

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1975./76. GADA
ZIEMA



SATURS

Interesants infrasarkanais objekts: oglekļa zvaigzne CIT 6 jeb RWLMi — <i>A. Alksnis</i>	1
Zvaigžņu spektru klasifikācija — <i>Z. Alksne</i>	4
Populāri par P. Bola kvaziperiodiskām funkcijām — <i>I. Rabinovičs</i>	8
Astronomijas jaunumi	11
Radiopulsārs — dubultsistēmas loceklis — <i>A. Balklavs</i>	11
Saule un meteoroloģiskie apstākļi — <i>A. Balklavs</i>	13
Silīcija oksīds — kosmiskā māzera radiostarojuma avots — <i>I. Smelds</i>	14
Jauni dati par Marsa pavadoņiem — <i>Ā. Alksne</i>	15
Kosmosa apgūšana	17
«Sojuz» — «Apollo» — <i>E. Mūkins</i>	17
«Venēra-9» un «Venēra-10» sasniegušas mērķi — <i>Pēc padomju preses materiāliem</i>	20
«Pioneer-10» un «Pioneer-11» lidojumā rezultāti — <i>E. Mūkins</i>	23
Konferences un sanāksmes	26
X Baltijas zinātnes vēstures konferencē — <i>J. Stradiņš</i>	26
Pirmā apspriede par infrasarkanā astronomiju — <i>J. Kizla</i>	31
XX PSRS astrometrijas konference — <i>L. Roze, M. Diriķis</i>	33
No astronomijas vēstures	36
Astronomija Latvijā 18. un 19. gadsimtā — <i>I. Daube</i>	36
Gaismas ātruma 300 gadi — <i>M. Zepe</i>	44
Astronomija skolā	47
Zvaigžņu enerģijas avoti — <i>J. Francmanis</i>	47
Trešā skolēnu astronomijas olimpiāde — <i>J. Miežis</i>	51
Zvaigžņotā debess 1975./76. gada ziemā — <i>Ā. Alksne</i>	55

Uz vāka 1. lpp.: padomju un amerikāņu kosmisko kuģu kopīgā lidojuma emblēma.

Uz vāka 4. lpp.: Jelgavas Pētera akadēmijas 200 gadu atceres medaļa. Mākslinieks J. Jansons.

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

Publicēts saskaņā ar Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Redakciju un izdevumu padomes 1975. gada 17. decembra lēmumu.

I Z D E V N I Ē C I B A «Z I N Ā T N E» R I G Ā 1 9 7 5

© Izdevniecība «Zinātne», 1975

z 20601—167 — 107—75
M811(11)—75



IZNĀK KOPS 1958. GADA RUDENS

A. ALKSNIS

INTERESANTS INFRASARKANAIS OBJEKTS: OGLEKĻA ZVAIGZNE CIT 6 jeb RW LMi

Kad Kalifornijas Tehnoloģijas institūta (CIT) pētnieki 60. gadu vidū pirmo reizi caurlūkoja debess sfēru infrasarkanā spektra daļā 2,2 mikronu viļņu garuma diapazonā, viņi ievēroja 13 spožus un ļoti sarkanus infrasarkanā starojuma avotus. Šo 13 debess objektu novērojumu rezultātus publicēja starptautiskajā žurnālā «Astrophysical Journal» 1967. gadā. Objekts ar 6. kārtas numuru atrodas Mazās Lauvas (Leo Minor) zvaigznājā, un redzamajā gaismā tas atbilst samērā vājai 13. lieluma zvaigznitei. Izrādījās, ka šī zvaigzne nav agrāk pētīta, tāpēc tai nebija sava nosaukuma un tā nebija atrodama nevienā zvaigžņu katalogā.

Tikai pēc tam kad atklāja šīs zvaigznes infrasarkanā starojuma īpatnības, novērotāji sāka pievērst tai uzmanību. Un dabiski, ka objekts ieguva nosaukumu saskaņā ar publikāciju, kurā tas pirmo reizi minēts, proti, apzīmējumu CIT 6.

Sākumā nebija pat droši zināms, vai tā ir zvaigzne vai īpatnējs starojuma avots, kas atrodas ārpus mūsu Galaktikas robežām. Šo jautājumu drīz izšķīra objekta spektru uzņēmumi tuvajā infrasarkanajā daļā. Izrādījās, ka spektrs līdzīgs oglekļa zvaigznes V CrB spektram.

Līdz ar to šī īpatnējā oglekļa zvaigzne nokļuva LPSR Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorijā pētāmo zvaigžņu sarakstā. Mēs to sākām fotografēt 1970. gada pavasarī ar Riekstukalna Šmita teleskopu. Lietojām tos pašus gaismas filtrus un fotoplates vai filmas, ko citām šeit pētāmām zvaigznēm, galvenokārt sarkano filtru. Bija pamats domāt, ka šī zvaigzne varētu būt mainīgzvaigzne kā daudzas citas ļoti sarkanās oglekļa zvaigznes. Uz CIT 6 mainīgumu jau iepriekš norādīja tie nedaudzie infrasarkanā starojuma mērījumi, kurus izdarīja raksta sākumā minētā pētnieku grupa. Parasti šādām zvaigznēm piemīt lēnas, vairāk vai

mazāk regulāras spožuma maiņas, kuru periods vai cikls ilgst no 200 līdz 600 dienām.

Sākotnējais mūsu novērojumu mērķis bija noteikt šo lēno starojuma intensitātes svārstību periodu, regularitāti, kā arī krāsas mainīgumu. Nepieciešama vismaz dažus gadus ilga novērojumu sērija, lai gūtu pirmo priekšstatu par šādām ilgperioda maiņzvaigznēm. Tāpēc no sākuma zvaigznes CIT 6 apgabala fotogrāfijas krājās un to mērījumi tika atlikti. 1973. gada pavasārī Ilgmārs Eglītis, toreiz vēl LVU Fizikas un matemātikas fakultātes IV kursa students, ķērās pie zvaigznes CIT 6 fotometriskiem mērījumiem. Atklājās, ka vairāki mērījumi nesaskan ar pārējiem. Pēc rūpīgas pārbaudes secinājām, ka šīs atšķirības ir nevis fotogrāfiju vai mērījumu kļūdas, bet pašas zvaigznes straujas spožuma izmaiņas. Bija skaidrs, ka zvaigznes spožums uz dažām dienām ir krasi pavājinājies un pēc tam atkal atgriezies normālā stāvoklī. Drīz vien pēc šāda konstatējuma Budapeštas izdevumā «Maiņzvaigžņu informācijas biļetens» parādījās poļu astronoma A. Kruševska ziņojums, ka arī viņš, izdarot zvaigznes CIT 6 fotoelektriskos novērojumus, konstatējis līdzīgu strauju gaismas starojumu samazināšanos. Tādas straujas spožuma maiņas aukstajām oglekļa zvaigznēm agrāk nebija zināmas. Kļuva skaidrs, ka, lai pārbaudītu un rūpīgāk pētītu jaunatklāto parādību, novērojumi jāiegūst biežāk, nekā plānojām sākotnēji. Tāpēc 1973. gada pavasārī sākām sekot zvaigznes CIT 6 spožuma maiņām pēc iespējas katru nakti. Tomēr maija beigās šīs zvaigznes novērošanas sezona beidzās, jo zvaigznes ieiet vakara krēslas sektorā, un tikai oktobrī to atkal varēja atsākt.

Pēdējās divās (1973./74. g. un 1974./75. g.) novērojumu sezonās iegūtais novērojumu materiāls rāda, ka spožuma fluktuācijas zvaigznei CIT 6 ir raksturīga parādība. Tās vienlaikus notiek visā mūsu novērojumos ietvertajā viļņu garuma diapazonā no 0,35 mikroniem (U lielumi) līdz 0,63 mikroniem (R lielumi). Vislielākā spožuma svārstību amplitūda ir B (0,43 μ) staros, apmēram tāda pati U staros, bet mazāka V (0,55 μ) staros un vēl mazāka R staros. Spožuma maiņām ir neregulārs raksturs: parasti īslaicīgām svārstībām 4—8 dienas ir mazāka amplitūda, apmēram 0,4 zvaigžņu lielumi, bet ilgstošākām — 20—30 dienas — amplitūda snieždas līdz 1,0 zvaigžņu lielumam.

1973./74. gada novērojumi kādā laika posmā pat demonstrēja spožuma mainīgumu ar 1,2 dienu ciklu un amplitūdu ap 0,5 zvaigžņu lielumi R staros. Tomēr nelielais novērojumu skaits neļauj droši apgalvot, ka spožuma svārstībām toreiz bijis periodisks raksturs. Citos laika posmos šāds fluktuāciju periodiskums nav atrasts.

Pēdējo divu sezonu novērojumos konstatētās spožuma fluktuācijas bija tik intensīvas, ka grūti saskatāmas kļūst garperioda izmaiņas. Pirmās mūsu novērojumu sezonas liecināja par mainīgumu ar ciklu apmēram 570 dienas. Tomēr šis cikls nav stabils, jo starp pēdējiem spožuma maksimumiem intervāls ir apmēram 100 dienu garāks par šo vidējo periodu.

Ekstrapolējot konstatētās sakarības starp spožuma fluktuāciju mūsu novērotajās viļņu garuma joslās, jāsecina, ka infrasarkanajā daļā tām jābūt ar vēl mazāku amplitūdu. Šķiet, ka tas tā ir, jo to apliecina arī Ļeņingradas Valsts universitātes dienvidu stacijā Birakānā (Armēni-

jas PSR) izdarītie CIT 6 infrasarkanie novērojumi. Novērojumu skaits šai spektra rajonā gan ir par mazu, lai izdarītu galīgos secinājumus. Ļeņingradas infrasarkanās astronomijas grupa G. Hozova vadībā veic arī zvaigznes infrasarkanā starojuma polarizācijas mērījumus. Objektam CIT 6 piemīt neparastas polarizācijas īpašības: 1) liela polarizācijas pakāpe, 2) polarizācijas pakāpes straujas izmaiņas līdz ar spožuma maiņām.

Lielā starojuma polarizācijas pakāpe un spēcīgais infrasarkanais starojums norāda uz to, ka CIT 6 ir objekts, kurā centrālo oglekļa zvaigzni ietver biezs putekļu apvalks, kas, iespējams, sastāv no oglekļa (grafīta) daļiņām.

Daudzējādā ziņā CIT 6 ir līdzīgs citam infrasarkanajam objektam IRC+10216 (numurs pēc 2,2 mikronu infrasarkanu objektu kataloga), par kuru jau ziņots «Zvaigžņotās debess» agrākajos izdevumos. Arī tam tuvajā infrasarkanajā daļā spektrs atbilst oglekļa zvaigznes spektram, arī tam ir spēcīgs infrasarkanais starojums, t. i., piemīt infrasarkanais ekscess, arī tam ir garperioda spožuma svārstības ar periodu apmēram 600 dienas. Objektam IRC+10216 pat ir izmērīts putekļu apvalka ļeņķiskais diametrs. Tomēr spožuma fluktuācijas kā CIT 6 gadījumā objektam IRC+10216 pagaidām nav konstatētas. Tas var būt tāpēc, ka redzamajā spektra rajonā IRC+10216 ir ārkārtīgi vājš spīdeklis un tā novērojumu ir maz. Bet var arī būt, ka šim infrasarkanajam objektam tādu fluktuāciju nav.

Iespējams, ka zvaigzne CIT 6 jeb, kā to apzīmē maiņzvaigžņu katalogā, RW LMi ir unikāls objekts. Bez neparastām starojuma intensitātes un polarizācijas fluktuācijām tam piemīt vēl viena īpatnība: enerģijas sadalījums zilajā spektra rajonā neatbilst tās spektram infrasarkanajā daļā. Un te nav vainīgs varbūtīgais putekļu apvalks. Zilajā daļā zvaigzne izstaro pārāk daudz gaismas. Viens izskaidrojums varētu būt tāds, ka oglekļa zvaigznei ir pavadoņi, kas nav tik sarkani kā galvenā zvaigzne. Vai tas tā ir, to varētu noskaidrot pēc zilās daļas spektra uzņēmumiem. Šādi zvaigznes CIT 6 spektra uzņēmumi ar Šmita teleskopu un 4° objektīva prizmu ir iegūti Riekstukalnā, tomēr zvaigznes starojuma intensitāte šai viļņu garuma diapazonā ir par mazu un spektra attēla dispersija par zemu, lai rastu atbildi. Šī raksta autora mēģinājums iegūt CIT 6 spektra uzņēmumu ar PSRS ZA Krimas astrofizikas observatorijas difrakcijas spektrogrāfu arī beidzās neveiksmīgi zvaigznes pārāk niecīgā spožuma dēļ.

Nav izslēgts, ka CIT 6 enerģijas sadalījums spektrā ir vienas pašas zvaigznes īpatnības sekas.

Tomēr pašlaik ticamāka šķiet hipotēze, ka te darīšana ar dubultzvaigzni, domājams, fizikālu. Šī zvaigžņu pāra sarkanākā zvaigzne — oglekļa zvaigzne mainās ar 570—670 dienu periodu, bet mazāk sarkanai komponentei piemīt neregulāras fluktuācijas. Sarkanajos staros abu komponentu spožums ir aptuveni vienāds, un tur parādās gan garperioda izmaiņas, gan straujas spožuma fluktuācijas. Zilajā spektra daļā garperioda izmaiņas praktiski nav jūtamas, turpretim infrasarkanajā spektra daļā galvenokārt novērojamas lēnās garperioda maiņas.

ZVAIGŽŅU SPEKTRU KLASIFIKĀCIJA

Ja kāda avota izstarotās gaismas ceļā novieto prizmu, tad uz ekrāna, kas nolikts aiz prizmas, parādās varavīksnei līdzīga krāsaina josla jeb gaismas avota spektrs. Parastā baltā gaisma ir daudzu krāsu — dažādu viļņu garumu starojuma sajaukums, bet prizma izmaina gaismas virzienu tā, ka garāka viļņa garuma stari (sarkanie) noliecas mazāk par īsāko viļņu garuma stariem (dzelteniem un zaļiem), bet tie savukārt mazāk par vēl īsāku viļņu garuma stariem (ziliem vai violetiem).

Parastās elektriskās lampiņas gaismas spektrā spožums no vienas krāsas uz otru mainās nepārtraukti. Bet, ja ceļā uz stikla prizmu gaisma izies cauri sakarsētam gāzu slānim, gāzes degļa liesmai, tad uz nepārtrauktā gaišā spektra fona parādīsies atsevišķas tumšas līnijas. Līniju izvietojums spektrā atkarīgs no gāzes sastāva. Katrs ķīmiskais elements dod savas specifiskas līnijas.

Tā kā zvaigžņu virsmas ir tādi gaismas avoti, kurus aptver sakarsētas gāzu masas — zvaigžņu atmosfēras —, tad šo spīdekļu spektros uz nepārtrauktā gaišā fona redzams lielāks vai mazāks skaits tumšu līniju, bet dažkārt arī joslas.

Detāļu izvietojums un intensitāte zvaigžņu spektros ir visai atšķirīgi, taču pamazām izdevies noteikt zvaigžņu spektru vienotu secību, kurā to izskats mainās pakāpeniski. Vadoties pēc īpatnībām, kas saskatāmas zvaigžņu spektros, tie sadalīti atsevišķās klasēs jeb tipos, kurus pieņemts apzīmēt ar lielajiem latīņu alfabēta burtiem:

O, B, A, F, G, K, M, N.

Burtu sakārtojumā nepastāv parastais alfabētiskais princips, tāpēc, lai tiem, kas zvaigžņu spektros tikko sāk iepazīt, būtu vieglāk secību atcerēties, iesaka tādus izteicienus kā

— O, Be A Fine Girl Kiss Me Now!

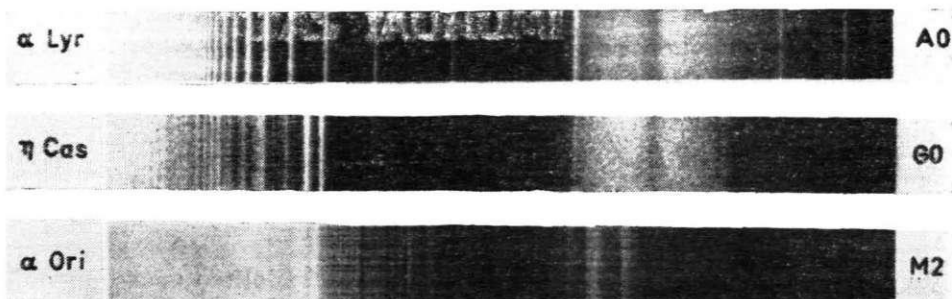
angļu valodā vai

— O Боже, Аф-Ганистан, Куда Мы Несемся!

krievu valodā. Kas ir vieglāk — sacerēt tamlīdzīgu teicienu latviešu valodā vai vienkārši iemācīties secību —, tas lai paliek katra spektru interesenta ziņā.

Lai rastu atbildi, kā šī spektru klašu secība izveidojusies, jāpievēršas zvaigžņu spektru izpētes un klasifikācijas pašiem pirmsākumiem.

Pagājušā gadsimta sākumā talantīgais bavārietis J. Fraunhofers cītīgi meklēja iespējas uzlabot teleskopu objektīvus. Šajā sakarībā viņš daudz pētīja dažādu lēcu un prizmu īpašības. Eksperimentējot ar Saules gaismu, J. Fraunhofers tās spektrā saskatīja tumšas līnijas un pārliecinājās, ka līnijas nav vis optikas radīts nepārtrauktā spektra defekts, bet gan pašam spektram piemītošas detaļas. Uzlabojis aparatūru, J. Fraunhofers nodevās dažu pašu spožāko zvaigžņu spektru novērojumiem. 1823. gadā viņš ziņoja par zvaigžņu spektros saskatītajām atšķirībām.



I. att. Raksturīgi A, G un M klases spektru piemēri. A klases spektrā dominē ūdeņraža līnijas; G klases spektrā šīs līnijas vājas, toties ļoti daudz dažādu metālu līniju, sevišķi intensīvas divas jonizētā kalcija līnijas; M klases spektrā arī manāmas metālu līnijas, tomēr galvenā loma pieder titāna oksīda joslām.

Te jāmin, ka J. Fraunhofers un viņa nedaudznie sekotāji vēlākos gados spektrus aplūkoja vizuāli, pie kam izmantojot ne visai labu optiku. Spektrs bija redzams kā šaura krāsaina svitriņa, kuru šķērso tumšas līnijas vai joslas, bet dažreiz arī gaišas līnijas. Lai fiksētu katra spektra īpatnības — detaļu izvietojumu un intensitāti, tās nācās turpat pie teleskopa ieskicēt zīmējumā. Tas bija ļoti nogurdinošs un darbietilpīgs uzdevums.

Starp J. Fraunhofera sekotājiem, spektroskopistiem, izcilākos sasniegumus guva itālietis A. Seki. 1862. gadā viņš sāka pētīt zvaigžņu spektrus, lai «...paskatītos, vai zvaigžņu izskats ir tikpat daudzveidīgs, cik liels ir to skaits». Jau 1863. gadā A. Seki bija aplūkojis 35 spožākās zvaigznes un secināja, ka pēc spektru izskata tās var sadalīt divās atšķirīgās klasēs. Tā tika ieviests jēdziens *spektra klase*. Aktīvi turpinot darbu, līdz 1866. gadam A. Seki bija novērojis jau 220 zvaigžņu spektrus un nācis pie slēdziena, ka tie sadalāmi vismaz 3 grupās, kuras šoreiz nosauca par spektru tipiem. Tādējādi radniecīgu spektru grupu apzīmēšanai A. Seki ieviesa vēl otru apzīmējumu — *spektra tips*, kuru lietoja visos turpmākajos darbos. Abi vārdi — klase un tips — viena jēdziena apzīmēšanai ir saglabājušies līdz mūsu dienām. A. Seki izvērta darbu, pirmkārt, paplašinot novēroto zvaigžņu skaitu (tas sasniedza 500) un, otrkārt, saskatot un analizējot arvien sīkākas spektru detaļas. Dažas no tām A. Seki izdevās pat identificēt, t. i., noteikt, kādi ķīmiskie elementi tās rada. 1878. gadā viņš publicēja darbu, kurā bija dota pirmā rūpīgi izstrādātā zvaigžņu spektru klasifikācijas sistēma piecos raksturīgos tipos pēc spektra krāsas un līniju vai joslu izvietojuma spektrā. Tipus A. Seki apzīmēja ar romiešu cipariem I—V. Sniegsim tipu īsu raksturojumu, lai redzētu, kādi ir zvaigžņu spektru pamatveidi.

I. Zilās un baltās zvaigznes, kuru spektros redzamas tikai nedaudzas ļoti spēcīgas tumšas ūdeņraža līnijas. Starp spožām zvaigznēm tādu objektu ir ļoti daudz. Raksturīgs piemērs — Siriuss jeb Lielā Suņa α .

II. Dzeltēnās zvaigznes, kas pēc spektra izskata līdzīgas Saulei.

Udeņraža līnijas mazāk intensīvas nekā I tipam, toties daudz tumšu metālu līniju, īpaši labi redzamas nātrija, dzelzs un magnēzija līnijas. Arī šo zvaigžņu ir daudz. Kā piemēru var minēt Kapellu jeb Vedēja α .

III. Oranzās un sarkanās zvaigznes ar sevišķi lielu tumšo līniju skaitu spektros. Vietām līnijas saplūst kopā un veido intensīvas tumšas joslas. Katra tumšā josla kļūst mazāk intensīva uz spektra sarkano galu. Dažreiz redzamas gaišas ūdeņraža līnijas. Tipiska pārstāve ir Betelgeize jeb Oriona α , kas ziemas naktīs sarkanīgi oranža kvēlo virs Oriona Jostas. Šī tipa zvaigžņu vispār nav mazums.

IV. Ļoti sarkanās zvaigznes, kuru spektri arī sadalīti tumšās un gaišās joslās. Atšķirībā no III tipa intensitāte samazinās uz spektra violeto galu. Šim tipam pieder nedaudzas zvaigznes, un starp pašām spožākajām ziemeļu zvaigznēm tādas nav nevienas.

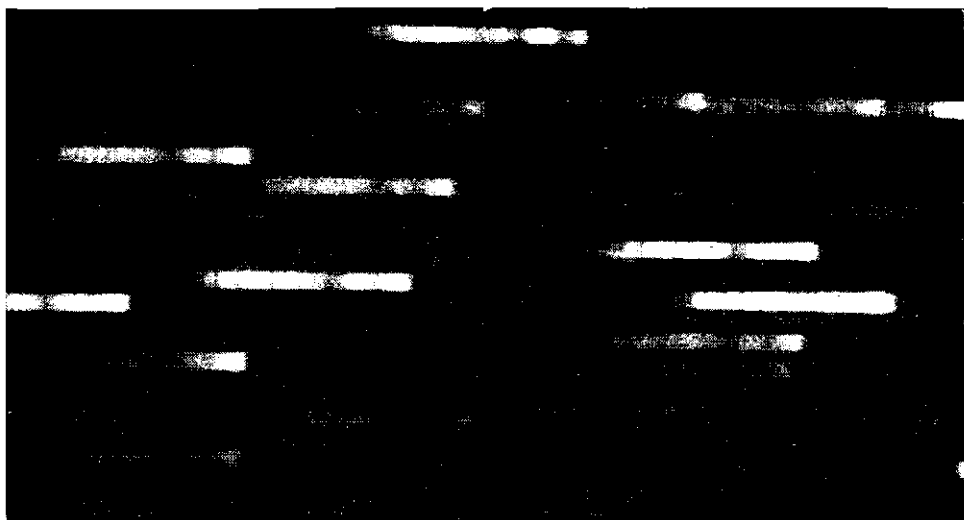
V. Zvaigznes, kas neiederas iepriekšējos tipos, jo to spektros redzamas atsevišķas intensīvas gaišas līnijas (nevis tumšas kā I tipā). Lai gan arī šīs zvaigznes reti sastopamas, tomēr divas zilgani liesmojošas spožas pārstāves ietilpst pašā Oriona Jostā.

Jāpiebilst, ka A. Seki skaidri apzinājās spektru secības nepātrauktību un minēja arī tādu zvaigžņu piemērus, kuru spektri uzskatāmi kā pārejas starp aplūkotajiem 5 tipiem.

Jauns posms zvaigžņu spektru pētījumos sākās 1872. gadā, kad amerikānis H. Dreperis pirmo reizi nofotografēja Vegas spektru. Pilnveidojis savu iekārtu, H. Dreperis 1879.—1882. gadā ieguva 50 zvaigžņu spektru uzņēmumus. Līdz ar to beidzās grūtā un nogurdinošā zvaigžņu spektru aplūkošana ar aci. Fotografiskās metodes ieviešana deva iespēju salīdzināt un analizēt dažādu zvaigžņu spektrus mierīgos kabineta apstākļos. Diemžēl šādā veidā tiek iegūti melnbaltie uzņēmumi un spektri zaudē krāsu.

Pēc H. Drepera nāves, 1882. gadā, viņa sieva instrumentus un nelielu naudas summu novēlēja Harvarda observatorijai kā Drepera piemiņas fondu. Observatorijas direktors E. Pikerings līdzekļus izmantoja platleņķa objektīva iegādei, tā priekšā novietoja stikla disku, izslipētu kā prizmu ar mazu laušanas leņķi. Tagad šādas prizmas sauc par objektīva prizmām. Ja teleskopam pievienota objektīva prizma, tad uz fotoplates zvaigžņu punktveida attēlu vietā redzami daudzi sīki zvaigžņu spektriņi, kuros tomēr var saskatīt pietiekami daudz raksturīgu detaļu. Fotografiskā novērošanas metode kopā ar objektīva prizmu ieviešanu izdarīja vēl vienu radikālu pavērsienu zvaigžņu spektru klasifikācijā — šo darbu sāka veikt masveidīgi. Ziemeļu debess zvaigžņu spektru apskatu Harvarda observatorijā sāka 1885. gadā un jau 1890. gadā publicēja pirmo Henrija Drepera vārdā nosaukto katalogu, kurā ietilpa 10351 zvaigznes spektrs. Sagatavojot katalogu, spektrus klasificēja pēc A. Seki shēmas, bet ieviesa sīkāku dalījumu, atsevišķas klases apzīmējot ar lielajiem latīņu alfabēta burtiem no A līdz Q, izņemot J. Alfabēta sākuma burti atbilda I tipam, nākamie — II tipam, līdz nonāca pie burtiem M, N un O, ar kuriem apzīmēja attiecīgi visus III, IV un V tipa spektrus.

Ar burtu P apzīmēja planetāro miglāju spektrus, bet ar Q — visus īpatnējos spektrus, kas neatbilda nevienai citai klasei. Katru spektru no



2. att. Šie zvaigžņu spektri iegūti ar LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijas Smita teleskopu, izmantojot objektīva prizmu.

tukstošiem, kas ietilpa pirmajā Drepera katalogā, aplūkoja un klasificēja Harvarda observatorijas līdzstrādniece V. Fleminga. Nobeidzot milzīgo darbu, viņai bija skaidrs, ka dažas klases, kā, piemēram, D, C un E, nav precīzi definējamas un tādēļ ir liekas. Cita observatorijas līdzstrādniece — A. Mori — 1897. gadā atzina, ka visu zvaigžņu spektrus var sakārtot secībā B, A, F, G, K, M, N, pie kam spektri, kurus bija pieņemts apzīmēt ar O, jāpārnes uz secības sākumu, jo B klases spektri pēc izskata ir to loģisks turpinājums. Tādējādi pagājušā gadsimta beigas izveidojās spektru klašu secība, kas bija minēta raksta sākumā.

Sākoties jaunam gadsimtam, spektru klasifikācijas darbi Harvarda observatorijā turpinājās, izmantojot teleskopus ar lielākiem objektīviem un tādām objektīva prizmām, kas dod lielākas dispersijas spektrus (ar lielāku laušanas leņķi). 1918.—1924. gadā nāca klajā otrais Drepera katalogs, kurā bija sakopotas ziņas par 359 082 zvaigžņu spektriem abās debess puslodēs. Masveidības un sistemātiskuma ziņā šis katalogs vēl tagad nav pārspēts, un astronomi to bieži izmanto ikdienas darbā. Šajā katalogā lika realizēta iepriekšējā darbā izkristalizējušies spektru secība. Tomēr darba gaitā noskaidrojās, ka spektru pamatsecība jāpapildina ar dažiem jauniem burtiem.

V. Fleminga saskatīja, ka starp IV tipa zvaigznēm, kuras tolaik jau apzīmēja ar burtu N, pastāv mazāk sarkanās zvaigznes ar labi saredzamu spektru zilo galu. 1908. gadā E. Pikerings ieteica tās izdalīt atsevišķā klasē, kurai deva apzīmējumu R — nakamo brīvo burtu pēc Q. Bet, lai attiecīgas zvaigznes pēc spektru izskata iedērtos secībā, klasi R nācas novietot pirms klases N. 1923. gadā kļuva skaidra nepieciešamība ieviest

vēl papildklasi S, lai apzīmētu to zvaigžņu spektrus, kas līdz tam bija dēvēti kā M klases spektri ar īpatnībām.

Ņemot vērā šos papildinājumus, šodien lietojamo spektru secību shematiski varētu zīmēt sekojoši:

R-N
O-B-A-F-G-K-M
S

Kāpēc secības galā vairākas spektra klases sagrupētas kopā? Tāpēc, ka šādā veidā secība atspoguļo savu pamatbūtību — spektru atkarību no temperatūras. Viskarstākās zvaigznes ar virsmas temperatūru 10 000—20 000° pieder pie O un B klasēm. A un F klašu zvaigznēm temperatūra ir zemāka. G klasei pieder mūsu Saule ar virsmas temperatūru 6000°. Apmēram vienādi zemas virsmas temperatūras 4000—2000° robežās ir R—N, un M un S klases zvaigznēm. Šalīdzinājumā ar karstajām O, B, A un F klašu zvaigznēm tās mēdz saukt par aukstajām zvaigznēm. LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijā pēta tieši šīs aukstās zvaigznes un fotogrāfē arī to spektrus, izmantojot objektīva prizmas ar 2 un 4° lielu laušanas leņķi.

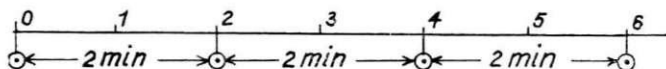
I. RABINOVICŠ

POPULĀRI PAR P. BOLA KVAZIPERIODISKĀM FUNKCIJĀM¹

Iedomāsimies signāliekārtu, kam ir divi kontakti. Iekārta konstruēta tā, lai signāls atskanētu tikai tajā gadījumā, ja vienlaikus iedarbināti abi kontakti. Pieņemsim, ka pirmo kontaktu ieslēdz ik pēc minūtes, bet otru — pēc vienādiem laika sprīžiem, kuru ilgumu varam mainīt patvaļīgi. Vēl viens nosacījums: sākuma brīdī abus kontaktus ieslēdz reizē, tāpēc atskan signāls.

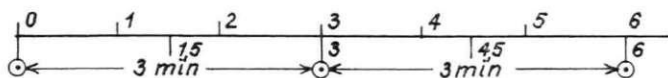
Tagad izpētīsim, kā izmainās laika sprīžu ilgums starp diviem viens pēc otra sekojošiem signāliem (signāla periods) atkarībā no tā, cik bieži (ar kādu periodicitāti) ieslēdz otro kontaktu.

Pieņemsim, ka otro kontaktu ieslēdz ik pēc divām minūtēm. Acīmredzot tad arī signāla periods ir vienlīdzīgs 2 minūtēm (1. att.). Ja otro kontaktu ieslēdz ik pēc pusotras minūtes, tad signāla periods ir 3 minūtes (2. att.).

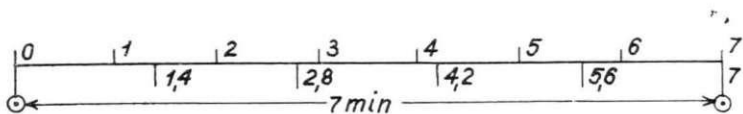


1. att.

¹ Par Pīrsa Bola dzīvi un darbību skat. I. Rabinoviča rakstu «Zvaigžņotās debess», 1975. gada rudens numura 37. lpp. (Redkol. piezīme.)



2. att.



3. att.



4. att.

Bet, ja otro kontaktu ieslēdz pēc katrām 1,4 minūtēm, tad iegūsim signālu ar periodu 7 minūtes (3. att.).

Tagad pieņemsim, ka laika posms starp otrā kontakta noslēgšanas gadījumiem vienlīdzīgs 1,42 minūtēm. Mūsu izraudzītajā mērogā grūti attēlot signāla periodu, taču to var aprēķināt. Jāskaita kopā: $1,42 + 1,42 + 1,42 + \dots$, līdz rodas vesels skaitlis. Ņemot 50 šādus saskaitāmos, signāla periods iznāk 71 minūte.

Ja laika posms starp otrā kontakta ieslēgšanas reizēm ir 1,41 minūte, tad signāla periods būs vienlīdzīgs 141 minūtei. Ja šis laika posms ir 1,414 minūtes, periods vienlīdzīgs 707 minūtēm, bet, ja 1,4142, — tad periods — 7071 minūte.

Skaitļus 1,41; 1,414; 1,4142 izraudzījāmies ar noteiktu nolūku. Šie skaitļi ir iracionālā skaitļa $\sqrt{2}$ aptuvenās vērtības. Jautājums: kas notiktu, ja otro kontaktu būtu iespējams ieslēgt precīzi ik pēc $\sqrt{2}$ minūtēm? Jānāk pie slēdziena, ka tādā gadījumā signāls otrreiz izpaliktu, jo nekad vairs nesakristu abu kontaktu ieslēgšanas momenti. Tas izriet no iracionālo skaitļu aritmētiskās īpašības — cik reižu arī saskaitītu $\sqrt{2} + \sqrt{2} + \sqrt{2} + \dots$, veselu skaitli tomēr neiegūsim.

Taču tā būtu tikai ideālā gadījumā. Praktiski ir citādi. Kontakts tiek ieslēgts nevis ideāli īsu laika sprīdi — nulli minūtes, bet gan fizikālu laika posmu. Tāpēc laiks, cik ilgi ieslēgts viens no kontaktiem, var daļēji klāties pāri laikam, kurā ir ieslēgts arī otrs kontakts. Praktiski signāls atskanēs katru reizi, kad abu kontaktu ieslēgšanas brīži būs pietiekami tuvi.

Signālu sakrišanas intervāls atkarīgs no kontaktu konstrukcijas un no tā, vai tie nostrādā ātri vai lēni. Taču uz matemātiķi kontaktu konstrukcijas problēmas neattiecas. Viņš vienkārši pieņem: lai sakrišanas intervāls ir 0,3 minūtes. Kas tādā gadījumā notiks? Ļoti vienkārši — arī

tad, kad laika sprīdis starp otrā kontakta ieslēgšanas reizēm ir vienlīdzīgs iracionālam skaitlim $\sqrt{2}$, signāls tomēr atskanēs 3., 4., 7., 10., 13., 14., ... minūtē (4. att.). Var pat rasties iespāids, ka arī šajā gadījumā signāli atkārtojas periodiski, taču īstenībā šeit periodicitātes nav. Tā ir kvaziperiodicitāte, ko pirmais sācis pētīt Pīrss Bols.

Lasītājs jautās: kas gan tur ko pētīt? Atbilde ir viena — ļoti daudz. Ir taču skaidrs, ka procesa ritums atkarīgs kā no laika sprīža ilguma starp otrā kontakta ieslēgšanas reizēm, tā arī no kontaktu sakrišanas intervāliem. Ja maina vienu no šiem abiem lielumiem, tūlīt mainās arī procesa aina.

Matemātiķim jāatbild uz jautājumu: «Kā mainās?» Tāpēc vispirms jādod stingra kvaziperiodicitātes definīcija. Pēc tam sakarā ar jaunā jēdziena ieviešanu matemātiķim jānoskaidro, kā un kādā nozīmē šo jauno jēdzienu var lietot.

Pīrss Bols izpildīja šo uzdevumu. Viņš ieveda matemātiķu praksē kvaziperiodicitātes jēdzienu un parādīja, kā un kad šis jēdziens lietojams.

P. Bola atklātās funkcijas izrādījās īpaši svarīgas debess mehānikas teorētiskos jautājumos, jo debess ķermeņu kustību ciklos pastāv iracionālas attiecsmes, kas noved, kā redzējām, pie kvaziperiodiskām periodicitātēm. Kā visai vienkāršu piemēru var minēt gada garumu mūsu pašlaik pieņemtajā kalendāra sistēmā. Kā zināms, pirmā tuvinājumā var pieņemt, ka gadā ir 365 dienas. Bet četros gados iznāk $365 + 365 + 365 + 366 = 1461$ diena; gadā tā tad ir 365,25 dienas — pirmais precizējums. Taču, ja gada skaitlis beidzas ar divām nullēm un simtu skaits nedalās ar 4, tad gadā skaitās 365 dienas (piemēram, 1900. gads) — tas ir otrs precizējums. Bet, ja gads beidzas ar divām nullēm un simtu skaits dalās ar 4, tad gads ir garais (piemēram 2000. gads) — trešais precizējums. Kā redzam, mūsu kalendārā gada garums principā ir kvaziperiodisks lielums.

ASTRONOMIJAS JAUNUMI

RADIOPULSĀRS — DUBULTSISTĒMAS LOCEKLIS

Kopš pirmā pulsāra atklāšanas 1967. gadā pagājuši 9 gadi. Šajā laika posmā reģistrēts apmēram 100 pulsāru, starp kuriem ir arī tādi, kas staro optiskajā, rentgena un gamma staru diapazonā. Plašajā novērojumu datu materiālā, kas uzkrājas par pulsāriem un kuru interpretācija uzdeva ne vienu vien grūtu miklu astrofizikā, sevišķu interesi nesēn izraisīja tāds īpatnējs fakts, ka visi līdz šim atklātie radiopulsāri izrādījās izolēti. Parasti, kā zināms, zvaigznes mēdz grupēties, ļoti bieži veidodamas dubultas, triskāršas un vairākkāršas sistēmas. Tā, piemēram, novērojumi un pētījumi rāda, ka apmēram 50% visu spektrālo klašu galvenās secības zvaigžņu un ciešas dubultzvaigznes, turklāt visbiežāk izplatītie komponentu apriņķošanas periodi ir 0,3—0,8 diennaktis. Kā pēc to pašu vai vismaz kaut ko līdzīgu nenovēro radiopulsāriem? Turklāt jāatzīmē, ka radiopulsāra piederību pārim var ļoti viegli konstatēt pēc periodiskām radioimpulsu sekošanas biežuma izmaiņām, jo radioimpulsu sekošanas biežums ir pastāvīgs lielums ar milzīgu precizitāti.

Viena no iespējamām atbildēm uz šo pilnīgi dabisko jautājumu ir tāda, ka pārnovas eksplozija, kuras rezultātā, pēc pašreizējiem uzskatiem, rodas neitronu zvaigzne (pulsārs), nenotiek sfēriski simetriski. Nesimetriskas eksplozijas gadījumā rodas nekompensēta reaktīvā spēka komponente, kas piešķir pārnovai

paātrinājumu un var izgrūst to no dubultsistēmas (tā saucamais Blaua efekts). Iespējama arī tāda situācija, kad pārnova eksplozijā, kas var būt pilnīgi simetriska, zaudē masu un līdz ar to gravitācijas spēki, kuri saista un notur sistēmas abas zvaigznes kopā, samazinās tik tālu, ka nespēj vairs kompensēt centrālās spēkus un sistēma sairst, abām komponentēm aizlidojot katrai uz savu pusi. Taču detalizētāki pētījumi rādīja, ka šādas parādības, kaut gan principā iespējamās, tomēr nevar apmierinoši izskaidrot visu pašreizējo novērojumu datu materiālu par zvaigžņu un dubultzvaigžņu skaitu, pulsāru skaitu utt.

Ar šo izskaidrojumu bija pret-runā fakts, ka pēdējos gados, pateicoties «Uhuru» sistēmas pavadoņiem, uz kuriem bija uzstādīta aparatūra kosmiskā rentgenstarojuma reģistrēšanai, izdevās atklāt divus rentgenstaru pulsārus Cen X-3 un Her X-1, kas ietilpa aptumsuma dubultsistēmās. Vēl pieciem tuviem pāriem atklāja periodiskus kosmiskā rentgenstaru avotu (Cyg X-1, Cyg X-3, SMC X-1, 2U0900-40 un 2U1700-3) aptumsumus. Daži no šiem avotiem, pēc astrofiziku domām, arī ir rentgenstaru pulsāri. Apriņķošanas periodi šo sistēmu komponentēm ieslēgti robežās no 4,8 stundām (Cyg X-3) līdz 8,7 diennaktīm (Vela XR-1). Rentgenstaru impulsu sekošanas periodi Cen X-3 un Her-1 ir attiecīgi 4,84 un 1,24 s. Tātad rentgenstaru pulsāri faktiski «uzvedas» pilnīgi normāli, pietiekami bieži ietilpstot sistēmās, bet anomālijas «uzvedībā»

saistītas tikai ar radiopulsāriem, kaut arī rentgenstaru un radiopulsāri būtībā ir vienas un tās pašas neitronu zvaigznes, kuru atšķirības starojumā nav saistītas ar principiālu atšķirību no izveidošanās mehānismā un apstākļos, bet gan ar fizikālo apstākļu atšķirību to apkārtnē un uz neitronu zvaigznes virsmas. Kā zināms, pazīstamais pulsārs Krabja miglājā NP0532¹ specifisko fizikālo apstākļu dēļ vienlaikus staro gan gamma, gan rentgena, gan optiskajā un radio diapazonā, tātad vienlaikus ir gan gamma, gan rentgena, gan optiskais, gan radiopulsārs.

Tas nozīmēja, ka novērojumu datiem par radiopulsāru acimredzamo «nevēlēšanos» grupētās sistēmās ir jāmeklē cits izskaidrojums. Situāciju no šī viedokļa analizēja divi padomju astrofiziķi G. Bisnovatijs-Kogans un B. Kombergs, nonākot pie secinājuma, ka šī radiopulsāru «nevēlēšanās» grupētās sistēmās faktiski ir šķietama un ir saistīta ar fizikālo apstākļu īpatnībām, kādi izveidojas ciešās dubultsistēmās, kā iespējamo un, pēc viņu domām, galveno cēloni minot neitronu zvaigznes magnētiskā lauka samazināšanos vielas akrēcijas rezultātā uz neitronu zvaigzni. Šo vielu piegādā otra, t. i., centrālā dubultsistēmas zvaigzne. Šeit jāatzīmē, ka jau 1971. gadā padomju astrofiziķis V. Švarcmans izvirzīja hipotēzi, pēc kuras ciešās dubultsistēmās pulsāru impulsveida radiostarojumam ļoti drīz jādziest un jānomainās ar impulsveida rentgenstarojumu, sakarā ar intensīvu centrālās zvaigznes vielas akrēciju

uz neitronu zvaigzni un radiostarojuma absorbciju blīvajā gāzes un plazmas plūsmā. Šo hipotēzi vēlāk spīdoši apstiprināja novērojumi, taču tā pilnībā neizskaidro novērojumu datus, kāpēc visi radiopulsāri ir izolēti. Tiešām, pēc vielas akrēcijas izbeigšanās, kam, kā rāda aprēķini, ir jānotiek pēc apmēram 10^6 — 10^7 gadiem, rentgenstarojumam arī ir jāizbeidzas un rentgenpulsāram atkal ir jāklūst par radiopulsāru. Līdz ar to radiopulsāriem dubultsistēmās tomēr būtu jābūt, bet to, kā jau redzējām, pagaidām nenovēro.

Tādēļ arī G. Bisnovatijs-Kogans un B. Kombergs par galveno cēloni radiopulsāru šķietamajai izolētibai, kā jau iepriekš atzīmēts, uzskata neitronu zvaigznes magnētiskā lauka samazināšanos centrālās zvaigznes vielas akrēcijas rezultātā uz neitronu zvaigzni, pie kam šai akrēcijai ciešās dubultsistēmās ir jābūt ļoti intensīvai. Tā kā (to rāda pētījumi) pulsāra radiostarojuma intensitāte ir proporcionāla magnētiskā lauka intensitātes kvadrātam, tad pulsāra magnētiskā lauka strauja samazināšanās iepriekš minētās intensīvās akrēcijas dēļ var padarīt pulsāra radiostarojumu tik vāju, ka to praktiski vairs nav iespējams uztvert. Šādu pulsārus varētu novērot tikai tad, ja tie gluži nejauši atrastos tuvu Zemei un līdz ar to šo pulsāru radiostarojums būtu pietiekami intensīvs, lai to varētu reģistrēt.

Nesen, 1974. gada oktobrī, amerikāņu astronoms Dž. Teilers paziņoja, ka, izmantojot Aresibo lielo radioteleskopu (Puertoriko), atklāts radiopulsārs, kas ietilpst dubultsistēmā. Tā parametri — pulsācijas periods 0,059 s, orbītas apriņķošanas periods 7 st 45 min. Orbītas

¹ Skat. A. Balklava rakstu «Pulsārs—gamma staru avots». — «Zvaigžņotā debess», 1971. gada rudens, 17. lpp.

ekscentricitāte 0,61. Attālumu līdz pulsāram vērtē ap 5 kiloparseki. Pulsārs atrodas Galaktikas plaknē.

Tādējādi novērojumi apstiprina G. Bisnovatija-Kogana un B. Komberga teorētiskos secinājumus. Pulsāra radiostarojums ir ļoti vājš, kaut arī tas ir viens no Zemei vistuvākajiem pulsāriem. Tā absolūtais spožums ir apmēram $3 \cdot 10^{27}$ ergi/s, un tas ir vismaz par kārtu mazāk nekā izolētajam pulsāram Vela, kam ir līdzīgi parametri. Arī magnētiskā lauka intensitāte šim pulsāram ir par kārtu mazāka nekā izolētajiem pulsāriem. Lielā orbītas ekscentricitāte rāda, ka pirms pulsāra parādīšanās otra sistēmas komponente ļoti ātri, droši vien eksplozīvi, zaudējusi masu, kā rezultātā tā acīmredzot pārvērtusies par «melno caurumu», jo, ja tā būtu pārvērtusies par neitronu zvaigzni, tad tā pati būtu redzama kā pulsārs, bet cita alternatīva — baltā pundura izveidošanās — nebūtu saistīta ar tik ātru masas zaudēšanu.

Tālāki novērojumi palīdzēs noskaidrot šī, kā jau redzējām, ļoti interesantā objekta — pirmā radio-pulsāra, kas ietilpst dubultsistēmā, īpašības un dziļāk izprast tā izcelšanās un evolūcijas īpatnības.

A. Balklavs

SAULE UN METEOROLOĢISKIE APSTĀKĻI

No apjomīgā, vēl pat galīgās kontūrās īsti neapjaustā Saules—Zemes sakaru kompleksa sevišķu interesi izraisa Saules iespāids uz Zemes meteoroloģisko situāciju. Runa, protams, nav par vispārīgo Saules radiācijas iespaidu uz Ze-

mes klimatiskajiem apstākļiem un to izmaiņām, kas vērojamas ilgstošos laika periodos, bet par īslaicīgām meteoroloģisko apstākļu maiņām, kas kaut kādā veidā ir saistītas ar Saules aktivitātes parādībām un kuru izpratne varētu dot nozīmīgu ieguldījumu meteoroloģiskās situācijas izmaiņas novērtēšanā un līdz ar to uzlabot laika prognozēšanas metodes.

«Zvaigžņotās debess» lasītāji savā laikā¹ tika informēti par pazīstamā padomju astrofizika, PSRS ZA korespondētājlocekļa, PSRS ZA Astronomijas padomes priekšsēdētāja E. Musteļa pētījumiem par Saules vēja un korpuskulārā starojuma sakaru ar atmosfēras spiediena izmaiņām. Šo pētījumu rezultātā, kā zināms, atklājās, ka Saules aktivitātes izraisītajām atmosfēras spiediena maiņām ir akcentācijas raksturs, proti, zemeslodes rajonos, kur pārsvarā ir ciklonu darbība, atmosfēras spiediens samazinās, bet zemeslodes rajonos, kur pārsvarā ir anticiklonu darbība, — atmosfēras spiediens palielinās. Šī likumsakarība ļāva E. Mustelim izvirzīt domu, ka Saules korpuskulārais starojums, un it sevišķi Saules vējš, izraisa to Zemes atmosfēras nestabilitāšu pastiprināšanos, kuru rezultātā atbrīvojas atmosfērā uzkrātā potenciālā enerģija, kas savukārt radusies, absorbējot Saules elektromagnētiskā starojuma enerģiju, tai pārvēršoties lielu gaisa masu — ciklonu un anticiklonu kinētiskajā, t. i., kustības, enerģijā.

Nesen «Ģeofizikālo Pētījumu Žurnālā»² amerikāņu astrofiziki

¹ Skat. A. Balklava rakstu «Saule, Saules vējš un laiks». — «Zvaigžņotā debess», 1969. gada pavasaris, 16. lpp.

² «Journal of Geophysical Research», 1974, v. 79, Nr. 15, p. 2161.

L. Stolovs (Ņujorkas universitāte) un R. Šapiro (Kara gaisa spēku Kembridžas zinātniskās pētniecības laboratorija) ziņoja par saviem līdzīga rakstura pētījumiem, kuru mērķis bija noskaidrot sakaru starp Saules magnētiskā lauka perturbācijām un Zemes atmosfēras cirkulāciju. Jāatzīmē, ka šī sakara raksturu pēdējos gados ļoti intensīvi diskutē gandrīz visu valstu meteorologi.

L. Stolovs un R. Šapiro Saules magnētiskā lauka perturbāciju indikācijai izmantoja Zemes magnētiskā lauka maiņas, jo starp abām šīm parādībām pastāv gandrīz viennozīmīga saistība, t. i., katra Zemes magnētiskā lauka izmaiņa ir saistīta ar Saules aktivitātes centru magnētiskā lauka maiņu, kas pavada katru Saules aktivitātes parādību un kuras rezultātā notiek Saules vielas un tajā iesaldēto magnētisko lauku izmešana starpplanētu telpā un Zemes magnētiskā lauka perturbācija, šīm plūsmām ielaužoties Zemes magnetosfērā. Otrāds sakars, kā viegli saprast, ne katrreiz eksistē, jo šīs vielas un magnētiskā lauka plūsmas ir virzītas un ne katra šāda plūsma ielaužas Zemes magnetosfērā, t. i., ne katra Saules aktivitātes centra magnētiskā lauka perturbācija izraisa Zemes magnētiskā lauka izmaiņu.

Izrādās, ka ziemā, apmēram četrus diennakšu laikā pēc Zemes magnētiskā lauka izmaiņām, kuru cēlonis, kā noskaidrojām, ir aktivitātes parādības uz Saules, ziemeļu puslodes vidējos platumā grādos parasti ievērojami pastiprinās gaisa masu kustības intensitāte virzienā no austrumiem uz rietumiem, t. i., pieaug rietumu vēju intensitāte. Vasarā šis efekts ir nedaudz vājāks.

Minētās parādības fizikālais mehānisms vēl nav noskaidrots, taču, pēc L. Stolova un R. Šapiro domām, šīs sakarības ievērošana ļaus būtiski uzlabot meteoroloģisko prognožu metodiku, dodot iespēju apmēram par vienu diennakti ātrāk iegūt daudzus meteoroloģisko prognožu datus un paaugstināt šo prognožu ticamību.

A. Balklavs

SILĪCIJA OKSĪDS — KOSMISKĀ MĀZERA RADIOSTAROJUMA AVOTS

1974. gadā amerikāņu zinātnieki Snaiders un Būls ziņoja, ka novērota jauna radiolīnija 86,245 MHz frekvencē no pazīstamā radioavota Ori A. Nedaudz vēlāk to identificēja kā $28\text{Si}16\text{O}$ svārstību — rotācijas spektra pāreju starp diviem rotācijas apakšlīmeņiem pirmajā ierosinātajā svārstību līmenī. No šī paša avota tika novērots arī SiO molekulas radiostarojums 43,1 GHz un 129,363 MHz frekvencēs.

Turpmākajos novērojumos SiO radiostarojumu 86,245 MHz frekvencē uztvēra arī no vairākiem sarkanajiem milžiem un pārmilžiem, tai skaitā no pazīstamā avota NML Cyg. Mazais līniju platums un samērā lielā starojuma plūsma šajās līnijās liecina par to, ka starojuma cēlonis varētu būt kosmiskais māzers, tas pats, ar ko līdz šim izskaidroja anomālās OH 18 cm un H₂O 1,35 cm radiolīnijas. Sevišķi tas attiecas uz ļoti spēcīgo 86,245 MHz līniju.

Līdz ar jauno kosmiskā māzera līniju atklāšanu sevišķu interesi izraisa jautājums par tā ierosmes mehānismiem. Līdz šim izvirzītas divas hipotēzes šī starojuma izskaidrošanai. Abos gadījumos SiO

molekulas augstākajos ierosinātajos līmeņos paceļ tuvais IS starojums ar viļņa garumu apmēram 8 μ. Pirmajā hipotēzē pieņemts, ka IS starojums nāk no optiski samērā plānā SiO saturošā apgabala. Šajā gadījumā līniju intensitātes neatbilst termodinamiskajam līdzsvaram. Ja šādu starojumu absorbē SiO molekulas apgabalā ar mazāku kinētisko temperatūru starp atsevišķiem līmeņiem, var izveidoties invērsā apdzīvotība¹, kas arī izraisa māzera starojumu.

Otrais mehānisms balstās uz to, ka SiO svārstību — rotācijas spektrā atsevišķas līnijas savstarpēji pārklājas, kā rezultātā atsevišķu līmeņu pārāpdzīvotībā arī rodas novirzes no Bolcmaņa sadalījuma. Tās var būt pietiekami lielas, lai izveidotos šo līmeņu pārāpdzīvotība salīdzinājumā ar apakšējiem līmeņiem un māzera starojumu.

Noslēgumā jāpiebilst, ka šis starojums ir interesants ar to, ka līdz šim nav novērots SiO māzera starojums no neierosinātajiem svārstību līmeņiem. Tas izslēdz, piemēram, iespēju, ka māzera varētu ierosināt SiO molekulu sadursmes ar citām kosmiskajā telpā esošajām molekulām vai atomiem. (Šāds mehānisms ļoti labi izskaidro H₂O 1,35 cm radiolīniju.)

I. Šmēlds

JAUNI DATI PAR MARSA PAVADOŅIEM

Mūsu kaimiņu planētai Marsam ir divi pavadoņi — Foboss un Deimos, kas atklāti 1877. gadā. Pava-

¹ Invērsā apdzīvotība — situācija, kad enerģijas līmenis ar lielāko enerģiju izrādās vairāk «apdzīvots», resp., tajā atrodas vairāk atomu, molekulu salīdzinājumā ar zemāko enerģijas līmeni.

doņu redzamais spožums ir 11^m,6 un 12^m,8, tie atrodas tuvu Marsam un no Zemes ir grūti novērojami. Tāpēc līdz pat pēdējam laikam par tiem tikpat kā nekas nebija zināms. Pastāvēja pat uzskats, ka Foboss un Deimos ir mākslīgi debess ķermeņi, kurus orbitā ap Marsu palaidusi kāda mums nezināma civilizācija.¹

Stāvoklis krasi izmainījās 1971./72. gadā, kad kosmiskais aparāts «Mariner-9» nofotografēja šos pavadoņus no neliela attāluma un noraidīja uz Zemi vairāk nekā 50 augstas kvalitātes attēlus, kas aptvēra ap 70% Fobosa un 40% Deimosa virsmas. Abi pavadoņi, kā rāda fotogrāfijas, ir neregulāri, ļoti tumši ķermeņi, kuru virsma izraibināta krāteriem, pie kam krāteru skaits laukuma vienībā ir daudz lielāks nekā uz Marsa. Fobosa formai un izmēriem vislabāk atbilst trīsasu elipsoīds, kura trīs galvenie diametri ir 27, 21,5 un 19 km. Lielākais diametrs ir vērsts Marsa virzienā, videjais atrodas Fobosa orbītas plaknē, bet mazākais — perpendikulārs orbītas plaknei. Fobosa apgriešanās laiks ap savu asi ir vienāds ar orbitālās kustības periodu (7st39^m), tāpēc tas pavērsts pret Marsu vieninēr ar vienu un to pašu pusi (tāpat kā Mēness pret Zemi). Tāda pati kustības īpatnība piemīt, liekas, arī Deimosam.

Izmantojot Fobosa fotogrāfijas, sastādīta pirmā Fobosa virsmas karte, kurā atzīmēti krāteri un dažas citas reljefa īpatnības. Kartē vēl ir daudz baltu plankumu, it īpaši ziemeļu puslodē, kas fotogrāfēta mazāk. Pavisam uz Fobosa ir

¹ Skat. A. Alkšņa rakstu «Foboss un Deimos». — «Zvaigžņotā debess», 1972./73. gada ziema, 15. lpp.

reģistrēti 50 krāteri, bet septiņiem no tiem piešķirti oficiāli nosaukumi, kas apstiprināti Starptautiskajā astronomu savienībā. Pēc Starptautiskās astronomu savienības 1973. gadā izstrādātajiem noteikumiem krāterus uz Marsa pavadoņiem drikst nosaukt tikai to zinātnieku vārdā, kas ir tieši nodarbojušies ar pavadoņu meklēšanu un pētīšanu un kuru vārdi nav izmantoti Marsa krāteru nosaukumos.

Zinātnieki, kuru vārdos nosaukti pirmie Fobosa krāteri:

d'Arre H. (H. L. d'Arrest, 1822—1875) — dāņu astronoms, nodarbojies ar Marsa pavadoņu meklēšanu 1862. gadā Kopenhāgenes observatorijā, diemžēl nesekmīgi.

Holls A. (A. Holl, 1822—1875) — amerikāņu astronoms, atklāja Fobosu un Deimosu 1877. gadā ar Vašingtonas Jūras observatorijas 66 cm refraktoru.

Rošs Ē. (E. Roche, 1820—1883) — franču matemātiķis, pavadoņu dinamikas speciālists.

Sarpless B. (B. Sharpless) — amerikāņu astronoms, aprēķināja pavadoņu orbītas.

Stikni A. (A. Stikney) — A. Holla sievas pirmslaulības uzvārds, palīdzēja Hollam viņa darbā.

Tods D. (D. Todd, 1855—1939) — amerikāņu astronoms, viens no pirmajiem Marsa pavadoņu novērotājiem.

Vendells O. (O. C. Wendell, 1845—1912) — amerikāņu astronoms, novēroja pavadoņus ar Harvarda 15 collu refraktoru.

Lielākais no šiem krāteriem ir Holls. Tas atrodas dienvidu polārajā apgabalā, un tā diametrs ir apmēram 13 km. Nākamais pēc lieluma ir Stikni — 11 km. Pārējo zinātnieku vārdus ieguvušo piecu krāteru diametri ir 2—4 km.

Īpatnējs Fobosa virsmas veidojums ir Keplera grēda, kas stiepjas no Stikni krātera uz austrumiem. Tās augstums ir 1,5 km. Augstumu starpība uz Fobosa sasniedz 20% no rādiusa.

Meteorītu triecienu rezultātā Fobosa virsma ir ļoti sadrumstalota, un to klāj smalku putekļu kārtā. Redzamas plaisas, kas liecina, ka Foboss nav atsevišķu akmeņu un šķembu aglomerāts, kurus satur kopā gravitācijas spēki, bet gan ciets ķermenis. Domājams, ka tas ir izveidojies jau pašā agrākajā Saules sistēmas attīstības stadijā.

Ziņas par otro Marsa pavadoņi Deimosu ir daudz nepilnīgākas. Tā izmēri aptuveni ir $15 \times 12 \times 11$ km.

Abi pavadoņi sastāv no ļoti cieta materiāla. Iespējams, ka tas ir bazalts. To masas: Fobosam — $17,4 \times 10^{18}$ g, Deimosam — $3,1 \times 10^{18}$ g.

Ā. Aleksne

KOSMOSA APGŪŠANA

«SOJUZ» — «APOLLO»

Jautājumu par dažādu valstu kosmosa kuģu kopīgiem lidojumiem padomju un amerikāņu speciālisti sāka iztīrīt jau 1970. gada oktobrī. Šīs apspriedes izrādījās sekmīgas: kad 1972. gada 24. maijā PSRS un ASV parakstīja vienošanos par sadarbību kosmiskās telpas izpētē un izmantošanā mierlaika vajadzībām, viens no tās punktiem paredzēja kosmosa kuģu «Sojuz» un «Apollo» kopīgu eksperimentālu lidojumu ar savstarpēju sakabināšanos un kosmonautu pāreju no viena kuģa otrā. Tas nebija viegls uzdevums, ņemot vērā virkni būtisku atšķirību abu kuģu konstrukcijā un pieņemtajās lidojuma vadīšanas procedūrās.

Padomju kosmosa kuģis «Sojuz» domāts lidojumiem pa Zemes mākslīgā pavadņa orbītu un sastāv no trim galvenajām daļām: orbitālā nodalījuma kosmonautu darbam un atpūtai, nolaižamā aparāta, instrumentu un agregātu nodalījuma; pēdējā atrodas arī orbītas korekcijas un bremzēšanas dzinējiekārtā, kas sastāv no diviem dzinējiem (galvenā un dublējošā) ar vilkmi pa 400 kg. Kuģa masa 6,45—6,65 t. Apkalpes locekļu skaits — no viena līdz trim (visos lidojumos kopš «Sojuz-12» — divi); izmēģinājuma nolūkos lidojis arī bezpilota variantā. Kosmonauti elpo parastajam gaisam līdzīgu gāzu maisījumu (t. i., ~ 20% skābekļa un ~ 80% slāpekļa) zem spiediena 760—800 mm Hg. Energoapgādi nodrošina divi Saules bateriju paneļi.

Pilotējamām Mēness ekspedīcijām konstruētā amerikāņu kosmosa kuģa «Apollo» variants orbitālam lidojumam Zemes tuvumā sastāv no komandas moduļa (nolaižamā aparāta) un dienesta moduļa (instrumentu un agregātu nodalījuma); kopā šādu konfigurāciju dēvē par orbitālo bloku. Tā masa atkarīga no degvielas daudzuma galvenajam dzinējam ar 9500 kg vilkmi un šādā gadījumā, kad īpaši lieli manevri nav vajadzīgi, parasti ir 14—15 t. Apkalpe vienmēr sastāvējusi no trim astronautiem, taču vajadzības gadījumā kuģi var ātri pārkārtot lidojumam piecietīgā variantā. Atmosfēra kuģī — tīrs skābeklis zem spiediena 260 mm Hg. Elektroenerģiju dod t. s. kurināmā elementi — ierices, kurās ūdeņraža un skābekļa savienošanās gaitā izdalījusies ķīmiskā enerģija tiek tieši pārvērsta elektriskajā enerģijā.

Abu valstu kosmosa kuģiem to oriģinālajā variantā tātad ir dažādi, lai arī pēc viena un tā paša principa «aktīvais stienis — pasīvais konuss» veidoti, sakabināšanās mezgli, stipri atšķirīgas atmosfēras, citādas sakaru sistēmas utt.; kuģu apkalpes un lidojumu nodrošinošais un vadošais personāls runā dažādās valodās.

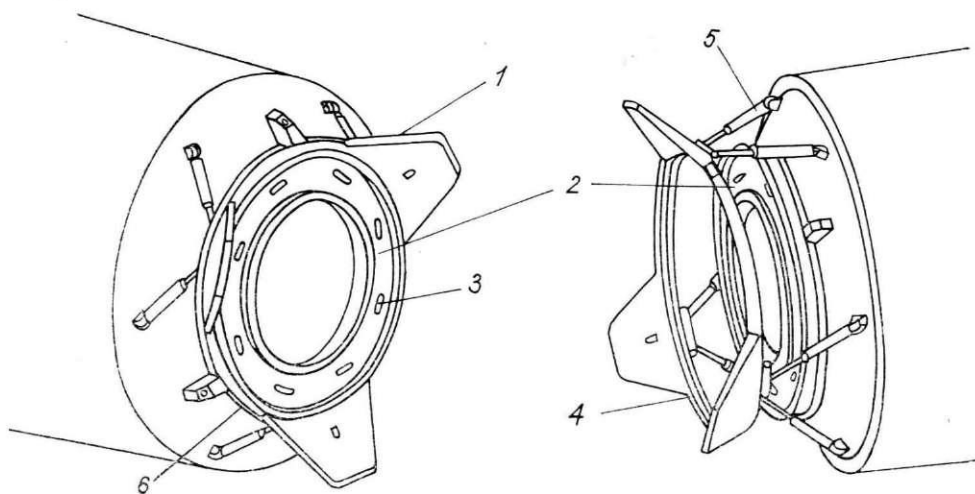
Kopīgā lidojuma sagatavošanas gaitā visi šie šķēršļi tika sekmīgi pārvarēti: lai varētu sakabināties, izveidots unificēts sakabināšanās mezgls, kas pēc vajadzības var pildīt gan aktīvu, gan pasīvu lomu; lai varētu pāriet no viena kuģa otrā, neraugoties uz atšķirībām to atmosfērā, uzbūvēts pārejas nodalījums; lai šāda pāreja neprasītu pārāk daudz laika,

pazemināts gaisa spiediens kosmosa kuģī «Sojuz» (sīkāka informācija par šiem tehniskajiem risinājumiem sniegta «Zvaigžņotās debess» 1975. gada vasaras numurā, 29. lpp.); saskaņotas radiosakaru frekvences; izstrādāta vienota lidojuma vadīšanas kārtība. Visas jaunās iekārtas abas puses ļoti rūpīgi izmēģināja un pārbaudīja. Notika gan kuģu apkalpju, gan abu lidojuma vadības centru kopīgi treniņi.

Modificētais, ar jauno sakabināšanās mezglu apgādātais kosmosa kuģis «Sojuz» tika izmēģināts arī lidojumā: 1974. gada aprīlī un augustā bezpilota variantā, decembrī — ar ekipāžu Anatolija Filipčenko un Nikolaja Rukavišņikova sastāvā (sk. minētajā «Zvaigžņotās debess» numurā). «Sojuz-16» lidojuma gaitā tika pārbaudīts un pozitīvi novērtēts jaunais sakabināšanās agregāts (imitējot attiecīgo «Apollo» agregātu ar speciālas tehnoloģiskas aploces palīdzību), bortsistēmu darbaspējīgums kopīgajam lidojumam pieņemtās atmosfēras apstākļos, vairāku kopīgo iekārtu elementu funkcionēšana.

«Sojuz»—«Apollo» lidojumam paredzētais «Apollo» orbitālais bloks no standarta varianta atšķiras relatīvi maz, jo gandrīz visas abu kuģu savienojamību nodrošinošās sistēmas, ieskaitot unificēto sakabināšanās mezglu, ir koncentrētas patstāvīgā konstruktīvā vienībā — pārejas nodalījumā. Šo apstākli ievērojot, ASV speciālisti atrada par iespējamu modificēto «Apollo» atsevišķā izmēģinājuma lidojumā nesūtīt un aprobežojās ar pārejas nodalījuma rūpīgu pārbaudi kosmiskās telpas imitatoros.

Saskaņā ar abu pušu vienošanos Padomju Savienība gatavoja startam vēl otru «Sojuz» tipa kuģi — gadījumam, ja «Apollo» starta stipri aizka-



1. att. «Sojuz» un «Apollo» kopīgajam lidojumam izstrādātais sakabināšanās mezgls: 1 — virzītājpļātne, 2 — savienojošās virsmas, 3 — virsmu saslēdzēji, 4 — sakabināšanās aploce aktīvā stāvoklī (izbīdīta), 5 — amortizators, 6 — sakabināšanās aploce pasīvā stāvoklī (pievilktā).

vētos vai arī pirmais «Sojuz» kaut kādu iemeslu dēļ nevarētu veikt tam paredzētos uzdevumus.

Kopīgā lidojuma īstenošanai padomju puse izvēlējās divus kosmonautus ar viena kosmiskā lidojuma pieredzi — Alekseju Ļeonovu («Vosход-2») un Valeriju Kubasovu («Sojuz-6»), amerikāņu puse — apkalpes komandieri ar triju lidojumu pieredzi («Gemini-6», «Gemini-9» «Apollo-10») Tomasu Stafordu un divus vēl kosmosā nebijušus astronautus — Vensu Brandu un Donaldu Sleitonu; pēdējam šī lidojuma laikā bija jau 51 gads, kas ir sava veida rekords.

Kopīgā eksperimenta sākums precīzi atbilda iepriekš izstrādātajam plānam: 15. jūlijā 15st20^m (šeit un tālāk pēc Maskavas laika) startēja un sasniedza paredzēto orbītu «Sojuz-19». 22st50^m kosmosā devās «Apollo»; pēc ieiešanas orbītā tas atdalījās no nesējraķetes, pagriezās par 180° un sakabinājās ar pārejas nodalījumu. Abi kuģi uzsāka manevrus 225 km augstās riņķveida orbītas formēšanai, kurā bija jānotiek to sakabināšanai.

Paralēli ieplanotajām operācijām abām apkalpēm nācās veikt arī neparedzētus remontdarbus. Jau starta laikā izrādījās, ka televīzijas signāli no kosmosa kuģa «Sojuz-19» nepienāk. Speciālisti konstatēja, ka defekts ir komutācijas blokā, kas pieslēdz kuģa raidītājam to vai citu TV kameru. Tika nolemts bloku apiet, pieslēdzot vienu no kamerām tieši raidītājam. Līdz 16. jūlija vakaram kosmonauti ar šo darbu veiksmīgi tika galā.

Savukārt «Apollo» apkalpe konstatēja, ka nevar atvērt lūku no nolaižamā aparāta uz pārejas nodalījumu, jo vecā tipa sakabināšanās agregāta centrālais stienis ir iestrēdzis un nav izņemams. Šādā situācijā sakabināšanās ar «Sojuz-19», izmantojot pārejas nodalījuma otrā galā novietoto jaunā tipa agregātu, joprojām būtu iespējama, taču iecerētās kosmonautu un astronautu pāriešanas no viena kuģa otrā notikt nevarētu. 16. jūlija rītā astronauti, rīkojoties saskaņā ar speciālistu izstrādātajiem ieteikumiem, atskrūvēja dažas skrūves un stieni atbrīvoja.

Viss pārējais noritēja gludi, un 17. jūlijā 19st12^m, trīs minūtes pirms termiņa, abu kuģu sakabināšanās mezgli saslēdzās. Orbītā ap Zemi sāka funkcionēt pirmais starptautiskais kosmiskais komplekss «Sojuz—Apollo». Trīs stundas vēlāk tika atvērta abu kuģu iekštelpas šķirošā lūka, un to komandieri Aleksejs Ļeonovs un Tomass Stafords pirmo reizi orbītā spieda viens otram roku. Sākās pāriešanas no viena kuģa otrā, īsas ceremonijas šī ievērojamā notikuma atzīmēšanai un kopīgi eksperimenti. To skaitā bija bioloģiski eksperimenti, lai noskaidrotu kosmiskā lidojuma faktoru ietekmi uz dzīvības ritmiem, mikrofloras salīdzināšana pēc apkalpju locekļu savstarpējās pārejas, tehnoloģiski eksperimenti ar amerikāņu konstrukcijas universālo elektrisko krāsni metālu un pusvadītāju kušanas un kristalizācijas jomā bezsvara stāvoklī.

19. jūlijā abi kosmosa kuģi atvienojās, lai realizētu vēl divus eksperimentus: ultravioleto staru absorbcijas noteikšanu, tiem veicot ceļu no «Apollo» līdz «Sojuz-19» un atpakaļ, un mākslīgo Saules aptumsumu, kura gaitā «Apollo» aizsedza «Sojuzam» Saules disku, tādējādi ļaudams no padomju kuģa netraucēti fotografēt Saules ārējo vainagu. Kad attā-

lums starp kuģiem sasniedza 220 m, «Apollo» ieslēdza dzinējus, lai atgrieztos pie «Sojuz-19» un no jauna sakabinātos, šoreiz ar padomju kuģa saslēgšanās agregātu aktīvajā lomā.

Tās pašas dienas vakarā 18st26^m pēc kopīgā darba programmas sekmīgas izpildes abi kosmosa kuģi galīgi atkabinājās un turpināja lidojumu pēc nacionālajām programmām. «Sojuz-19» apkalpe veica dažus bioloģiskus un ģeofizikālus novērojumus, fotografēja atsevišķus Zemes virsmas rajonus. 21. jūlijā 13st51^m «Sojuz-19» nolaižamais aparāts nosēdās paredzētajā Padomju Savienības rajonā 54 km uz ziemeļaustrumiem no Arkalikas.

Tā kā ASV kosmisko pētījumu programma pēc piedalīšanās šajā kopīgajā pasākumā neparedz nevienu pilotējamu lidojumu līdz 1979. gadam, kad sāksies daudzkārtēji lietojamā kosmiskā transportkuģa izmantošana, «Apollo» lidojuma programmas nacionālā daļa ilga nevis divas, bet sešas dienas, lai varētu paveikt pēc iespējas daudz patstāvīgi sagatavoto zinātnisko un tehnisko eksperimentu. To vidū interesantākie bija astronomiskie novērojumi līdz šim tikpat kā neapgūtājā spektra daļā starp ultravioleto un rentgenstaru diapazoniem, Zemes gravitācijas lauka anomāliju pētīšana pēc niecīgām izmaiņām «Apollo» orbitālā bloka un jau atkabinātā pārejas nodalījuma savstarpējās attālināšanās ātrumā, kurš tika ļoti precīzi mērīts ar radiotehniskām metodēm, eksperimenti pusvadītāju tehnoloģijā ar universālās krāsns palīdzību.

«Apollo» nolaidās 25. jūlijā 0st18^m Klusajā okeānā, kur to sagaidīja helikopteru bāzes kuģis «New Orleans». Lidojuma pēdējās minūtēs nolaižamā aparāta iekšienē nokļuva neliels daudzums gāzes (N₂O₄) no orientācijas sistēmas dzinējiem. Tā izsauca apkalpes locekļu vieglu saindešanos, kas gan nebija pamanāma sagaidīšanas ceremonijas laikā, nedz arī atstāja kādas paliekošas sekas uz astronautu veselību.

Tādējādi pirmais PSRS un ASV kosmosa kuģu kopīgais lidojums bija sekmīgi pabeigts, tam nospraustā programma — visā pilnībā realizēta.

E. Mūkins

«VENĒRA-9» UN «VENĒRA-10» SASNIEGUŠAS MĒRĶI

Kā jau ziņojām, 1975. gada 8. un 14. jūnijā Padomju Savienībā tika palaisti divi jauna tipa kosmiskie aparāti Venēras un tās apkārtnēs pētīšanai — automātiskās starpplanētu stacijas «Venēra-9» un «Venēra-10». Tā paša gada 22. un 25. oktobrī šo automātisko staciju orbitālie bloki kļuva par pirmajiem mākslīgajiem Venēras pavadoņiem, bet nolaižamie aparāti sasniedza planētas virsmu un pārraidīja uz Zemi tās pirmos attēlus.

Projektējot jauno «Venēru» orbitālo bloku, pamatā likts 1973. gadā startējušo «Marsu» orbitālais bloks.¹ Protams, tas pārveidots atbilstoši

¹ Šo kosmisko aparātu īss apraksts sniegts E. Mūkina rakstā «Planētu pētījumi ar kosmiskajiem aparātiem» Astronomiskajā kalendārā 1976. gadam.

citādajiem lidojuma apstākļiem: divkārt samazinājies Saules bateriju laukums utt. No Venēras pavadoņa orbītas veicamajā pētījumu programmā ietvertas divas eksperimentu grupas: pirmkārt, mākoņu segas pētīšana ar telefotometra (optiski mehāniskās telekameras), spektrometra, radiometra un fotopolarimetra palīdzību, otrkārt, atmosfēras augšējo slāņu un planētu aptverošās telpas pētīšana, ieskaitot augšējās atmosfēras spektra reģistrēšanu, jonu un elektronu koncentrācijas noteikšanu, magnētisko lauku mērīšanu utt.

Nolaižamais aparāts izstrādāts pilnīgi no jauna, un tā uzbūve ir šāda. Visas iekārtas, kurām jādarbojas pašos grūtākajos apstākļos — uz Venēras virsmas, ievietotas ļoti izturīgā lodē. Lai šāds aparāts uz planētas virsmas neripotu, tam apakšā piestiprināta torveidīga aploce, kura reizē arī amortizē triecienu nosēšanās brīdī. Zinātniskā aparatūra, kurai jādarbojas labvēlīgākos apstākļos — jāpēta tikai mākoņu slānis, ievietota īpašā cilindriskā nodalījumā virs izturīgās lodes. Bez tam pie tās piestiprināts arī aerodinamisks bremsēšanas ekrāns nolaišanās pēdējam posmam, kurš norit bez izpletņu palīdzības. Viss šis nolaižamā aparāta «kodols» ievietots vēl vienā sfēriskā konstrukcijā, kurai jānobremzē ātrāk par otro kosmisko ātrumu lidojošais aparāts un jāpasargā tas no ārkārtīgā karstuma šajā laikā. Nolaižamā aparāta uzdevumos ietverta virsmas pētīšana, tās blīvuma mērīšana, atmosfēras ķīmiskā sastāva, temperatūras un spiediena noteikšana, apgaismojuma un vēja ātruma mērīšana.

Kamēr «Venēras-8» nolaižamais aparāts (1972. g.) informāciju pārraidīja tiešā veidā uz Zemi ar tempu 1 bits sekundē, ar «Venēras-9» un «Venēras-10» nolaižamajiem aparātiem iegūto datu pārraidei vajadzēja noritēt 250 reizes ātrāk. (Visaugstākās, noteicošās prasības šajā ziņā izvirzīja televīzijas kamera — viens no galvenajiem šā aparāta zinātniskajiem instrumentiem.) Bez tam bija iecerēts nosēsties no Zemes neredzamajā Venēras puslodē. Tādēļ šoreiz tika lietota netiešās pārraides shēma, par retranslatoru izmantojot orbitālo aparātu.

Visai oriģināla bija «Venēras-9» un «Venēras-10» manevru secība lidojuma pēdējā posmā. Automātiskās starplanētu stacijas tika ievadītas trajektorijās, kas noved pie trāpījuma pa Venēru. Divas dienas pirms planētas sasniegšanas nolaižamais aparāts atdalījās un turpināja ceļu pa trāpījuma trajektoriju. Orbitālais bloks tūlīt pēc tam ar dzinēja palīdzību tika novirzīts no tās uz pārlidojuma trajektoriju, pie tam tādā veidā, lai automātiskās stacijas abas daļas tuvotos planētas diska pretējām malām. Kamēr nolaižamais aparāts bremsējās atmosfēras augšējos slāņos, tikmēr orbitālais bloks, trajektorijas zemākajā punktā ieslēdzis dzinēju, iegāja Venēras mākslīgā pavadoņa orbītā un, ātri apliecis planētu, nonāca tiešās redzamības zonā ar nolaižamo aparātu. (Ja tuvošanās notiktu no tās pašas puses, ļoti drīz pēc radiosakaru sākuma ar nolaižamo aparātu orbitālais bloks aizietu aiz planētas horizonta un sakari starp tiem pārtrūktu.) Jauno Venēras mākslīgo pavadoņu sākotnējais apriņķošanas periods bija $48^{\text{st}}18^{\text{m}}$ un $49^{\text{st}}23^{\text{m}}$, minimālais attālums no planētas virsmas 1300 km un 1400 km, maksimālais — 112 000 km un 114 000 km.

Nolaižamie aparāti iegāja atmosfērā apmēram 20° leņķī ar ātrumu 10,7 km/s; pārslodze bremsēšanās laikā pārsniedza 150 g ($g=9,81$ m/s²). Pēc kosmiskā ātruma nodzēšanas apmēram 60 km augstumā atvērās pirmie izpletņi, kuri aparātu stabilizēja. Tad pirolādiņš pāršķēla divās puslodes ārējo sfēru, un no tās iekšienes parādījās nolaižamā aparāta «kodols». Atvērās bremsēšanas izpletnis, tad galvenais izpletnis, un zem tā trim kupoliem aparāts izgāja cauri mākoņu slānim — līdz apmēram 50 km augstumam. Pēc tam izpletnis atdalījās, un aparāts lidoja pretī planētas virsmai ar aerodinamiskā bremsēšanas ekrāna palīdzību. Šāds risinājums samazināja nolaišanās laiku Venēras karstajā atmosfērā un attiecīgi palielināja darbības ilgumu uz planētas virsmas. «Venēras-9» nolaižamais aparāts lidoja lejup 68 minūtes un darbojās uz virsmas 53 minūtes, «Venēras-10» nolaižamais aparāts — attiecīgi 75 minūtes un 65 minūtes.

Nolaižamā aparāta televīzijas kamera (telefotometrā) pielietots attēla optiski mehāniskās izvēršanas princips: fotoelementa priekšā novietots neliels spogulis skanē vertikālā plaknē un tajā pašā laikā lēni griežas ap asi, tādējādi no vertikālām rindām veidodams apkārtnes panorāmu. Katra panorāma sastāv no 514 rindām ar 115 elementiem katrā un aptver $180^\circ \times 40^\circ$ redzeslauku. Aparāta tuvumā šajos attēlos var saskatīt dažus centimetrus lielas virsmas detaļas.

Katrs nolaižamais aparāts pārraidīja pa vienai panorāmāi, un tieši tās sagādājušas visvairāk pārsteigumu. Pirmkārt, «Venēras-9» nosēšanās vietā redzami 30—40 cm lieli akmeņi blūķi ar asām šķautnēm. Tādējādi nepareiza izrādījies Venēras virsmas pilnīgās erozijas hipotēze, saskaņā ar kuru visai planētas virsmai bija jābūt līdzenam, irdenam tuksnesim. «Venēras-10» nosēšanās vietā, apmēram 2200 km no iepriekšējās, akmeņu šķautnes nav asas, tie atrodas uz sastingušas lavas virsmas vai erodētu iežu kārtas. Acīmredzot otrajā nosēšanās vietā reljefs ir krietni vecāks nekā pirmajā.

Otrkārt, abās panorāmās skaidri saskatāmas akmeņu (pirmajā) vai nolaižamā aparāta detaļu (otrajā) ēnas. Tātad tiešie, neizkliedētie Saules stari, neraugoties uz Venēras biezo mākoņu segu, tomēr aizsniedz šīs planētas virsmu. Treškārt, abas panorāmas rāda normālu horizontu (aptuveni planētas virsmas plaknē), un tas noraida hipotēzi, pēc kuras novērotājam uz Venēras virsmas stīpras refrakcijas dēļ jāredz sevi it kā milzīgas šauras piltuves dibenā.

«Venēras-9» un «Venēras-10» nosēšanās vietās reģistrēta temperatūra +485 un +465°C, spiediens 85 un 92 atm, vēja ātrums 0,5 un 3,5 m/s.

Ar pārējiem nolaižamā aparāta instrumentiem iegūtās, kā arī Venēras mākslīgo pavadoņu sniegtās informācijas pirmatnējā apstrāde vēl turpinās. Par tās gaitā iegūtajiem rezultātiem ziņosim nākamajos «Zvaigžņotās debess» numuros.

(Pēc padomju preses materiāliem)

«PIONEER-10» un «PIONEER-11» LIDOJUMA REZULTĀTI

1973. gada 3. decembrī un 1974. gada 3. decembrī Jupiteru pārlidoja divi pirmie no Zemes sūtītie kosmiskie aparāti — «Pioneer-10» un «Pioneer-11».¹ To pārraidītā informācija tagad visumā apstrādāta, un kļuvis iespējams izdarīt jaunus secinājumus par Jupitera uzbūvi, to aptverošās telpas īpašībām un par tālākajām kosmisko lidojumu perspektīvām Jupitera un citu tā grupas planētu virzienā.

Abu «Pioneer» zinātnisko instrumentu komplekti ir gandrīz vienādi («Pioneer-11» tikai ir vēl papildu magnetometrs spēcīgu lauku mērīšanai), taču, pateicoties stipri atšķirīgajām planētas pārlidojuma trasēm, tie viens otra mērījumus nevis lieki dublēja, bet gan vērtīgi papildināja. «Pioneer-10» pārlidoja Jupiteru tā ekvatora plaknē planētas rotācijas virzienā, un trajektorijas projekcija uz Jupitera virsmas veidoja tikai 70° lielu loku; minimālais attālums no mākoņu redzamās virsmas sasniedza 131 600 km. «Pioneer-11» turpretim kustējās pa trajektoriju, kas veidoja ar ekvatora plakni palielu leņķi (54°), pie tam Jupitera rotācijai pretējā virzienā, kā rezultātā trajektorijas projekcija aprakstīja uz tā virsmas pāri par 330° garu loku; minimālais attālums šoreiz bija 42 600 km.

«Pioneer-11» trajektorija bija tādēļ sevišķi izdevīga magnētiskā lauka un radiācijas joslu pētīšanai. Par šajā jomā iegūtajiem rezultātiem esam jau ziņojuši.

«Pioneer-10» un «Pioneer-11» trajektoriju analīze, pēc radiotehniskās sekošanas datiem, ļāvusi ievērojami precizēt Jupitera masu un tās sadalījumu planētas iekšienē, kā arī četru lielāko pavadoņu masas. Jupitera masa, kas ir viena no svarīgākajām Saules sistēmas dinamiskajām konstantēm, noteikta desmit reizes precīzāk nekā līdz šim un izrādījiesies $1/1047, 342 \pm 0,002$ no Saules masas — mazliet lielāka, nekā uzskatīja vairums astronomu.

Jupitera masas iekšējais sadalījums mērījumu kļūdu robežās ir tieši tāds, kādam jāpastāv ar attiecīgu ātrumu ap savu asi rotējošā šķidrā ķermenī. (Citiem vārdiem, tas atbilst hidrostatiskā līdzsvarā esošam ķermenim.) Tas nozīmē, ka lielum lielajai daļai Jupitera masas jāatrodas šķidrā vai gāzveida stāvoklī — ļoti būtisks izejas punkts, Jupitera iekšējās uzbūves modeli veidojot.

Jupitera Galileja pavadoņu masas pēc «Pioneer» lidojumiem zināmas ar precizitāti 1%. Eiropai, Ganimedam un Kallisto tās labi saskan ar klasiskajā ceļā aprēķinātajām, bet Jo masa izrādījiesies 23% lielāka par līdz šim pieņemto.

UV fotometru sniegtā informācija devusi atbildi uz vēl vienu visiem Jupitera uzbūves modeļiem ļoti kritisku jautājumu — par ūdeņraža un hēlija daudzumu attiecību planētas atmosfērā. Tā ir aptuveni 4:1, pie kam pārējās gāzes acīmredzot sastāda ne vairāk kā procentu.

IS radiometri apstiprinājuši jau agrāk pēc novērojumiem no Zemes

¹ Skat. E. Mūkina rakstus «Zvaigžņotās debess» 1974. gada vasaras numura 23. lpp. un 1975. gada vasaras numura 34. lpp.

izteikto hipotēzi, ka Jupiters izstāro vairāk siltuma nekā saņem no Saules. «Pārpalikums» gan izrādījies nevis tikai $\approx 50\%$, kā šķita agrāk, bet $\approx 100\%$. Šādu iekšējā siltuma daudzumu var dot planētas saraušanās gravitācijas spēka dēļ par 1 mm tās rādiusa gadā. Temperatūrai Jupitera centrā tad jābūt ap $30\,000^\circ\text{K}$ — vēl trešais izejas punkts Jupitera iekšējās uzbūves aprēķināšanai.

Tā pirmo reizi planetologiem pavērusies iespēja izveidot pietiekami pamatotu un reālu priekšstatu par Saules sistēmas lielākās planētas iekšējo uzbūvi. Pēc NASA speciālistu izstrādātā modeļa Jupitera atmosfēra sniedzas līdz ≈ 1000 km dziļumam (no mākoņu augšējās virsmas skaitot), bet dziļāk ūdeņradis milzīgā spiediena dēļ pāriet šķidrā fāzē; temperatūra šajā līmenī — ap 2000°K . Apmēram 25 000 km dziļumā pie temperatūras ap $10\,000^\circ\text{K}$ tas acimredzot pāriet metāliskā fāzē, t. i., elektroni vairs nepieder atsevišķiem atomiem vai molekulām, bet brīvi pārvietojas starp atomu kodoliem; arī šajā stāvoklī ūdeņradis ir šķidrums — kā izkausēts metāls. Cieta kodola Jupiteram vai nu vispār nav, vai arī tas ir ļoti mazs — tikai daži procenti no planētas rādiusa, kurš, kā zināms, ir 71 800 km.

Mākoņu segas attēli norāda uz intensīvu konvekciju, Jupitera iekšējam siltumam no planētas dziļēm izdaloties. Lielais Sarkanais plankums acimredzot ir gigantiskas vētras virpulis, kura plosās Jupitera atmosfērā jau simtiem gadu. Pamanīti vēl citi šādi virpuļi, tikai mazāki un blāvāki.

Ar «Pioneer-11» UV fotometru novērota vēl šāda parādība: gar pavadoņa Jo orbītu $\approx 60^\circ$ lokā aiz tā un tikpat tālu tam priekšā stiepjas ūdeņraža atomu mākonis. Šis novērojums labi saistās ar «Pioneer-10» liecību par Jo atmosfēras eksistenci: samērā vājais gravitācijas lauks nespēj ilgstoši noturēt atmosfēras ūdeņradi, tas aizplūst kosmosā un «izsmērējas» gar Jo orbītu. Protams, lai atmosfēra neizzustu pavisam, ūdeņradim nepārtraukti jāizdalās no Jo dziļēm.

«Pioneer-10» un «Pioneer-11» izlūkošanas misija asteroīdu joslā un aiz tās, Jupitera tiešā tuvumā, devusi atbildes ne tikai uz zinātniskiem, bet arī uz tehniskiem jautājumiem. Pirmkārt, tagad skaidrs, ka asteroīdu joslas šķērsošana praktiski nekādas briesmas nerada. Otrkārt, atbilstoši konstruēts kosmiskais aparāts var sekmīgi izturēt Jupitera radiācijas joslu iedarbību pat visai tuvā pārlidojumā, un tas nozīmē, ka Jupiteru tik tiešām var praktiski izmantot gravitācijas manevram ceļā uz tālākajām planētām.

Tehniskā ziņā sarežģītāka problēma ir Jupitera mākslīgā pavadoņa izveidošana, jo tam, pirmkārt, nāktos šādas radiācijas devas saņemt regulāri, katrā apgriezienā, otrkārt, mikrometeorītu ≈ 200 reizes lielākā koncentrācija ap Jupiteru nekā starpplanētu telpā izraisītu kosmiskā aparāta ārējās virsmas pastiprinātu eroziju. Tomēr šīs grūtības ir pārvaramas pat jau ar mūsdienu kosmiskās tehnikas līdzekļiem.

Daudz sliktāk ir ar pilotējamu lidojumu perspektīvām Jupitera virzienā, t. i., praktiski uz tā Galileja pavadoņiem — tie visi atrodas intensīvas radiācijas zonā. Lidojot pa enerģētiskā ziņā pieņemamām trajektorijām, jebkura tuvošanās Jupiteram līdz apmēram vienam miljonam kilometru un tuvāk nozīmētu cilvēkam nāvējošu radiācijas devu. Tā ka vie-

nīgais kandidāts uz pilotējamas ekspedīcijas mērķi varētu būt pats ārējais no Galileja pavadoņiem — Kallisto (orbitas rādiuss 1,9 miljoni km) un arī tikai tad, ja apstiprināsies tā atmosfēras un magnētiskā lauka esamība, kas pasargātu no radiācijas uz tā virsmas izkāpušos kosmonautus.

1977. gada septembrī NASA paredz sūtīt Jupitera virzienā divus «Mariner» tipa kosmiskos aparātus ar masu ≈ 750 kg un atbilstoši krietni lielāku zinātnisko instrumentu kravu. Pēc Jupitera pārlidojuma 1979. gada pavasarī tiem jādodas tālāk uz Saturnu, kura apkārtnē jānonāk 1981. gada pavasarī — pusotru gadu pēc «Pioneer-11».

E. Mūkins

KONFERENCES UN SANĀKSMES

X BALTIJAS ZINĀTNES VĒSTURES KONFERENCĒ

X Baltijas zinātnes vēstures konference, ko rīkoja Latvijas PSR Zinātņu akadēmija un Padomju dabaszinātņu un tehnikas vēstures un filozofijas nacionālā apvienība, notika Rīgā un Jelgavā no 1975. gada 21. līdz 23. aprīlim. Tā bija kārtējā šāda veida konference, kas, sākot ar 1958. gadu, pamīšus notiek Latvijas, Igaunijas un Lietuvas PSR. Šo konferenču darbā kopā ar Baltijas republiku zinātniekiem vienmēr aktīvi piedalās arī Maskavas, Ļeņingradas, Ukrainas, Baltkrievijas un citu republiku zinātnes vēsturnieki, tāpēc tās ieguvušas vissavienības nozīmi. Šīs konferences īpatnība bija stingri tematisks referātu sadalījums.

Pavisam 3 plenārsēdēs un 7 sekciju sēdēs nolasīja 64 referātus un ziņojumus. Kopējais konferences dalībnieku skaits sasniedza apmēram 500, no kuriem 83 bija citpilsētu — Maskavas, Ļeņingradas, Kijevas, Viļņas, Tallinas, Kišiņevas, Harkovas, Odesas, Tartu, Kauņas, Grodņas, Lidas u. c. — zinātnes vēsturnieki.

X Baltijas zinātnes vēstures konferences tematikā ietilpa 3 problēmu loki:

— PSRS Zinātņu akadēmijas (bijušās Pēterburgas Zinātņu akadēmijas) vēsture, it īpaši tās nozīme dabaszinātņu attīstībā Baltijā;

— Pētera akadēmijas (Jelgavas akadēmiskās ģimnāzijas) ioma Baltijas zinātnes un kultūras attīstībā;

— zinātnes attīstības vispārīgās problēmas saistījumā ar zinātnes vēsturi Baltijas republikās.

Pirmās problēmas izvēle saiskas ar PSRS Zinātņu akadēmijas 250 gadu jubileju, kuru visdažādākajos aspektos atzīmē visi padomju zinātnieki. Pēterburgas Zinātņu akadēmijai — vēlāk PSRS Zinātņu akadēmijai — visos pastāvēšanas posmos ir bijusi nepārvērtējama nozīme Baltijas zinātnes vispārīgā līmeņa celšanā, Baltijas dabas bagātību izpētē un zinātnisko kadru audzināšanā.



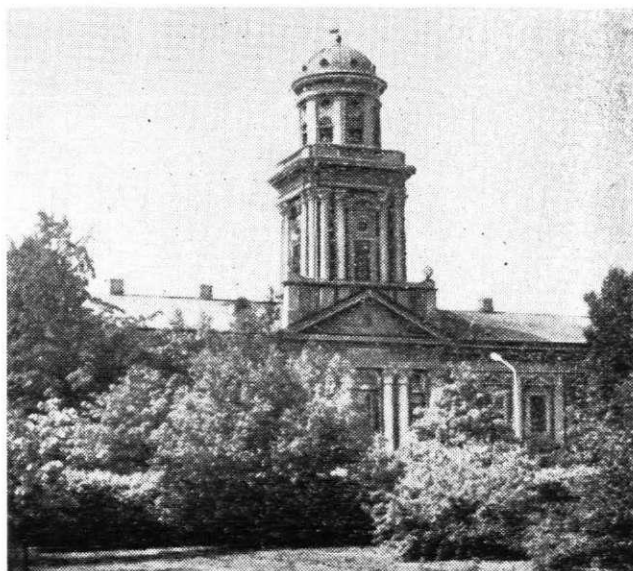
1. att. X Baltijas zinātnes vēstures konferences ielūgums un programma.

Savukārt ne mazums Baltijā dzimušo un šejienes mācību iestāžu audzēkņu vēlāk bijuši Pēterburgas Zinātņu akadēmijas locekļi un devuši ievērojamu ieguldījumu zinātnes attīstībā.

Otra problēma saistās ar 200 gadiem, kopš Jelgavā dibināta Pētera akadēmija (*Academia Petrina*), savdabīgs 18.—19. gs. izglītības un kultūras centrs. Šīs mācību iestādes dibināšana pēc būtības iezīmē organizēta zinātniskās pētniecības darba aizsākumu tagadējā Latvijas PSR teritorijā, tāpēc Pētera akadēmijas lomas, tās profesoru un audzēkņu zinātniskā devuma vērtējums izraisa Baltijas zinātnes vēsturnieku īpašu interesi.

Pētera akadēmijas vēsture ir interesanta arī sakarā ar Pēterburgas Zinātņu akadēmijas ietekmes izplatību Baltijā, — šajā ģimnāzijā pasniedza 4 nākamie Pēterburgas ZA locekļi, bet no tās audzēkņiem 7 vēlāk kļuva par ZA locekļiem.

Beidzot, šajā Baltijas zinātnes vēstures konferencē pirmo reizi tika aplūkotas zinātnes vēstures vispārīgās problēmas, kuras Padomju Savienībā sekmīgi risina jau apmēram 10 gadus. Tas tika darīts tādēļ, lai Baltijas zinātnieki vērīgāku skatu pievērstu zinātnes struktūras, zinātnisko revolūciju, zinātnes socioloģijas, zinātnes ģeogrāfijas u. c. problēmām, bez kuru risinājuma nav iespējami plaši vispārinājumi zinātnes vēsturē, nav iespējams pareizi izprast kolektīvu zinātnisku jaunradi, kas raksturīga mūsdienu zinātniski tehniskās revolūcijas laikmetam, kā arī nav iespējams pagātnes vēsturiskās pieredzes apkopojums. Zinātnes attīstības komplekso problēmu aplūkošana sekmē arī zinātnes efektivitātes paaugstināšanu un līdz ar to ir vērsta uz zinātnes nākotni.



2. att. Bijušās Pētera akadēmijas ēka mūsdienās.

Atklājot konferenci, organizācijas komitejas priekšsēdētājs Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas viceprezidents P. Valeskalns raksturoja konferences mērķus un apsveica tās dalībniekus.

Pirmā plenārsēde bija veltīta Pēterburgas ZA vēsturei un tās ietekmei uz dabaszinātņu un tehnikas attīstību Baltijā. Ar referātu «Pēterburgas Zinātņu akadēmija un Baltijas novads» uzstājās LPSR ZA akadēmiķis P. Valeskalns. Interesantu apskatu par Pēterburgas Zinātņu akadēmijas darbību prezidenta J. Korfa laikā (1734.—1740. g.) sniedza J. Kopeļeviča (Ļeņingrada). Par matemātikas attīstību Pēterburgas ZA 18. gs. un par tās ievērojamo locekļu D. Bernulli, L. Eilera u. c. darbību izsmelošu apceri deva Krievijas PFSR Nopelniem bagātais zinātnes darbinieks profesors Ā. Juškevičs (Maskava). Akadēmiķis B. Kedrovs (Maskava) nolasīja referātu «No Pēterburgas ZA līdz PSRS ZA», kurā analizēja revolucionāros pārveidojumus Zinātņu akadēmijas dzīvē pēc Oktobra revolūcijas un parādīja V. I. Ļeņina lomu Zinātņu akadēmijas attīstībā. T. Vilciņš (Rīga) savā priekšlasījumā aplūkoja PSRS ZA lomu Latvijas PSR ZA dibināšanā un attīstībā.



3. att. LPSR Zinātņu akadēmijas viceprezidents akadēmiķis P. Valeskalns atklāj piemiņas plāksni.

Otrā plenārsēde bija veltīta zinātnes attīstības vispārējām problēmām. Maskavas M. Lomonosova Valsts universitātes profesors V. Naļimovs nolasīja saistošu referātu par zinātnes struktūru un hipotēžu pieņemšanas loģiku. Referātā tika parādīts jauns jēgpilns priekšstats par zinātnes struktūru un aplūkotas 3 zinātnes struktūrvienības, priekšstats par paradigmu, zinātnes izaugsmes un hipotēžu eiristiskā spēka problēmas. Tika nolasīts Latvijas PSR ZA akadēmiķa S. Hillera referāts par mūsdienu zinātnes attīstības tendencēm — par automatizācijas lomu, ESM un mākslīgā intelekta radīšanas jautājumiem. Ķīmijas zinātņu doktora A. Šamina (Maskava) referātā bija skicēta jaunas disciplīnas — vēsturiskās zinātnes ģeogrāfijas nepieciešamība, tās priekšmets, metodes un uzdevumi. Vēsturiskās zinātnes ģeogrāfijas problēmu lokā ietilptu kā

vispārīga rakstura jautājumi, tā arī problēmas, kas saistītas ar lokālu parādību attīstību un izzušanu.

Šajā plenārsēdē PSRS ZA Dabaszinātņu un tehnikas vēstures institūta direktora vietnieks A. Fjodorovs pastāstīja arī par padomju zinātnes vēsturnieku aktuālajiem uzdevumiem, bet sekciju vadītāji sniedza pārskatus par sekciju paveikto darbu konferences laikā.

Trešā plenārsēde notika Jelgavā, Pētera akadēmijas vēsturiskajā ēkā, kur tagad atrodas Ģ. Eliasa Jelgavas vēstures un mākslas muzejs. Šī sēde bija veltīta Pētera akadēmijas dibināšanas 200. gadadienas atcerei.

Pētera akadēmiju var uzlūkot par pirmo augstskolu Latvijas PSR teritorijā, jo dibināšanas aktā jaunajai mācību iestādei bija piešķirtas Krakovas un Kēnigsbergas universitāšu tiesības un privilēģijas. No 1775. līdz 1806. gadam Jelgavas akadēmija būtībā funkcionēja kā augstskola — ar profesoriem, studentiem akadēmisko padomi; turpmākajos gados tā turpināja pastāvēt kā ģimnāzija, savas gaitas izbeidzot 1919. gadā Taganrogā. Jelgavas ģimnāzijas absolventu skaitā bija ievērojamie latviešu zinātnieki un kultūras darbinieki — Krišjānis Barons, Juris un Ādolfs Alunāni, Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas goda loceklis Fricis Blumbahs, ķīmiķis akadēmiķis Gustavs Vanags. Pētera akadēmijā, vēlāk Jelgavas ģimnāzijā, kopš 1783. gada darbojās astronomiska observatorija, kuras gaitas «Zvaigžņotajā debesī» (1975. gada pavasara numurā) apcerējusi Ilga Daube. Gandrīz 100 gadus akadēmijas matemātikas profesors (vēlāk — virsskolotājs) rediģēja un izdeva Jelgavas kalendāru, arī latviešu valodā.

Visi šie, kā arī raksta sākumā norādītie apstākļi piesaistīja Jelgavas Pētera akadēmijas 200. gadadienas atcerei diezgan plašu sabiedrības uzmanību. Pirms izbraukuma plenārsēdes sākuma notika memoriālās plāksnes atklāšana pie bijušās Pētera akadēmijas ēkas fasādes. Piemiņas plāksni atklāja Latvijas PSR Augstākās padomes Prezidija priekšsēdētāja vietnieks P. Valeskalns. Mitiņā runāja Latvijas PSR kultūras ministrs V. Kaupužs, PSRS ZA Dabaszinātņu un tehnikas vēstures institūta direktora vietnieks A. Fjodorovs, Lietuvas PSR ZA vec. zinātniskais līdzstrādnieks J. Kriķstopaitis, Moldāvijas PSR ZA akadēmiķis J. Ļaļikovs un Latvijas PSR ZA akadēmiķis J. Štradiņš.

Sēdes sākumā konferences dalībniekus sveica Jelgavas pilsētas izpildkomitejas priekšsēdētājs G. Dmitrijevs un pastāstīja par Jelgavas pilsētas vēsturi un šodien, par tās revolucionārajām, zinātniskajām un kultūras tradīcijām. Referātu par Pētera akadēmijas — pirmā zinātniskā centra Latvijas PSR teritorijā — attīstības ceļu nolasīja J. Štradiņš. Par Jelgavas astronomisko observatoriju (dib. 1783. g.) un observatoriju tālāko attīstību Latvijas teritorijā pastāstīja I. Daube. Pētera akadēmijas profesora J. Bēzekes (1746—1802) filozofiskos uzskatus savā referātā analizēja L. Čuhina (Rīga). LPSR ZA akadēmiķis A. Kalniņš raksturoja Jelgavas tradīcijas mežsaimniecības zinātnē 18.—20. gs., bet par zinātniskiem pētījumiem mūsdienu Jelgavā, sevišķi LLA, referēja Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas prorektors profesors V. Timofejevs. Bez tam īsu ziņojumu par Pēterburgas ZA prezidenta kurzemnieka J. Korfa (1697—1766) bibliotēkas likteni nolasīja E. Kudu (Tartu), bet par

Jelgavas profesora J. Ferbera (1743—1790) zinātniskajām idejām ģeoloģijā pastāstīja V. Grāvītis (Rīga).

Izbraukuma sēde notika bijušā Pētera akadēmijas zālē, ko greznoja 18. gs. mākslas darbi, hercoga Pētera un viņa laikabiedru portreti. Sēdi noslēdza koncerts, kurā izpildīja arī bijušo Jelgavas ģimnāzijas absolventu skaņdarbus. Sēdē piedalījās ne tikvien konferences dalībnieki, bet arī daudzi Jelgavas un apkārtnes sabiedrības pārstāvji, LLA pasniedzēji u. c. Jelgavas muzeja darbinieki šim gadījumam bija sarīkojuši Pētera akadēmijas vēsturei veltītu izstādi, bet LPSR ZA Fundamentālās bibliotēkas darbinieki — reto grāmatu, Jelgavas zinātnieku 18. gs. beigu un 19. gs. sākuma darbu izstādi.

Sēdes noslēgumā Jelgavas vēstures un mākslas muzeja direktore S. Siliņa konferences dalībniekiem pasniedza piemiņas medaļas sakarā ar Pētera akadēmijas dibināšanas 200. gadadienu un piemiņas žetonus goda viesiem, referentiem un konferences aktīvākajiem dalībniekiem.

Konferences darbs norisinājās arī 5 sekcijās: zinātnes vispārējo problēmu sekcijā (6 referāti), fizikas un matemātikas zinātņu vēstures sekcijā (16 referāti), ģeoloģijas un ģeogrāfijas vēstures sekcijā (9 referāti), ķīmijas vēstures sekcijā (8 referāti), bioloģijas un medicīnas vēstures sekcijā (8 referāti).

«Zvaigžņotās debess» lasītājus informēsīm tikai par fizikas un matemātikas vēstures sekcijas darbu, kuru vadīja fizikas un matemātikas zinātņu doktors L. Reiziņš.

Jaunus materiālus par ievērojamā 18. gs. fiziķa Pēterburgas akadēmiķa G. Rihmana (1711—1753) dzīvi un darbību sniedza G. Cverava (Boksitogorska). Interesantas ziņas par Jelgavas, Pēterburgas un Urālu mehāniķi J. Medžeru (1762—1833) izskanēja V. Čenakala (Ļeņingrada) referātā, kurā arī pirmo reizi tika novērtēts J. Medžera devums zinātnei, viņa nopelni Volta loka atklāšanā. P. Vitkēviča (Kauņa) referāts bija veltīts Pēterburgas Zinātņu akadēmijas nozīmei fizikas un matemātikas zinātņu attīstībā Lietuvā 19. gs. sākumā. Par akadēmiķa E. Lenca (1804—1865) darbu nozīmi elektromagnētismā un elektrisko mašīnu teorijā runāja L. Davidova (Ļeņingrada). J. Stradiņa un L. Vlasova referātā bija aplūkota P. Ļebedeva skolnieka latviešu izcelsmes fiziķa V. Altberga (1877—1941) darbība, it īpaši viņa nopelni skaņas viļņu atklāšanā un ultraskaņas detektēšanā. Par T. Grothusa (1785—1822) ieguldījumu zinātniskajā atomistikā referēja J. Krikštopaitis (Viļņa), par Fusu ģimenes pārstāvju lomu Pēterburgas Zinātņu akadēmijas dzīvē 18.—19. gs. — N. Ņevska un E. Ožigova (Ļeņingrada), par akadēmiķa M. Ostrogradska sakariem ar Baltijas matemātiķiem un mehāniķiem — J. Gaiduks un I. Naumovs (Harkova). N. Ņevska pastāstīja arī par Pēterburgas astronoma akadēmiķa Ž. Delila (1688—1768) attiecībām ar prezidentu J. Korfu, bet L. Reiziņš — par matemātikas pasniegšanu Pētera akadēmijā.

E. Riekstiņa (Rīga) referāts bija veltīts pētījumiem funkciju teorijā Latvijā. I. Rabinovičs (Rīga) pastāstīja par Rīgas matemātiķa P. Bola (1865—1921) zinātniskā mantojuma apgušanu un atklāšanu, bet N. Bezpanjatnihs (Grodņa) — par Viļņas universitātes astronomijas profesora J. Sņadecka (1756—1830) zinātniskajiem sakariem ar Pēterburgas Zi-

nātņu akadēmiju. Akadēmiķa V. Strūves (1793—1864) ģeodēziskos darbus Latvijā no 1816. līdz 1829. g. aplūkoja L. Roze (Rīga). Par Pētera akadēmijas mehāniķi E. Bīnemani (1753—1806) un viņa pētījumiem gaisa kuģniecībā Latvijā ziņoja D. Zilmanovičs (Rīga). Interesants bija fizikas un matemātikas zinātņu doktora B. Levina (Maskava) referāts par Kanta—Laplasa kosmogoniskās teorijas vēsturi.

Sekcija ierosināja uzstādīt piemiņas akmeni akadēmiķim G. Rihmanim viņa dzimtajā pilsētā Pērnavā un izdot F. Mindinga darbus matemātikā.

Visu referātu izvērstas tēzes ir iespiestas krājumā «История науки и науковедение» (Rīgā, «Zinātne», 1975. 215 lpp.), bet prāva daļa rakstu par konferencē nolasītajām tēmām atrodas iespiešanā kārtējā V rakstu krājumā «Из истории естествознания и техники Прибалтики».

Referentu izklāstītie materiāli, kas lielākoties pamatojās uz pirmavotu un arhīvu materiālu studijām, pietiekami dziļi atklāja konferences programmas jautājumus, it sevišķi Pēterburgas Zinātņu akadēmijas lomu Baltijas republiku zinātnes attīstībā un Jelgavas zinātniskā centra vēsturi. Lielais klausītāju pulks liecināja, ka sabiedrības interese par zinātnes vēsturi ir augusi. Konference, bez šaubām, šo interesi arī attaisnoja.

XI Baltijas zinātnes vēstures konferenci nolēma noturēt Igaunijā 1977. gada rudenī.

J. Stradiņš

PIRMĀ APSPRIEDE PAR INFRASARKANO ASTRONOMIJU

1975. gadā no 5. līdz 8. maijam Igaunijas PSR Astrofizikas un atmosfēras fizikas institūta Tiraveres observatorijā notika seminārs «Virszemes infrasarkanās astronomijas tehnika». Semināra uzmanības centrā bija infrasarkanās astronomijas problēmas, kas saistītas ar novērojumiem 4—25 mikronu viļņu apgabalā. Darbu vadīja PSRS Zinātņu akadēmijas Astronomijas padomes priekšsēdētāja vietnieks G. Hromovs. Tika nolasīti 5 referāti un vairāki ziņojumi.

Ļeņingradas Valsts universitātes observatorijas infrasarkanā novērojumu vadītājs G. Hozovs ziņoja par fotouztvērējiem, kas izmantojami starojuma detektēšanai 4—25 μ diapazonā un par novērojumu tehnikas un metodikas īpatnībām šajā apgabalā. Pastāv iespēja novērot kosmiskos objektus trijos atmosfēras caurlaidības logos: 4,3—5,6 μ , 8—14 μ , 18—25 μ . Caurleidību nosaka atmosfēras ūdens absorbcija, kura ir ļoti mainīga, atkarīga no meteoroloģiskiem apstākļiem un observatorijas novietojuma. Otrs faktors ir pašas atmosfēras starojums, kas sasniedz maksimumu 10 μ viļņos. Sevišķi rūpīgi jāizslēdz teleskopa un fotometra fons, jādzesē ne tikai fotouztvērējs, bet arī optiskie filtri un starojuma pārtraucējs. Infrasarkanās astronomijas attīstība ir cieši saistīta ar krioelektronikas progresu, tā ir izvirzījusi kriogēnajai teknikai jaunas, īpatnē-

jas prasības. Jāatzīmē, ka novērojumu tehnika 4—25 μ apgabalā un tālāk prasa dzesēšanu tikai pie hēlija temperatūrām.

A. Ščerbakovs (Krimas astrofizikas observatorija) aplūkoja IS novērojumu iespējas ar Padomju Savienībā esošajiem teleskopiem. Teleskopa izvēle atkarīga no tā, kādi uzdevumi ir jāveic un kādā viļņu diapazonā. Interesanti atzīmēt, ka intervālā no 1 μ līdz 1 mm pret teleskopiem ir izvirzītas vienādas prasības — gan tuvajā (1—3 μ), gan tālajā (>400 μ) IS spektra daļā. Šeit var izmantot dažādu sistēmu sfēriskos spoguļus. Savukārt 3—30 μ der tikai paraboliskas sistēmas, un šajā diapazonā ir sevišķi stingri jāievēro fotodetektora un teleskopa savstarpējā saskaņošana. Atšķirīgas ir prasības teleskopiem, kuri domāti punktveida objektu novērošanai, un teleskopiem debess apskata veikšanai (skenēšanai). Teleskopos, kurus izmanto punktveida objektu novērojumiem, jābūt īpaši precīzai spoguļa virsmai.

Referents secināja, ka Padomju Savienības observatorijās ir pietiekami labi teleskopi novērojumiem 1—3 μ , bet neviens no esošajiem lielākajiem teleskopiem diemžēl neatbilst visām prasībām, lai izdarītu korektus novērojumus 4—30 μ diapazonā.

Infrasarkano novērojumu precizitāte ir stipri atkarīga no atmosfēras absorbcijas stabilitātes. Atkarībā no meteoapstākļiem atmosfēras absorbcijas joslu platumi mainās. Platjoslas fotometriskā sistēmā šīs atmosfēras absorbcijas izmaiņas prasa katru novērojumu ciklu cieši saistīt ar dažādu spektrālo klašu standartzvaigžņu novērojumiem, kam jāpatērē daudz novērošanas laika nelietderīgi. Astronomam jāzina atmosfēras īpašības observatorijas vietā, vēl vairāk, — nepieciešams iepriekš rūpīgi izpētīt tās vietas, kur būtu paredzēts celt jaunas observatorijas.

Astroklimatiskiem pētījumiem bija veltīts Pulkovas observatorijas pārstāvja J. Bergnera referāts. Viņa vadībā grupa observatorijas darbinieku vairākas sezonas izdarīja astroklimatiskus mērījumus Maidanakā un Šorbulakā (Pamirā). Savāktais materiāls dod iespēju secināt, ka vislabākie astroklimatiskie apstākļi ir Šorbulakā (4200 m virs jūras līmeņa), pie kam pēc atmosfēras ūdens daudzuma tie ir pat labāki nekā Mauna Kea observatorijā (Havaju salās).

Pirmā apspriede par infrasarkano astronomiju secināja, ka IS novērojumiem 3—30 μ rajonā nepieciešams speciāls teleskops ļoti labos astroklimatiskos apstākļos. Par to, kāds šis teleskops būs — vai ar vienu galveno spoguļi 2—3 m diametrā, vai ar saliktu galveno spoguļi, kur simetriski ir novietoti seši 0,7 m spoguļi (efektīvais diametrs 1,8 m), izraisījās interesantas diskusijas. Šī jautājuma izlemšanai vajadzīgi speciāli pētījumi (ekonomiskie apsvērumi, transportēšana, rūpniecības iespējas apgūt jaunas konstrukcijas, kadri).

Bez vispārējiem apskatiem un ziņojumiem semināram bija arī cits uzdevums — panākt IS novērojumos ieinteresēto observatoriju ciešāku sadarbī: kopējās infrasarkanās aparatūras izveide un novērojumi, savstarpēja palīdzība, informācijas apmaiņa par veiktajiem un plānotajiem darbiem, lai izvairītos no dublēšanas. Padomju Savienībā zvaigžņu IS novērojumus jau vairākus gadus veic Ļeņingradas Valsts universitātes observatorija, tuvu novērojumiem pienākušas arī Radioastrofizikas observatorija

Baldonē un Tiraveres observatorija. Tika ierosināts, lai citas observatorijas arī sāktu 1—2,5 μ novērojumus, jo tajos ar labām sekmēm pielietojami jau esošie teleskopi un ir pieejami fotodetektori ar augstu jutības sliekšni.

Lai veicinātu IS novērojumus un labāk koordinētu darbu starp observatorijām, nodibināja infrasarkanās astronomijas darba grupu. Par darba grupas priekšsēdētāju ievēlēja G. Hromovu.

J. Kižla

XX PSRS ASTROMETRIJAS KONFERENCE

Ik pēc 2—3 gadiem PSRS astrometrieti pulcējas, lai apspriestu kārtējos darba jautājumus, kā arī lai iezīmētu astrometrijas attīstības perspektīvas un problēmas.

No 1975. gada 20. līdz 22. maijam PSRS ZA Galvenajā Astronomiskajā observatorijā (Pulkovā) norisa jubilejas — XX PSRS Astrometrijas konference. Tajā bija uzaicināti viesi arī no Rumānijas, Polijas, Vācijas Demokrātiskās Republikas un Dienvidslāvijas.

Pirmais jautājumu loks konferencē saistījās ar t. s. fundamentālām sistēmām. Par fundamentālu sauc tāda zvaigžņu kataloga sistēmu, kas satur precīzas zvaigžņu pozīcijas noteiktai epochai, kā arī šo zvaigžņu pozīciju izmaiņas laikā — īpatnējās kustības un precesiju. Fundamentālsistēmu var izveidot, tikai apvienojot vairākus dažādās observatorijās sastādītus katalogus vienā — t. s. fundamentālkatalogā. Patlaban jau vairāk nekā 10 gadus visas pasaules astronomi lieto fundamentālsistēmu FK4. Kā katra fundamentālsistēma, arī FK4 ar laiku noveco: pirmkārt, jau tādēļ, ka nepietiekami precīzi zināmas zvaigžņu īpatnējās kustības; otrkārt, nav pietiekama novērojumu skaita dienviņpuslodes zvaigznēm (dienviņpuslodē ir daudz mazāk observatoriju). Tieši tādēļ gan PSRS XX astrometrijas konferencē, gan arī nesen notikušajos Starptautiskās astronomu savienības pasākumos — 20. kolokvijā «Meridionālā astronomija» un 61. simpozijā «Astrometrijas jaunās problēmas» — galvenokārt apsprieda FK4 sistēmas uzlabošanas un jaunas sistēmas — FK5 — izveidošanas ceļus. Šim nolūkam pirmām kārtām



1. att. Konferences emblēma.

nepieciešami precīzi novērojumi dienvidpuslodes zvaigznēm, sākot ar deklināciju -35° līdz dienvidpolam.

Jāatzīmē, ka zvaigžņu katalogus iedala absolūtos un diferenciālos atkarība no tā, kā iegūtas zvaigžņu pozīcijas — rektascensijas un deklinācijas. Ir vēl cita veida speciāli katalogi. Šinī gadījumā svarīgi tikai tas, ka absolūto pozīciju noteikšanas pamats ir — noteikt zvaigžņu koordinātes neatkarīgi no citiem katalogiem. Tātad jānosaka pavasara punkta un debess ekvatora stāvoklis tieši pie debess sfēras. Tas ir ļoti grūts uzdevums, jo šis punkts un līnija nav tieši redzami. Pavasara punkta katru gadu ap 21. martu atrodas Saule, pāriedama no dienvidpuslodes ziemeļpuslodē. Tāpēc būtībā vienīgais paņēmieni noteikt absolūto koordinātu sistēmu ir — novērot kopā ar zvaigznēm arī Sauli. Te arī sākas vislielākas grūtības, jo Saules novērojumi ir ļoti neprecīzi jau tādēļ vien, ka tie notiek dienā, kad ir pavisam citi temperatūras un gaisa kustības apstākļi nekā naktīs. Saskaņā ar izcilā padomju astronoma B. Numerova (1891—1943) ideju pavasara punkta un debess ekvatora stāvokļa noteikšanai var izmantot dažu spožāko mazo planētu novērojumus, tikai jāizvēlas tādas mazās planētas, kurām ir ļoti labi zināmi orbītu elementi. Šo metodi tagad arvien plašāk izmanto fundamentālsistēmu uzlabošanai. Tas gan pilnīgi neatbrīvo astrometristus no Saules novērošanas. Konferencē vēl izskanēja interesanta doma, ka derētu uz kāda kosmiskā aparāta iekārtot tādu astrogrāfu, ar kuru varētu fotografēt Sauli un zvaigznes reizē, jo no Zemes to izdarīt nevar; kosmosā netraucē arī refrakcija.

Astronomiskos novērojumus stipri traucē atmosfēras ietekme, tādēļ vesela sēde XX konferencē bija veltīta nupat minētajai refrakcijas parādībai. Jau 100 gadu astronomi visā pasaulē lieto t. s. Pulkovas refrakcijas tabulas, jo tās ir visprecīzākās un visērtākās. Tomēr arī tajās ar laiku atradās nepilnības un pat kļūdas, kaut vai tādēļ, ka astronomisko novērojumu precizitāte ir ievērojami augusi. Šodien refrakcijas ietekmi iepazīst arvien labāk. Tabulas mūsdienu vajadzībām ir jāuzlabo un jāprecizē. Pašreiz pie tabulu precizēšanas strādā ne vien Pulkovā, bet arī Kazaņā un ļoti intensīvi arī Dienvidslāvijā.

Lai mazinātu refrakcijas ietekmi uz novērojumiem, jārūpējas, lai samazinātos refrakcijas anomālijas. Protams, nevar novērst tās anomālijas, kas rodas atmosfēras augstākos slāņos, bet var daudz darīt, lai nerastos anomālijas turpat instrumenta un novērošanas paviljona tuvākajā apkārtnē. Šim nolūkam ieteicams, lai paviljonam būtu plūmliniju forma, lai apkārtnē nebūtu augstu koku, ēku utt., bet vislabāk augtu tikai zāle vai nelieli krūmiņi. Jāpadomā par novērojumu veikšanu vietās ar minimālu refrakcijas ietekmi. Sakarā ar to Pulkovas observatorija rīko ekspedīciju Pamira kalnos 4300 m augstumā. Tur noskaidrots, ka klimatiskie apstākļi ir pietiekami labi astronomisko novērojumu veikšanai un ir vēl pieņemami novērotājiem.

Konferencē aplūkoja jautājumu par moderniem astrometriskiem instrumentiem — Pulkovas fotogrāfisko vertikālo riņķi, horizontāliem meridiān-instrumentiem, vakuuma mirām utt., kā arī instrumentu automatizācijas problēmas.

Plašas pārrunas izraisīja Novosibirskas zinātnieku un inženieru mē-

ģinājumi konstruēt mūsu zemē pirmo automātisko koordinātu mērīšanas mašīnu. Ārzemēs jau darbojas dažādas mašīnas, piemēram, pazīstamā «GALAXY» Edinburgā un S. Vasiļevska konstruētā mašīna Lika observatorijā; pēdējā laikā tās ir ievērojami uzlabotas, galvenokārt ātrdarbīguma ziņā.

Ļoti interesanti ir jautājumi par radioastronomijas pielietošanu astrometrijā — t. s. radioastrometriju, kā arī par kosmisko astrometriju. Ar radioteleskopu sistēmām, t. s. radiointerferometriem ar ļoti garām bāzēm, iespējams noteikt kosmisko radioavotu pozīcijas ar lielāku precizitāti nekā ar optiskajām metodēm. Bet nelaime tā, ka gandrīz visi kosmiskie punktveida radioavoti ir optiski ļoti vāji un nav novērojami ar parastiem meridiānriņķiem, pasāžinstrumentiem vai augstuma riņķiem. Tādēļ iznāk tā, ka radiointerferometriskos novērojumus grūti saistīt ar optiskiem novērojumiem. Tāpēc izvirzās uzdevums — paplašināt fundamentālsistēmu daļēji ar vājākiem objektiem, pirmām kārtām līdz 9. lieluma spīdekļiem, vēlāk vēl tālāk, lai radioastronomisko novērojumu ceļā iegūtu koordinātu tīklu saistītu ar zvaigznēm. Kā zināms, punktveida radioavoti — galvenokārt kvazāri — ir ļoti tāli objekti, un optiski tie ir vāji (16. lielums!). Tani pašā laikā arī praktiskās vajadzības — kosmiskā ģeodēzija u. c. — prasa no fundamentālsistēmām, lai ar laiku vismaz katrā debess sfēras kvadrātgrādā būtu 1—2 zvaigznes ar precīzi noteiktām koordinātēm.

Noslēgumā konference pieņēma plašu rezolūciju, kurā atzīmēti gan klasisko, gan jauno virzienu attīstības ceļi, perspektīvas un uzdevumi.

L. Roze, M. Dīriķis

NO ASTRONOMIJAS VĒSTURES

I. DAUBE

ASTRONOMIJA LATVIJĀ 18. UN 19. GADSIMTĀ

Pirmie astronomiskie novērojumi un mērījumi Latvijā, tāpat kā visā Krievijā un Rietumeiropā, galvenokārt saistījās ar ģeodēzijas un kartogrāfijas praktiskajiem uzdevumiem, ar nepieciešamību pēc precīzām ģeogrāfiskām kartēm.

Cik zināms, pirmos ģeogrāfisko koordinātu mērījumus Latvijas teritorijā jau 17. gs. 80. gados veikuši zviedru mērnieki, kas uzmērija zemi Vidzemes muižās un zemnieku sētās. 1688. gada 11. jūnijā Rīgas ģeogrāfisko platumu noteicis Vidzemes mērnieku inspektors Lundgrēns. Mērījumiem, domājams Polārzvaigznes augstuma noteikšanai, lietots mērnieku dēlis un kvadrants. Iegūtais rezultāts — $56^{\circ}32'$ — tā laika apstākļiem ir diezgan precīzs (novērošanas vieta nav noteikti zināma).¹ Šis Rīgas ģeogrāfiskā platuma mērījums ir viens no vecākajiem visā Austrumeiropā.

Pirmie precīzie instrumentālie uzmērīšanas darbi Krievijā sākti 1715. gadā ar nolūku sastādīt atsevišķu teritoriju kartes un arī Pētera I iecerēto «ģenerālo» visas Krievijas impērijas karti. Šajā pašā gadā sākās arī masveida astronomisko punktu noteikšana, ko veica speciāli šim nolūkam Krievijā sagatavoti speciālisti.

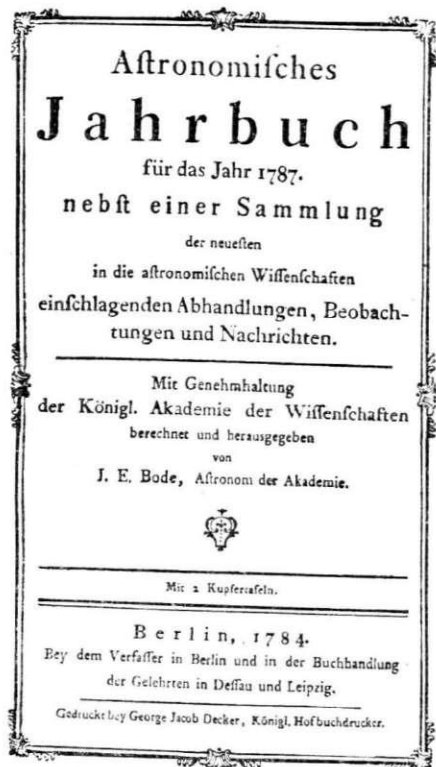
Pirmā ģeogrāfiskā karte, ko izdeva Krievijas Zinātņu akadēmija 1732. gadā, bija Vidzemes (Līvlandes) karte ar posaukumu «Ландкарта Лифляндии тщанием Иоанна Кирилова...».

Taču šīs kartes sastādīšanai astronomiski novērojumi netika izmantoti.

1738. gadā pēc Pēterburgas Zinātņu akadēmijas iniciatīvas sāka Kurzemes un Zemgales kartogrāfiju. Šim nolūkam uz Rīgu komandēja Pēterburgas Zinātņu akadēmijas pirmo akademiķi astronomu Zozefu Delilu (1688—1768), kas bija arī Pēterburgas Zinātņu akadēmijas Astronomiskās observatorijas dibinātājs (1727) un vadītājs. Delils pirmo reizi Krievijas kartē iezīmēja Daugavu no Rīgas līdz Koknesei un noteica Rīgas, Ventspils un Klaipēdas ģeogrāfiskās koordinātes. Viņš izmantoja zviedru agrāk sastādītās Baltijas jūras kartes un veica dažus attāluma mērījumus. Astronomiski novērojumi netika izdarīti. Par paveikto Delils ziņoja Pēterburgas Zinātņu akadēmijas sēdē 1738. gada 15. septembrī.

1750. gada oktobrī Rīgā ieradās viens no pirmajiem krievu astronomiem profesora Delila skolnieks Andrejs Dmitrijevičs Krasilņikovs (1705—1773), lai veiktu atsrnomiskus novērojumus ar nolūku sastādīt precīzu Baltijas jūras karti. Pirms tam 13 gadus viņš bija pavadījis Kamčatkas ekspedīcijā, kuras uzdevums bija sastādīt turienes jūras kartes.

¹ Skat. I. Rabinoviča rakstu «Rīgas ģeogrāfiskā platuma mērījums XVII gs.». — «Zvaigžņotā debess», 1968. gada ziema, 29. lpp.



Ueber die geographische Lage von Mitau, nebst einigen dafelbst angeestellten astronomischen Beobachtungen, von Herrn *Beitler*, Professor der Mathematik.

Aus einem französischen Schreiben desselben an Herrn *Bernoulli* vom 20sten December 1783.

Die geographische Lage von Mitau ist noch von keinen Astronomen bestimmt worden, ich habe daher im vorigen Jahre mich bemüht, selbige genau zu beobachten und werde Ihnen hier einen kurzen Entwurf meiner Arbeit vorlegen.

Um die Breite dieser Stadt zu finden, bediente ich mich eines Quadranten von 3 Fuß im Halbmesser, von *Jonathan Sisson* verfertigt und mit einem achromatischen Fernrohr, das 36 mal vergrößert, versehen. Nachdem ich den Fehler dieses Instruments durch die Umwendung bey den Beobachtungen der Mittagshöhen des Sterns ζ im Drachen und durch andere nöthige Untersuchungen entdeckte, hing ich an, mit denselben eine Folge von Mittagshöhen der Sonne zu beobachten. Ich brachte hierauf die Dicke der Fäden, den Stand des Barometers und Thermometers, der Strahlenbrechung wegen, in Rechnung, und fand endlich im Mittel aus vielen Beobachtungen die Höhe des Pols genau $56^{\circ} 39' 0''$. Die Beobachtungen welche hierunter am meisten von dieser Bestimmung abweichen, waren die vom 15ten und 27ten Julii, erstere gab die Polhöhe $56^{\circ} 39' 7''$, 3 und letztere $56^{\circ} 38' 52''$, 8, woraus ich folgerte, daß das angegebene Mittel bis auf 4 oder 5 Sekunden genau ist.

1. att. Astronomiskās gadagrāmatas titullapa 1787. gadam un V. Beitlera publikācijas 1. lappuse.

Rīgas ģeogrāfisko platumu Krasilņikovs noteica pēc Saules meridionālā augstuma mērījumiem, lietojot kvadrantu. Viņa rezultātā $+56^{\circ}56'24''$ uzdotas jau loka sekundes. Taču novērošanas vieta arī šajā gadījumā nav precīzi zināma. Ģeogrāfiskā garuma noteikšanai Krasilņikovs novēroja Jupitera pavadoņu aptumsumus ar 16 pēdu tālskati. Rezultāti publicēti 1763. gadā Pēterburgas Zinātņu akadēmijas izdevumā «Novi Commentaria» VIII sējumā. Pirmais Baltijas jūras atlants ar 11 kartēm iznāca jau 1750. gadā.

Ievērojams faktors astronomisko pētījumu attīstībā Latvijas teritorijā bija pirmā astronomiskā observatorija Jelgavas Pētera akadēmijā (*Academia Petrina*, dib. 1775. g.). Līdz tam laikam Latvijā nebija vēl nevienas zinātniskas iestādes, nedz arī augstākās mācību iestādes. Nebija arī atsevišķu zinātnieku, kas nodarbotos ar astronomiju. Observatorijas iekārtošana Pētera akadēmijā ilga vairākus gadus. Pirmo zinātnisko darbu tajā izstrādāja profesors V. Beitlers (1745—1811) 1783. gadā. Tas publicēts Berlīnes Astronomiskajā gadagrāmatā 1787. gadam.

Jelgavas astronomiskās observatorijas darbība vairāk vai mazāk aktīvi

turpinājās gandrīz 100 gadu.² Jelgavas astronomu V. Beitlera un M. Paukera (1787—1855) darbus iespieda Pēterburgas, Berlīnes un Parīzes zinātņu akadēmiju izdevumos. Tiem bija liela nozīme tālāko astronomisko pētījumu attīstībā Latvijā.

18. gs. beigās arī Rīgā radās personas, kas pēc savas iniciatīvas sāka nodarboties ar astronomiskiem novērojumiem. Te vispirms jāmin Rīgas Domskolas matemātikas skolotājs Johans Dāvids Zands (1748—1834). Viņš dzimis Rizenburgā Prūsijā 1748. gada 20. februārī, bet 1765. gadā iestājies Kēnigsbergas universitātē, kur studējis teoloģiju, matemātiku, fiziku, dabaszinātnes un filozofiju. No 1769. līdz 1778. gadam pasniedzis privātsiņģas Igaunijā, bet 1779. gadā pieņēmis aicinājumu strādāt par skolotāju Rīgas Domskolā. Šajā skolā viņš mācīja gandrīz 40 gadus — līdz 1817. gadam, kad aizgāja pensijā. Kopš 1817. gada J. Zands bija Kurzemes Literatūras un mākslas biedrības loceklis.

Zanda pirmais zinātniskais darbs astronomijā — 1787. un 1791. gada Saules aptumsumu aprēķināšana un novērošana — iespiests 1791. gadā Berlīnes Astronomiskajā gadagrāmātā 1794. gadam.

1787. gada 15. jūnija Saules aptumsumu Rīgā Pēterburgas Zinātņu akadēmijas uzdevumā novēroja arī Trisnekers un 1791. gada 3. aprīlī Trisnekers un Vurms, lai aprēķinātu Rīgas ģeogrāfisko garumu.

Turpmākajos gados J. Zands ļoti aktīvi darbojās Rīgas un citu Latvijas vietu (Kokneses, Pļaviņu, Praulienas, Cēsu u. c.) ģeogrāfisko koordinātu noteikšanā, novērojot Saules tuvmeridionālos augstumus ar savu personīgo no Anglijas izrakstīto Trautona spoģuļa sekstantu komplektā ar mākslīģo horizontu. Viņa rīcībā bijis arī Borda riņķis. Zands vēl noteicis daudz Vidzemes punktu augstumus virs jūras līmeņa, lietoģot baro-

Beobachtung und Berechnung der Sonnen- Finflernisse vom Jahr 1787. und 1791.

Von Hrn. Sandt, Lehrer an der Domschule zu Riga. Aus einem Schreiben Desselben vom $\frac{1}{2}$ April 1791.

Im Jahr 1787. den 15. Jun. beobachtete ich in Gesellschaft des Hrn. Subrecht, Germann den Anfang der Sonnenfinflerniss um $5^h - 36' - 56''$ und das Endet desselben um $7^h - 16' - 59''$ wahrer Zeit. Das Barometer stand 27 Zoll 10 Pariser Linien hoch, und das Reaumurische Thermometer zeigte in der Sonne bey dem Anfange $+ 31^{\circ}$, bey der größten Verfinsternung $+ 20^{\circ}$ und am Ende $+ 23^{\circ}$. In Ew. astron. Jahrbüchern für die folgenden Jahre bemerkte ich die Zeitpunkte des Anfangs und des Endes desselben Sonnenfinflerniss von einigen Städten; und ich leh in dem Jahrbuch für 1791 auf der 246ten Seite eine kleine Methode

2. att. Berlīnes Astronomiskajā gadagrāmātā 1794. gadam iespiestās J. Zanda publikācijas 1. lpp.

² Skat. I. Daubes rakstu «Jelgavas astronomiskā observatorija». — «Zvaigžņotā debess», 1975. gada pavasaris, 36. lpp. un I. Rabinoviča rakstu «Jelgavas astronomi». — Astronomiskais kalendārs, 1962. R., 1961, 109. lpp.

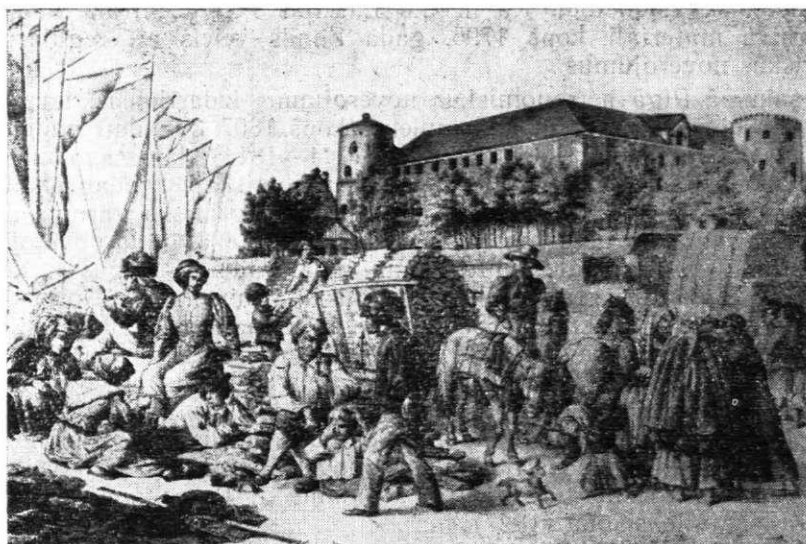
metriskās nivelēšanas metodi. Kā liecina Latvijas PSR Centrālā Valsts vēstures arhīva materiāli, kopš 1795. gada Zands veicis arī regulārus meteoroloģiskus novērojumus.

19. gs. sākumā Rīgā astronomiskus novērojumus izdarījis arī ievērojams valsts darbinieks, kolēģiju padomnieks (kopš 1807. g. valsts padomnieks) Johans Georgs Andreass Brikners (1744—1814), kas sava mūža pēdējos gadus pavadījis Rīgā. Berlīnes Astronomiskajā gadagrāmatā 1808. gadam ievietota viņa publikācija par Rīgas ģeogrāfiskā garuma un platumu noteikšanu. Šim nolūkam Brikners 1802. un 1803. gadā novērojis Saules augstumu un arī Saules aptumsumu 1803. gada 17. augustā. Novērošanai viņš izmantojis tam laikam solidu instrumentu — Dollonda $3\frac{1}{2}$ pēdu ahromātisku tālskati ar 80-kārtīgu palielinājumu. Publikācijas beigās iespiesta piezīme, ka Brikners šo savu darbu iesūtījis arī Pēterburgas Zinātņu akadēmijai, kur tas ar atzinību pieņemts. 1808. gadā J. Brikners ievēlēts par Pēterburgas Zinātņu akadēmijas korespondētājlocekli. Kā teikts J. Zanda publikācijā 1808. gada Berlīnes Astronomiskajā gadagrāmatā, vairākus astronomiskus novērojumus Brikners veicis arī kopā ar Zandu. Briknera biogrāfija atrodama J. Rekes un K. Napjerska biogrāfiskajā leksikonā (1827).

Jau minētajā Zanda publikācijā rakstīts arī par to, ka 1804. gada 9. oktobrī Rīgas ģeogrāfisko platumu ($+56^{\circ}57'7''{,}9$) pēc 9 Saules augstumu mērījumiem noteicis profesors Goldbahs. Par šo darbu tuvākas ziņas nav atrastas. Turpat Zands piemin arī kādu gadus jaunu holandiešu tautības inženierkorpusa ģenerāli van der Veidi, kas, uzturēdamies Rīgā, brīvajā laikā rēķinājis komētu orbitas. Komandējuma laikā Kubaņā viņš miris. Van der Veides ģimene un bagātā matemātiska satūra bibliotēka, kurā bijuši apmēram 500 sējumi dažādās valodās, palikusi Rīgā. Arī par van der Veides Rīgā paveiktajiem darbiem astronomijā tuvāku ziņu trūkst. Iespējams arī, ka tos viņš nav paspējis publicēt.³

19. gs. sākumā Latvijas teritorijā vairākkārt noteiktas ģeogrāfiskās koordinātes ar astronomiskām metodēm. 1805. gadā hidrogrāfs G. Saričevs (1763—1831) astronomiskus novērojumus izdarījis Latvijas lielākajās ostās — Rīgā, Liepājā un Ventspilī, izmantojot Stenlija 8 collu spoguļsekstantu. Akadēmiķis V. Višņevskis (1781—1855) astronomiski noteica ģeogrāfiskās koordinātes Rīgā (pils laukumā pie Pēterburgas traktiera), Jelgavas observatorijā, Liepājā, Valmierā un vēl dažos citos punktos. Viņa rīcībā bija spoguļsekstants un hronometrs. V. Strūve (1793—1864) sakarā ar trigonometriskajiem darbiem veica astronomiskus novērojumus Rīgā, Jēkabpilī un vairākos punktos gar Rīgas jūras līča austrumu piekrasti (Ainažos, Lielpupes grīvā, Diņģu ragā u. c.).

³ Berlīnes Astronomiskajā gadagrāmatā 1786. gadam iespiesta van der Veides publikācija par Hāgā novērotām magnēta adatas novirzēm. Citos turpat minētos ziņojumos redzams, ka van der Veide nopietni nodarbojies arī ar astronomiju. Viņš aprēķinājis jaunatklātās planētas Urāna vietu 1666. gadam un salīdzinājis to ar Tiho Brahes novērojumiem, aprakstījis kādu Tiho Brahes pergamentu, kas atrasts Orānijas prinča bibliotēkā, novērojis Mēness aptumsumu 1783. g. 18. martā, bet Merkura pāriešanu Saules diskam (1786. g.) novērot traucējais makoņainais laiks.



3. att. Malkas laukums Daugavmalā pie Rīgas pils 1842. gadā pēc T. Rikmana litogrāfijas. Uz pils ziemeļrietumu torņa vēl redzams Keislera observatorijas instrumenta paviljons.

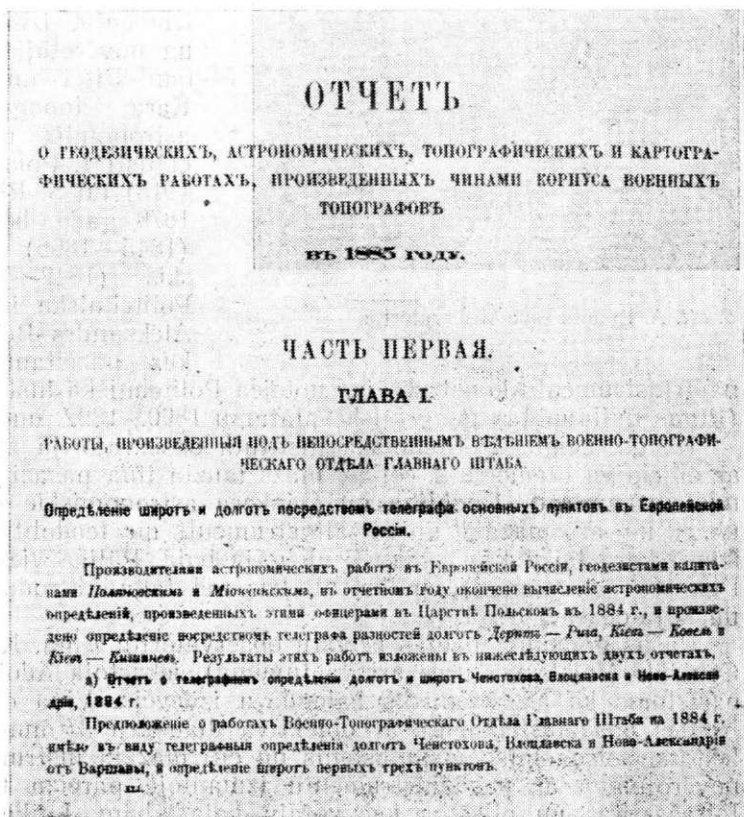
1818. gadā Vidzemes guberņas skolu direktora vietnieks un matemātikas skolotājs guberņas ģimnāzijā Rīgā Vilhelms Frīdrihs Keislers (1777—1828) par saviem līdzekļiem iekārtoja astronomisku observatoriju Rīgas pils t. s. Svētā Gara tornī.⁴ Instrumentus savai observatorijai Keislers ieguva no J. Briknera mantojuma un izrakstīja tos arī tieši no Anglijas. Kā tas lasāms V. Keislera ziņojumā 1823. gadā Altonā izdotajās «Astronomiskajās ziņās» (Astronomische Nachrichten), 1821. gadā viņa observatorijā atradušies šādi instrumenti: Dollonda 6 pēdu pasāžinstrumenti; Trautona augstumu un azimutu riņķis (universālinstruments); abu riņķu diametri vienlīdzīgi 15 collām, riņķi iedalīti ik pa 10', bet nonijs dod iespēju nolasīt 5"; 12 collu Trautona sekstants ar statīvu; 10 collu Trautona sekstants ar stikla horizontu un līmeņrādi, kā arī eļļas un dzīvsudraba mākslīgajiem horizontiem; Dollonda 4 pēdu ahromāts misiņa ietverē līdz ar ierīci horizontālai un vertikālai sikkustībai; tāds pats ahromāts bez šādas ierīces; Trautona 2 $\frac{1}{2}$ pēdu misiņa tālskatis; divi komētu meklētāji; vairāki mazi tālskati ar un bez statīviem; Klindvorta pendelpulkstenis ar restveida pendeli; Auha (Veimārā) astronomiskais pulkstenis ar koka pendļa stangu; tāds pats pulkstenis, ko izgatavojis Politurs Rīgā; Gutkes (Drēzdenē) sekundu skaitītājs; Arnolda sudraba hronometrs Nr. 2124, kā arī sekundu pulkstenis, nivelēšanas tālskatis, barometri, termometri, higrometri, divi Londonā izgatavoti globusi, katrs

⁴ Skat. I. Rabinoviča rakstu «Observatorija Rīgas pils tornī pirms 150 gadiem». — «Zvaigžņotā debess», 1968. gada pavasaris, 35. lpp.

2 pēdas diametrā, un bibliotēka, kurā atradās astronomiskās gadagrāmatas un žurnāli, kā arī Lalanda, Bodes, Delambra, Bonenbergera, Šretera un Suberta darbi.

Keislers savā observatorijā veica regulārus meteoroloģiskos novērojumus un epizodiski arī astronomiskus novērojumus, jo bija ļoti aizņemts savā tiešajā darbā. Viņš noteicis savas observatorijas ģeogrāfiskās koordinātes, novērojis 1818. gada Saules aptumsumu, 1819. gada komētu un V. Strūves vadībā piedalījies Rīgas jūras līča krasta astronomiski trigonometriskajā uzmērīšanā. Keislers bija labs astronomijas popularizētājs un bieži uzstājies ar publiskām lekcijām Melngalvju zālē.

Observatorija Rīgas pils tornī pastāvēja tikai 10 gadus. Pēc Keislera nāves 1828. gada 4. jūnijā tā pārstāja darboties, bet instrumentus un bibliotēku izpārdeva ūtrupē 1832. gadā. Dollonda pasāžinstrumentu nopirka Maskavas universitāte.



4. att. Kara topogrāfiskās daļas atskaite par 1885. gadā veiktiem ģeodēziskiem, astronomiskiem, topogrāfiskiem un kartogrāfiskiem darbiem.



5. att. A. Rihters savā observatorijā.

nadīrinstrumentu konstruētājs,⁵ noteica Politehniskā institūta jumta staba (Rīgas nullpunkta) ģeogrāfisko platumu 1890., 1892. un 1894. gadā.

19. gs. beigās Politehniskā institūta observatorijā atradās refraktors ar objektīva diametru 4 collas, mazs lauza tipa pasāžinstruments, Beka nadīrinstrumenti, Knobliha un Denkera astronomiskie pulksteņi, hronometri un arī mazāki universālinstrumenti un teodolīti. Nelielie instrumenti kara laikā tika evakuēti un gāja bojā. Palika vienīgi Knobliha un Denkera astronomiskie pulksteņi, kas vēl tagad atrodas LVU Astronomiskajā observatorijā.

Pašās gadsimta beigās privātu observatoriju Rīgā, Kaktu ielā (LPSR Centrālā Valsts vēstures arhīva tuvumā), iekārtoja Adolfs Rihters,⁶ kurš pazīstams kā astronomisko kalendāru izdevējs. Viņa observatorijā bija Heides pasāžinstruments ar objektīva diametru 35 mm, refraktors, reflektors, astronomiskais pulkstenis un citi mazāki instrumenti. A. Rihtera novērojumus ar pasāžinstrumentu izmantoja pareizā laika noteikšanai Rīgas ostas un pilsētas iedzīvotāju vajadzībām. Laika signālus toreiz

⁵ Skat. L. Rozes rakstu «Profesora A. Beka instrumenti». — «Zvaigžņpotā debess», 1972. gada rudens, 46. lpp.

⁶ Diemžēl mūsu rīcībā nav ziņu par A. Rihtera biogrāfiju.

19. gadsimta otrajā pusē par svarīgāko zinātnes centru Latvijas teritorijā kļuva Rīgas Politehnikums, kas dibināts 1862. gadā (1896. gadā pārorganizēts par Politehnisko institūtu). Dažus gadus pēc Politehnikuma dibināšanas tajā iekārtoja nelielu astronomisku observatoriju, kur vairākkārt noteiktas ģeogrāfiskās koordinātes ar astronomiskām metodēm un instrumentiem, kas bija kļuvuši daudz modernāki nekā gadsimta sākumā. Precīzus ģeogrāfiskā garuma mērījumus ar pasāžinstrumentu, izmantojot telegrāfu un novērotājiem mainoties vietām Rīgā un Viļņā, izdarīja Kara topogrāfiskā korpusa astronomijas un ģeodēzijas speciālisti I. Pomerancevs (1847—1918) un S. Rilke (1843—1899) 1879 gadā, bet A. Miončinskis (1845—1896) un M. Poļanavskis (1842—?) 1885. gadā. Politehniskā institūta profesors Aleksandrs Beks (1847—1926), kas pazīstams kā savdabīgu

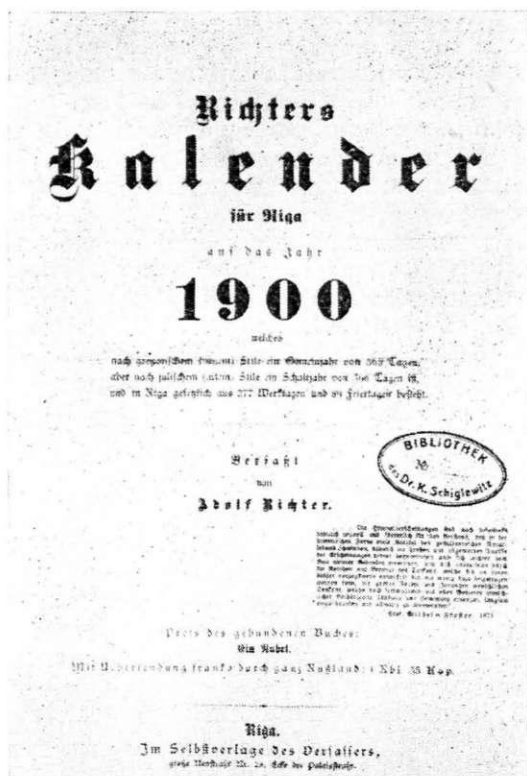
deva Rīgas jūrskola, kur arī aprēķināja pareizo laiku, ņemot vērā A. Rihtera novērojumus un jūrskolā šim nolūkam veiktos novērojumus ar sekstanta palīdzību.

A. Rihtera astronomiskais kalendārs iznāca ik gadus no 1899. līdz 1914. gadam. Šajā apjomīgajā 200—300 lpp. biezajā izdevumā bez Saules un Mēness lēktu, kulmināciju un rietu momentiem dots arī planētu redzamības apraksts, ziņas par Saules un Mēness aptumsumiem, zvaigžņu lieti (meteoroloģiskie dati par iepriekšējo gadu. Hronoloģijas daļā atrodams bagāts izziņas materiāls par kalendāru vēsturi un laika skaitīšanu. Tālāk seko populārzinātniski raksti par astronomiju, ģeogrāfiju, meteoroloģiju un citām dabaszinātņu nozarēm. Starp tiem ir daudz interesantu oriģinālrakstu par aktuālām astronomijas problēmām, informācijas par jaunākajiem zinātnes sasniegumiem vispār, kā arī raksti, kas atspoguļo ievērojamākās vietējās dabas parādības un citus notikumus. Rihtera kalendārā, piemēram, atrodam ziņas par zemestrīcēm Baltijā kopš 17. gs., par cilvēku mēģinājumiem lidot, par ģeogrāfisko koordinātu noteikšanu Rīgā 19. gadsimtā, par ledus iešanu Daugavā un ūdenslīmeņa augstumu tajā un daudzus citus Latvijas zinātnes vēsturei un novadpētniecībai svarīgus datus.

Rihtera observatorija pastāvēja līdz pirmajam pasaules karam. Kara laikā instrumenti pazuduši.

Šajā rakstā nav aplūkoti daži astronomiskie aprēķini un apcerējumi Latvijā 18. gs., jo tie analizēti I. Rabinoviča darbos sakarā ar pētījumiem par heliocentriskā uzskata izplatību Latvijā.⁷ Tāpat nav sīkāk iztirzāti astronomiskie pētījumi, kas veikti Jelgavas, Rīgas pils un Politehniskā institūta observatorijās un arī tie astronomiskie novērojumi, kas saistīti ar V. Strūves un K. Tennera (1783—1859) vadītajiem triangu-

⁷ Skat. I. Rabinoviča rakstu «Heliocentrism Latvijā XVII—XVIII gs.», — Astronomiskais kalendārs, 1971. R., 1970, 144. lpp.



6. att. A. Rihtera kalendāra titullapa 1900. gadam.

lācijas darbiem Vidzemē un Kurzemē 19. gs. pirmajos gadu desmitos, jo tie tuvāk aprakstīti jau citētajos I. Rabinoviča, L. Rozes un I. Daubes rakstos. Šī materiāla galvenais nolūks bija aplūkot vienkopus visus tos astronomiskos novērojumus, ko Latvijas teritorijā veikuši atsevišķi zinātnieki un arī astronomijas entuziasti.

Kā redzējam, Latvijas teritorijā ne 18., ne arī 19. gs. nebija lielu astronomijas centru kā, piemēram, Tartu observatorija Igaunijā, kurā koncentrējās kā astronomijas speciālisti, tā galvenie astronomiskie pētījumi. Astronomiskie pētījumi Latvijā attīstījās epizodiski, dažādās vietās, taču, kopumā ņemot, sekmīgi. Ilggadīgās astronomiskās tradīcijas bija laba bāze, lai Padomju Latvijā varētu sekmīgi attīstīties divas astronomijas zinātniskās pētniecības iestādes — P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Astronomiskā observatorija un Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorija.

M. ZEPE

GAISMAS ĀTRUMA 300 GADI

Gaisma — viens no svarīgākajiem faktoriem cilvēka dzīvē. Taču apbrīnojami lēnām un pa līkloču ceļiem ir attīstījušies uzskati par gaismas dabu. Jau sen domātāju prātus nodarbināja jautājums: kā izplatās gaisma? Vai tā acumirkli piepilda telpu, vai arī paiet zināms laika sprīdis, kamēr tā no viena punkta nonāk kādā citā punktā.

Lukrēcijs (1. gs. pirms m. ē.) savās vārsnās izsaka domu, ka gaisma izplatās ar galīgu ātrumu. Eģiptiešu dabaszinātnieks un astronoms Ptolemejs mūsu ēras 2 gs. pētīja gaismas laušanu, tai pārejot no vienas vides otrā. Bet, liekas, viņš nenojauta, ka šīs parādības cēlonis ir dažādie gaismas ātrumi šajās vidēs. Galilejs 16. gs. bija pārliecināts, ka gaismas ātrumu iespējams izmērit, un izstrādāja principā pareizu eksperimentu, kā to varētu veikt. Turpretī Dekarts un viņa sekotāji vēl 17. gs. apgalvoja, ka gaisma izplatās acumirkli, t. i., ar bezgalīgi lielu ātrumu. Šīs diskusijas izbeidzās tad, kad gaismas ātrumu izdevās noteikt.

Dāņu astronoms Ole Kristiansens Rēmers (1644—1710) bija pirmais, kas izmērija gaismas ātrumu. Šis atklājums ne tikai ievadīja jaunu posmu optikas vēsturē, bet bija nozīmīgs visā fizikas un arī kosmoloģijas tālākajā attīstībā.

O. Rēmera dzīves gājums un zinātniskā darbība īsumā šādi. 18 gadu vecumā viņš kļuva par Erasma Bartolina¹ skolnieku Kopenhāgenā un strādāja arī Tiho Brahes observatorijā Uraniborgā. Taču drīz par viņa darba vietu kļuva Francija.

1671. gadā uzsāka darbu jaunā Parīzes observatorijā, ko vadīja no Itālijas ataicinātais astronoms Dž. Kasīni. 1672. gadā Dānijā ieradās franču astronoms Ž. Pikars, un kopā ar Rēmeru viņi noteica Uranibor-

¹ E. Bartolins arī pazīstams optikas vēsturē: viņš pirmais novēroja un aprakstīja gaismas laušanu Islandes špata kristālā (1669. g.).

gas observatorijas koordinātes. Šo darbu veikuši, abi zinātnieki pārcēlās uz Parīzi.

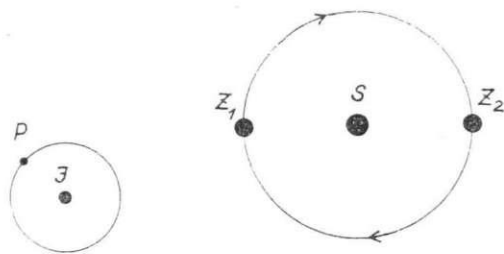
Parīzes observatorija saņēma svarīgu uzdevumu — izstrādāt metodi, kā uz jūras noteikt ģeogrāfiskos garumus. Vēl būdams Itālijā, Kasīni bija sācis pētīt Jupiteru un tā pavadoņus. Šo darbu viņš turpināja arī Parīzē. Tā kā šie pavadoņi samērā īsā laikā apriņķo savu planētu, tad Kasīni domāja, ka tos varētu uzskatīt par sava veida debesu pulksteņiem, kas labi redzami no visiem Zemes punktiem. Šādu «pulksteni» varētu izmantot ģeogrāfisko garumu noteikšanai. Šim nolūkam īpaši noderīgs izrādījās pirmais — Jupiteram tuvākais pavadonis, jo tas riņķo visātrāk. Tā radās vajadzība iespējami precīzi noteikt Jupitera pavadoņu efemerīdas. Pirmās efemerīdas Kasīni publicēja 1668. gadā, un arī vēlākajos gados viņš turpināja tās aprēķināt.

Kad Parīzē ieradās Rēmers, viņš kopā ar Kasīni sāka novērot Jupitera pavadoņu aptumsumus. Rēmers konstatēja, ka šie aptumsumi bieži vien iestājas vēlāk, nekā tie paredzēti Kasīni efemerīdās. Šī starpība starp aprēķināto un novēroto laika mirkli bija atkarīga no Zemes un Jupitera savstarpējā stāvokļa. Vislielākā tā bija tad, kad Zeme atradās vistālāk no Jupitera. 1675. gadā Kasīni izteica domu, ka novērojumu cēlonis varētu būt tas, ka paiet apmēram 11 minūtes, kamēr gaismas noieta ceļu, kas vienāds ar Zemes orbītas diametru. Taču viņš tūlīt no šīs idejas atteicās, uzskatīdams par novēlošanas cēloni kādus vēl neizpētītus traucējumus. Rēmers turpretī pieķērās šai domai un rūpīgi analizēja novērojumus no šī viedokļa. Viņa sprieduma gaitu var paskaidrot šādi. 1. attēlā parādīts, kā, Zemei riņķojot ap Sauli, izmainās tās attālums līdz Jupiteram. Zemei pārvietojoties no punkta Z_1 un Z_2 , aptumsuma iestāšanās mirklis arvien vairāk novēlojas, punktā Z_2 novēlojums ir vislielākais. Bet, Zemei ejot no Z_2 uz Z_1 , tas atkal samazinās. Ja visilgākā novēlojuma laiks ir t un Zemes orbītas diametrs ir d , tad gaismas ātrums $c = \frac{d}{t}$. Izskaitļojot Rēmers ieguva $c \approx 214\,000$ km/s. Pašreiz mēs

zinām, ka gaismas ātrums vakuumā ir $c \approx 300\,000$ km/s. Rēmera kļūdas galvenais cēlonis bija nepareizi noteiktais Zemes orbītas diametrs.

1676. gada 21. novembrī Rēmers ziņoja Francijas Zinātņu akadēmijas sanāksmē par saviem rezultātiem. Šo ziņojumu nebūt neuzņēma ar sajūsmu. Gandrīz neticami, ka viens no stingrākajiem un naidīgākajiem Rēmera pretiniekiem bija Kasīni. Opozīcijā nostājās arī Dekarts un viņa skola. Dekarts toreiz bija autoritāte, un viņa uzskati stipri ietekmēja zinātnisko domu.

Rēmers nostrādāja Francijā



1. att. J — Jupiters, P — Jupitera pavadonis (attēlots tikai viens), S — Saule, Z_1 un Z_2 — Zeme divos dažādos punktos uz orbītas.

9 gadus. Viņu ievēlēja par Zinātņu akadēmijas locekli. Ludviķis XIV Rēmeru pieņēma arī par kronprinča skolotāju. 1679. gadā Rēmeru komandēja uz Angliju, kur viņš sastapās ar I. Ņūtonu, E. Halleju, Dž. Flemstīdu.

Kad 1681. gadā Rēmers atgriezās Kopenhāgenā, viņu iecēla par kara-lisko matemātiķi un par astronomijas profesoru universitātē. Viņš kļuva arī observatorijas direktors.

Astronomijas vēsturē Rēmers bez tam pazīstams kā daudzu astrono-misku instrumentu izgudrotājs un uzlabotājs. Tā, piemēram, 1689. gadā viņš konstruēja pasāžinstrumentu un izdara ar to daudz novērojumu.

Rēmers bija jau miris, kad nāca klajā jauni atklājumi, kas apstipri-nāja hipotēzi par gaismas galīgo ātrumu. 1725. gadā D. Bredlijs, pētī-dams zvaigžņu aberāciju, ieguva apmēram tādu pašu gaismas ātruma vē-rtību. Kopš tā laika gaismas ātrums ir daudzkārt noteikts ar dažādām me-todēm gan vakuumā, gan vielās, arvien uzlabojot mērīšanas precizitāti. Kopš 1958. gada uzskata, ka vakuumā visprecīzākā gaismas ātruma vē-rtība ir $c = 299\,792,5 \pm 0,4$ km/s.

Gaismas ātruma noteikšana ievadīja jaunu ēru zinātnes vēsturē. 19. gs. beigās H. Hercs atklāja, ka elektromagnētiskie viļņi izplatās vakuumā ar tieši tādu pašu ātrumu. No tā varēja secināt, ka gaisma arī ir elektro-magnētiskie viļņi. Tā šis fizikālais lielums c kļuva par saiti, kas savienoja optiku ar elektrodinamiku. Bet tas vēl bija tikai jauno atklājumu sākums.

Pagājušā gadsimta beigās Maikelsons un Morlejs konstatēja, ka gais-mas ātrums ir universāla konstante, kuras lielums nav atkarīgs no koor-dinātu sistēmas, kādā tā mērīta. Šis fakts nebija saprotams no klasiskās fizikas viedokļa un ierosināja A. Einšteinam domu revidēt parastos uz-skatus par laiku un telpu. Tā radās jauna fizikas nozare — relativitātes teorija. Bet relativitātes teorijas vienādojumos atklājas vēl viena nepa-rasta gaismas ātruma īpašība: tas ir vislielākais ātrums, ar kādu var izplatīties signāli, citiem vārdiem, ar kādu enerģija var pārvietoties telpā. Gaismas ātrums figurē vienādojumos, kas saista telpas un laika koordinā-tes, līdz ar to telpa un laiks kļūst par viena četrdimensionāla kontinuuma komponentēm. Šī konstante nosaka arī sakaru starp ķermeņa masu m un tai atbilstošo enerģiju E : $E = mc^2$.

Tādējādi gaismas ātrums ir fundamentāls lielums mūsdienu fizikā un kosmoloģijā, jo tas nepieciešams gan matērijas īpašību, gan telpas un laika raksturošanai.

ASTRONOMIJA SKOLĀ

ZVAIGŽŅU ENERĢIJAS AVOTI

Dabā pastāv enerģijas nezūdamības likums — enerģija nevar rasties no nekā, tā var tikai pāriet no vienas formas citā formā. Kā mēs zinām no iepriekšējā materiāla,¹ temperatūra zvaigžņu dzīlēs sasniedz vairākus miljonus grādu. Bet, pastāvot temperatūras starpībai, siltums pāriet no karstākiem ķermeņiem vai ķermeņa daļām uz aukstākiem. Arī zvaigznēs siltuma enerģija pāriet no ļoti karstām centrālajām daļām uz ārpusi un tiek izstarota telpā. Tātad zvaigznē jābūt kādam enerģijas avotam, kas kompensē enerģijas zudumus no zvaigznes virsmas.

Varbūt zvaigzne vienkārši izstaro savus siltuma enerģijas krājumus? Tad ar laiku temperatūra zvaigznes dzīlēs pazemināsies un izjauks zvaigznes līdzsvaru, jo mazākā temperatūrā gāzes spiediens vairs nevar pretoties zvaigznes gravitācijas spēkam un zvaigzne sāks saspiesties. Tā kā katrai zvaigžņu vielas daļiņai piemīt noteikta potenciāla enerģija, daļiņai tuvojoties zvaigznes centram, potenciālā enerģija pāriet kinētiskajā un siltuma enerģijā. Tātad, zvaigznei saspiēžoties, atbrivojas zvaigznes gravitācijas potenciālā enerģija (to dažreiz sauc vienkārši par gravitācijas enerģiju). Daļa no šīs enerģijas paaugstina temperatūru, kā rezultātā (pēc Klapeirona vienādojuma) spiediens pretojas zvaigznes ļoti ātrai saspiešanai. Pārējā gravitācijas enerģijas daļa tiek izstarota telpā. Arī pēc formulas (11) no mūsu iepriekšējā raksta izriet, ka, zvaigznes rādiusam samazinoties, aug temperatūra centrā. Rodas jautājums, cik ilgam laikam pietiks zvaigznei tās potenciālās (gravitācijas) enerģijas krājuma?

Ķermeņa potenciālā enerģija Π augstumā h līdzinās

$$\Pi = Mgh,$$

kur M ir ķermeņa masa, g — brīvās krišanas paātrinājums. Saspiežas visa zvaigzne, tāpēc varam pieņemt, ka M ir zvaigznes masa, g ir brīvās krišanas paātrinājums, kura vērtību uz zvaigznes virsmas (zvaigznes dzīlēs g ir apmēram tāds pats) var aprēķināt pēc formulas:

$$g = \gamma \frac{M}{r^2},$$

r ir zvaigznes rādiuss, γ — gravitācijas konstante.

Aprēķinot pilnus potenciālās enerģijas krājumus, pieņemsim, ka $h=r$, t. i., zvaigzne saspiežas līdz ļoti maziem izmēriem. Tātad pilna zvaigznes gravitācijas potenciālā enerģija ir:

$$\Pi = \frac{\gamma M^2}{r}.$$

¹ Skat. J. Francmanis. Zvaigžņu fizika vidusskolā. — «Zvaigžņotā debess», 1975. gada rudens, 31. lpp.

Precīzi aprēķini, pielietojot augstāko matemātiku, dod apmēram tādu pašu izteiksmi.

Zvaigznei saspiežoties, apmēram puse no enerģijas tiek iztērēta temperatūras paaugstināšanai, otra puse izstarojas no zvaigznes virsmas. Tāpēc laiku, cik ilgi zvaigzne var eksistēt, patērējot tikai potenciālo (gravitācijas) enerģiju, var aprēķināt, dalot gravitācijas enerģijas izteiksmi ar $2L$, kur L — enerģija, ko izstaro zvaigzne noteiktā laika vienībā:

$$t = \frac{\gamma M^2}{2rL}.$$

Saulei $t=1,6$ miljoni gadu. Tas ir ļoti maz, jo ir zināms, ka Zeme, Mēness un arī Saule eksistē vismaz vairākus miljardus gadu. Tātad Saulē un arī citās zvaigznēs ir jābūt kādam enerģijas avotam, kas ļautu zvaigznei «dzīvot» daudz ilgāk.

Zvaigžņu enerģijas avotu problēma interesēja astronomus jau sen. Ap 1849. gadu tika izvirzīta tā saucamā Maijera meteorītu teorija, pēc kuras Saules enerģija rodas, kritot uz tās meteorītiem. Tomēr aprēķini pierādīja, ka tik milzīgs meteorītu daudzums ap Sauli nevar būt. Kļūdaina izrādījās arī radioaktivitātes teorija. Iespēju atbildēt uz jautājumu — kā rodas zvaigžņu enerģija — deva tikai kodolfizikas attīstība. Kad 1920. gadā Rezerfords pirmoreiz realizēja mākslīgu kodola pārvērtību, daudzi zinātnieki saprata, ka šis atklājums jāizmanto Saules un zvaigžņu enerģijas avotu izskaidrošanai. Problēmu atrisināja amerikāņu fiziķis Bēte, kurš 1938.—1939. gadā teorētiski aprēķināja, kādas kodolreakcijas notiek zvaigžņu dzīlēs. Par sasniegumiem astrofizikā un par zvaigžņu enerģijas avotu teorētiskajiem pētījumiem 1967. gadā Bētem piešķīra Nobela prēmiju.

Vienkāršākās kodolreakcijas notiek, kodolam saduroties ar protonu vai neitronu. Reakcijas ar neitroniem var notikt ļoti viegli — nekas netraucē tiem tuvoties kodolam tuvu un izraisīt kodolpārvērtības. Tāpat kā jebkuram kodolam, protonam ir pozitīvs lādiņš, tāpēc tam jāpiešķir liels ātrums, lai tas varētu pienākt pietiekami tuvu kodolam, kur sāk darboties kodolspēki. Pētot kodolreakcijas Zemes apstākļos, protonus paātrina, piemēram, ar sinhrofazotronu palīdzību. Teiktais vēl lielākā mērā attiecas uz reakcijām ar α daļiņām, jo tām lādiņš ir divas reizes lielāks par protona lādiņu.

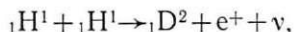
Kosmiskajos apstākļos kodolreakcijas ar neitroniem notiek reti, jo brīvais neitrons ir nestabils un pusstundas laikā sabrūk, radot protonu, elektronu un neitrīno. Bet kodolreakcijām ar protoniem jānotiek ļoti bieži, jo ūdeņradis ir visizplatītākais elements Visumā (protoni ir ūdeņraža atomu kodoli). Temperatūra zvaigžņu dzīlēs ir augsta, tāpēc tur ir daudz protonu ar lieliem ātrumiem: augsta temperatūra veicina protonu un α daļiņu kustības paātrināšanos zvaigznēs. Tomēr ir nepieciešams atzīmēt, ka temperatūra zvaigznes centrālajos apgabalos nav tik augsta, lai nodrošinātu katram protonam iespēju piedalīties kodolreakcijā. Tikai tad, kad daudzu sadursmju rezultātā kādam no protoniem ātrums vairākus desmitus reīzu pārsniedz vidējo siltuma kustības ātrumu, tas var reaģēt ar kādu citu daļiņu vai kodolu.

Zvaigžņu evolūcijas sākuma stadijās kodolenerģija atbrīvojas, četriem protoniem apvienojoties vienā hēlija kodolā (pie tam divi protoni pārvēršas neitronos). Apskatīsim, vai tiešām šādu reakciju rezultātā izdalās enerģija. Viena protona masa atomvienībās ir 1,00813, tātad četru protonu masa ir 4,03252. Hēlija kodola masa ir 4,00389, tātad starpība (masas defekts) ir 0,02863. Attiecīgo enerģiju E var aprēķināt pēc Einšteina formulas:

$$E = mc^2,$$

$c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/s — gaismas ātrums, m — masa. Četriem protoniem apvienojoties, hēlijā izdalās $4,3 \cdot 10^{-5}$ ergi (ņemot vērā, ka protona masa ir $1,67 \cdot 10^{-24}$ g). Tātad šo kodolreakciju rezultātā enerģijā pārvēršas apmēram septiņas tūkstošdaļas no masas ($0,02863 : 4,03252 = 0,007$). Ja visa Saule sastāvētu no ūdeņraža, tad, visam ūdeņradim pārvēršoties hēlijā, izdalītos $2 \cdot 10^{33} \cdot 0,007 \cdot 9 \cdot 10^{20} = 1,3 \cdot 10^{52}$ ergi (Saules masa ir $2 \cdot 10^{33}$ g). Katru sekundi Saule izstaro $3,8 \cdot 10^{33}$ ergu, tāpēc kopējā enerģijas daudzuma pietiktu $3 \cdot 10^{18}$ s (ap 100 miljardu gadiem). Tātad kodolreakcijas pilnā mērā var izskaidrot zvaigžņu enerģijas avotus. Pašlaik ir zināmas divas kodolreakciju secības, kuru rezultātā no četriem ūdeņraža atomu kodoliem — protoniem rodas hēlija kodols.

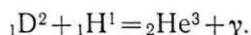
Protonu—protonu cikls. Kad divi protoni saduras, tad visbiežāk pēc sadursmes tie atkal aizlido dažādos virzienos. Un tikai ļoti retos gadījumos notiek reakcija.



(${}_1\text{D}^2$ ir deitērijs, sastāv no viena protona un viena neitrona, e^+ — pozitrons, ν — neitrīno). Lai šāda reakcija varētu notikt, ir nepieciešams divu ļoti retu priekšnosacījumu piepildījums:

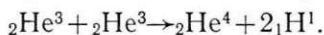
- 1) viena protona enerģijai vismaz 20 reizes ir jāpārsniedz vidējo daļiņu, kas veido zvaigžņu vielu, siltuma enerģiju;
- 2) ārkārtīgi īsajā laikā (10^{-21} s), kamēr divi protoni lido viens otram garām, vienam no tiem jāpaspēj pārvērsties neitronā, izstarojot pozitronu un neitrīno. Un tikai tad šis neitrons var savienoties ar protonu un radīt deitērija kodolu.

Minēto divu nosacījumu izpildīšana gadās ļoti reti, vidēji katrs protons var piedalīties šādā reakcijā vienu reizi 14 miljardu gadu laikā. Tomēr, tā kā zvaigznēs protonu ir ļoti daudz, reakcija norit pietiekami intensīvi. Pozitrons, kas izdalās šīs reakcijas rezultātā, diezgan ātri apvienojas ar kādu elektronu, un tie pārvēršas elektromagnētiskajā starojumā. Turpmāk deitērija kodols ļoti ātri, vidēji pēc 6 s, «atrod» protonu, kam ir pietiekams ātrums, kas ļauj tam pietert tuvu kodolam un apvienoties ar to:



Rezultātā rodas viens hēlija izotops ar atomsvaru 3, tas sastāv no diviem protoniem un viena neitrona. Reakcijas lielais ātrums salīdzinājumā ar iepriekšējo ir izskaidrojams ar to, ka nevienam protonam nav jāpārvēr-

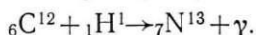
šas neitronā. Hēlija izotops ${}^2\text{He}^3$ tālāk reaģē ar tādu pašu kodolu, veidojot normālā hēlija izotopa ${}^2\text{He}^4$ kodolu un divus protonus:



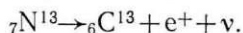
Šī reakcija arī notiek diezgan reti, viens hēlija izotopa kodols «meklē» otru apmēram 1 miljonu gadu, jo ${}^2\text{He}^3$ kodolu ir samērā maz.

Jāatzīmē, ka reakciju ātrumi ir atkarīgi no zvaigznes vielas blīvuma, temperatūras un protonu relatīvā daudzuma, jo pie lieliem blīvumiem lielāka ir daļiņu sadursmju varbūtība, un augstākā temperatūrā pieaug daļiņu vidējais ātrums. Minētie reakciju ātrumi attiecas uz apstākļiem Saules centrā (temperatūra 14 miljoni grādu, blīvums 100 g/cm^3).

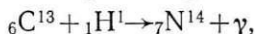
Oglekļa—slāpekļa cikls. Zvaigznēs, kas ir masīvākas par Sauli, darbojas citas kodolreakcijas, t. s. oglekļa — slāpekļa cikls, kurā ņem dalību arī oglekļa, slāpekļa un skābekļa kodoli. Šis cikls ir efektīvs temperatūrās, kas pārsniedz 15—16 miljonu grādu. Cikls sākas ar to, ka protons vidēji pēc 13 miljoniem gadu trāpa oglekļa kodolā un paliek tanī:



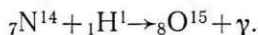
Rodas slāpekļa nestabila izotopa kodols, kas pēc 7 minūtēm sabrūk un pārvēršas stabilā oglekļa izotopā ar to pašu atomsvāru:



Kodols ${}_6\text{C}^{13}$ apmēram pēc 2,7 miljoniem gadu reaģē ar protonu:



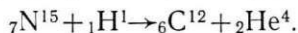
arī ${}_7\text{N}^{14}$ reaģē ar protonu (vēl pēc 320 miljoniem gadu):



Katrā no šīm reakcijām izdalās enerģija elektromagnētiskā starojuma veidā. Rodas nestabils ${}_8\text{O}^{15}$ kodols, kas 82 s laikā sabrūk, pārvēršoties slāpekļa stabilā izotopā un izdalot pozitronu un neitronu:

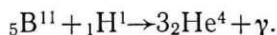
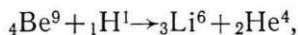
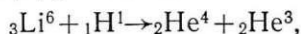


Beidzot, ${}_7\text{N}^{13}$ kodols reaģē ar protonu, veidojot oglekli un hēliju:



Šīs reakcijas ātrums ir ap 110 tūkstošiem gadu. Pēc tam cikls sākas no jauna. Tātad ogleklim un slāpeklim ir tikai katalizatora loma. Šo reakciju rezultāts tāds kā protonu—protonu ciklā: no četriem protoniem rodas viens hēlija kodols.

Zvaigznē ļoti intensīvi notiek arī reakcijas ar vieglajiem elementiem — litiju, beriliju, boru. Un arī šinī gadījumā protoni, reaģējot ar minētajiem elementiem, pārvēršas hēlijā, piemēram:

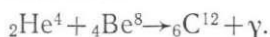


Taču minētajās reakcijās litija, berīlija un bora kodoli neatjaunojas, kā tas bija oglekļa—slāpekļa ciklā ar oglekļa, slāpekļa un skābekļa kodoliem. Viegļie elementi zvaigžņu dzīlēs ļoti ātri paši pārvēršas hēlijā (apmēram viena miljona gadu laikā), un tie var būt par kodolenerģijas avotiem tikai pašā zvaigžņu evolūcijas sākuma stadijā.

Kad vns ūdeņradis zvaigznes centrālajos apgabalos ir pārvērties hēlijā, zvaigzne sāk atkal saspieties, un, potenciālajai enerģijai izdaloties, temperatūra turpina pieaugt. Kad tā sasniedz ap simts miljonu grādu, enerģija izdalās tā saucamā trīskārtējā α procesa rezultātā, kas sastāv no divām reakcijām. Ja divām α daļiņām kinētiskā enerģija ir apmēram 10 reizes lielāka par vidējo 100 miljonu grādu temperatūrā, tās var uz pavisam īsu laiku radīt ļoti nestabilu berīlija izotopu ${}^8_4\text{Be}$:



Ja laikā, kamēr kodols ${}^8_4\text{Be}$ nav vēl spējjis sabrukt atkal divās α daļiņās, tam pievienojas vēl viena α daļiņa, var rasties stabila oglekļa izotopa kodols ar enerģijas izdališanos:



Kad zvaigznē izdeg viss ūdeņradis, zvaigžņu evolūcijas tālākajās stadijās trīskārtējais α process var būt par galveno enerģijas avotu.

Kodolreakciju nozīme neaprobežojas tikai ar enerģijas izdališanos. Reakciju rezultātā mainās zvaigžņu ķīmiskais sastāvs: reakcijas ar ūdeņradi (protoniem) noved pie ūdeņraža pārvēršanas hēlijā, oglekļa—slāpekļa ciklā piedalās C, N un O elementi. Kaut gan to kodolu summa nemainās, ar laiku mainās relatīvais katra elementa kodolu skaits, kamēr tiek panākts līdzsvara stāvoklis, t. i., kad šo elementu kodolu skaita attiecība ir apgriezti proporcionāla attiecīgo reakciju varbūtībai.

Pēc hēlija krājumu izsmelšanas zvaigznes centrālajos apgabalos tur atkal var sākties saspiešanās un temperatūras paaugstināšanās, rezultātā var sākties citas reakcijas, piemēram, oglekļa un citu vēl smagāku elementu «degšana».² Tālākās reakcijas mēs šajā rakstā neaplūkosim, jo lielākā daļa no visa iespējamā enerģijas daudzuma izdalās tieši ūdeņraža un hēlija «degšanas» laikā.

J. Francmanis

TREŠĀ SKOLĒNU ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE

Par tradicionālām jau kļuvušas skolēnu astronomijas olimpiādes, kuras kopš 1973. gada notiek ik gadus aprīļa mēnesī, kad visa pasaule atzīmē Kosmonautikas dienu. Astronomijas olimpiādes organizē Rīgas pilsētas Skolu metodiskais kabinets sadarbībā ar Republikānisko Zinību

² Skat. U. Dzērvītis. Zvaigžņotā dziļu ķīmija. — «Zvaigžņotā debess», 1964. gada vasara, 1. lpp.



1. att. Olimpiādes I kārtas uzvarētāji latviešu plūsmā.

namu un Vissavienības astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļu.

Olimpiādes mērķis — padziļināt skolēnu zināšanas un praktiskās iemaņas astronomijā un mērķtiecīgi tās izmantot vecāko klašu audzēkņu materiālistiskā pasaules uzskata veidošanā; palielināt skolēnu interesi par astronomijas priekšmeta apgūšanu; piesaistīt darbam ateisma jautājumos; palīdzēt profesijas izvēlē.

Šogad skolēnu astronomijas olimpiāde noritēja 25. (I kārtā) un 27. aprīlī (II kārtā).

Saskaņā ar nolikumu olimpiādē var piedalīties 2 skolēni no katras skolas. Taču šogad uz astronomijas olimpiādes I kārtu ieradās tikai 37 skolēni no Rīgas 18 skolām. No tā var secināt, ka daudzas mācību iestādes ir ļoti pasivas un nelabprāt sūta savus pārstāvjus uz pilsētas olimpiādēm. Tas savukārt parāda — kādās skolās astronomijas pasniegšana organizēta vislabāk un kādās nepietiekami augstā līmenī.

Olimpiādes I kārtas dalībniekiem rakstiski bija jāatbild uz sešiem jautājumiem. Darbus vērtēja pēc punktiem — par katru pareizi atrisinātu uzdevumu vai atbildētu jautājumu skolēns varēja saņemt noteiktu punktu skaitu. Maksimālais kopējais punktu skaits — 40. Sniedzam vienu no I kārtas variantiem.

1. Nenorietošās zvaigznes augšējā kulminācija ir $50^{\circ}43'$ un apakšējā kulminācija $20^{\circ}55'$ augstumā. Aprēķināt zvaigznes deklināciju un novērojuma vietas ģeogrāfisko platumu. Paskaidrot ar zīmējumu!

2. Sīriusa (Lielā Suņa α) gada paralakse ir $0''37$ un Spikas (Jauna-

vas α) gada paralakse $0'',02$. Kura zvaigzne ir tālāk un cik reižu? Aprēķināt attālumu parsekos, gaismas gados un astronomiskajās vienībās!

3. Spožuma minimuma laikā aptumsuma dubultzvaigznes lielākā komponente pilnīgi aizsedz mazāko. Laikā starp aptumsumiem dubultzvaigznes spožums ir 4,25 zvaigžņu lielumi. Kāda ir komponentu spožuma attiecība, ja minimuma laikā dubultzvaigznes spožums ir 5,00 zvaigžņu lielumi?

4. Harkovā ir pusdienu, bet Kazaņā tai pašā laikā $12^{\text{st}}52^{\text{m}}$. Kāds ir Kazaņas ģeogrāfiskais garums grādos, ja $\lambda_{\text{Hark.}} = 36^{\circ}15'$. Kādā laika joslā atrodas Kazaņa?

5. Miglāji un to veidi.

6. Atbildēt isi — kas ir

- | | |
|----------------|-------------------|
| 1) A. Ļeonovs? | 5) N. Armstrongs? |
| 2) «Luna-16»? | 6) BTA? |
| 3) Ganimeds? | 7) I. Kants? |
| 4) ГАИИИ? | 8) Reguls? |

Grūtības sagādāja praktiskas dabas uzdevumi — vietas ģeogrāfiskā platuma un garuma noteikšana, aptumsuma maiņzvaigznes komponentu spožuma attiecības aprēķināšana, samērā daudz bija tīri matemātisku kļūdu.

Olimpiādes otrā kārtā notika 27. aprīlī Republikāniskā Zinību nama planetārijā. Saskaņā ar olimpiādes nolikumu otrajā kārtā piedalījās tie skolēni, kuri pirmajā kārtā saņēma ne mazāk par 20 punktiem. Skolēniem mutiski bija jādod atbildes uz dažādiem astrofizikas un kosmonautikas jautājumiem. Lūk, daži no tiem.

1. Nosauciet raksturīgākos pavasara zvaigznājus!
2. Kādas planētas tagad var novērot pie debesīm?
3. Kā Saule ietekmē dzīvību uz Zemes?
4. Kādi ievērojamākie atklājumi astronomijā veikti pēdējā laikā?
5. Kas raksturīgs planētām milžiem?
6. Ko jaunu par planētu Merkuru pastāstīja «Mariner-10»?
7. Kas ir ārpusatmosfēras astronomija? Ko jaunu tā devusi?
8. Kā noteica, ka asteroīdu forma ir neregulāra?
9. Kad tika pierādīts, ka Zeme riņķo ap Sauli?
10. Ko jūs zināt par Krabja miglāju?

Tikai nedaudz skolēni labi orientējās visos jautājumos. Bet bija arī tādi, kas nezināja atbildēt uz vairākiem elementāriem jautājumiem, it īpaši pavisam atbildes varēja dzirdēt par jaunākajiem sasniegumiem kosmosa apgūšanā un par atklājumiem mūsdienu astrofizikā.

Galīgajā olimpiādes dalībnieku snieguma vērtējumā tika ņemti vērā skolēnu patstāvīgie darbi. Šogad bija iesniegti šādi referāti: «Mūsu Saules sistēma» (A. Golbraihs, Rīgas 12. vidussk.); «Tiho Brahes un Johana Keplera zinātniskā darbība» (E. Rudass, Rīgas 60. vidussk.); ««Pioneer-10» pie Jupitera» (A. Krons, Rīgas 8. vidussk.); «Komētas» (S. Ņemceva, Rīgas 63. vidussk.), 13. vidussk. skolnieks A. Popovs nodeva žūrijas komisijai maiņzvaigžņu novērojumu žurnālu un paša iegūtos Mēness fotoattēlus.



2. att. Žūrijas komisijai atbild olimpiādes I vietas ieguvējs krievu plūsmā Anatolijs Popovs (Rīgas 13. vidusskola).

Par III astronomijas olimpiādes uzvarētājiem latviešu plūsmā kļuva Sandra Segliņa (1. vidussk.) un Gunta Apine (4. vidussk.), otrajā vietā ierindojās Vita Balode (1. vidussk.) un Baiba Tutāne (45. vidussk.), trešajā vietā — Edīte Melhere (45. vidussk.); krievu plūsmā pirmo vietu izcīnīja Aleksandrs Šalimovs (60. vidussk.) un Anatolijs Popovs (13. vidussk.), otro vietu — Svetlana Ņemceva (63. vidussk.) un Ļevs Averbuhs (16. vidussk.), trešo vietu — Aleksandrs Golbraihs (12. vidussk.) un Viktors Mihailovs (60. vidussk.).

Olimpiādes žūrijas komisijas sastāvā bija A. Vērdiņa (Rīgas pilsētas Skolu metodiskais kabinets), A. Asare (VAĢB Latvijas nodaļa), E. Detlova (Rīgas 1. vidussk.), P. Ivanovs (Rīgas 60. vidussk.), D. Kalašņiks (Rīgas 63. vidussk.), J. Žagars un E. Mūkina (LVU observatorija), L. Kondraševa un J. Mieziš (Republikāniskais Zinību nams), J. Voss (planetārija jauno astronomu pulciņa vadītājs).

Olimpiādes uzvarētājus apbalvoja ar Rīgas Tautas izglītības nodaļas diplomiem, kā arī Zinību nama un VAĢB Latvijas nodaļas balvām.

Nākamā gada pavasarī jaunus astronomijas draugus gaida kārtējā olimpiāde. Padoms var būt tikai viens: nopietnāk gatavoties šim pasākumam, biežāk lasīt zinātniski populāros žurnālus, apmeklēt planetārija lekcijas!

J. Mieziš

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1975./76. GADA ZIEMĀ

DAŽI ASTRONOMISKI DATI

1975./76. gada ziema sākas 22. decembrī pl. 14st46^m pēc Maskavas dekrēta laika, kad Saule nonāk ziemas saulgriežu punktā un tai ir vislielākā iespējamā dienvidu deklinācija ($-23^{\circ}27'$). Visā ziemeļu puslodē šajā laikā ir visīsākās dienas un visgarākās naktis. Ziemas saulgriežu punkts agrāk atradās Mežāža zvaigznājā, un to vēl tagad apzīmē ar Mežāža zīmi ζ , kaut gan Zemes ass precesijas dēļ tas ir pārvietojies uz Strēlnieka zvaigznāju. Tāpēc dažreiz saka, ka ziemas sākumā Saule ieiet Mežāža zīmē. Mežāža zvaigznājā tā nonāk janvāra beigās.

4. janvārī pl. 14st16^m,1 pēc Maskavas laika Zeme atrodas Saulei vistuvākajā orbītas punktā — perihēlijā. Līdz Saulei šajā momentā ir 147,1 miljons kilometru; Zemes orbitālais ātrums — 30,27 km/s. Vistālāk no Saules (afēlijā) Zeme atrodas 3. jūlijā. Līdz Saulei tad ir 152,1 miljons kilometru; Zemes orbitālais ātrums — 29,27 km/s.

Perihēlijā Zeme saņem no Saules par dažiem procentiem lielāku enerģijas plūsmu nekā afēlijā. Tas jūtami mīkstina ziemas aukstumu un vasaras karstumu ziemeļu puslodē. Dienvidu puslodē turpretim šī paša iemesla dēļ vasaras ir vēl karstākas, bet ziemas aukstākas.

Eliptiskā orbīta ir par iemeslu arī tam, ka Zemes gadalaiki nav vienāda garuma. Ieguvēja atkal ir ziemeļu puslode. Pavasara un vasaras kopīgais garums mūsu puslodē ir 186,4 dienas, bet rudens un ziemas — 178,8 dienas. Dienvidu puslodē ir otrādi. Astronomiskie faktori, kas iespaido klimatu, ir labvēlīgāki ziemeļu puslodei.

1. janvārī pl. 8st16^m sākas tropiskais gads 1976.0.

ZEMES KAIMIŅŠ — STAROJOSAIS SIRIUSS

Ziemas naktīs pie debesīm mirgo un laistās visās varavīksnes krāsās spožākā no Zemes redzamā zvaigzne Sīriuss jeb lielā Suņa α (α Canis Majoris). Lielais Suns ir dienvidu puslodes zvaigznājs, tāpēc pie mums redzama tikai tā augšējā daļa, pie tam vājākās zvaigznes dūmaka, kas klājas gar horizontu, ļauj to saskatīt tikai ar grūtībām. Sīriusa deklinācija ir $-16^{\circ}39'$, tāpēc tā augstums virs horizonta Rīgā nepārsniedz 17° . Tas ir tik zemu, ka Sīriusa novērošanai jāmeklē klajāks lauks vai jāpaceļas augstāk virs Zemes, lai apkārtējie koki un ēkas to neaizsegto. Vislabāk to atrast, turpinot pa kreisi Oriona jostas līniju, kas gandrīz precīzi norādīs uz Sīriusu.

Sīriuss jau senos laikos izpelnījies sevišķu uzmanību un ne tikai ar savu spožumu. Rūpīgi Sīriusu novēroja senajā Ēģiptē, jo drīz pēc tā pirmās parādīšanās virs horizonta, Saulei austot, sākās Nīlas uzplūdi, ar kuriem saistījās pavasara sējas darbi, kuriem bija savlaicīgi jāsaģatavojas. Šī Sīriusa svarīgā loma ēģiptiešu dzīvē nodrošināja tam vietu starp dieviem. Dievišķīgā zvaigzne Sotis (Starojošā) — tā senie ēģiptieši sauca Sīriusu — kļuva par auglības un laukkopības dieves Izīdas personifikā-

ciju. Līdzīgā kārtā arī citi ēģiptiešu dievi tika identificēti ar dažādiem debess ķermeņiem. Piemēram, galvenais dievs Ra — ar Sauli, Oziris — ar Oriona zvaigznāju.

Ilggadīgi Sīriusa novērojumi un nepieciešamība paredzēt tā nākamo parādīšanos deva iespēju senajiem ēģiptiešiem izveidot pirmo Saules kalendāru ar 365 dienām gadā. Mūsdienu kalendārs ir tā uzlabots variants.

Sīriusam senajā Ēģiptē bija arī otrs vārds — Anibus jeb Suņa zvaigzne. Par Suņa zvaigzni (*Canicula*) to sauca arī senajā Romā. Tur Sīriusa parādīšanās virs horizonta sakrita ar karstākā gadalaika sākšanos, kad visa sabiedriskā un kultūras dzīve pilsētā pierima un visi darbi tika pārtraukti. Šī «klusā sezona» atbilstoši zvaigznei tika nosaukta par «suņu dienām». Taču «suņu dienas» senajā Romā nebija priecīgas dienas. Šajā laikā nereti uzliesmoja plašas tropisko slimību epidēmijas, tāpēc Sīriusam nebija laba slava. Pastāvēja pat uzskats, ka tas ar savu mirdzumu izraisa trakumsērgu suņiem un drudzi cilvēkiem. Mūsdienās par «suņu dienām» pārnestā nozīmē dēvē skolu brīvdienas. Krievu valodā tas ir pat oficiāls brīvdienu nosaukums — *каникулы*. Šī vārda vēsture, kā redzam, meklējama senajā Romā.

Suņa zvaigzne pieminēta arī Homēra «Iliādā»:

«Mirstīgie ļaudis to sauc par Oriona Suni palaikam. Lai gan visspōžākā tā, bet tomēr ir ļaunuma zīme, Nelaiemes vajātiem ļaudīm tā norāda karstumu ilgu.»

Sīriusa redzamais spožums ir $-1,47$. Tā ir balta A1 spektra galvenās secības zvaigzne punduris, kuras diametrs 1,7 reizes lielāks par Saules diametru, bet virsmas temperatūra — $11\,000^{\circ}$. Sīriusa starjauca ir 23 reizes lielāka nekā Saulei.

Sīriuss ir Zemei tuva zvaigzne — līdz tam ir tikai 8,6 gaismas gadi. Tuvāko zvaigžņu sarakstā tas ieņem piekto vietu (neskaitot Sauli).

Sīriuss ir pirmā zvaigzne, kurai angļu astronoms V. Hegins 1868. gadā konstatēja spektra līniju novirzi uz sarkano galu un tādējādi pierādīja, ka tā no mums attālinās. Šīs kustības ātrums ir 8 km/s. Sīriusam ir arī samērā liela īpatnējā kustība — perpendikulāri skata līnijai tas pārvietojas par 1,33 loka sekundēm gadā vai 17 km/s. Ievērojamais vācu astronoms un matemātiķis F. Besels, pētot Sīriusa kustību, pamanīja, ka tā ir viļņveida. Pēc desmit gadu ilgiem pētījumiem un pārdomām viņš 1844. gadā izteica hipotēzi, ka svārstības Sīriusa kustībā izraisa neredzams pavadonis, kura apgriešanās periods ap galveno zvaigzni ir 50 gadi. 1851. gadā Pulkovas astronoms K. Peterss aprēķināja neredzamā pavadoņa orbitu un noteica, kur tas ir meklējams pie debesīm. Pavadoni pirmo reizi ieraudzīja 1862. gadā amerikāņu optiķis O. Klārks, pārbaudot jauno



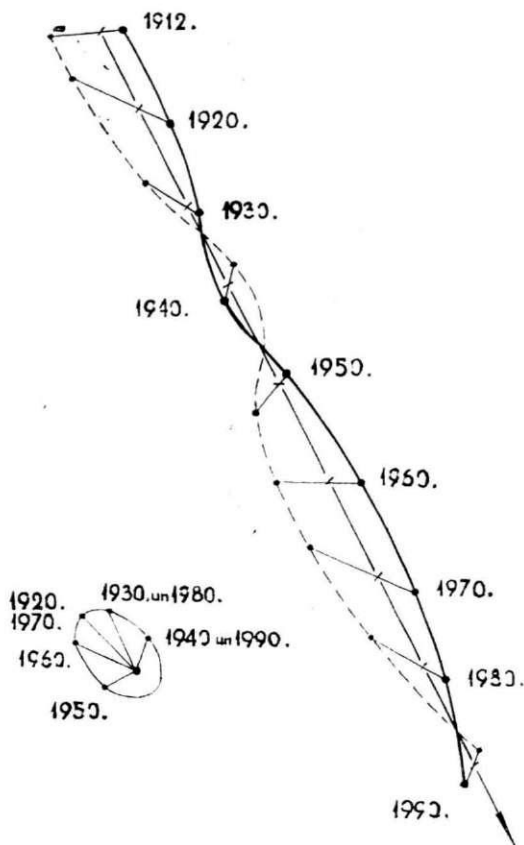
1. att. Uzraksts uz dievietes Hator tempļa sienas Denderā Ēģiptē: «Sotis, varenā, mirdz debesis, un Nila iziet no saviem krastiem.»

paša izgatavoto 46 cm refraktoru — lielāko tā laika teleskopu ar teicamām optiskām īpašībām. Zvaigzni nosauca par Sīriusu B. Tās orbitālā kustība, kā vēlāk izrādījās, sakrita ar teorētiski aprēķināto.

Turpmākajos gados pēc atklāšanas Sīriusu B novēroja arī ar mazākiem instrumentiem. Maksimālā attālumā no galvenās zvaigznes (11") un labvēlīgos atmosfēras apstākļos tas labi saskatāms teleskopā, kura objektīva diametrs ir 40 vai pat 30 cm. (Nav šaubu, ka Sīriusu B varēja atklāt jau 100 gadus agrāk V. Heršels (1738—1822), kā arī Besela laikabiedrs V. Strūve (1793—1864), jo viņu rīcībā bija pietiekami lieli instrumenti. Bez tam 1780. un 1830. gads bija ļoti labvēlīgi pavadona novērošanai, jo tas atradās maksimālā attālumā no galvenās zvaigznes. Taču līdz Beselam nevienam neienāca prātā, ka tāds pavadonis eksistē. V. Strūve sākumā pat asi kritizēja F. Besela hipotēzi. Sava ģeniālā paredzējuma piepildīšanos Besels nepiedzīvoja — viņš mira 1846. gadā.

Drīz pēc Sīriusa B atklāšanas tika konstatētas sistematiskas nesaskaņas starp aprēķināto un novēroto pavadona kustību. Tas lika domāt, ka Sīriusa sistēmā ir vēl kāds trešais ķermenis, kaut gan par nesaskaņu cēloni varēja būt arī citi iemesli, piemēram, novērojumu kļūdas. Jautājums palika atklāts līdz 1926. gadam, kad Inness un V. van den Boss paziņoja, ka viņi ar Johannesburgas observatorijas 65 cm teleskopu Sīriusa B tuvumā novērojuši 12. lieluma zvaigznīti, kuru tajā pašā vakarā redzējuši arī citi observatorijas astronomi. Zvaigzne novērota arī 1928. un 1929. gadā. Tomēr īstas pārliecības par trešo zvaigzni Sīriusa sistēmā nebija pat pašiem novērotājiem. Šaubas radīja arī tas, ka tādi pieredzējuši astronomi kā E. Barnards, R. Aitkens u. c., kas novēroja Sīriusu ar spēcīgākiem instrumentiem, trešo zvaigzni nekad netika pamanījuši.

1932. gadā tika veikti jauni Sīriusa B orbītas aprēķini un atkārtoti



2. att. Sīriusa (nepārtrauktā linija) un tā pavadona viļņveidīgais ceļš pie debesīm. Zīmējuma apakšējā kreisajā stūrī — pavadona orbīta.

konstatētas nelielas novirzes tā kustībā ar periodu 6,4 gadi un amplitūdu 0,14 loka sekundes. Aizdomas par trešo zvaigzni atkal pastiprinājās. Jau nākie pētījumi par Sīriusa kustību pieder I. Lindenbledam. Ar ASV Jūras observatorijas 65 cm teleskopu viņš no 1965. līdz 1972. gadam ieguva vairāk nekā 150 Sīriusa uzņēmumus un noteica ļoti precīzas Sīriusa B pozīcijas attiecībā pret Sīriusu A. Iegūtie rezultāti pārliecinoši rāda, ka iepriekš minētās novirzes Sīriusa kustībā nepastāv un sistēmā nav trešā ķermeņa, kura apriņķošanas periods būtu 6,4 gadi. 1932. gadā iegūtais kļūdainais rezultāts izskaidrojams ar to, ka aprēķinos bija izmantoti vizuālie mikrometriskie mērījumi, kas ir daudz neprecīzāki par fotogrāfiskajiem. Tas, protams, neizslēdz iespēju, ka Sīriusa sistēmā ir vēl kāds ķermenis, kuru ar pašreizējo mērījumu precizitāti nav iespējams konstatēt, taču pagaidām Sīriuss ir jāuzskata tikai par dubultzvaigzni.

Sīriuss B ir pirmais cilvēku atklātais baltais punduris. Punduri ir ļoti neparastas zvaigznes, kurām raksturīga augsta virsmas temperatūra, planētām līdzīgi izmēri un ārkārtīgi lieli blīvumi, kas miljonus reižu lielāki par parasto zvaigžņu blīvumiem. Tagad mums ir zināmi vairāki simti šādu zvaigžņu, taču daži aprēķini rāda, ka mūsu Galaktikā vien to ir vairāki miljardi. Mazā spožuma dēļ tās ir atklātas tikai Saules tuvākā apkārtnē.

Sīriuss B ir viens no nedaudzajiem baltajiem punduriem, kuriem ir izmērītas precīzas paralakses un aprēķinātas masas, kā arī iespējami precīzi fotometriski novērojumi, un tas ir izmantojams kā kritērijs dažādās teorētiski iegūtās sakarībās. Īpaši labvēlīgi Sīriusa fotometriskiem novērojumiem bija pēdējie 15 gadi, kad attālums starp abām komponentēm bija tuvs maksimālajam (maksimāls tas bija 1973. gadā). Heila observatorijas astronomi (ASV) šajā periodā ar lielo 5 m reflektoru ieguva vairākas Sīriusa B spektrogrammas, kuru analīze kopā ar teorētiskiem pētījumiem deva rezultātus, kas ievērojami atšķiras no agrāk zināmajiem. No šiem datiem izriet, ka Sīriusa B efektīvā temperatūra ir 32 000°, rādiuss 5400 km, t. i., 0,85 Zemes rādiusa, bet smaguma spēka paātrinājums uz tā virsmas — 450 000 000 cm/s². Sīriusa B masa ir pietiekami precīzi zināma pēc orbitālās kustības. Tā ir aptuveni vienāda ar Saules masu (1,02 Saules masas). Izmantojot jauno rādiusa vērtību, var aprēķināt Sīriusa B vidējo blīvumu — 3 000 000 g/cm³. Izrādās, ka šī vārda pilnā nozīmē niecīgā zvaigznīte ir vēl mazāka, karstāka un blīvāka, nekā uzskatīja līdz šim. Speciāli šī baltā pundura fotoelektriskie spožuma mērījumi ar Eiropas dienvidu observatorijas (Čilē) 1 m teleskopu, kurus veica K. Rakoss (Vīnes observatorija), apliecināja, ka tas ir arī spožāks, nekā domāja agrāk. Tā redzamais spožums ir 8,08. Krāsu indekss rāda, ka zvaigzne ir neparasti zila.

Visi iegūtie dati ļauj secināt, ka Sīriuss B ir viskarstākais un visstarjauīgākais mums zināmais baltais punduris. Augstā temperatūra un starjauka liek domāt, ka Sīriusu B baltā pundura stadijā atrodas samērā nesen. K. Rakoss šajā sakarībā atzīmē, ka Ptolemejs (2. gs.) un daži citi senie autori (Seneka, Cicerons) piemin Sīriusu kā sarkanu zvaigzni, kamēr tagad tā krāsa ir balta. Vai tiešām Sīriuss B pirms 2000 gadiem bija starjauīgs sarkanais milzis, kas starojuma ziņā pārspēja Sīriusu A

un piešķira sistēmai sarkanīgu nokrāsu? Sīriusa sarkano krāsu ir atzīmējuši arī senie babilonieši: «kvēlo kā varš», bet uzrakstos uz tempļa sienām Denderā Ēģiptē minēts, ka Izis-Sotīs (Sīriuss) piedzimis tumšsarkanas sievietes izskatā, parādās kā tumšadaina sieviete, kas arī it kā norāda uz zvaigznes sarkano krāsu. Sastopami arī Sīriusa salīdzinājumi ar sarkano planētu Marsu.

Zemes zvaigžņotās debess spožākās zvaigznes Sīriusa vēsture ir faktiem un notikumiem bagāta. Ar to ir saistīti daudzi atklājumi un vēl neatrisinātas problēmas.

Sīriuss ir redzams virs horizonta ziemas naktīs no vakara līdz rītam un arī pavasaros no vakara tūlīt pēc Saules rieta.

PLANĒTAS

Merkurs ziemas mēnešos nav redzams, jo atrodas pārāk zemu pie apvāršņa.

Venēra ziemas sākumā saskatāma no rītiem pirms Saules lēkta dienvidaustrumu pusē. Pārvietojas pa Svaru, Strēlnieka un Mežāža zvaigznājiem.

Marss janvārī un februārī labi redzams gandrīz visu nakti Vērša zvaigznājā. 18. martā tas pārvietojas uz Dviņu zvaigznāju un novērojams nakts pirmajā pusē.

Jupiters visu ziemu redzams vakaros Zivju zvaigznājā kā spožs –2. lieluma spīdeklis. 20. martā tas pāriet uz Auna zvaigznāju.

Saturns 20. janvārī atrodas opozīcijā, tāpēc janvārī un februārī labi redzams visu nakti, bet martā — nakts pirmajā pusē. Pārvietojas pa Vēža un Dviņu zvaigznājiem.

Urāns atrodas Jaunavas zvaigznājā. Ziemas sākumā tas novērojams nakts otrajā pusē, bet martā — gandrīz visu nakti.

MĒNESS

☾ (pēdējais ceturksnis)

25. decembrī	pl. 17 st 53 ^m
24. janvārī	„ 2 05
22. februārī	„ 11 17
22. martā	„ 21 55

☽ (pirmais ceturksnis)

9. janvārī	pl. 15 st 40 ^m
8. februārī	„ 13 06
9. martā	„ 7 39
7. aprīlī	„ 22 02

● (jauns Mēness)

1. janvārī	pl. 17 st 41 ^m
31. janvārī	„ 9 21
1. martā	„ 2 26
30. martā	„ 20 09

☾ (pilns Mēness)

17. janvārī	pl. 7 st 48 ^m
15. februārī	„ 19 44
16. martā	„ 5 53
14. aprīlī	„ 14 50

METEORU PLŪSMAS

Kvadrantīdas — no 1. līdz 5. janvārim; maksimums 3. janvārī, līdz 40 meteoru stundā.

Kvadrantīdu meteoru plūsma pirmo reizi pamanīta 1835. gadā Šveicē, bet pastāvēšana zinātniski pierādīta 1839. gadā. Tās radiants atradās Sienas Kvadranta zvaigznājā, tāpēc plūsmu nosauca par Kvadrantīdām. Tagad tāda zvaigznāja pie debesīm nav. Pēc pastāvošā zvaigžņotās debess iedalījuma zvaigznājos Kvadrantīdu radiants atrodas uz Veršu Dzinēja un Pūķa zvaigznāja robežas. Meteoru plūsmas orbītas plaknes veidotais leņķis ar ekliptikas plakni ir $i=72^\circ$. Orbītas lielā pusass $a=2,8$ a. v., mazā pusass $b=2,2$ a. v., ekscentricitāte $e=0,63$, perihēlija attālums $q=0,97$ a. v. Zemes orbītu meteoru plūsma krusto apmēram divas nedēļas pēc izešanas cauri perihēlijam, bet afēlijā tā nonāk Jupitera orbītas tuvumā un pakļauta tā gravitācijas spēka iedarbībai. Komēta, no kuras cēlusies plūsma, nav zināma.

Zemes orbītas tuvumā Kvadrantīdu meteoru plūsmas platums nav liels. Tās centrālajai, blīvākajai daļai Zeme iziet cauri dažās stundās, tāpēc plūsmas maksimums ir īslaicīgs un ass, un Kvadrantīdas bieži paliek nepamanītas. Maksimumā ir novēroti 30—40, bet dažreiz pat 100 meteori stundā. Plūsmas paaugstināta aktivitāte tika novērota 1943. un 1948. gadā. Izejot cauri Kvadrantīdu meteoru plūsmai, uz Zemes nokrīt ap 0,5 t meteoru vielas.

Ziemas mēnešos ir novērojamas arī vairākas ļoti vājas plūsmas, piemēram, Koma-Berenicīdas no 13. līdz 23. janvārim, Bootīdas martā u. c. ar dažiem meteoru stundā.

Ā. Alksne



Ole Kristiansens Rēmers (1644—1710).

LU bibliotēka



220062548

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, 1975/76 ГОДА

Издательство «Зинātne». Рига 1975. На латышском языке

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 1975./76. GADA ZIEMA

Redaktore *I. Ambaine*. Māksl. redaktors *V. Zirdziņš*. Tehn. redaktore *M. Ķimene*. Korektore *M. Tirzīte*. Nodota salikšanai 1975. g. 29. augustā. Parakstīta iespiešanai 1975. g. 15. decembrī. Tipogrāfijas papīrs Nr. 1, formāts 70×90/16. 3,75 fiz. iespiedl.; 4,39 uzsk. iespiedl.; 4,54 izdevn. l. Metiens 2000 eks JT 02266. Maksā 14 kap. Izdevniecība «Zinātne» Rīgā, Turģeneva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Ministru Padomes Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Apvienotajā veidlapu uzņēmumā Rīgā, Gorkija ielā 6. Pasūt. Nr. 2471.

