

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1971./72.G.
ZIEMA



Uz vāka 1. lpp. Spirāliskā galaktika M 81. (Uzņēmums iegūts ar Radioastrofizikas observatorijas Smita teleskopu.)

Uz vāka 4. lpp. Nicas observatorijas Ceisa dubultastrogrāfs (objektīva diametrs 42 cm, fokusa attālums 2 m).

REDAKCIJAS KOLEĢIJA: A. Alksnis, A. Balklavs (atbild. red.), N. Cimahoviča, I. Daube (atbild. sekr.), J. Francmanis, I. Rabinovičs, L. Roze.

Publicēts saskaņā ar Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Redakciju un izdevumu padomes 1971. gada 9. septembra lēmumu.

LATVIJAS PSR ZINĀTŅU AKADEMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKS GADALAĪKU IZDEVUMS

1971./72. GADA ZIEMA

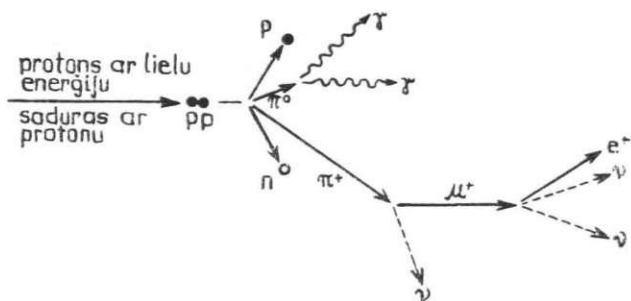
A. BALKLAVS

GAMMA STARU ASTRONOMIJAS PROBLĒMAS

Kā rāda astronomisko pētījumu vēsture, elektromagnētiskā starojuma jaunu spektra intervālu apgūšana vienmēr ir devusi ļoti interesantu informāciju par procesiem, kuru rezultātā attiecīgā viļņa garuma elektromagnētiskais starojums ģenerējas, un līdz ar to ļāvusi spriest par fizikālajiem apstākļiem kosmiskajos objektos, kur šādi procesi norisinās. Bieži vien šī informācija ir unikāla, jo to nav iespējams iegūt citā ceļā, t. i., izdarot novērojumus citos spektra intervālos. Kā spilgtākos piemērus, kas apstiprina šo tēzi, var minēt tādas jaunas astronomijas nozares kā radioastronomiju, infrasarkanu staru astronomiju, rentgenstaru astronomiju¹ u. c. un to ieguldījumu mūsu zināšanu attīstībā par kosmiskajiem objektiem. Sasniegumi šajās nozarēs stimulējuši zinātniekus meklēt iespējas izdarīt novērojumus jaunos, vēl neapgūtos spektra intervālos.

Viens no tādiem ir elektromagnētiskais starojums gamma staru diapazonā, pie kura pieņemts pieskaitīt elektromagnētiskā starojuma kvantus ar enerģiju, lielāku par 10 MeV. Šim diapazonam pēdējā laikā, t. i., kopš 50. gadu beigām, ir pievērsta sevišķa uzmanība, kaut arī

¹ Sikāk skat. A. Balklava rakstu «Rentģena un gamma staru astronomija». — «Zvaigžņotā debess», 1966. gada ziema, 6. lpp.

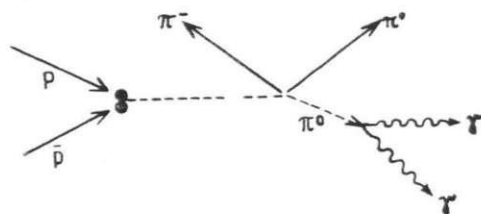


1. att. Ar lielu enerģiju apveltīta protona sadursme ar protonu: p — protons, n — neitrons, π^0 — neitrālais pijmezons (pions), γ — gamma kvants, μ^+ — pozitīvs mīmezons, e^+ — pozitrons, ν — neitrīno, $\bar{\nu}$ — antineitrīno. Ja protona kinētiskā enerģija pārsniedz dažus miljardus eV, tad blakus pioniem ar ievērojamu varbūtību var veidoties arī daļiņu pāri nuklons—antinuklons, t. i., protons—antiprotons vai neitrons—antineitrons.

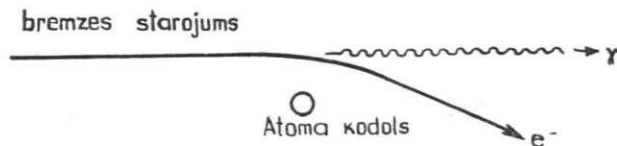
novērojumus šajā diapazonā var izdarīt galvenokārt tikai ārpus Zemes atmosfēras robežām. Iemesli šai pastiprinātai uzmanībai ir vairāki. Pirmkārt, teorētiski aprēķini un netieši novērojumi rādīja, ka daudzos kosmiskā radiostarojuma avotos ir jābūt ar lielu enerģiju apveltītiem protoniem. Sadursmēs ar citiem protoniem rodas neitrālais pijmezons jeb pions (π^0) (1. att.), kas ir nestabils un ātri sabrūk divos gamma kvantos, kuru minimālā enerģija ir 72 MeV, bet maksimālā — atkarīga no sadurošos protonu enerģijas. Tā kā gamma kvantus neietekmē starpvaigžņu magnētiskie lauki, tad tie izplatās taisnā virzienā un līdz ar to gamma staru astronomija varētu dot informāciju par lielas enerģijas protonu un, protams, arī par gamma kvantu blīvumu un sadalījumu ne tikai Galaktikā, bet arī kosmoloģiskos attālumos. Šāda informācija nepieciešama daudzu svarīgu astrofizikālu jautājumu risināšanā.

Gamma starojums rodas arī anihilācijas procesā (2. att.). Un, ja Visumā eksistē antimatērija (bez tās, kas rodas relativistisku daļiņu sadursmes rezultātā), tad anihilācijas reakcijā ģenerēto gamma kvantu novērojumi varētu sniegt ziņas par antimatērijas daudzumu un sadalījumu

protona—antiprotona
anihilācijas shēma



2. att. Protona un antiprotona anihilācijas reakcija: p — protons, \bar{p} — antiprotons, π^- — negatīvs pions, π^+ — pozitīvs pions, π^0 — neitrāls pions, γ — gamma kvants.



3. att. Elektrons (e^-), ar lielu enerģiju lidojot garām atoma kodolam, kodola elektriskā lauka iedarbībā maina kustības virzienu, kā rezultātā tiek izstarots gamma kvants.

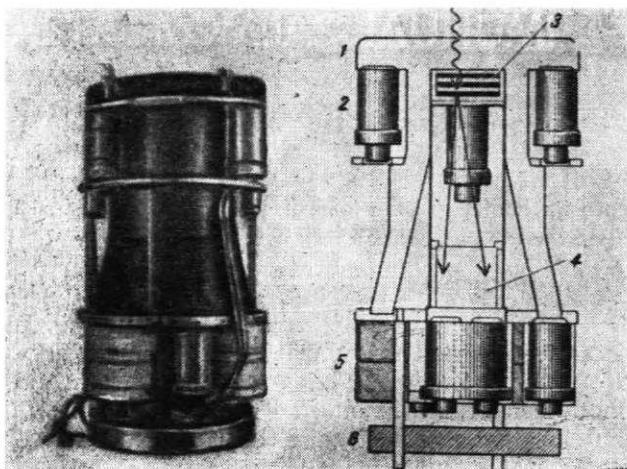
Visumā, un tas savukārt ir ļoti nepieciešams vairāku kardinālu kosmoloģisku jautājumu noskaidrošanai (piemēram, lai pārbaudītu vienu no Visuma kosmoloģiskajiem modeļiem, t. s. stacionāro Visumu, kurš paredz lielu antimatērijas daudzumu eksistenci, kā arī matērijas un antimatērijas nepārtrauktu veidošanos vienādos daudzumos).

Kā trešo gamma starojuma ģenerēšanās mehānismu var minēt relativistisku elektronu un pozitronu kustības atomu kodolu Kulona spēka laukā (3. att.). Kustības virziena maiņa ir par cēloni fotona izstarojumam. Izstarotā fotona enerģija ir atkarīga no elektrona (pozitrona) enerģijas un no tā, cik tuvu tas iet garām atoma kodolam. Dažos gadījumos gandrīz visa elektrona (pozitrona) enerģija pāriet gamma kvanta enerģijā. Šādu starojumu sauc par bremzes starojumu, un tā novērojumi var dot vērtīgas ziņas par relativistisko elektronu (pozitronu) un vielas sadalījumu kosmiskajā telpā.

Kā pēdējais iespējamais gamma kvantu ģenerēšanās mehānisms ir jāmin apgrieztais Komptona efekts. Šajā gadījumā kosmisko elektronu un zvaigžņu gaismas vai relikta starojuma fonu sadursmes rezultātā notiek fotona enerģijas palielināšanās jeb, citiem vārdiem, — frekvences palielināšanās, t. i., fotons kļūst «cietāks», pārvēršoties par rentgena vai gamma kvantu atkarībā no sākotnējās elektrona un kvanta enerģijas. Ir izteiktas domas, ka šis mehānisms var būt dominējošais dažu galaktiku, piemēram, Zeiferta galaktiku, kodolos, ja tur ir ievērojams infrasarkanā starojuma un relativistisko elektronu blīvums.

Kā redzams no šī iespējamo gamma starojuma ģenerēšanas mehānismu un avotu uzskaitījuma, kosmiskā gamma starojuma novērojumi patiešām varētu dot svarīgu informāciju un izšķirošu ieguldījumu vairāku ļoti svarīgu astrofizikālu jautājumu atrisināšanā. Šie apsvērumi tad arī ir noteikuši un veicinājuši pēdējā laika intensīvos mēģinājumus uztvert un reģistrēt kosmisko gamma starojumu.

Par gamma kvantu detektoriem gamma staru teleskopos izmanto scintilāciju skaitītājus, kodolemulsijas, dzirkstēlkameras un Čerenkova skaitī-

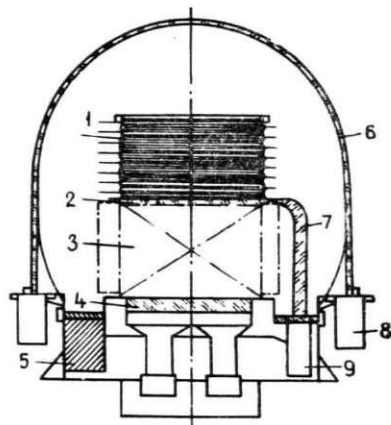


4. att. Masačūsetsas tehnoloģiskajā institūtā (ASV) konstruētais gamma kvantu skaitītājs (augstums 50,8 cm, svars 13,6 kg): 1 — vetoskaitītājs, 2 — fotopavairotājs, 3 — kristāliskais scintilators, 4 — Čerenkova skaitītājs, 5 — aparātūras elektroniskais bloks, 6 — augstsprieguma barošanas avots fotopavairotājiem. Gamma kvants, kas trāpa iekārtas augšējo daļu, vispirms iziet cauri vetoskaitītājam, neradot gaismas uzliesmojumu. Tālāk, gamma kvantam šķērsojot cēzija jodida—nātrija jodida kristālisko scintilatoru, rodas elektrona—pozitrona pāris, kas attēlā apzīmēts ar bultām. Elektrona—pozitrona pāris šķērso scintilatoru, radot gaismas uzliesmojumu. Katra pāra daļiņa, nokļūstot Čerenkova skaitītājā, izraisa jaunu gaismas uzliesmojumu, ko arī reģistrē. Šādu uzliesmojumu secību var radīt arī lādēta kosmisko staru daļiņa, taču vetoskaitītājs dod iespēju atdalīt uzliesmojumu, ko rada gamma kvants, no uzliesmojuma, ko izraisa lādētā daļiņa.

tājus. Te jāpiezīmē, ka gamma kvantu tieši uztvert nevar, jo tas ir elektriski neitrāls. Minētajos detektoros tos reģistrē netieši (izmantojot to sadarbības sekas ar vielu), jo, lidojot garām atoma kodolam un mijiedarbojoties ar kodola elektrisko lauku, tie rada elektrona—pozitrona pārus. Šīs lādētās daļiņas, ejot cauri vielas slāņiem, tos savā ceļā jonizē. Šo jonizāciju reģistrē iekārta. Čerenkova skaitītājos tiek izmantota daļiņas īpašība dot gaismas uzliesmojumu — t. s. Čerenkova starojumu, ja daļiņas kustība vielā, kas parasti ir kāds speciāls caurspīdīgs plastikāts, notiek ar ātrumu, kas pārsniedz gaismas izplatīšanās ātrumu šajā vielā.

Elektrona—pozitrona pāra kopējais kustības virziens sakrīt ar primārā gamma kvanta kustības virzienu. Tādēļ pēc pāra kinemātikas var noteikt primārā kvanta enerģiju un lidojuma virzienu. Taču pat tad, ja konver-

5. att. Dzirktelkamas shēma: 1 — augšējā dzirktelkama, 2 — scintilators, 3 — apakšējā dzirktelkama, 4 — bloks ar četriem Čerenkova skaitītājiem, 5 — elektronikas bloki, 6 — aizsargājošais scintilācijas skaitītājs, 7 — gaismas vadi, 8 un 9 — fotopavairotāji.



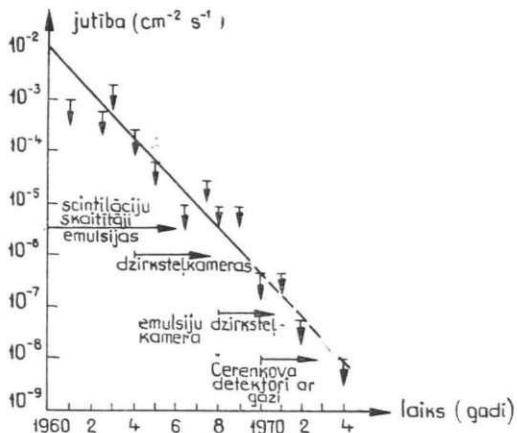
tora² materiāla biezums ir ļoti niecīgs, elektrons un pozitrons tiek pakļauts daudzkārtējai izkliedei, tādēļ tipiska gamma kvantu detektora izšķiršanas spēja nepārsniedz 1°.

Kodolemulsijām ir raksturīga augsta kā leņķiskā, tā enerģētiskā izšķiršanas spēja. Pie to pozitīvajām īpašībām var pieskaitīt arī vienkāršību un samērā zemo enerģijas reģistrācijas sliekšni (ap 20 MeV). Taču kodolemulsijām piemīt arī viena negatīva īpašība — pilnīgs selektīvās jutības trūkums, resp., tās reģistrē bez izņēmuma visas lādētās daļiņas, kas trāpa emulsiju. Līdz ar to tās satur ļoti daudz papildu informācijas, kas ārkārtīgi apgrūtina vajadzīgās informācijas sameklēšanu un novērojumu datu apstrādi.

Kodolemulsijas, scintilāciju un Čerenkova skaitītājus (4. att.) gamma staru teleskopos lietoja galvenokārt gamma staru astronomijas attīstības sākuma periodā, t. i., 50. gadu beigās un 60. gadu sākumā. Savu vispilnīgāko attīstību scintilāciju un Čerenkova detektoru sasniegta eksperimentos, kurus izdara ar ŽMP «Explorer-11» un OSO-3 (Orbitālā Saules observatorija), ko palaida 1967. gadā.

60. gadu vidū par galveno gamma kvantu detektoru kļuva dzirktelkama. Tā, kā zināms, ir iekārta, ko plaši lieto elementārdaļiņu eksperimentos lādētu daļiņu trajektorijas un enerģijas noteikšanai. Lādēto daļiņu trekus šajā iekārtā padara redzamus dzirktelizlāde gar šo jonizējošo daļiņu veidotajām trajektorijām. Dzirktelkamerām ir vairākas priekšrocības, kā, piemēram, spēja treku izvietojumu kodēt ciparu veidā (tas atvieglo un paātrina novērojumu datu apstrādi), ja kameras elektrodi veido vadu tīklu; tām ir selektīva jutība, kas ļauj samazināt fona izraisīto reģistrēto gadījumu skaitu un tos identificēt. Dzirktelkamerām ir diezgan lieli uztverošie laukumi (10^2 — 10^4 cm²), no kā ir atkarīga plūsmas detektora jutība un samērā laba izšķiršanas spēja ($\pm 1^\circ$). Gamma staru astronomijas

² Par konvertora materiālu sauc vielu, kas tiek izmantota, lai gamma kvantu pārvērstu (konvertētu) elektrona—pozitrona pāri.



6. att. Minimālais detektējams gamma staru plūsmas līmenis ar laiku strauji samazinās. Uz ordinātes atlikta gamma staru detektoru jutība (minimālais detektējams gamma staru plūsmas līmenis) $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$, uz abscisas — laiks gados. Sakarība saistīta gamma kvantu enerģijām ap 100 MeV.

uzstādīt uz Mazā astronomiskā pavadoņa (SAS-B) dzirkstelkameru ar samērā lielu uztverošo laukumu $6,5 \times 10^2 \text{ cm}^2$ (5. att.). 1972. gadā līdzīgu eksperimentu uz Eiropas kosmisko pētījumu organizācijas pavadoņa TD-1 ar nedaudz mazāku (132 cm^2) dzirkstelkameru gatavoja veikt grupa, kas apvieno Milānas universitātes (Itālija), Sakles kodolpētījumu centra (Francija) un Minhenes Maksa Planka kosmiskās fizikas institūta (VFR) pētniekus.

Ļoti intensīvi tiek meklētas iespējas palielināt gamma staru detektoru jutību. Vašingtonas universitātes (Sanluisa), Minesotas štata universitātes un Jūras pētniecības laboratorijas (ASV) zinātnieku grupa pēta perspektīvas, kādas pavērtu emulsijas un dzirkstelkamberas kombinācija. Paredzams, ka šāda iekārta ļaus iegūt labāku izšķiršanas spēju un samazināt minimālo jeb sliekšņa enerģiju, ko iekārta var reģistrēt. Cita ASV pētnieku grupa, kurā apvienoti Kornela universitātes, Smitsona astrofizikas observatorijas un Jūras pētniecības laboratorijas līdzstrādnieki, domā ievērojami palielināt gamma staru teleskopu jutību, izmantojot speciālus Čerenkova skaitītājus, kas pildīti ar gāzi. Paredzams, ka šo iekārtu jutība būs tik liela, ka ar tiem varēs reģistrēt kosmisko gamma kvantu plūsmas, kuru minimālais līmenis būs $10^{-7} - 10^{-8} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Kā redzams no 6. att., minimālais detektējams gamma kvantu plūsmas līmenis ar laiku samazinās diezgan strauji — katros 2—3 gados gandrīz par vienu kārtu.

Ļoti lielas enerģijas ($> 10^{11} \text{ eV}$) kosmiskās gamma kvantus reģistrē ar speciālām iekārtām — gamma staru teleskopiem, kas uzstādīti uz Zemes. Šādi lielas enerģijas gamma kvanti, saduroties ar atmosfēras molekulām,

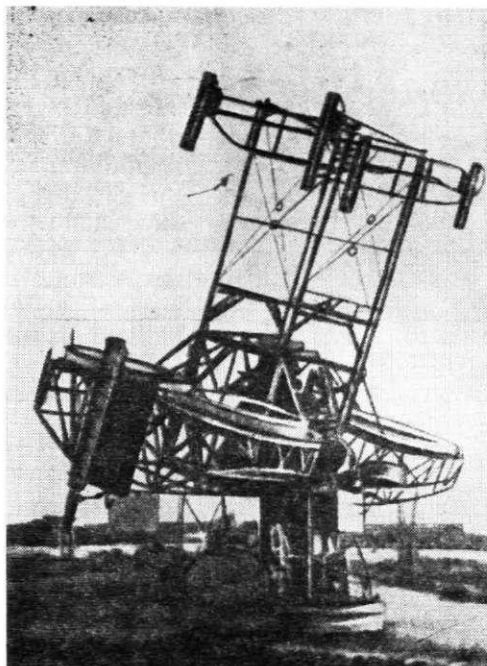
eksperimentus ar dzirkstelkamerām intensīvi gatavo vairākas konstruktoru un pētnieku grupas. Tā, šogad Hodardas kosmisko lidojumu centra (ASV) līdzstrādnieku grupa K. Fihtela vadībā gatavojās

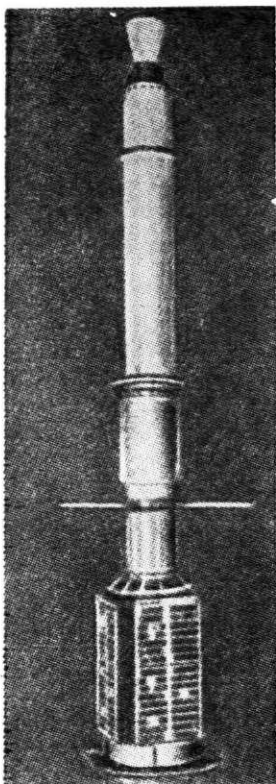
7. att. Maltas salā uzstādītais lielas enerģijas gamma staru teleskops. Tas sastāv no četriem 90 cm diametra spoguļiem, kuru fokusā novietoti fotoelektriski detektori.

rada t. s. atmosfēras šaltis, t. i., elektronu, pozitronu un sekundāro gamma kvantu kaskādes. Atmosfēras šaltis izplatās ar relativistisku ātrumu, saglabājot primārā gamma kvanta kustības virzienu. Šalts relativistiskās daļiņas, kustoties cauri atmosfērai, ģenerē Čerenkova starojumu galvenokārt ultravioletā un zilā spektra diapazonā. Čerenkova uzliesmojums ilgst apmēram 10^{-8} s, un tas izplatās konusa veidā ar virsotnes leņķi 2° , tā apgaismojot uz Zemes laukumu ap 10^8 cm². Šī uzliesmojuma reģistrēšana tad

arī ir minēto lielas enerģijas gamma staru teleskopu uzdevums. Šādi teleskopi sastāv no liela spoguļa, kura fokusā novietoti ļoti jutīgi fotoelektriski gaismas kolektori jeb detektori (7. un 9. att.), kas reģistrē gaismas uzliesmojumus. Sekmīgiem eksperimentiem nepieciešama neapgaismota apkārtnē un skaidra, bezmēness nakts.

Eksperimentus ar minētajām iekārtām šajos enerģijas intervālos ļoti sarežģī tas, ka līdzīgas atmosfēras šaltis un līdz ar to Čerenkova uzliesmojumu izraisa arī lielas enerģijas kosmiskie stari, galvenokārt protoni, tādēļ ir grūti atšķirt gamma staru izraisītās šaltis no kosmisko staru protonu radītajām atmosfēras šaltīm. Šī iemesla dēļ pašlaik kosmiskos gamma kvantus var atdalīt no kosmisko staru fona tikai pēc gaismas impulsu skaita pieauguma, ja gamma staru teleskops ir vērstas iespējamā gamma staru avotu virzienā. Tomēr jāatzīmē, ka pagaidām šajā enerģiju intervālā pilnīgi droši vēl neviens kosmisko gamma staru avots nav atklāts. Taču joprojām turpinās intensīvi novērojumi ar nolūku apsektot visu debess sfēru, īpašu uzmanību pievēršot pulsāriem kā ļoti iespējamiem augstas enerģijas gamma kvantu avotiem.





8. att. «Explorer-11» uzstādītais gamma staru teleskops.

Jāatzīmē, ka gadījumā, ja tiks atklāti šādi ļoti augstas enerģijas gamma staru avoti, jau iepriekš bus skaidrs, ka tie ir mūsu Galaktikas objekti. Šis secinājums saistīts ar to, ka ļoti augstas enerģijas gamma kvanti nevar šķērsot lielus attālumus. Ja gamma kvanta enerģija ir lielāka par 10^{12} eV, tad tas var veidot elektrona—pozitrona pāri, saduroties ne tikai ar starpzvaigžņu gāzes atomiem, bet arī ar zvaigžņu gaismas fotoniem. Turklāt pēdējās sadursmes varbūtība ir tik liela, ka tikai pavisam nedaudzi no gamma kvantiem ar enerģiju, kas pārsniedz 10^{12} eV, var pārvarēt attālumu, lielāku par 1 miljardu gaismas gadu (g. g.). Zemākas enerģijas gamma kvanti var diezgan brīvi veikt attālumus ap 13 miljardi g. g., t. i., attālumu, kas atdala Saules sistēmu no pašreiz novērojumiem pieejamā Visuma «horizonta». Šajā ziņā gamma astronomiskie novērojumi ar ZMP un virszemes līdzekļiem dotu iespēju novērtēt ļoti tālu gamma staru avotu relatīvo starojuma jaudu.

Taču pašlaik viens no aktuālākajiem jautājumiem, uz kuru jāatbild gamma astronomijai, ir galaktisko gamma staru plūsmas izcelsme un daba, t. i., vai šī plūsma ir difūza un ģenerējas relativistisku daļiņu sadursmēs ar starpzvaigžņu gāzes atomiem, vai arī tā veidojas no daudzu,

pagaidām neatšķiramu kosmisku objektu gamma starojuma. Ne mazāk svarīgi ir arī jautājumi par to, cik ir diskrēto gamma staru avotu — «gamma zvaigžņu», cik ilgs ir to dzīves laiks un vai tie pieder mūsu Galaktikai vai arī ir ārpusgalaktikas objekti. Iespējams, ka diskrētie gamma staru avoti ir pulsāri. Vērā ņemamu apstiprinājumu šai domai nesēn guvuši ASV astronomi, kuri paziņoja, ka ir konstatējuši primāras izcelsmes gamma kvantus ar vairāk nekā 10 MeV lielu enerģiju, ko izstaro pulsārs NP 0532 Krabja miglājā. Ja šis ziņojums apstiprināsies un ja tiks reģistrēts arī citu pulsāru gamma starojums, tad tas būs svarīgs pierādījums tam, ka pulsāri ir kosmisko staru avoti mūsu Galaktikā. Ļoti svarīga kosmoloģiska nozīme būtu atbildei uz jautājumu par difūzā kosmiskā gamma staru fona dabu, ja izrādītos, ka tas ir Visuma sākotnējās attīstības stadijas relikti.

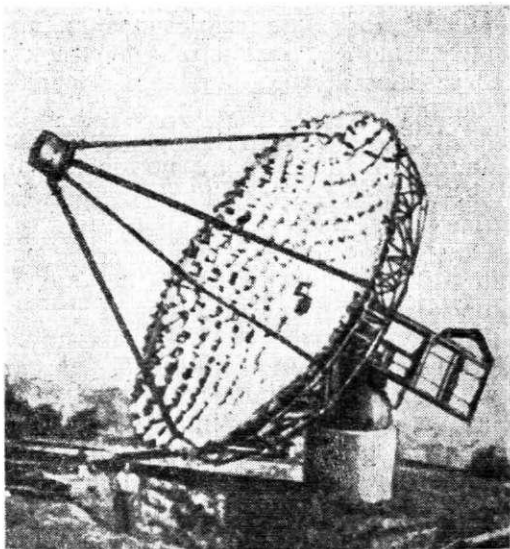
Astronomisko un radioastronomisko novērojumu dati dod iespēju izda-

rīt kosmiskā gamma starojuma plūsmas intensitātes un enerģētiskā spektra prognožu aprēķinus. Nosakot plūsmas intensitāti, svarīgi novērtēt kopējo gāzes atomu daudzumu virs gamma kvantu skaitītāja, kas pakļauts sadarbībai ar kosmiskajiem stariem. Saules sistēmas apkārtnē gāzes stabā, kura šķērsgriezums ir 1 cm^2 un kas aizstiepjas līdz Galaktikas robežām, ir apmēram 10^{22} ūdeņraža atomu. Jāatzīmē, ka augstumos, kādus parasti sasniedz aerostati, atmosfēras atomu daudzums, kas atrodas virs detektora, ir vēl apmēram 10^{24} . Tas nozīmē, ka gamma staru teleskops, kas uzstādīts šādā aerostatā, reģistrēs simts vai vairāk gamma kvantu, kas radušies atmosfērā uz vienu gamma kvantu ar galaktisku izcelšanos, un nebūs spējīgs tos atšķirt.

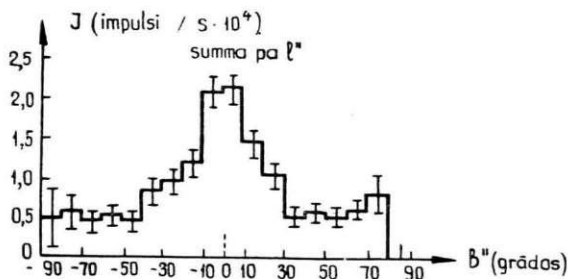
Neraugoties uz to, amerikāņu zinātnieks Klains no Masačūsetsas tehnoloģiskā institūta uzstādīja gamma staru teleskopu aerostatā ar nolūku atklāt sevišķi intensīvus kosmiskā gamma starojuma avotus, no kuriem izstarotā gamma staru plūsma būtu lielāka par fonu, kas rodas, kosmiskajiem stariem mijiedarbojoties ar Zemes atmosfēras atomiem. Eksperimenta rezultāti bija negatīvi, — šādus avotus atklāt neizdevās. 1960. gadā Klaina teleskops tika pacelts rekordaugstumā — 33500 m virs jūras līmeņa, bet rezultāts palika iepriekšējais.

Tomēr arī turpmāk eksperimentiem ar baloniem tiks piešķirta svarīga loma vairāku aktuālu gamma staru astronomijas uzdevumu risinājumā. Tā, piemēram, ar balonā uzstādītas dzirkstēlkameras palīdzību paredzēts pārbaudīt galaktisko gamma kvantu plūsmu, ko izmērija OSO-3.

Turpināsies diskreto kosmisko gamma staru avotu meklējumi ar balonos uzstādītu jaunu jutīgu gamma kvantu detektoru palīdzību. Balonu eksperimentiem būs liela nozīme arī jaunas gamma staru astronomijas vajadzībām konstruētās aparātūras izmēģināšanā un pārbaudē. Taču skaidrs, ka no-



9. att. Smitsona astrofizikas observatorijas lielas enerģijas gamma kvantu teleskops Maunthopkinsa (ASV) sastāv no 10 m diametra spoguļa, ko veido 248 nelieli sešstūrīni spoguļi. Fokusā — fotoelektriskais detektors.



10. att. OSO-3 dati, kas rāda gamma starojuma summāro intensitāti I (summēta pa visiem galaktiskiem garumiem l'') atkarībā no galaktiskā platuma b'' .

vērojumiem, kuros jānodrošina maksimāli iespējama jutība, kā arī izotropā gamma staru fona uztveršanai un mērījumiem ir jāizmanto uz ZMP vai kosmiskām raķetēm uzstādīti gamma staru detektori vai teleskopi.

Viens no pirmajiem sekmīgajiem šāda veida eksperimentiem bija veikts 1961. gada 27. aprīlī ar ZMP «Explorer-11», uz kura grupa amerikāņu zinātnieku — Dž. Klarks, V. Krušārs un Dž. Džermi — uzstādīja gamma staru teleskopu (8. att.). Šis teleskops reģistrēja ļoti niecīgu informācijas daudzumu — ap simts lielas enerģijas gamma kvantus, kuri tika pakļauti visrūpīgākajai analīzei. Taču pat šis patiešām niecīgais informācijas daudzums bija pietiekams, lai noraidītu vienu no iespējamajiem Visuma kosmoloģisko modeļu variantiem — jau pieminēto stacionāro Visumu.

Stacionārā Visuma teorētiskais modelis pamatojas uz hipotēzi, ka liela mēroga Visuma apgabalī vienmēr ir bijuši tādi paši kā tagad. Lai šo hipotēzi saskaņotu ar novērojamos konstatēto Visuma izplešanos un pamatotu stacionārā Visuma kosmoloģisko modeli, jāpieļauj nepārtraukta vielas rašanās. Nepieciešamais vielas rašanās ātrums nav liels — apmēram viens ūdeņraža atoms litra tilpumā vienā miljardā gadu.

Stacionārā Visuma kosmoloģiskā modeļa ietvaros tiek pieņemts, ka protoni un elektroni rodas tikpat daudz, cik antiprotonu un pozitronu, jo to pieprasa barionu un leptonu skaita saglabāšanās likums. Speciāls mehānisms nodrošina iespēju matērijai un antimatērijai izveidoties atsevišķi, tomēr skaidrs, ka antiprotons, kustoties mūsu Galaktikā, agrāk vai vēlāk sadursies ar protonu un anihilēs. Izrādās, ka tas notiek pēc apmēram 10 miljoniem gadu. Tā kā gamma kvanti ir viens no šādas anihilācijas produktiem, tad šim procesam ir jāietekmē vai pat jānosaka gamma staru fona līmenis mūsu Galaktikā. Kā rāda aprēķini, aparatūrai, kas paceļta ārpus Zemes atmosfēras robežām, šī anihilācijas procesa dēļ būtu jāreģistrē apmēram 3000 gamma kvantu stundā, kas ir pilnīgi pretrunā ar tiem datiem, kuri iegūti ar «Explorer-11» uzstādītās aparatūras palīdzību.

Pašlaik viens no lielākajiem gamma astronomijas panākumiem, ja neskaita jau pieminēto, nesen atklāto pulsāra NP 0532 gamma starojumu, ir dati, ko ieguva OSO-3. Tie pārliecinoši pierādīja gamma starojuma

plūsmas eksistenci no mūsu Galaktikas plaknes un centra virziena (10. att.) ar kvantu enerģiju, lielāku par 100 MeV. OSO-3 novērojumu rezultātus pēdējā laikā ir apstiprinājuši arī citi pētījumi, tai skaitā arī novērojumi, kas veikti ar «Kosmos» sērijas ZMP «Kosmos-208». OSO-3 novērojumu dati pierādīja, ka eksistē arī izotrops kosmiskā gamma starojuma fons ar intensitāti $(1,1 \pm 0,2) \times 10^{-4} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ ster}^{-1}$.

Gamma starojuma avota (gamma kvantu enerģija lielāka par 50 MeV) eksistence Strēlnieka zvaigznājā, t. i., Galaktikas centra virzienā, ir pamatota mazāk pārliecinoši. Šī avota, ko pieņemts apzīmēt Sgr γ -1, koordinātes ir $\alpha = 288^\circ \pm 3^\circ$, $\delta = -35^\circ \pm 2^\circ$.

Ir arī citi ziņojumi par diskrētu gamma starojuma avotu atklāšanu ar kvantu enerģijām, kas lielākas par 50 MeV, kā, piemēram, avots Gulbja zvaigznājā u. c. Taču arī šie dati nav droši, kaut arī novērojumus veikušas ļoti kompetentas pētnieku grupas. Iemeslu šaubīties par ziņojumu patiesību dod tas apstāklis, ka visi šie avoti ir novēroti tikai vienu reizi un citu pētnieku grupu iegūtie dati nav apstiprinājuši atklājējas grupas rezultātus. Protams, nav izslēgts, ka tādējādi novērotie gamma staru avoti ir mainīgi. Uz to vedina domāt arī nesen atklātie kosmiskā rentgenstarojuma avoti, kuru «dzīves laiks» izrādījās tikai ap 1 mēnesi. Šādu mainīgu gamma staru avotu eksistences pārliecinoša pierādīšana ir iespējama tikai, izdarot ilgstošus novērojumus ar ZMP uzstādīto aparāturu.

Kā redzams no šī īsā gamma staru astronomijas problēmu un sasniegumu apskata, vairāk nekā 10 gadu ilgie intensīvie meklējumi šajā jomā ir atnesuši daudz vilšanos. Ir tikai nedaudzi eksperimenti, kas pilnīgi droši apstiprina kosmiskā gamma starojuma un avotu eksistenci. Citos gadījumos šie novērojumi ir devuši tikai iespēju novērtēt gaidāmā kosmiskā gamma starojuma plūsmas līmeņa augšējo robežu. Tā, protams, arī ir svarīga informācija, tomēr, lai izvēlētos starp teorētiski iespējamiem gamma starojuma ģenerēšanās mehānismiem kosmisko gamma staru avotos, kā arī lai izdarītu nozīmīgus astrofizikālus secinājumus, ļoti nepieciešami jauni, precīzi novērojumu dati. Bet šādu datu iegūšana savukārt nav domājama bez ievērojama progresa novērojumu tehnikā, it īpaši enerģijas intervālam 10—100 MeV. Taču te pašlaik nav redzamas citas iespējas, kā vien gamma staru detektoru uztverošā laukuma un ekspozīcijas laika palielināšana. Šajā ziņā ļoti labas perspektīvas pavērtu Mēness apguve un astronomisku, tai skaitā arī gamma astronomisku observatoriju ierīkošana uz Mēness. Un kaut gan pašreiz viss rāda, ka gamma staru astronomija nekļūs par tikpat spēcīgu un informatīvu astronomijas nozari kā optiskā un radioastronomija, tomēr iespējas, kādas paver šī astronomijas nozare vielas, starojuma un augstas enerģijas daļiņu blīvuma un sadalījuma noteikšanai Visumā, ir pietiekami daudzsoļas, lai turpinātu darbu šajā virzienā.

ASTRONOMIJAS JAUNUMI

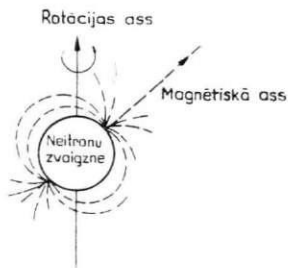
JAUNAS ATZIŅAS PAR PULSĀRIEM

Pulsāri joprojām ir vieni no vis-intensīvāk pētītajiem kosmiskajiem objektiem. Novēroto pulsāru starojuma īpatnību interpretācija rotējošas magnētiskas neitronu zvaigznes modeļa ietvaros, kas ir dominējošā hipotēze par pulsāriem, bieži vien dod gluži pārsteidzošus rezultātus. Viens no tādiem ir secinājums par ļoti lielas intensitātes magnētisko lauku eksistenci pulsāros. Šādu lauku pastāvēšanu var izskaidrot ar to, ka plazmā, no kā sastāv pulsāra apvalks, magnētiskā lauka spēka līnijas ir it kā «iesaldētas», t. i., saistītas ar plazmas vielu, līdz ar ko magnētiskā lauka plūsma ir nemainīgs lielums. Bet tas savukārt nozīmē, ka, zvaigznei saraujoties, magnētiskā lauka intensitāte pieaug. Vienkārši aprēķini rāda, ka magnētiskā lauka intensitāte šādā gadījumā pieaug apgriezti proporcionāli zvaigznes rādiusa kvadrātam. Un, ja zvaigzne ar sākotnējo rādiusu $3 \cdot 10^{10}$ cm un magnētiskā lauka intensitāti 1 gauss¹ saraujas līdz tipiskas neitronu zvaigznes izmēriem ar rādiusu $3 \cdot 10^6$ cm, tad magnētiskā lauka intensitāte var sasniegt 10^8 vai pat 10^{12} — 10^{13} gau-

¹ Salīdzinājumam atgādināsim, ka Saules rādiuss ir $6.96 \cdot 10^{10}$ cm, bet magnētiskā lauka intensitāte polos nepārsniedz dažus gausus.

sus (tādā gadījumā, ja magnētiskā lauka intensitāte sākumā ir bijusi par dažām kārtām lielāka, kā tas ir novērots t. s. magnētiskajām zvaigznēm, kur tā sasniedz pat desmitus tūkstošus gausu²). Pēc astrofiziķu domām, pulsāriem magnētiskās ass virziens lielākoties nesakrīt ar rotācijas ass virzienu (1. att.).

Otrs secinājums saistās ar cietas plazmas, supravadāmības un suprategēšanas parādību pastāvēšanu pulsāros. Risinot vielas stāvokļa vienādojumu ļoti lielu blīvumu apstākļos, kādi pastāv neitronu zvaigznes iekšējos slāņos, astrofiziķi nākuši pie atziņas, ka neitronu zvaigznes sastāv no vairākām čaulām ar visai neparastām īpašībām (2. att.). Zvaigznes centrā ir

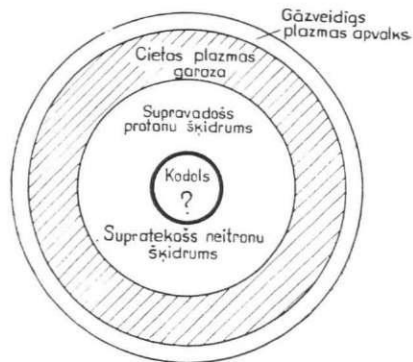


1. att. Lielākā daļa astrofiziķu uzskata pulsāru par rotējošu magnētisku neitronu zvaigzni, kurai rotācijas ass nesakrīt ar magnētiskās ass virzienu.

² Pašlaik maksimālā magnētiskā lauka intensitāte ir konstatēta zvaigznei HD 215441, kurai tā ir apmēram 34 000 gausu.

kodols, kuŗa blīvums $\rho_c \geq 10^{15}$ g/cm³, tātad tuvojas un, iespējams, ka dažos gadījumos pat pārsniedz atoma kodola vielas kolosālo blīvumu. Kādas ir vielas īpašības pie šādiem blīvumiem, nav vēl noskaidrots, jo nav pietiekami precīzi zināms vielas stāvokļa vienādojums ultraaugstu blīvumu apstākļos.

Perifērijas virzienā zvaigznes vielas blīvums samazinās un kodolu apņem savdabīga neitronu šķidruma čaula ar blīvumu apmēram 10^{13} g/cm³. Šai čaulai ar koncentrāciju daži procenti piejaukti arī protoni un elektroni.³ Neutroni, protoni un elektroni veido deģenerētas fermī sistēmas⁴, un šādos apstākļos ar zināmu tuvinājumu var uzskatīt, ka daļiņu sistēma sastāv no neatkarīgu neitronu, protonu un elektronu fermī šķidrumu maisījuma. Taču interesantākais ir tas, ka neitronu un protonu šķidrums, kā rāda aprēķini, šādu blīvumu gadījumā var kļūt supratekoši (neitronu šķidrums) un supravadoši (protonu šķidrums), t. i., šķidrumu tecēšana, šķidrumu daļiņu pārvietošanās šādos šķidrumos notiek bez berzes un, līdz ar to arī bez siltuma izdalīšanās. Ja šādos šķidrumos notiek un rodas plūsmas, tad tās nebremzējas un nezūd, jo daļiņas saduroties neiz-



2. att. Neitronu zvaigznes šķērsriezums (hipotētisks).

kliedējas, kā tas ir parastos šķidrumos un kas arī ir berzes parādības cēlonis. Elektronu šķidrums arī pie lieliem blīvumiem paliek normāls fermī šķidrums, t. i., pēc savām īpašībām tas ir tuvs deģenerētai fermī gāzei.

Blīvumam vēl vairāk samazinoties, zvaigznes vielā parādās atomu kodoli un brīvi elektroni, t. i., tā veido plazmu. Tātad neitronu šķidruma čaulu apņem plazmas čaula, taču arī ar ļoti neparastām īpašībām, jo izrādās, ka tā ir ... cieta. Tas ir tāpēc, ka neitronu zvaigznes drīz vien pēc to rašanās ļoti strauji atdziest sakarā ar ļoti intensīvo neitrīno un elektromagnētisko starojumu. Turklāt ātri atdziest ne tikai zvaigznes ārējie slāņi, bet arī iekšējie, jo supravadošajam un supratekošajam protonu—neitronu šķidrumam ir ļoti liela siltumvadāmība. Tādēļ drīz vien pēc izveidošanās

³ Blīvumam palielinoties, neitronu šķidruma koncentrācija pieaug, bet protonu—elektronu šķidruma koncentrācija samazinās.

⁴ Ja daļiņas (elektroni, protoni, neitroni) apraksta antisimetriskās viļņu funkcijas, tad to sistēmas pakļaujas sevišķai statistikai — t. s. Fermi—Diraka statistikai un tās sauc par fermi sistēmām.

praktiski visas neitronu zvaigznes temperatūra kļūst mazāka par 10^8 °K. Bet kušanas temperatūra plazmai, kuru veido atomu kodoli un elektroni, ja tās blīvums ir lielāks par 10^{10} g/cm³, nav mazāka par 10^8 °K, kas arī nozīmē to, ka neitronu šķidrums aptverošā plazmas čaula ir cieta. Cietās plazmas čaulas (šajā gadījumā varam runāt pat par garozu) biezums «tipiskai» neitronu zvaigznei ir apmēram 10^4 — 10^5 cm.

Cietās plazmas garozu aptver blīva gāzveida plazmas atmosfēra, kuras biezums nepārsniedz dažus desmitus vai simtus metru. Tātad «tipiskas», t. i., pietiekami masīvas neitronu zvaigznes sastāv no ļoti blīva kodola, supratekoša un supravadoša slāņa un cietas plazmas garozas, ko aptver plāns gāzveida plazmas apvalks.

Šāds neitronu zvaigznes modelis ļauj izskaidrot tādu mīklainu pulsāru radiostarojumā novērotu parādību kā pēkšņu pulsāciju perioda samazināšanos un citas pulsāru radiostarojuma īpatnības. Tā, piemēram, pulsāram PSR 0833-45 (tas atrodas miglājā Vela X) novēroto lēcienveida pulsāciju perioda maiņu⁵ var saistīt ar seismiskām parādībām cietajā plazmas garozā, resp., ar «zvaigznestrici». Šīs hipotēzes ietvaros minētās parādības cēlonis ir neitronu zvaigznes rotācijas leņķiskā ātruma pakāpeniska sama-

zināšanās, t. i., rotācijas perioda palielināšanās. Tā kā cietās plazmas garoza nevar nepārtraukti mainīt savu formu, tad rotācijas leņķiskā ātruma samazināšanās dēļ cietajā plazmas garozā ir jārodas lūzumiem, kuru gaitā tā pieņem formu, kas atbilst līdzsvara stāvoklim pie dotā leņķiskā ātruma. Šādi pēkšņi lūzumi tad arī ir «zvaigznestrices».

Novērojumi rāda, ka pēc «zvaigznestrices» pulsāra PSR 0833-45 pulsāciju periods pieaug straujāk nekā pirms šī notikuma. Teorētiski apsvērumi ļauj saistīt šo parādību ar neitronu zvaigznes supratekošās un supravadošās čaulas īpašībām. Līdz ar to paveras patiesi fantastiska un aizraujoša perspektīva, novērojot «zvaigznestrices», ielūkoties neitronu zvaigznes iekšienē un pētīt neitronu un protonu šķidruma neparastās īpašības. Jāatzīmē, ka daži astrofizikā, piemēram, ārzemju zinātnieki F. Mišels un M. Rudermands un padomju zinātnieki V. Švarcmans un G. Bisnovatijs-Kogans, pulsāru pulsāciju perioda palielināšanos saista nevis ar supratekošā un supravadošā šķidruma čaulas īpašībām, bet ar pavadoņu (planētu) eksistenci ap pulsāriem un pulsāra rotācijas enerģijas zudumiem gravitācijas starojuma dēļ. Pazīstamais padomju zinātnieks akadēmiķis V. Ginzburgs uzskata, ka visticamāk tomēr ir saistīt šo parādību ar jau minētajām supratekošā un supravadošā šķidruma čaulas īpašībām. Viņš uzskata, ka pulsāru novērojumi un pētījumi var dot ārkārtīgi vērtīgu, fundamentālu

⁵ Skat. A. Balklava rakstu «Vai pulsāri staro arī rentgenstaros?» — «Zvaigžņotā debess», 1970. gada pavasaris, 24. lpp.

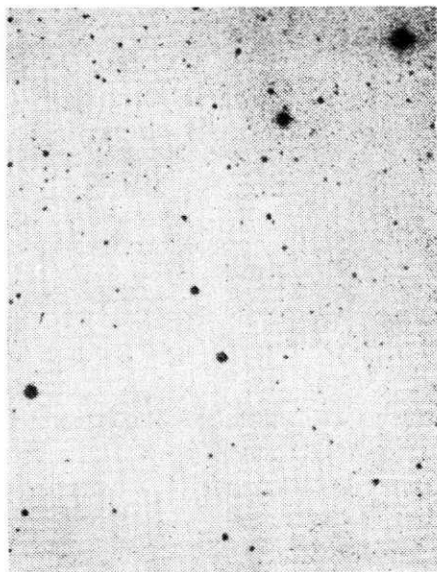
rakstura informāciju par vispārīgās relativitātes teorijas un citu modernās fizikas teoriju pielietojamības robežām, jo tieši pulsāros, t. i., neitronu zvaigznēs, visspilgtāk izpaužas relativistiskie un kvantu efekti. Tādā pulsi var palīdzēt risināt ne tikai pašas svarīgākās mūsdienu astrofizikas, bet arī pašas aktuālākās mūsdienu fizikas problēmas.

A. Balklavs

GULBJA V 1057 ZVAIGZNES STRAUJĀ PĀRVĒRŠANĀS

Upsalas astronomijas observatorijā, Zviedrijā, Gunārs Velins, pētot zvaigznes kādā debess apgabalā Gulbja zvaigznājā, atklājis neparastu zvaigznes pārvēršanos.

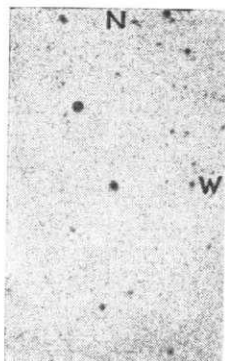
Šī zvaigzne kopš 1957. gada pazīstama kā T Tauri tipa maiņzvaigzne. Šāda tipa zvaigznēm piemīt ātras neregulāras spožuma maiņas ar amplitūdu ap vienu zvaigžņu lielumu. Tomēr noteicošais kritērijs zvaigznes iedalīšanai šai tipā ir spektra īpatnības. T Tauri zvaigznes pieder pie vēlām F un G, K, M zvaigznēm, t. i., zvaigznēm, kuru temperatūra zemāka par 6000°. Turklāt to spektros ir daudz emisijas līniju, no kurām intensīvākās ir ūdeņraža, hēlija, jonizētā kalcija, dzelzs un titāna līnijas. Bez tam T Tauri zvaigznes vienmēr atrodas putekļu un gāzu miglājos vai to tuvumā. Aplūkojamais objekts Gulbja V 1057 saistīts ar miglāju NGC 7000, kuru tā raksturīgās formas dēļ sauc arī par Ziemeļamerikas miglāju (1. att.). Bija zināms, ka šīs maiņzvaigznes fotogrāfiskais



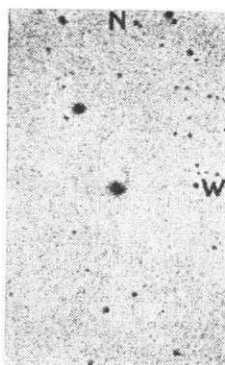
1. att. Gulbja V 1057 apkārtnes uzņēmums, kas iegūts 1971. gada 3./4. jūnijā.

spožums svārstās robežās no 15^{m.5} līdz 16^{m.5}.

Tagad šai zvaigznei astronomu uzmanību pievērsis G. Velina atklājums. Viņš konstatēja, ka 1970. gada novembrī zvaigznes fotogrāfiskais spožums (B) bija ap 10^{m.0}. Tas nozīmē, ka zvaigzne kļuvusi ap 250 reīzu spožāka nekā tā bija agrāk. Turklāt ap zvaigzni parādījies lokveida gaišs miglains pavediens. Tas labi redzams uz 1970. gada 22. decembra fotogrāfijas, ko uzņēmis G. Velins. Pēc viņa iegūtajiem spektru uzņēmumiem var konstatēt, ka arī zvaigznes spektrs ievērojami izmainījies. Jau 1969. gada oktobrī vairs nav atrodama ūdeņraža α



2. att. Gulbja V 1057 zvaigzne (attēla centra) 1969. gada 23./24. oktobrī, tās straujo pārvērtību laikā.



3. att. 2. attēla redzamais debess apgabals, nofotografēts 1971. gada 1./2. jūnijā. No Gulbja V 1057 uz ziemeļrietumiem iziet miglains pavediens, kas tālāk pagriežas uz ziemeļiem un austrumiem. Visi trīs uzņēmumi iegūti ar sarkano filtru.

emisijas līnija, kas 1957. gadā bijusi vidēji stipra. Zvaigznes spektrs 1970. gada septembrī atbilst spektra klasei B3, un nekādas emisijas līnijas nav atrodamas.

Nedaudzie G. Velina novērojumi it kā rāda, ka zvaigznes spožums pieaudzis galvenokārt 1969. gada novembrī.

Viss minētais liecina, ka zvaigzne Gulbja V 1057 pārdzīvojuši radikālas pārvērtības. Lai noskaidrotu, kā tās notikušas, īpaša nozīme ir attiecīgā debess apgabala fotogrāfijām, kas iegūtas 1969. gada rudenī un glabājas dažādās observatorijās. Pārskatot LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijas Šmita teleskopa novērojumu žurnālu, izrādījās, ka šai laikā ar teleskopu iegūts tikai viens uzņēmums, uz kura var būt Gulbja V 1057 zvaig-

zne. 1969. gada 23./24. oktobra naktī šo debess apgabalu uzņēmis observatorijas līdzstrādnieks Oskars Paupers. Uzņēmums izdarīts sarkanā gaismā, lietojot Kazaņā izgatavoto astronomisko filmu A-660 un sarkano stikla filtru RG 2. Tādējādi uz fotoemulsijas reģistrēta zvaigžņu un miglāju sarkanā gaisma, kurai viļņa garums ir no 6200 līdz 6000 Å. Izmērot uzņēmumu, tika konstatēts, ka toreizējais zvaigznes spožums sarkanajā gaismā izsakāms ar zvaigžņu lielumu $10^{m.6}$. Diemžēl mūsu rīcībā nav datu par zvaigznes sarkano starojumu pirms pārvērtībām. Bet, tā kā ir zināms, kāds bija fotogrāfiskais lielums pirms uzliesmojuma ($15^{m.5}$ — $16^{m.5}$), var domāt, ka sarkanais lielums varēja būt ap 14^m — 15^m . Tādā gadījumā iespējams secināt, ka jau

1969. gada 23./24. oktobri zvaigznes spožums bija picaudzis aptuveni par 4 lielumiem jeb 40 reizes. Salīdzinājumam šo pašu apgabalu 1971. g. 1./2. jūnijā nofotografēja observatorijas līdzstrādniece Ilga Daube un 3./4. jūnijā šī raksta autors. Izrādījās, ka šoreiz zvaigzne bija vēl par 2 lielumiem spožāka, t. i., sasniegusi lielumu 8^m6 . Uzņēmumos ar garaku ekspozīciju, kas jūnija sākumā iegūti ar Baldones Smita teleskopu, labi redzams arī gaišā miglāja pusloka pavediens, kas it kā iziet no zvaigznes.

Jādomā, ka drīzumā uzzināsim sīkāk, kā tad īsti notikusi šīs īpatnējās zvaigznes spožuma izmaiņa, jo attiecīgais debess apgabals droši vien 1969. gadā ir nofotografēts arī citās observatorijās.

Uzzinājuši par Gulbja V 1057 izmaiņām, amerikāņu astronomi G. Herbigis un E. Harlans 1971. gada marta un aprīlī ieguva šīs zvaigznes spektrogrammas ar Lika observatorijas 3 metru teleskopa spektrogrāfu. Šie mērījumi rāda, ka zvaigznes atmosfērā daļa vielas pārvietojas prom no zvaigznes centra ar ātrumu 420 km/s, tomēr galvenā atmosfēras masa kustas ar izplešanās ātrumu ap 45 km/s. Zvaigznes spektra tips šai laikā ir bijis A1. Ja pirms uzliesmojuma zvaigznes spektra tips bija K0, kas atbilst 5000°K temperatūrai, tad tagad tas atbilst $10\,000^\circ\text{K}$ temperatūrai. No zvaigznes virsmas temperatūras celšanās vien tās spožums zilajā gaismā varēja pieaugt 30 reizes. Lai izskaidrotu novēroto spožuma pieaugumu (250 reizes), jā-

pieņem, ka arī zvaigznes rādiuss ir palielinājies, pie tam gandrīz 3 reizes.

Kas attiecas uz gaišo miglaino pavedienu ap Gulbja V 1057 zvaigzni, domājams, ka tas ir putekļu miglājs, kas jau agrāk pastāvējis ap zvaigzni. Zvaigznes spožumam palielinoties, tas kļuvis gaišs un līdz ar to novērojams.

Gulbja V 1057 spožuma palielināšanās atgādina līdzīgu notikumu ar Oriona FU zvaigzni 1936. gadā. Pirms 1936. gada tās fotografiskais spožums mainījās robežās no 15^m3 līdz 16^m4 . Tad 1936. gada beigās — 1937. gada sākumā zvaigzne pēkšņi palielināja spožumu līdz 10^m1 , bet 1937. gada beigās tas bija 9^m7 . Interesanti, ka pēc 25 gadiem, t. i., 1961. gadā, tās spožums vēl arvien bija 10^m3 , tātad tikai nedaudz vājāks nekā 1937. gada sākumā. Par FU Ori uzliesmojumu kļuva zināms tikai 1939. gadā. Tolaik ap zvaigzni jau bija izveidojies vēdekļveida gaišs miglains plankums, kāds agrāk nebija novērots. G. Herbigis pētīja FU Ori spektru 1962. un 1963. gadā un konstatēja tā līdzību ar T Tauri tipa zvaigžņu spektru. Tomēr nekas nav zināms par FU Ori spektru pirms tās spožuma pieauguma 1936. gadā.

Starp raksturīgākajām FU Ori spektra īpatnībām jāatzīmē litija (Li I) 6707 Å absorbcijas līnija. Šī līnija atrasta arī Gulbja V 1057 spektrā, un tā liecina par augstu litija saturu šo zvaigžņu atmosfērās.

Vairākas līdzīgas pazīmes abu zvaigžņu izmaiņu raksturā un spek-

tru īpatnībās it kā liecina par to, ka abās zvaigznēs notikušas līdzīga rakstura parādības. Gulbja V 1057 gadījumā laimīgā kārtā ir iegūts spektrs pirms spožuma pieauguma. Tādējādi ir pierādīts, ka novērotās izmaiņas atspoguļo būtisku pašu šo zvaigžņu fizikālo īpašību pārveidošanos. Tā kā pēc valdošā uzskata T Tauri tipa mainzvaigznes ir zvaigznes, kas atrodas savas attīstības sākuma stadijā, tad var cerēt, ka pēc šīs parādības rūpīgākas izpētes mūsu priekšstats par šo attīstības posmu zvaigžņu dzīvē kļūs pilnīgāks.

A. Alksnis

METILSPIRTS UN CITAS JAUNATKLĀTAS STARPZVAIGŽŅU TELPAS MOLEKULAS

Gandrīz vai katru mēnesi uzzinām par jaunu starpzvaigžņu telpas daudzatomu molekulu atklāšanu ar radioteleskopiem. Iepriekšējā «Zvaigžņotās debess» izdevumā pastāstījām par cianoacetilēna un skudrskābes molekulām. ASV pētnieku grupa ar Grīnbenkas 42,7 metru radioteleskopu nesen atklājusi, ka divos radiostarojuma avotos (Sgr A un Sgr B2), kas atrodas Galaktikas centra virzienā Strēlnieka zvaigznājā, sastopamas metilalkohola jeb t. s. koka spirta (CH_3OH) molekulas. Tās konstatētas pēc viņām raksturīgā radiostarojuma 834 MHz frekvencē, kas atbilst radioviļņu garumam 36 cm. Šais pašos radioavotos jau agrāk atklātas arī citas molekulas, tai

skaitā formaldehīds (H_2CO). Līdzšinējie nedaudzī novērojumi it kā norāda uz to, ka metilalkohola molekulu radioemisija nāk no tiem pašiem starpzvaigžņu mākoņiem, kas rada spēcīgāko formaldehīda radioabsorbcijas līniju.

1971. gada 23. martā cita Ilinoisas universitātes astronomu un ķīmiķu grupa ar to pašu radioteleskopu un taīs pašos radioavotos atklāja formamīda (NH_2COH) molekulu radiostarojumu 6 cm viļņu garumā. Šī ir pirmā zināmā starpzvaigžņu telpas molekula, kas satur gan ūdeņraža, gan oglekļa, gan slāpekļa un skābekļa atomus. Tā ir ļoti interesanta no prebioloģiskās ķīmijas viedokļa.

Laikā starp 1971. gada 29. aprīli un 6. maiju ar Kitpikas observatorijas 11 metru radioteleskopu atklātas vēl trīs starpzvaigžņu molekulas. Jau minētajā avotā Sgr B2 atrodas divu veidu molekulas: metilacetilēns ($\text{CH}_3\text{C}_2\text{H}$) un izociānskābe (HNCO). Trešā molekula atklāta galaktikas radioavotos W 51 un DR 21. Domājams, ka tā ir ūdeņraža izocianīda (HNC) molekula. Jāpiezīmē, ka ūdeņraža cianīdu (HCN) vairākos radioavotos atklāja jau 1970. gada jūnijā. Šī molekula staro 3,4 mm viļņu garumā. Tās radiostarojums atklāts arī avotos Sgr A, Sgr B2, kā arī infrasarkanajā oglekļa zvaigznē IRC + 10216.

Tagad zināmo starpzvaigžņu telpas daudzatomu molekulu skaits jau pārsniedz desmitu.

A. Alksnis

ANTARESĀ RADIOSTARĀJUMS

Antares ir spožākā zvaigzne Skorpiona zvaigznājā, kas tikai daļēji redzams mūsu ģeogrāfiskajos platumos. Tomēr Skorpiona alfu (α), kā astronomi apzīmē Antaresu, var novērot vasaras pirmajā pusē dienvidos zem pie apvāršņa. Tā augstums Rīgā nepārsniedz 7° . Antares redzams kā pirmā lieluma zvaigzne. Īstenībā tā starжда ir vairāk nekā 10 000 reizi lielākā par Saules starждаu, bet diametrs gandrīz 300 reizes pārsniedz Saules diametru. Tātad Zeme ar visu orbītu varētu ievietoties šī sarkanā pārmilža iekšienē. Par sarkaniem pārmilžiem šāda veida zvaigznes sauc to samērā zemās temperatūras un milzīgā diametra dēļ. Antaresa temperatūra ir ap 3500° , tāpēc tas izskatās sarkanīgs.

Antares ir vizuāla dubultzvaigzne. Tās otra sastāvdaļa — 5. lieluma baltā zvaigzne — atrodas trīs loka sekunžu atstatumā no galvenās zvaigznes.

Antares ietilpst to zvaigžņu sarakstā, kuras ar trīselementu radiointerferometru novēro Grīnbenkā, Rietumvirdžīnijā, ar nolūku uztvert no tām radiostarjumu. C. Veids un R. Hjelmings, kas uzsākuši šo novērojumu programmu, patiešām atklājuši radioavotu, kura koordinātes saskan ar Antaresa stāvokli pie

debess. Novērošana notikusi 11,1 cm viļņu garumā. Starjums no Antaresa izrādījās tik vājš, ka pētnieki par savu atklājumu guvuši tiešu pārliecību tikai pēc tam, kad novērojumi apstiprinājušies nākamajos divos novērošanas seansos dažādos laikos un ar dažādu uztverošo aparatūru. Uz radioteleskopa antenas vienu kvadrātmetru viena herca diapazonā no Antaresa atnāk tikai $4 \cdot 10^{-29}$ vatu jauda.

3,7 cm viļņos Antaresa radiostarjumu nav izdevies konstatēt. No tā darba autori secina, ka šis radiostarjums nav vienkāršs termiskais radiostarjums, kāds piemīt ikvienam ķermenim atkarībā no tā temperatūras. Tātad te mēs sastopamies ar tāda veida radiostarjumu, kāds novērojams Saules atsevišķo rajonu (plankumu) apkārtnē aktivitātes brīžos, ar t. s. netermisko radiostarjumu. Iespējams, ka līdzīgi procesi notiek Antaresa atmosfērā. Tomēr, lai izskaidrotu Antaresa radiostarjumu, jāpieņem, ka aktīvie apgabali uz šīs zvaigznes aizņem procentuāli daudz lielākus virsmas rajonus nekā uz Saules.

Jāpiezīmē vēl tas, ka Antaresa radiostarjums pēc savām īpašībām atšķiras no maiņzvaigžņu radiostarjuma, ko aplūkojām iepriekšējā «Zvaigžņotās debess» izdevumā.

A. Alksnis

KOSMOSA APGŪŠANA

«APOLLO-14» MĒNESS EKSPEDĪCIJA

Ceturto reizi cilvēki devās ceļā uz Mēnesi 1971. gada 1. februārī 0st3^m pēc Maskavas laika ar kosmosa kuģi «Apollo-14». Ekspedīcijas sastāvā bija kuģa komandieris Alans Šepards, dzimis 1923. gadā, viens no pirmajiem septiņiem ASV kosmonautiem (kosmonautu dienestā ieskaitīts 1959. gadā). Viņš bija pirmais amerikānis, kas 1961. gada maijā veica lidojumu kosmosā. Mēness kabīnes pilots Edgars Mičels, dzimis 1930. gadā, un galvenā bloka pilots Stjuarts Rusa, dzimis 1933. gadā, kosmonautu dienestā atrodas kopš 1966. gada.

TRASĒ ZEME—MĒNESS

Negaisa dēļ «Apollo-14» starts notika 40 minūtes vēlāk nekā plānots. 2st32^m kuģis ar nesējraķetes pēdējo pakāpi tika ievadīts ceļā uz Mēnesi. 3st6^m kosmonauti sāka pārkārtot kuģa nodalījumus: atdalīja galveno bloku, pagriezta to par 180° un pievadīja Mēness kabīnei, kas atradās uz nesējraķetes pēdējās pakāpes. Galvenā bloka savienojošam stienim bija jāieiet Mēness kabīnes uzņemšanas konusā un jāstiprinās. Taču 5 savienošanās mēģinājumi bija nesekmīgi. Stieņa satvērēji nedarbojās. Pēc tam savienošanos izdarīja tikai ar galvenā bloka satvērējiem, panākot kontaktu «korpusu pie korpusa». Visas šīs operācijas pārraidīja pa televīziju.

Ne kosmonauti, ne speciālisti uz Zemes nekādus defektus savienojošā mehānismā neatrada. Tāpēc no vadības centra deva atļauju nosēsties uz Mēness, pieņemot, ka selenocentriskajā orbītā, kosmonautiem atgriežoties no Mēness, tas darbosies normāli.

Lai iedzītu startējot zaudēto laiku, kuģa ātrums tika attiecīgi palielināts. Tālākais lido-

1. att. Līdzšinējo Mēness ekspedīciju nolaišanās vietas. Ziemeļi augšā.

jums norisinājās normāli, saskaņā ar programmu. 4. februārī 10st01^m ieslēdza marša dzinēju, kas kuģi ievadīja orbitā ap Mēnesi. 10st42^m nesēja raķetes pēdējā pakāpe nokrita uz Mēness apmēram 200 km attālumā no seismometra, kuru 1969. gada novembrī uz Mēness uzstādīja «Apollo-12» kosmonauti. Pēdējās pakāpes svars bija 13,5 tonnas; ātrums nokrišanas momentā pārsniedza 2 km/s. Seismometrs

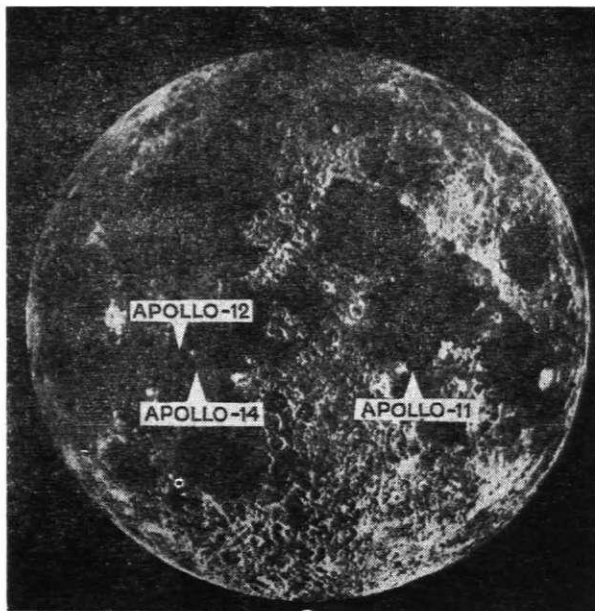
sāka reģistrēt svārstības pēc 32 sekundēm. Svārstību raksturs bija tāds pats kā nokritot «Apollo-13» pēdējai pakāpei, bet to ilgums bija tikai 2 stundas, nevis 4 stundas kā iepriekšējā gadījumā. Šī fakta izskaidrojums vēl nav atrasts. Pieņem, ka seismiskie viļņi Mēness cieto kodolu nav sasnieguši, bet atstarojušies no regolīta slāņa, kas atrodas apmēram 40 km dziļumā.

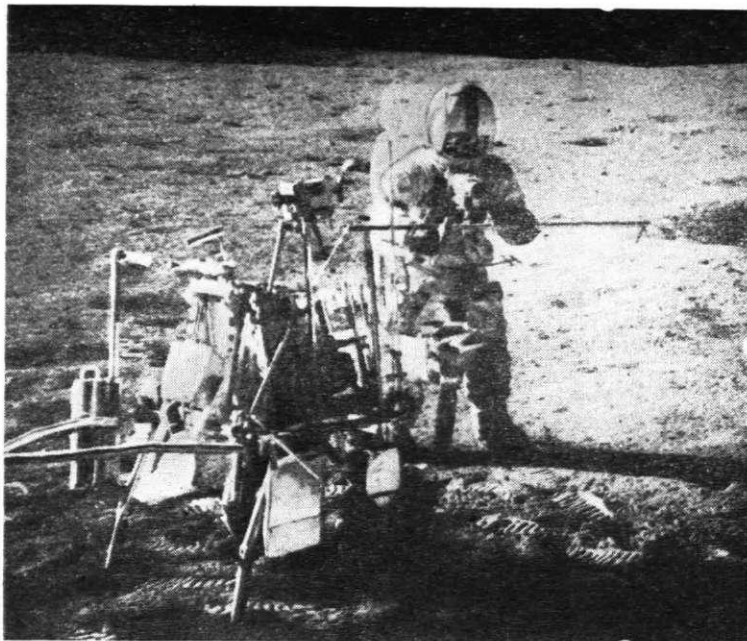
5. februārī 7st50^m Mēness kabīne «Antares», kurā atradās kosmonauti Šepards un Mičels, atdalījās no galvenā bloka, kas Rusas vadībā palika Mēness orbitā.

«Antares» sasniedza Mēness virsmu 5. februārī 12st18^m punktā ar selenogrāfiskām koordinātēm 3°40'27" S un 17°27'58" W, 26,5 m no paredzētās nolaišanās vietas krātera Fra Mauro rajonā, 8° slīpā nogāzē (pieļaujams slīpums 15°). Apydus šajā Mēness augstienē ir ļoti neliels; visapkārt atrodas dažāda lieluma krāteri un akmeņi ar diametru līdz 6 m.

PIRMĀ DIENA UZ MĒNESS

5. februārī 17st57^m Šepards izkāpa uz Mēness virsmas un ieslēdza televīzijas kameru. Pēc 3 minūtēm viņam sekoja Mičels, kurš vispirms savāca Mēness iežu «avārijas komplektu». Šos paraugus paņēma no neliela krātera apmēram 7 m attālumā no Mēness kabīnes. Tie bija domāti gadīju-





2. att. Divriči ar zinātnisko aparāturu gatavi doties ceļā.

mam, ja negaidīti būtu jāpaceļas prom no Mēness t. s. avārijas starta gadījumā.

Mēness kabīnes balsti bija dziļi iegrimuši mīkstos brūnos putekļos. Kosmonauti tos salīdzināja ar talku. «Apollo-12» kosmonauti Mēness smiltis Vētru okeānā salīdzināja ar melnām lipīgām grafīta pārslām.

Apmēram 30 m no Mēness kabīnes Šepards un Mičels uzstādīja televīzijas kameru un speciālu uz Zemi vērstu antenu ar atstarotāju. Lai uzvertu Saules vēja inerto gāzu atomus, perpendikulāri Saules staru virzienam tika izvēsta plāna alumīnija folija. Pēc tam kosmonauti ar speciāla celtņa palīdzību sāka izcelt zinātnisko eksperimentu iekārtas. Daļu no tām viņi novietoja uz divričiem ar gumijas riepām un devās ceļā uz izraudzīto aparātūras uzstādīšanas vietu 150 m attālumā no «Antaresa». Ratiņu riteņi atstāja 2 cm dziļas slīdes. Kosmonauti tās salīdzināja ar pēdām, kādas atstāj traktors uzartā laukā.

Iet ar kravu bija diezgan grūti. Nozīmētā vieta pie tam izrādījās pārāk nelīdzena un piemērotu laukumiņu izdevās atrast tikai 300 m attālumā.

Te uzstādīja lāzera staru reflektoru, pasīvo seismometru, 3 aktīvos seismometrus (geofonus), jonu detektoru, jonizācijas manometru, protonu un elektronu detektoru, kā arī komplektu ar granātām un 4 palaišanas iekārtām. Tās domāts izspridzināt pēc pusgada, dodot komandu no Zemes. Sprādzienu reģistrēs geofoni.

Stabili novietot aparāturu nebija tik viegli. Diezgan grūti bija arī izritināt kabeļi, kas savienoja aparāturu ar enerģijas avotiem un telemetrisko aparāturu.

Atgriežoties uz Mēness kabīni, Mičels izspridzināja 18 pirotehniskus lādiņus. Geofoni reģistrēja izraisītās seismiskās svārstības, kuru ātrums Mēness virsējos slāņos bija mazāks, nekā to domāja agrāk.

Iešana pa Mēness virsmu izrādījās vieglāka, nekā kosmonauti gaidīja, taču skafandri likās smagi un brīžiem viņi juta vieglus galvas reiboņus.

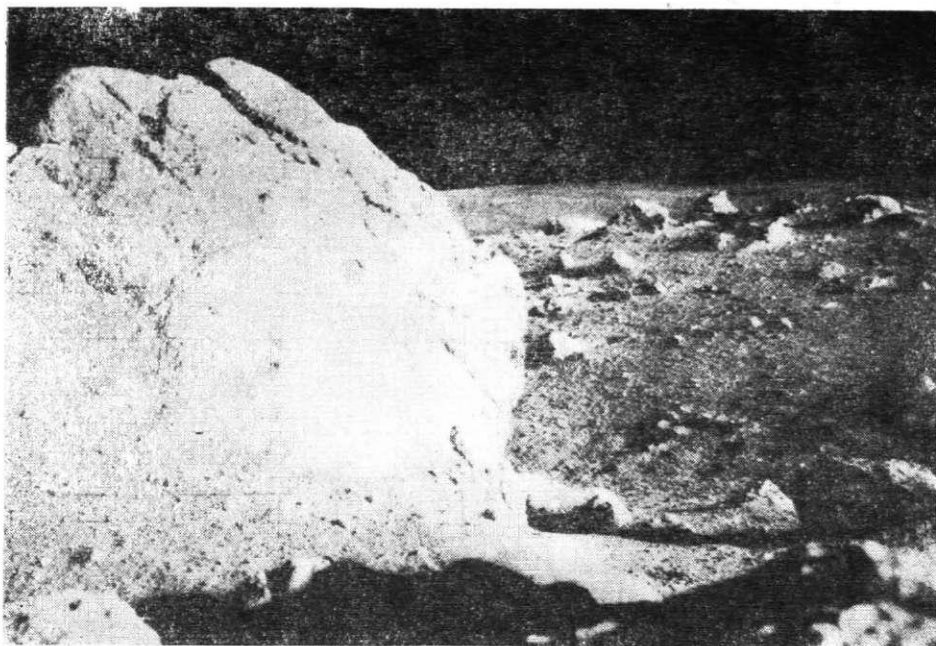
Pirmās pastaigas laikā tika iegūti arī vairāki simti fotouzņēmumu un savākti «dokumentālie» Mēness iežu paraugi kopsvarā 20,4 kg. Atgriežoties Mēness kabīnē, kosmonauti tos ievietoja hermetizētos konteineros. Pirmais gājiens pa Mēness virsmu ilga 4 stundas 47 minūtes.

OTRĀ DIENA UZ MĒNESS

Pēc 4,5 stundu atpūtas Šepards un Mičels sāka otro darba dienu uz Mēness. Šoreiz ratiņos viņi ņēma līdz iekārtas, kas nepieciešamas ģeoloģiskiem pētījumiem, un pārnesamo magnetometru. Bija paredzēts doties uz apmēram 1 km attālo Kona krāteri un sasniegt tā vaļņa virsotni. Ceļš uz turieni bija ļoti šķēršļots, klāts dažāda lieluma krāteriem un akmeņiem. Kona krātera tuvumā, sevišķi tā vaļņa nogāzē, akmeņi kļuva arvien lielāki un bija sastopami arvien biežāk. Apkārtne bija pārredzama tikai 100—150 m attālumā un līdz ar to bija grūti orientēties. Ratiņus bieži vajadzēja nest uz rokām.

Sakarā ar grūto kāpienu kosmonauti vairs neiekļāvās grafikā. Neliudzēja arī 30 minūšu pagarinājums. Bija jūtams, ka kosmonauti ir noguruši. Viņi elpoja ļoti smagi. Šeparda pulss sasniedza 150, bet Mičela — 138 sitienus minūtē. Lielā fiziskā piepūle bija par cēloni arī skābekļa pārtēriņam. Vadības centrā nolēma, ka krātera malu sasniegt nav iespējams un deva pavēli savākt iežu paraugus turpat un griezties atpakaļ.

Atpakaļceļā tika paņemti grunts paraugi no pusmetra dziļuma, saskaņā ar rīkojumu no Zemes noskaldīts gabaliņš no kāda sevišķi interesanta 3,5 m gara un 1 m plata akmens un izdarīti mērījumi ar magnetometru. Tas konstatēja magnētiskā lauka intensitāti 101 gammu. «Apollo-12» komandas uzstādītais magnetometrs Vētru okeānā rādīja tikai 37 gammas. Mičels izraka arī 1,2 m garu un 0,6 m dziļu tranšeju. Tās griezumā bija skaidri redzami 3 slāņi: virsējais — smalkgraudains, vidējais — stiklveida un apakšējais — baltā krāsā. Tranšeju nofotografēja. Mičels vēl



3. att. Viens no Mēness virsmas klinšu blūkiem, ar kuriem sastapās «Apollo-14» selenauti.

savāca iežu paraugus, bet Šepards pārbaudīja iepriekšējā dienā uzstādīto aparatūru un satina alumīnija foliju. Abos gājienos kopā bija savākti 43,5 kg Mēness iežu, to skaitā 2 lieli akmeņi ar svaru 12—13 kg. Tas ir apmēram tikpat daudz kā «Apollo-11» un «Apollo-12» ekspedīcijās kopā. «Apollo-13» ekspedīcija, kā zināms, Mēnesi nesasniedza.¹

Otrais gājiens pa Mēness virsmu ilga 4 stundas 35 minūtes. Abos gājienos kopā tika veikti 2,7 km. Pavisam uz Mēness kosmonauti pavadīja 34 stundas.

ATPAKAĻCEĻĀ

Starts no Mēness notika 6. februārī 21st47^m pēc tam, kad bija rūpīgi pārbaudītas visas Mēness kabīnes borta sistēmas. Savienojšanās ar galveno bloku izdevās pirmajā mēģinājumā 23st35^m. Pēc tam Šepards un

¹ Skat. J. Timuka un J. Francmaņa rakstu «Par Apollo-13 lidojumu». — «Zvaigžņotā debess», 1970./71. gada ziema, 32. lpp.

Mičels pārgāja uz ekipāžas kabīni un pārnesa uz turieni arī iežu paraugus, filmas un citus materiālus. 4 t smago pacelšanās pakāpi atdalīja 7. februārī 1st47^m. Tā nokrita uz Mēness apmēram 50 km no «Apollo-14» nolaišanās vietas un 125 km no «Apollo-12» nolaišanās vietas. Trieciena spēku reģistrēja kā «Apollo-14», tā arī «Apollo-12» ekspedīcijas atstātie seismometri.

4st38^m kosmosa kuģis iegāja trajektorijā uz Zemi.

8. februārī televīzijas seansa laikā kosmonauti veica dažādus eksperimentus bezsvara apstākļos: 1) ar speciāla aparāta palīdzību sadalīja dažādus bioloģiskus savienojumus (organiskas krāsvielas, hemoglobīnu, DNS). Šādiem procesiem ir liela praktiska nozīme vakcīnu izgatavošanā; 2) novēroja konvekciju un siltuma strāvas dažādos šķidrums un gāzēs; 3) novēroja šķidrums sajaukšanos degvielu bākās. Šis process ir svarīgs, pildot degvielu orbitālās stacijas; 4) pētīja iespējas iegūt homogēnus lējumus no materiāla, kas satur gan metāliskas daļiņas, gan plastiskas šķiedras.

Bez tam kosmonauti arī fotografēja Zemi, veica navigācijas mērījumus un pētīja uzliesmojumus, kas redzami pilnīgā tumsā un pat ar aizvērtām acīm. To cēlonis ir kosmisko staru daļiņas, kas bombardē acs tīkleni.

9. februārī 23st34^m atdalīja dzinēju nodalījumu un 17 minūtes vēlāk ekipāžas nodalījums iegāja Zemes atmosfērā. Oklendā pilsētas (Jaunzēlandē) iedzīvotāji 10—20 sekundes to novēroja ugunīgas lodes izskatā. Ekipāžas nodalījums sasniedza Klusā okeāna ūdens virsmu 10. februārī 0st05^m dienvidos no Samoa salām apmēram 1 km no aprēķinātā punkta un 6 km no helikopteru bāzes kuģa «New Orleans». 0st54^m kosmonauti jau bija karantīnas furgonā uz kuģa.

* *

*

«Apollo-14» 9 dienu ilgais lidojums beidzās sekmīgi. Uz Mēness atstātā aparatūra darbojas labi. Lidojums izmaksāja 400 miljonus dolāru.

Džodrelbenkas radioastronomijas observatorijas direktors Bernards Levels izteicās, ka «Apollo-14» ekspedīcijas pētījumi savilņo no cilvēcīgā viedokļa, bet no zinātniskā viedokļa atstāj mazāku iespaidu. Viņš uzskata, ka vērtīgus zinātniskus rezultātus Mēness pētišanā var iegūt arī ar automātisku aparātu palīdzību.

I. Daube

OBSERVATORIJAS UN ASTRONOMI

I. FRANCMANIS

FRANCIJAS OBSERVATORIJĀS

Lidmašīna «IL-62» beidz savu lidojumu pa maršrutu Maskava—Parīze. Pasažieri, to skaitā arī es, izkāpj un ar autobusu dodas uz Orli lidostas jauno moderno ēku pēc bagāžas. Sagaidītāju vidū redzu profesoru E. Šacmanu, kuru labi pazīstu, jo viņš pirms trim gadiem ir bijis Rīgā un vairākas reizes man bija izdevība tikties ar viņu arī Maskavā. Pa jauno šoseju, kas savieno Orli lidostu ar Parīzi, ar ātrumu ap 140 km stundā, braucam uz Astrofizikas institūtu. Mana dzīves vieta paredzēta institūta nelielajā viesnīcā, kas domāta ārzemju astronomiem. Tā 1971. gada 22. aprīlī sākās mans vienu mēnesi ilgais komandējums Francijā.

Jau trīs gadus turpinās sadarbība starp PSRS Zinātņu akadēmiju un Francijas Zinātmisko pētījumu nacionālo centru par tematu «Zvaigžņu iekšējā uzbūve un evolūcija». Vairāki astronomi no Francijas ir bijuši Padomju Savienībā, piedalījušies apspriedēs, konferencēs. Profesors E. Šacmans un K. Ševaljē no Parīzes un A. Baglena no Nicas viesojušies Rīgā, mūsu Radioastrofizikas observatorijā. Daži franču astronomi sekmīgi strādājuši Padomju Savienībā vairākus mēnešus.

Mana komandējuma mērķis bija turpināt sadarbību pēc vienošanās par tēmu «Zvaigžņu iekšējā uzbūve un evolūcija». Bija paredzēts darbs Parīzes Astrofizikas institūtā un Medonas observatorijā (3 nedēļas) un Nicas observatorijā (1 nedēļu). Šai laikā man bija iespēja ne tikai veikt paredzēto darbu un tuvu iepazīties ar franču astronomu pētījumiem zvaigžņu iekšējās uzbūves un evolūcijas laukā, bet arī iepazīties ar dažām Francijas observatorijām vispār, ar to vēsturi, daudziem instrumentiem, ar zinātniskā darba organizāciju.

ASTRONOMISKO PĒTĪJUMU ORGANIZĀCIJA

Pašlaik visās Francijas zinātniskajās iestādēs notiek lieli organizatoriski pārkārtojumi, kas vērsti uz tā dēvēto zinātnes demokratizāciju. Šis process sācies arī astronomijā. Apmēram pirms trim gadiem, pēc Astronomijas nacionālās komitejas iniciatīvas, visus astronomiskos pētījumus sadalīja piecās grupās: «Zvaigznes», «Galaktikas», «Saule», «Fizikas pielietošana astronomijā» un «Fundamentālā astronomija». Katras grupas darbu vada īpaša 7—8 cilvēku liela komiteja, ko ievēlē balsojot grupu kop-sapulcē. Katru gadu izdod atskaiti par grupas darbu. Atskaite sastāv no viena vai vairāku astronomu, kuri nodarbojas ar vienu problēmu, individuālām atskaitēm. Šie astronomi var strādāt gan vienā astronomiskā iestādē, gan dažādās. Francijā maz uzmanības pievērš atsevišķo iestāžu zinātniskā darba specializācijai. Viss zinātniskais darbs astronomijā tiek koordinēts valsts mērogā, bet katrā observatorijā zinātniskie līdzstrādnieki var brīvi izvēlēties sava darba virzienu. Par viņu darba kvalitāti spriež pēc iegūtajiem zinātniskajiem rezultātiem.

PARIZES OBSERVATORIJA

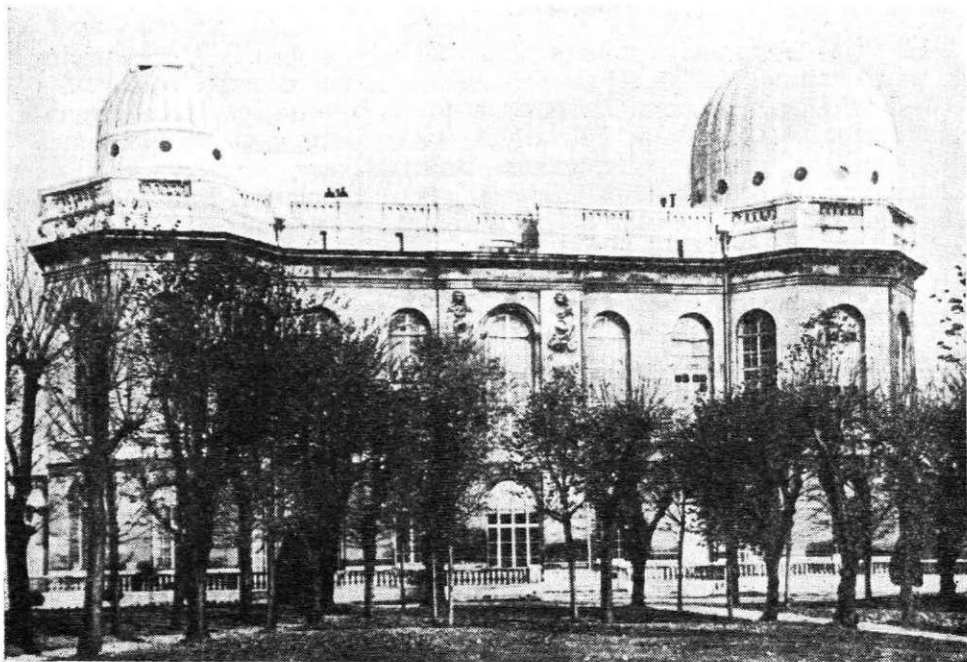
Parīzes observatorija ir vecākā no pašlaik eksistējošām observatorijām pasaulē. XVII gs. franču astronomi pierunāja Ludviķi XIV celt netālu no Parīzes lielu observatoriju, kas varētu apliecināt valdnieka varenību. Ludviķis XIV viegli ļāva sevi pierunāt, un celtnes plāni tika pasūtīti Klodam Perro, slavenās Luvras kolonādes autoram.

Gruntsgabals, kur bija domāts izvietot observatoriju, atradās ārpus tā laika Parīzes, pie maziem pilsētas vārtiem, kurus sauca «Elles vārti». 1667. gada 21. jūnijā bija nosprausta observatorijas ēkas vieta un ielikts pamatakmens. Celtniecību vadīja nesen organizētā Zinātņu akadēmija.

Celtniecības darbi virzījās uz priekšu ļoti ātri. Lielā ēka bija pabeigta 1672. gadā, bet jau 1671. gadā slavenais franču astronoms Kasini iekārtojās pirmajā stāvā. Sākot ar 1673. gadu, astronoms akadēmiķis Pikārs un viņa jaunais skolnieks dānis Rēmers strādāja otrajā stāvā. Celtniecība un telpu iekārtošana turpinājās līdz 1682. gadam, kad Ludviķis XIV oficiāli svinīgi atklāja observatorijas galveno ēku. Tā ir ļoti skaista celtnie, sevišķi tās ziemeļu fasāde. Ēkas dienvidu fasāde, kas ir greznota ar bareljefiem, iziet uz skaisto, lielo dārzu. Savā laikā par šo celtni jūsmojis Napoleons.

Valsts finansēja visus celtniecības darbus un arī instrumentu iegādi. Jāsaka, ka atklājumi un to praktiskā pielietošana, kas tika sasniegti Parīzes observatorijā dažos desmit gados, pilnīgi attaisnoja ieguldītos līdzekļus.

1672. gadā astronomi Kasini un Rišers, vienlaikus novērojot Marsu no divām dažādām vietām, pierādīja, ka Saules sistēmas reālie izmēri ir 20 reizes lielāki, nekā domāja agrāk. No tā izrietēja arī, ka planētas Jupiters un Saturns salīdzinājumā ar Zemi ir ļoti lielas.



1. att. Parīzes observatorijas galvenā ēka.

Pikārs un Kasīni piedalījās Zemes formas noteikšanā, veicot mērījumus pa meridiānu no Parīzes līdz Barselonai. Kasīni publicēja četru galveno Jupitera pavadoņu kustības tabulas, pēc kurām, novērojot pavadoņu aptumsumus, varēja noteikt novērošanas vietas ģeogrāfisko garumu. Jāsaka, ka rezultāti bija ļoti kļūdaini, piemēram, Bretaņa uz Francijas kartes izrādījās samazināta par vienu trešdaļu. To redzot, Ludviķis XIV jokodams teica, ka «šie kungi no Akadēmijas ir nozaguši man manas valsts lielo daļu». Kasīni ir izskolojis Parīzes observatorijā veselu novērotāju paaudzi, kuri vēlāk stipri uzlaboja un precizēja zemeslodes kartes. Vēlāk atklājās vēl viena ļoti svarīga iespēja izmantot Kasīni tabulas. Dāņu astronoms Rēmers, strādājot Parīzes observatorijā, 1676. gadā atklāja, ka Jupitera pavadoņu aptumsumi notiek bieži vien 8 minūtes ātrāk vai vēlāk, nekā to paredz tabulas. Izejot no šī fakta, viņš pierādīja, ka gaisma no Saules līdz Zemei atnāk 8,3 minūtēs. Gaismas ātruma noteikšanai bija milzīga nozīme, jo agrāk zinātnieki domāja, ka gaismas ātrums ir bezgalīgs.

1671. un 1672. gados Kasini atklāja divus Saturna pavadoņus, dažus gadus vēlāk — vēl divus. Kasini atklāja arī, ka Saturna riņķis sadalās divos riņķos: iekšējā un ārējā. Viņš konstatēja arī, ka riņķis nav viens ķermenis, bet sastāv no daudziem ķermeņiem. Kasini izstrādāja sarežģītos Mēness kustības likumus. Viņa Mēness karte bija labākā līdz tam laikam, kad sāka pielietot fotogrāfiju. Jau minētie atklājumi parāda, ka Parīzes observatorija kļuva par ievērojamu zinātnisku centru jau drīz vien pēc tās nodibināšanas.

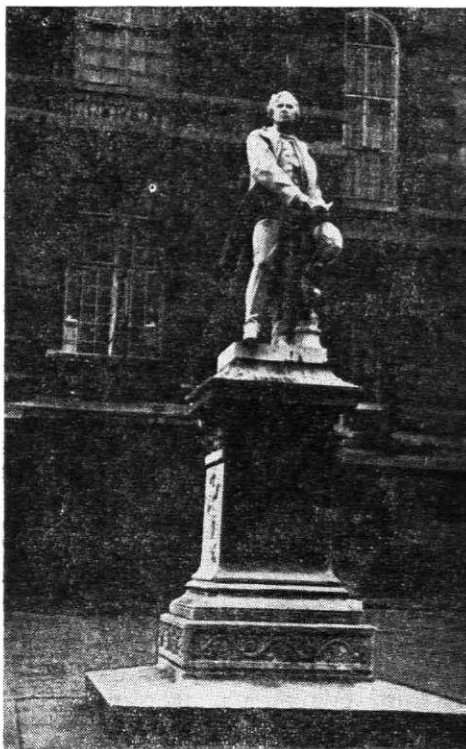
Observatorijas kupoli, kurus mēs redzam šodien, bija piebūvēti XIX gs. Daži domā, ka tie ir pretrunā ar arhitekta Perro iecerēto celtnes stilu.

Kasini laikā teleskopu lēcas novietoja ļoti tālu vienu no otras, tādējādi panākot, ka fokusa attālums sasniedza 15, 30 un pat 45 metrus. Lēcas nostiprināja uz jumta malas, un astronomi veica novērojumus, atrodoties sētā.

Pēc Zaka Dominika Kasini vairāk nekā 100 gadu laikā observatoriju vadīja viņa pēcteči — dēls (Kasini II), mazdēls (Kasini III) un mazmazdēls (Kasini IV). Var teikt, ka Kasini IV izglāba observatoriju no sabrukuma. Observatorijas dibinātāji nebija panākuši, lai observatorijai būtu piešķirts pastāvīgs budžets. Viņi cerēja uz Zinātņu akadēmiju, kas vadīja observatorijas darbu, bet akadēmijas finansiālās iespējas bija ierobežotas. No otras puses, daudziem akadēmiķiem astronomiem bija personīgās observatorijas pilsētā, un viņi deva priekšroku novērojumiem savās mājās, nevis observatorijā ārpus pilsētas. Observatorija panīka, un ap 1770. gadu tai draudēja likvidācija. Kasini IV panāca, ka observatorijai noteica gada budžetu restaurācijas darbiem.

Revolūcijas laikā observatorija atkal tika pamesta. Kasini IV dzīvoja lielā nabadzībā, terora laikā vairākus mēnešus viņš pat atradās cietumā. Pēdējos dzīves gadus Kasini IV pavadīja uz laukiem, kur arī nomira 1845. gadā gandrīz 100 gadu vecumā.

Parīzes observatorijā strādāja daudzi slaveni astronomi — holandiešis Huigens (no 1672. līdz 1681. gadam), Ņūtona draugs astronoms Hallejs (viņa vārdā nosaukta slavenā komēta). Krievu cars Pēteris I 1771. gadā divas reizes apmeklēja observatoriju, sastādīja observatorijas celtni un instrumentu aprakstu un interesējās par to pielietošanu. Observatorijā ir strādājuši arī Lalands, Lagranžs, Laplass, Arago, Leverjē. Pēdējais pēc Arago nāves no 1853. gada bija Parīzes observatorijas direktors, taču Leverjē bija tik nesaticīgs raksturs, ka līdzstrādnieki ar viņu bija ļoti neapmierināti. Viņš tika atcelts no amata un no 1870. līdz 1872. gadam observatoriju vadīja Delone, bet pēc tā nāves — atkal Leverjē. Sajā laikā observatorijā par praktikantu strādājis vēlāk slavenais astronomijas popularizētājs K. Flamarijons. 1846. gadā Leverjē atklāja planētu Neptūnu (iepriekš pēc aprēķiniem pareģojot tās atrašanās vietu). Šim atklājumam bija milzīga nozīme, jo tas pierādīja zinātnes likumu



2. att. Astronoma Leverjē pieminēklis Parīzes observatorijas galvenās ēkas priekšā.

spēku un pareizību attiecībā pret debess spīdekļiem. Var vēl atzīmēt, ka Leverjē ir uzsācis meteoroloģiskos pētījumus Francijā.

1878. gadā Parīzes observatoriju sāka vadīt slavenais franču astronoms F. Tiserāns. Viņa darbi, kas veltīti debess mehānikai, nav zaudējuši savu vērtību arī mūsdienās.

Ap 1880. gadu brāļi Anrī pierādīja fotogrāfijas pielietošanas lielo efektivitāti astronomijā. Izrādījās, ka ar lielu ekspozīciju palīdzību var iegūt attēlus no tik vājiem spīdekļiem, kurus cilvēka acs nevar saskatīt pat ar lielu teleskopu palīdzību. 1885. gadā sākās sistemātiska debess karšu uzņemšana. Šinī darbā piedalījās vairāku valstu observatorijas, un to var uzskatīt par pirmo liela mēroga starptautisko sadarbību.

Parīzes observatorijas galvenās ēkas lielajā zālē pirmajā stāvā ir ļoti interesants muzejs. Tas dibināts 1879. gadā un apkopojis ļoti lielu XVI—XIX gs. astronomisko instrumentu kolekciju. Šeit ir lēcas un spoguļi, ko Kasini izmantojis novērojumiem XVII gs. beigās, liels sekstants, kuru lietoja 1750.—1754. gados pirmās debess dienvidu puslodes kartes sastādīšanai, pirmā Frenkeļa lēca — mūsdienu lielo bāku prototips, Fuko rotējošais spogulis, ar kura palīdzību viņš laboratorijas apstākļos izmērija gaismas ātrumu un veica daudzus citus mērījumus. Muzejā izstādīta arī aprīnojama observatorijai dāvāto XVI—XVII gs. instrumentu kolekcija — Saules pulksteņi, astrolābijas u. tml.

Parīzes observatorijā ir ļoti bagāta bibliotēka, kuru dibināja Kasini IV 1785. gadā. Tajā ir daudz veco grāmatu, manuskriptu, slaveno astronomu rokrakstu. Observatorija katru mēnesi izsūta visām Francijas observatorijām bibliogrāfiskos sarakstus.

Mūsdienu Parīzes observatorijas zinātniskā darba galvenais virziens ir laika dienests, kā arī ģeogrāfiskā platuma izmaiņu pētījumi. Novēro-

jumi tiek veikti Parīzē un Augšprovansas observatorijā ar Danžona astrolābijām. Šos instrumentus izmanto arī zvaigžņu katalogu uzlabošanai. Parīzes observatorijas laika dienests vada un apkopo ar astrolābijām veiktos novērojumus visā pasaulē. Observatorijā atrodas atoma frekvences standarts, kā arī speciāla iekārta, kas sastāv no pamata un pārnēsājamās daļas un kas ļauj pārraidīt laika signālus ar precizitāti līdz mikrosekundei. Šo iekārtu izmanto Zemes mākslīgo pavadoņu novērojumu sinhronizācijai.

Sākot ar 1919. gadu, Parīzes observatorijā darbojas Internacionālais laika birojs. Tā mērķis — vadīt astronomiskā un atomlaika noteikšanu visā pasaulē un koordinēt laika signālu pārraidi. Birojs publicē sava darba rezultātus speciālā biļetenā un dažādos cirkulāros.

Observatorijas laika dienesta sistemātiskais darbs vainagojies lieliem panākumiem. 1937. gadā tika atklātas Zemes rotācijas sezonas variācijas. Pavisam nesen, 1960. gadā, salīdzinot laiku, kas iegūts ar astronomiskām metodēm, ar atomlaiku, izdevās noteikt arī daudzas citas Zemes rotācijas nevienmērības, kuru iemesli vēl paliek neskaidri. Astronomi un fiziķi nēnāca pie slēdziena, ka astronomiskā laika nevienmērības dēļ ir nepieciešams ieviest tādu laiku, kas būtu vienmērīgs. To nosauca par «efemerīdas» laiku. Parīzes observatorijai pieder pamatloma «efemerīdas» laika ieviešanā dzīvē.

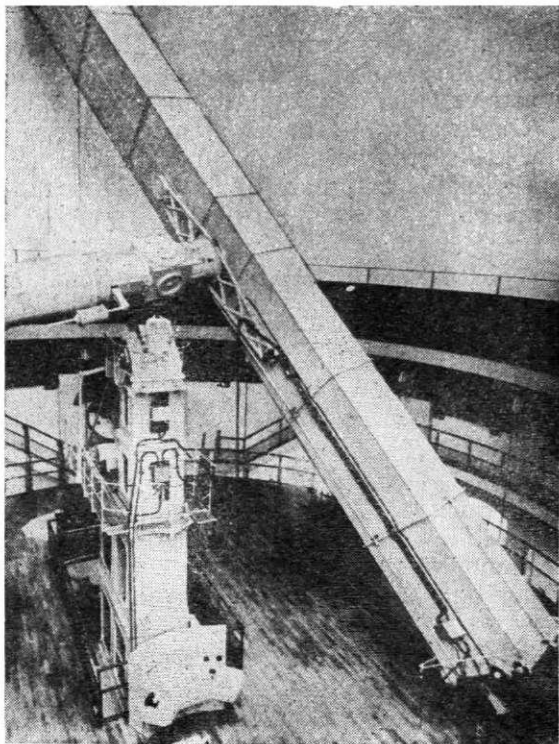
Parīzes observatorijas meridiānzālē atrodas meridiānriņķis zvaigžņu stāvokļu novērošanai, ar kuru var novērot zvaigznes līdz 10. lielumam.

Observatorijā ir lieliska optiska laboratorija, kurā slīpē lēcas un spoguļus daudziem teleskopiem. Nesen tur noslīpēja spoguļi 193 cm diametrā.

Kā jau bija teikts, sākot ar 1880. gadu, Parīzes observatorija vadīja starptautisko darbu debess karšu fotografēšanā. Debess kartes ļauj noteikt 10 miljonu zvaigžņu koordinātes līdz 12. lielumam. Darbs tika sadalīts starp abu Zemes pusložu observatorijām. Pašlaik Parīzes observatorijā gatavojas apkopot šos gandrīz 100 gadu ilgā darba rezultātus.

MEDONAS OBSERVATORIJA

Observatorija atrodas netālu no Parīzes, senas pils vietā. Savā laikā Ludviķis XIV nopirka renesansa stilā būvēto pili ar divām lielām terasēm un lielu parku. No augšējās terases brīnišķīgs skats uz Parīzi. Pili dzīvoja troņmantnieks un viņa galms. Arhitekts Mansarts piebūvēja plašas palīgtelpas un otro ēku, t. s. Jauno pili. Pēc mantinieka nāves tur vairs neviens nedzīvoja, revolūcijas laikā tajā bija pulvera darbnīcas. 1795. gadā pili izpostīja liels ugunsgrēks. Jaunā pils tika izmantota

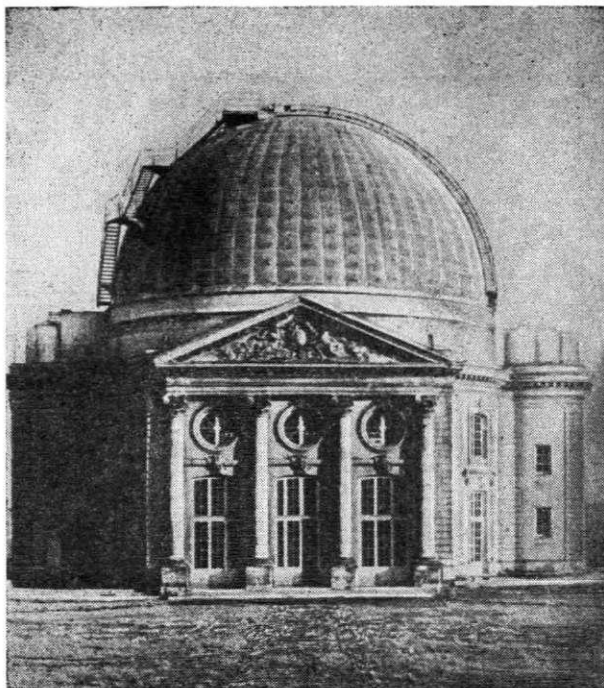


3. att. Medonas observatorijas dubultrefraktors.

Napoleona I un Napoleona III laikā, bet 1870. gadā, kara laikā, jauns ugunsgrēks gandrīz nekā neatstāja no lielās ēkas. Bijušās pils vietā iekārtoja nelielas militāras darbnīcas. Tas bija arī viss, ko valdība atvēlēja astronomam Jansenam observatorijas izveidošanai.

No 1876. līdz 1926. gadam observatorija bija neatkarīga zinātniskā iestāde, bet ar 1926. gadu — Parīzes observatorijas daļa. Jansens 1876. gadā uzstādīja Medonā lielo dubultrefraktoru. Šis instruments līdz mūsu dienām ir lielākais instruments observatorijā (vizuālā objektīva diametrs ir 83 cm). Tanī laikā tas bija otrais pēc lieluma pasaulē, arī tagad tas paliek trešais (lielākie ir Jorkas observatorijā, 102 cm un Lika observatorijā, 91 cm). Otrais, fotogrāfiskais, objektīvs ir 62 cm diametrā, fokusa attālums attiecīgi ir 16,20 un 15,90 m. Teleskops atrodas lielajā paviljonā, kura kupola diametrs ir 18,5 m. Teleskops nesēn tika lielā mērā modernizēts, un pašlaik to izmanto galvenokārt vizuālo dubultzvaigžņu novērojumiem. Observatorijā atrodas ap 60 000 perfokartes, kurās perforēti vizuālo dubultzvaigžņu novērojumu rezultāti. Šādas perfokartes izsūta

4. att. Medonas observatorijas lielais paviljons.



Lika observatorija (ASV). Katrus 3 mēnešus Medonas observatorija saņem perfokartes ar jauniem novērojumu rezultātiem, kas iegūti dažādās pasaules observatorijās.

Pašlaik Medonas observatorijas 11 nodaļās strādā ap 500 cilvēku (zinātniskie līdzstrādnieki un apkalpojošais personāls). Sakarā ar Parīzes tuvumu novērojumu apstākļi ar katru gadu pasliktinās. Tāpēc lielāko daļu novērojumu veic observatorijās Francijas dienvidos, bet Medonā galvenokārt apstrādā iegūtos rezultātus un veic teorētisko darbu. Izņēmums ir vienīgi Saules novērojumi, kas ir tradicionāli Medonas observatorijā. Jau šīs observatorijas dibināšanas laikā iegūtajām Saules fotogrāfijām ir ļoti augsta kvalitāte pat salīdzinājumā ar mūsdienu fotogrāfijām. Uz tām var ļoti labi redzēt Saules virsmas struktūru, plankumus, uzliesmojumus. Medonas observatorijā ir sakopotas 40 000 spektroheliogrammas. Sākot ar 1919. gadu, Starptautiskās astronomu savienības uzdevumā observatorija regulāri publicē Saules hromosfēras kartes. Observatorijā strādāja izcils Saules pētnieks Lio, daudzu jaunu instrumentu un pētījumu metožu autors. Ar savas konstrukcijas koronogrāfu Lio atklāja



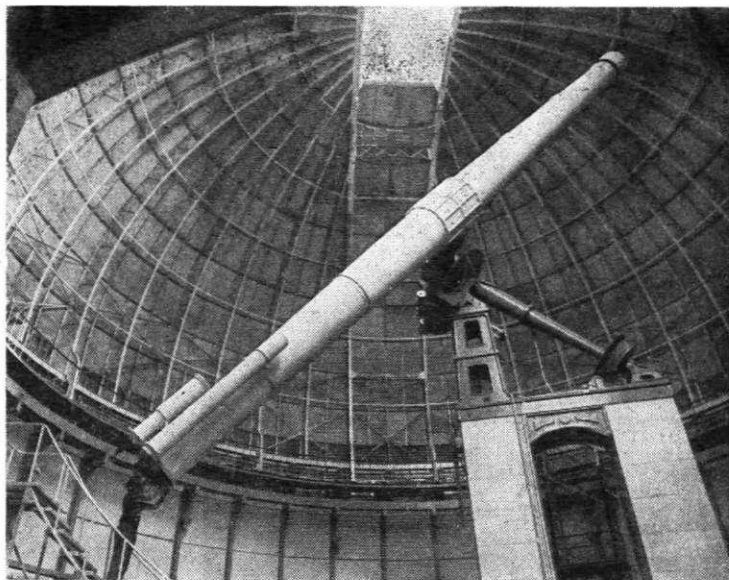
5. att. Medonas observatorijas Saules teleskopa tornis.

daudzas koronas starojuma līnijas, pirmo reizi uzņēma kinofilmā protuberances un to evolūciju. Šis, kā arī vairāki citi viņa izgudrojumi izvirzīja Lio pasaules vadošo astronomu, Saules un planētu fizikas speciālistu, vidū. Arī pēc Lio nāves (1952. gadā) liela daļa no observatorijas zinātniskā darba atrodas viņa mantojuma iespaidā.

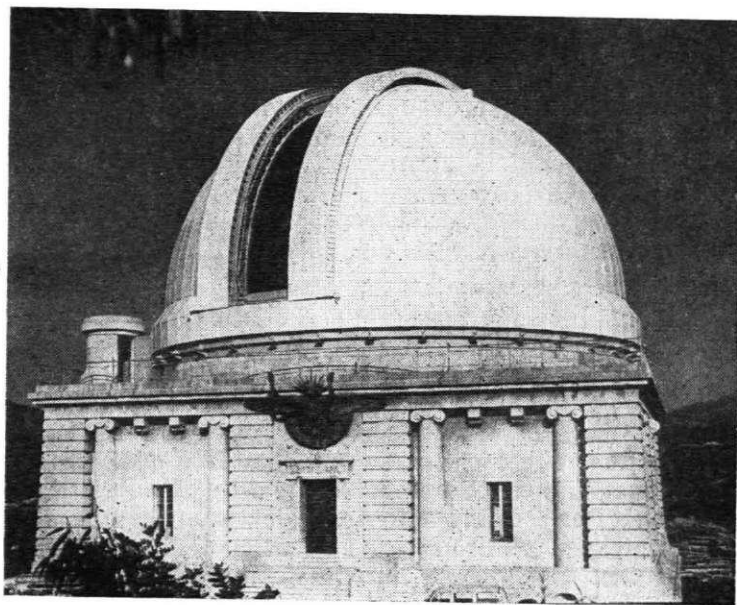
Medonas observatorijā ir uzcelts Saules torņa teleskops. Torņa augstums ir 36 m, augšējā platforma paceļas virs apkārtnes un to izmanto arī Zemes mākslīgo pavadoņu vizuāliem un fotogrāfiskiem novērojumiem. Vertikālā Saules teleskopa fokusa attālums ir 45 m, apakšā atrodas 14 m liels spektrogrāfs. Teleskops ir lielākais šī tipa instruments Eiropā. Pētījumu galvenais virziens — Saules fizika, proti, atmosfēras dinamika, Saules aktivitāte (plankumi, izvirdumi), aktīvo apgabalu magnētiskā lauka mērījumi, hromosfēras un koronas struktūra. Tiek pētīti arī sakari starp Saules aktivitāti un dažādām parādībām uz Zemes.

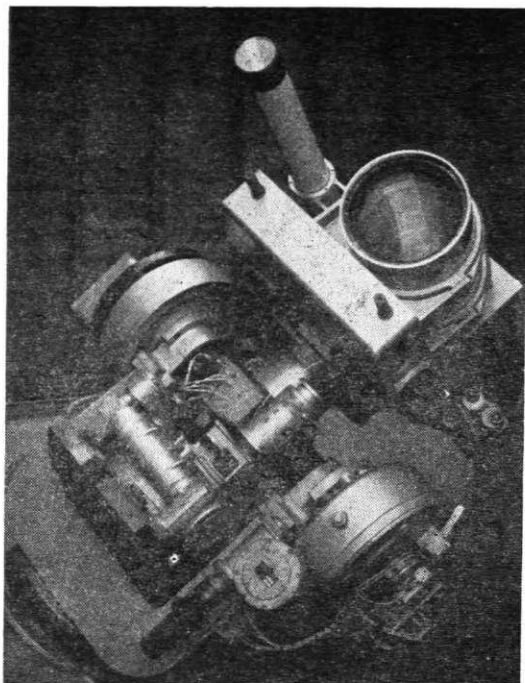
Diezgan plaši Medonas observatorijā izvērsts darbs komētu fizikā. Ar Šmita teleskopu veic komētu, novu un pārnovu meklējumus. Spektroskopijas laboratorijā pēti karsto zvaigžņu spektrus, kurus iegūst galvenokārt Augšprovansas observatorijā. Tradicionāls virziens observatorijas zinātniskajā darbā ir arī planētu fizika. Novērojumu datus iegūst Pikdumidijas observatorijā. Tiek veikti arī ārpusatmosfēras novērojumi ar baloniem. Vispārējās astrofizikas nodaļā pēti zvaigžņu atmosfēras zvaig-

6. att. Nicas observatorijas 76 cm refraktors.



7. att. 76 cm refraktora paviljons.





8. att. Fotokamera Zemes mākslīgo pavadoņu fotografēšanai «Antares».

žņu ķīmiskā sastāva anomālijas, zvaigžņu spektru klasifikāciju. Novērojumus izdara Augšprovansas observatorijā. Diezgan liela zinātnieku grupa nodarbojas ar zvaigžņu ultravioletās spektra daļas pētījumiem. Grupa saņem novērojumu rezultātus, ko iegūst Orbitālajā astronomiskajā observatorijā OAO-2 (ASV).

Medonas observatorijā ir liels skaitļošanas centrs. 1969. gada februārī tur tika uzstādīta skaitļojamā mašīna IBM 360/65, ko izmanto tikai astronomi un ģeofiziķi.

NICAS OBSERVATORIJA

Nicas observatorija izvietojusies nelielā kalnā, apmēram 10 km no pilsētas centra. Observatoriju nodibināja 1881. gadā kāds bagātnieks Bišofheims, kas bija arī tās pirmais direktors. Pēc Bišofheima iniciatīvas uzcēla lielu refraktora paviljonu, kas līdz pēdējam laikam bija lielākais paviljons Eiropā (kupols 24 m diametrā). Paviljonu projektēja Eifels (slavenā Parīzes Eifeļa torņa projekta autors) un Garnjē (Parīzes operas projektētājs). Nicas observatorijā 1885. gadā pirmo reizi pasaules vēsturē izmērija gaismas ātrumu (starp Nicu un Antibu, attālums 40 km).

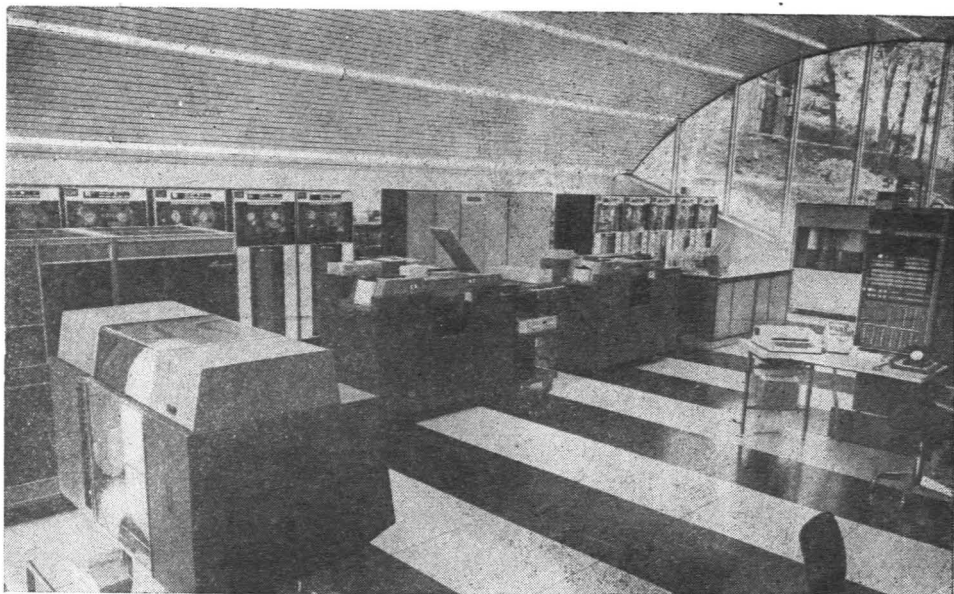
9. att. Nicas centrā.



Nicas observatorijā sakomplektēta ļoti liela un bagāta bibliotēka, no-tiek literatūras apmaiņa ar astronomiskām observatorijām un citām zināt-niskām iestādēm visā pasaulē. Bez jaunās zinātniskās literatūras biblio-tēkā ir ļoti daudz grāmatu, kurām ir liela vēsturiska nozīme. Bibliotēkā ir visi Eifeļa torņa rasējumi, kas bija izdoti 100 eksemplāros, 8 lieli sē-jumi ar Leonardo da Vinči darbu kopijām, ko izdeva Milānā 1894. gadā. Tanīs ir dažādu ierīču, instrumentu, nocietinājumu, lielgabalu zīmējumi, optisko sistēmu shēmas, piezīmju burtnīcas. Starp vecākajiem izdevumiem jāmin Tiho Brahes «Astronomija» no 1602. gada, Hevēlija atlases, izdots 1647. gadā, Eilera «Mēness teorija» no 1745. gada un daudzi citi.

Lielākais observatorijas teleskops ir 76 cm refraktors, kas ir ceturtais lielākais refraktors pasaulē. Teleskopu izmanto galvenokārt vizuālo du-bultzvaigžņu novērojumiem. Teleskopa izšķiršanas spēja ir $0'',15$.

Starp citiem instrumentiem der atzīmēt 52 cm refraktoru (sestais pa-saulē), ko arī izmanto vizuālo dubultzvaigžņu novērojumiem. Teleskopa izšķiršanas spēja ir $0'',7$, ar to veic novērojumus katru nakti, kad meteoro-



10. att. Nicas observatorijas skaitļošanas centrā. Skaitļojamā mašina IBM 7040.

loģiskie apstākļi to atļauj. Ar 76 cm refraktoru novēro tikai ļoti labos apstākļos.

Ceisa dubultastrogrāfu (objektīva diametrs 42 cm) izmanto mazo planētu, komētu, uzliesmojošo zvaigžņu fotografēšanai. Sevišķi aktīvi patlaban novēro mazās planētas. Observatorijā sastādīta ļoti laba programma skaitļojamai mašīnai mazo planētu orbītu aprēķiniem un to uzlabošanai, ņemot vērā visu Saules sistēmas lielo planētu perturbācijas.

Atsevišķā paviljonā atrodas kamera «Antares» Zemes mākslīgo pavadoņu fotografēšanai. To konstruējuši paši franču astronomi, kuri ir pārliecināti, ka šī kamera ir pašlaik labākā pasaulē. Kameras objektīva diametrs ir 40 cm, vidēji 2 sekundes ekspozīcijas laikā uz filmas iznāk to pavadoņu attēli, kuru spožums nepārsniedz 10—12 zvaigžņu lielumu.

Observatorijai ir savs skaitļošanas centrs. Pašlaik beidz celt jauno ēku, kurā paredzētas plašas un ērtas telpas gan skaitļošanas centra un observatorijas darbiniekiem, gan arī tiem, kas atbrauc veikt aprēķinus no Nicas vai no citām pilsētām. Skaitļojamā mašina IBM 7040 darbojas tikai dienā, un arī tad tā nav sevišķi noslogota. Tāpēc daži astronomi no Parīzes brauc rēķināt uz Nicas observatoriju, kaut gan Nicas skaitļojamā mašina ir daudz lēnāka un tās operatīvā atmiņa daudz mazāka salīdzinājumā ar Medonas observatorijas skaitļojamo mašīnu.

ZINĀTNIEKS UN VIŅA DARBS

J. GAIDUKS

G. SEMIKOĻENOVŠ NO LIEPĀJAS — LOBAČEVSKA ĢEOMETRIJAS POPULARIZĒTĀJS

Ja senajiem grieķiem būtu pazīstama Lobačevska ģeometrija, tie, iespējams, būtu to nosaukuši par «dievu ģeometriju», bet Eiklida ģeometriju par «mirstīgo ģeometriju».

G. Semikoļenovs

Labi zināms, ka mūsdienu kosmoloģiskajās teorijās svarīga loma ir telpas dažādiem «ne-eiklida» modeļiem. Tiesa, jau pats N. Lobačevskis, kas 1826. gadā bija atklājis pirmo šāda veida modeli — savu «iztēlojamo ģeometriju» (tā vēlāk nosaukta par hiperbolisko), pravietiski paredzējis tās pielietojumus astronomijā, pētot makrokosmosu, un fizikā — pētot mikrokosmosu. Lobačevska ideju plašo vispārinājumu, ko paveicis vācu matemātiķis B. Rīmanis (1854.), vēlāk izmantojis A. Einšteins, izstrādājot savu vispārējo relativitātes teoriju.

Teiktais padara saprotamu to lielo uzmanību, kādu mūsu dienās neeiklida ģeometrijas attīstības un izplatīšanās problēmām pievērš arī astronomijas vēsturnieki.

Šī raksta nolūks ir iepazīstināt lasītājus ar kādu savdabīgu momentu Lobačevska ģeometrijas «apgūšanas» vēsturē Baltijā, proti, — par Liepājas inženiera un matemātiķa amatiera G. Semikoļenova auglīgo darbību šajā virzienā.

Gavrils Semikoļenovs dzimis 1845. gada 19. martā (pēc vecā stila) Kurskas guberņas Sudžas pilsētā. Viņa tēvs — atvaļināts kapteinis — bija iecelts par virsnieku, atzīmējot viņa nopelnus 1812. gada karagājienā. Vidējo izglītību jauneklis ieguva Pēterburgā Pāvela korpusā, kur viņam kā labākajam skolniekam pavērās gvardes virsnieka karjeras vilinošās perspektīvas. Taču nopietna aizraušanās ar

matemātiku lika Semikoļenovam atstāt korpusu un iestāties Pēterburgas Satiksmes ceļu inženieru institūtā, kas vēl kopš tiem laikiem, kad tajā strādāja tādi izcili zinātnieki kā G. Lame, B. Klapeirons un M. Ostrogradskis, bija plaši pazīstams ar eksakto zinātņu augsto līmeni. Institutā Semikoļenovam pievērsa uzmanību analītiskās mehānikas profesors O. Somovs, kurš ieaudzināja jaunajā cilvēkā mīlestību pret matemātiku.

1867. gadā ar izcilām sekmēm beidzis institūtu, Semikoļenovs drīz vien kļuva par ievērojamu speciālistu dzelzceļu, tiltu un ostu celtniecībā. Līdzās svarīgām inženierkonstrukcijām (minēsim kaut vai Dņepras tiltu Kijevas tuvumā) pazīstami arī viņa teorētiskie darbi būvmehānikā. Semikoļenova inženiera darbības augstākā virsotne ir Liepājas ostas un Liepājas dzelzceļa rekonstrukcijas darbu vadīšana.

1892. gadā Semikoļenovs izgāja pensijā un apmetās uz pastāvīgu dzīvi Liepājā, nododamies galvenokārt pašizglītībai un matemātikas studijām. Vienlaikus viņš dzīvi interesējās par mākslu un sakrāja savā mājā vērtīgu gleznu un skulptūru kolekciju. Ap šī nama viesmīlīgo un iejūtīgo saimnieku drīz sāka grupēties Liepājā strādājošo inženieru pulciņš.

Interesants ir gandrīz vai anekdotiskais gadījums, ko pastāstījis kāds no Semikoļenova draugiem un kas raksturo viņa plašo vērienu un labirdīgo dabu. Reiz 1891. gadā Liepājas ostā ienācis amerikāņu kuģis ar labības kravu. Liepājas pilsonība par godu Amerikas viesiem sarīkojusi banketu, kurā ņēmis dalību arī Semikoļenovs. Banketa laikā Semikoļenovs uzdāvējis amerikāņu kuģa kapteinim zelta pulksteni ar važiņu, par kuru tas pirms tam bija atzinīgi izteicies. Par šādu «izšķērdību» pārsteigtajiem amerikāņiem Semikoļenovs paskaidrojis, ka viņš dārgajiem ciemiņiem neko nežēlojot un esot gatavs atdot tiem visu, izņemot vienīgi kādu akmeni — talismanu, ko viņš neatdotu pat par 3000 rubļiem. Turpat blakus sēdošais ASV konsuls izteicis šaubas par šāda krievu inženiera apgalvojuma patiesīgumu. Juzdamies dziļi aizskarts, Semikoļenovs palūdzis restorāna īpašnieku nekavējoties sagādāt viņam 3000 rubļus. Kad tas ticis izdarīts, Semikoļenovs svinīgi nodevis šo naudu konsulam, lūgdams nosūtīt to amerikāņu matroža ģimenei, kurš bija miris šī reisa laikā.

Semikoļenovs savās matemātikas studijās pievērsās galvenokārt neeiklida ģeometrijai. Tas varētu likties savādi, ņemot vērā, ka šī matemātikas nozare ir visai tāla no tehniskajiem pielietojumiem, kā arī to, ka viņš bija studējis tādās mācību iestādēs, kur valdīja īsts «Ostrogradska kults», bet Ostrogradskis bija Lobačevska ideju nesamierināms pretinieks. Nevar būt šaubu par to, ka Semikoļenovs pievērsies «neeiklida ticībai» jau pēc institūta beigšanas un tas bijis iespējams vienīgi tādēļ, ka viņš — ne tikai inženieris, bet arī plašas kultūras cilvēks —, varējis pienācīgi novērtēt, cik milzīga vispārzinātniska nozīme ir Lobačevska idejām, kuras mūsu ģeometriskajā pasaules uzskatā iezīmēja pagriezienu, kas salīdzināms vienīgi ar Kopernika radīto apvērsumu astronomijā.

Semikoļenovs kļuva par Lobačevska piekritēju, par vienu no tolaik Baltijā nedaudzajiem neeiklida ģeometrijas aizstāvjiem, pētniekiem un popularizētājiem Lobačevska simtās dzimšanas dienas priekšvakarā. Šo jubileju Krievijas progresīvās zinātnieku aprindas nolēma plaši atzīmēt, lai radītu jaunu impulsu neeiklida ģeometrijas tālākiem pētījumiem un tās ideju izplatīšanai visā izglītotajā sabiedrībā.

Šo mērķu sasniegšanā savs, kaut arī pieticīgs, ieguldījums ir arī G. Semikoļenovam, kas bija kļuvis par Kazaņas fizikas un matemātikas biedrības locekli (šai biedrībai Krievijā bija Lobačevska piekritēju organizatoriska centra loma).

Vairāku neeiklida ģeometrijas problēmu radošas izpētes auglis bija Semikoļenova Liepājā 1893. un 1894. gadā izdotās «Lobačevska ģeometrijas etīdes» (abi laidieni bija veltīti Lobačevska piemiņai). «Etižu» autora pamatviedoklis bija tuvs J. Bojai, ģeniālā ungāru matemātiķa, «absolūtās ģeometrijas» idejai, t. i., centieniem apvienot Eiklida un klasisko neeiklida ģeometriju rezultātus. «Etižu» pirmais laidiens (48 lpp. apjomā) bija veltīts t. s. Pitagora teorēmas īstenošanai šādā absolūtajā Lobačevska—Bojai ģeometrijā: «Riņķa laukums ar rādiusu, kas vienlīdzīgs vienai trijstūra malai, tad un tikai tad ir vienlīdzīgs divu riņķu laukumu summai, kuru rādiusi ir divas citas trijstūra malas, ja šis trijstūris ievilkts kādā pusaplocē.»¹ (Eiklida ģeometrijā šī teorēma ir vienvērtīga parastajai Pitagora teorēmai, bet hiperboliskajā ģeometrijā aplūkojamais trijstūris vairs nebūs taisnleņķa trijstūris.) Otrajā laidienā (104 lpp.) autors pēti laukumu teorijas elementus «apvienotajā ģeometrijā», pie kam viņa aplūkojamo plakano figūru laukumi tiek raksturoti ar zināmu riņķu laukumiem. (Autors bija iecerējis pabeigt šīs tēmas izpēti «Etižu» turpmākajos laidienos, taču tie nav nākuši klajā.)

Bez minētajiem rezultātiem «Etiдēs» vēl iekļauti materiāli, kas veltīti neeiklida ģeometrijas vēsturei un tās filozofiskās nozīmes izskaidrošanai. Pienācīgi novērtēdams šajos darbos Gausa un Bojai neeiklida ģeometriju, autors tomēr pārliecinoši aizstāv Lobačevska prioritāti neeiklida ģeometrijas atklāšanā.

Seit nav lieki atzīmēt, ka teorēmu, ko bija atradis Semikoļenovs savu «Etižu» pirmajā laidienā, 1969. gadā no jauna atklājusi franču matemātiķe M. T. Familjari-Kalapso savā darbā «Par kādu trijstūru klasi un par Pitagora teorēmu hiperboliskajā ģeometrijā», kas publicēta Parīzes Zinātņu akadēmijas «Ziņojumos» (sēr. A-B, 268, A-603-604). Nekādas norādes uz Semikoļenovu pie tam nav ne pašas Familjari-Kalapso rakstā, nedz arī amerikāņu žurnālā «Mathematical Reviews» (1969. g., 40. sēj., 1. nr., 156. lpp.) ievietotajā šī darba atstāstījumā, kaut gan Semikoļe-

¹ Šai formulējumā ir pieņemts, ka pusaploces diametrs ir viena no trijstūra malām.

nova darbus savā laikā atreferējusi vācu referatīvā matemātiskā gada-
grāmata.

Tomēr Semikoļenova kā Lobačevska ideju popularizētāja nopelni neap-
robežojas ar to, ka viņš bija «Etižu» autors. Viņam bija liela loma arī
t. s. Lobačevska kapitāla izveidošanā. Tas bija naudas fonds, kas bija
paredzēts ģeniālā krievu zinātnieka piemiņas iemūžināšanai, uzceļot
viņam pieminekli Kazanā un nodibinot Lobačevska prēmijas par labāka-
jiem jauniem pētījumiem neeiklida ģeometrijā. Semikoļenovs ne vien
ieguldījis prāvu summu šajā fondā no saviem personiskajiem līdzekļiem,
bet arī nodevis tam lielu daļu no savu «Etižu» metiena. Pateicoties Semi-
koļenovam, kas popularizējis liepājnieku vidū fonda mērķus, tajā ieplū-
duši ziedojumi arī no citiem pilsētas iedzīvotājiem. Tā rezultātā mazā
provinciālā Liepāja Lobačevska fonda ziedotāju sarakstā ieņēmusi vienu
no pirmajām goda vietām, apsteidzot ieguldījumu apjoma ziņā pat tādus
universitātes centrus kā Odesa vai Tērbata.

Būdams kaislīgs bibliofils, Semikoļenovs sakrājis lielu personisko bib-
liotēku, kurā bija plaši pārstāvēta krievu un ārzemju matemātiskā litera-
tūra un jo sevišķi darbi neeiklida ģeometrijā. Šo savas bibliotēkas daļu
Semikoļenovs novēlējis Kazanā fizikas un matemātikas biedrībai.²

Semikoļenova nopelnus 1904. gadā augstu novērtējis Satiksmes ceļu
inženieru institūts, kuru viņš bija absolvējis: sirmais zinātnieks tika ievē-
lēts par vienu no nedaudzajiem institūta goda locekļiem. Motivējot šo
aktu, institūta padome atzīmēja ne tikai sava bijušā audzēkņa inženier-
konstrukcijas, bet arī viņa «lieliskos darbus, kuru nolūks bija attīstīt un
popularizēt Lobačevska idejas».

Semikoļenovs miris Liepājā 1912. gada 26. decembrī, atstādams savu
lielo īpašumu dažādām Krievijas mācību iestādēm.

Piemīnai par šo progresīvo zinātnisko ideju nesavtīgo paudēju jāsa-
glabājas mūsu zemes zinātnes annālēs.

² Kā mums pastāstīja profesors B. Laptevs, šo bibliotēku pieņēmis profesors A. Ko-
telņikovs, kurš šai nolūkā bija atbraucis uz Liepāju.



KONFERENCES UN SANĀKSMES

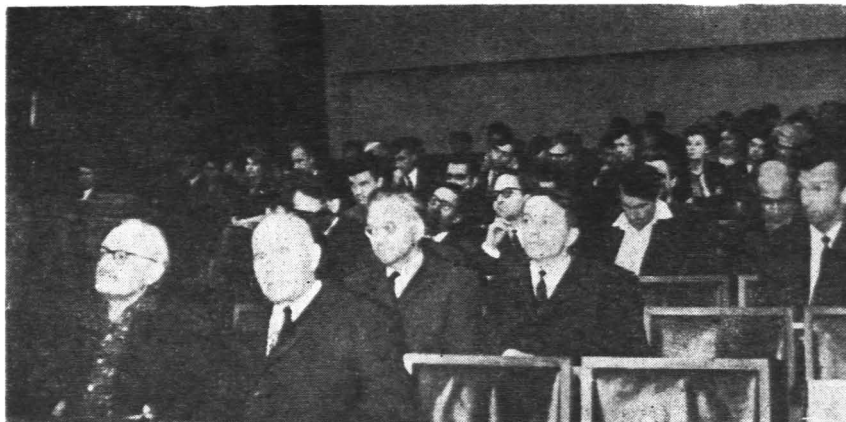
ASTROFIZIKU PLĒNUMS RĪGĀ

Latvijas PSR Zinātņu akadēmijā no 1971. gada 25. līdz 29. maijam notika PSRS ZA Astronomijas padomes Zvaigžņu un miglāju fizikas komisijas VI plēnumš. Tajā pašā laikā strādāja arī simpozijš par tematu «Zvaigžņu evolūcija». Plēnumš un simpozijš bija pulcinājis 85 pārstāvjus no 18 PSRS zinātniskajām iestādēm.

Pēc nolikuma zvaigžņu un miglāju fizikas komisija sastāv no 30 locekļiem, tās darbu vada birojs komisijas priekšsēdētāja vadībā. Ik pēc trim gadiem notiek komisijas plēnumš, kur apspriež paveikto darbu, novērtē gūtos rezultātus, ievēlē jaunus komisijas locekļus, biroju un priekšsēdētāju. Zinātniskais darbs, ko pārziņ šī komisija, sīkāk sadalīts vairākos virzienos. Zinātnieki, kas nodarbojas ar noteikta virziena problēmām, apvienoti darba grupās. Zvaigžņu un miglāju fizikas komisijā darbojas sešas darba grupas: «Zvaigžņu iekšējā uzbūve un evolūcija» (vadītāja prof. A. Masēviča), «Zvaigžņu atmosfēras» (fiz.-mat. zin. doktors V. Ivanovs), «Magnētisko zvaigžņu fizika» (fiz.-mat. zin. kand. V. Hohlova), «Nestacionārās zvaigznes» (prof. V. Gorbakis), «Miglāju un starpzvaigžņu vides fizika» (fiz.-mat. zin. kand. G. Hromovs) un «Ārpusgalaktiskā astrofizika» (prof. V. Dombrovskis). Komisijas priekšsēdētājs ilgus gadus bija PSRS Zinātņu akadēmijas korespondētājloceklis V. Soboļevs.

Plēnuma laikā komisija vienmēr rīko arī konferenci par kādu no svarīgākajām mūsdienu astrofizikas problēmām. Tā tas bija arī šoreiz. Rīgā notika simpozijš par «Zvaigžņu evolūciju», kas izraisīja ļoti lielu interesi.

Simpozija darbs noritēja 5 sēdēs. Katra no tām bija veltīta kādam noteiktam tematam. Tika nolasīti vairāki pārskata referāti, kam sekoja daudzi ziņojumi par oriģināliem darbiem.



1. att. Skats sēžu zālē. Pirmajā rindā no kreisās P. Sternberga Valsts astronomijas institūta profesors B. Kukarkins un institūta direktors profesors D. Martinovs.

Organizācijas sēdē 28. maijā komisijas locekļi noklausījās V. Soboļeva atskaites referātu par darbu pēdējo 3 gadu laikā, notika priekšsēdētāja, biroja locekļu un darba grupu vadītāju vēlēšanas.

Simpoziju atklāja viens no vecākajiem padomju astrofizikiem prof. B. Voroncovs-Veljaminovs (P. Sternberga Valsts astronomijas institūts, Maskava). Pārskata referātu par ļoti aktuālu mūsdienu astrofizikas problēmu «Pārnovas un pulsāri» pirmajā dienā nolasīja prof. V. Gorbackis (Ļeņingradas Valsts universitāte). Viņš izklāstīja pēdējā laikā iegūtos rezultātus par procesiem, kas izraisa grandiozu zvaigznes uzliesmojumu, ko mēs novērojam kā pārnovu. Pēdējo gadu laikā teorijā, kas apraksta šos procesus, ir iegūti jauni svarīgi rezultāti, tomēr pilnīgs parādības izskaidrojums vēl nav atrasts. Šo jautājumu risināšanā aktīvi piedalās arī padomju astrofiziki. Ļoti svarīgs fakts ir pulsāru atklāšana un to sakars ar pārnovām. Tas ļauj izvirzīt jaunas problēmas pārnovu teorijā. V. Gorbacka referāts izraisīja plašas diskusijas.

PSRS ZA Pielietojamās matemātikas institūta vec. zin. līdzstrādnieks D. Nadžožins pastāstīja par institūtā veiktajiem skaitļošanas un teorētiskajiem darbiem. Izrādās, ka pārnovas uzliesmojumu varētu izraisīt kodolu un neitrīno procesi. Par šo tematu uzstājās arī mūsu Radioastrofizikas observatorijas līdzstrādnieki E. Grasbergs un G. Carevskis.

Ieliu uzmanību simpozijā veltīja zvaigznēm sarkano milžu attīstības stadijā. Tā kā sarkanie milži ir arī Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijas astronomu pētījumu objekti, tad pie tiem pakavēsimies vairāk.

2. att. Ļeņingradas universitātes profesors V. Gorbackis lasa referātu «Pārnavas un pulsāri».

Astronomijas padomes līdzstrādnieks A. Tutukovs nolasīja plašu referātu par tematu «Sarkano milžu evolūcijas stadijas», kurā izklāstīja pēdējos gados iegūtos rezultātus par zvaigžņu evolūcijas vēlo stadiju aprēķiniem. Zvaigžņu agrās attīstības stadijas, kad zvaigznes centrālajos apgabalos notiek ūdeņraža un hēlija degšana, ir izpētītas samērā labi, bet vēlāko stadiju aprēķinus veikt ar tām pašām skaitļošanas meto-

dēm vairs nav iespējams, vajag izstrādāt jaunas. Pēdējā gada laikā aprēķinus oglekļa degšanas stadijā neatkarīgi veikuši U. Ūss (Tartu observatorija) un B. Pačinskis (Varšava). Viņiem izdevās izskaidrot dažus sarkano milžu un pārmilžu novērojumus. Astronomijas padomē aprēķina zvaigžņu evolūciju stadijai, kad zvaigznes centrā deg hēlijs. Šī stadija vismaz daļēji arī atbilst sarkano milžu stadijai. Sīkāk par šiem aprēķiniem debatēs stāstīja Radioastrofizikas observatorijas aspirants V. Varšavskis.

Radioastrofizikas observatorijas zinātniskie līdzstrādnieki A. Alksnis un Z. Alksne iepazīstināja klātesošos ar sarkano milžu novērojumu rezultātiem. Viņi īsumā parādīja, kādi normālu spektra klašu un pekulāro grupu objekti sastopami starp aukstajām sarkanajām zvaigznēm ar temperatūrām no 4700 līdz 1500° K. Referātā tika atspoguļoti arī dati, kas liecina par auksto zvaigžņu spožuma maiņu kā ļoti raksturīgu šo objektu īpašību. Starp zvaigznēm ar dažāda veida spektrālām īpatnībām un dažāda tipa mainīgumu pastāv noteiktas statistiskas sakarības. Lai spriestu par šo daudzveidīgo auksto objektu evolucionāro sakarību, nepieciešami dati ne tikai par to temperatūrām, bet arī par patiesajiem spožumiem. Runājot par šo datu avotiem, referenti tuvāk pakavējās pie rezultātiem, kādi iegūti Radioastrofizikas observatorijā, nosakot oglekļa zvaigžņu absolūtos lielumus. Pagaidām drošākās ziņas par absolūtajiem lielumiem sniedz statistiskās metodes. Oglekļa zvaigžņu absolūtie lielumi izrādās atkarīgi no mainīguma tipa. Ziņojumā analizēja arī sarkano milžu daudzkrāsu fotometrijas datus, kas ļauj spriest par enerģijas sadalījumu šo zvaigžņu spektros. Lai precizētu auksto mainīgzvaigžņu temperatūras un patiesos





3. att. Baldones observatorijā. Centrā RAO direktora v. i. A. Balklavs un akad. V. Ambarcumjans.

spožumus, nepieciešams tās novērot plašā spektra diapazonā, it sevišķi infrasarkanajā spektra apgabalā. Radioastrofizikas observatorijā tiek gatavotas iekārtas, ar kurām visā drīzumā aukstās zvaigznes varēs novērot infrasarkanos staros. Pagaidām novērojumus iegūst spektra fotogrāfiskā, vizuālā un sarkanā daļā. Apkopojot iegūtos datus, varēs spriest par dažādu spektra klašu un mainīguma tipa auksto zvaigžņu enerģijas sadalījuma īpatnībām.

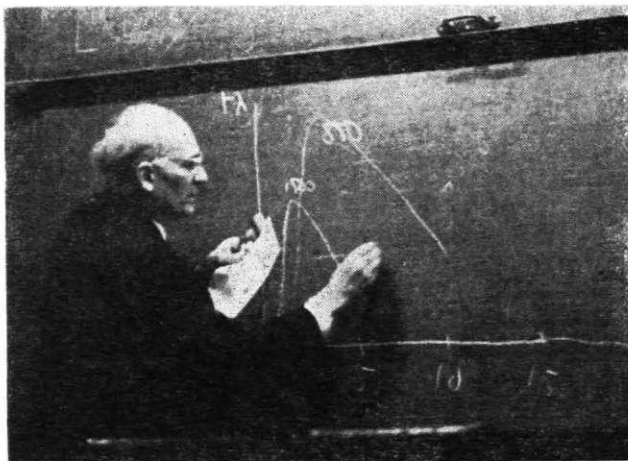
Tematam par sarkanajiem milžiem atbilda arī Maskavas P. Šternberga Valsts astronomiskā institūta līdzstrādnieka G. Hromova ziņojums, kurā viņš stāstīja par planetārajiem miglājiem, kas, pēc pašreizējiem priekšstatiem, rodas sarkano milžu tālākajā attīstības gaitā. Mazā palielinājumā planetārā miglāja attēls ir līdzīgs planētas attēlam, bet, ja palielinājums ir pietiekami liels, tad miglāja attēls izskatās kā gredzens ar zvaigžņveida objektu centrā. Gāze, kas veido gredzenu, izplūst uz visām pusēm no centra. Planetārajiem miglājiem G. Hromovs iesaka piešķirt miglājus, kuru masa vienlīdzīga apmēram vienai desmitdaļai Saules masas un radiālais izplešanās ātrums 30 km/s, pie kam miglāju telpiskai uzbūvei jābūt līdzīgai. Tas nenozīmē, ka visi planetārie miglāji izskatās vienādi. Pašlaik zināmie 1000 planetārie miglāji pēc formas, redzamajiem izmēriem, spožuma utt. sadalīti vairākās grupās. Katra miglāja centrā ir neliela, ļoti karsta un starjaudīga zvaigzne, kuras rādiuss un masa līdzīgi

4. att. Birakānas observatorijas direktors PSRS ZA akadēmiķis V. Ambarcumjans iepazīstas ar zvaigžņu uzņēmumiem, kas iegūti Baldones observatorijā.



Saules rādiusam un masai. Centrālās zvaigznes temperatūru vērtē tuvu $50\,000^\circ\text{K}$, bet patieso spožumu 100—10 000 reizu lielāku par Saules spožumu. Spektri ir līdzīgi ļoti karstu, samērā jaunu zvaigžņu spektriem. G. Hromovs aizrādīja, ka šī līdzība tomēr ir tikai šķietama, patiesībā pastāv noteiktas atšķirības. Planetāro miglāju evolūcijas pētījumus sevišķi apgrūtina tas, ka pazīstama tikai tā stadija, kurā miglājs jau ir pilnīgi izveidojies objekts. Planetāro miglāju sadalījums Galaktikā liecina, ka pētāmie objekti ir veci veidojumi. Tādā gadījumā var domāt, ka tie rodas no sarkanajiem milžiem — samērā mazas masas zvaigznēm vēl attīstības stadijā. Grūti pateikt, kā sarkanais milzis pārvēršas planetārajā miglājā. Tas varētu notikt gan sprādziena veidā, kad zvaigzne strauji nomet apvalku, kas, tālāk izplešoties, pārvēršas par miglāju, gan mierīgā ceļā — vielai izplūstot gaismas spiediena rezultātā. Pēc ļoti aptuveniem vērtējumiem, sarkanā milža pārvēršanās planetārā miglājā norit dažos tūkstošos gadu. Pēc tam vairākus desmitus tūkstošus gadu miglājs un centrālā zvaigzne eksistē labi pazīstamā planetārā miglāja formā. Savu dzīvi miglājs un centrālā zvaigzne beidz pa neatkarīgiem attīstības ceļiem. Miglājs ar laiku vienkārši izzūd, bet zvaigzne sasniedz nākamo attīstības posmu — pārvēršas baltajā pundurī. Planetāro miglāju un balto punduru statistika nav pretrunā ar šo pieņēmumu.

Sarkanajiem milžiem un pārmilžiem bija veltīts arī Ļeņingradas Valsts universitātes profesora V. Dombrovska ziņojums pēdējā plēnuma dienā. Referents informēja par gāzes un putekļu apvalku novērojumiem auksto zvaigžņu tuvā apkārtnē. Jau vairākus gadu desmitus ir zināms, ka no

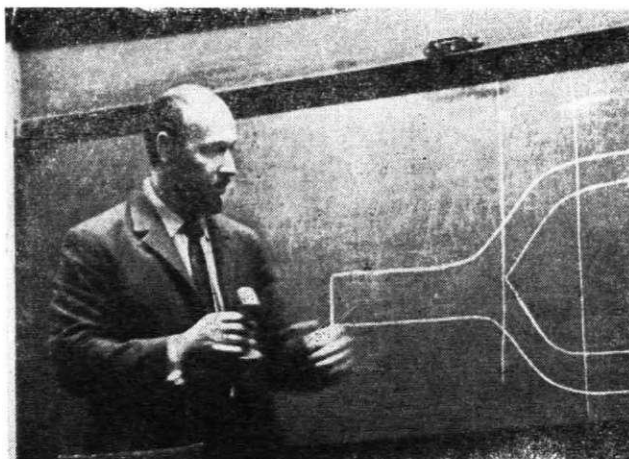


5. att. Uzstājas Ļeņingradas Valsts universitātes observatorijas direktors profesors V. Dombrovskis.

starjaudīgām M spektra zvaigznēm izplūst gāze. Gāze ap zvaigznēm veido apvalkus, kas izplešas. Teorētiski aprēķini liecina, ka auksto zvaigžņu atmosfērās rodas arī cietas daļiņas. Tādā gadījumā ap aukstām zvaigznēm var pastāvēt arī sava veida putekļu apvalki. Pēc V. Dombrovska domām, šie gāzu un putekļu apvalki sastāv no atsevišķiem mākoņiem. Mākoņi darbojas kā priekšdari, kas daļu gaismas aiztur un izstaro no jauna citos viļņu garumos, bet daļu izkliedē. Putekļu mākoņu ietekmi uz enerģijas sadalījumu zvaigznes starojumā ir grūti noteikt, jo teorētiskos aprēķinus kavē datu trūkums par absorbcijas koeficientiem, kā arī atmosfēras modeļu neprecizitāte. Novērojumus padara nedrošus grūtības, ar kurām sastopas vēl zvaigžņu pētnieki, nosakot nepārtrauktā spektra līmeni un novērtējot molekulu joslu ietekmi. Ideja par putekļu mākoņu klātbūtni zvaigžņu apvalkos patiesībā radās, novērojot infrasarkanās zvaigznes — aukstus objektus, kuru starojuma lielākā daļa koncentrēta spektra infrasarkanajā daļā. Daudzi jau sen zināmi sarkanie milži pieskaitāmi infrasarkanajiem objektiem. Parasti tie ir visvēlāko spektra apakšklašu zvaigznes, tātad — visaukstākās zvaigznes, kuru enerģijas sadalījums spektrā tomēr ir īpatnējs un it kā norāda uz vēl zemāku temperatūru nekā tā, kas atbilst attiecīgā objekta spektra apakšklasei. Pētot tādus īpatnējus sarkanos objektus kā NML Cyg, VY CMa vai IRC 10216¹,

¹ Skat. Z. Alksnes rakstus «Infrasarkanā zvaigzne NML Cyg». — «Zvaigžņotā debess», 1969. gada pavaris, 4. lpp.; «NML Cyg pētījumi turpinās». — «Zvaigžņotā debess», 1969./70. gada ziema, 14. lpp. un A. Alksņa rakstu «Interesants infrasarkanais objekts» — «Zvaigžņotā debess», 1970. gada rudens, 19. lpp.

6. att. Maskavas astronoms G. Hromovs stāsta par planetāro miglāju evolūciju.



noskaidrojās, ka enerģijas sadalījumu plašā spektra intervālā nevar izskaidrot ar vienu noteiktu temperatūru. Radās doma, ka infrasarkanos objektus aptver vairākslāņu putekļu apvalks, kura masa var būt no vienas simttūkstošās līdz vienai desmittūkstošai daļai Saules masas. Par putekļu apvalku pastāvēšanu liecina arī auksto zvaigžņu polarizācijas novērojumi. V. Dombrovskis uzskata, ka zvaigžņu starojuma polarizāciju rada gaismas izkliede asimetriski izvietotos putekļu apvalkos, kas atrodas ārpus zvaigžņu atmosfērām. Polarizācija ir novērota daudzām aukstām maiņzvaigznēm, no kurām, kā jau bija teikts, var sagaidīt matērijas izplūšanu. Sevišķi liela polarizācijas pakāpe atrasta vairākām garperioda maiņzvaigznēm, piemēram, oglekļa mirīdām CIT 6 un IRC 10216, kas ir arī infrasarkanās zvaigznes. Tādā kārtā ne tikai teorētiski spriedumi, bet arī novērojumi liecina, ka ap daudzām aukstām zvaigznēm tiešām pastāv gāzes un putekļu apvalki.

Radioastrofizikas observatorijas vec. zin. līdzstrādnieks J. Francmanis nolasīja pārskata referātu «Dubultzvaigžņu evolūcija», kurā atzīmēja, ka zvaigžņu evolūcijas teorijas izstrādāšana ir viens no lielākajiem mūsdienu astrofizikas panākumiem. Pēdējo 6—7 gadu laikā strauji attīstījies jauns šīs teorijas virziens — ciešo dubultzvaigžņu evolūcija. Pēc vairāku zinātnieku domām, vismaz ap 60% no agro spektrālo klašu zvaigznēm ir dubultzvaigznes. Dažu tipu zvaigznes, kā, piemēram, metāliskās zvaigznes, novas un Volfa Raijē zvaigžņu lielākā daļa, ir sastopamas tikai dubultzvaigznēs. Tāpēc ir ļoti svarīgi izpētīt to evolūciju. Ir zināmi daudzi dubultzvaigžņu novērojumu dati, kurus nevar izskaidrot no parastās



7. att. P. Sternberga Valsts astronomijas institūta profesori B. Kukarkins un B. Voroncovs-Veljaminovs.

zvaigžņu evolūcijas teorijas viedokļa. Viens no tādiem faktiem ir Algola tipa dubultzvaigžņu eksistēšana. Novērojumi it kā liecina, ka šādā sistēmā zvaigzne ar mazāku masu ir evolucionējusi ātrāk nekā masīvākā zvaigzne (par to spriež pēc zvaigznes atrašanās vietas Hercšprunga—Ressela diagrammā, t. i., pēc zvaigznes spožuma un spektra klases). Šo faktu pirmo reizi atzīmēja padomju astronomi P. Parenago un A. Masēviča. Taču tas ir pretrunā ar pašreizējo singulāro zvaigžņu evolūcijas teoriju, pēc kuras masīvākas zvaigznes evolucionē ātrāk, jo to centrālajos apgabalos ir augstāka temperatūra un tāpēc kodolreakcijas notiek ātrāk. Piemēram, zvaigznē, kuras masa ir 4 reizes lielāka par Saules masu, ūdeņradis centrā izdeg 180 miljonu gadu laikā, bet zvaigznē ar masu $20 M_{\odot}$ (M_{\odot} —Saules masa) ūdeņradis izdeg jau 7 miljonu gadu laikā. Amerikas astrofiziķis D. Kraufords 1955. gadā izvirzīja ideju, ka tā zvaigzne dubultsistēmā, kura ir evolucionējusi ātrāk, sākumā bijusi daudz smagāka un evolūcijas gaitā ir zaudējusi daļu no savas masas. Kā piemēru var minēt pašu Algolu — dubultzvaigzni, kuras viena komponenta masa vienlīdzīga $5,2 M_{\odot}$, bet otra — $1,0 M_{\odot}$. Ja Krauforda ideja ir pareiza, tad tas nozīmē, ka otrā zvaigzne ir zaudējusi vismaz $2,1 M_{\odot}$ no sākotnējās $3,1 M_{\odot}$, t. i., 68%. Pirmos, ļoti vienkāršotos, aprēķinus veica 1960. gadā ASV astrofiziķis D. Mortons. Līdz 1966. gadam skaitļošanas tehnika un metodes bija attīstījušās tik tālu, ka varēja veikt precīzus dubultzvaigžņu evolūcijas aprēķinus. Šādus aprēķinus izdarīja Getingenā (VFR), Varšavā un Ondržeļovā (Čehoslovākija). Iegūtie rezultāti parādīja, ka dubultzvaigžņu evolūcijas gaitā liela masas daļa no smagākā komponenta tiek

8. att. Debatēs uzstājas Alma-Atas observatorijas direktors D. Rožkovskis.



pārnesta uz vieglāko, zvaigznes it kā mainās lomām. Pēdējo piecu gadu laikā veikti daudzi dubultzvaigžņu evolūcijas aprēķini ar dažādiem sākuma nosacījumiem: dažādu sistēmas kopējo masu, komponentu masu, komponentu savstarpējo attālumu. Šie aprēķini ļāva izskaidrot daudzus dažādu tipu dubultzvaigžņu novērojumu rezultātus.

Birakanas observatorijas direktora vietnieka fizikas un matemātikas zinātņu doktora L. Mirzojana pārskata referāts bija veltīts uzliesmojošām zvaigznēm, galvenokārt tiem novērojumiem, kas veikti Birakanā. Pēc pēdējiem datiem, lielākā daļa vāja spožuma zvaigžņu uzliesmo, t. i., tanīs notiek lielas neregulāras spožuma izmaiņas. Var domāt, ka zvaigžņu uzliesmojumi ir viens no visizplatītākajiem zvaigžņu nestacionaritātes izpausmes veidiem Galaktikā. Taču uzliesmojumi notiek tik ātri, ka tos pētīt ir ļoti grūti. Tāpēc līdz pēdējam laikam mūsu zināšanas par uzliesmojošām zvaigznēm bija ārkārtīgi nabadzīgas. Pēdējos gados daudzās observatorijās šo zvaigžņu pētījumiem pievērs lielu uzmanību. Lieli nopelni uzliesmojošo zvaigžņu izpētē pieder Armēnijas PSR ZA Birakanas observatorijai. 1968. gadā bija publicēts pirmais akadēmiķa V. Ambarcumjana darbs par uzliesmojošo zvaigžņu statistiskiem pētījumiem Plejādēs. Pēdējie novērojumi rāda, ka acīmredzot visas Plejādu zvaigznes, kas vājākas par noteiktu zvaigžņu lielumu, uzliesmo.

Ar lielu nepacietību plēnuma dalībnieki gaidīja akadēmiķa V. Ambarcumjana referātu. Pēc pazīstamā zinātnieka domām, kaut arī mūsdienu zvaigžņu evolūcijas teorijā gūti daudzi sasniegumi, tajā ir lielas, varētu teikt, pat nepārvaramas grūtības. Jau četrdesmito gadu beigās V. Ambarcumjans izvirzīja jaunas idejas par zvaigžņu evolūciju. Viņš uzskata, ka



9. att. Akadēmiķis V. Ambarcumjans un LVU profesors K. Steins.

debess ķermeņu rašanās un evolūcijas procesā liela loma ir pašlaik vēl nezināmiem enerģijas avotiem. Akadēmiķa V. Ambarcumjana uzstāšanās galvenais mērķis bija vērst astrofiziķu uzmanību uz tiem novērojumu faktiem, kurus mūsdienu klasiskā evolūcijas teorija nevar izskaidrot. Ar šo referātu plēnums savu darbu beidza.

Nēmot vērā V. Soboleva vēlēšanos, plēnums atbrīvoja viņu no komisijas priekšsēdētāja pienākumiem un izteica cerību, ka viņš arī turpmāk aktīvi piedalīsies komisijas darbā kā biroja loceklis. Plēnums augsti novērtēja komisijas priekšsēdētāja un biroja darbību pēdējo 3 gadu laikā, izteica dziļu pateicību V. Sobolevam, kas bija viens no komisijas organizatoriem un tās priekšsēdētājs pēdējo 12 gadu laikā.

Par jauno komisijas priekšsēdētāju un viņa vietnieku plēnums vienbalsīgi ievēlēja fizikas un matemātikas zinātņu doktorus A. Bojarčuku un E. Dibaju (abi no Krimas observatorijas).

Plēnums izskatīja jautājumus par novērojumu laika sadali lielajiem PSRS teleskopiem, ieteica radīt starpresoru padomi, kas sadalītu novērošanas laiku pie sešmetrīgā teleskopa, kura celtniecība drīz būs pabeigta un kurš būs lielākais teleskops pasaulē. Plēnums atbalstīja KPFSR Augstākās un vidējās speciālās izglītības ministrijas iniciatīvu dibināt starp-augstskolu Observatoriju, jo tas ļaus ievērojami celt astronomisko pētījumu un speciālistu sagatavošanas līmeni augstskolās.

Plēnuma dalībnieki apmeklēja Radioastrofizikas observatoriju Baldonē, sīki iepazīs ar tās zinātnisko darbu, ar veikto zinātnisko pētījumu rezultātiem un nākotnes plāniem. Tik liela mēroga konferencei bija ļoti liela nozīme Radioastrofizikas observatorijas dzīvē. Visi līdzstrādnieki varēja piedalīties sēdēs, uzstāties diskusijās un konsultēties ar ievērojamiem speciālistiem.

Astrofiziķu plēnuma orgkomiteja darīja visu iespējamo, lai plēnuma dalībnieki Rīgā pavadītu laiku ne tikai lietderīgi, bet arī interesanti un

patikami. Tika organizētas ekskursijas pa Rīgu, uz Salaspils memoriālo ansambli un Etnogrāfisko brīvdabas muzeju, koncertu un teātru apmeklējumi. Zvaigžņu un miglāju fizikas komisijas vadītāji izteica pateicību mūsu observatorijas darbiniekiem par veikto darbu.

Z. Alksne, J. Francmanis

SOCIĀLISTISKO VALSTU ZMP NOVĒROTĀJU SADARBĪBA

Starptautisku sadarbību Zemes mākslīgo pavadoņu novērošanā izraisīja nepieciešamība, un šobrīd tai jau izveidojušās stabilas tradīcijas. Dažādas aktuālas kosmiskās ģeodēzijas, ģeofizikas un debess mehānikas problēmas risināmas vienīgi daudzu zemju novērotāju saliedētā sadarbībā, veicot darbu pēc stingri detalizētas, vienotas programmas. Jau paveikti vairāki kopīgi nozīmīgi pētījumi un tiek organizēti arvien jauni pasākumi, kuros izmanto jaunākos zinātnes un tehnikas ieguvumus.

Ar ZMP palīdzību veicamo zinātnisko pētījumu koordinēšanai izveidota sadarbības padome, kurā pārstāvētas visas socialistiskās valstis, kas piedalās ZMP novērošanā. Šīs padomes ietvaros darba grupa, kas pārzin jaunas novērošanas tehnikas izveidošanu un ieviešanu, savu kārtējo tikšanos organizēja no š. g. 5. līdz 7. maijam Latvijas Valsts universitātē Rīgā. Sanāsmē piedalījās Vācijas Demokrātiskās Republikas, Čehoslovākijas, Polijas, Ungārijas, Bulgārijas un PSR zinātnieki, lai apmainītos

I. att. Sēžu starplaikā turpinās debātes. No kreisās: Radioastrofizikas observatorijas vec. zin. līdzstrādnieks A. Alksnis, PSRS ZA Astronomijas padomes priekšsēdētāja vietniece A. Masēviča, LVU Astronomiskās observatorijas vec. zin. līdzstrādnieks M. Ābele un Teorētiskās astronomijas institūta zinātniskā līdzstrādnice A. Sočilina.





2. att. Sanāksmes dalībnieki LVU ZMP novērojumu stacijā pie jaunā Ceisa instrumenta.



3. att. Arī Rīgā izveidotā kamera izraisa jautājumus.

ar informāciju par katrā zemē veiktajiem darbiem un vienotos par turpmākajiem kopīgajiem uzdevumiem.

Sanāksmes dalībnieki iepazīs ar LVU Astronomiskās observatorijas ZMP novērošanas staciju, veltīja dažas stundas Rīgas apskatei, izbrauca arī uz Salaspils memoriālo ansambli un Jūrmalu.

Leonids Roze

ASTRONOMIJA SKOLĀ

Šajā «Zvaigžņotās debess» numurā pēc ilgāka pārtraukuma atsākam nodaļu «Astronomija skolā».

Astronomijas mācīšanai ir ļoti liela nozīme pareiza pasaules uzskata veidošanā. Iepazīstoties ar debess spīdekļu kustības, uzbūves un attīstības likumiem, jaunietis pārliecinās par pasaules materialitāti, tās likumsakarību izziņāmību un marksistiski ļeņinskā pasaules uzskata pareizību.

Kādreiz astronomijas mācīšanas galvenais mērķis bija sniegt ziņas, kas varētu noderēt praktiskajā dzīvē, saskaroties, piemēram, ar zemes uzmērišanas darbiem. Astronomijas kosmogoniskajiem elementiem tad pievērsa maz vērības, jo šie elementi vājināja reliģijas autoritāti, tātad bija ideoloģiski kaitīgi valdošai šķīrai. Mūsdienās par astronomijas mācīšanas pamatuzdevumu jāuzskata tieši jaunieša intelekta audzināšana, materialistiskā pasaules uzskata izveidošana. Līdz ar to astronomijas kursa smaguma centrs pārvietojies uz kosmogonijas jautājumiem.

Diemžēl pašreiz pieņemtajā astronomijas mācību programmā astronomijas ideoloģiskā nozīme vēl nav pienācīgi atspoguļota. «Zvaigžņotās debess» nodaļā «Astronomija skolā» paredzēts sniegt skolām palīdzību šajā virzienā. Vispirmām kārtām domāts aplūkot jautājumus, kas nav ietverti astronomijas programmā un mācību grāmatā, bet kuri kosmisko lidojumu laikmetā būtu jāzin ikvienam cilvēkam ar vidējo izglītību (piemēram, priekšstats par spīdekļu koordinātēm, vietas ģeogrāfiskā platuma noteikšana, kalendārs u. c.). Bez tam paredzēts arī papildināt mācību grāmatā iztirzāto vielu, dot jautājumus un uzdevumus, sniegt norādījumus par astronomisku parādību novērošanu, dalīties pieredzē astronomijas pul-

ciņu darbā. Protams, astronomijas stundu skaits skolās ir pārāk mazs, lai vēl paplašinātu programmā paredzēto vielu. Taču, izvēršot ārpusklasses un pulciņu darbu, varētu gūt labus panākumus.

«Zvaigžņotās debess» redakcijas kolēģija aicina visus astronomijas skolotājus aktīvi piedalīties šīs nodaļas veidošanā.

KONSULTĀCIJA SKOLĒNIEM

Kalendārs

1972. gads ir t. s. garais gads, tam ir 366 dienas. Īsajos jeb parastajos gados dienu skaits ir 365. Ir zināms, ka par garo gadu uzskata katru ceturto, t. i., gadu, kura kārtas numurs dalās ar četri. Tomēr 1900. gads nebija garais. Kā tad īsti noteikt, kurš gads ir garais? Kā, precīzi runājot, jāsaprot pats gada jēdziens?

Astronomijā pazīstamas vairākas precīzas gada definīcijas. Visizplatītākais ir ar Saules šķietamo kustību saistītais t. s. tropiskais gads.

Kā zināms, Zeme ne tikai griežas ap savu asi, bet riņķo arī apkārt Saulei. Mēs, no Zemes raugoties, uztveram šo pēdējo kustību tā, ka Saule pamazām maina savu stāvokli attiecībā pret zvaigznēm. Šķietamo Saules ceļu, ko tā veic gada laikā, sauc par ekliptiku. Debess ekvators ar ekliptiku krustojas divos punktos. Vienu no šiem punktiem, kur Saule atrodas pavasara sākumā, sauc par pavasara punktu un apzīmē ar auna zīmi Υ , jo mūsu ēras sākumā pavasara punkts atradās Auna zvaigznājā. Precesijas dēļ pavasara punkts ir pārvietojies uz Zivju zvaigznāju, bet auna zīme tas ir paturējies.

Tropisko gadu definē kā laika intervālu, kurā Saule vienreiz iziet cauri visai ekliptikai, sākot un beidzot savu kustību pavasara punktā.

Tropiskā gada garums ir $365^d5^{st}48^m46^s,045$ jeb 365,2422 vidējās Saules diennaktis.

Kalendārs ir sistēma, kā skaitīt gadā dienas, kā sagrupēt dienas mēnešos, jo katram mēnesim un gadam jāsaturs vesels dienu skaits. Tropiskajā gadā dienu skaits nav vesels skaitlis, tāpēc kalendāra problēma vēl tagad nav pilnībā atrisināta.

Senajā Ēģiptē zemes apstrādāšana bija cieši saistīta ar Nilas plūdiem, tāpēc ēģiptiešiem vajadzēja precīzi zināt gada garumu. Plūdi atkārtojās katru gadu vienā un tajā pašā laikā, kad austrumos īsi pirms Saules lēkta pirmo reizi parādījās Sīriuss. Tā 5000 gadus pirms mūsu ēras ēģiptieši noteica gada garumu 365 diennaktis.

Jūlija Cēzara laikā Ēģiptes astronoms Sozigens aprēķināja gada garumu jau precīzāk — 365,25 diennaktis. 46. gadā pirms mūsu ēras Jūlijs Cēzars noteica visā Romas valstī šādu laika skaitīšanu — trīs gadus

skaitīt 365 dienas garus, bet katru ceturto gadu — 366 dienas garu. Šo kalendāru sauc par juliāna jeb vecā stila kalendāru.

Mūsu ēras 325. gadā Nikejas baznīcas koncils noteica, ka juliāna kalendārs jāpieņem visā kristīgajā pasaulē.

Juliāna kalendāra gads ir garāks nekā tropiskais gads par 0,0078 diennaktīm. 128 gados sakrājas 1 diennakti liela kļūda, 384 gados kļūda sasniedz jau 3 diennaktis. 16. gadu simteni starpība starp kalendāru un dabu bija jau 10 dienas. Tā kā baznīcas svētki — piemēram, lieldienas — bija cieši saistīti ar pavasara ekvinokciju, tad Romas pāvests Gregors XIII, pēc itāļu zinātnieka Lilio ierosinājuma, 1582. gadā pavēlēja izdarīt kalendārā grozījumus. Vispirms, lai izlabotu 10 diennakšu kļūdu, 1582. gadā pēc 4. oktobra bija jāskaita nevis 5., bet gan 15. oktobris. Lai turpmāk nerastos šādas novirzes, nolēma katrus 400 gadus 3 garos gadus skaitīt par īsajiem. Par īsajiem gadiem jaunajā stilā jeb gregoriāna kalendārā pieņēma 1700., 1800., 1900. gadu, tie ir gadsimteņu maiņu gadi, kuriem pirmo divu ciparu izveidotais skaitlis nedalās ar 4. Tātad 1600., kā arī 2000. gads pēc abiem stiliem ir garais gads. Jaunajā stilā datums ir par attiecīgu dienu skaitu lielāks nekā vecajā stilā. 16. un 17. gadu simteni starpība starp abiem stiliem ir 10 diennaktis, 18. gs. — 11 diennaktis, 19. gs. — 12 diennaktis, 20. un 21. gs. — 13 diennaktis.

Gregoriāna kalendāru tūlīt pieņēma visas katoļu zemes. Cariskajā Krievijā jaunā stila kalendāru neieveda, jo tam pretojās pareizticīgo baznīca. Kalendāra reformu izdarīja tūlīt pēc Lielās Oktobra sociālistiskās revolūcijas. 1918. gadā 1. februāra vietā skaitīja 14. februāri.

Skaitot gada garumu pēc jaunā stila, gadā izveidojas apmēram pusminūti liela kļūda. 3300 gados sakrājas viena diennakts. Šāda precizitāte mūs pagaidām apmierina.

Datumu maiņas līnija

Jaunais gads un tāpat arī katrs jauns datums sākas vispirms Padomju Savienībā — Čukču pussalā, tad tas virzās tālāk uz rietumiem. Pa Bēringa jūras šaurumu un tālāk pa apmēram 180. meridiānu iet datumu maiņas līnija, kurai abās pusēs ir dažādi datumi. Ja, piemēram, Rīgā ir pulkstens 11 10. janvārī, tad Čukču pussalā ir pulkstens 21 10. janvārī, bet Aļaskā vēl ir pulkstens 22 9. janvārī.

Ja kuģis dodas pāri Klusajam okeānam, tad datumu maiņa nenotiek tieši tajā brīdī, kad tas pārbrauc datumu maiņas līniju, bet tikai pusnaktī. Ja brauc virzienā uz austrumiem, tad divas dienas ir viens un tas pats datums, ja uz rietumiem, — tad pēc pusnakts izlaiž vienu datumu un skaita aiznākošās dienas datumu. Tātad, ja 15. janvārī kuģis pārbrauc

datumu maiņas līnijai no Sanfrancisko uz Vladivostoku, tad nākamajā dienā skaita 17. janvāri.

Jāatzīmē, ka Aļasku pirmie atklāja krievi un ievada tur savu laika skaitīšanas veidu. Kad Aļasku pievienoja ASV, tad tur bija divas dienas no vietas viena un tā pati nedēļas diena.

Magelāna ekspedīcija bija pirmā, kas devās ceļojumā apkārt zemeslodei. Viņi izbrauca 1519. gadā virzienā uz rietumiem. Pēc trim gadiem no pieciem kuģiem atgriezās tikai viens. Ekspedīcijas dalībnieks Pigafeta kārtīgi rakstīja kuģa žurnālu un atzīmēja katras dienas datumu. Tomēr atgriešanās dienā uz kuģa bija par vienu dienu mazāks datums nekā uz sauszemes. Ticīgie spāņi centīgi nožēloja grēkus par sajaukto dienu skaitīšanu. Patiesībā viņu vienīgā kļūda bija tā, ka viņi nezināja datumu maiņas līniju.

Uzdevumi

1. Cik diennakšu bija 1918. gadā Maskavā?

2. 1971. gadā pavasaris sākās 21. martā 9st38^m. Aprēķināt pavasara sākuma datumu un laiku 1972., 1973. un 1974. gadā.

3. Pārvērst jaunajā stilā datumus, kas doti vecajā stilā: 1700. g. 16. II, 1700. g. 18. II, 1700. g. 21. II, 1708. g. 25. II.

4. Pārvērst vecajā stilā datumus, kas doti jaunajā stilā: 1900. g. 15. III, 1900. g. 13. III, 1900. g. 8. III, 1900. g. 26. II, 1614. g. 3. III.

5. Dekabristu sacelšanās notika 1825. gadā 14. decembrī pēc vecā stila. Kad jāatzīmē šīs sacelšanās 150. gadadiena pēc jaunā stila?

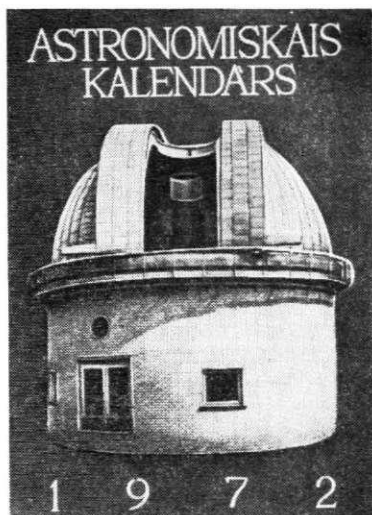
6. 1971. gada augustā bija 5 svētdienas. Kāds var būt maksimālais svētdienu skaits augustā?

E. Detlova



JAUNAS GRĀMATAS

ASTRONOMISKAIS KALENDĀRS 1972. GADAM



Jau divdesmit gadu pēc kārtas mūsu republikā iznāk Astronomiskais kalendārs, kas iegūst arvien lielāku popularitāti.

Tā saturā, tāpat kā iepriekšējo gadu izdevumos, ir divas tradicionālas daļas — astronomiskās tabulas 1972. gadam un literārā daļa. Izdevuma beigās dots arī visu rakstu rādītājs pa divdesmit gadiem (1953.—1972.).

Astronomiskais kalendārs galvenokārt domāts kā palīglīdzeklis dažādām mācību iestādēm, skolu astronomijas pulciņiem, astronomijas amatieriem un visiem citiem, kam nepieciešami dati par astronomiskām parādībām.

Kalendāra tabulās doti Saules un Mēness lektu un rietu momenti Rīgā, Liepājā un Daugavpilī 1972. gadam. Turpat sniegts dienas garums, Saules kulminācijas moments, krēslas ilgums, planētu redzamības

apraksts, astronomiskās piemiņas dienas un daži citi dati.

Tabulās «Saules ekvatoriālās koordinātes, zvaigžņu laiks un astronomiskā krēsla» ievietoti lielumi, kas nepieciešami praktisko darbu un novērojumu veikšanai astronomijā un ģeodēzijā. Tālāk publicētas tabulas pārejai no vidējā laika uz zvaigžņu laiku, un otrādi, kā arī planētu koordinātu tabulas un dažu maiņzvaigžņu efermerīdas. Arī šie dati noderīgi praktiskiem darbiem astronomijā.

Kalendāra populārzinātniskie raksti veltīti galvenokārt jubilejām, kuras šoreiz sagādājušas krietni daudz — Latvijas Valsts universitātes Astronomiskajai observatorijai 50 gadu, Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorijai 25 gadi, Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļai 25 gadi. Šim trim lielajām jubilejām veltīti A. Balklava, M. Dīriķa un J. Klētnieka raksti. Turpinot publicēt Johana Keplera 400. dzimšanas dienai veltītos materiālus, kalendārā ievietots I. Rabinoviča raksts par šī izcilā vācu astronoma dzīvi un darbiem. Latviešu ģeodēzistam Jānim Biķim 1972. gadā būtu 75 gadi. Sai jubilejai veltīts laikabiedra V. Freija biogrāfisks raksts.

Pārējie kalendāra raksti saistās ar astronomijas un ģeodēzijas pēdējo gadu sasniegumiem. 1970. gadā Kazanā notika Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības 5. kongress. Par tā norisi pārskatu devuši kongresa delegāti A. Alksnis un J. Klētnieks, sīkāk pakavējoties pie kongresā atzīmētajiem astronomijas un ģeodēzijas sasniegumiem, kā arī pie mūsdienu aktuālajām problēmām. Par ģeodēzisko atbalsta punktu izdevīgāko veidu un šo punktu saglabāšanu Latvijas pilsētās intensīvas celtniecības periodā stāsta A. Dambja raksts.

Kalendāra saturs ir bagāts, aktuāls un interesants, cieši saistīts ar astronomu un ģeodēzistu dzīvi un darbu, ar astronomijas un ģeodēzijas attīstību mūsu republikā. Ļoti bagāts zinātnes vēstures materiāls šogad ietverts astronomiskajās piemiņas dienās. Raksti ir pietiekami populāri un labi

ilustrēti. Diemžēl bez ilustrācijām palicis A. Balklava raksts «Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorijai 25 gadi».

Kalendārs lieti noderēs gan profesionāliem astronomiem un ģeodēzistiem, gan studentiem, gan astronomijas pasniedzējiem skolās un arī visiem citiem, kas gribēs paplašināt savu zināšanu apvāršni.

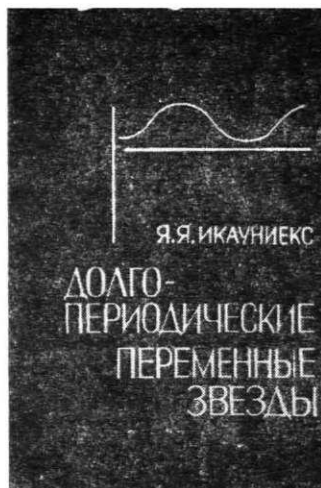
Apsveicami, ka šogad Astronomiskais kalendārs iznācis 4000 lielā metienā, jo iepriekšējos gados 3000 eksemplārus izpirka apmēram viena mēneša laikā, jau ilgi pirms Jaunā gada.

I. Daube

GRĀMATA PAR GARPERIODA MAIŅZVAIGZNĒM

Lielākā daļa no aukstajām zvaigznēm, ar kuru pētišanu jau 25 gadus nodarbojas LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijas astronomi, ir maiņzvaigznes. Vienas no tām maina savu spožumu pilnīgi neregulāri, otras pusregulāri, bet trešās stingri periodiski, pie kam spožuma maiņas periodi ir diezgan lieli — no 200 līdz 600 dienas. Tāpēc arī trešā tipa maiņzvaigznes ir guvušas nosaukumu — garperioda maiņzvaigznes.

Garperioda maiņzvaigznēm veltīta grāmata «Долгопериодические переменные звезды», kuru 1971. gada pavasarī laidusi klajā izdevniecība «Zinātne». Grāmatas autors ir fizikas un matemātikas zinātnu doktors J. Ikaunieks, kas ilgus gadus nodarbojās ar auksto maiņzvaigžņu, it sevišķi garperioda maiņzvaigžņu, statistiskajiem pētījumiem. Gadu gaitā J. Ikaunieks publicējis daudz rakstu par šo tēmu, kā arī veltījis tai savu doktora disertāciju. Tāpēc nav nejaušība, ka tieši J. Ikaunieku lūdza uzrakstīt apskata rakstu par garperioda maiņzvaigznēm krājumam, kuru gatavoja Maskavas maiņzvaigžņu pētnieki. J. Ikaunieka materiāli šajā jautājumā izrādījās tik plaši, ka vienā, ierobežota apjoma rakstā nebija ietilpināmi. Tā pie Maskavas universitātes profesora B. Kukarkina vēl J. Ikaunieka dzīves laikā nonāca manuskripts, kas uzskatāms par izsmelošu monogrāfiju. Diemžēl pāragrā nāve pārtrauca autora līdzdalību tālākā manuskripta veidošanā. Profesors B. Kukarkins laipni uz-



ņēmas topošā darba rediģēšanu, un tagad mūsu rokās ir grāmata, kas arvien atgādinās J. Ikaunieka centienus un sasniegumus viņa izvēlētajā zinātnes laukā.

Garperioda maiņzvaigznes pieder sarkanajiem milžiem — zvaigznēm, kas atrodas vēlā attīstības stadijā. Daudzi jautājumi, kas saistīti ar šo zvaigžņu attīstību, vēl arvien ir neskaidri. Tāpēc par šīm zvaigznēm interesējas kā astronomi teorētiķi, tā astronomi novērotāji visā pasaulē. Neapšaubāmi, ka katram, kas nodarbojas ar aukstajiem milžiem, nākas sastapties ar to mainīgumu. Mainīgums ir tik izplatīts auksto zvaigžņu īpatnība, ka pat pirmā maiņzvaigzne, kuras mainīgumu saskatīja Eiropas debess pētnieki 1596. gadā, bija sarkanā garperioda maiņzvaigzne o Ceti, kas vēlāk guva nosaukumu Mira jeb Brīnišķīgā. No visām aukstajām maiņzvaigznēm garperioda maiņzvaigznes ir pašas interesantākās tajā nozīmē, ka starp to raksturlielumiem — spožuma maiņas amplitūdām un periodiem, kā arī ātrumiem, patiesajiem spožumiem u. c. — pastāv noteiktas sakarības. Bagātīgus statistiskus datus par visiem šiem lielumiem var smelties J. Ikaunieka grāmatā. Grāmata satur ziņas par garperioda maiņzvaigžņu atmosfēru uzbūvi un sastāvu, kā arī spektru

īpatnībā. Daudz vietas veltīts novērojumu rezultātiem spektru tālā infrasarkanā daļā, kas kļuvusi pieejama tikai pēdējos gados. Īpašā nodaļā stāstīts par garperioda mainzvaigžņu izvietojumu Galaktikā un šo zvaigžņu kustību analīzi. Tādā kārtā jebkurā nozarē strādājošam astronomam šī grāmata var kalpot par vērtīgu izziņas avotu garperioda mainzvaigžņu izpētes jautājumos.

Z. Alksne

OGLEKĻA ZVAIGZNES

Latvijas PSR ZA Radioastrofizikas observatorija jau sen ir pazīstama ar zemas temperatūras zvaigžņu pētījumiem. Sajā astrofizikas nozarē veiktie darbi tiek bieži minēti monogrāfijās un visas pasaules zinātniskajās publikācijās.

Īpašu vietu sarkano zemas temperatūras zvaigžņu vidū ieņem t. s. oglekļa zvaigznes. Tās acimredzami veido atsevišķu zvaigžņu grupu, kas sastāda tikai nelielu zemas temperatūras zvaigžņu daļu. Līdz pat šim laikam nav skaidrs, kāpēc to ir tik maz un kāda ir to loma zvaigžņu evolūcijā. Tāpēc jo svarīgāks ir jebkurš nopietns to vispusīgs izpētes mēģinājums. Jo vairāk tāpēc, ka, ogleklis, kā zināms, ir mums pazīstamo dzīvības formu rašanās nepieciešams elements.

Nesen Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas izdevniecība «Zinātne» izlaidusi Z. Alksnes un J. Ikaunika monogrāfiju «Углеродные звезды». Izlasot monogrāfiju, radās pārliecība, ka viss līdz mūsu dienām uzkrātais, pēc satura, metodikas un vērtības daudzveidīgais novērojumu un teorētiskais materiāls par oglekļa zvaigznēm ir dziļi izprasts un pārdomāts. Monogrāfijas autori ir ļoti aktīvi šo zvaigžņu pētnieki (nelaiķis J. Ikaunieks pirms vairākiem gadiem bija šo pētījumu iniciators Latvijā). Tas radija ļoti svarīgu, dziļi kritisku un objektīvu attieksmi pret visu zināšanu kopumu un jo interesantu daudzu faktu individuālu izskaidrojumu.

Monogrāfijā ir daudz pašu autoru oglekļa zvaigžņu pētījumu rezultātu, tajā aplūkoti praktiski visi šo zvaigžņu pētījumu



aspekti. Plaši un metodiski interesanti iztirzātas oglekļa zvaigžņu spektru īpatnības, mūsdienu zināšanas par atmosfēru sastāvu, spektrālā klasifikācija un temperatūras. Ne mazāk sīki un visai kritiski analizēts to mainīgums, fotometriskie raksturlielumi un kolorimetrija. Īpašu interesi rada nodaļas, kas veltītas oglekļa zvaigžņu kinemātikai un telpiskajam sadalījumam. Sakarā ar grūtībām, kas rodas, izdalot oglekļa zvaigznes starp citām zvaigznēm pēc to fizikālajām īpašībām: masas, temperatūras, ķīmiskā sastāva utt., šīs nodaļas iegūst sevišķu nozīmi, risinot jautājumus par zemas temperatūras zvaigžņu evolūciju. Tieši šai problēmai veltīta monogrāfijas noslēguma nodaļa. Kaut arī nepiekrītu dažiem šīs nodaļas secinājumiem, tomēr nevaru kaut kādā ziņā vainot par to autorus, jo viņi pietiekami pamatoti aizstāv savu viedokli, bet jebkurā sarežģītā jautājumā var vienlaikus pastāvēt daudzas ticamas hipotēzes.

B. Kukarkins,

fiz.-mat. zin. doktors, profesors, Maskavas universitātes zvaigžņu astronomijas un astrometrijas katedras vadītājs

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1971./ 72. GADA ZIEMĀ

Laikam gan nekad zvaigžnotā debess nav tik skaista kā ziemas mēnešos. Šis pievilcības noslēpums slēpjas ne vien tai apstākļi, ka garās ziemas naktis ir tumšas un tātad labvēlīgas astronomiskiem novērojumiem. Ziemā zvaigžnotā debess bagāta ar spožām zvaigznēm un izteiksmīgiem zvaigznājiem. Garajās naktīs no vakara līdz rītam iespējams novērot gandrīz vai visus ziemeļu puslodes zvaigznājus, izņemot, protams, tos, kuru tuvumā ziemas mēnešos atrodas Saule.

1971./1972. gada ziema sākas 22. decembrī plkst. 15st un 24^m. Astronomisko gadalaiku sākumu un beigas nosaka Saule. Kā zināms, gada laikā Saule veic gandrīz veselu apli pa ekliptiku. Tā ir t. s. Saules šķietamā gada kustība — Zemes patiesās gada kustības atainojums. Šajā kustībā Saule divreiz gadā — martā un septembrī — šķērso debess ekvatoru. Tad ir pavasara un rudens sākums. Saules deklinācija ir tieši 0°. Divreiz gadā Saule sasniedz vislielāko deklināciju — jūnijā un decembrī. Tad ir vasaras un ziemas saulgrieži.

Ziemā Saule atrodas dienvidu puslodē un tās maksimālā deklinācija ir negatīva ($-23^{\circ}27'$). Šajā laikā Saule atrodas ziemas saulgriežu punktā Strēlnieka zvaigznājā.

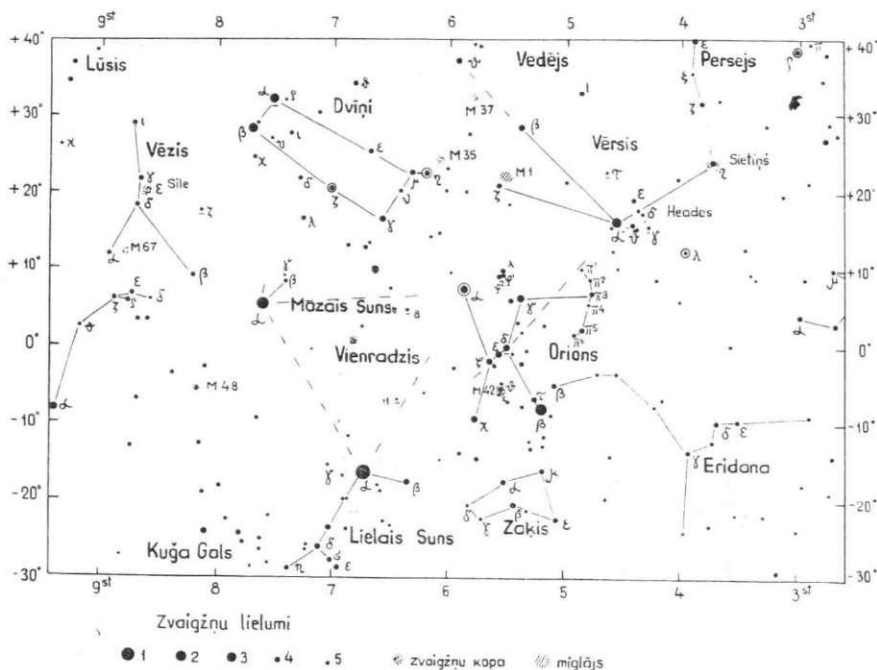
Agri vakaros drīz pēc Saules rieta zvaigžnotā debess pēc sava izskata ir kā rudenī nakts vidū. Turpretim ziemas rītos ir redzama jau tāda aina, kāda būs pavasarī nakts vidū.

Ja paraudzīsimies ziemas naktī dienvidu virzienā, tūlīt ievērosim Oriona zvaigznāju — vienu no visskaistākajiem pie debess. Šajā zvaigznājā ir ļoti daudz spožu zvaigžņu un citu astronomijas amatieriem novērošanai pieejamu objektu. Ļoti raksturīga ir 7 zvaigžņu figūra, no kurām divas ir pirmā lieluma, pārējās piecas — otrā lieluma zvaigznes. Vidējās trīs zvaigznes δ , ϵ , ζ sastāda t. s. Oriona jostu, kuru pie mums sauc arī par Kūlējiem.

Zem šīm trim zvaigznēm novietojies plaši pazīstamais Oriona miglājs. Tumšās bezmēness naktīs miglājs labi novērojams jau pavisam mazā tālskatī vai pat binoklī. Šeit atrodas viena no plašākajām jauno zvaigžņu apvienībām — asociācijām.

Pašā Oriona miglājā jau ar nelielu tālskati, piemēram, ar skolas tipa refraktoru, saskatāma interesanta četrkārtīga zvaigzne — t. s. Oriona Trapeca.

Oriona α jeb Betelgeize ir sarkanais milzis ar neregulāru spožuma maiņu.



1. att. Ziemas zvaigznāji.

Oriona β jeb Rigels — trīskārša zvaigzne. Skolas refraktorā var saskatīt blakus Rigelam $9''$ attālumā no tā baltu karstu 7. lieluma zvaigznīti. Spriežot pēc spektra, šis Rigelas pavadonis savukārt ir ļoti ciešs divu zvaigžņu pāris, kura komponenti ap kopējo smaguma centru apgriežas ar 10 dienu periodu.

Pagarinot Oriena jostu pa kreisi uz leju, nonākam pie visspožākās debess zvaigznes — Sīriusa jeb Lielā Suņa α . Sīriusa spožums — $1^m 4$. Tikai vēl vienai zvaigžnei pie debesīm — Kanopusam — zvaigžņu lielums ir negatīvs.

Sīriusa īpatnējā kustība ir samērā liela — $1'',3$ gadā. Līniju nobīde tā spektrā parāda, ka attālums starp Sauli un visspožāko zvaigzni ik sekundi pieaug par 8 km. Sīriuss ir dubultzvaigzne. 1862. gada janvārī pazīstamais amerikāņu optiķis Alvans Klarks, izmēģinot jauno 18 collu refraktoru, Sīriusa tuvumā pamanīja vāju pavadoni, kura eksistenci jau pirms tam paredzēja slavenais vācu astronoms un matemātiķis Besels. Sīriusa pavadonis izrādījās tipisks baltais punduris ar diametru tikai



2. att. Oriona miglājs.

trīs reizes lielāku nekā Zemei. Vēl viena ļoti spoža 1. lieluma zvaigzne atrodama pa kreisi uz augšu no Sīriusa. Tas ir Procions — Mazā Suņa α . Arī Procionam ir pavadoņi 4" attālumā no tā. Tomēr kā Sīriusa pavadoņi (9^m), tā Prociona pavadoņi (11^m) var saskatīt tikai lielos teleskopos — amatieru instrumentiem tie nav pieejami. Procions, Sīriuss un Betelgeize veido vienādmalu trijstūri, kurš tik raksturīgs ziemas debesīm — t. s. ziemas trijstūri.

Ja pagarina Oriona jostas zvaigznes pa labi uz augšu, atradīsim Vērša zvaigznāju ar tā spožāko zvaigzni — iesarkano Aldebaranu (Vērša α). Vērša zvaigznājā atrodas

divas vaļējās jeb izklaidus zvaigžņu kopas Plejādes (Sietiņš) un Hiādes — Aldebarana tuvumā. Hiādēs zvaigznes ir plašāk izkaisītas nekā Plejādēs. Ar binokli Hiādēs var redzēt vairākas viegli novērojamas dubultzvaigznes, piemēram, Vērša θ (attālums starp komponentiem $337''$).

Vērša zvaigznājā sastopams viens no visinteresantākajiem debess objektiem — Krabja miglājs jeb (M1). Krabja miglājs bez redzamās gaismas izstaro arī spēcīgus radioviļņus un rentgena starus. Tajā atrodas pulsārs NP 0532, kas dod ne vien radioviļņu, optiskos un rentgenstaru impulsus, bet pat gamma starojumu 10 MeV diapazonā. Spektrālie mērījumi rāda, ka Krabja miglājs izplešas ar milzīgu ātrumu — ap 1000 km sekundē. Šo objektu var saskatīt tikai spēcīgus teleskopos.

Virš Oriona un Vērša atrodas Vedēja zvaigznājs ar spožāko zvaigzni Kapellu. Par šo zvaigznāju sīkāk var izlasīt «Zvaigžņotās debess» 1967. gada ziemas numurā.

Zemāk par Vedēju, mazliet pa kreisi redzam Dviņu zvaigznāju ar divām spožām zvaigznēm — Kastoru (Dviņu α) un Polluksu (Dviņu β). Galvenās Dviņu zvaigznes veido gandrīz pareizu taisnstūri. Dviņu tuvumā atrodama zvaigžņu kopa M 35. Šī kopa labi saskatāma jau ar prizmatisko binokli. Dviņu zvaigznājā ir divas maiņzvaigznes, kuras labi novērojamas ar neapbruņotu aci. Viena ir cefeīda — (Dviņu ζ), otra — (Dviņu η) spožumu maiņa visai neregulāri.

Uz austrumiem no Dviņiem saskatāmi Vēža un Lauvas zvaigznāji.

Uz rietumiem no Vērša var redzēt Perseju, Andromēdu un Pegazu. Augstu ziemeļrietumos atrodams raksturīgais Kasiopejas zvaigznājs. Ziemeļrietumos redzami Lielie Greizie Rati. Tieši ziemeļos — Mazie Greizie Rati ar Polārzvaigzni. Zem tās — pie paša apvāršņa var pamanīt Liras zvaigznāja spožāko zvaigzni — Vēgu.

Jau minējām, ka ziemas rītos var vērot tādu zvaigžņotās debess ainu, kāda būs pavasarī nakts vidū. Lielie Greizie Rati ir sasnieguši zenītu, austrumos jau ir uzlēcis Vēršu Dzinējs ar spožo Arkturu, bet dienvidaustrumos parādās Jaunavas zvaigznājs. Turpretim Lielais Suns ar Siriusu jau norietējis.

PLANĒTAS

Merkurijs novērojams tikai martā rietumos pēc Saules rieta Zivju zvaigznājā dažas dienas pirms un pēc 13. marta, kad tas atrodas vislielākajā austrumu elongācijā (18° no Saules). Pilnīgi neredzams jau apmēram no 22. marta.

Venēra labi novērojama kā vakara zvaigzne. Ar 22. decembri tā atrodas Strēlnieka zvaigznājā, bet janvāra pirmajā pusē Mežāža zvaigznājā. Janvāra otrajā pusē Venēra pāriet Ūdensvīra zvaigznājā, pie kam tās redzamība aizvien uzlabojas. Līdz 6. februārim tā atrodas Ūdensvīra, pēc tam Zivju zvaigznājā. Februāra vidū Venēras redzamais spožums ir $3^m,6$, redzamais diametrs — $15''$. Arī martā Venēra labi novērojama kā vakara zvaigzne. Tā atrodas Zivju zvaigznājā līdz 7. martam, pēc tam pāriet Auna zvaigznājā. Marta vidū Venēras redzamais spožums ir $3^m,8$, redzamais diametrs — $19''$.

Marss līdz 8. februārim vakaros labi redzams debess dienvidu pusē, Zivju zvaigznājā, pēc tam Auna, bet ar 18. martu — Vērša zvaigznājā.

Jupiters janvārī ir tikko saskatāms no rītiem pirms Saules lēkta. Tas atrodas zemū pie apvāršņa, janvāra pirmajā pusē Čūskneša zvaigznājā, pēc tam kā februārī, tā martā nakts otrajā pusē — Strēlnieka zvaigznājā.

Saturns visus ziemas mēnešus labi redzams gandrīz visu nakti Vērša zvaigznājā.

Urāns visu laiku atrodas Jaunavas zvaigznājā. Redzams nakts otrajā pusē.

MĒNESS

☾ (jauns Mēness)

17. decembrī pl. $22^{\text{st}}03^{\text{m}}$
 16. janvārī „ 13 53
 15. februārī „ 3 29
 15. martā „ 14 36

☽ (pilns Mēness)

31. decembrī pl. $23^{\text{st}}20^{\text{m}}$
 30. janvārī „ 13 59
 29. februārī „ 6 13
 29. martā „ 23 06

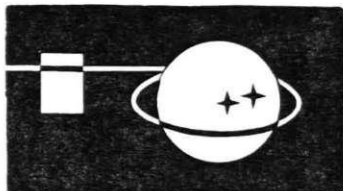
☾ (pirmais ceturksnis)

25. decembrī pl. 4st36^m
23. janvārī „ 12 29
21. februārī „ 20 21
22. martā „ 5 13

☾ (pēdējais ceturksnis)

8. janvārī pl. 16st31^m
7. februārī .. 14 12
8. martā „ 10 06
7. aprīlī „ 2 45

J. Mieziš



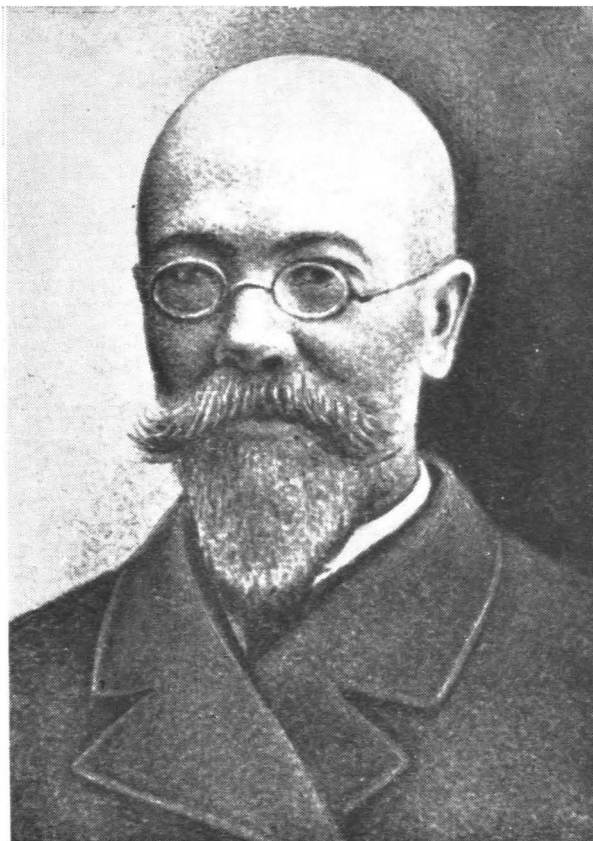
SATURS

Gamma staru astronomijas problēmas — <i>A. Balklavs</i>	1
Astronomijas jaunumi	12
Jaunas atziņas par pulsāriem — <i>A. Balklavs</i>	12
Gulbja V 1057 zvaigznes straujā pārvēršanās — <i>A. Alksnis</i>	15
Metilspirts un citas jaunatklātas starpzvaigžņu telpas molekulas — <i>A. Alksnis</i>	18
Antaresa radiostarojums — <i>A. Alksnis</i>	19
Kosmosa apgūšana	20
«Apollo-14» Mēness ekspedīcija — <i>I. Daube</i>	20
Observatorijas un astronomi	26
Francijas observatorijās — <i>J. Francmanis</i>	26
Zinātnieks un viņa darbs	39
G. Semikolenovs no Liepājas — Lobačevska ģeometrijas popularizētājs — <i>Z. Gaiduks</i>	39
Konferences un sanāksmes	43
Astrofiziķu plēnums Rīgā — <i>Z. Alksne, J. Francmanis</i>	43
Sociālistisko valstu ZMP novērotāju sadarbība — <i>L. Roze</i>	53
Astronomija skolā	55
Konsultācija skolēniem — <i>E. Detlova</i>	56
Jaunas grāmatas	59
Astronomiskais kalendārs 1972. gadam — <i>I. Daube</i>	59
Grāmata par garperioda maiņzvaigznēm — <i>Z. Alksne</i>	60
Oglekļa zvaigznes — <i>B. Kukarkins</i>	61
Zvaigžpotā debess 1971./72. gada ziemā — <i>J. Mieziš</i>	62

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS ЗВЕЗДНОЕ НЕБО
1971./72. GADA ZIEMA ЗИМА 1971/72 ГОДА

Redaktore *I. Ambaine*. Māksl. redaktors *V. Zirdziņš*. Tehn. redaktore *H. Pope*. Korektore *R. Mezecka*.

Nodota salikšanai 1971. gada 24. augustā. Parakstīta iespiešanai 1971. g. 25. novembrī. Tipogr. papīrs Nr. 1, formāts 70×90¹/₁₆, 4,25 fiz. iespiedl.; 4,97 uzsk. iespiedl.; 4,69 izdevn. l. Metiens 1600 eks. JT 04192. Maksā 15 kap. Izdevniecība «Zinātne» Rīgā, Turgeņeva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Ministru Padomes Preses komitejas 6. tipogrāfijā Rīgā, Gorkija ielā 6. Pasūt. Nr. 1796.



G. Semikolenov
(1845.—1912.)

LATVIJAS UNIVERSITĀTES BIBLIOTEKA

0505003481

