama ar pilnīgi dabiskiem cēloņiem. Viens no šādiem iespējamiem izskaidrojumiem ir ziņojuma autora izvirzītā hipotēze.

I. Smelds

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1978./79. GADA ZIEMĀ

1978./79. gada ziema sākas 1978. gada 22. decembrī pl. 8st21^m pēc Maskavas dekrēta laika. Saule šajā momentā atrodas ziemas saulgriežu punktā Strēlnieka zvaigznājā un tās deklinācija ir $-23^{\circ}26',3$.

1979. gada 4. janvārī Zeme nonāk perihēlijā (vistuvāk Saulei). Attālumš līdz Saulei tad ir 147,1 miljons kilometru.

1979. gada tropiskā gada sākuma moments ir 1. janvārī pl. 1st44^m. Tā vidējais garums ir 365 dienas 5 stundas 48 minūtes 46 sekundes.



1. att. Eiropa uz vērsa peld pāri jūrai. Aiz tās lido Erots. Krastā stāv Eiropas tēvs Agēnors. Zīmējums uz vāzes.

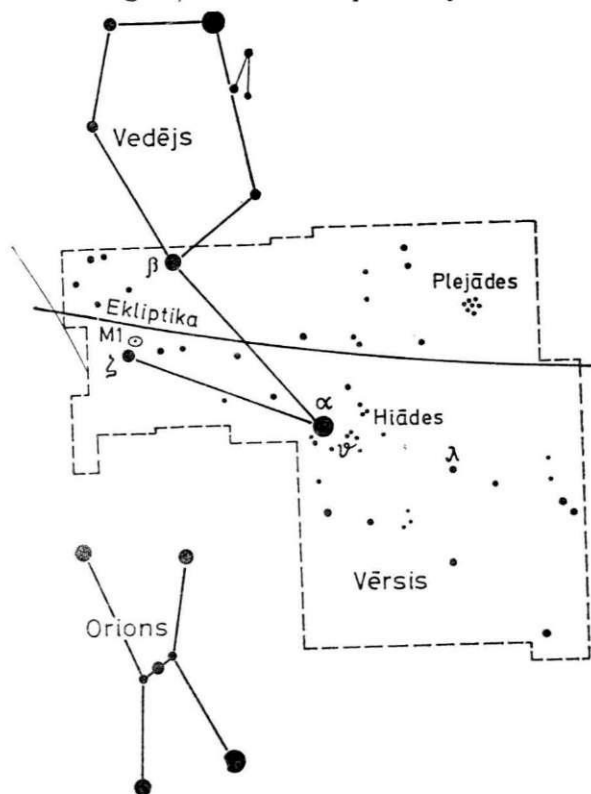
Viens no visskaistākajiem ziemas zvaigznājiem ir zodiaka zvaigznājs Vērsis. Saule pa šo zvaigznāju pārvietojas maija beigās un jūnija pirmajā pusē. Ziemas mēnešos tas atrodas Saulei diametrāli pretējā debess pusē un labi redzams visu nakti. Pirms 4000 gadiem Vērsa zvaigznājā atradās pavasara punkts, kas tagad Zemes ass precesijas dēļ ir pārvietojies uz Zivju zvaigznāju.

Zodiaka zvaigznāju nosaukumi ir ļoti seni un to pirmatnējais izskaidrojums līdz mūsu dienām nav saglabājies. Arheoloģijas atklājumi liecina, ka gada un arī Saules pie debess redzamā ceļa iedalījums divpadsmit daļās bija pazīstams jau senajiem šumeriem 3—4 gadu tūkstošus pirms mūsu ēras. Tātad tikpat seni, iespējams, ir arī zodiaka zvaigznāju nosaukumi. Senie grieķi uzskatīja, ka Vērsa zvaigznājā attēlots pats Zevs, kas pārvērties baltā vērsī ar zelta ragiem, lai nolauptu feniķiešu pilsētas Sīdonas valdnieka Agēnora skaisto meitu Eiropu. Kad Eiropa ar savām

draudzenēm rotaļājās plavā jūras krastā, vērsis tuvojās tām. Meitenes apbrīvoja skaisto dzīvnieku, kas rāmi apgūlās viņām pie kājām, bet Eiropa apsēdās tam uz muguras. Draudzenes nepaspēja ne atjēgties, kad vērsis bija jau jūrā un strauji attālinājās no krasta. Veltīgas bija Eiropas asaras un izmisums. No jūras dzelmes izpeldēja nereīdas un jautrā barā pavadīja tos, bet pats jūras dievs Poseidons brauca pa priekšu un ar savu trijzari nolīdzināja viļņus. Zevs aizveda Eiropu uz Krētu, un viņa kļuva par salas valdnieci. Te viņai piedzima trīs dēli — Mīnojs, Radamantijs un Sarpedons. Tie bija vareni un gudri vīri. Mīnojs vēlāk kļuva par Krētas valdnieku, bet pēc savas nāves pazemes valstībā tiesāja mirušās dvēseles. Viņa laimi aptumšoja vienīgi dēla Mīnotaura piedzimšana. Tas bija briesmonis puscilvēka pusvērša izskatā un tika turēts sarežģītā labirintā, jo pārtika tikai no dzīviem cilvēkiem.

Vērša zvaigznājā atrodas jau kopš seniem laikiem ļoti pazīstamā vaļējā zvaigžņu kopa Plejādes. Mēs to saucam par Sietiņu. Līdzīgi to sauc arī somi, igauņi un lietuvieši. Arī krievi dažreiz sauc Plejādes par Sietu (Пешеро), izplatīti gan ir arī citi nosaukumi, piemēram, Стожары. Amerikas ziemeļrietumu iedzīvotāji sauc Plejādes par Dejotājiem, bet indieši un ebreji — par Vistu ar cālēniem.

Senie grieķi un romieši pēc Plejādu stāvokļa pie debesīm noteica sējas



2. att. Vērša zvaigznāja spožākās zvaigznes.

un pļaujas laika iestāšanos, bet jūrasbraucēji izmantoja to orientācijai. Senajiem latviešiem Sietiņš noderēja pulksteņa vietā laika noteikšanai garajos rudens un ziemas vakaros. Par to liecina tautas dziesmas:

Lūdzama, māmiņa,
Laid meitas gulēt:
Sietiņš ritina
Launaga laikā.

Sietiņš ir redzams pie debesīm tur, kur vasarā Saule atrodas ap pl. 17. Ziemas mēnešos tas ir ap pusnakti.

Ar neapbruņotu aci Plejādēs saskatāmas 6 zvaigznes, bet ar sevišķi labu redzi — 7 un pat vairāk. Keplera skolotāja Mestlina vēl pirms teleskopa izgudrošanas 1579. gadā sastādītajā zvaigžņu kartē atzīmētas 11 Plejādu zvaigznes. Tālskatī ar 110 mm objektīva diametru redzamas ap 230 zvaigznes.

Sengrieķu teikas stāsta, ka Plejādu septiņas spožākās zvaigznes ir septiņas Atlanta un Plejones meitas: Alcione, Taigeta, Merope, Celena, Elektra, Asterope un Maija. Piecus gadus tās bēgušas no Oriona, kas viņās visās vienlaicīgi iemilējies. Lai paglābtu no neatlaidīgā pielūdzēja, Zevs pārvērtis māsas par baložiem, un tās uzlidojušas debesīs. Sešas māsas apprecējušas ar dievium ar bijušas ļoti lepnas uz to, tikai septītā iemilējusi vienkāršu mirstīgo un aiz kauna paslēpusies. Tāpēc tā arī nav tik viegli ieraugāma. Līdz Plejādēm ir ap 400 gaismas gadu.

Netālu no spožākās Vērša zvaigznāja zvaigznes α jeb Aldebarana atrodas viena no Zemei tuvākajām vaļējām zvaigžņu kopām Hiādes. Līdz tai ir ap 150 gaismas gadu. Hiādes diezgan strauji attālinās no mums un pēc dažiem desmitiem miljonu gadu aizies tik tālu, ka ar neapbruņotu aci vairs nebūs saskatāmas. Šī kopa ir vecāka par Plejādēm. Tās vecums ir ap 500 miljoni gadu.

Vērša spožākā zvaigzne Aldebarans ar Hiādēm nav saistīta un atrodas tikai 65 gaismas gadu attālumā no Saules. Tas ir sarkanais milzis, kura diametrs 30 reizes, bet starждаuda 160 reizes lielāka nekā Saulei. Aldebarans ir dubultzvaigzne. Taču tā pavadonis — 13. lieluma zvaigznīte — amatieru teleskopos nav saskatāma.

Vērša zvaigznājā atrodas vēl viens interesants objekts — Krabja miglājs. Saskatīt to iespējams teleskopā vāji mirdzoša plankumiņa veidā zvaigznes ζ tuvumā, bet tā sarežģītā struktūra redzama tikai fotogrāfijās. Krabja miglājs ir izveidojies pārnovas uzliesmojuma rezultātā 1054. gadā. «Zvaigzne viešņa» — tā pārnova nosaukta senajās ķīniešu un japāņu hronikās — parādījās 1054. gada 4. jūlijā un bija redzama ar neapbruņotu aci gandrīz divus gadus; pirmās 23 dienas pēc uzliesmojuma pat dienā. Šai grandiozajā katastrofā no zvaigznes izsviestās gāzes arī izveidoja miglāju. Vēl tagad tā izplešanās ātrums pārsniedz 1000 km/s. Miglāja centrā atrodas 18. lieluma zvaigznīte — bijusī pārnova.

Krabis ir ļoti neparasts objekts. Kopš 1949. gada tas ir pazīstams kā spēcīgs radiostarojuma avots Vērsis A, bet 1963. gadā tika uztverts tā rentgenstarojums. Pēdējo gadu pētījumi parādīja, ka vājā zvaigznīte miglāja centrā ir ārkārtīgi blīva un ātri rotējoša neitronu zvaigzne, kuras rotācijas periods ir 0,033 s.

Ā. Alksne

SATURS

«Slēptās masas» krājumus meklējot — <i>A. Balklavs</i>	1
Magelāna Mākoņi un oglekļa zvaigznes — <i>A. Alksnis</i>	6
Marsa «gaiss» agrāk un tagad — <i>Ē. Mūkins</i>	12
Astronomijas jaunumi	18
Interesanta hipotēze par melnajiem caurumiem — <i>A. Balklavs</i>	18
Cefeidu pulsācijas periodi dažādās galaktikās — <i>J. Francmanis</i>	19
Kasiopejas γ — rentgenstaru avots — <i>I. Platais</i>	21
Dzīvība — Zemes bērns vai iekarotāja? — <i>M. Eliāss</i>	23
Neparastas mazās planētas — <i>M. Āriķis</i>	25
Plutona pavadoņi — <i>E. Mūkins</i>	25
Kosmosa apgūšana	27
«Salūts-6»: otrā maiņa — <i>Pēc TASS ziņojumiem</i>	27
«Venēra-11 un 12» ceļā uz Venēru — <i>Pēc padomju preses materiāliem</i>	31
«Pioneer-12 un 13» mērķi un uzdevumi — <i>E. Mūkins</i>	33
Citās observatorijās	38
Komandējumā pie Indijas astronomiem Kavalūras observatorijā — <i>K. Lapuška</i>	38
No astronomijas vēstures	43
Laika skaitīšana Latvijā — <i>Leonids Roze</i>	43
Roberts Ņūtons pret Ptolemaju — <i>G. Ozoliņš</i>	43
Pirms 100 gadiem. Pirmā publikācija par astronomiskiem novērojumiem Rīgas Politehnikuma tornī — <i>Leonids Roze</i>	46
Gaismas būtība — <i>Leonids Roze</i>	47
Astronomija skolā	49
Mainzvaigznes. 3 — <i>Z. Alksne</i>	49
Par filozofijas atziņu izmantošanu vidusskolu astronomijas kursā — <i>J. Miežis</i>	56
Jaunas grāmatas	61
<i>J. Francmanis</i> «Zvaigžņu evolūcija». <i>A. Balklavs</i> «Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorija» — <i>I. Daube</i>	61
Astronomiskais kalendārs 1979. gadam — <i>I. Daube</i>	62
Hronika	63
Seminārs par neparastām atmosfēras parādībām — <i>I. Smelds</i>	63
Zvaigžņotā debess 1978./79. gada ziemā — <i>Ā. Alksne</i>	65

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ЗИМА 1978/79 ГОДА
Сборник научно-популярных статей
Радиоастрофизической обсерватории
Академии наук Латвийской ССР
Рига, «Зинатне», 1978
На латышском языке
Составитель *И. Даубе*

ZVAIGZNOTĀ DEBESS,
1978./79. GADA ZIEMA.

Redaktore *I. Ambaine*. Mākslinieciskais redaktors
V. Zirdziņš. Tehniskā redaktore *I. Stokmane*, Ko-
rektore *A. Kurmaševa*.

ИБ № 373

Nodota salikšanai 28. 09. 78. Parakstīta iespiešanai 12. 12. 78. JT 06585. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs Nr. 1. Latīņu garnitūra. Augstspiedes tehnika. 4,25 liz. iespiedl.; 4,97 uzsk. iespiedl.; 5,22 izdevn. l. Metiens 2000 eks. Pasūt. Nr. 2768. Maksā 25 k. Izdevniecība «Zinatne», 226018 Rīga, Turgeņeva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Apvienotajā veidlapu uzņēmumā 226050 Rīgā, Gorkija ielā 6.



