

Zvaigžņota

DEBESS

1966.
GADA
ZIEMA

1966. GADA ZIEMA

LATVIJAS PSR ZINĀTŅU AKADEMIJAS
ASTROFIZIKAS LABORATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKS GADALAIKU IZDEVUMS

N. CIMAHOVICA

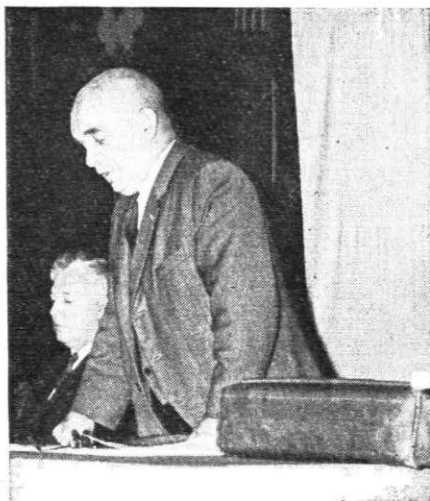
JAUNOS CEĻOS

No 1965. gada 9. līdz 11. septembrim Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Astrofizikas laboratorija sasauca Rīgā metodisku semināru par Saules ietekmi uz Zemes biosfēru. Tā bija Padomju Savienībā pirmā apspriede, kas veltīta šai problēmai. Seminārā piedalījās vairāk nekā 40 astronomu, ģeofiziķu, mediķu un biologu no Rīgas, Tallinas, Ļeņingradas, Irkutskas, Rostovas, Sverdlovskas, Kijevas un Tālajiem Austrumiem. Semināru sagatavoja, sasauca un tā darbu vadīja organizācijas komiteja (Astrofizikas laboratorijas direktors J. Ikaunieks, Rīgas Medicīnas institūta Epidemioloģiskās laboratorijas vadītājs K. Vasiļjevs, ārsts epidemiologs J. Aleksandrovs (Sovetskaja Gavaņa) un Astrofizikas laboratorijas vecākā zinātniskā līdzstrādniece N. Cimahoviča) Rīgas Medicīnas institūta profesora K. Rudziša vadībā.

Seminārs bija sarīkots nolūkā, lai intereenti ne vien gūtu informāciju par pētījumiem, kas patlaban tiek veikti šai nozarē, bet arī lai iztīrātu izmantotās metodes un koordinētu tālākos pētījumus. Seminārs tika saukts Rīgā tāpēc, ka Astrofizikas laboratorija pagaidām ir vienīgā astronomiskā iestāde Padomju Savienībā, kas sadarbojas ar ārstiem un bioloģiem, kuri pēta Saules aktivitātes maiņu ietekmi uz Zemes dzīvo dabu. Semināra darba trijās dienās tā dalībnieki noklausījās un apsprieda 14 referātus.

Semināra pirmo dienu ievadīja Kislovod-

1. att. Semināru atklāj prof.
K. Rudzītis.



skas Astronomiskās kalnu stacijas direktora M. Gņeviņeva referāts par Saules aktivitāti un tās ietekmi uz Zemi. M. Gņeviņevs sevišķi rūpīgi aplūkoja Saules aktivitātes centru attīstību, kā arī to raidīto dažādo starojumu un Zemes atmosfēras mijiedarbību. Pēc tam tika iztirzāti tie darbi, kas vēltīti Saules ietekmes pirmajam posmam, proti, Saules starojuma ietekmei uz notikumiem Zemes atmosfērā un hidrosfērā. V. Vorobjovs no Ļeņingradas Jūras kara inženieru augstskolas ziņoja par saviem mēģinājumiem analizēt Saules aktivitātes gaitu laikā no 1749. līdz 1940. gadam. Izmanojot īpašas konstrukcijas frekvenču analizatoru, V. Vorobjovam izdevies gūt norādījumus par to, ka Saules aktivitātes mainās blakus pazīstamajam 11 gadu ciklam pastāv arī 70, 5, 49 un 34 gadu cikli. Iespējams, ka šādi cikli pastāv arī Zemes okeanosfērā un atmosfērā. N. Smirnovs (Ļeņingradas Jūras kara inženieru augstskola) izpētījis, ka Saules aktivitātes 11 gadu ritmā mainās atmosfēras cirkulācija virs Atlantijas okeāna ziemeļdaļas un šīm mainām seko ūdens temperatūras maiņas. Tāpat svārstās arī silķu nozveja — vislielākā tā ir 4.—5. gadā pēc Saules aktivitātes maksimuma. N. Smirnovs uzskata par iespējamu, ka paaugstinātā ūdens temperatūra veicina augstzāģīgu silķu paaudzes rašanos 1—2 gadu laikā. Šī paaudze tad arī pēc 2—3 gadiem palielina nozveju.

Lielu interesi izraisīja I. Družiņina un N. Hamjanovas referāts par Saules aktivitātes straujo maiņu ievērojamo lomu Zemes parādībās. Izrādās, ka ūdens daudzums upēs, nokrišņu daudzums kādā apvidū u. c. parādības krasi izmainās vienmēr tad, kad krasi mainās Saules aktivitātes līmenis, t. i., kad Saules aktivitāte vai nu strauji aug, vai samazinās, vai arī tad, kad aktivitātes minimumu pēkšņi nomaina kāpums. I. Družiņina un N. Hamjanovas referāts ļauj rast glūzi jaunu pieeju Saules — Zemes sakarību pētījumiem un sniedz arī norādījumus par to veidu, kādā notiek Saules aktivitātes ietekme. Acīm redzot Zemes atmo- un hidrosfēra nereaģē uz aktīvo starojumu vienmērīgu plūdumu, bet gan tikai uz straujām maiņām, kas izjauc nostabilizējušos procesus un dod tiem citu virzienu. Saskaņā ar to, zinot Saules aktivitātes maiņas, iespējams paredzēt, piemēram, ūdens līmeņa izmaiņas upēs. Šādām prognozēm ir ļoti liela praktiska nozīme. Pēc ziņojuma autoru domām, tas nozīmē, ka Saules aktivitātes ietekmes mums ir svarīgas tikai nelielā laika intervālā — straujo izmaiņu jeb lūzuma periodos.

N. Cimahoviča ziņoja par iespējām izmantot Saules radioviļņu plūsmas mērījumus kā aktivitātes rādītāju. Tradicionālie Volfa skaitļi, kas raksturo plankumu daudzumu, attēlo Saules aktivitātes līmeni tikai aptuveni. Tie izmantojami tikai tādiem laika intervāliem, kas nav mazāki par gadu. Tāpēc, ja vajadzīgs izsekot kāda bioloģiska objekta stāvokļa izmaiņām mēnešu vai pat dienu gaitā, jālieto kāds cits aktivitātes līmeņa rādītājs. Ļoti piemērota te ir radioviļņu plūsma. Radioviļņu plūsmas mērījumi norit nepārtraukti kopš 1955. gada. Tos netraucē mākoņi, kā, piemēram, optiskus



2. att. Semināra dalībnieki apspriež lēmuma projektu.

novērojumus. Šie mērījumi ir samērā precīzi, un visā pasaulē tos veic vienādi. Tos publicē vairākas pasaules observatorijas tabulu veidā, kur dotas plūsmas vērtības katram triju stundu intervālam, dažkārt pat katrai stundai. Izmantojot observatorijās uzglabātos radioviļņu plūsmas pierakstus, var gūt ziņas par notikumiem uz Saules pat ar precizitāti līdz pusminūtei.

Semināra otrā diena bija veltīta epidēmiju un sērgu izplatībai Saules maksimālas aktivitātes gados. Sī ir viena no mīklainākajām dabas likum-sakarībām. Pirmo reizi uz to norādīja krievu zinātnieks A. Čiževskis mūsu gadsimta 20. gados, taču vēl šodien mēs šīs parādības cēloņu izpratnei neesam tikuši tuvāk. Epidēmiju periodicitātei sakarā ar Saules aktivitātes maiņām bija veltīts Astrofizikas laboratorijas korespondējošo zinātnisko līdzstrādnieku ārstu J. Aleksandrova un V Jagodinska (Sovetskaja Gavana) referāts, kas sniedza ziņas par autoru jaunākajiem pētījumiem. A. Čiževskis, analizējams Saules aktivitātes ietekmi uz epidemioloģisko procesu, savā laikā konstatēja šīs ietekmes galvenos trīs virzienus: tā izpaužas, pirmkārt, cilvēka fizioloģisko funkciju svārstībās, otrkārt, mikroorganismu dabas izmaiņās un, treškārt, netieši, caur Zemes klimatiskā un hidroloģiskā režīma svārstībām. J. Aleksandrovs un V Jagodinskis uzsvēra, ka patlaban pētījumi attīstās visos trijos virzienos. Sevišķi interesanti darbi tiek veikti pirmajā virzienā: iegūti pārliecinoši dati par cilvēka asinsainas izmaiņām Saules aktivitātes maiņu ritmā (skat. «Zvaigžņotās debess» 1965. gada rudens izdevumā rakstu «Saule un dzīvība») un elektrostatisko potenciālu maiņām. J. Aleksandrovs un V Jagodinskis darbojas otrajā virzienā. Pētot ērcu encefalīta uzliesmojumu ciklu, viņi atklājuši, ka tieši Saules aktivi-

tātes maksimuma gados, kad strauji mainās aktivitātes līmenis, mainās encefalīta vīrusu veidi. Līdzīgā kārtā mainās arī gripas vīrusu formas. Saules aktivitātes maiņu gados krasi pieaug arī baku u. c. lipīgo slimību gadījumu skaits.

Dabas faktoru ietekmei vairāk nekā cilvēki ir pakļauti dzīvnieki. Tāpēc, pētot dzīvnieku sērgu — epizootiju izplatību, sevišķi rūpīgi jāanalizē dažādu apvidu klimatiskie faktori un to variācijas Saules aktivitātes ietekmē. Šim jautājumam bija veltīts Rostovas pārstāvja N. Biruļas ziņojums.

Visos šajos darbos Saules aktivitātes un epidēmiju sakarība tiek pētīta ar statistiskiem paņēmieniem. Vairāki epidēmiju uzliesmojumi tiek salīdzināti ar notikumiem uz Saules. Skaitļu rindas, kas atspoguļo notikumu gaitu, salīdzina pēc t. s. korelācijas metodes. Taču jāpiezīmē, ka pat visciešākā korelācija starp divām vienlaicīgām dabas parādībām vēl nebūt nepierāda šo parādību cēlonisko sakaru, bet gan tikai norāda, ka šāds sakars ir iespējams. Šo apstākli savā ziņojumā iztirzāja Astrofizikas laboratorijas līdzstrādnieks I. Rabinovičs, uzskatāmi parādot korelācijas metodes būtību. Kā piemēru I. Rabinovičs aplūkoja šādu interesantu faktu. Zviedrijas statistiķi uz ilggadīgu novērojumu pamata konstatējuši, ka bērnu dzimstība Zviedrijā pieaug vai samazinās pilnīgā korelācijā ar stārķu skaitu Zviedrijas lauku apvidos. No šī fakta tomēr būtu pārdoši secināt, ka Zviedrijā ir spēkā pazīstamā hipotēze par stārķu līdzdalību bērnu nāksnā pasaulē... Tomēr šī pati korelācijas metode kļūst par spēcīgu pētniecības līdzekli, ja pierādīts cēlonisks sakars starp aplūkojamām parādībām jeb matemātiskā izteiksmē — ja pierādīta eksistences teorēma. Tad korelācijas metode ļauj aprēķināt abu parādību savstarpējās saites «stiprumu».

«Eksistences teorēmas» pierādījumam bija veltīti trešās dienas referāti, kuros tika iztirzātas sirds un asinsvadu sistēmas slimību problēmas. Interesantus un pārliecinošus pētījumus te veikuši Ļeņingradas ārsts B. Rivkins un Sverdlovskas ārsti K. Novikova, T. Panovs un A. Šušakovs. Viņi konstatējuši, ka minēto slimību gaita pasliktinās tieši tais dienās, kad notikuši hromosfēras uzliesmojumi un uz Zemes plosās magnētiskās vētras. B. Rivkins analizējis 2305 miokarda infarkta gadījumus, kas notikuši 1963. gadā, bet Sverdlovskas ārsti — 455 infarkta gadījumus 1961. gadā. B. Rivkins, salīdzināšanai ar slimību gaitu izmantojot dažādus Saules aktivitātes rādītājus (Volfa skaitļus, plankumu laukumu, hromosfēras uzliesmojumu intensitāti un arī Saules parādību sekas — Zemes magnētiskā lauka vētras), konstatējis, ka dienās, kad Saule ir aktīva un notiek magnētiskās vētras, miokarda infarkta gadījumu skaits pieaug par 50%. Šādās dienās palielinās arī arteriālais spiediens hipertonijas un aterosklerozes slimniekiem. Sverdlovskā salīdzināšanai izmantoti jau tieši geomagnētiskie dati, kas atbilst tiem gadījumiem, kad Saules aktīvās daļiņas jau

sasniegušas mūsu planētu. Konstatēts, ka magnētisko vētru dienās miokarda infarkti beidzas ar nāvi divreiz biežāk nekā magnētiski mierīgajās dienās. Sevišķi liela gradācija pastāv starp vājām un stiprām magnētiskajām vētrām: ļoti intensīvu magnētisko perturbāciju gadījumā nāves gadījumu skaita indekss pieaug, salīdzinot ar vājām perturbāciju dienām, 16 reizes. Interesanti, ka hromosfēras uzliesmojumiem uz Saules seko ne vien magnētiskās vētras, bet arī negaisi. Tādā kārtā rodas jautājums, kurš faktors kaitīgi iedarbojas uz slimo organismu — Zemes magnētiskā lauka straujās maiņas vai elektriskie izlādes procesi atmosfērā. Lai kā tas arī būtu, nepieciešams organizēt medicīniskas trauksmes dienestu, lai ārsti zinātu par ģeomagnētisko vētru tuvošanos un laikus varētu veikt attiecīgos profilaktiskos pasākumus.

Semināra dalībnieku uzmanību īpaši saistīja Kijevas ārsta A. Podšibjakina ziņojums par dažu fizioloģisku procesu norisi Saules hromosfēras uzliesmojumu laikā. Sadarbībā ar Krimas ģeofiziķi R. Smirnovu A. Podšibjakins pētījis cilvēka ādas elektrostātisko potenciālu izmaiņas pirms un pēc magnētiskās vētras. Izrādījās, ka attiecībā uz «magnētisko jutību» cilvēkus var iedalīt trijās grupās. Pirmajā (elektrostabilā) grupā ietilpst tās personas, kas uz ģeomagnētiskajām vētrām reaģē vāji, otrajā (starpgrupā) tās, kas reaģē vidēji, bet trešajā (elektromobilā) tās, kurām līdz ar ģeomagnētiskās vētras iestāšanos ādas potenciāls izmainās ļoti krasi. Pie pirmās grupas pieder apmēram 20% cilvēku, tikpat arī pie pēdējās. Pats interesantākais te ir tas, ka pastāv neliela grupa tādu cilvēku, kas reaģē uz ģeomagnētisko vētru vēl pirms tās iestāšanās, t. i., tad, kad magnētiski aktīvo daļiņu plūsma tikko atstājusi Sauli. Kāds faktors iedarbojas uz šiem cilvēkiem? Te iespējami tikai minējumi. Varbūt tie ir Saules kosmiskie stari, kas nonāk Zemes tuvumā jau stundu pēc uzliesmojuma un atdod savu enerģiju Zemes atmosfēras augšējiem slāņiem polu rajonā, varbūt tas ir īslaicīgs ģeomagnētiskā lauka «lēciens», t. s. «magnētiskais krošs», kas parādās Zemes magnetogrammās tad, kad hromosfēras uzliesmojuma laikā raidītie ultravioletie stari īslaicīgi palielina jonizācijas pakāpi Zemes jonosfērā. Šim A. Podšibjakina atklājumam ir svarīga nozīme kā jutīgam Saules aktivitātes stāvokļa indikatoram. Bez tam A. Podšibjakins konstatējis arī, ka magnētisko vētru laikā mainās kuņģa sulas izdalīšanās un sastāvs, kā arī tiek nomākti nosacijuma refleksi suņiem. A. Podšibjakina pētījumi vēl tikko sākušies, bet jau tagad redzams, ka tie tuvinās mūs atbildei uz jautājumiem par to procesu būtību, ar kuru starpniecību cilvēks «jūt Sauli».

Semināra trešās, pēdējās dienas noslēgumā dalībnieki apsprieda kopīgu lēmumu par veikto darbu novērtējumu un problēmas tālākā risinājuma perspektīvām, un visi bija vienprātis, ka ziņojumi dod pietiekamu pārskatu par problēmas «Saules—Zemes saites biosfērā» pašreizējo stāvokli. Var uzskatīt par pierādītu, ka Saules aktivitātes maiņas ietekmē dzīvības

procesus uz Zemes. Taču nepieciešams rūpīgāk analizēt pētījumiem izmantoto materiālu un darba metodes, lai iegūtie secinājumi būtu pilnīgi droši. Tikai tad, kā pasvītēja M. Gņeviševs, šī svarīgā problēma būs pasargāta no diskreditēšanas. Pašreiz galvenais uzdevums ir atklāt Saules aktivitātes iedarbības mehānismu. Tomēr arī bez tā vairākās nozarēs nākas rēķināties ar Saules iedarbības praktiskajām sekām, piemēram, sirds un asinsvadu sistēmas slimību gaitā.

Semināra dalībnieki lūdza Astrofizikas laboratoriju gādāt par semināra materiālu — īsas atskaites izdošanu, kā arī sagatavot un izdot referātu pilnu tekstu populārā iztirzājumā, kas būtu saprotams dažādu nozaru speciālistiem. Bez tam tika izteikts lūgums, lai Astrofizikas laboratorija 1966. gadā sasauktu Rīgā plašāku apspriedi par Saules—Zemes saitēm biosfēra. Šo pasākumu veikšanai tika izvēlēta komisija sekojošā sastāvā: M. Gņeviševs (Kislovodska), A. Pokrovska (Ļeņingrada), K. Vasiļjevs (Rīga), V. Jagodinskis (Liepāja), B. Rīvkins (Ļeņingrada), K. Novikova (Sverdlovska), N. Cimahoviča (Rīga).

Fotouzņēmumi — A. Lejiņa



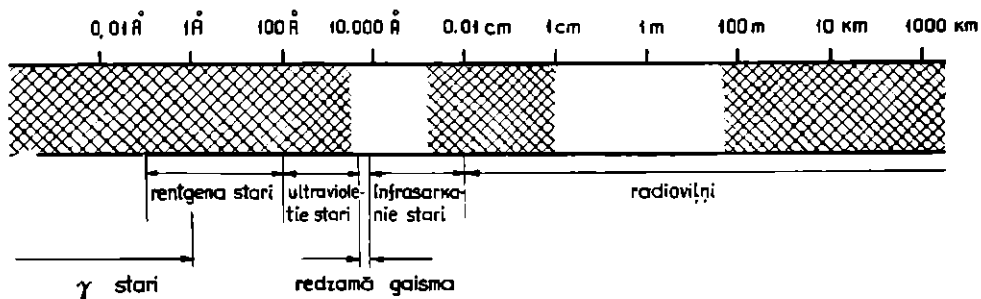
A. BALKLAVS.

R RENTGENA UN GAMMA-STARU ASTRONOMIJA

Tādas pretejas matērijas pamatipašības kā kustība un inerce reāli eksistē dialektiskā saistībā. Tāpēc matērija Visumā pakļauta nemitīgām maiņām. Viela un lauki,¹ atrodoties nepārtrauktā kustībā un mijiedarbība, pārdzīvo sarežģītas izmaiņas un pārvērtības. Novērojot un analizējot šos izmaiņas procesus, var atklāt to dzinējspēkus un cēloniskās sakarības. Tam ir ne tikai liela izziņoša, bet arī praktiska nozīme, jo līdz ar to rodas iespēja vajadzības gadījumā šos procesus atveidot, vadīt un izmantot.

Elektromagnētiskais starojums — svarīgākais astronomiskās informācijas avots. Astronomiem sevišķi nozīmīgas ir norises, kas pavada dažādas elektromagnētiskas parādības. Zvaigznēs, galaktikās un kosmiskajā telpā rit vareni procesi, kuru gaitā liela daļa enerģijas tiek izstarota elektro-

¹Viela un lauki ir vienīgās pašlaik zināmās matērijas eksistences formas. Dialektiskais materialisms pieļauj arī citu matērijas eksistences formu pastāvēšanu.



3. att. Elektromagnētisko viļņu skala logaritmiskā mēroga. Nesvītrotie apgabali atbilst «logiem». Zemes atmosfērā. Elektromagnētisko starojumu ar šādiem viļņu garumiem Zemes atmosfēra laiž cauri bez absorbcijas. Mēra vienība 1 Å = 10⁻⁸ cm.

magnētiskā starojuma veidā. Tās zināšanas, kas ir mūsdienu astronomijas rīcībā, ir iegūtas, galvenokārt atšifrējot to informāciju, ko sevī slēpj kosmiskais elektromagnētiskais starojums.¹ Un tās nebūt nav tik mazas vai vienaspusīgas, kā pirmajā brīdī varetu likties. Iespējamo elektromagnētisko viļņu garumi, attēlojot tos skalas veidā ar skaitļu ass palīdzību, nepārtaukti aizņem visus pozitīvos skaitļus, sākot ar nulli un beidzot ar bezgala lieliem skaitļiem (skat. 3. att.). Turklāt jaņem verā arī tas, ka elektromagnētiskais starojums rodas daudzu tādu procesu un parādību rezultātā, kas savukārt ļoti dažādos veidos saistītas ar citiem procesiem un parādībām.

Tas rāda, ka bažas par to, ka mūsu zināšanas par kosmiskajiem objektiem varētu būt pārāk vienaspusīgas un stipri ierobežotas, ir pilnīgi nepamatotas. Kosmiskais elektromagnētiskais starojums dod iespēju izpētīt kosmiskās matērijas daudzveidīgās izmaiņas visdažādākajos aspektos.

Ārpusatmosfēras novērojumu nepieciešamība. Tātad, kosmisko elektromagnētisko starojumu reģistrējot visā tā spektra apjomā, mēs iegūtu ļoti lielu un nozīmīgu informāciju par kosmiskajiem objektiem un dažādām norisēm tajos. Diemžēl, šajā ziņā astronomus ārkārtīgi ierobežo Zemes atmosfēra. Tajā, tēlaini izsakoties, ir tikai divi «logi», caur kuriem kosmiskais elektromagnētiskais starojums var sasniegt Zemes virsmu, reģistrējošo aparāturu un ierīces. 3. attēlā parādīti šie «logi» un to platums.

Saurākais ir tā saucamais «optiskais logs». Tas laiž cauri redzamo gaismu, kā arī nelielu daļu ultravioletā ($\lambda > 3000$ Å) un infrasarkanā starojuma. Tas ir «logs», pa kuru jau gadu simtiem skatās visvecākās zinātņu nozares — astronomijas vai, precīzāk, optiskās astronomijas pārstāvji.

Otrs, platākais «logs» ir tā saucamais «radiologs». Tas laiž cauri elektromagnētisko starojumu radioviļņu diapazonā, un pa to raugās moderno radioteleskopu un radiointerferometru milzīgās acis. Visu citu viļņu ga-

¹ Daļa zināšanu iegūtas arī, analizējot uz Zemi nokritušos meteorītus un kosmiskos starus.

rumu elektromagnētisko starojumu atmosfēra pilnīgi absorbē, un tas nevar sasniegt Zemes virsmu.

Protams, ne visu iespējamo viļņu garumu elektromagnētiskais starojums kosmiskajos apstākļos var rasties un bez traucējumiem izplatīties. Aprēķini rāda, ka viļņu garumu zemāko robežu kosmiskajam elektromagnētiskajam starojumam pilnīgi nosaka kosmisko staru daļiņu maksimālā enerģija. Elektromagnētisko kvantu (fotonu) enerģija var būt vai nu tāda pati, vai arī vienu līdz divas kārtas zemāka. Tā kā kosmisko staru sastāvā atklātas daļiņas ar enerģiju līdz 10^{20} eV, tad tas nozīmē, ka minimālais elektromagnētiskā viļņa garums var būt apmēram 10^{-24} — 10^{-22} cm.¹ Jāatzīmē, ka jau uzsākti mēģinājumi atklāt šādus ārkārtīgi cietus γ starus, kas saistīti ar kosmiskajiem stariem.

Maksimālo kosmisko fotonu viļņu garumu, kurus vēl ir vērts mēģināt uztvert, nosaka elektromagnētisko viļņu izplatīšanās iespējas starpzvaigžņu vidē. Pārāk garus radioviļņus absorbē jonizētā starpzvaigžņu gāze, un mēģinājumi tos konstatēt ir veltīgi. Tātad kosmiskais elektromagnētiskais starojums faktiski ir ar ierobežotu spektru, tajā nebūs sastopami nedz fotoni ar bezgala īsu, nedz arī fotoni ar ļoti lielu viļņu garumu. Tomēr tas nebūt nemazina nepieciešamību novērot kosmiskā elektromagnētiskā starojuma spektru visā iespējamā intervālā. Daudzu fundamentālu astronomisku un fizikālu problēmu risinājums ir atkarīgs tieši no pētījumu rezultātiem tajās elektromagnētiskā spektra daļās, kuras līdz šim nav izmantotas.

Spilgts piemērs tam ir tā revolūcija, ko mūsu zināšanās par Visumu ienesa un vēl joprojām ienes radioastronomisko metožu lietošana. Neitrālā ūdeņraža starojuma atklāšana, kosmisko staru izcelšanās problēmas atrisinājums, planētu siltumstarojuma konstatēšana, Saules sporādiskā radiostarojuma, radiogalaktiku un superzvaigžņu atklāšana utt. ir tikai dažas epizodes no tā zināšanu klāsta, ko devusi radioastronomija. Pat neliela, novērojumiem pakļautā spektra robežu paplašināšana sola ļoti daudz. Tas viss liecina par ļoti lielu nepieciešamību pacelt astronomisko novērojumu tehniku, iesākumā kaut vai nelielu tās daļu, ārpus Zemes atmosfēras.

Ārpusatmosfēras novērojumu iespējas. Apzinoties šo nepieciešamību, jau agrāk bija izdarīti mēģinājumi samazināt atmosfēras traucējošo ietekmi, paceļot astronomisko tehniku augstumos ar balonu palīdzību. Tomēr pedējā laikā, līdz ar lielajiem sasniegumiem raķešu būvē paveras jaunas, daudzsolākas iespējas. Zemes mākslīgajos pavadoņos un kosmiskajās raķetēs ievietotie aparāti jau devuši ļoti nozīmīgus rezultātus kosmisko staru fizikā, kosmisko staru variācijas problēmas risināšanā un

Aprēķinu viegli izpildīt, izmantojot pazīstamo Planka formulu $E=h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, kur h — Planka konstante = $6,623 \cdot 10^{-27}$ ergi/sek., bet $c=3 \cdot 10^{10}$ cm/sek.

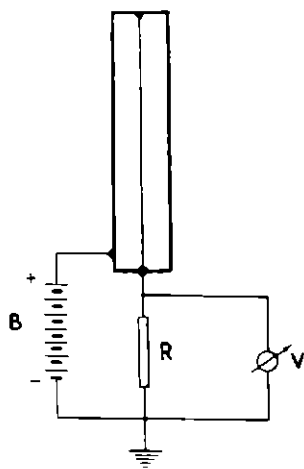
kosmiskā rentgena starojuma pētījumos. Jau pavisam reāli ir kļuvuši vēl nesen fantastiskie projekti par astronomiskas observatorijas radišanu lielā apdzīvojamā Zemes mākslīgajā pavadoņī vai uz Mēness.

Pateicoties mūsdienu raķešu tehnikas sasniegumiem, arvien biežāk astronomiskajā literatūrā tiek minēta jauna astronomijas nozare — rentgena staru astronomija, kā arī tās dažādo problēmu iztīrījums. Šķiet, ka nozāres nosaukums pilnīgi atsedz objektu, ar ko tā nodarbosies, un šajā ziņā lasītājam nekādi paskaidrojumi nav vajadzīgi. Var rasties vienīgi jautājums, kāpēc pirmajā plānā izvirzās rentgena un γ staru astronomija un nevis ļoti garu radioviļņu astronomija. Tas ir tā, pirmkārt, tāpēc, ka radioastronomija jau ļoti lielā mērā aizpildījusi robus mūsu zināšanās par kosmisko elektromagnētisko starojumu ar lielu viļņu garumu, kamēr īsviļņu kosmiskais starojums ultravioletā, rentgena un γ staru diapazonā vēl joprojām ir pilnīgi neizpētīts. Tāpēc arī interese par to ir ārkārtīgi liela. Otrkārt, tehniskās iespējas veikt kosmiskā rentgena un γ starojuma novērojumus ir pašreiz daudz lielākas nekā ļoti garu kosmisku radioviļņu novērojumus realizēšana, jo, lai radītu ļoti garu viļņu radioteleskopu ar kaut cik ciešamu izšķiršanas spēju, ārpus Zemes atmosfēras robežām jāuzbūvē milzīgas antenas, bet tādas uzcelt mūsdienu teknikai vēl nav pa spēkam. Turpretī samērā augstas izšķiršanas spējas rentgena staru teleskopa radišana un pacelšana kosmiskajā telpā mūsdienu kosmiskajai teknikai ir pilnīgi iespējama.

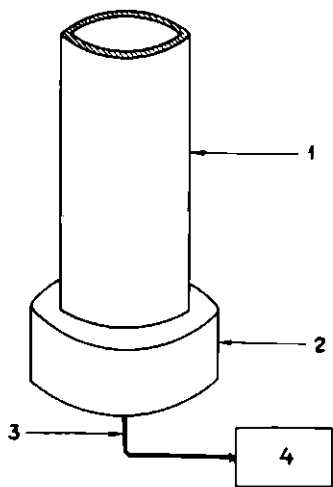
Rentgena staru teleskops. Kosmisko rentgena un γ starojumu var novērot ar rentgena vai γ staru teleskopiem. Šo teleskopu uzbūves principi tomēr ir stipri atšķirīgi no pazīstamo optisko un radioteleskopu uzbūves principiem, jo ne γ stari, ne rentgena stari neļūst un neatstarojas no objektīvu lēcām vai spoguļiem, vienalga no kāda materiāla lai arī tie būtu pagatavoti.

Tāpēc rentgena un γ staru teleskopa galvenā sastāvdaļa ir rentgena un γ staru jutīgs elements, t. i., kaut kāda iekārta, kas spēj reaģēt uz rentgena un γ starojumu. Pašreiz kā šādus rentgena un γ staru jutīgus elementus lieto pazīstamos Geigera skaitītājus. 4. attēlā parādīta Geigera skaitītāja principiālā shēma.

Geigera skaitītājus parasti izveido kā metāliskas caurulītes, kas pildītas ar kādu gāzi pazeminātā spiedienā (10—20 mm Hg). Caurulītes ass virzienā iet tieva stieplīte, kas izolēta no sienām. Skaitītāja stieplīte pieslēgta ļoti lielai



4. att. Geigera skaitītāja shēma.



5. att. Rentgena vai γ staru teleskops: 1 — svina vai cita rentgena vai γ staru necaurlaidīga materiāla tūbuss ar biežām sienām redzes lauka ierobežošanai; 2 — panelis ar daudziem Geigera skaitītājiem; panelis no visam pusēm segts ar biezu svina apvalku, atvēruma ir tikai tūbusa virzienā; 3 — kabelis; 4 — barojošā un reģistrējošā iekārta.

pretestībai R , kas savienota ar zemi. Starp stieplīti un caurulītes sienām ar baterijas B palīdzību tiek radīta potenciālu diference, kas ir nedaudz zemāka par caurulītē iepildītās gāzes caursītes spriegumu.

Rentgena un γ stari, kā zināms, ejot cauri vielai, to jonizē. Tāpēc, ja skaitītājā nonāk rentgena vai γ kvants, tas jonizēs gāzi, un caur to sāks plūst strāva. Uz pretestības R radīsies sprieguma kritums, ko konstatēs ar elektrometra V palīdzību. Skaitītāja parametrus izvēlas tā, lai izlāde skaitītājā apstātos, tiklīdz izbeidzas gāzes jonizācija. Tādējādi katrs rentgena vai γ kvants, nonākot skaitītājā, rada īslaicīgu strāvas impulsu, ko reģistrē ar elektrometra V palīdzību, kas parasti savienots ar mehānisku vai fotoelektrisku skaitītāju. Tā var izmērīt rentgena vai γ starojuma intensitāti. Lai palielinātu jutību, var saslēgt vairākus skaitītājus paralēli, izveidojot veselu skaitītāju bateriju, kas aizņem lielu laukumu un līdz ar to spēj konstatēt niecīgas starojuma plūsmas.

Teleskopu uzdevums, kā zināms, ir ne tikai konstatēt starojumu un reģistrēt tā intensitāti, bet arī noteikt virzienu, no kura tas nāk. Tādi paši uzdevumi jāveic arī rentgena un γ staru teleskopiem. Tāpēc skaitītājus ievieto vairāk vai mazāk biezu materiālu apvalkos ar atvērumu tikai vienā noteiktā virzienā. Starojums tad var nokļūt skaitītājos tikai caur atvērumu, jo apvalks starojumu absorbē. Apvalka biezumu izvēlas atkarībā no maksimālās kvanta enerģijas, kas eksperimentā sagaidāma. Skaitītāju paneļa diametra un tūbusa garuma attiecība nosaka rentgena staru teleskopa izšķiršanas spēju.¹ Tā būs jo lielāka, jo šī attiecība būs mazāka. To var panākt vai nu samazinot skaitītāju paneļa diametru, vai arī palielinot tūbusa garumu. Skaidrs, ka pirmā iespēja nav izdevīga, jo, samazinot paneļa diametru, samazinās arī teleskopa jutība, bet tas ir ļoti nevēlami. Tāpēc izšķiršanas spējas palielināšanai jācenšas palielināt tūbusa garumu. Jāatzīmē, ka jau tagad, lietojot speciālas metodes, izdevies izveidot rentgena staru teleskopu ar izšķiršanas spēju 1 loka minūte.

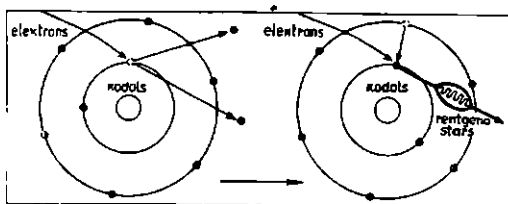
¹ Ar izšķiršanas spēju saprot mazāko leņķisko attālumu starp diviem starojošiem punktiem; šajā attālumā punkti vēl nesaplūst vienā, t. i., dotais instruments tos uzver, «saredz» tiešām kā divus.

Lai ar rentgena vai γ staru teleskopu izdarītu spektrālnovērojumus, skaitītāju priekšā novieto dažāda biezuma ekrānus — filtrus, kas absorbē visus rentgena un γ staru kvantus, kuru enerģija $E < E_0$, un laiž cauri tikai kvantus ar $E > E_0$. Kritiskā enerģija E_0 ir atkarīga kā no izvēlēta materiāla, tā arī no ekrāna biezuma. Mainot ekrānus un līdz ar to E_0 , var iegūt informāciju par to, kāda viļņa garuma rentgena vai γ stari ir pārstāvēti novērotajā starojumā, t. i., iegūt informāciju par kosmiskā rentgena un γ starojuma spektrālo sastāvu. 5. attēlā shematiski attēlots rentgena vai γ staru teleskops, ar kādu, iespējams, būs apgādātas nākotnes astronomiskās observatorijas ārpus Zemes atmosfēras robežām.

Rentgena un γ starojuma ģenerēšanās mehānismi. Pēc iepazīšanās ar rentgena un γ staru astronomijas tehniku skeptiskāk noskaņotam lasītājam varbūt radīsies šāds iebildums: «Nu labi, zinātnes rīcībā ir rentgena un γ staru diapazonā jutīgas iekārtas. Mūsdienu raķešu tehnika un automātika nodrošina iespēju pacelt šīs iekārtas ārpus Zemes atmosfēras robežām, tur tās automātiski darbināt, kā arī uzzināt novērojumu rezultātus. Bet varbūt tas viss ir lieki, jo kosmosā vispār nenorisinās procesi, kuru rezultātā rentgena un γ starojums varetu rasties.» Iebildums tiešām ir vietā. Tādēļ, lai izklieidētu šaubas arī šajā ziņā, apskatīsim īsumā rentgena¹ un γ staru ģenerēšanās mehānismus.

Rentgena starojums var ģenerēties ļoti karstu zvaigžņu apvalkos kā siltumstarojums. Tādas ļoti karstas zvaigznes var būt, piemēram, zvaigžņu attīstības pēdējās stadijas, tā saucamās neitronu zvaigznes. To virsmas temperatūra var pārsniegt pat 10 miljonus grādu, un tādā gadījumā starojuma maksimums, kā rāda absolūti melna ķermeņa starojuma likumi, atrodas ne vairs siltuma vai redzamās gaismas diapazonā, bet gan rentgena staru diapazonā. Tātad rentgena staru astronomija var būt ļoti varena un, jāsaka, pagaidām vienīgais līdzeklis šo ārkārtīgi interesanto objektu pētīšanai, par kuriem pašlaik mūsu zināšanas ir diezgan niecīgas un pamatojas tikai uz teorētiskiem apsvērumiem. Rentgena starojums var ģenerēties arī procesā, kāds shematiski parādīts 6. attēlā. Kosmiskais elektrons vai protons ar pietiekami lielu enerģiju saduras ar smaga elementa, piemēram, dzelzs, atomu un to jonizē, aizraujot no kādas tā iekšējās orbitas elektronu. Rodas vakance, kuru nekavejoties aizpilda vai nu kāds brīvs elektrons, vai arī elektrons no atomu ārējam elektronu čaulām. Tā rezultātā, kā labi zināms no kvantu mehānikas, tiek izstarots rentgena kvants. Zīmējumā tas attēlots kā neliela enerģijas pakete, kurai piemīt gan daļiņas, gan viļņa īpašības. Smagākiem elementiem, protams, ir vairāk elektronu čaulu, nekā parādīts 6. attēlā. Šāds rentgena staru ģenerēšanas

¹ Vielas talakaja izklasta ērtības labad tiks lietots tikai viens vārds — rentgena stari, bet viss teiktais pilna mēra attieksies arī uz γ stariem, t. i., rentgena stariem ar isaku viļņa garumu.

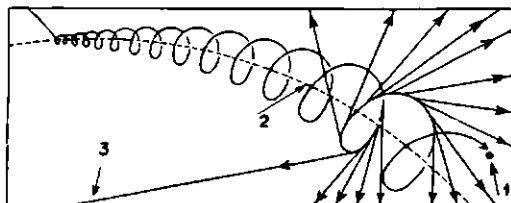


6. att. Kosmiskais elektrons vai protons ar pietiekami lielu enerģiju jonizē atomu, aizraujot elektronu no kādas iekšējās orbītas. Radusies vakance tiek nekavējoties aizpildīta, un tā rezultātā tiek izstarots rentgena vai γ kvants.

mehānisms, kā domā vairāki astrofiziķi (piemēram, R. Goulds un D. Berbidžs no Kalifornijas universitātes), var efektīvi darboties Galaktikas centra rajonā, kur ir daudz karstu zvaigžņu un starpzvaigžņu gāze ir ievērojami piesātināta ar smagiem elementiem, alumīniju un dzelzi ieskaitot. Elektronus un protonus izstaro vecās zvaigznes Galaktikas centra tuvumā. Tātad rentgena staru astronomija var būt ļoti efektīvs līdzeklis Galaktikas centra apgabalu pētīšanai, par kuriem zināšanas arī ir stipri ierobežotas, jo tos mūsu skatam sedz biezi starpzvaigžņu gāzu un putekļu mākoņi, kas optiskās astronomijas metodes padara maz efektīvas.

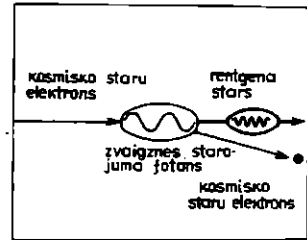
Rentgena starojums var rasties arī pazīstamā relativistisko elektronu magnētiskās bremzes starojuma mehānisma darbības rezultātā. Shematiski šis process parādīts 7. attēlā. Relativistiskam elektronam kustoties magnētiskajā laukā, uz to iedarbojas spēks, kas liek tam kustēties paātrināti, liecot tā trajektoriju. Tas it kā tinās ap magnētiskā lauka spēka līniju, ja vien tā kustība nenotiek paralēli magnētiskā lauka spēka līnijai. Bet, kustoties paātrināti, elektronam pēc elektrodinamikas likumiem obligāti jāizstaro elektromagnētiskais kvants. Atkarībā no kustības ātruma un magnētiskā lauka lieluma šis starojums var būt koncentrēts arī rentgena staru diapazonā. Izstarojot elektrons zaudē savu enerģiju, tā kustības ātrums samazinās, t. i., tas bremzējas. Šī iemesla dēļ starojums arī ieguvus magnētiskā bremzes starojuma nosaukumu. Magnētisko bremzes starojumu viegli var atšķirt no citiem starojumiem, jo tas, kā redzams 7. attēlā, ir stipri polarizēts, t. i., starojuma elektriskā un magnētiskā lauka vektori vienmēr vērsti vienā noteiktā virzienā.

Sāds rentgena starojums var ģenerēties katastrofisko zvaigžņu — pārnovu sprādzienų rezultātā, jo tad rodas liels daudzums relativistisku elek-



7. att. Relativistisks elektrons (1), tinoties ap magnētiskā lauka spēka līniju (2), izmet kā dzirksteles uz visām pusēm rentgena vai γ starus (3).

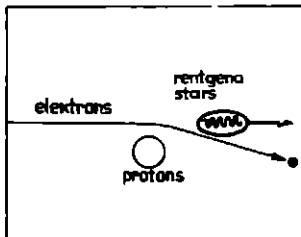
8. att. Apgrieztā Komptona efekta shematisks attēlojums. Kosmisko staru elektrons, saduroties ar gaismas kvantu, atdod tam daļu savas enerģijas. Tas pārverš gaismas kvantu par rentgena un γ staru kvantu. Fotonam nodotā enerģija ir proporcionāla elektrona sākuma enerģijas kvadrātam.



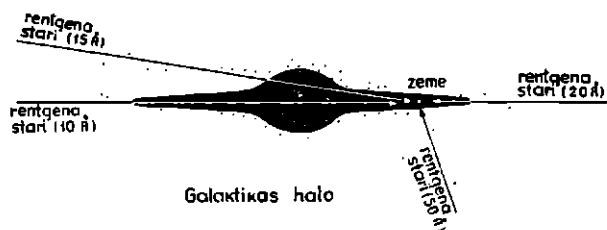
tronu un nomestais apvalks ir caurausts ar sarežģītas struktūras magnētiskajiem laukiem. Arī superzvaigžņu apvalki, kā domā pazīstamais padomju astrofiziķis PSRS ZA korespondētājloceklis V. Ginzburgs, var būt spēcīgi rentgena starojuma avoti ar magnētiskā bremzes starojuma dabu. Tātad rentgena staru astronomija var dot lielu ieguldījumu pārnovu sprādzienu un superzvaigžņu pētišanā.

Rentgena starojums var rasties arī apgrieztā Komptona efekta darbības rezultātā (skat. 8. att.). Šajā gadījumā notiek elektronu izkliede uz gaismas kvantiem, ko izstaro zvaigzne. Izkliedes procesā elektrona enerģija samazinās, bet fotona enerģija pieaug. Elektrona enerģijas zudumi apgrieztā Komptona efekta dēļ ir radniecīgi zudumiem magnētiskā bremzes starojuma dēļ. Abos gadījumos notiek elektrona paātrināšana laukā (tikai paātrinājums ir negatīvs): pirmajā gadījumā — gaismas viļņa elektromagnētiskajā laukā, otrajā — magnētiskajā laukā. Vienīgi rentgena starojums, kas radies apgrieztā Komptona efekta darbības rezultātā, nebūs polarizēts. Siltuma un gaismas staru fotoni apgrieztā Komptona efekta darbības rezultātā var pārvērsties par rentgena staru fotoniem. Kā norāda V. Ginzburgs, L. Ozernojs un S. Sirovatskis, šis rentgena starojuma ģenerēšanas mehānisms var būt ļoti efektīvs superzvaigžņu apvalkos, kur valda liels starojuma un kosmisko staru blīvums.

Rentgena starojums var rasties arī, relativistiskiem elektroniem izkliedējoties uz kosmiskajiem protoniem. Šis process shematiski parādīts 9. attēlā. Relativistisks elektrons, kustēdamies garām kosmiskajam protonam, nonāk tā Kulona spēka darbības laukā. Tas liek elektronam kustēties pa-



9. att. Relativistiskajam elektronam izkliedējoties uz kosmisku protonu, rodas rentgena vai γ staru kvants.



10. att. Galaktikas caurspīdīgums pret rentģena starojumu. Rentģena starojums, kas sasniedz Zemi no dažādiem galaktiskajiem rentģena staru avotiem, ir atkarīgs no virziena un rentģena staru viļņu garuma. Tas raksturo starpzvaigžņu gāzes blīvumu un sadalījumu gar stara virzienu.

ātrināti (paātrinājums ir negatīvs) un liec tā trajektoriju. Kustēdamies paātrināti, elektrons izstaro rentģena staru kvantu. Šāds process var notikt karstā starpzvaigžņu gāzē, kosmiskajiem neitroniem sadaloties protonā un elektronā. Tā radušos elektronu enerģija ir tik liela, ka, izkliedējoties uz gāzes protoniem, rodas rentģena un γ starojums, ko var izmantot gāzē notiekošo procesu un fizikālo apstākļu pētījumiem.

γ un rentģena staru astronomija var dot arī lielu ieguldījumu to jautājumu noskaidrošanā, kas saistās ar kosmiskajiem stariem, sevišķi ar kosmisko staru protonu un elektronu komponentiem. Tā, piemēram, γ stari var ģenerēties neitrālo pi-mezonu sabrukšanā, kas notiek pēc shēmas $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$. Tā kā 90% no kosmiskajiem stariem un starpzvaigžņu gāzes sastāv no udeņraža atomu kodoliem un atomiem, tad pirmā tuvinājumā var uzskatīt, ka γ stari rodas no tiem π^0 mezoniem, kas radušies protona protona sadursmju rezultātā. Jāatzīmē, ka π^0 mezoni var rasties arī, kosmiskajiem stariem ar lielu enerģiju saduroties ar gaismas fotoniem. Šo procesu sauc par π^0 mezonu fotoģenēzi, un γ staru astronomija var sniegt informāciju par šī interesantā procesa intensitāti kosmiskajā telpā. γ stari var rasties arī, elektronam un pozitronam anihilējoties pēc shēmas $e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma$, tāpēc γ stari var sniegt informāciju par kosmisko staru elektrona un pozitrona komponentu izplatību. Bez tam γ stari var rasties arī kosmisko staru un starpzvaigžņu gāzes atomu mijiedarbības rezultātā, sadursmēs ierosinot atomu kodolus un kodolu šķembas. γ un rentģena staru astronomija var palīdzēt risināt arī kosmisko staru problēmu Metaģalaktika utt.

Tomēr ar apskatīto procesu pētījumiem vēl nebūt nav izsmeltas rentģena staru astronomijas iespējas. Nobeigumā jāatzīmē, ka rentģena staru astronomijas metodes var efektīvi izmantot arī starpzvaigžņu gāzes (galvenokārt udeņraža) sadalījuma un blīvuma noteikšanai mūsu Galaktikas robežās. Starpzvaigžņu gāzes caurspīdīgums ir atkarīgs no viļņa garuma. Jo tas ir mazāks, jo starojums mazāk tiek absorbēts (skat. 10. att.). Viļņa robežgarums starojumam, kas vēl iet cauri gāzei bez absorbcijas, raksturo gāzes daudzumu gar stara virzienu. Viļņa robežgaruma precīza noteikšana, protams, ir atkarīga arī no avota intensitātes. Rentģena starojuma

viļņa garumu ir iespējams noteikt diezgan precīzi, tāpēc arī diezgan precīzi var noteikt starpgalaktiskās gāzes blīvumu dažādos virzienos.

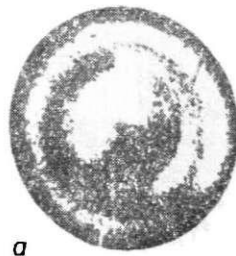
Iepriekš iztirzātā metode var tikt izmantota arī kosmiskā nepārtrauktā rentgena starojuma izcelšanās noskaidrošanai. Starojuma intensitāte dažādiem viļņu garumiem, kā rāda aprēķini, ir atkarīga no tā, vai šis starojums rodas Galaktikas vainagā vai starpgalaktiskajā telpā, vai arī ārējo galaktiku centrālajās daļās. Ja atklātos rentgena starojuma maksimums apmēram pie 50 Å, tad tas liecinātu par tā izcelšanos Galaktikas vainagā vai starpgalaktiskajā telpā, jo citu galaktiku centrālo daļu rentgena starojumu līdz pat 15 Å pilnīgi absorbētu šo centrālo daļu gāze, un tas nespētu mūs sasniegt.

Rentgena staru astronomijas pirmie eksperimentālie rezultāti. Saule bija pirmais debess ķermenis, kura rentgena starojums tika izpētīts plašās robežās (no 0,1 Å līdz 100 Å), izmantojot raķetes uzstādītas ierīces. Saules attēls rentgena staros (a) un sarkanās ūdeņraža līnijas H α gaismā (b) parādīts 11. attēlā. Starojums abos gadījumos ir saistīts ar aktīvajiem apgabaliem. Rentgena starojuma spožums, kas nāk no šiem apgabaliem, ir gandrīz 100 reizes lielāks par «mierīgas» Saules spožumu.

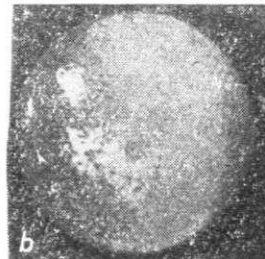
Jāatzīmē, ka Saules rentgena starojums rodas diezgan augstos Saules atmosfēras slāņos — ārējā koronā, kas atrodas dažus desmitstokstošus kilometru augstāk par apgabaliem, kur spīd sarkanā ūdeņraža līnija H α . To pārliecinoši pierādīja speciāli novērojumi Saules aptumsuma laikā. Raķetes ar rentgena staru skaitītājiem nepārtraukti reģistrēja Saules rentgena starojumu. Pilnās fāzes laikā, kad Mēness pilnīgi aizklāja Saules disku, skaitītāju rādījumi nenokritās līdz nullei, bet tikai samazinājās. Tas arī liecināja, ka Saules rentgena starojums rodas Saules atmosfērā, bet nevis uz redzamā Saules diska virsmas.

Ļoti interesanti rezultāti iegūti 1962. gada jūnijā. Palaižot ar rentgena staru skaitītājiem apgādātu raķeti no Uaitsendas raķešu poligona Jaunmeksikā, tika atklāts ļoti spēcīgs rentgena staru avots Galaktikas centra virzienā. Šī un vēl citu rentgena staru avotu eksistence apstiprinājās arī vēlākajos eksperimentos ar raķetēm. Piemēram, spēcīga rentgena staru avota eksistence Galaktikas centra tuvumā tika konstatēta arī, G. Gurskim,

11. att. Saules attēls rentgena staros (a) un H α līnijas gaismā (b). Abos attēlos redzams, ka starojums koncentrēts aktīvajos apgabalos, kas sakrīt.



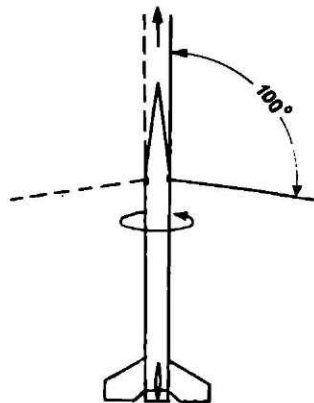
a



b

12. att. Ar rentgena staru skaitītājiem apgādāta raķete var tikt stabilizēta, piešķirot tai ātru rotācijas kustību ap garenisko asi.

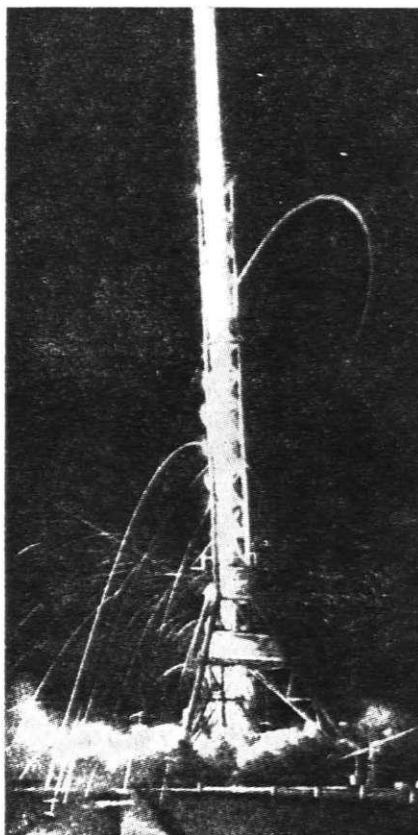
R. Džakoni, F. Paolini (Amerikas zinātniski tehniskā korporācija) un B. Rosī (Masačusetsas tehnoloģiskais institūts) palaižot ar diviem Geigera skaitītājiem apgādātu raķeti «Aerobee». Eksperiments bija iecerēts nolūkā konstatēt Mēness rentgena starojumu, kas radies Saules rentgena starojuma darbības ietekmē. Katra Geigera skaitītāja redzes lauks bija apmēram 100 kvadrātgrādi. Raķetes stabilizācija tika nodrošināta, izmantojot tās ātru rotāciju ap garenisku asi (skat. 12. att.). Ass bija vērsta zenīta virzienā. Lidojuma gaitā skaitītāju redzes laukā iekļuva liels aplis uz debess sfēras, kas ietvēra arī Mēnesi un kurš tika daudzkārt pārskatīts.



Analizējot skaitītāju rādījumus, atklājās, ka Mēness nedod nekādu

rentgena starojumu novērojuma precizitātes robežās, bet ka Galaktikas centra virzienā eksistē plašs un intensīvs rentgena staru avots. Citos virzienos skaitītāju rādījumi kritās līdz diezgan zēmam, bet ļoti noteiktam fona līmenim. Mērījums izdarīja apmēram uz 3 Å gara viļņa.

Bet sevišķi interesantus rezultātus deva raķete «Aerobee», kuru 1963. gada aprīlī no Uaitsendas poligona palaida (skat. 13. att.) grupa Jūras pētniecības laboratorijas pētnieku (S. Boiers, E. Bairems, T. Cabs, G. Frīdmans). Raķete bija apgādāta ar 10 reizes jutīgākiem skaitītājiem, nekā bija tie, kurus izmantoja G. Gurska grupa. Skaitītāju redzes lauks bija ierobežots līdz 10°; tas deva iespēju daudz precīzāk lokalizēt

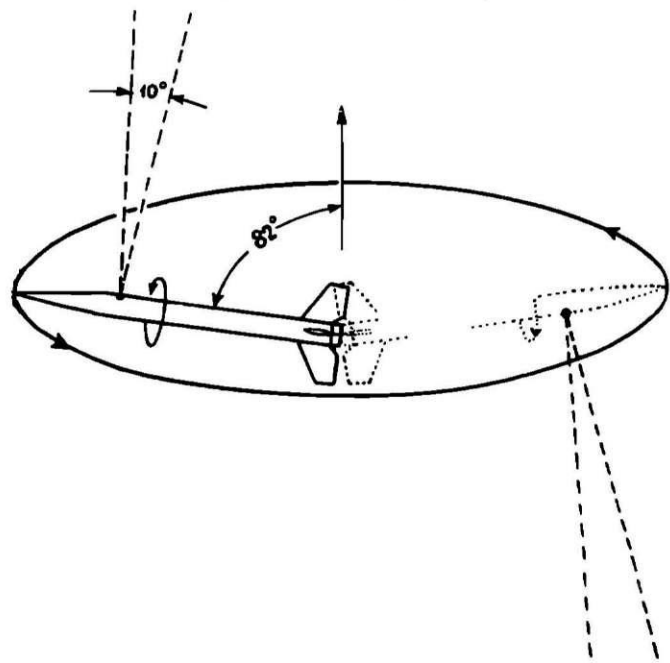
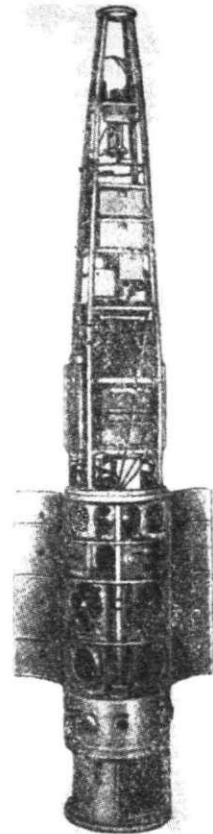


13. att. Raķetes «Aerobee» palaišanas moments 1963. gada 29. aprīlī no Uaitsendas raķešu poligona Jaunmeksikā.

14. att. Raķetes «Aerobee» aparatūras nodalījums.

kosmiskos rentgena staru avotus. 14. attēlā parādīts raķetes «Aerobee» aparatūras nodalījums. Raķete tika stabilizēta, izmantojot divas rotācijas kustības (skat. 15. att.) ātru — ap raķetes garensko asi un lēnu — attiecībā pret raķetes lidojuma virzienu. Tādā veidā tika pārskatīta gandrīz visa debess sfēra, kas atradās virs horizonta. Mērijumi aptvēra rentgena staru diapazonu no 1 Å līdz 8 Å. Tika atklāts spēcīgs rentgena staru avots apmēram 20° no Galaktikas centra Skorpiona zvaigznājā un apmēram astoņas reizes vājāks rentgena staru avots pazīstamā Krabja miglāja (skat. 31. att.) virzienā. Šajā eksperimentā citi avoti uz kopējā fona netika izdalīti. Jāatzīmē, ka, neskatoties uz lielo debess sfēras pārskatīšanas ātrumu, rentgena signāli no abiem avotiem katras pārskatīšanas laikā bija spēcīgi un labi konstatējami. Galaktikas centrs raķetes lidojuma laikā atradās zem horizonta un nebija pētījumiem pieejams.

Pavisam nesen amerikāņu astronomi atklājuši vēl apmēram desmit līdzīgu kosmisku rentgena starojuma avotu. Pēdējie gan ir daudz vājāki par avotiem Krabja miglājā un Skorpiona zvaigznājā. Šādi avoti atklāti Strēlnieka, Gulbja un Cūskas



15. att. Ar rentgena staru skaitītājiem apgādāta raķete var tikt stabilizēta, piešķirot tai ātru rotācijas kustību ap raķetes garensko asi un lēnu — attiecībā pret lidojuma virzienu.

zvaigznājā, kā arī vēl viens avots Skorpiona zvaigznājā. Avotu intensitāte 10—20 reizes mazāka nekā spēcīgākajam avotam Skorpiona zvaigznājā. Sevišķi interesants un svarīgs ir tāds fakts, ka visi šie avoti novietojusies Piena Ceļā, diezgan tuvu galaktiskajam ekvatoram. Tas rāda, ka tie visi ir mūsu Galaktikas locekļi.

Profesors J. Šklovskis attālumu līdz šiem avotiem vērtē ap 10 000—20 000 g.g. Avots Skorpionā ir droši vien vistuvākais un tieši šī iemesla dēļ visintensīvākais. Attālumu līdz tam vērtē ap 2000—3000 g.g. Zinot attālumu un rentgena staru plūsmu, kas atnāk no šiem avotiem līdz mums, nav grūti aprēķināt šo avotu starjaužu rentgena staru diapazonā. Izrādās, ka tā ir vairāku tūkstošu reižu lielāka par Saules starjaužu uz visiem viļņu garumiem. Kāda ir šo divaino avotu daba — tas pagaidām vēl ir noslēpums.

Pirmo rezultātu pirmās interpretācijas. Abu atklāto rentgena staru avotu intensīvos starojumus Skorpiona zvaigznāja un Krabja miglāja (skat. 31. att.) virzienā vispirms centās izskaidrot ar neitronu zvaigžņu starojumu, kas it kā atrodas šajos virzienos. Kas attiecas uz rentgena starojumu Krabja miglājā, tad tagad jau ir pilnīgi skaidrs, ka to ar neitronu zvaigznes hipotēzi izskaidrot nevar. G. Frīdmana grupa, izmantojot Krabja miglāja aizklāšanos ar Mēnesi 1964. gada 7. jūlijā, ar uzlabotas «Aerobee» tipa raķetes palīdzību konstatēja, ka rentgena staru avots Krabja miglājā ir nevis punktveida, kādam tam vajadzētu būt, ja tā centrā būtu neitronu zvaigzne, bet tā izmēri ir visai ievērojami un sastāda apmēram $\frac{1}{3}$ no visa miglāja izmēriem.¹ Tātad rentgena starojumu Krabja miglājā nerada neitronu zvaigzne. Iespējams, ka tas rodas magnētiskā bremzes starojuma darbības vai lādētu daļiņu sadursmes rezultātā Krabja miglāja apvalkā.

Pašā pēdējā laikā iegūti jauni interesanti dati par Krabja miglāja rentgena starojumu ar $\lambda=0,3 \text{ \AA}$. Tādā veidā izdevies pierādīt, ka Krabja miglājs ir intensīvs elektromagnētiskā starojuma avots ar magnētiskā bremzes starojuma dabu, kas izstaro plašā diapazonā — no radioviļņiem ar viļņa garumu vairāk par 10 m līdz rentgena stariem ar viļņa garumu līdz ongstreima daļām. To rada relativistiskie elektroni ar enerģiju no 10^8 līdz 10^{14} eV.

Jāatzīmē, ka elektroni ar enerģiju 10^{14} eV tik intensīvi izstaro Krabja miglāja magnētiskajā laukā, ka 1—2 mēnešu laikā gandrīz pilnīgi zaudē savu enerģiju. Bet tas, ka miglājs tomēr staro ļoti īsa viļņa garuma rentgena kvantus, līdz ar to norāda, ka šādiem ļoti enerģiskiem elektroniem ir nepārtraukti jārodas miglāja centrālajos apgabalos. Kā tas notiek — tā pagaidām ir viena no mūsdienu astrofizikas svarīgākajām problēmām, kas

¹ Avota izmērus novērtē, izmantojot rentgena starojuma intensitātes samazināšanos, Mēnesim pārklājot miglāju. Ja intensitāte samazinās ātri, tad tas norāda, ka avota izmēri ir mazi, bet, ja lēni, tad tas norāda, ka avots ir izplūdis, ar ievērojamiem izmēriem. Tā arī var aprēķināt avota izmērus.

vēl gaida savu atrisinājumu. Tālāki pētījumi ļaus radīt lielāku skaidrību šajos jautājumos, jo jādoma, ka jau tuvākajos gados orbitās ap Zemi tiks pacelti automātiski jutīgi rentgena staru teleskopi ar augstu izšķiršanas spēju.

Kas attiecas uz daudz intensīvāko avotu Skorpiona zvaigznājā, tad te nepieciešami tālāki pētījumi ar uzlabotu tehniku, lai noskaidrotu avota izmērus. Redzamā gaismā neko sevišķu šajā virzienā konstatēt nevar.

Līdzīga situācija ir arī ar pārējiem atklātajiem rentgena staru avotiem. Uzskatīt tos par pārnovu eksploziju atliekām, līdzīgi kā avotu Krabja miglājā — nevar. Tas tāpēc, ka visas pārnovu eksploziju atliekas ir intensīvi kosmiska radiostarojuma avoti, turpretī šo atklāto rentgena staru avotu virzienā nekādi intensīvi kosmiski radiostarojuma avoti neatrodas. Šo uzskatu padara apšaubāmu arī tāds fakts, ka vairāku slavenu kosmisku radiostarojuma avotu — pārnovu eksploziju atlieku — virzienā nav atklāti rentgena staru avoti. Šie fakti stipri vien ir pretrunā ar hipotēzi, ka atklātie kosmiskā rentgena starojuma avoti ir pārnovu sprādzienu atliekas. Avots Krabja miglājā ir vienkārši izņēmums. Visticamāk, ka šie avoti ir jau minētās neitronu zvaigznes. Tādā gadījumā šo avotu rentgena starojums būtu parasts siltumstarojums. Skaidrību šajā jautājumā varētu ienest spektrālie pētījumi rentgena staru diapazonā.

Jāatzīmē, ka mazi leņķiski izmēri būs arī apgabaliem ar spēcīgiem magnētiskiem laukiem, kas izveidojas ap kollapsējošām zvaigznēm. Kā norāda V. Ginzburgs un S. Sirovatskis, šajos apgabalos arī var ģenerēties spēcīgs rentgena starojums ar magnētiska bremzes starojuma raksturu. Mērot tikai leņķiskos izmērus, būs grūti atšķirt šādu avotu no neitronu zvaigznes. Lai to izdarītu, nepieciešami spektrāli pētījumi rentgena staru diapazonā.

Kosmiskā rentgena starojuma fona noslēpums. Visos mērījumos konstatēto vājo, bet pastāvīgo rentgena staru fonu pagaidām izskaidrot grūti. Vēl nav pat skaidrs, vai tas rodas Zemes atmosfērā vai Galaktikā. Ir vairāki norādījumi, ka patiesībai tuvāks ir pēdējais pieņēmums.

Iespējams, ka tas rodas magnētiskā bremzes starojuma mehānisma darbības rezultātā, relativistiskiem kosmisko staru elektroniem bremzējoties Galaktiskā vainaga vājos magnētiskajos laukos. Ja pieņem, ka relativistiskie elektroni ir primāras dabas¹ (un tas ir visvarbūtīgāk), tad, kā rāda aprēķini, šo elektronu rentgena starojuma intensitāte ir salīdzināma ar novērotā fona intensitāti.

Kā rāda F. Morisona un D. Feltona pētījumi, tad iespējams, ka vajais rentgena staru fons rodas apgrieztā Komptona efekta rezultātā, relativistiskajiem kosmisko staru elektroniem saduroties ar zvaigžņu gaismas

¹ Skat. A. Balklava rakstu «Kosmisko elektronu izcelšanās». — «Zvaigžņu debess», 1964. gada rudens.

fotoniem. Ja pieņem, ka visa telpa ir aizpildīta ar relativistiskiem elektroniem, kuru koncentrācija ir tikai 1% no to koncentrācijas Galaktiskajā vainagā, tad rentgena staru intensitāte, kas rastos apgrieztā Komptona efekta dēļ, būtu pilnīgi vienlīdzīga ar novērojamo rentgena staru fona intensitāti.

Amerikāņu astrofiziķi R. Goulds un D. Berbidžs uzskata, ka rentgena staru fons radies ārpus Galaktikas. Aprēķinot rentgena starojuma intensitāti, ko dotu hipotētisko neitronu zvaigžņu sadalījums visās ārējās galaktikās, minētie zinātnieki ieguvuši rezultātu, kas salīdzināms ar novērojamo rentgena staru fona intensitāti.

Nobeigumā jāatzīmē, ka novērotais rentgena staru fons var tikt izmantots arī dažu esošo kosmoloģisko teoriju pārbaudei. Kosmoloģijā viena no grūtākajām problēmām ir jautājums, kā izskaidrot galaktiku kondensāciju un vispārējo Visuma izplešanos, ja pieņem, ka gravitācija ir vienīgais spēks, kas nosaka abus šos procesus. Jo tad enerģija, kas nosaka Visuma izplešanos, darbojas pretim gravitācijas spēkiem, kavējot lokālo matērijas kondensāciju galaktikās. Tas liek izvirzīt ne visai pārlicinošas hipotēzes par vielas blīvuma fluktuācijām, kas būtu sākotnējo kondensāciju cēlonis. Lai no tā izvairītos, amerikāņu astrofiziķi T. Golds un F. Hoils izvirzījuši hipotēzi, ka galaktikas kondensējas no karstas starpgalaktiskās gāzes. Ja gāze vietām atdziest, tad apkārtējie karstākie apgabali saspiedīs šo vietām atdzisušo gāzi. Kad gāzes blīvums šādā veidā sasniegs noteiktu kritisku lielumu, sāks darboties gravitācijas spēki un pabeigs kondensācijas procesu.

Kā rāda T. Golda un F. Hoila aprēķini, tad starpgalaktiskās gāzes temperatūrai, lai realizētos šī procesa pirmā stadija, ir jābūt apmēram miljardam grādu. Vienā no stacionārā Visuma modeļiem, ko sauc arī par «karstā Visuma» hipotēzi, tiek pieņemts, ka Visumā nepārtraukti rodas viela neitronu veidā. Neitroniem sabrūkot protonos un elektronus, izdalās enerģija, kas tad arī «uzkarsē» starpgalaktisko gāzi.

Elektroni, kas rodas šī sabrukšanas procesa rezultātā, ir ar lielām enerģijām. Saduroties ar karstās starpgalaktiskās gāzes protoniem, tie izstaro rentgena staru kvantus (skat. 9. att.). Ja pieņem, ka novērotais fons rodas aprakstītā procesa rezultātā, tad izrādās, ka fona intensitāte ir apmēram 20 reizes mazāka par to, kāda izriet no T. Golda un F. Hoila aprēķiniem. Tas liecina, ka «karstā Visuma» temperatūra nevar pārsniegt 10 miljonus grādu, un T. Golda un F. Hoila pieņēmums, ka tā temperatūra ir miljards grādu, nav attaisnojams.

Ar to arī beigsīm mūsu nelielo iepazīšanos ar rentgena un γ staru astronomiju, ar tās metodēm, instrumentiem un problēmām. Kā redzējām, jau pirmā šīs jaunās astronomijas nozares sniegtā informācija izvirzījusi daudz jaunu, ļoti interesantu jautājumu, kuru atrisināšana nākotnē ievērojami paplašinās mūsu zināšanas par Visumu.



K. MENZINS

FOTOGRĀFIJAS IZMANTOŠANA UZMĒRĪŠANAS DARBOS

Fotogrammetrija ir zinātnes nozare par fotogrāfijas izmantošanu dažādiem uzmērīšanas darbiem.

Vispirms cilvēks izdarīja mērīšanas darbus no Zemes virsmas. Tā radās terestiskā fotogrammetrija.¹ 20. gs. sākumā cilvēks ar fotoaparātu pacēlās lidmašīnā — radās aerogeodēzija vai aerofototopogrāfija. Cilvēks aizsūtīja mākslīgos pavadoņus kosmiskajā telpā — radās kosmiskā aerogeodēzija.

Parasti, rodoties kādam atklājumam, mainās arī darba metode. Fotogrammetrijā līdz mūsu dienām neviena no minētajām metodēm nav zaudejusi savu nozīmi, bet gan arvien vairāk pilnveidojusies. Lai gan uzmērīšana tagad iespējama pat caur mākoņiem, tā no Zemes ar fototeodolītiem tiek izdarīta vēl mūsu dienās. Kāda vajadzība pacelties lidmašīnā, piemēram, ja kāds arhitektoniski nozīmīgs objekts, ko var iekrustot vismaz no 2 atbalsta punktiem uz Zemes, jāuzmēra stereofotogrammetriski (telpiski)? Lai sekotu kādas celtnes deformācijai vai grimšanai, pietiek periodiski izdarīt no zināmas bāzes uzmērījumus ar fototeodolītu.

Uzmērīšanas darbiem pirmo reizi fotoaparātu lietoja 1851. gadā franču kara inženieris Losdā (Laussedat). Pēc Losdā norādījumiem 1858. gadā fotokamerai tika pievienots tālskats, kas ir pirmais fototeodolīta modelis. Uzmērīšanai līdzinās vietās varēja izmantot augstas celtnes, bet, lai uzņemtu plašāku apkārtni, bija jāpacēlas lielākā augstumā — tolaik jau bija apgūta gaisa balonu tehnika.

Liels entuziasts šīnī ziņā bija Parīzes fotogrāfs Felikss Nadārs, īstā vārdā Turmašons. Tas bija visai interesants cilvēks, kuru rakstnieks Žils Verns vairākos savos fantastiskajos romānos ņēmis par galvenā varoņa — Mišela Ardāna prototipu. Nadāru un Vernu ir saistījusi cieša draudzība.

Fotogrāfijā Nadārs necieta pozēšanu, bet cilvēku uzņēma tādu, kāds tas bija. Kad Napoleons III viņam pārmeta, ka fotogrāfijā viņš izskatoties ar isām kājām un vispār nepievilcīgs, Nadārs atbildēja: «Nepārmetiet dabai!»

1858. gadā Nadārs Parīzē ieguva pirmo uzņēmumu no aerostata. Par to viņš bija tā sajūsmināts, ka izņēma patentu uz plašākiem mērīšanas darbiem, motivējot savu rīcību šādi:

¹ Tur lieto fototeodolītus, kas ir fotoaparāta un teodolīta kombinējums.

«Milzīgais kadastrālais uzmērīšanas darbs ar inženieru, mērnieku, strādnieku, rasētāju un rēķinātāju armiju ir prasījis jau 30 darba gadus, turklāt darbs ir izpildīts slikti. Tagad to pašu darbu, ar tiem pašiem darbiniekiem, es varu veikt 30 dienās, teicamā kvalitātē. Labs gaisa balons un labs fotoaparāts ar objektīvu, kas vērsts uz zemi — lūk, mani vienīgie instrumenti. Un kāda vienkāršība! Mans balons precīzi tiek pacelts noteiktos punktos vienā un tanī pašā 1000 m augstumā — un var vienā paņēmienā nofotografēt 1 000 000 m², bet, tā kā dienā šo procedūru var veikt 10 reizes, tad es dienā uzmērišu 1000 ha.»

Ievērojot fotogrāfijas toreizējo attīstības līmeni, sekmes praksē nebūt nebija tik spīdošas. Kad 1859. gadā Nadāram karā pret Austriju piedāvāja pavadīt franču armiju uz Itāliju, lai izdarītu izlūkošanas un uzmērīšanas darbus, Nadārs bija spiests no piedāvājuma atteikties, jo viņa iegūtie uzņēmumi bija zemas kvalitātes.

1863. gadā Nadārs pagatavoja milzīgu aerostatu «Gigants». Tas bija darināts no tūkstošiem zīda gabaliņu un piepūstā stāvoklī bija ēkas lielumā. Aerostata grozā atradās 13 vīri, fotolaboratorija, produktu noliktava un pat lielgabals signalizēšanai. Uz «Giganta» palaišanu, bruņojies ar binokli ieradās arī Zīls Verns. Pusmiljona parīziešu klātbūtnē balons mazliet pacēlās un drīz vien nogāzās, pie kam viens pavadonis izmežģīja kāju. Tas tomēr Nadāru nesarūgtināja. Pēc 5 gadiem viņš pacēlās 500 m augstumā un ieguva lieliskus uzņēmumus. Starp citu, 1870. gadā Nadārs



16. att. Kādas pilsētas fotoplāns
mērogā 1 : 5000.

17. att. Rīgas Politehniskā institūta fototransformators.

izveda aerostatā no Parīzes, ko bija ielencis prūšu karaspēks, Leonu Gambetu.

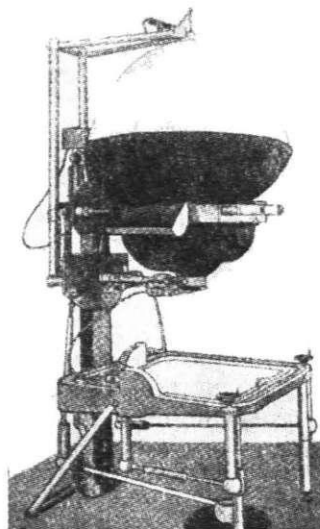
Nadāra sapnis bija uzbūvēt lidmašīnu.

1910. gadā, kad Nadārs 90 gadu vecumā mira, tika izdarīti jau uzmērijumi no lidmašīnām.

Krievijā pirmos aerouzņēmumus izdarīja poručīks Kovaņko. 1886. gada 18. maijā viņš Pēterburgā ieguva 3 uzņēmumus no gaisa balona 800, 1200 un 1350 m augstumā. Bez tam Krievijā vienlaikus turpinājās mēģinājumi arī terestiskā stereofotogrammetrijā. Tā 1897. gadā ievērojamā krievu inženiera R. Tiles vadībā inženieris P. Ščurovs šo metodi izmantoja dzelzceļa paredzētās trases izmeklēšanas darbos (savienojot Aizbaikāla un Mandžūrijas dzelzceļus). Uzņemšanu izdarīja no aerostatiem. Inženieris Tile pirmais pasaulē konstruēja daudzkameru aerofotoaparātu «panoramogrāfu». Tas sastāvēja no vienas kameras ar vertikālu optisko asi un sešām kamerām, kuru asis bija ar 30° slīpumu, pie kam visa panoramogrāfa darbība zināmā mērā bija automatizēta. Šī ideja vēlāk ir visu tā laika fotoierīču pamatā. Jāatzīmē, ka slīpi novietoto kameru uzdevums bija fotografēt redzamo apvārsni; ar šādu uzņēmumu palīdzību bija iespējams perspektīvu skatu transformēt plānā.

Liela Oktobra socialistiskā revolūcija pavēra milzu iespējas aeroģeodēzijas attīstībai. Radās jauni aparāti un jaunas metodes. Padomju Savienība aeroģeodēzijas attīstībā citu valstu vidū pamazām ieņem vadošo vietu. Fotogrammetrisko aparātu konstruēšanā sevišķi lieli nopelni ir profesoram F. Drobiševam, kura konstruētais stereometrs deva iespēju ieviest stereoskopiskās reljefa uzmērīšanas metodes. Jau 1926. gadā inženiera V. Deineko vadībā tika uzmērīta Čeboksāru pilsēta 874 ha kopplatībā. Neskatoties uz sarežģīto reljefu, ieguva plānu, kas pilnīgi saskanēja ar pilsētu uzmērīšanas instrukcijām. Ekonomiskais efekts runāja par labu jaunajai metodei.

Latvijā fotogrammetriskie darbi sāka attīstīties apmēram ap 1920. gadu, kad šī disciplīna ieņem savu vietu Latvijas Universitātē jauno kultūr-inženieru sagatavošanā. Jaunas disciplīnas attīstībā lieli nopelni fotogrammetrijas entuziastam profesoram A. Buhholcam. Pēc viņa ierosmes nodibināta Ģeodēzijas un fotogrammetrijas biedrība, kas, būdama starptautiskās Fotogrammetrijas asociācijas locekle, fotogrammetrijas attīstībā deva ne vienu vien vērtīgu risinājumu pasaules mērogā.



Lai iegūtu aerouzņēmumus, lidmašīnas grīdā tiek iemontēts aerofotoaparāts, kas automātiski izdara ekspozīcijas atkarībā no lidmašīnas kustības ātruma. Plašu resp. filmu pārvietošanās notiek automātiski.

Kādas pilsētas fotoplāns, mērogā 1 : 5000, ir parādīts 16. attēlā. Plānā saskatāmi pilsētas kvartāli, atsevišķas ēkas un to grupējumi, parki, taciņas un kanāls, kas šķērso pilsētu.

Šādu plānu mēs varam iegūt no fotoainas, kas ir perspektīvs attēls, ja mums ir zināmi t. s. ainas iekšējie orientēšanas elementi: fotoaparāta fokusa attālums, punktu koordinātes uz plates un ārējie orientēšanas elementi, kas nosaka fotoainas stāvokli dabā. Mērogs ir fokusa attāluma attiecība pret lidošanas augstumu, t. i., $f : H$.

Noteikt precīzi visus saistības elementus ir diezgan sarežģīti. Ražošanā fotoainas pārvēršanai plānā izvēlas vienkāršāku ceļu, lietojot īpašus ainu pārvēršanas aparātus un darba procesu lielā mērā automatizējot.

Tāds fototransformators, kas ir Padomju Savienības ražojums un atrodas Rīgas Politehniskā institūta rīcībā, parādīts 18. attēlā.

Projektīvā ģeometrija pierāda, ka, ja divu plakņu projektīvā sakarība no projekcijas centra ir uzstādīta no četriem punktiem, tad sakarība uzglabājas visos šo plakņu punktos. Tātad, ja mums dabā ir zināmi vismaz 4 koordinēti punkti un tie vajadzīgajā mērogā attēloti uz papīra lapas, kas novietota uz ekrāna, tad, gāžot ekrānu divu asu virzienos, izdarot ģeodētisko un šķērso decentrāciju un mainot mērogu (tuvinot vai attālinot objektīvu), vienmēr var panākt, lai korespondējošie punkti uz papīra lapas un negatīva sakristu. Tad negatīvs būs ieņēmis tādu stāvokli telpā, kādā tas atrodas lidmašīnas grīdā iemontētajā fotoaparātā. Tālāk seko parastais fotografēšanas process, un no perspektīvā attēla, kas uzņemts nēnoteiktā mērogā, mēs pārejam uz fotogrammetrisku plānu.

Rīgas Politehniskā institūta rīcībā ir Ceisa firmas 3 fototeodolīti, kas tiek izmantoti ne tikai jauno inženieru apmācībai, bet arī zinātniskiem nolūkiem celtnu uzmērīšanā, to sēšanās un deformāciju pētīšanā.

Kosmiskā tehnika devusi iespēju izmantot ģeodētiskos Zemes mākslīgos pavadoņus precīzai punktu koordināšu noteikšanai. Tā kā Zemes virsmas lielāko daļu klāj ūdens, tad punktu savstarpējā stāvokļa noteikšana ar parastām ģeodētiskajām metodēm lielā mērā apgrūtināta.



KAS JAUNS ASTRONOMIJĀ

«MARINER-4» FOTOGRAFĒ MARSU

Pēc vairāk nekā septiņu mēnešu lidojuma, pārvarot 520 milj. km lielu attālumu, 1965. gada 15. jūlijā amerikāņu kosmiskā stacija «Mariner-4» (svars 260 kg) plkst. 0.18 pēc Griničas sāka pārraidīt uz Zemi Marsa fotogrāfijas, kas tika uzņemtas ap 9000 km attālu no planētas.

Kameras 24 minūšu darba laikā uzņēmumi tika ierakstīti filmā veselas skaitļu plūsmas veidā. Katru skaitli sauc par informācijas vienību. Šīs vienības tiek apvienotas grupās pa sešām. Katra grupa veido uz attēla punktus ar intensitāti, kas atbilst vienai no pelēkās krāsas 64 gradācijām. 200 vienības veido rindu, bet 200 rindas — cita zem citas — sastāda attēlu. Rezultātā tiek iegūts kvadrāts no 4 tūkstošiem punktu.

Kosmiskās stacijas signāli ir tik vāji, ka tos spēj uztvert tikai gigantiskas antenas. Piemēram, antenai Goldstonas tuvumā (Kalifornijas štats) diametrs ir 85 pēdas (pēda = 30,48 cm). Turklāt, signālam sasniedzot Zemi, tā jauda ir tikai

10⁻¹⁹W Signālu pastiprina ar sevišķi spēcīgu pastiprinātāju. Tad tas atkal tiek ierakstīts lentē. Lenti ieliek elektroniskajā skaitļošanas mašīnā, kura pārvērš signālus vai nu skaitļos, kas apzīmē dažādas pelēkuma gradācijas, vai arī gaismas kūlī, kas apstaro 35 mm filmas sleju. Ņemot vērā lielo attālumu un kosmiskās stacijas raidītāja mazo jaudu, signālus nākas raidīt lēni — ar 8¹/₃ vienību sekundē lielu ātrumu, kamerai fiksējot uzņēmumus ar ātrumu 10 700 vienību sekundē. Katra attēla pārraidei nepieciešamas 8,5 stundas.

Pirmie no kosmiskā kuģa saņemtie Marsa uzņēmumi attēlo gan-

18. att. Marsa virsas attēls, kas iegūts ar «Mariner-4» palīdzību apmēram 12 500 km attāluma no Marsa caur zaļu filtru (11. kadrs). Attēls skaidri parāda Marsa virsas līdzību ar Mēness virsu.



drīz nepārtrauktu Marsa teritorijas joslu, vairāk nekā 600 jūdžu (jūdze = 1,6 km) garumā. Uz tiem var atšķirt topogrāfiskās līnijas, to skaitā dažus objektus, kas atgādina krāterus, ieplakas 20—30 jūdžu platumā, kā arī kalnu grēdas un padziļinājumus Mēness peizāžā.

Tagad daži speciālisti ir pārliecināti, ka «mākoņi», kas bija redzami augstu virs planētas pirmajā fotouzņēmumā, tiešām bija mākoņi, iespējams, putekļu, ko neparasti lielā augstumā pacēlušī skarbie Marsa vēji. Nevienā no pirmajiem attēliem neiezīmējas nekādas taisnas līnijas, kas norādītu uz t. s. Marsa «kanāliem». Jau iegūtajos uzņēmumos attēlots daudz mazāk nekā 1% no Marsa teritorijas. Šīs fotogrāfijas gan neatrisina jautājumu par tādas vai citādas formas dzīvības eksistenci, kura, iespējams, attīstījās agrākā etapā, kad uz Marsa bija vairāk gaisa un ūdens, pēc tam saglabājoties dažādās izturīgās, apstākļiem labi piemērotās formās.

Pētot signālu pakāpenisko rīšanu Marsa atmosfērā, kosmiskajam kuģim «Mariner-4» ejot aiz planētas, zinātnieki aprēķināja, ka tā atmosfēra sniedzas ne tālāk kā 8 jūdžu (12 km) augstumā (Zemes atmosfēra — vairāk nekā 20 jūdžu (32 km)). Šie mērījumi arī rāda, ka Marsa atmosfēras blīvums sastāda tikai 1—2% no Zemes atmosfēras blīvuma (agrāk pieņēma, ka 10%). Tas ļoti svarīgi speciālistiem, kas risina jautājumu par konteineru (ar ierīcēm) nosēšanos uz Marsa 70. gados.

Izpētot radiosignālu dažādo iedarbību uz dažādām molekulām atmosfērā, izrādījās, ka atmosfērā nav skābekļa. Šī informācija sakrīt arī ar teleskopiskiem novērojumiem, kas liecināja tikai par slāpekļa, ogļskābās gāzes, argona un ūdens tvaiku esamību Marsa atmosfērā. Stenfordas universitātes (ASV) doktors fon Ešlmens paziņoja, ka saskaņā ar eksperimenta rezultātiem Marsa jonosfēra atrodas zemāk un ir blīvāka, nekā bija paredzēts. Spriežot pēc pirmajiem no «Mariner-4» saņemtajiem attēliem, Marss ļoti atgādina neauglīgo Zemes pavadoni Mēnesi. Tomēr daži zinātnieki uzskata, ka uz Marsa eksistē dzīvība, lai gan kosmiskā kuģa ierīces rāda, ka ap Marsu nav magnētiskā lauka, kas aizturētu nāvi nesošo Saules un kosmisko radiāciju.

«Šie secinājumi apstiprina tikai to, ko mēs jau paredzējām,» saka Pasadenas (Kalifornijas štats) Reaktīvo dzinēju laboratorijas biologs Džeralds Sofens. «Mums ir pazīstamas dzīvības formas, kas piemērojušās līdzīgiem apstākļiem. Eksistē daži baktēriju veidi, kas dzīvo kodolreaktoru iekšienē. Tiem ir liela radiācijas pretestība. Ir baktērijas tuksnešos, kam gandrīz nav nepieciešams ūdens. Nav jāaizmirst arī mūsu anaerobās baktērijas — mikroorganismi, kas iet bojā skābekļa atmosfērā.» Dž. Sofens uzsver iespējamību, ka dzīvības formas uz Marsa ir ļoti nabadzīgas, un nepieciešami neatlaidīgi meklējumi, lai atrastu tās.

Kā ziņo Reaktīvo dzinēju laboratorijas direktors, līdz galīgai visu

ar «Mariner-4» iegūto rezultātu apstrādei nekas jauns presē netiks ziņots.

Lai gan par kosmiskā kuģa «Mariner-4» lidojumu vēl nav pietiekamu zinātnisku datu, tomēr vienu var teikt droši: padomju zinātnieki var apsveikt savus amerikāņu kolēģus ar lielu zinātnisku un tehnisku sasniegumu.

I. Pundure

(Pēc preses izdevumu «За рубежом» ил «Огонек» materiāliem.)

BĀRIJA SARKANIE MILŽI

Sarkanie milži ir zemas temperatūras un liela izmēra zvaigznes. Tie ir samērā reta parādība citu zvaigžņu vidū. Sarkanie milži atšķiras cits no cita pēc smago ķīmisko elementu daudzuma. Vispazīstamākie sarkanie milži ir titāna zvaigznes, kam raksturīgs augsts titāna saturs. Tās aizņem temperatūras joslu no 4500° līdz 1500° pēc Kelvina. Šai pašā temperatūru intervālā sastopami ar oglekli bagātie sarkanie milži. Pie sarkanajiem milžiem pieder arī cirkonija zvaigznes, kurās dominē cirkonijs, bet to temperatūra ir daudz zemāka. Pašu karstāko cirkonija zvaigžņu temperatūra nesasniedz pat 3500°K. Kāpēc nav arī karstāku cirkonija sarkano milžu līdzīgi titāna un oglekļa zvaigznēm? Uz šo jautājumu tagad atbild angļu astronoms Braiens Vorners (Warner): karstākas cirkonija zvaigznes tomēr pastāv, tikai tām raksturīgs nevis cirkonijs, bet gan bārijs. Tāpēc tādas zvaigznes sauc par bārija zvaigznēm. Ir atras-

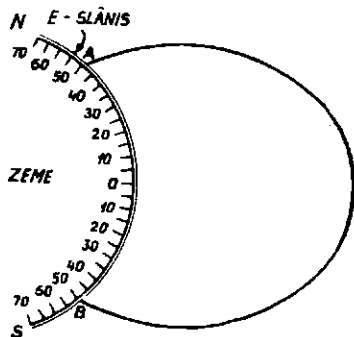
tas 20 bārija zvaigznes. Tātad titāna un oglekļa zvaigžņu temperatūru intervālam atbilst bārija—cirkonija zvaigznes. Tiek uzskatīts, ka titāna zvaigžņu dzīves laikā to temperatūra pakāpeniski izmainās no 4500 līdz 1500°K. Tas pats notiek arī ar oglekļa zvaigznēm. Trešās grupas — bārija—cirkonija sarkano milžu dzīve ir sarežģītāka. Ja to masa ir apmēram 2 Saules masas liela, tad tāda bārija zvaigzne par cirkonija zvaigzni nemaz nespēj pārvērsties. Visu temperatūras intervālu līdz visaukstākām cirkonija zvaigznēm pārstaigā tikai tās bārija zvaigznes, kuru masa ir 3—4 Saules masas liela.

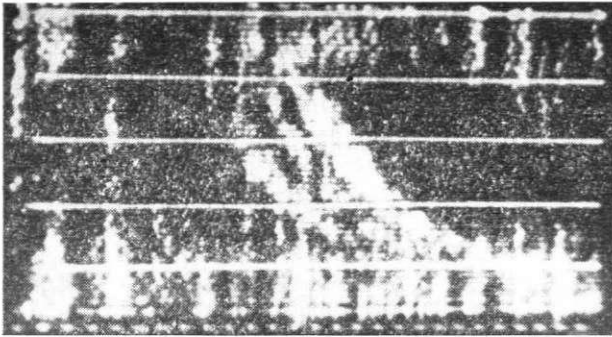
J Ikaunieks

SVELPJOSIE ATMOSFĒRIKI

Elektromagnētiskie viļņi vienmēr nes ziņas gan par to vidi, kurā tie cēlušies, gan arī par to vidi, caur

19. att. Ārēja jonosfēra signāli ceļo pa Zemes magnētiskā lauka spēka līnijām un visvieglāk uztverami platumos A un B.





20. att. Svelpjošais atmosfēriks, kas reģistrēts 1965. gada 8. februārī Riekstukalnā plkst. 2.43 pēc Maskavas dekrēta laika. Vertikālās trases ir parastie zibeņu signāli. Horizontālās svītras ir frekvenču atzīmes; no apakšas uz augšu seko 1120, 2240, 3360, 4480 un 5500 Hz. Apakšējā malā baltie punkti ir laika atzīmes 10 punkti = 1 sek.

kuru tie izplatās. Šo apstākli izmanto astronomi, pētīdami debess ķermeņu raidītos gaismas un radioviļņus. Zinātne izmanto arī tos radioviļņus, kurus raida cilvēku būvētās raidstacijas. Ar šo viļņu palīdzību tiek pētīti Zemes jonosfēras apakšējie slāņi.

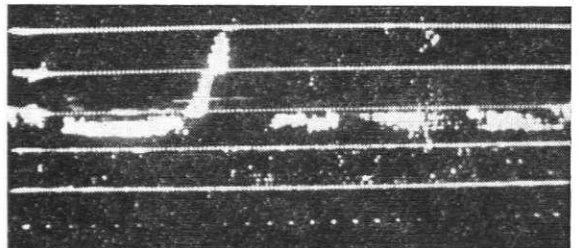
Attīstoties kosmiskās telpas pētījumiem, mūs arvien vairāk interesē arī jonosfēras ārējo slāņu īpašības. Šim nolūkam cenšamies uztvert un izpētīt tos elektromagnētiskos viļņus, kuri rodas un izplatās ārējā jonosfērā. Te valda ārkārtīgi liela signālu daudzveidība, taču aptuveni varam signālus iedalīt divās lielās grupās — tādos, kas izcēlušies uz Zemes, bet «iemaldījušies» jonosfērā, un tādos, kas tieši jonosfērā radušies. Signālu frekvence mēdz būt no 500 Hz līdz 30 kHz liela.

Pirmās grupas signālu avots ir galvenokārt zibeņi: šis milzīgās elektriskās dzirksteles ne vien rada

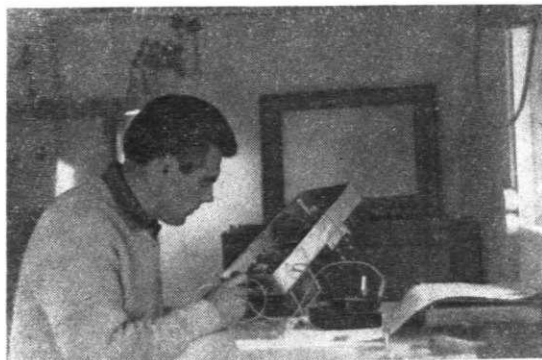
skaņas un gaismas parādības, bet noraida uz visām pusēm arī elektromagnētiskus viļņus. Tie iekļūst jonosfērā un izplatās tur gar Zemes magnētiskā lauka spēka līnijām. Polu tuvumā signāls atkal iznāk ārā no jonosfēras, un to iespējams uztvert ar samērā vienkāršas aparatūras palīdzību. Visa tās iekārta sastāv no trim galvenām daļām — antenas, uztvērēja un magnetogrāfa signālu pierakstam. Reģistrētos ārējās jonosfēras signālus pēc tam ar speciāla frekvenču analizatora palīdzību attēlo uz elektronu oscilogrāfa ekrāna un no turienes fotografē. Iegūstam atmosfēriku attēlu, kas labi raksturo to īpašības.

Ceļodams pa jonosfēras ārējiem slāņiem, sākotnējais signāls it kā «izplūst», turklāt tā frekvence samazinās (21. att.). Klausoties šādus signālus, dzirdam tos kā šņācošus svilpienus ar kritošu frekvenci. Tāpēc tos arī sauc par svelpjošajiem

21. att. UZF starojums, kas reģistrēts Riekstukalnā 1964. gada 6. februārī plkst. 18.04 pēc Maskavas dekrēta laika.



22. att. J. Kiseļevs (Zemes magnētisma, jonosfēras un radioviļņu izplatīšanas institūts) pārbauda UZF starojumu uztvērējaparāturu.



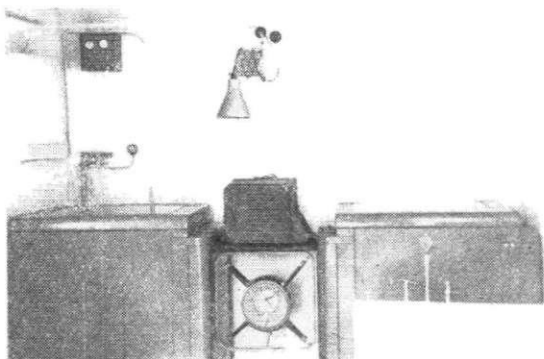
atmosfērikiem. Tie skan apmēram vienu sekundi. Svelpjošo atmosfēriku frekvenču diapazons — to dispersija — atkarīga no ceļa, ko signāls nostaigājis, no elektronu koncentrācijas jonosfēras attiecīgajos slāņos un no ģeomagnētiskā lauka intensitātes signāla trasē. Reģistrējot svelpjošos atmosfēriku daudzus zemeslodes punktus, izdevies noteikt elektronu koncentrāciju ekvatora joslā līdz 5—6 Zemes rādiusu augstumam. No otras puses, ilgstoši novērojot šos signālus vienā un tai pašā vietā, gūstam ziņas par elektronu koncentrācijas izmaiņām atkarībā no diennakts un gadalaikiem, Saules aktivitātes cikla fāzes, ģeomagnētiskā lauka maiņām.

Sādu pētījumu rezultātā noskaidrots, ka, attālinoties no Zemes virsmas, elektronu koncentrācija sama-

zinās proporcionāli ģeomagnētiskā lauka intensitātei. Saules aktivitātes maksimuma gados piecu Zemes rādiusu attālumā sastopami apmēram 100 joni vienā cm^3 . Pie tam šais gados arī jonu koncentrācija ziemā ir divreiz lielāka nekā vasarā.

Nereti svelpjošā atmosfērika signāls sastāv no vairākiem komponentiem, kur katram ir citāda dispersija. Tas rāda, ka signāls ceļojis pa vairākām «blakus takām». Šādā veidā pētnieki nonākuši pie secinājuma, ka ārējā jonosfērā pastāv apgabali ar dažādu jonu koncentrāciju, kas izvietojušies gar ģeomagnētiskā lauka spēka līnijām. Šādi jonosfēras struktūras pētījumi ir ļoti svarīgi kosmisko sakaru nodrošināšanai.

Bet no ārējās jonosfēras nāk arī cita veida signāli, kas rodas pašā jonosfērā. To kopīgais nosaukums



23. att. UZF starojumu uztvērējaparātūras kopskats.



24. att. J. Kiseļevs montē UZF starojumu uztverējantenu.

ir: ārējās jonosfēras ultra zemo frekvenču starojums jeb UZF starojums (krievu valodā Ультранизкочастотное — УНЧ — излучение, angļu — Very Low Frequency—VLF—radiation). Šī starojuma avots ir jonosfēras daļiņu svārstības dažādu kosmisku faktoru ietekmē. Viens no svarīgākajiem faktoriem te ir Saules korpuskulu plūsmas. Ietiecoties Zemes atmosfērā, tās izraisa ģeomagnētiskās vētras, polārblāzmas un atmosfēras jonu svārstības. Tā radušies elektromagnētiskie viļņi izplatās pa ģeomagnētiskajām spēka līnijām tāpat kā zibens signāli, un tāpat tos arī uztveram.

Korpuskulu plūsmu raidītie signāli var būt dzirdami trokšņu veidā,

kas ilgst dažas minūtes vai pat stundas, bet var būt arī atsevišķu īsu signālu veidā līdzīgi svelpjošajiem atmosfērikiem (22. att.).

Parasti UZF starojumu novēro augstākos platumu grādos (polārblāzmu joslā vai tās tuvumā) nekā svelpjošos atmosfērikus, jo šo starojumu izcelšanās vieta atrodas tālāk no Zemes nekā svelpjošo atmosfēriku trases (23. att.). UZF starojumu spektri ir ļoti daudzveidīgi. Tas rāda, ka korpuskulu plūsmu mijiedarbība ar Zemes jonosfēru realizējas dažādos komplicētos veidos. Tāpēc šo signālu pētījumi sniedz ziņas par dinamiskajiem procesiem Zemes atmosfēras ārējos slāņos, kā arī par šo procesu saistību ar aktivitātes procesiem uz Saules. Acīm redzot šie signāli nes arī informāciju par Saules korpuskulu plūsmu struktūru.

Iekārtas, kas domātas ārējās jonosfēras signālu uztveršanai, parasti uzstāda tādās vietās, kur ir zems rūpniecības elektrisko trokšņu līmenis. Bez tam šai vietai jāatrodas iespējami tuvu polārblāzmu joslai. Abi šie priekšnoteikumi ir spēkā Latvijas radioastronomu mītnē Riekstukalnā, Baldones tuvumā. Tāpēc PSRS Zinātņu akadēmijas Zemes magnētisma, jonosfēras un radioviļņu izplatīšanās zinātniski pētnieciskais institūts uzstādīja te īpašu iekārtu ārējās jonosfēras signālu reģistrācijai, lai sadarbibā ar Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Astrofizikas laboratoriju pētītu to īpašības un saistību ar Saules aktivitāti.

J. Lihters

BARIONU ZVAIGŽŅU MASAS DEFEKTS

Pazīstamais padomju astrofizikis akadēmiķis V. Ambarcumjans 1961. gadā izteica hipotēzi, ka iespējama tādu ļoti blīvu kosmisku ķermeņu eksistence, kas sastāv no smagajām elementārdaļiņām barioniem,¹ kuriem ir anomāls (negatīvs) masas defekts. Par masas defektu sauc lielumu $\Delta M = nm - M$, kur n barionu skaits zvaigznē, m protona un elektrona miera masas summa, bet M — novērojamā zvaigznes masa. Ja parastajām zvaigznēm $\Delta M > 0$, kas nozīmē, ka zvaigznē ietilpstošo barionu miera masu summa ir lielāka par zvaigznes masu M , tad ļoti blīvām bariona zvaigznēm novērojamā zvaigznes masa ir lielāka par zvaigznē ietilpstošo barionu miera masu summu un $\Delta M < 0$.

Var rasties jautājums, kā gan zvaigznes masa var atšķirties no zvaigznē ietilpstošo barionu miera masu summas. Atbildot uz šo jautājumu, atcerēsimies, ka Einšteina relativitātes teorija ir atklājusi ekvivalences sakaru $E = mc^2$ starp masas un enerģijas maiņām. Līdz ar to tas nozīmē, ka parastajām zvaigznēm daļa masas zudusi apkārtējā telpā izstarotās saistības enerģijas dēļ, bet ļoti blīvām barionu zvaigznēm pie zvaigznēs ietilpstošo barionu miera masu summas nāk klāt vēl arī lieli iekšējās enerģijas krājumi, kas pēc ekvivalences principa

¹ Par barionu sauc jebkuru daļiņu, kura galu galā sadalās viena protona un dažāda skaita elektronos, neitriņos un mezonos.

tad arī ievērojami palielina novērojamo zvaigznes masu M .

Kā rāda nesenie V Ambarcumjana un G. Saakjana aprēķini, kuru pamatā Einšteina vispārīgās relativitātes teorijas vienādojumu risinājums, ΔM kļūst negatīvs tikai tad, ja barionu zvaigznes centrālie blīvumi ir ļoti lieli, proti, ja tie pārsniedz 10^{40} barionu/cm³. Kad centrālais blīvums kļūst bezgalīgi liels ($\rho(0) \rightarrow \infty$), tad $\frac{\Delta M}{mn} \rightarrow -0,069$.

Vispār, kā pierādījis pazīstamais padomju fiziķis akadēmiķis J. Zeldovičs, tad zvaigznes masai M dabā vienmēr jāapmierina sakarība $M < \sqrt{f} nm_n$, kur $f \approx 1,5 \sqrt{g_{rr}(R)}$ (g_{rr} — metriskā tenzora komponents un R — zvaigznes rādiuss). Bet šī sakarība, kā redzams, neizslēdz tādu konfigurāciju eksistences iespējas, kurām $M > nm_n$. To arī pierādījuši iepriekš minētie V Ambarcumjana un G. Saakjana aprēķini. Kā rāda pētījumi, anomālais ΔM efekts ir izskaidrojams ar laika un telpas īpašību krasu izmaiņu šādos superblīvos ķermeņos.

Tā kā masas defekts superblīvām barionu zvaigznēm ir negatīvs, tad tas nozīmē, ka šādas zvaigznes ir it kā milzīgi enerģijas akumulatori. Masas defekts sastāda vairākus procentus no M . Enerģijas daudzums, kas attiecināts uz 1 g vielas, ir par kārtu lielāks nekā tā enerģija, kas izdalās termokodolreakcijās, degot ūdeņradim. Tomēr šīs enerģijas atbrivošanās nevar notikt spontāni. Tas izskaidrojams ar to, ka zvaigznē katras daļiņas saistības ener-

ģija ir negatīva, un tāpēc daļiņa nevar pati no sevis atrauties no zvaigznes. Zināmas daļas zvaigznes masas atrašanās nepieciešama enerģijas pievadīšana no ārienes. Šeit ir zināma līdzība ar enerģijas izdalīšanos mikropasaulē kodolpārvērtību procesos, jo arī tur, lai atbrīvotu kodolos slēpto enerģiju, nepieciešama zināma enerģijas daudzuma pievadīšana kodolam no ārienes.

Tātad zvaigznes kā sistēmas pārēja uz enerģētiski zemāku un līdz ar to stabilāku stāvokli var notikt tikai lielu perturbāciju gadījumos. Ja tādas būs, tad zvaigzne izpletīsies un sasils. Kā rāda aprēķini, tad šāda kosmiska ķermeņa izplešanās notiks sprādzienveidīgi. Zvaigzne eksplodēs un uzliesmos. Eksplozijas rezultātā telpā ar milzīgu ātrumu tiks izsviesti lieli vielas un enerģijas daudzumi un zvaigzne pāries zemākā enerģētiskā stāvoklī.

Negatīvā masas defekta faktam superblīvās konfigurācijās un tā sekām — iespējamām eksplozijām — var būt ievērojama kosmogoniska nozīme, jo saskaņā ar vienu no mūsdienu kosmogoniskajām koncepcijām zvaigznes, zvaigžņu grupas, kā arī starpzvaigžņu gāze rodas no superblīviem pirmszvaigžņu veidojumiem, tiem izverdot kosmiskajā telpā dažādus vielas daudzumus. Lai saistītu šo koncepciju ar negatīva masas defekta faktu, jāizveido superblīva pirmszvaigžņu ķermeņa modelis, kura masa būtu daudz lielāka par Saules masu. Tad principā varētu atrisināt superblīvās kosmogonijas problēmu un izpētīt tās sekas. Tomēr, kā izrādās, radīt fizi-

kāli pamatotus superblīvu pirmszvaigžņu matērijas ķermeņu modeļus ir ārkārtīgi grūts uzdevums. Kā domā V. Ambarcumjans un G. Sajakjans, iespējams, ka šīs grūtības izdosies pārvarēt, pētot nestacionārus un nestabilus modeļus.

Sajā sakarā jāatzīmē arī padomju astrofizika I. Novikova nesen izvirzītā hipotēze, ka sākuma momentā, kad sākās pašreiz novērojamā matērijas izplešanās Visumā, matērijas blīvums bija bezgala liels un ne visa matērija izpletās vienmērīgi. Daži apgabali varēja aizkavēties savā attīstībā un sākt izplesties tikai pašreiz. Šos apgabalus varētu identificēt ar pirmszvaigžņu matērijas ķermeņiem.

Iespējams, ka atbildi uz šiem jautājumiem sniegs nesen atklāto superzvaigžņu pētījumi, jo šajā gadījumā tiešām novērojam milzīgu kosmisku ķermeņu eksplozijas, kuru masas miljoniem reižu pārsniedz Saules masu.¹

A. Balklavs

VISTĀLĀKIE OBJEKTI VISUMĀ

Pēdējos divos gados kosmologu un fiziķu — teorētiķu interese pievērsta īpatnējiem Visuma objektiem — superzvaigznēm jeb kvazāriem (no angļu quasar quasi stellar radio sources).

Pēc tam kad Martens Šmidts 1963. gada pavasarī bija identificējis gaišās līnijas šo objektu optiska-

Skat. A. Balklava rakstu «Superzvaigznes». — «Zvaigžņotā debess», 1964. gada rudens.

jos spektros, kļuva skaidrs, ka tie ir ļoti tāli, samērā nelieli objekti, kas izstaro milzīgi daudz enerģijas. Līdz šim zināms ap pussimts superzvaigžņu, bet tikai četrus zvaigžņu spektri bija izpētīti.

Minētais zinātnieks izpētījis vēl piecu superzvaigžņu spektrus un konstatējis, ka tie ir vistālākie līdz šim zināmie Visuma objekti. Spektri iegūti ar Palomara kalna 5 m reflektoru. Šie objekti ir tik vāji, ka pat ar šo teleskopu to spektri jāeksponē 4—5 stundas. Spektros ir 2—5 gaišas līnijas. Sarkanās nobīdes dēļ tās ir pārbīdītas uz redzamo spektra daļu no tālā ultravioletā spektra apgabala. Tāpēc līniju identifikācija ir ļoti sarežģīta. M. Šmidtam tomēr izdevies līnijas identificēt diezgan droši.

Līniju sarkano nobīdi raksturo attiecība $z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$ kur λ ir novērotais, bet λ_0 — laboratorijā noteiktais viļņa garums. Šī attiecība izpētajām deviņām superzvaigžņiem ir šāda:

Avota apzīmējums		v <i>kr</i> /sek.
3 C 273	0,158	50 000
3 C 48	0,367	90 000
3 C 47	0,425	103 000
3 C 147	0,545	123 000
3 C 254	0,734	150 000
3 C 245	1,029	182 000
CTA 102	1,037	184 000
3 C 287	1,055	185 000
3 C 9	2,012	240 000

Ja ātrums, salīdzinot ar gaismas ātrumu, ir neliels, tad atbilstošo ra-

diālo ātrumu var aprēķināt pēc vienkāršas formulas $v = cz$, kur c ir gaismas ātrums, bet z — skaitliskā sarkanā nobīde. Superzvaigžņiem šī formula neder, bet jālieto sarežģītāka. Pēc pēdējās aprēķinātie ātrumi doti trešajā ailē.

Jo lielāks ir ātrums, jo lielāks ir avota attālums. Diemžēl, tik lieliem ātrumiem sakarība starp attālumu un ātrumu nav stingri noteikta, bet atkarīga no izvēlēta kosmoloģiskā modeļa. Pieņemot, ka galaktiku ātrumi aug proporcionāli attālumam, palielinoties par 100 km/sek. uz miljons parsekiem, dabūjam vistālākajam avotam 3 C 9 attālumu gandrīz 8 mljrd. gaismas gadu.

Skaidrs ir viens: tie ir vistālākie līdz šim zināmie objekti Visumā.

A. Alksnis

ZVAIGŽŅU SPEKTRI LABORATORIJAS EKSPERIMENTĀ

Mūsu gadsimta sākumā daudzas spektrālās līnijas, ko novēroja astronomiskajos objektos, ilgu laiku nevarēja identificēt ar pazīstamiem elementiem. Un tāpēc, pilnīgi dabiski, radās domas pierakstīt šīs spektrālās līnijas jauniem, uz zemes vēl nepazīstamiem hipotētiskiem elementiem. Tādi elementi bija nebulijs, kura atbilstošās līnijas novēroja gāzu miglājos, un elements koronijs, kura līnijas novēroja Saules vainagā.

Nebulija un koronija hipotēze balstījās uz sekojošiem spektru teorijas apsvērumiem.

Atoms var atrasties dažādos noteiktos enerģētiskos stāvokļos. Ja atoms pāriet no enerģētiski augstāka stāvokļa uz enerģētiski zemāku stāvokli, tiek izstarots gaismas kvants

$$E = h\nu \quad (1),$$

kur E ir kvanta enerģija resp. enerģijas diference starp abiem enerģētiskajiem stāvokļiem, h — Planka konstante un ν — starotās gaismas frekvence. Ja tilpuma vienībā ir N ierosināti atomi, kuri principā var dot gaismu, tad novērotā gaismas intensitāte izsakās

$$I = Nh\nu A \quad (2),$$

kur A ir attiecīgās pārejas varbūtība. Pieminētā pārejas varbūtība ir ļoti svarīgs un raksturīgs atomārs lielums. Tā raksturo, cik pāreju principā varētu notikt no dotā ierosinātā enerģētiskā stāvokļa uz zemāku stāvokli, ja atoms tiktu nepārtraukti ierosināts. Parastos gadījumos šādu pāreju varbūtība ir 10^9 — 10^7 s⁻¹. Pāreju varbūtība saistās ar otru fizikālu lielumu, t. s. attiecīgā enerģētiskā līmeņa vidējo dzīves laiku τ , kur

$$\tau = \frac{1}{A} \quad (3).$$

Acīm redzot, jo lielāka ir pāreju varbūtība, jo vidējais dzīves laiks ierosinātā stāvoklī ir mazāks, un otrādi.

Bet izrādās, ka ne visas pārejas uz zemāko enerģētisko līmeni ir iespējamās. Eksistē t. s. izvēles likumi, kuri nosaka, kādas pārejas atomā ir atļautas un kādas ir aizliegtas resp. norāda, kādas spektrālās līnijas var parādīties dotā atoma starojumā un kādas ne.

Analizējot saskaņā ar šiem likumiem pazīstamo ķīmisko elementu atomu starojumu iespējas, izrādījās, ka neviens no šiem elementiem nevar būt par cēloni gāzes miglājos un Saules vainagā novērotajām spektra līnijām. Tāpēc radās hipotēze par vēl nepazīstamiem elementiem.

Taču minētajiem izvēles likumiem nepiemīt absolūts raksturs. Ja mēs sakām, ka dotās spektrālās līnijas parādīšanās saskaņā ar izvēles likumiem ir aizliegta, tad tas vēl nenozīmē, ka mēs šo spektrālo līniju principā nevarētu novērot. Mēs tikai apgalvojām, ka atbilstošās pārejas varbūtība ir ļoti maza, daudzkārt mazāka par atļauto pāreju varbūtību. Aizliegto pāreju gadījumā atoms var atrasties ierosinātā stāvoklī ļoti ilgi — sekundes un pat stundas, kamēr atļauto pāreju gadījumā šis laiks ir sekundes daļas.

No (2) izriet, ka t. s. aizliegtajām pārejām atbilstošās spektrālās līnijas intensitāte būs maza, tomēr, ja starojums rodas lielā vielas tilpumā, tad mazā intensitāte, summējoties pa visu lielo starotāja tilpumu, var radīt pietiekami spēcīgu starojumu. Tādi apstākļi valda kosmiskajos objektos.

Bez tam astronomiskos objektos, piemēram, miglājos, bieži vien mazā blīvuma dēļ varam nerēķināties ar atomu savstarpējām sadursmēm, un tāpēc laiks starp divām atomu sadursmēm daudzkārt pārsniedz daļiņas vidējo dzīves laiku ierosinātā stāvoklī. Tas nozīmē, ka atoms savu enerģiju var atdot tikai starojuma rezultātā. Tāpēc, ja nebūs sadur-

smju, atoms agri vai vēl, atgriežoties zemākos enerģētiskos līmeņos, emitēs kvantus.

Ievērojot abus iepriekš minētos faktus, var sagaidīt, ka astronomiskos objektos būs iespējams novērot tādas spektrālās līnijas, kādas uz Zemes nav novērojamas. Šādā skatījumā tad arī izdevās atrisināt nepazīstamo spektrālo līniju problēmu.

Nebulija mīkla tika atrisināta 1927. gadā, kad bija pierādīts, ka abas spēcīgākās nebulija līnijas ar viļņa garumu 5007 Å un 4959 Å pieder pie divkārti jonizētā skābekļa (spektroskopiskais apzīmējums O III) aizliegtajām pārejām. Skābekļa aizliegtās līnijas var novērot arī polārblāzmas spektrā.

1939. un 1942. gadā bija pierādīts, ka koronija līnijas ir faktiski daudzkārt jonizētas dzelzs aizliegtās līnijas, piemēram, spēcīgā koronija līnija 5302,8 Å faktiski ir trispadsmitkārt (!) jonizētas dzelzs Fe XIV aizliegtā līnija.

Arī tagad, bez šaubām, astrofiziķiem nākas sadurties ar nepazīstamām līnijām, taču neviens vairs necenšas piedēvēt tās kaut kādiem hipotētiskiem elementiem, bet gan tiecas noskaidrot to izcelšanās mehānismu. Šim nolūkam tiek analizēta kosmiskā objekta temperatūra, kas nosaka elementu jonizācijas pakāpi, dažādu ārēju fizikālu lauku klātbūtni, gāzes spiedienu un līdz ar to dažādu tipu sadursmju iespējamību utt.

Pašreiz astrofiziķi — spektroskopisti cenšas laboratorijā radīt tādas fizikālus apstākļus, kādi sastopami

astronomiskos objektos. Ir skaidrs, ka daudzu astronomisku objektu (Saules, zvaigžņu, miglāju utt.) temperatūras sasniedz daudzus tūkstošus grādu. Tādā temperatūrā vairs nav neitrālu atomu, bet spektru rada daudzkārt jonizēti atomi. Lai modulētu šādus apstākļus, vajadzētu arī laboratorijās radīt pētāmo elementu daudzkārtīgos jonus.

Pirms dažiem gadiem amerikāņu fiziķis Stenlijs Baškins izstrādāja paņēmieni, kā pētīt daudzkārt jonizētu elementu spektrus un tuvināti novērtēt ierosinātā atoma dzīves laiku.

Metodes būtība ir sekojoša: pētāmā elementa vienkārtīgi jonizēti atomi tiek paātrināti elektriskajā laukā līdz dažu simtu tūkstošu elektronvoltu kinētiskajai enerģijai ($1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-12}$ ergi). Šie ātri kustoties atomi iet cauri plānai oglekļa vai berilija folijai. Sadursmju rezultātā rodas augstākas kārtas ierosināti joni. Tie, atgriežoties zemākos enerģētiskos stāvokļos, emitē kvantus. Daudzkārt jonizētu atomu spektrus ar labām sekmēm pēta arī padomju fiziķi.

Baškins ar saviem līdzstrādniekiem pētījis daudzkārt jonizētu slāpekļa, hēlija, oglekļa, ksenona, kriptonu, argona, skābekļa u. c. emisijas spektrus.

Slāpekļa gadījumā parādījās tādas spektrālās līnijas, kādas konstatētas novu emisijas spektrā. Tāpēc iespējams, ka šīs novu līnijas tiešām rada daudzkārt jonizēts slāpekļis.

M. Jansons



ASTRONOMIJAS VĒSTURE



Raksts veltīts pirmatnējo astronomisko priekšstatu tapšanai un šī procesa pēdām latviešu dainās. Pirmatnējie astronomiskie priekšstati, tāpat kā vispār pirmatnējās zinātniskās atziņas, pēc mūsu domām, radušās nevis atsevišķu cilvēku ziņkārības rezultātā, bet gan kā sabiedriska parādība, kas savas attīstības sākuma posmā nebija atkarīga no atsevišķu cilvēku tieksmēm un spējām.

Toties tā visciešāka veidā bija saistīta ar pirmatnējās kopienas pastāvēšanas nosacījumiem. Eksistēt un attīstīties varēja vienīgi tādi cilvēku kolektīvi, kas prata uzkrāt un saglabāt dzīvei nepieciešamu informāciju par norisēm un parādībām apkārtnē dabā. Kultūras vēsturnieki visi ir vienisprātis par paņēmieni, ar kādu šī pirmatnējā informācija tika fiksēta un saglabāta: cilvēki atdarināja notikumus, veidoja dabas parādību modeļus, pie kam par modeļu «materiālu» tika izmantoti paši cilvēki. Piemēram, kopienas locekļi pantomīmiski atdarināja medības. Viens no sarikojuma dalībniekiem tēloja zvēru, citi — medniekus. Tādā kārtā izkopa vajadzīgās iemaņas un fiksēja praksē to pieredzi.

Šādas pantomimas atpalikušo cilšu sadzīvē etnogrāfi sauc par dejām. Tiešām, tautas dejas un it sevišķi bērnu rotālas un spēles savā dīgli ir šādu aizvēsturisku pantomīmu atvasinājums. Tā ir zīmīga un mūsu jautājumā ļoti svarīga parādība: bērnu rotālās saglabājušās aizvēsturisku priekšstatu pēdas!

Citu aizvēsturisku pantomīmu atvasinājumu saglabājuši reliģisku kultu

rituāli. Dievu vai dieva pārstāvis — garīdznieks, priesteris vai šamanis liturģijā ar savām kustībām modelē kādu parādību. Ticīgie tad iedomājas, ka ar to nākotnes norises tiek ietekmētas viņiem labvēlīgā garā. Tā ir maģija, un tās sākumi meklējami jau norādītajā aizvēsturiskajā pantomīmā.

Kāds sakars maģiskajām pantomīmām ir ar astronomisku priekšstatu tapšanu? Eksistences apstākļi spieda cilvēkus apjēgt, ka uzturlīdzekļu iznikšana ziemā kaut kādā veidā ir saistīta ar Saules islaicīgāku uzturēšanos vīrs apvāršņa. Tātad jāpanāk, lai Saule ik dienas paliktu pie debess ilgāku laiku. Līdzeklis, ar kādu senatnes cilvēki centās ietekmēt dabas norises viņiem labvēlīgā garā, mums jau zināms: viņi modelēja iecerētu notikumu maģiskā pantomīmā, proti, viņi ķēra Sauli — ne jau nu debess spīdekli, bet «malēju», kas tēloja Saules lomu.

Protams, šāda maģiska Saules ķeršanas pantomīma līdzēja tikai tad, ja to sarikojā ziedonī vai, vēl labāk, laikā, kad Mēness tuvojās Saulei.

Novēroto astronomisko notikumu modelēšana maģiskajā pantomīmā — tāds bija pirmatnējo astronomisko priekšstatu tapšanas sākums un pirmais posms.

Šī posma pēdas var saskatīt sekojošā bērnu rotaļā (skat. Kr. Barons un H. Visendorfs. «Latvju Dainas», V sēj., 230. lpp.)

«Rotaļnieki nostājas cits aiz cita garā rindā un dzied:

Neguli, saulīte,	Bēdz, bēdz, saulīte,
Apiņu dārzā,	Mēnesis dzīsies!
Mēness izjāja	Gandrīz saulīte
Malējas meklēt.	Mēneša rokā.

Viens ar kusu (grīstē sagrieztu lakatu) rokā stāv priekšgalā ārpus rindas un, tiklīdz sāk dziedāt «bēdz, bēdz, saulīte», tas dodas ar joni uz otru galu un dzenas beidzamajam pakal, kas, no viņa bēgdams, skrien trīs reiz rindai apkārt un tad nostājas rindas priekšgalā. Pēc tam rotaļa atkārtojas no iesākuma.»

No dziesmas teksta izriet, ka Saules ķeršanu rīkoja apiņu ziedešanas laikā, tātad ziedonī. To apstiprina arī sekojošās tautas dziesmas teksts, kas, jādomā, ģenētiski saistīts ar citēto rotaļas dziesmu.

Neguli, saulīte,
Ābeļu dārzā,
Tur tevi ziediņi
Apbirdinās.

LD 33778

«Mēneša» trīsreizējo skriešanu apkārt rotaļnieku rindai var interpretēt kā īstenā spīdekļa kustības modeli: jaunais Mēness trīs naktis nav redzams. Tādā kārtā mums ir pamats domāt, ka «saules ķeršanā» tika modelēti apstākļi, kas atbilst jaunā Mēness fāzei ziedoņa laikā. Rotaļas dalīb-



nieki aicina Sauli turpināt savu kustību. Var gan iedomāties, ka rotaļas dalībnieki to saka aiz greizsirdības pret Mēnesi, negribdami, lai «Saule» nokļūtu «Meneša» rokās. Taču šķiet, ka izdarību pirmatnējā jēga bijusi cita — maģiskās pantomīmas dalībnieki vēlējās, lai Saule kustētos ātrāk un līdz ar to ātrāk iestātos siltais laiks.

Tautas astronomisko priekšstatu tālāko attīstību palīdz izsekot savdabīgie dainu tēli: Saules meitas un viņu partneri — Dieva dēli. Tradicionāli šie tēli tiek saistīti ar debess parādībām, taču folkloristi nespēj skaidri pateikt, ar kādām īsti. Tiešām, debesis nevar saskatīt objektus, kuru izskatam vai kustības veidam atbilst kāds Saules meitas vai Dieva dēla raksturojums tautas dziesmās.

Un otrādi, ja ņemsim vērā Saules meitu un Dieva dēlu savstarpējo izturēšanos, tad tūlīt kļūst skaidrs, ka šādas attiecības starp debess objektiem principiāli nav iespējamas, jo tās ir erotiskas dabas. Citēsim šeit pietiekami tipiskus piemērus:

Saules meita mazgājās
Straujupītes līkumā;
Dieva dēls lukoja
Zelta karklu krumiņa.

LD 3397

Celies ātri, Saules meita.
Mazga baltu lēpas galdu:
Rītu nāks Dieva dēli,
Tavu godu lūkoties.

LD 34032

Rodas jautājums — kas tie par tēliem un kā tie radušies? Atbildi uz šo jautājumu dod sekojošā dziesma:

Dieva dēli, Saules meitas
Rotaļām spēlējas,
Rotaļām spēlējas
Pa rociņu rociņam.

LD 3377

Tā tad Saules meitas un Dieva dēli nemaz nav debess spīdekļu pasaules iemītņiki, bet pilnīgi reālas meitas un reāli puīši — maģiskās saules ķeršanas pantomīmas dalībnieki. Ar laiku pantomīma, zaudējusi maģiska rituāla raksturu, pārvērtās par jauniešu rotaļu.

No teiktā secināms, ka daudzi debess spīdekļu izskata un «ricības» raksturojumi, kādi sastopami tautas dziesmās, attiecināmi nevis uz dabas objektiem, bet gan uz personām, kas maģiskās pantomīmās tēloja spīdekļu lomu. Tāds bija tautas astronomisko priekšstatu tapšanas otrs posms.

Trešais posms — tautas dziesmās fiksēto pantomīmas dalībnieku īpašību attiecināšana uz debess spīdekļiem. Šo procesu kultūras vēstures pētnieki labi pazīst un sauc par dabas parādību personifikāciju. Kr. Barons tā nosauca visu attiecīgo dainu ciklu. Mūsu hipotēze palīdz apjēgt dabas parādību personifikācijas veidošanas mehānismu, saskatīt norādītajā domu ciklā tematisku, varbūt pat vēsturisku secību. Piemēram, tautas dziesmas par Ausekli (33857, 33892), Mēness un Saules meitas precībām (33802—04) varēja veidoties tikai otrā posma tēlu pamatā. (Šai sakarā skat. I. Rabinoviča rakstu «Astronomiskajā kalendārā» 1963. gadam.)

Tādā kārtā dainās par debess spīdekļiem un to personifikācijām var saskatīt noteiktu sistemu, kas atbilst atsevišķiem priekšstatu attīstības posmiem.

I Rabinovičs

Ilustrējusi Inta Kalniņa



PIRMĀ MĒNESS KARTE

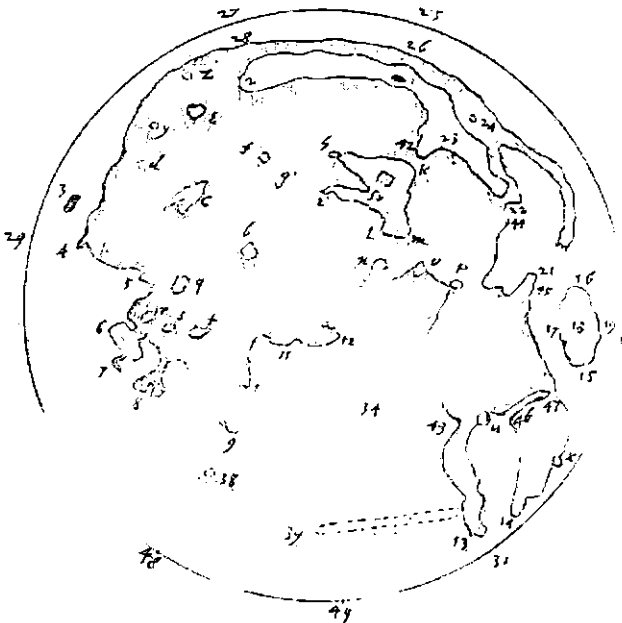
Līdz šim astronomijas vēsturnieki uzskatīja, ka pirmos Mēness novērojumus paša būvētajā tālskatī ir izdarījis ievērojamais itāliešu zinātnieks Galileo Galilejs 1609. gada beigās. Kā zināms, savus atklājumus — kalnus un kalnu grēdas, kā arī tumšos apgabalus, ko tas nosauca par jūrām, Galilejs uzzīmējis un aprakstījis darbā «Sidereus nuntius» (1610.), kas saglabājies līdz mūsu dienām.

Nesen, studējot arhīvu materiālus, Maskavas zinātnieks E. Strauts atrada dokumentus par Mēness novērojumiem, ko izdarījis angļu matemātiķis Tomass Hariots. Dokumenti liecina, ka Hariota rīcībā ir bijis teleskops vismaz kopš 1590. gada. Ar to viņš novērojis Mēnesi un redzēto atzīmējis Mēness kartē. Hariots arī sīki aprakstījis Mēness virsmu jau krievu agrāk nekā Galilejs.

Kā tagad noskaidrots, visi Hariota darbi līdz šim laikam palikuši nepublicēti. Šobrīd tie glabājas lorda Egrimonta privātajā bibliotēkā, kur atrodama arī pirmā Mēness karte astronomijas vēsturē (25. att.). Tā sastādīta, pamatojoties uz daudziem teleskopiskiem novērojumiem, un tajā atzīmēti apmēram 50 objekti. Hariota Mēness kartē redzamas ne tikai jūru kontūras, bet arī atsevišķi lieli krāteri — Platons, Aristarhs u. c. Tajā atzīmēti arī gaišie stari, kas pēc Hariota pirmo reizi sastopami tikai F. Fontana 1646. gadā sastādītajā Mēness kartē. Galileja kartēs gaišie stari nav atzīmēti.

E. Strauta atklājumam ir liela nozīme astronomijas vēsturē.

I. Daube



25. att. Pirmā Mēness karte, kuru sastādījis angļu zinātnieks T. Hariots 16. gs. beigās. Ziemeļi — augšā. *l* — Keplers, *t* — Gasendi, *f* — Arhimeds, *18* — Križu jūra...



ASTRONOMIJA SKOLĀ,

konsultācijas astronomijas pasniedzējiem un lektoriem

PAR LIELĀS OKTOBRA SOCIĀLISTISKĀS REVOLŪCIJAS KALENDĀRO DATUMU

Skolas programmā mūsu kalendāra īpatnību iztīrīšanai paredzētais laiks ir stipri ierobežots, taču šis jautājums jāuzskata par vienu no svarīgākajiem skolas astronomijas kursā, jo ar datumu noteikšanu pēc vecā un jaunā stila kalendāra sistēmām iznāk sastapties visai bieži. Ziņkārīgi bērni, nemaz nerēķinādamies ar tematu secību mācības programmā, jautā: «Kāpēc Lielās Oktobra sociālistiskās revolūcijas svētki tiek svinēti *novembri*? Acīm redzot nebūs pareizi atlikt šī jautājuma noskaidrošanu uz vēlāku laiku, jo tas neprasa diezcik sarežģītas iepriekšējas zināšanas.

Diennaktis un gada garums. Protams, paskaidrojums jāsāk ar informāciju par gada garumu. Gads resp. gadalaiku izmaiņu cikls ilgst 365,24 diennaktis. Astronomijas stundās diennakts jēdziens, tāpat gadalaiku izmaiņu cikla jēdziens (tropiskais gads) tiks vēl precizēts, taču sarunā ar jaunāko klašu skolēniem var iztikt arī bez tā. Tomēr arī šeit ir vietā daži vienkārši rēķini: $365 + 365 + 365 + 366 = 365,24 \cdot 4$, jo, atkārtojot trīs reizes 365 un vienu reizi 366, sanāk tikpat daudz, cik dienu ir četros tropiskajos gados. Līdz ar to skolniekam kļūst skaidrs garā gada jēdziens un tā nepieciešamība.

Jūlija jeb vecā stila kalendārs. Kalendāra sistēmu, kurā ik pēc trim 365 dienu gadiem seko garais (366 dienu garš) gads, lika priekšā senās Ēģiptes pilsētas Aleksandrijas ievērojamās observatorijas astronoms Sozigenis.

Lietošanā šo sistēmu ieviesa senās Romas valdnieks Jūlijs Cēzars, tāpēc tās dienu skaitīšanas kārtību sauc par Jūlija kalendāru, jo valdnieki allaž mēdz izlietot zinātnieku sasniegumus savas slavas celšanai, atstājot zinātniekus pašus ēnā.

Jūlija-Sozigena kalendāru pārņēma arī kristīgā baznīca.

Seno romiešu reliģijas atskaņas joprojām saglabājušās mēnešu nosaukumos. Janvāris, februāris, marts, maijs — šie nosaukumi atvasināti no romiešu dievu vārdiem. Tāpat no romiešiem patapināti arī pārējo mēnešu nosaukumi.

Gregora jeb jaunā stila kalendārs. Vecā stila kalendārs nebija pietiekami precīzs. Tajā tiek pieņemts, ka četros gados sanāk $3 \cdot 365 + 366 = 1461$ diennakts, taču patiesībā četri gadi ilgst $4 \cdot 365,24 = 1460,96$ diennaktis. Simt

gados starpība kļūst jau manāma — vecā stila kalendārs tad atpaliek no Saules gaitas gandrīz par vienu diennakti. Istenībā šī starpība vienlīdzīga 1,25 diennaktīm, jo tikai gada garums vien precīzākā vērtējumā līdzīgs 365,2425 diennaktīm.

Jūlija kalendāra uzlabošanas projektu izstrādāja itāliešu astronoms Luidži Lilio. Viņš ierosināja uzskatīt par parastu (365 dienas garu) gadu katru tadu gadu, kura skaitlis beidzas ar divām nullēm un simtnieku skaits nedalās ar četri. Gadījumā, ja simtnieku skaits dalās ar četri, gads jāskaita par garo. Piemēram, 1700., 1800., 1900. pēc Lilio priekšlikuma ir parastie, bet 1600. un 2000. — garie gadi. Līdz ar to tiek dzēsta kļūda, kas uzkrājas, skaitot dienas pēc vecā stila kalendāra.

Luidži Lilio projektu realizēja pāvests Gregors XIII 1582. gadā, tāpēc attiecīgo dienu skaitīšanas kārtulu sauc par Ģregora jeb jaunā stila kalendāru. Tai pašā reizē pāvests Gregors noteica, ka diena, kas seko 1582. g. 4. oktobrim, jāuzskata par 15. oktobri. Ar to tika dzēsta kļūda, kas bija sa-krājusies kopš Jūlija Cēzara kalendāra reformas laikiem.

KPFSR Tautas Komisāru Padomes dekrēts. Jaunā stila kalendārs vis-pārējā lietošanā tika ieviests ar lielām grūtībām. Piemēram, Krievijā tur-pināja lietot vecā stila kalendāru, jo ar to bija saistīti pareizticīgo baz-nīcas svētki. Tāpēc starpība starp vēsturisku notikumu datumiem pēc ka-lendāra, ko lietoja Rietumeiropā, arvien pieauga. 19. gs. tā sasniedza 12 dienas. 20. gs. — jau 13 dienas. Šāds stāvoklis radīja daudz neērtību starptautiskajos sakaros. Tāpēc KPFSR Tautas Komisāru Padome 1918. gada janvārī pieņēma dekrētu par jaunā stila kalendāra ieviešanu Krie-vijā. Saskaņā ar šo dekrētu dienu, kas sekoja 1918. gada 31. janvārim, uz-skatīja par 14. februāri.

Lielā Oktobra sociālistiskā revolūcija notika vēl tai laikā, kad Krievijā lietoja veco kalendāru. Tas bija 1917. gada 25. oktobrī (pēc vecā stila). Pēc jaunā stila kalendāra tas notika 7. novembrī. Tā kā vecā stila kalendārs Krievijā tai laikā jau bija atpalicis no jaunā stila par 13 dienām, mēs Lielās Oktobra sociālistiskās revolūcijas svētkus datējam ar pareizu da-tumu un svinam tos novembrī.

I. Rabinovičs

A TEISTA STŪRĪTIS

SAULE UN DIEVU DZIMSANA

Kāpēc kristīgie svin ziemassvētkus? Ticīgo ausīs šis jautājums skan kā dieva zaīmošana, jo viņi ir pārliecināti, ka šajā dienā — 25. decembrī — ir dzimis viņu reliģijas dibinātājs Jēzus Kristus. Taču cilvēkam, kas ticis vajā no reliģiskiem aizspriedumiem, šis jautājums dod materiālu dziļākām pārdomām, jo viņu pārsteidz savāda sagādīšanās.

Senie fenīkieši 5. gs. pr. m. ē. pielūdza dievu Adonu — lauku auglības un Saules dievu un rīkoja viņam par godu svinības apmēram tani paša laikā, kad tagad svin Kristus dzimšanu. Senie slāvi pielūdza Saules dievu Daždjbogu un godināja viņu ziemas saulgriežos. Senie persieši 1. gs. pr. m. ē. pielūdza dievu Mitru un ticēja, ka šis dievs piedzimis tieši tai dienā, kas atbilst mūsu kalendāra 25. decembra datumam.

Tā rezultātā jāsecina, ka tradīcija svinēt ziemassvētkus ir vecāka par kristīgo ticību un ka uz šo dienu attiecināja sava dieva piedzimšanu daudzu reliģiju piekritēji. Kāpēc tā? Atbildi uz šo jautājumu sniedz astronomija. Senās tautas pielūdza Sauli kā siltuma un auglības nesēju un veidoja savus reliģiskos kultus saskaņā ar Saules kustības likumiem. Dievu dzimšanas diena ir tikusi «piekārtota» tam gadalaikam, kad Saule no jauna sāk kāpt arvien augstāk un augstāk virs apvāršņa un dienas kļūst garākas. Tātad dievu dzimšanu nosaka tīri astronomiska parādība, var pat teikt, astronomisks likums.

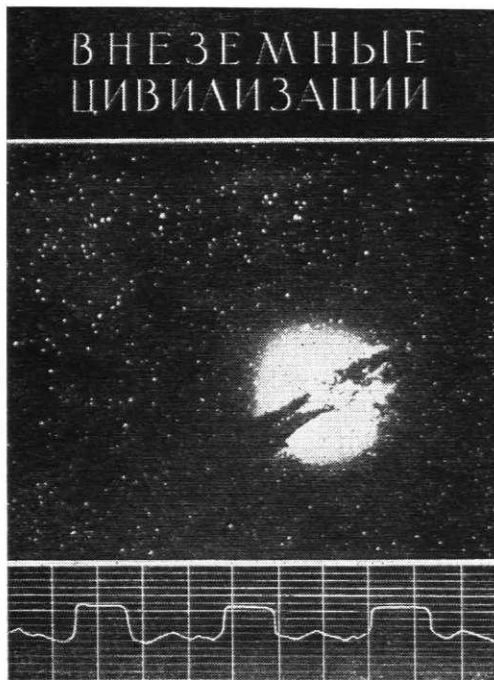
Protams, ar to nav izslēgta viena reliģiska kulta ietekme uz citu. Katrā ziņā šī ietekme ir noteikti konstatējama kristietisma izcelšanās gaitā. Tiešām, ja pievērsīsimies seno persiešu leģendai par Mitru, tad saskatīsim tajā apbrīnojamu līdzību ar Kristus dzīves teiku. Tāpat kā Kristu, Mitru dzemdēja jaunava, tāpat kā Kristus, Mitra atpestīja cilvēci no ļauna, tika kokā sist, apbedīts, pēc neilga laika augšāmcēlies no miroņiem un uzkāpis debesīs.

Reliģijas vēstures materiāli liecina, ka Mitras kulta elementus, tai skaitā arī tradīciju svinēt sava dieva piedzimšanu ziemas saulgriežu dienā, pārņēma kristīgie. Zīmīgi, ka tas notika tikai ap 354. gadu, kad kristietisms kļuva par Romas valsts oficiālo reliģiju un tam radās vajadzība palielināt savu piekritēju skaitu no bijušo mitraistu vidus. Pirms tam kristīgie mēdza atzīmēt savas reliģijas leģendārā dibinātāja dzimšanas dienu 6. janvārī, taču mitraistu tradīcija lika šo termiņu grozīt.

V. Nesterovs



JAUNAS GRĀMATAS CIVILIZĀCIJAS VISUMĀ



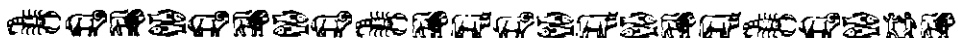
Viena no tām problēmām, kas visos laikos ir saistījusi cilvēku prātus, ir jautājums par mums līdzīgu būtņu eksistenci uz citām planētām. Astronomijas attīstības rezultātā zinātne nonākusi pie atziņas, ka līdziniekus mūsu planētu sistēmā nesaņemsim, tāpēc šī problēma kļūst vēl vilinošāka, aicinot mūs meklēt ziņas citu zvaigžņu pasaulēs. Tagad, kad radioastronomijas metodes var

mums kalpot kosmisko signālu uzturēšanai, šī problēma no fantāzijas kļūst par konkrētu pētniecisku uzdevumu, atspoguļojumu rodot arī zinātniskajā literatūrā.

Armēnijas PSR Zinātņu akadēmija izdevusi grāmatu «Внеземные цивилизации», kas veltīta pirmajai Vissavienības apspriedei par ārpuszemes civilizācijām. Apspriede notika 1964. gada maijā Bjurakanas observatorijā. Tajā piedalījās ievērojamākie Padomju Savienības astronomi — V Ambarcumjans, J. Šklovskis, radioastronomi N. Kardaševs, J. Parijskis, S. Haikins, V Troickis un citi. Referātos iztirtas gan apdzīvoto pasaulu eksistences problēmas, gan konkrēti tehniski jautājumi, kas saistīti ar tālo, kosmisko sakaru nodibināšanu. Tika apspriests arī referāts par kosmisko valodniecību.

Grāmatas beigās ievietots lēmums, ko pieņēma apspriedes dalībnieki. Tajā norādīts, ka ārpuszemes civilizāciju meklējumiem ir ļoti liela zinātniska nozīme. Mūsdienu radio tehnikas līmenis pilnīgi ļauj šo problēmu risināt, tāpēc nepieciešams būvēt lielas radioastronomiskas antenas tālo būtņu signālu uzturēšanai. Darbu koordinēšanai tika izvēlēts speciāls komisijas birojs, kurā pārstāvēti Padomju Savienības ievērojamākie astronomi un radiofiziķi.

N. Cimahoviča



Ā. ALKSNE

ZIEMAS NAKTS MIRDZUMĀ

ASTRONOMISKĀS PARĀDĪBAS 1965.—1966. GADA ZIEMĀ

Kurš gan nav apbrīnojais krāšņo zvaigžņotās debess klaju, kas sedz visu debess velvi! Bet reize ar dziļu aizgrābtību cilvēks kļūst arī ziņkārigs — kas gan tie par zvaigznājiem?

Ziemas naktīs augstu virs apvāršņa paceļas zodiaka zvaigznāju josla, pa kuru pārvietojas Saule savā redzamajā kustībā. Ziemā virs apvāršņa redzama zodiaka ziemeļu daļa, pa kuru Saule pārvietojas vasarā. Pati Saule tagad atrodas zodiaka dienvidu daļā. 1965. gada 22. decembrī plkst. 4.41 pēc Maskavas dekrēta laika tā atradīsies zodiaka saulgriežu punktā — tad tai būs vismazākā iespējama deklinācija. — $23^{\circ}27'$ Dažas dienas vēlāk — 1966. gada 4. janvārī plkst. 1.37 Zeme atradīsies perihēlijā — vistuvāk Saulei.

Taču pieversīsimies zvaigznājiem, kas redzami ziemas naktīs.

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

Zodiaka zvaigznāju nosaukumi ir ļoti seni, un to pirmatnējais izskaidrojums līdz mūsu dienām nav saglabājies. Arheoloģijas materiāli liecina, ka gada un arī Saules redzamā ceļa pie debess sadalījums divpadsmit daļas bija pazīstams jau senajiem šumeriem 3—4 gadu tūkstošus pirms mūsu ēras. Tātad tikpat seni, iespējams, ir arī zodiaka zvaigznāju nosaukumi. Sengrieķu mitoloģijā Vērša zvaigznājs visbiežāk tiek saistīts ar Orionu. Senās zvaigžņu kartēs drošsirdīgais mednieks Orions, pa-



26. att. Vērša un Oriona zvaigznāji 18. gs. zvaigžņu kartē. Vērša acs — spožāka zvaigznāja zvaigzne Aldebarans; zvaigžņu grupa tā tuvumā — Hiādes; Vērša pleca — Plejades.



27. att. Vērša zvaigznājs pēc Baijera (1603. g.). Zvaigznāja raksturīgo figūru — burtu V veido Aldebarans un zvaigznes β un ξ ragu galos.

cēlis vāli, uzbrūk saniknotajam Vērsim, kas, galvu noliecis, metas tam virsū. Kāda cita sengrieķu teika stāsta, ka ar šo zvaigznāju attēlots pats Zevs, kas pārvērties baltā vērsī, lai nolaupītu skaisto sidoniešu ķēniņmeitu Eiropu.

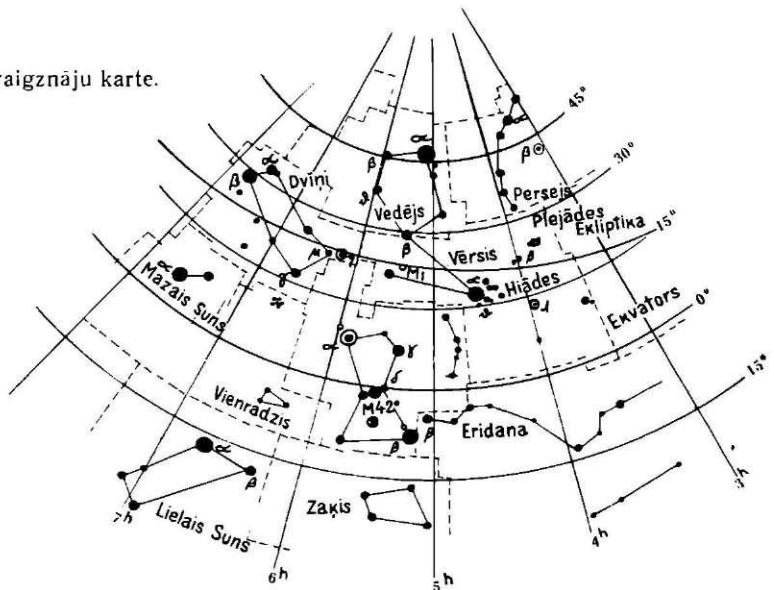
Vērša zvaigznājā atrodas jau kopš seniem laikiem labi pazīstamā vaļējā zvaigžņu kopa Plejādes jeb Sietiņš. Senie grieķi pēc Plejādu stāvokļa pie debesīm noteica sējas un plaujas laika iestāšanos, bet jūras braucēji Sietiņu izmantoja orientācijai. Senajiem latviešiem Sietiņš noderēja pulk-

stena vietā laika noteikšanai garajos rudens un ziemas vakaros.

Ar neapbruņotu aci Plejādēs saskatāmas sešas zvaigznes, bet ar sevišķu labu redzi — septiņas un pat vairāk. 1579. gadā (vēl pirms teleskopa izgudrošanas) Keplera skolotāja Mestlina sastādītajā zvaigžņu kartē atzīmētas 11 Plejādu zvaigznes.

Senie grieķi uzskatīja, ka septiņas Plejādes ir septiņas Atlanta un Plejones meitas: Alcione, Taigeta, Merope, Celena, Elektra, Asterope un Maija. Piecus gadus tās bēgušas no Oriona, kas viņās visās vienlaicīgi iemīlējies. Lai paglābtu no neatlaidīgā pielūdzēja, Zevs pārvērtis māsas

28. att. Ziemas zvaigznāju karte.



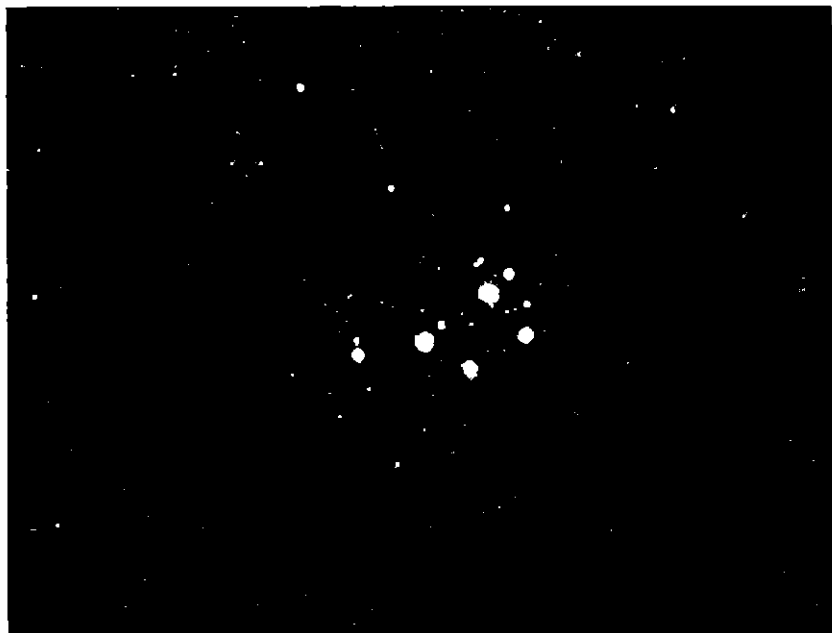
par baložiem, un tas uzlidojušas debesīs. Sakuma septiņas māsas bijušas vienādi spožas, bet tad viena no tām iemulējusi vienkāršu mirstīgo un aiz kauna paslēpusies. Spožākajām Sietiņa zvaigznēm vēl tagad ir saglabājušies visu māsu vārdi.

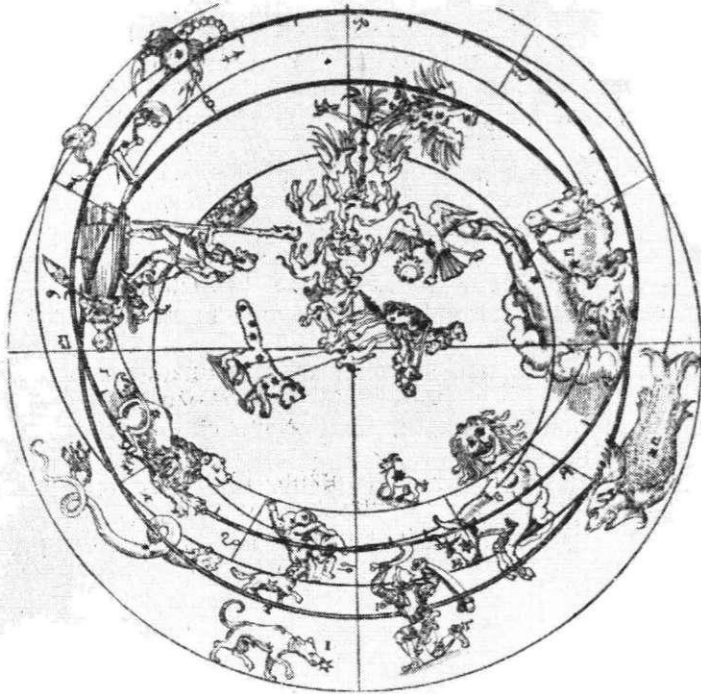
Teikas par vienas Sietiņa zvaigznes pazušanu ir atrodamas arī citu tautu mitoloģijā. Dažos Padomju Savienības apgabalos ir saglabāties tads nostāsts. Dzīvojušas reiz septiņas māsas skaistule. Par tām uzzinājuši septiņi laupītāji un kādā naktī vienu māsu pašu jaunāko nolaupījuši. Palikušas tikai sešas māsas — sešas zvaigznes Sietiņa. Bet arī laupītāji saņēmuši bargu sodu — tiem visu mužu jastaiga ap ziemeļpolu. Tauta šos septiņus laupītājus sauc par Lielo Lāci. Arī nolaupīta māsa redzama namā no laupītājiem mugura (Liela Lāča kausis, roktura, videja Micars ar Alkoru).

Spriežot pēc šīm teikām, var domāt, ka septiņa Sietiņa zvaigzne kadreiz bijusi daudz spožāka, bet tad kaut kādu iemeslu dēļ savu spožumu samazinājusi. Iespējams, ka tā bija Plejone, jo zvaigznei vēl tagad novērojami gāzu izvirdumi.

Jaunākie pētījumi rāda, ka Plejades ir ap 250 zvaigžņu. Tas visas pievēr pie galvenās secības, izņemot vienu balto punduri, kas atklāts pēdējos gados. Visa kopa ietīta gāzu un putekļu mākonī, kas ļoti redzams fotogrāfijās ar pietiekoši lielu ekspozīciju. Iespējams, ka dižu miglajs

Pleja





30. att. Sena zvaigžņu karte. Zīmējuma apakšējā daļā redzami ziemas zvaigznāji — Vērsis, Orions, Dviņi, Lielais Suns un Mazais Suns.

ir daudz lielāka un blīvāka miglāja atliekas, no kura kādreiz izveidojušās kopas zvaigznes.

Valējās zvaigžņu kopas ir diezgan nestabilas un tātad jaunas zvaigžņu apvienības. Galaktikas gravitācijas lauka iedarbības rezultātā tās maina savu formu un samērā ātri izirst. Tāds liktenis sagaida arī Plejādes. To vecums, domājams, ir daži desmiti miljoni gadu, bet paies vēl 1—2 miljardi gadu un Plejādes pie debesīm vairs nebūs atrodamas, jo zvaigžņu kopas zvaigznes būs izklīdušas apkārtējā telpā.

Netālu no spožākās Vērša zvaigznes α jeb Aldebarana atrodas Zemei tuvākā valējā zvaigžņu kopa Hiādes. Līdz tai ir tikai 130 gaismas gadu. Nelielā attāluma dēļ kopas zvaigznēm piemīt ievērojamas īpatnējās kustības, kas visas vērstas vienā virzienā. Kopīgais kustības virziens liecina, ka šīs samērā lielā debess apgabalā izkaisītās zvaigznes ir saistītas savā starpā un veido vienu zvaigžņu saimi. Hiādes diezgan strauji attālinās no mums. Pirms 80 000 gadiem tās atradās apmēram 2 reizes tuvāk Saulei, bet vēl pēc dažiem desmitiem miljoniem gadu aizies tik tālu, ka ar neapbruņotu aci vairs nebūs saskatāmas.

Hiādēs ir ap 350 zvaigžņu; starp tām ir arī daži sarkanie milži. Vispār

ši kopa ir aukstāka un arī vecāka par Plejādēm. Tās vecums ir apmēram viens miljards gadu.

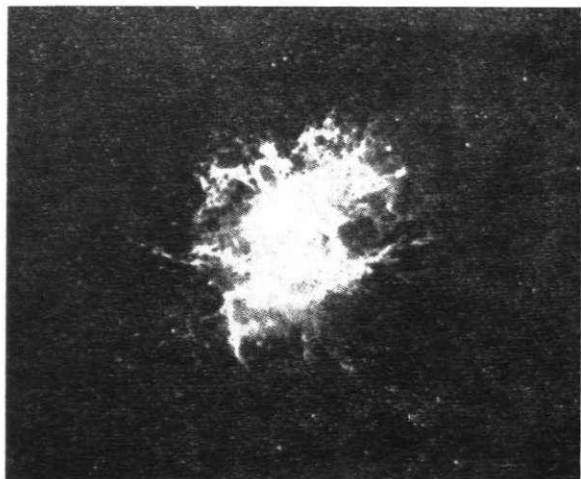
Spožākā Vērša zvaigzne Aldebarans ar Hiādēm nav saistīta un atrodas tikai 65 gaismas gadu attālumā no Saules. Tas ir sarkanais milzis, kura diametrs 40 reizi lielāks par Saules diametru. Aldebarans ir dubultzvaigzne. Taču tā pavadoņi — 13. lieluma zvaigznīte — amatieru instrumentos nav saskatāms.

Vērša zvaigznājā atrodas vēl viens interesants objekts — Krabja miglājs (skat. 31. att.). Saskatīt to iespējams tikai spēcīgā binoklī vai teleskopā vāji mirdzoša plankumiņa veidā zvaigznes ζ tuvumā. Krabja miglājs ir izveidojies pārnovas uzliesmojuma rezultātā 1054. gadā. «Zvaigzne — viešņa» — tā pārnova nosaukta senajās ķīniešu un japāņu hronikās parādījās 1054. gada 4. jūlijā un bija redzama ar neapbruņotu aci gandrīz divus gadus; pirmās 23 dienas pēc uzliesmojuma — pat dienā. Šai grandiozajā katastrofā no zvaigznes izsviestās gāzes arī izveidoja miglāju. Vēl tagad tā izplešanās ātrums ir apmēram 1100 km/sek., kamēr parasto miglāju kustības ātrumi nepārsniedz 22—30 km/sek. Miglāja centrā redzama neliela, neparasti karsta zvaigznīte — domājams, bijusi pārnova. Dažādi autori tās virsmas temperatūru novērtē ar 150 000 — 500 000 grādiem.

Radioastronomiem Krabis ir pazīstams kā spēcīgs radiostarojuma avots «Vērsis A», bet pēdējo gadu pētījumi rāda, ka tas izstaro arī rentģena starus. Pēdējais atklājums ir diezgan neparasts: pagaidām vēl ne no viena cita miglāja, kas izveidojušies pārnovu uzliesmojumu rezultātā, kaut cik jūtams rentģena starojums nav novērots.

Vērša η jeb Alcione (spožākā zvaigzne Plejādēs), θ (Hiādēs) un τ ir dubultzvaigznes, bet λ — aptumsuma maiņzvaigzne ar 3,94 dienu periodu.

Aplūkojot skaistos zvaigznājus, neaizmirsīsim arī planētas. Ziemas mēnešos Vērša zvaigznājā redzama dižā planēta Jupiters. 1965. gada 18. de-



31. att. Krabja miglājs spēcīgs rentģena staru avots un trešais intensīvākais kosmiskais radioavots pie debess sfēras.

decembrī tā atrodas opozīcijā — vienā taisnē ar Sauli un Zemi. Tās redzamais diametrs tad ir 44", spožums — 2,3. Tālskatī labi redzami arī četri Jupitera pavadoņi.

Rubīnsarkanais Marss redzams ziemas mēnešos tūlīt pēc Saules rieta debess rietumu pusē. Turpat var aplūkot mūsu Zemes tuvāko kaimiņieni Venēru. 21. decembrī tā sasniedz vislielāko spožumu (—4,4). Tās redzamais diametrs tad ir 42", bet ar nelielu tālskatī var labi saskatīt Venēras fāzi. Tā šai laikā izskatās kā Mēness pirms pirmā ceturkšņa. Janvāra sākumā Venēra vēl ir vakara zvaigzne, bet mēneša vidū tā kļūst jau par rīta zvaigzni. Tā paceļas virs apvāršņa neilgi pirms Saules lēkta un tad pazūd Saules staros.

Saturns decembrī un janvārī novērojams nakts pirmajā pusē Ūdensvīra zvaigznājā, bet februāra beigās šī planēta noriet tūlīt pēc Saules rieta.

Sniegsim vēl ziņas par mūsu uzticīgā pavadoņa — Mēness kustību. Tā labi pārskatāma tabulā.

Mēness fāzes ziemā:

● (jauns Mēness)

23. decembrī	plkst.	0 st 03 ^m ,
21. janvārī		18 47
20. februārī		13 50

☾ (pirmais ceturksnis)

31. decembrī	plkst.	04 st 47 ^m ,
29. janvārī		22 49,
28. februārī		13 15.

☾ (pilns Mēness)

7. janvārī	plkst.	08 st 16 ^m ,
5. februārī		18 58
7. martā		04 46

☾ (pēdējais ceturksnis)

13. janvārī	plkst.	23 st 00 ^m ,
12. februārī		11 53
14. martā		03 19

Mēness perigejā

(vistuvāk Zemei) atrodas:

8. janvārī	plkst.	13 st ,
6. februārī		01
6. martā		14

Mēness apogejā

(vistālāk no Zemes) atrodas:

27. decembrī	plkst.	10 st ,
23. janvārī		22
20. februārī		00
19. martā		06.

Neaizmirsīsim *intensīvākās meteoru plūsmas:*

Ursīdas no 19. līdz 26. decembrim.

Kvadrantīdas no 1. līdz 5. janvārim (maksimums 3. janvārī).

S A T U R S

Jaunos ceļos — <i>N. Cimahoviča</i>	lpp. 1
Rentgena un γ staru astronomija — <i>A. Balklavs</i>	6
Fotogrāfijas izmantošana uzmērīšanas darbos — <i>K. Menzins</i>	21
Kas jauns astronomijā	
«Mariner-4» fotografē Marsu — <i>I. Pundure</i>	25
Bārija sarkanie milži — <i>I. Ikaunieks</i>	27
Svelpjošie atmosfēriki — <i>I. Lihters</i>	27
Barionu zvaigžņu masas defekts — <i>A. Balklavs</i>	31
Vistālākie objekti Visumā — <i>A. Alksnis</i>	32
Zvaigžņu spektri laboratorijas eksperimentā — <i>M. Jansons</i>	33
Astronomijas vēsture	
Kas tā ir — Saules meita? — <i>I. Rabinovičs</i>	36
Pirmā Mēness karte — <i>I. Daube</i>	40
Astronomija skolā	
Par Lielas Oktobra socialistiskās revolūcijas kalendāro datumu — <i>I. Rabinovičs</i>	41
Ateista stūritis	
Saulē un dievu dzimšana — <i>V. Nesterovs</i>	43
Jaunas grāmatas	
Civilizācijas Visumā — <i>N. Cimahoviča</i>	44
Ziemas nakts mirdzumā — <i>Ā. Alksne</i>	45

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО

ЗИМА 1966 ГОДА

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1966. GADA ZIEMA

Vāku zīmējis *V. Zirdziņš*. Redaktore *A. Feldhūne*.
Tehn. redaktore *E. Poča*. Korektore *I. Ozola*. No-
dota salikšanai 1965. g. 11. novembrī. Parakstīta
iespiešanai 1966. g. 11. janvārī. Papīra formāts
70×90/16. 3,25 fiz. iespiedl.; 3,8 uzsk. iespiedl.;
3,61 izdevn. l. Metiens 1700 eks. JT 17007. Maksā
12 kap.

Izdevniecība «Zinātne»
Rīgā, Smilšu ielā Nr. 1
Iespiesta Latvijas PSR Ministru Padomes Valsts
preses komitejas Poligrāfiskās rūpniecības pārvaldes
paraugtipogrāfijā Rīgā, Puškina ielā Nr. 12.
Pasūt. Nr. 4226.



IZDEVNIECĪBA «ZINĀTNE»