

Zvaigžņotā

DEBESS

1964. GADA RUDENS

1964. G. RUDENS

LATVIJAS PSR ZINĀTŅU AKADEMĪJAS
ASTROFIZIKAS LABORATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKS GADALAIKU IZDEVUMS

A. BALKLAVS

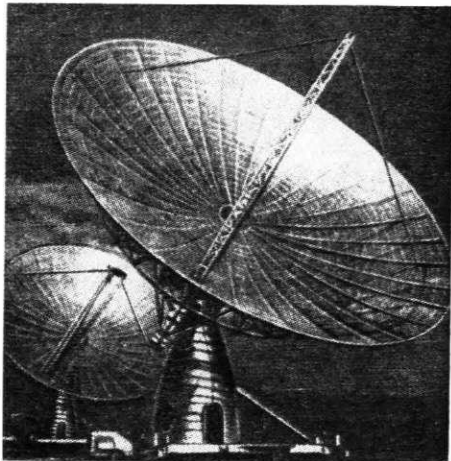
SUPERZVAIGZNES

Ne vienreiz vien lasītājs «Zvaigžnotās debess» lappusēs jau iepazīstināts ar īpatnējām zvaigžņu pasaulēm — radiogalaktikām¹, kas kā optiskā, tā radiospožuma ziņā daudzkārt pārspēj visus citus līdz šim pazīstamos Visuma objektus. Procesī, kas norisinās radiogalaktikās, izrādījās tik grandiozi, ka pilnīgi pārsteidza zinātniekus, tai skaitā arī astronomus, kam pēc savas profesijas, šķiet, vajadzētu būt pieradušiem pie neparastiem mērogiem un pārsteidzošām parādībām. Tagad bez pārspilējuma var apgalvot, ka radiogalaktiku problēma pēdējos desmit gados ir kļuvusi par vienu no centrālajām problēmām astrofizikā. Astrofiziķi cenšas noskaidrot, kas tad ir tās kolosālās enerģijas avots, kura ģenerēto relativistisko daļiņu sinhrotrono starojumu² mēs novērojam ar optiskajiem un radio-teleskopiem. Ar katru dienu kļūst skaidrāks, ka problēmas atrisinājums meklējams radiogalaktiku kodolu aktivitātē, procesos, kas tajos norisinās. Uz šo procesu izcilo nozīmi galaktiku dzīvē jau sen vērš uzmanību akademiķis V. Ambarcumjans. Bet kādi gan ir šie kodoli un procesi, kas tajos notiek?

Zinātne vēl nespēj dot uz šo jautājumu izsmelto atbildi, tomēr pēdējos divos gados astronomijā, tai skaitā radioastronomijā, ir izdarīti vairāki izcili atklājumi, kas mūs ļoti tuvinājuši šim mērķim. Runa ir par jaunu Visuma objektu atklāšanu, kas iemantojuši superzvaigžņu nosaukumu. Daudzi zinātnieki uzskata, ka superzvaigžņu atklāšana pēc savas

¹ Sk. N. Cimahovičas rakstu «Radiogalaktikas» (Zvaigžnotā debess, 1959. gada vasara, 1. lpp.) un A. Balklava rakstu «Neparastās zvaigžņu pasaules» (Zvaigžnotā debess, 1963. gada pavasaris, 1. lpp.).

² Relativistisko daļiņu sinhrotrons starojums ir elektromagnētiskie viļņi, ko izstaro elementārdaļiņas (elektroni u. c.), gandrīz ar gaismas ātrumu šķērsojot magnētisko lauku.



1. att. Kalifornijas tehnoloģiskā institūta divantenu radiointerferometrs ar mainīgu bāzi. Paraboloidu diametrs — 30 m.

nozīmes ir salīdzināma ar sarkanās novirzes atklājumu tālo galaktiku spektros un ka šis atklājums ievirzījis zinātni par Visumu jaunā attīstības fāzē. Pēc šī ievada īsumā aplūkosim, kas tad īsti ir superzvaigznes.

Vispirms, kā tas līdzīgos gadījumos parasts, mazliet vēstures. Superzvaigžņu ēru visumā var iesākt ar 1960. gadu, kad Kalifornijas tehnoloģiskā institūta (ASV) radioastronomi pazīstamā Kembridžas trešā radioavotu kataloga 48. objektu (3C 48) identificēja ar ne visai spožu, tikai 16. vizuālā lieluma zvaigzni, ko aptvēra ļoti mazs un vājš miglāja riņķītis (1. attēlā parādīts instruments, ar kura palīdzību precizētas daudzu radioavotu koordinātes). Jau šis fakts vien piesaistīja neparastajam objektam astronomu uzmanību, jo, kā labi zināms, zvaigznes radioviļņu diapazonā

staro ļoti vāji, un šī iemesla dēļ tikai mums tuvākās zvaigznes — Saules radiostarojumu varam uztvert ar radioteleskopiem. Lai pilnīgāk izpētītu fizikālos apstākļus un procesus, kas norisinās šajā savdabīgajā objektā, vajadzēja iegūt tā optisko spektru.

Zvaigznes spektrs, ko drīz vien arī ieguva, izrādījās ļoti divains, ar neparastu absorbcijas un emisijas līniju kombināciju, starp kurām tomēr trūka zvaigžņu spektriem tik raksturīgo ūdeņraža līniju. Ipatnējais spektrs, kā arī tas, ka šīs zvaigznes tuvumā nebija citu atbilstošu objektu, kuriem varētu «uzvelt atbildību» par radiostarojumu, neļāva šaubīties, ka šī zvaigzne tiešām ir radioavots 3C 48. Radioastronomi nosprieda, ka beidzot atklāta pirmā īstā radiozvaigzne, viena no zvaigznēm, ko viņi tik sen un tik neatlaidīgi bija meklējuši. Sākumā starp radioastronomiem valdīja uzskats, ka radioavots 3C 48 ir pārnovas sprādziena rezultāts līdzīgi slavenajam Krabja miglājam, tikai daudz jaunāks un tālāks.

Pēc kāda laika ar 17. vizuālā lieluma zvaigznīti identificēja vēl vienu punktveida radioavotu — 3C 286. Zvaigznes spektru ieguva ar Palomāra kalna observatorijas (ASV) pasaulē lielākā 5 metru reflektora palīdzību pēc vairāku stundu ekspozīcijas. Spektrs izrādījās vēl divaināks nekā 3C 48. Tajā bija tikai viena vāja un izplūdusi absorbcijas līnija ar viļņu garumu $\lambda = 4390 \text{ \AA}$ un spoža emisijas līnija ar $\lambda = 5170 \text{ \AA}$. Šī pēdējā līnija līdz šim nebija sastapta neviena kosmiskā objekta spektrā, un to neizdevās identificēt ne ar vienu zināma elementa spektrālo līniju.

Līdzīgs stāvoklis bija arī ar citiem radioavotiem — 3C 147, 3C 196 un 3C 273, kurus tāpat identificēja ar vairāk vai mazāk spožām zvaigznēm un sākumā uzskatīja par mūsu zvaigžņu sistēmas — Galaktikas locekļiem. Jautājums, kā izskaidrot šo zvaigžņu spektrus, palika atklāts.

Un tikai pavisam nesen, 1963. gada martā, jaunais holandiešu astronoms M. Smidts, kas strādāja Palomāra un Vilsona kalna observatorijās, beidzot deva atbildi uz šo jautājumu. Emisijas līniju seriju 12,6. vizuāla lieluma radiozvaigznes 3C 273 spektrā viņam izdevās identificēt ar ūdeņraža Balmera sērijas līnijām. Ūdeņraža līnijas parasti redzamas spektra dzeltenī un violetajā daļā, turpretī 3C 273 spektrā tās bija nobīdītas tālu spektra sarkanajā daļā. Tātad objekta 3C 273 spektrs izrādījās ar sarkano novirzi! Sarkano novirzi, kā zināms, var izskaidrot ar objekta attālināšanos no novērotāja, un to izraisa pazīstamais Doplera efekts.

Spilgti izteikta sarkanā novirze ir tālo galaktiku spektra raksturīga īpašība. Lielā sarkanā novirze radioavota 3C 273 spektrā norādīja uz to, ka šis objekts nebūt nav mūsu Galaktikas zvaigzne, kā to sākumā domāja, bet ka tas ir ārpusgalaktikas veidojums. Spektra līniju novirzes lielums ļauj noteikt ātrumu, ar kādu objekts attālinās no novērotāja. Aprēķinot šo ātrumu radioavotam 3C 273, tas izrādījās apmēram 50 000 km/sek.

M. Smidta atklājums deva iespēju izskaidrot arī pārējo radiozvaigžņu spektrus. Tā, piemēram, radioavota 3C 48 spektra līnijas izdevās identificēt ar jonizētā skābekļa un jonizētā neona aizliegtajām līnijām un jonizētā magnija rezonanses līniju. Sarkanās novirzes lielums rādīja, ka 3C 48 attālinās no mums ar 90 000 km/sek lielu ātrumu.

Izmantojot amerikāņu astronoma E. Habla atklāto likumu, ka ārpusgalaktiku objektu attālināšanās ātrumi ir tieši proporcionāli attālumiem līdz šiem objektiem, varēja noteikt attālumus līdz minētajiem radioavotiem. Attālums līdz 3C 273 izrādījās ap 2 miljardi gaismas gadu, bet attālums līdz 3C 48 — apmēram 3,6 miljardi gaismas gadu. Un tomēr, neskatoties uz milzīgajiem attālumiem, objekti, kā jau atzīmēts, bija diezgan spoži.

Piemēram, objektu 3C 273, kura vizuālais lielums ir 12^m,6, var novērot pat ar amatieru teleskopiem, turpretī parastās galaktikas tik milzīgos attālumos tikai ar grūtībām saredzamas pasaules lielākajos teleskopos. Tas liecināja par šo objektu ļoti lielo starjaudu. Tiešām, zinot attālumu līdz objektam un tā vizuālo lielumu, var viegli noteikt to enerģijas daudzumu, ko tas izstaro, t. i., tā spožumu. Izrādījās, ka 3C 48 un 3C 273 spožuma ziņā vairāk nekā 100 reizes pārsniedz mūsu Galaktiku un apmēram 10 reizes — visspožākās eliptiskās galaktikas. Visuma ir grūti atrast objektus, kas starjaudas ziņā varētu ar tiem sacensties.

Un tad nāca vislielākais pārsteigums — īsta sensācija. To sagādāja minēto objektu fotogrāfiskās vēstures pētījumi, izmantojot maiņzvaigžņu

dienesta fotogrāfijas, jo izrādījās, ka uz daudzām no tām bija fiksēti arī šie objekti. Sevišķi sīki padomju un amerikāņu astronomiem izdevās izsekot spožākā objekta — 3C 273 fotogrāfiskajai vēsturei, jo tas bija fiksēts uz vairākiem simtiem fotoplašu. Lai noteiktu 3C 273 spožumu, to salīdzināja ar trim pastāvīga spožuma zvaigznēm, kuru spožums bija labi zināms un kuras arī bija fiksētas uz tām pašām plātēm.

Padomju astronomi J. Jefremovs un A. Sarovs, izskatot vairāk nekā 50 Maskavas observatorijas fotoplates, no kurām vecākā bija datēta ar 1896. gadu, atklāja, ka 3C 273 spožums mainās robežās no $12^m,0$ līdz $12^m,7$. Tika konstatētas arī nelielas spožuma izmaiņas — par apmēram $0^m,2$ — $0^m,3$ — dažu diennakšu lielā intervālā.

Amerikāņu astronomi H. Smits un D. Hofleits izskatīja bagāto Harvarda universitātes fotoplašu kolekciju un atrada 600 fotoplates, uz kurām bija fiksēts 3C 273. Tas deva viņiem iespēju atklāt 3C 273 periodiskas spožuma izmaiņas ar periodu apmēram 10 gadi un spožuma izmaiņu amplitūdu $0^m,6$. Viņi konstatēja arī mazākas spožuma izmaiņas, kas ilga apmēram nedēļu. Interesanti atzīmēt, ka gan padomju, gan amerikāņu astronomu ziņojumi tika iesniegti publicēšanai vienā un tai pašā dienā — 1963. gada 9. aprīlī.

Līdzīgas spožuma izmaiņas konstatētas arī 3C 48. Šī objekta fotoelektriskie mērījumi, ko veica amerikāņu astronoms A. Sendeidžs, uzrādīja spožuma izmaiņas par $0^m,4$ apmēram mēneša laikā un par $0^m,1$ — dažu diennakšu laikā.

Pārējie objekti izrādījās pārāk vāji, lai varētu konstatēt to spožuma izmaiņas.

Tātad 3C 48, 3C 273 un, domājams, arī pārējie minētie radioavoti ir mainīga spožuma objekti. Šis atklājums jau slēpa sevī sensāciju, jo atarastie spožuma izmaiņas periodi ļāva aptuveni novērtēt mainīgi starojošā objekta izmērus un galu galā arī tā masu. Tiešām, spožuma izmaiņas vai uzliesmojumu īslaicīgais raksturs nepieļauj domu, ka tie varētu būt saistīti ar procesiem, kas aptver veselu galaktiku. Galaktiku izmēri, kā labi zināms, sasniedz vairākus desmitstokstošus gaismas gadu. Tādēļ jebkurš fizikāls process, kuram izplatoties pa visu galaktiku notiktu tās spožuma izmaiņa, varētu aptvert visu galaktiku tikai vairākos desmitstokstošos gados. Turklāt šādam procesam vajadzētu izplatīties ar gaismas ātrumu un tā sākotnējam ierosinājumam vajadzētu pastāvēt visu laiku, kamēr tas aptvertu visu galaktiku.

Tādēļ atklātie īslaicīgie spožuma izmaiņas periodi ļāva secināt, ka objekta izmēri, ar kuru saistītas ievērojamās spožuma izmaiņas, ir samēra niecīgi un nevar būt daudz lielāki par gaismas nedēļu, t. i., apmēram $1,2 \cdot 10^{16}$ cm. Pie līdzīga secinājuma patstāvīgi nonāca arī Vilsona kalna observatorijas astronoms Dž. Ouks, pētot enerģijas sadalījumu radioavota

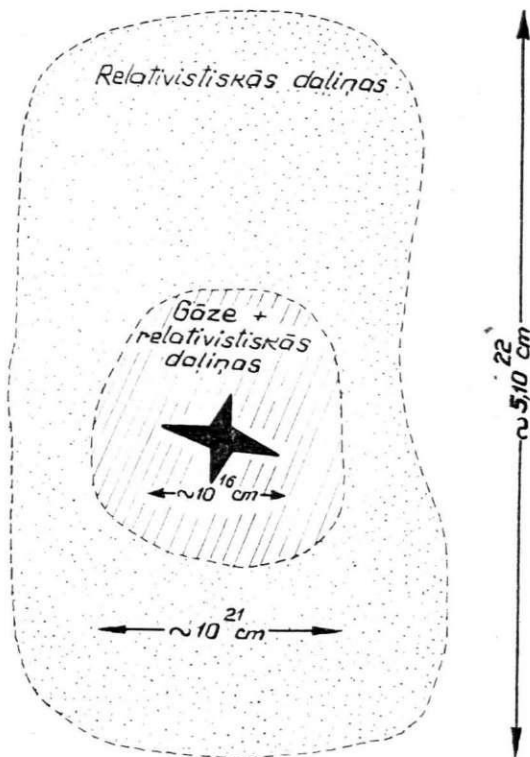
3C 273 spektrā un nosakot tā efektīvo temperatūru¹, jo, zinot efektīvo temperatūru un objekta spožumu, var viegli aprēķināt izstarojošās virsmas laukumu un līdz ar to objekta rādiusu. Radioavota 3C 273 efektīvā temperatūra izrādījās 16 000°K, tātad objekta izmēri ir apmēram $4 \cdot 10^{16}$ cm. Tas nozīmē, ka objekta diametrs ir 100 000 reižu lielāks par Saules diametru un pārsniedz pat visas Saules sistēmas diametru. Novērojumu rezultāti ļāva aprēķināt arī radioavota 3C 273 mainīgā spožuma objekta masu. Tā izrādījās 10^6 — $10^7 M_{\odot}$, kur M_{\odot} apzīmē Saules masu.

Līdz ar to kļuva skaidrs, ka Visuma bezgalīgajos plašumos atklāti kvalitatīvi jauni objekti — milzīgi zvaigžņveidīgi veidojumi, kuru masas ir miljoniem reižu lielākas par Saules masu. Gigantiskie objekti ieguva atbilstošu nosaukumu — superzvaigznes. Šis jaunais izcilais atklājums, protams, radīja arī jaunas problēmas, jo jautājumi, kas saistījās ar šādu objektu dabu un evolūciju, bija un vēl joprojām ir ļoti neskaidri. Taču šis atklājums pavēra arī iespējas, par kurām vēl gadu iepriekš nevarēja pat sapņot.

Superzvaigžņu ārkārtīgi spēcīgais radio un optiskais starojums jau pats par sevi vedināja uz domām saistīt ar tām neskaidro jautājumu par radiogalaktiliku starojuma enerģijas avotu. Varbūt tieši superzvaigznes ir radiogalaktiliku noslēpumainie kodoli un to kolosāli intensīvo procesu cēloņi, kuru gaitā pasaules telpā tik izšķērdīgi tiek izstaroti fantastiski enerģijas daudzumi?

Šis jautājums pašlaik atrodas zinātnieku uzmanības centrā. Pirmie pētījumi šajā virzienā jau veikti, un pēc pašreizējiem uzskatiem visas piecas līdz šim atklātās superzvaigznes ir lielu radiogalaktiliku sākotnējās attīstības stadijas, t. i., radiogalaktilikas sāk savu attīstību kā superzvaigznes. Par to liecina uz novērojumu pamata izveidotais spožākā radioavota 3C 273 modelis, kas ir tipisks šīs klases radioavotu pārstāvis. Radioavota centrā atrodas radiozvaigzne, kuras izmēri ir apmēram 10^{16} cm (2. att.). Radiozvaigzne izstaro milzīgus redzamās gaismas daudzumus. Starojums diezgan ātri un nekārtīgi mainās. Tā spektrs ir nepārtraukts. Radiozvaigzni ietver gāzu un relativistisku daļiņu apvalks, kura masa ir vairāk tūkstoš reižu lielāka par Saules masu. Apvalks izplešas ar milzīgu ātrumu — 1000 km/sec. Apvalka izmēri pašreizējā momentā ir apmēram 10^{21} cm. Apvalku aptver relativistisku daļiņu mākonis, ko caurauj magnētiskie lauki ar sarežģītu struktūru. Šajā mākonī, relativistiskajiem elektroniem bremzējoties magnētiskajos laukos (lauku stiprums ir apmēram 10^{-3} — 10^{-4} erstedī), rodas avota radiostarojums, kas tātad ir sinhrotronas dabas. Arī mainīgais avota optiskais starojums, droši vien, ir sinhrotronas dabas.

¹ Efektīvā temperatūra ir tada absolūti melna ķermeņa temperatūra, kura laukuma vienība laika vienībā izstaro tādu pašu enerģijas daudzumu kā salīdzināmā ķermeņa laukuma vienība laika vienībā.



2. att. Radioavota 3C 273 B uzbūves shēma.

To rada relativistiskie elektroni, bremzējoties apvalka magnētiskajos laukos, kas apvalkā ir daudz spēcīgāki ($10-100$ erstedī).

Ainu, kādu rāda 2. attēls, var izskaidrot kā milzīga (ar masu $10^7-10^8 M_{\odot}$) kosmiskā ķermeņa — superzvaigznes kolosālu eksploziju, kas notikusi pirms vairākiem desmit vai simttūkstošiem gadu. Sākumā šī ķermeņa kodols bija kvazistacionārs un aizņēma apgabalu, kura izmēri bija daudz mazāki par 10^{16} cm. To aptvēra blīvs gāzu mākonis, kas bija apmēram tūkstoš reižu blīvāks nekā pašreiz un pilnīgi aizturēja kodola starojumu. Kad kodols eksplodēja, superzvaigzne sāka «uzpūsties», t. i., tās lineārie izmēri sāka pieaugt. Sprādziena rezultātā ģenerētais milzīgais elektromagnētiskā starojuma un kosmisko staru spiediens dzina kodolu aptverošo gāzu mākonī no kodola projām. Apmēram simt vai tūkstoš gadu pēc eksplozijas radioavots 3C 273 bija ļoti karsta un necaurspīdīga gāzu lode ar ātri (1000 km/sec) pieaugošiem izmēriem. Gāzu mākonis, arvien vairāk un vairāk attālinoties no kodola, izkliedējās

telpā un kļuva caurspīdīgs. Superzvaigznes varenais optiskais starojums izlauzās pasaules telpā, un tā kļuva redzama. Tālākā attīstības gaitā apvalks, attālinoties arvien vairāk, izkliedēsies, un pēc vairākiem miljoniem gadu to vairs nevarēs saredzēt, tāpat kā dūmu mākonī labu laiku pēc šrapneļa sprādziena.

Tādu superzvaigznes vēlāku attīstības stadiju, pēc zinātnieku domām, nesen izdevies konstatēt amerikāņu astronomiem K. Linsam un A. Sendeidžam. Runa ir par galaktiku M 82. Tās fotogrāfijā (3. att.) H_{α} līnijas gaismā skaidri redzamas gāzu šķiedras, kas, kā rāda mērījumi, attālinās no galaktikas centra ar tādu pašu ātrumu kā 3C 273 apvalks, t. i., ap 1000 km/sec. Domājams, ka šajā gadījumā novērojam kosmiska ķermeņa ar masu apmēram $5 \cdot 10^6 M_{\odot}$ eksploziju, kas notikusi pirms $1,5$ miljoniem gadu.

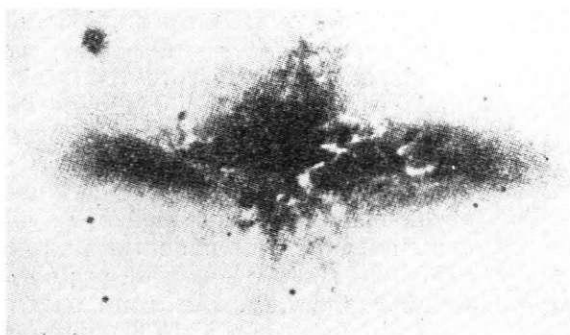
Otrs šāds superzvaigznes eksplozijas gadījums, domājams, ir pazīs-

tamā radiogalaktika M 87 (4. att.). Arī šīs galaktikas novērojumi rāda gāzu masu attālināšanos no galaktikas centra ar ātrumu apmēram 1000 km/sek. No tā var secināt, ka superzvaigznes eksplozija notikusi tikai pirms 5—10 tūkstošiem gadu. Eksplozijas spēks šai gadījumā bijis desmitiem tūkstošu reīzu mazāks nekā radioavotā 3C 273.

Kā galaktikai M 82, tā arī galaktikai M 87 centrā nav novērojams spožais kodols — radiozvaigzne. Tas rāda, ka spožas radiozvaigznes rodas ne visu superzvaigžņu eksploziju rezultātā, bet acīmredzot tikai sevišķi masīvu superzvaigžņu gadījumā, un ka radiozvaigžņu mūžs, lai arī dažos gadījumos stipri liels, tomēr ir ierobežots.

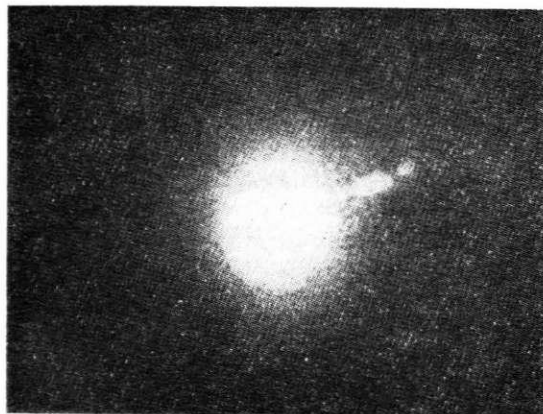
Tāpat eksplozijas laikā superzvaigznes ārējie slāņi — tās gāzu apvalks tiek aizsviests projām ar ātrumu ap 1000 km/sek. Superzvaigznes iekšējās daļas — tās kodols, atbrīvojies no milzīgiem enerģijas daudzumiem, sāk sarauties. Saraušanās notiek ļoti strauji, t. i., tai ir katastrofāls raksturs. Šī kolapsveidīgā saraušanās procesa rezultātā izdalās milzīgi gravitācijas enerģijas daudzumi un kodola rādiusa izmēri tuvojas t. s. gravitācijas rādiusam¹. Ļoti iespējams, ka šī enerģija izdalās relatīvis-

¹ Gravitācijas rādiuss dotajam masas daudzumam ir tādas sfēras rādiuss, uz kuras virsmas otrais kosmiskais ātrums (atrašanās ātrums no ķermeņa) ir vienāds ar gaismas izplatīšanās ātrumu. Ķermenim ar masu $1 M_{\odot}$ gravitācijas rādiuss ir vienlīdzīgs 3 km, bet superzvaigzni ar masu $3 \cdot 10^7 M_{\odot}$ tas ir 10^{13} cm.



3. att. Galaktikas M 82 fotografija (negatīvs) H α līnijas gaisma.

4. att. Galaktikas M 87 (radioavots Jau-nava A) fotogrāfija.



tisko daļiņu veidā, kuru starojumu magnētiskajos laukos mēs novērojam. Kad radiozvaigznes izmēri kļūst vienādi ar gravitācijas rādiusu, tā kļūst neredzama, jo no tās praktiski vairs nespēj atrauties nekāda veida starojums. Tomēr šāda radiozvaigzne ar savu kolosālo gravitācijas lauku desmitiem tūkstošiem gadu ilgi atstās ļoti lielu iespaidu uz apkārtnējo vidi. Tā pievilks jonizētās gāzes masas, kuru blīvums zvaigznes apkārtnē pieaugs. Pieaugs arī magnētiskā lauka intensitāte, kas saistīta ar jonizētās gāzes masām. Šādos apstākļos, kā rāda aprēķini, notiks ladēto daļiņu paātrināšanās. Pēc padomju zinātnieka J. Sklovskā domām, vispirms tiks paātrināti smagie kodoli un protoni, bet relativistiskie elektroni radīsies šo kodolu sadursmēs. Elektronu paātrināšanos kavē lielle enerģijas zudumi izstarojuma un apgrieztā Komptona efekta dēļ.

Apgrieztā Komptona efekta gadījumā notiek elektronu izkliede uz gaismas kvantiem, ko izstaro zvaigzne. Izkledes procesa rezultātā elektrona enerģija samazinās, bet fotona enerģija pieaug. Pēc savas dabas zudumi Komptona efekta dēļ ir radniecīgi zudumiem sinhrotronā starojuma dēļ, jo abos gadījumos notiek elektrona paātrināšanās laukā (paātrinājums tikai ir negatīvs): pirmajā gadījumā — gaismas viļņa elektromagnētiskajā laukā, otrajā — magnētiskajā laukā. Zudumi apgrieztā Komptona efekta dēļ var būt tikpat lieli un pat mazliet lielāki par zudumiem sinhrotronā starojuma dēļ. Apgrieztā Komptona efekta dēļ siltuma starojuma fotoni kļūst par γ staru fotoniem. Tas nozīmē, ka radioavotiem, kas radušies superzvaigžņu eksploziju rezultātā, ir jābūt arī intensīviem γ starojuma avotiem. Uz šo faktu vērsuši uzmanību padomju zinātnieki V. Ginzburgs, L. Ozernojs un S. Sirovatskis. Šāda γ starojuma atklāšana butu superzvaigznes optiskā starojuma sinhrotronās dabas svarīgs pierādījums, un tas ļautu arī dziļāk izprast procesus, kas norisinās superzvaigžņu atmosfērā. Superzvaigžņu pētīšanā gamma astronomijai pavērtos plašas iespējas sadarboties ar radioastronomiju. Diemžēl, γ staru teleskopi vēl nav radīti. Tas ir rītdienas zinātnes uzdevums.

Kā redzējām, veikti tikai pirmie aprēķini un gūtas tikai pirmās atziņas. Uz to pamata izveidojies pirmais priekšstats par superzvaigznēm un to lomu galaktiku enerģētiskajos procesos. Šis priekšstats, droši vien, vāji atspoguļo īstenību, un tālākie pētījumi liks to pamatīgi izmainīt un papildināt. Par to nav jābrīnās, jo superzvaigznes ir jauni zinātnes objekti. Vēl 1962. gadā par to eksistenci nevienam nebija ne jausmas. Vēl vairāk, kopš pazīstamā fiziķa Dž. Džīnsa laikiem valdīja uzskats, ka nav iespējama tādu zvaigžņu eksistence, kuru masas pārsniegtu $1000 M_{\odot}$. Neizsmējami daudzveidīgā daba likusi mainīt šos uzskatus, un šodien superzvaigznes visā savā varenumā stāv zinātnes priekšā, gaidot savas eksistences izskaidrojumu. Tas tiek meklēts ar pazīstamo mēģinājumu un kļūdu metodi. Kā teiktu senie latīņi — «per aspera ad astra», ko mūsu gadījumā varētu pārfrazēt arī tā: «caur kļūdainiem priekšstatiem uz pa-

tiesību». Tomēr ļoti iespējams, ka superzvaigžņu būtība jau šodien uzverta puslīdz pareizi. To parādīs turpmākie pētījumi.

Tāda īsumā ir superzvaigžņu atklāšanas vēsture un tie novērojumi un spriedumi, kas liecina par to eksistenci, kā arī pašreizējie uzskati par procesiem, kas norisinās zem to apvalka. Novērotājiem un teorētiķiem būs vēl daudz jāstrādā, lai galīgi izprastu superzvaigžņu parādību — vienu no grandiozākajām un komplicētākajām parādībām Visumā. Bet pirmie veiksmīgie soļi, kas sperti šajā virzienā tik neilgā laika sprīdī, neļauj šaubīties par iznākumu. Superzvaigžņu mīkla tiks atminēta!

M. ELIASS

TROKŠŅI, FLUKTUĀCIJAS UN TEMPERATŪRA

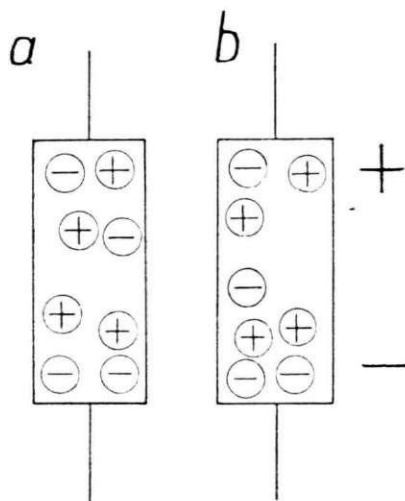
Klausoties ļoti tālu staciju, bieži nākas radiouztvērēja skaļuma regulatoru aizgriezt līdz galam. Tad blakus raidījumam dzirdama šņākoņa — uztvērēja paštrokšņi.

No šī nepatīkamā efekta nav brīvi arī uztvērēji, ar kuru palīdzību radioastronomi cenšas izdibināt kosmiskās telpas noslēpumus. Vēl vairāk, pagriežot antenu kāda radioavota virzienā, palielinās vienīgi šņākoņa, bet skaņas raksturs nemainās. Tātad uztvērēja paštrokšņi un radioteleskopa uztvertais signāls ir ļoti līdzīgi.

Šīs līdzības dēļ angļu radiolokatoru apkalpēm pēdējā kara laikā nācies krietni vien palauzīt galvas, jo pēkšņi uztvērēju paštrokšņi pieauga. Tā kā tas samazināja lokatoru jutību, operatori sāka meklēt iemeslu. Varēja jau būt, ka vācieši speciāli raidīja trokšņus, lai traucētu pretinieku. Bija taču visādi traucēšanas paņēmieni... Vajadzēja no traucētāja atrīvēties, tādēļ steidzīgi sāka meklēt vietu, pret kuru vērst artilērijas un aviācijas triecienu. Uzdevums izrādījās grūtāks, nekā sākumā domāja, jo vainīga bija... Saule. Pēc visa tā nav jābrīnās, ka Saules un tālu radioavotu signālus mēdz dēvēt par kosmiskajiem trokšņiem.

Vārds «trokšnis», droši vien, tiks lasītājam visai skeptiski uzņemt radioastronomu darba rezultātus. Mēģināsim šīs šaubas izklaidēt.

Kā noskaidrots, uztvērēja paštrokšņi rodas divās vietās: pretestībās un lampās. Pretestības vielā notiek nekārtīga elektronu kustība, kuru varētu salīdzināt ar odu deju siltā vasaras vakarā. Nav iespējams pateikt, kur nākamajā brīdī atradīsies elektrons, tādēļ katrā momentā vienā no pretestības galiem atrodas vairāk elektronu nekā otrā. Atcerēsimies, ka elektronam ir negatīvs lādiņš, tātad tas gals, kurā elektronu ir vairāk,



5. att. Trokšņu spriegumu rašanās pretestībā: *a* — katrā pretestības galā pozitīvo un negatīvo lādiņu (režģa jonu un elektronu) skaits ir vienāds; trokšņu spriegums ir nulle; *b* — no pretestības augšgala uz apakšējo pārgājis elektrons. Augšgals attiecībā pret apakšgala ir pozitīvs.

uzlādējas negatīvi, bet pretējais gals — pozitīvi. Tātad starp pretestības galiem rodas spriegums, kas mainās tikpat nekārtīgi kā elektronu skaits pretestības galos.

Brīdināsim lasītāju jau iepriekš: pieliekot voltmetru pretestības galiem, nekādas rādītāja svārstības neizdosies pamanīt, jo trokšņu spriegumi ir ļoti niecīgi. Tomēr radiouztvērējos un it īpaši jau radioteleskopu aparātūrā šāds spriegums ir ļoti jūtams, jo katrs signāls no ieejas līdz izejai tiek pastiprināts miljardiem un vēl vairāk reižu.

Elektronu kustības ātrumi pieaug līdz ar temperatūru, kas būtībā raksturo enerģiju. Jo ātrāka ir elektronu kustība, jo biežāk vienā pretestības galā izveidojas liels elektronu pārsvars, t. i., rodas liels spriegums starp pretestības galiem.

Zinātnieki ir atraduši, ka trokšņu vidējā jauda ir proporcionāla temperatūrai. Bet kas gan viņi būtu par zinātniekiem, ja neprastu šo citādi kaitīgo parādību izmantot savā labā! Viņi jautāja sev: kas notiktu, ja mēs ievietotu pretestību vidē, kuras temperatūra ir 0°K? Tad pretestība netrokšņotu nemaz. Bet ja to iegremdētu verdošā ūdenī? Tad trokšņi būtu lielāki nekā istabas temperatūrā. Bet tad jau mēs varam mērīt temperatūru! Pietiek ievietot pretestību vidē, kuras temperatūra mūs interesē, un izmērīt trokšņu vidējo jaudu.

Otrs trokšņu avots ir elektronu lampas. Lampā plūstošā strāva sastāv no elektroniem. Jo vairāk elektronu, jo lielāka strāva. Bet elektroniem neviens nevar iestāstīt, ka no katoda jāizlido ar vienādiem starplaikiem, bez

drūzmēšanās. Tāpat kā pretestībā, tie izvietojas nekārtīgi, un katrā momentā no katoda izlido cits elektronu skaits. Tā rodas anodstrāvas haotiskās izmaiņas, ko zinātnieki parasti sauc par fluktuācijām. Tās tiek pastiprinātas kopā ar derīgo signālu un traucē to.

Dažādos aprēķinos ērtāk ir uzskatīt, ka trokšņi rodas tikai pretestībā, kas atrodas uztvērēja ieejā. Iedomāsimies tādu uztvērēju, kura lampas nemaz netrokšņo; fluktuācijas izejā rada tikai trokšņi pretestībā, kas atrodas uztvērēja ieejā. Salīdzināsim to ar reālu uztvērēju, kuram trokšņi rodas arī lampās. Ācīmredzot reālajam uztvērējam izejā būs lielāka trokšņu jauda. Izmantosim tagad pretestības trokšņu jaudas atkarību no temperatūras un sasildīsim pretestību ideālā uztvērēja ieejā līdz tādai temperatūrai, ka trokšņu jaudas reāla un ideālā uztvērēja izejā kļūst vienādas. Šo temperatūru sauc par uztvērēja ekvivalento trokšņu temperatūru. Tā kā ideālu uztvērēju uzbūvēt nevar, tad ekvivalentā trokšņu temperatūra ir lielāka par apkārtējās vides temperatūru.

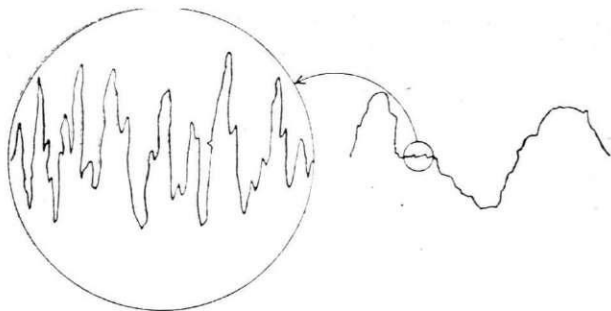
Ja radioteleskopa antenu pagriežam radioavota virzienā, tad, kā jau minēts, trokšņi uztvērēja izejā pieaug. Tā kā šo trokšņu raksturs ir tāds pats kā uztvērēja paštrokšņiem, tad arī tos varam raksturot ar efektīvu lielumu — antenas temperatūru, pieņemot, ka dotā viļņa garumā trokšņu jauda ir proporcionāla temperatūrai. Tiesa, šis lielums vēl neraksturo pašu radioavotu, jo uztvertā jauda ir atkarīga arī no antenas izmēriem. Tomēr, zinot tos, ir iespējams atrast t. s. spožuma temperatūru, kas raksturo pašu avotu.

Tādat signāls ir trokšņi, kam pāri klājas uztvērēja paštrokšņi. Pierakstā notiek nekārtīgas fluktuācijas ap signāla un trokšņu summas vidējās vērtības līniju. Rodas t. s. trokšņu celiņš. Jo lielāka ir trokšņu jauda, jo lielākas arī šīs svārstības. Ja izmaiņas signālā ir mazākas par trokšņu celiņa platumu, tad tās nebūs iespējams konstatēt. Trokšņu celiņa platumums, ko arī mēra temperatūras mērvienībās, ir svarīgs lielums, kas raksturo uztvērēja jutību. Jo šaurāks trokšņu celiņš, jo mazāku temperatūras izmaiņu varam konstatēt; tādat lielāka ir uztvērēja jutība.

Jutības uzlabošana radioastronomijā ir svarīgs jautājums, jo pētāmais starojums ir ļoti vājš; bieži vien vajag vairākas reizes novērot vienu un to pašu debess apgabalu, lai atrastu avotu, kas «paslēpies» uztvērēja paštrokšņos.

Uztvērēja paštrokšņi nav vienīgais kavēklis jaunu radioavotu atklāšanā. Arī paši avoti «rūpējas» par to, lai paliktu nezināmi. Ir zināms, ka, jo vājāki avoti, jo lielāks to skaits. Novērojot spēcīgu avotu, radioteleskopā nonāk arī starojums no vājiem avotiem. Tā kā katra vājā avota starojuma ir par maz, lai to konstatētu atsevišķi, tad radīsies iespaids, ka visa uztvērēja nonākusi enerģija rodas spēcīgajā avotā. Tā iezogas kļūda šī avota starojuma kvantitatīvajā novērtējumā.

Tomēr šī kļūda nebūtu bīstama, ja vājie avoti būtu regulāri sadalīti



6. att. Trokšņu un piesātinājuma efekta radītās fluktuācijas. Attēlots gadījums, kad piesātinājuma efektam ir galvenā loma. Trokšņi palielinātā veidā attēloti pa kreisi.

pa debess sfēru, t. i., tā, ka visos punktos starojums būtu vienāds. Tad kļūdu varētu noteikt un to izlabot. Diemžēl, vājie avoti izvietoti telpā nevienmērīgi: vietām to skaits ir diezgan liels, vietām ir tukšums. Tur, kur vājo avotu skaits ir liels, to summārais starojums var būt pietiekams, lai radioteleskops to reģistrētu. Pierakstā viss izskatīsies tāpat, it kā šeit būtu viens avots.

Ja šajā vietā atrastos tāds avots, kuru uztvērēja jutības dēļ tik tikko var reģistrēt, tad tā starojums liktos vairākas reizes spēcīgāks nekā ir patiesībā. Katrā debess punktā šī kļūda ir cita, tāpēc nav iespējams no tās izvairīties.

Iedomāsimies, ka visi avoti, kuru starojums ir pietiekams, lai tos atsevišķi reģistrētu, ir pazuduši, bet vājākie avoti joprojām izstaro. Tad radioteleskopa pierakstā taisna trokšņu celiņa vietā parādīsies izciļņi. Attālumi starp šiem izciļņiem ir daudz lielāki nekā starp paštrokšņu «piķiņiem», tomēr, ņemot pietiekami garu pierakstu, varam līdzīgi trokšņu celiņam izdalīt t. s. piesātinājuma efekta fluktuāciju celiņu. Tā kā pierakstā visu mēra temperatūras mērvienībās, tad zinātnieki nolēma piesātinājuma efekta gadījumā arī šīm fluktuācijām pierakstīt savu ekvivalento temperatūru. Tāpat kā paštrokšņi, arī piesātinājuma efekts samazina radioteleskopu jutību.

Tiesa, līdzība starp uztvērēja paštrokšņu un signāla fluktuācijām, no vienas puses, un piesātinājuma efektu, no otras puses, ir maza. Pirmajā gadījumā vainīgi ir «nedisciplinētie» elektroni, kas nemitīgi kustas, turpretī radioavotu kustība pie debesīm nav novērota. Ja elektronu radītie trokšņi nekad neatkārtos agrākos «piķišus» pierakstā, tad radioavoti ir daudz «ietiepīgāki» — pierakstot viena un tā paša apgabala starojumu, piesātinājuma efekta fluktuācijas atkārtosies pilnīgi precīzi. Lai palielinātu uztvērēju jutību, radioastronomi bieži vien ņem vairākus viena debess apgabala pierakstus un katram punktam atrod vidējo temperatūru. Tādējādi izdodas samazināt uztvērēja paštrokšņu un signāla fluktuācijas, jo katrā pierakstā tās ir citādas. Turpreti no piesātinājuma efekta radītajam

fluktuācijām tā atbrīvoties nevar, jo, piemēram, saskaitot desmit vieniniekus un dalot ar desmit, dabūsim atkal 1.

Tomēr piesātinājuma efekts nav nepārvarams šķērslis. Novērojot ar antenu, kurai ir šaurāka virziena diagramma, uztvērējā vienlaikus nonāks signāls no mazāka skaita vājo avotu un piesātinājuma efekta radītās fluktuācijas pierakstā samazināsies. Tātad uztvērēja paštrokšņi ir saistīti ar jutību, bet piesātinājuma efekta radītās fluktuācijas — ar antenas spēju atdalīt vienu avotu no otra — t. s. izšķiršanas spēju.

Mēs redzējam, ka ceļā uz jauniem atklājumiem radioastronomi sastopas ar dažādiem trokšņiem un fluktuācijām, ka trokšņi nemaz nav tik netverams lielums un tos ļoti labi var aprakstīt ar efektīvās temperatūras palīdzību.

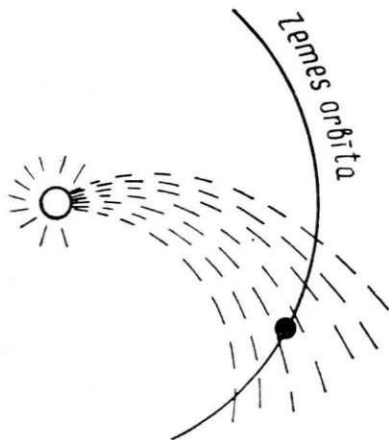
V. SABANSKIS

SAULE RAIDA KORPUSKULAS

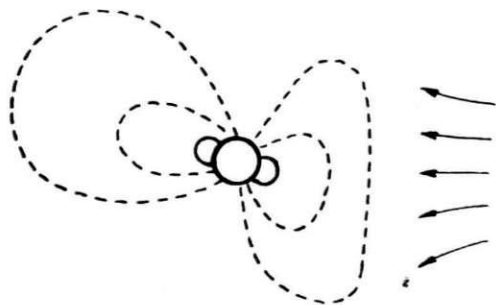
Visiem zināms, ka Saule ir galvenais enerģijas piegādātājs mūsu Zemei. Saule iztvaicē milzīgas ūdens masas, kas atgriežas okeānos lietus un upju veidā, rada vēju, dod dzīvību augiem un dzīvniekiem, jonizē Zemes atmosfēras augšējos slāņus, tā nodrošinot radiosakarus lielos attālumos.

Saule sastāv galvenokārt no ūdeņraža — elementa, kura atomi ir visvieglākie no visiem, kas sastopami dabā. Saules kodolā, ko gravitācijas spēki ir saspieduši ar kolosālu, simtiem miljardu atmosfēru lielu spiedienu, valda desmitiem miljonu grādu augsta temperatūra. Tādos apstākļos norisinās kodoltermiskās reakcijas — ūdeņradis pārvēršas par hēliju. Šīs reakcijās izdalās liels daudzums enerģijas, kas aizplūst uz Saules virsmu, kuras temperatūra ir ap seši tūkstoši grādu, un tur tiek izstarota kā gaisma.

Taču gaisma nav vienīgā forma, kā tiek izstarota Saules enerģija. Saules virsmu nepārtraukti atstāj daļiņu plūsma — pozitīvi lādētie protoni (ūdeņraža atomu kodoli) un negatīvi lādētie elektroni. Zeme, kā arī citas Saules sistēmas planētas nemitīgi šķērso šo plūsmu. Saules korpuskulu plūsmas stiprums nav visu laiku vienāds. Vāju Saules plūsmu parasti sauc par



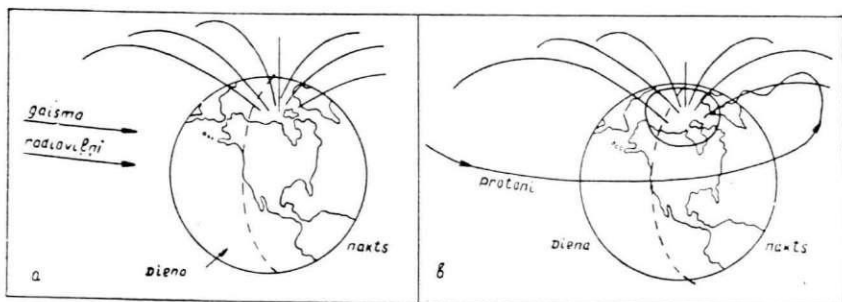
7. att. Zeme Saules korpuskulu plūsmā.



8. att. Korpuskulu plūsma deformē Zemes magnētisko lauku.

Saules vēju. Reizēm šīs plūsmas jauda ievērojami pieaug. Tieši šīs paaugstinātās intensitātes plūsmas arī pieņemts saukt par korpuskulu plūsmām (7. att.). Līdz ar samērā «aukstām» (ap 10 tūkstoš grādu) daļiņām tās satur arī ātrākas daļiņas ar enerģiju apmēram 10^6 — 10^9 elektronvoltu (eV). Gāzei, kas visa sastāvētu no šādām daļiņām, būtu attiecīgi 10^{10} — 10^{13} grādu augsta temperatūra, jo 1 eV liela daļiņu enerģija ir ekvivalenta 10 tūkstoš grādu augstai temperatūrai. Daļiņas, kas atnāk uz Zemi no kosmiskās telpas, ar šādām un vēl lielākām enerģijām ir pieņemts saukt par kosmiskajiem stariem. Kosmiskajiem stariem, kas nāk no mūsu Galaktikas dzīlēm, ir enerģija no 10^9 līdz 10^{18} eV. Saule, kā mēs redzam, arī var būt kosmisko daļiņu avots, tikai šo daļiņu enerģija ir mazāka. Tās sauc par kosmisko staru mīksto komponenti.

Korpuskulu plūsmas, kas nes ne mazāku enerģiju par Saules gaismas enerģiju, stipri iespaido telpu Zemes apkaimē. Šo plūsmu tiešu iedarbību uz Zemi mēs nejūtam, jo Zemes virsmu aizsargā atmosfēra, un, kas ir pats galvenais, magnētiskais lauks. Magnētiskajā laukā lādētās daļiņas kustas pa spirāli, kuras rādiuss ir jo lielāks, jo lielāka ir daļiņas enerģija. Zemes magnētiskā lauka sprieguma vektors lielos attālumos no Zemes ir gandrīz paralēls Zemes virsmai, izņemot polāros apgabalus. Lauks sagriež korpuskulu plūsmu daļiņas un nelaiž tās Zemei klāt. Ekvatoriālajos apgabalos uz Zemes var nokļūt vienīgi daļiņas ar enerģiju, lielāku nekā 10^5 eV, bet polārajos apgabalos — 10^6 eV. Korpuskulu plūsmas «aukstās» daļiņas nemaz nespēj izlauzties cauri magnētiskajam laukam. Magnētiskais lauks aptur korpuskulu plūsmu 7—10 Zemes rādiusu attālumā no Zemes centra. Lūk, kādēļ mēs nejūtam šo plūsmu tiešu iedarbību. Taču korpuskulu plūsmas ļoti stipri iespaido telpas īpašības Zemes apkārtnē. Deformējot Zemes magnētisko lauku līdzīgi virzulim, kas saspiež elastīgu vidi, tās izraisa magnētiskās vētras (8. att.). Protoni ar enerģiju 10^6 — 10^7 eV iespiežas polārajos apgabalos, paaugstinot atmosfēras jonizāciju tajos un tā traucējot radiosakarus (9. att.). Starptautiskā ģeofiziskā gada gaitā noskaidrots, ka Zemi apņem t. s. radiācijas joslas — apgabali,

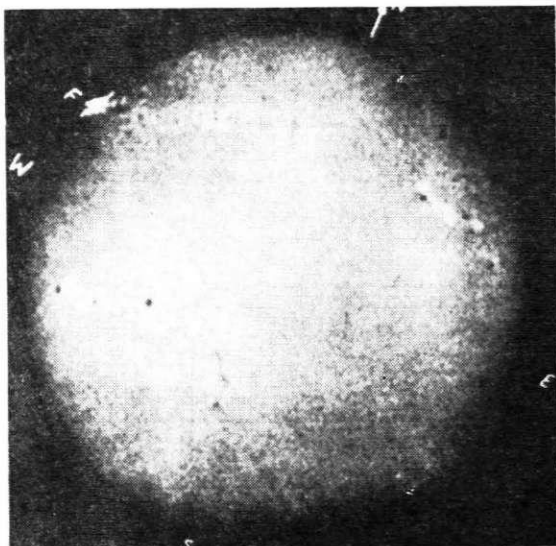


9. att. Gaismā un radioviļņi apstājas tikai zemeslodes dienas pusē (a), bet Saules protoni, sekodami ģeomagnētiskā lauka spēka līnijām, jonizē polāros apgabālus arī naktī.

kuros kustas ar enerģiju bagātas daļiņas, kas ir sagūstītas Zemes magnētiskajos slazdos. Šīs daļiņas spēj izspiesties cauri kosmisko kuģu apšuvumam. Sevišķi bīstama kosmonautiem ir Zemes ārējā radiācijas josla, kas izplešas triju Zemes rādiusu augstumā virs Zemes un augstāk un sastāv no enerģiskiem elektroniem. Magnētisko vētru laikā joslas intensitāte krasi pieaug. Daļa no šajā joslā ietilpstošajām daļiņām izlaužas no magnētiskajiem slazdiem polārajos apgabālos un rada polārblāzmas.

Tā mēs redzam, ka Saules korpuskulu plūsmas, sastopoties ar Zemes magnētisko lauku, izraisa veselu virkni savstarpēji saistītu parādību. Ja agrāk praktiska nozīme bija vienīgi magnētiskajām vētrām, kas izkropļoja kompas rādījumus un apgrūtināja jūras kuģniecību, bet vēlāk — jonosfēras paaugstinātajai jonizācijai, kas traucēja radiosakarus, tad tagad, kad cilvēks sāk spert pirmos soļus kosmosa apgūšanā un pirmie panākumi jau gūti, par aktuālu uzdevumu kļuvusi nesen atklāto radiācijas joslu un citu Saules korpuskulu plūsmu izraisīto parādību pētīšana. Lai nodrošinātu kosmonautu lidojumu drošību lielos augstumos, ir jāzina korpuskulu plūsmu un Saules kosmisko staru izcelšanās apstākļi. Agrāk domāja, ka kosmiskajos lidojumos galvenās briesmas radīs meteorīti, turpretī tagad ir skaidrs, ka lidojumiem Saules sistēmā Saules radiācija ir bīstamāka.

Kā rodas Saulē varenās korpuskulu plūsmas un kosmiskie stari, kādas parādības norisinās pirms tam, kā iemācīties iepriekš paredzēt šo plūsmu parādīšanos Zemes apkārtnē, kā noteikt lidojumiem vislabvēlīgāko laiku? Visi šie jautājumi, kurus agrāk varēja uzskatīt par tīri zinātniskām problēmām, pārvēršas par aktuālu praktisku uzdevumu. Taču, kaut arī ar šiem jautājumiem saistītās parādības tiek intensīvi pētītas, pašlaik mēs vēl nevaram dot uz tiem noteiktu atbildi. Attiecībā uz korpuskulu plūsmu raša-



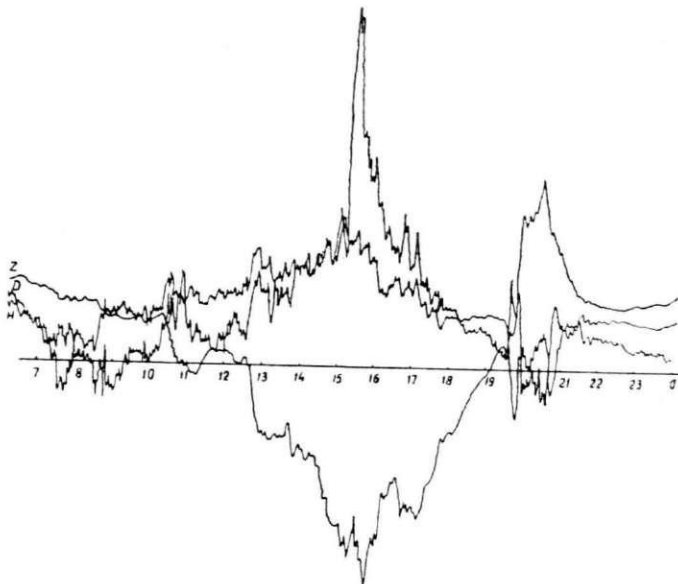
10. att. 1956. gada 23. februāra hromosfēras uzliesmojums (apzīmēts ar burtu F), kura ģenerētās korpuskulas nonāca līdz pat Zemes virsmai.

nos un Saules kosmisko staru izcelšanos varam vienīgi izvirzīt hipotēzes, kas liekas esam vairāk vai mazāk tuvas īstenībai.

Korpuskulu plūsmas izraisa t. s. hromosfēras uzliesmojumi (10. att.). Apmēram pēc divām diennaktīm tiem seko magnētiskās vētras. Šis laiks ir tieši tik ilgs, cik vajadzīgs korpuskulu plūsmai, kas kustas ar apmēram 1000 km ātrumu sekundē, lai pārvarētu attālumu no Saules līdz Zemei. Kosmiskie starri pienāk drusku agrāk. To ātrums ir tuvs gaismas ātrumam, tādēļ varētu likties, ka tiem vajag krietni aizsteigties priekšā plūsmai un sasniegt Zemi dažās minūtēs pēc to rašanās. Tomēr tas tā nenotiek. Telpu Saules apkārtnē pilda haotiski magnētiskie lauki, kas traucē kosmisko daļiņu izplatīšanos. Lādētajām daļiņām nākas spraukties cauri magnētiskajiem mākoņiem. Process ir ļoti līdzīgs gāzes difūzijai cauri porainai videi — magnētiskie mākoņi šai gadījumā pēc savas iedarbības atgādina porainu šķērssienu. Jo augstāka ir daļiņu enerģija, jo ātrāk norit difūzija, tāpēc ar enerģiju bagātākās daļiņas stipri aizsteidzas priekšā mazāk enerģiskajām. Daļa kosmisko staru iestrēgst magnētiskajos laukos, kurus nes sev līdzī korpuskulu plūsmas, un nonāk Zemes apkārtnē tikai kopā ar tām.

Novērojumos iegūtie dati liecina, ka korpuskulu plūsmas un Saules izcelsmes kosmiskie starri rodas vienlaikus ar hromosfēras uzliesmojumiem uz Saules. Šī parādība savu nosaukumu ieguvusi optiskā efekta dēļ. Pēkšņi kādā Saules virsmas apgabalā rodas pastiprināts gaismas izstarojums, kas liecina par krasu temperatūras paaugstināšanos. Šis apgabals

11. att. 1956. gada 25. februāra ģeomagnētiskā vētra, kuru izraisīja 23. februāra uzliesmojuma radītās korpuskulas. Attēlā redzams ģeomagnētiskā lauka trīju elementu pieraksts.



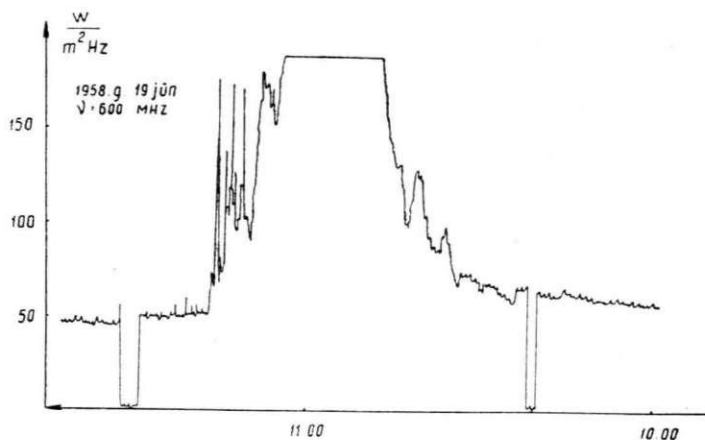
ātri, ar vairāku simtu kilometru ātrumu sekundē, pieaug līdz izmēriem ar dažu desmit tūkstošu kilometru diametru. Optiskie uzliesmojumi rodas Saules hromosfēras apakšējos slāņos, apgabalā, kas atrodas tieši virs fotosfēras. Udeņraža blīvums šajos augstumos ir apmēram 10^{12} atomi kubikcentimetrā un temperatūra — 10 000 grādu. Uzliesmojumi notiek t. s. Saules aktīvajos apgabalos. Šiem apgabaliem raksturīgs tas, ka tajos pastāv Saules plankumi un stipri magnētiskie lauki, kuru enerģija 1000—10 000 reizes pārsniedz jonizētās gāzes kinētisko enerģiju. Pilnīgi jonizētu gāzi, kuras atomiem visi elektroni ir atrauti no kodola, sauc par plazmu. Viela plazmas stāvoklī dabā ir daudz izplatītāka nekā viela mums parastajā stāvoklī. Objekti, par kuriem runāts iepriekš, — starplanētu gāze, korpuskulu plūsmas, radiācijas joslas, Saules hromosfēra un fotosfēra — sastāv no plazmas ar dažādu blīvumu un spiedienu. Viena no raksturīgajām plazmas īpašībām ir tā, ka magnētiskajā laukā tā ir it kā «iesaldēta», saistīta ar magnētiskā lauka spēka līnijām. Jo lielāka ir plazmas vadītspēja, kas pieaug līdz ar temperatūru, jo ciešāk plazma ir saistīta ar magnētisko lauku, t. i., lēnāk spēj difundēt cauri magnētiskajam laukam. Magnētiskās spēka līnijas kļūst it kā sasaistītas ar daļiņām un vielskotas. Mainoties magnētiskā lauka konfigurācijai, kopā ar spēka līnijām kustas arī plazma. Un otrādi — jonizētās gāzes kustība liek pārvietoties un mainīties magnētiskā lauka spēka līnijām. Viss ir atkarīgs no kustības avota un attiecības starp magnētiskā lauka enerģiju un plazmas kinētisko enerģiju. Plazma var netraucēti kustēties vienīgi magnētisko spēka līniju

virzienā. Saules plankumi fotosfērā ir magnētisko lauku sabiezējumi, kas atgādina no magnētiskā lauka spēka līnijām savītu žņaugu. Fotosfērā magnētiskās enerģijas blīvums ir apmēram vienāds ar kinētiskās enerģijas blīvumu, bet hromosfērā, kur šie lauki iesniedzas, magnētiskā enerģija izrādās tūkstošiem reīzu lielāka, jo hromosfēras blīvums ir simtiem tūkstošu reīzu mazāks par Saules fotosfēras blīvumu. Saules magnētiskos laukus rada elektriskās strāvas, kas plūst zem fotosfēras. Šīs strāvas Saules plazmas lielās elektrovadītspējas dēļ gandrīz nemaz nevājinās. Magnētiskajiem laukiem pārvietojoties, pārvietojas arī spēka līnijas, turklāt jo lielākos attālumos, jo augstāku Saules atmosfēras slāni mēs aplūkojam. Tā kā magnētiskā lauka enerģija hromosfērā ir ievērojami lielāka par hromosfēras plazmas kinētisko enerģiju, plazma ir spiesta pārvietoties kopā ar lauka spēka līnijām. Domājams, ka līdz ar magnētisko lauku haotiskajām kustībām notiek arī kustība uz noteiktu centru. Magnētiskie lauki uz šo centru vilks līdzī jonizēto gāzi. Pie šāda centra veidosies saspīestas nekustīgas plazmas apgabals, kas visu laiku paplašināsies tā, ka saspīestā apgabala robežas izplatīsies pa šajā apgabalā ieplūstošo gāzi. Robežas kustība notiks pēc triecienu viļņu frontes izplatīšanās likumiem. Aiz frontes paliek plazma ar paaugstinātu spiedienu, temperatūru un blīvumu. Tieši šo apgabalu var identificēt ar pieaugošo paaugstināta spožuma rajonu hromosfēras uzliesmojuma gadījumā. Lai varētu gūt uzskatāmu priekšstatu par iepriekš aprakstīto parādību, apskatīsim analogu. Iedomāsimies sniega tīrītāju, kas kustas pa nekustīgu platformu. Tad tīrītāja priekšā izveidojas blīvāka sniega apgabals, kas paceļas augstāk par apkārtējo sniegu. Šī apgabala platums visu laiku pieaug, t. i., robeža starp neskarto un sablīvēto sniegu visu laiku attālinās no sniega tīrītāja lāpsta. Acīmredzot tas pats notiktu, ja sniega tīrītājs būtu nostiprināts, bet zem tā kustētos platforma ar sniegu. Sablīvētā sniega apgabala paplašināšanās šai gadījumā ir līdzīga saspīestās gāzes apgabala pieaugumam, kura robeža izplatās pa šajā apgabalā ieplūstošo gāzi. Jāatzīmē tikai, ka piemērā ar sniegu tiek apskatīta kustība vienā plaknē, bet hromosfēras uzliesmojuma gadījumā gāze saplūst no visām pusēm.

Aiz triecienviļņu frontes plazmas temperatūra var sasniegt desmit miljonus un vairāk grādu. Tādās temperatūrās elektroni, kas ātri griežas magnētiskajos laukos, var izstarot rentgena starus, kas bieži novērojami uzliesmojumu gadījumos. Bez tam uzliesmojumus pavada elektromagnētiskais starojums radioviļņu diapazonā, kuru arī rada elektronu griešanās kustības magnētiskajos laukos (12. att.).

Aprakstītā hromosfēras uzliesmojuma aina nerunā preti novērojumu datiem un kvantitatīviem novērtējumiem. Tomēr tā nekādā gadījumā nepretendē uz šīs sarežģītās parādības pilnīgu un galīgu aprakstu. Jautājumu var nostādīt plašāk: kādi mehānismi var nodrošināt pakāpenisku enerģijas uzkrāšanos Saules plazmā un negaidītu, pēkšņu šīs enerģijas

12. att. Liela radiouzliesmoma pieraksts. Maksimālajā fāzē radioviļņu plūsmas intensitāte pārsniegusi mērīšanas iespēju robežas.



atbrīvošanos dažādu starojumu veidā. Daži minējumi šai sakarībā jau pastāv.

Mūsu dienās vissvarīgākais ir jautājums par kosmisko staru izcelšanos uzliesmojuma laikā. Vai smago daļiņu (protonu un vēl smagāku kodolu, kas nelielos daudzumos sastopami Saules atmosfērā) paātrināšanās līdz kosmiskajām enerģijām notiek paša uzliesmojuma laikā, vai arī šīs daļiņas pastāvīga paātrinājuma rezultātā lēnām uzkrājas magnētiskajos slazdos un uzliesmojums tikai atver slazdus, atbrīvojot kosmiskos starus no gūsta? Pirmajā gadījumā daļiņu paātrināšanās varētu notikt uzliesmojuma apgabalā uz magnētisko lauku saraušanās rēķina. Tomēr šāda hipotēze sastopas ar grūtībām, jo ātrām daļiņām būtu ļoti lieli enerģijas zudumi, saduroties ar plazmas elektroniem. Tāpēc magnētisko lauku saraušanās var paātrināt tikai tādas daļiņas, kuru enerģija pārsniedz 10^6 eV. Tad enerģijas pieaugums uz lauku rēķina būs lielāks nekā zudumi sadursmēs ar plazmas elektroniem un daļiņa var paātrināties. Bet pat desmit miljonu grādu temperatūrā tik enerģisku daļiņu ir ārkārtīgi maz. Stāvokli varētu glābt deitērija — smagā ūdeņraža klātie uzliesmojuma apgabalā, jo deitērijs kodoltermiskajā reakcijā pārvēršas par hēliju vieglāk nekā ūdeņradis. Kā reakcijas blakus produkts rodas ātrs, ar enerģiju apmēram 10^6 eV, protons. Dažu desmit miljonu grādu temperatūrā šī reakcija norit samērā intensīvi un var dot daudz tādu protonu, kuru enerģija pietiekama tālākai paātrināšanai. Taču deitērija uz Saules ir pārāk maz, lai nodrošinātu tādu kosmisko staru plūsmu, kādu reģistrējam novērojumos. Bez tam tik augstas temperatūras, kādās var noritēt deitērija kodolu sintēze, konstatētas vienīgi ļoti spēcīgos uzliesmojumos, kādi mēdz būt tikai dažas reizes gadā. Turpretī Saules kosmiskie stari novēroti daudz biežāk, pat visai vāju uzliesmojumu gadījumā, t. i., apmēram desmit reizes gadā.

Tādējādi pirmo hipotēzi — par kosmisko staru izcelšanos tieši uzliesmojuma momentā, t. i., dažu desmit minūšu laikā, nākas atmest.

Kādā veidā daļiņas varētu pakāpeniski uzkrāt enerģiju Saules augstākos apgabalos, kur plazmas blīvums ir mazāks (ap 10^8 daļiņas/cm³) un tātad daļiņu palēnināšanās sadursmju dēļ nav vairs tik bīstama? Lielos augstumos virs fotosfēras katrā ziņā pastāv magnētiskie lauki. Par to liecina kaut vai ilgi pastāvošie (līdz 10—15 diennaktīm) apgabali ar pastiprinātu radiostarojumu, kas rodas, elektroniem griežoties magnētiskajos laukos. Magnētiskie lauki var izveidot specifiskus magnētiskos slazdus līdzīgi slazdiem Zemes magnētiskajā laukā — radiācijas joslām. Svarīgi tikai, lai šie slazdi nesaskartos ar Saules atmosfēras blīvajiem slāņiem, citādi enerģiskās daļiņas, nonākot šajos slāņos, ātri ies bojā (zaudēs savu enerģiju). Tamlīdzīgas magnētisko lauku konfigurācijas var iedomāties. Tie ir visdrīzāk t. s. bezspēka lauki, ko rada elektriskā strāva, kura plūst tai pašā apgabalā, kur pastāv magnētiskais lauks, un kuras virziens visur sakrīt ar lauka virzienu. Tādas īpašības piemīt, piemēram, savitam un gariem savienotam spēka līniju žņaugam, kas pēc formas atgādina baranku jeb toru. Magnētiskā lauka izmaiņās daļa tā enerģijas pāriet uz daļiņām. Turklāt interesanti, ka tās daļiņas, kas jau sākumā bija ātrākas, tiek paātrinātas vairāk nekā lēnākās daļiņas, kuras zaudē savu enerģiju sadursmēs. Rezultātā plazma it kā sadalās divās komponentēs — «karstajā» (kosmiskie stari) un «aukstajā» (pārējās daļiņas, kas sastāda pašu plazmu). Pie tam principā var iestāties brīdis, kad neliels daudzums «karsto» daļiņu kopā saturēs ne mazāk enerģijas kā viss lielais daudzums «auksto» daļiņu. Tā enerģiskās daļiņas var uzkrāties slazdos hromosfērā, augstu virs Saules aktīvajiem apgabaliem. Kad magnētiskie lauki strauji maina savu konfigurāciju, kas izraisa hromosfēras uzliesmojumu, šādi slazdi var sagraut, un kosmiskās daļiņas vienkārši izbirst no tiem. Bez tam slazdi, kas ar magnētiskajām spēka līnijām nav piestiprināti fotosfērā, var tikt aizrauti līdzī korpuskulu plūsmai, kura radusies uzliesmojumā. Kosmiskie stari no tiem izbirst uz Zemi, kad slazdi nonāk Zemes tuvumā.

Sai hipotēzē pats uzliesmojums kalpo tikai par palaišanas mehānismu ilgākā laikā uzkrātajām kosmisko daļiņu rezervēm Saules magnētiskajos slazdos. Šāda aina ir visai līdzīga tiem paātrināšanas procesiem, kas notiek Zemes magnētiskajā laukā Saules korpuskulu plūsmu radīto svārstību rezultātā. Kad korpuskulu plūsmas deformē Zemes magnētisko lauku, radiācijas joslu enerģiskās daļiņas izbirst polārajos apgabalos un parādās polārblāzmu veidā.



KAS JAUNS ASTRONOMIJĀ

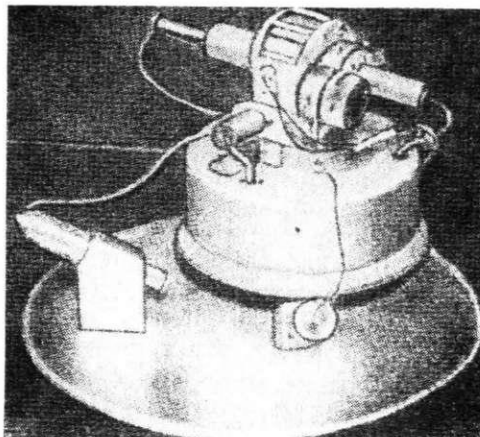
IERICES DZĪVĪBAS PĒTĪSANAI UZ MARSA

Jautājums par dzīvības esamību uz Marsa ir zinātniski ļoti nozīmīgs. Līdz šim par dzīvības eksistenci uz Marsa varēja spriest tikai ar netiešu novērojumu palīdzību, pamatojoties uz argumentāciju, ko izstrādājis astrobotānikas nodibinātājs, pazīstamais padomju zinātnieks G. Tihovs.

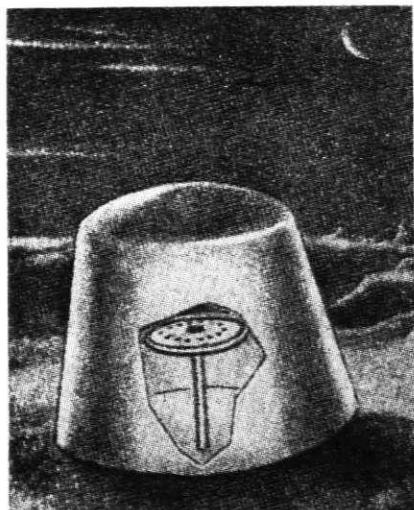
Tagad, pateicoties kosmisko lidaparātu tehnikas straujajam progresam, paveras iespējas iegūt arī tiešus pierādījumus tam, vai uz Marsa ir dzīvība. Pirms cilvēka ierašanās uz Marsa un līdz ar to vispilnīgāko ziņu iegūšanas par Marsa dzīvības formām šo uzdevumu veiks dažādas automātiskas ierīces. Jau tagad izstrādāti vairāki projekti šādām ierīcēm, kuras, kā domā raķešu tehnikas speciālisti, jau 1966.—1968. gadā ar kosmisko raķešu palīdzību varēs nogādāt uz Marsa.

Kādi tad ir šo ierīču darbības principi? Amerikāņu zinātnieki, piemēram, gatavojas kosmiskā aparāta «Mariner B» konteinerā ievietot iekārtu ar nosaukumu «Gulliver». Pēc nosešanās uz Marsa iekārta «Gulliver» izsviedīs uz trim dažādām pusēm trīs ar lipīgu sastāvu noklātas lentes, kuras pēc tam sarietinās iekārtā atpakaļ. Iekārtā būs

mikroorganismu barotne, kas saturēs radioaktīvos izotopus. Ja pie lētēm būs pielipuši kaut kādi Marsa mikroorganismi, tad, nonākuši barojošā vidē, tie sāks intensīvi augt. Mikroorganismu dzīvības procesu rezultātā vielu maiņā tiks iesaistīti arī radioaktīvie izotopi un izdalīsies radioaktīvā gāze. Tā nonāks citā nodalījumā, kur to konstatēs ar Geigera skaitītāju palīdzību. Geigera



13. att. Ierīce Gullivers, kuras nolūks konstatēt augsnes mikroorganismus ar radioaktīvo izotopu palīdzību.



14. att. Multivibrators uz Marsa virsmas.

skaitītāju darbības režīmu ar telemetriskas sistēmas palīdzību noraidīs uz Zemi, un pēc tā varēs spriest par mikroorganismu eksistenci Marsa augsnē.

Kosmiskajā aparātā «Mariner B», iespējams, ietilps vēl divas ierīces dzīvu organismu atklāšanai — multivibrators un mikroskops ar televīzijas kameru videkonu. Multivibrators uzdevums ir analizēt Marsa putekļu paraugus un atklāt tajos mikroorganismus. Multivibratoram paredzētas 12 kameras. Tajās atradīsies reaģenti — fermenti, kas izraisīs ļoti intensīvu dažu vielu maiņas procesu norisi mikroorganismos. Šo procesu rezultātā, ja tādi notiks, radīsies fluorescences, kuras spožumu izmēris ar fotopavairotāju palīdzību, un zi-

ņas par to telemetriskā sistēma atkal varēs noraidīt uz Zemi.

Mikroskopu ar videkona tipa televīzijas kameru paredzēts izmantot jau lielāku izmēru dzīvības formu novērošanai uz Marsa. Mikroskopa izšķiršanas spēja būs 0,5 mikroni. Iegūto attēlu, kas sastāvēs vismaz no četrām gradācijām, telemetriskā sistēma pārraidīs uz Zemi.

Marsa augsnes baktērijas mēģinās atklāt arī ar t. s. «Volfa slazdu» palīdzību. Tā ir ierīce, kurā, izmantojot vakuumu, iesūks Marsa augsnes paraugus. Tie nonāks mēģenēs ar speciālām kultūrām. Ja iesūktajos Marsa augsnes paraugos būs baktērijas, tad notiks reakcija ar šīm kultūrām, un šķīdums saduļkosies. Šķīduma saduļkojuma pakāpi konstatēs ar fotoelementa palīdzību. Paredzēts mērīt arī šķīduma skābuma maiņu ar ūdeņraža jonu koncentrācijas indikatoru. Abu mērinstrumentu rādījumus telemetriskā sistēma varēs pārraidīt uz Zemi.

Bez minētajām ierīcēm izstrādāti arī vairāki citi jutīgu ierīču projekti, ar kuru palīdzību būs iespējams konstatēt aminoskābju, kā arī olbaltumvielu, peptīdu un dezoksiribonukleīnskābju (DNS) klāteni Marsa augu paraugos. Visi šie organiskie savienojumi sastopami tikai tur, kur ir dzīvība, tātad to konstatēšana Marsa augsnes paraugos būtu neapšaubāms pierādījums tam, ka uz Marsa eksistē olbaltumveida dzīvības formas.

Protams, vispilnīgāko informāciju par Marsa dzīvības formām, kā jau atzīmēts, būs iespējams iegūt tikai tad, kad uz šīs planētas iera-

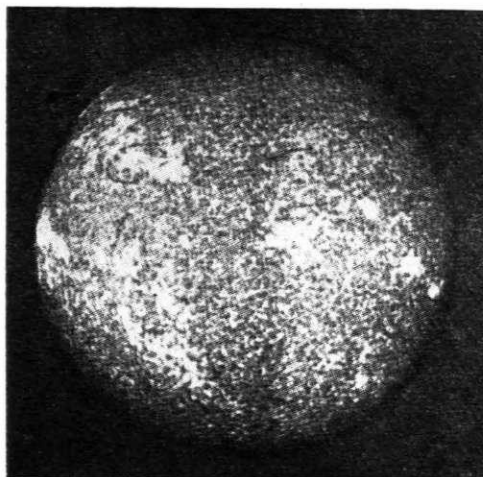
dīsies cilvēks, bet tas vēl ir diezgan patālas nākotnes jautājums. Tādēļ automātisku ierīču nosūtīšanai uz Marsu ar nolūku konstatēt tur dzīvību ir liela zinātniska nozīme.

A. Balklavs

SAULE MAINA ATMOSFĒRAS SPIEDIENU

Saules aktivitātes ietekmei uz Zemes atmosfēru ir veltīti daudzi pētījumi. Dažādu meteoroloģisku faktoru izmaiņas visvairāk salīdzinātas ar Saules aktivitātes raksturīgāko parādību — plankumiem, izmantojot šādam salīdzinājumam gan plankumu skaitu, gan laukumu. Ar šādu paņēmieni tomēr nav izdevies atrast skaidru sakarību starp Saules aktivitāti un parādībām Zemes atmosfērā.

Pēdējā gadu desmitā astrofizikā ir nonākuši pie kopīgas atziņas, ka Saules aktivitāti vislabāk raksturo t. s. aktivitātes centri — tās vietas uz Saules, kur veidojas lielas plankumu grupas, ko aptver spoži lāpu lauki — kalcijs flokulas. Jāatzīmē, ka katra aktivitātes centra ārējais apveids atbilst attiecīgās flokulas apveidam (15. att.). Padomju astrofizikā E. Mustels ir noskaidrojis, ka flokulu apvidi pastāvīgi raida pasaules telpā vājas radiālas korpuskulu plūsmas — t. s. Saules vēju. Šīs plūsmas, ja tās trāpa Zemi, izraisa ģeomagnētiskā lauka pastiprinātas svārstības. Tā tika noskaidrots, no kāda konkrēta Saules virsmas veidojuma ir atkarīgi notikumi Zemes magnētiskajā laukā. Bet, tā



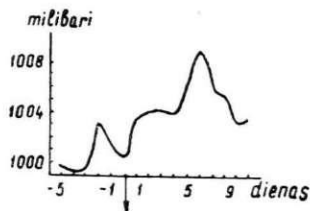
15. att. Saules fotogrāfija jonizēta kalcijs violetajā gaismā. Gaišie laukumi — kalcijs flokulas.

kā ģeomagnētiskā lauka svārstību cēlonis ir korpuskulu plūsmu un Zemes atmosfēras augšējo slāņu tieša mijiedarbība, tad sagaidāms, ka šie procesi radīs atbalsi arī atmosfēras apakšējos slāņos.

Tāpēc VAĢB (Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības) Volgogradas nodaļā B. Fomenko veic pētījumus par Saules flokulu korpuskulu plūsmu iedarbību uz Zemes atmosfēras apakšējiem slāņiem. B. Fomenko spriež tā. Korpuskulu plūsmas nes sevī «iesaldētu» magnētisku lauku. Atmosfēras augšējos slāņos plūsmas magnētiskais lauks sabrūk, tā enerģija pārvēršas atmosfēras siltuma enerģijā. Sasilusi atmosfēra izplešas un spiež uz apakšējiem slāņiem. Jāpiezīmē, ka, arī no-

vērojot 3. padomju ZMP un Eho-I kustību, ir konstatēts, ka tā kļūst lēnāka, kad Saules korpuskulas trāpa Zemi. Tātad šajos gadījumos Zemes atmosfēra izplešas un sāk traucēt pavadoņu kustību. Tādēļ sagaidāms, ka, atmosfēras augšējiem slāņiem izplešoties, palielināsies spiediens tās apakšējos slāņos. Spiedienam jāpieaug apmēram 6. dienā pēc flokulas pāriešanas pāri Saules diska centram, vienlaikus ar ģeomagnētiskajiem traucējumiem, kuru cēlonis arī ir attiecīgā korpuskulu plūsma.

Savas hipotēzes pārbaudei B. Fomenko izmantoja atmosfēras spiediena mērījumus Tbilisi, Volgogradā, Arhangeļskā, Maskavā un Omskā piecu Saules aktivitātes ciklu laikā. Izrādījās, ka patiešām apmēram 6. dienā pēc flokulas pāriešanas pāri Saules diska centram visās minētajās pilsētās bija novērojams atmosfēras spiediena pieaugums, pie kam pieauguma amplitūda augusi virzienā uz Zemes poliem (16. att.). Tas liecina, ka Saules vējš koncentrējas vairāk ap Zemes magnētiska-



16. att. Atmosfēras spiediena maiņas Maskavā pirms un pēc flokulu pāriešanas Saules diska centram.

jiem poliem. To pašu apstiprina arī ģeomagnētiskā lauka traucējumi, kas polu tuvumā novērojami gandrīz nepārtraukti, bet zemākos platumos gadās retāk.

Zīmīgi, ka lielākā augstumā virs Zemes — stratosfērā spiediena pieaugums parādās jau mazliet agrāk — dienu vai pusdienu iepriekš. Tas liecina, ka Zemes atmosfērā spiediens izplatās samērā lēni, apmēram 1—2 km stundā, turpretī procesa ierosinātāju — Saules vēja korpuskulu ātrums ceļā līdz Zemei ir ap 300 km sekundē.

R. Vitolnieks

RADIOSAKARI AR EHO-II PALĪDZĪBU

1963. gadā tika parakstīta vienošanās par sadarbību kosmiskajos eksperimentos starp PSRS Zinātņu akadēmiju un ASV Aeronautikas un kosmiskās telpas pētīšanas nacionālo pārvaldi (NASA). Saskaņā ar šo vienošanos PSRS un ASV zinātnieki sadarbosies meteoroloģiskajos pētījumos ar ZMP palīdzību, starpkontinentālo radiosakaru nodibināšanā, Zemes magnētiskā lauka precīzas kartes sastādīšanā.

Ar 1964. gada 25. janvāri ASV palaisto pavadoņi Eho-II paredzēts veikt eksperimentu sēriju starpkontinentālo sakaru nodibināšanai (17. att.).

Pavadoņi ir izgatavots no speciāla plastiskā materiāla — mailara plēves, kuras biežums ir 9 mikroni. Mailara plēve no abām pusēm ir pārklāta ar 4,57 mikroni biezu alu-

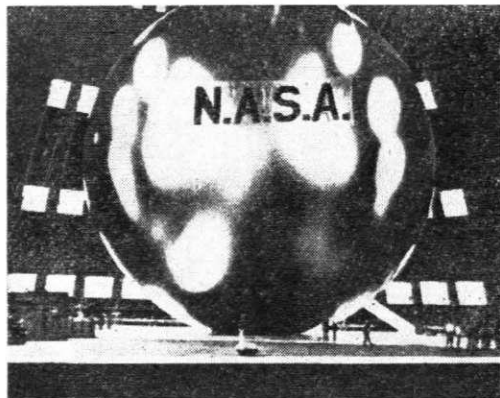
mīnija kārtiņu, kas ļoti labi atstaro radioviļņus. Temperatūras bilances saglabāšanai pavadoni tā iekšējā virsma ir vienmērīgi pārklāta ar melnas krāsas kārtu, bet uz ārējās virsmas bez alumīnija kārtiņas ir vēl punktveida baltas krāsas klājums.

Pavadoni izmeta no 75×100 cm liela konteinerā, kuru pacēla kosmosā raķete «Thor-Agena» (18. att.). Orbitas apogejs atrodas 1299 km, bet perigejs — 1034 km augstumā, t. i., tie nedaudz atšķiras no iepriekš aprēķinātajiem lielumiem. Orbitas nolieces leņķis pret ekvatoru ir 81°,5, bet apgriešanās periods — 108,7 minūtes. Tā kā pavadonis ir gandrīz polārs, to var novērot vairākkārt diennaktī.

Pavadonis ir ļoti labi redzams pie debesīm ar neapbruņotu aci. Pēc spožuma tas līdzinās spožākajām zvaigznēm. Eho-II lēni kustas pa debess sfēru un ir redzams apmēram 10 minūtes.

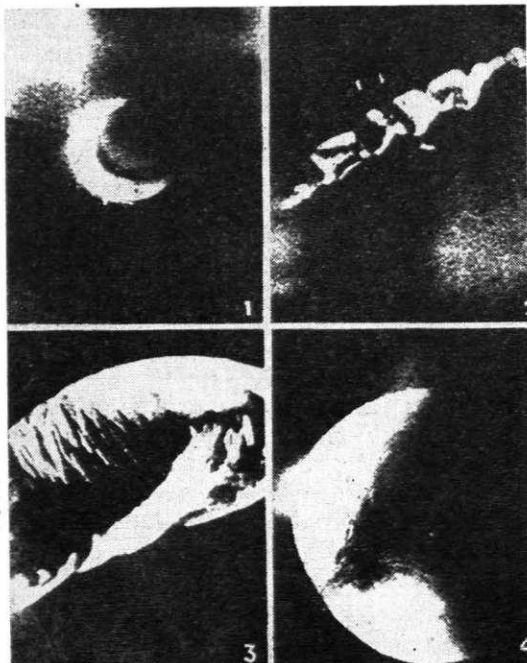
Ar Eho-II palīdzību ir paredzēts nodibināt tiešos radiosakarus starp Gorkijas Valsts universitātes radioastronomisko staciju Zimjonkos, Džodrelbenkas radioastronomisko staciju (Anglija) un ASV. Radiosignālus, ko raidīs ASV ar frekvenci 162 Mhz, Anglijā uztvers un retranslēs uz Padomju Savienību. Pēc tam mēģinās panākt tiešo retranslāciju starp ASV un PSRS ar pavadoņa palīdzību.

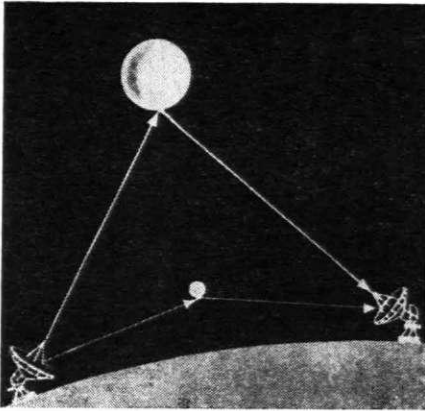
Starpkontinentālo radiosakaru nodibināšanai ar pasīvā retranslatora starpniecību ir ļoti svarīga nozīme starptautisko sakaru regulārai uzturēšanai. Šāds retranslācijas sakaru veids ir drošs, ātrs un galvenais —



17. att. Pavadoņa «Eho-II» pārbaude pirms starta.

18. att. Pavadoņa «Eho-II» uzpūšanas stadijas pēc izmešanas no konteinerā.





19. att. Radiosignāla ceļš, atstarojoties no «Eho-II» un Mēness.

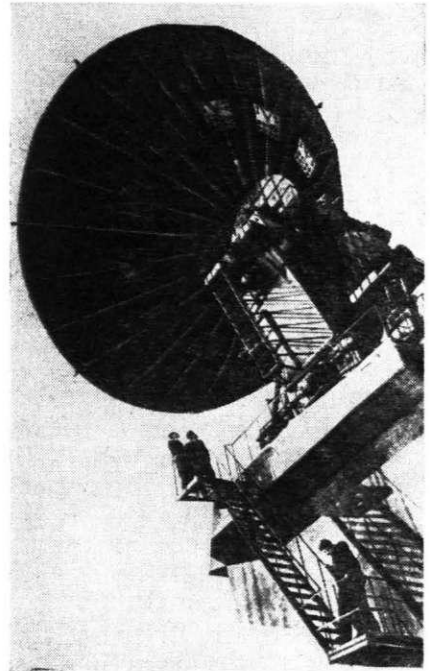
nesalīdzināmi lētāks par parasto kabeļu sistēmu. Vienīgā neērtība ir tā, ka raidīšanai un uztveršanai ir nepieciešamas lielas antenas, kas ne vienmēr ir pieejamas telegrāfa sistēmā.

Pirmā eksperimentu sērija, kas ilga no š. g. 22. februāra līdz 8. martam, deva apmierinošus rezultātus. Vairākkārt bija nodibināti tiešie radiosakari Zimjonki—Džodrelbenka (19. att.).

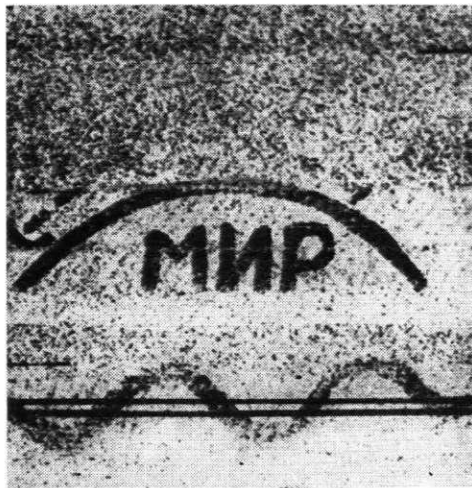
No Anglijas radiosignālus raidīja pavadoņa virzienā, kas tajā brīdī atrodās abu staciju tiešās redzamības zonā. Atstarotos radioviļņus uztvēra Zimjonkos ar antenu 15 m diametrā (20. att.). Pēc tam tos pastiprināja un ierakstīja magnētiskajā lentē. Anġļu zinātnieki pārraidīja vairākus fototelegrāfiskos «kosmiskos» uzņēmumus. Pēdējā eksperimentā pārraidīja fotoattēlu, uz kura bija ļoti

skaidri saskatāma mūsu Saules sistēma.

Pavadoņa atrašanās abu staciju redzamības zonā ilgst apmēram pusstundu. Lai varētu pilnīgi izmantot visu seansa laiku, jābūt precīziem datiem par pavadoņa atrašanās vietu un laiku. Ir izveidots speciāls staciju tīkls, kas seko pavadoņiem. Radiobākas, kas uzmontētas diametrāli pretējās pusēs, palīdz to sameklēt pie debesīm jebkurā laikā. Radio-



20. att. Gorkijas Valsts universitātes Zimjonku stacijas radioteleskops, ar kuru uztvēra no «Eho-II» atstarotos signālus.



21. att. Fototelegramma, kas saņemta no Džodrelbenkas Zimjonkos, signalam retranslējoties no «Eho-II».

bāka strādā ar Saules baterijām un raida telemetriskus datus 137,17 un 136,02 Mhz frekvencē.

Vairākos seansos kā kosmiskais spogulis tika izmantots Mēness. Saņemtie fotoattēli daudzos gadījumos bija līdzvērtīgi tiem, kas iegūti, signāliem atstarojoties no Eho-II.

Pēc tam, kad pabeidza šos sekmīgos eksperimentus, angļu un padomju zinātnieki apmainījās ar apsveikuma telegrammām.

«Kosmiskais sūtnis», kā prese nosauca Eho-II, ir labs un svarīgs sākums derīgai zinātniskai sadarbībai, kas sekmēs miera nostiprināšanu visā pasaulē. Ne velti vienā no attēliem, ko saņēma no kosmosa, bija uzrakstīts krievu valodā «Miers».

A. Kovaļevskis

VAI BALTIE PUNDURI ĢENERĒ DAĻIŅU PĀRUS?

Viens no galvenajiem elementārdaļiņu fizikas uzdevumiem ir noskaidrot šo daļiņu pārvērtību likumsakarības. So likumsakarību zināšana ļauj ne vien paredzēt un virzīt dažādu procesu gaitu mikropasaulē — šo likumu darbības specifiskajā sfērā, bet arī izziņāt procesus, kuros piedalās makroskopiski objekti.

Šķiet, katrs ir dzirdējis par t. s. daļiņu anihilācijas procesu, kura rezultātā elementārdaļiņas, saduroties ar savu antidaļiņu, izzūd, pārvēršoties citās elementārdaļiņās. Tā, piemēram, elektronam saduroties ar savu antidaļiņu — pozitronu, tie izzūd, pārvēršoties divos γ kvantos, t. i., viela pārvēršas laukā — elektromagnētiskajā starojumā. Šis process, kā rāda teorētiski un eksperimentāli pētījumi, ir apgriežams, t. i., noteiktos apstākļos elektromagnētiskais starojums var kļūt par vielu, tātad γ kvanti var pārvērsties elektrona — pozitrona pāri. Nepieciešamais noteikums šādam procesam ir, lai γ kvanta enerģija būtu lielāka vai vienāda ar elektrona — pozitrona pāra miera enerģiju, t. i., jāpastāv sakarībai $h\nu \geq 2 m_0 c^2$, kur h — pazīstamā Planka konstante, ν — γ kvanta frekvence, m_0 — elektrona (pozitrona) miera masa un c — gaismas izplatīšanās ātrums. Bet izrādās, ka ar to vien nepietiek. Pāra ģenerācijas process atšķirībā

no pāra anihilācijas procesa nevar noritēt jebkurā telpas punktā. Lai rastos šāds pāris, tuvumā ir jābūt vēl kādam objektam. Tas saistīts ar to, ka daļiņu anihilācijas process tāpat kā citi elementārdaļiņu pārvērtību procesi norit saskaņā ar enerģijas un impulsa nezūdamības likuma prasībām, t. i., šajos procesos sākotnējo daļiņu kopējā enerģija un impulss ir vienlīdzīgi procesa rezultātā radušos daļiņu kopējai enerģijai un impulsam. Daļiņu pāra ģenerācijas procesā rodas impulsa «pārpalikums», kas jāsaņem kādam objektam. Ja tāda nav, tad impulsa nezūdamības likums nevar tikt apmierināts un pāris nevar rasties. Objektu tuvumu nosaka tā radītā lauka blīvums, kuru var raksturot ar masas daudzumu tilpuma vienībā (g/cm^3). Pāris ar pietiekami lielu varbūtību var rasties tikai tad, kad lauka blīvums ir pietiekami liels, vairāki g/cm^3 . Šāds blīvums, piemēram, ir elektriskajam laukam atomu kodolu tuvumā, tādēļ arī pāru rašanos laboratorijās eksperimentāli novēro, ar γ kvantiem bombardējot svina atomu kodolus. Pāri, kā rāda teorētiski pētījumi, var rasties arī gravitācijas laukā. Atoma kodola gravitācijas lauks ir daudzkārt vājāks par tā elektrisko lauku, tādēļ tā tuvumā pāru rašanos gravitācijas laukā nevar novērot. Arī uz Zemes un Saules sistēmā piemēroti gravitācijas lauki neeksistē. 1. tabulā sniegti gravitācijas lauka blīvumi uz Saules un uz Saules sistēmas planētu virsmas (g/cm^3). Kā redzams, tie ir daudzkārt par maziem, lai varētu novērot pāru rašanos.

1. tabula

Saule	$5 \cdot 10^{-7}$	g/cm^3
Merkurs	$0,05 \cdot 10^{-9}$	"
Venēra	$0,45 \cdot 10^{-9}$	"
Zeme	$0,64 \cdot 10^{-9}$	"
Marss	$0,09 \cdot 10^{-9}$	"
Jupiters	$4,02 \cdot 10^{-9}$	"
Saturns	$0,72 \cdot 10^{-9}$	"
Urāns	$0,47 \cdot 10^{-9}$	"
Neptūns	$0,80 \cdot 10^{-9}$	"

Bet Visumā eksistē objekti ar daudz lielākiem gravitācijas lauka blīvumiem. Runa ir par t. s. baltajiem punduriem — kolosāla blīvuma zvaigznēm. Tiem pievērsis uzmanību Maskavas zinātnieks N. Suvorovs. Šo zvaigžņu gravitācijas lauka radītās sarkanās novirzes mērījumi ļauj spriest par zvaigznes gravitācijas lauka intensitāti. Izmantojot dažu balto punduru zināmās masas un rādījumus, N. Suvorovs aprēķinājis to gravitācijas lauka blīvumus uz zvaigžņu virsmas. Rezultāti apkopoti 2. tabulā.

2. tabula

Eridana O2, B	3,25	g/cm^3
Mazā Suņa α , B	5,03	"
Lielā Suņa α , B	5,74	"
Koipera zvaigzne	30,56	"
Rossa 627 zvaigzne	37,9	"
Van Maanena zvaigzne	978	"
Volfa 28 zvaigzne	2747	"
Volfa 219 zvaigzne	13515	"
Volfa 457 zvaigzne	14347	"

Kā redzams, tie tiešām jau ir pietiekami lieli, lai tajos varētu rasties daļiņu pāri. Pamatojoties uz to, N. Suvorovs izvirzījis hipotēzi, ka uz dažu balto punduru virsmas notiek daļiņu pāru ģenerācija, izmantojot zvaigznes izstarotos γ kvantus. Protams, šim nolūkam noder tikai tie γ kvanti, kuriem $h\nu > 2 m_0 c^2$, jo γ

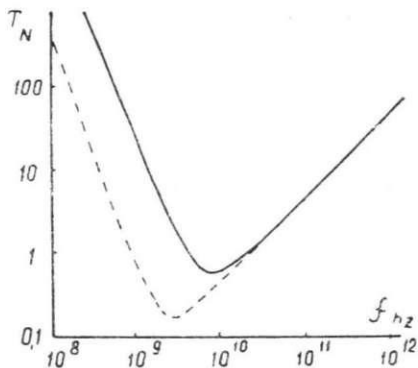
kvanti, kuriem $h\nu < 2 m_0 c^2$, tiek izstaroti pasaules telpā. Tātad baltajos punduros notiek ne vien vielas pārvēršanās starojumā, bet arī, ļoti iespējams, starojuma pārvēršanās vielā. N. Suvorovs uzskata, ka arī citu zvaigžņu iekšienē, kur gravitācijas lauka blīvums ir pietiekami liels, var notikt pāru ģenerācija gravitācijas laukā.

A. Balklavs

VAI IESPĒJAMI STARPGALAKTIKU SAKARI?

Mūsu Galaktikā ir apmēram simt miljardi zvaigžņu. Pieņemt, ka tikai ap vienu vienīgu zvaigzni — mūsu Sauli ir attīstījusies civilizācija, būtu aplam, it īpaši ņemot vērā veselu virkni mūsu rīcībā esošo norādījumu, ka planētu sistēmas Galaktikā ir parasta parādība.

Bet jebkura civilizācija savas attīstības zināmā posmā mēģinās nodibināt sakarus ar sev līdzīgām domājošām būtnēm. Tātad mēs varam droši pieņemt, ka arī mūsu Saules virzienā nāk sazināšanās signāli. Tomēr mēģinājumi uztvert šādus signālus no tuvākajām zvaigznēm pagaidām nav vainagojušies sekmēm, jo šāda vienvirziena signāla uztveršana ir ļoti mazvarbūtīga. Tādēļ padomju radioastronoms N. Kardašovs uzskata, ka augsti attīstītās civilizācijas mēģinās nodibināt sakarus ar nezināmu planētu iedzīvotājiem, raidot izotropu signālu, kura intensitāte visos virzienos ir vienāda, tā izsaucot uz sarunu visas apdzīvotās planētas, kas vien ir spējīgas šo signālu uztvert. Tāda sig-



22. att. Kosmisko trokšņu spektrs ārpus Zemes atmosfēras:

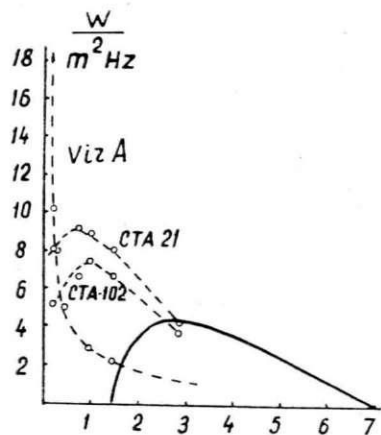
— — — — — virzienā uz Galaktikas centru,
- - - - - virzienā uz Galaktikas polu.

nāla uztveršanas varbūtība ir daudzkārt lielāka arī tāpēc, ka šādā veidā ir iespējams nodibināt sakarus pat starp atsevišķām galaktikām, kuru tajā Visuma daļā, ko mēs varam novērot, ir apmēram 10 miljardi.

Apskatīsim, kāda frekvenču josla ir vislabāk piemērota šādiem saka-riem. Jāņem vērā, ka eksistē kosmiskais radiostarojums, kas uztverošajā aparatūrā rada trokšņus un apslāpē derīgo signālu. 22. attēlā parādīts trokšņu spektrs radioteleskopā, kas novietots ārpus Zemes atmosfēras, t. i., uztver tikai starpzvaigžņu vides efektus, kuri rodas kosmiskajā telpā. Zīmējumā redzams, ka vismazākie trokšņi ir frekvenču diapazonā no 10^9 līdz 10^{11} Hz (viļņu garumos 30 — 0,3 cm). Šajā diapazonā tad arī būtu meklējami svešo civilizāciju signāli.

Lai varētu raidīt kosmosā izotropu signālu, civilizācijai ir jāsasniedz augsts tehnoloģiskās attīstības līmenis. Par kritēriju te var ņemt enerģijas daudzumu, ko cilvēce spēj iegūt vienā sekundē. Pašreiz mēs patērējam $4 \cdot 10^{19}$ ergu/sek. Pieņemot, ka enerģijas ieguve uz Zemes pieaugs par 1% gadā, pēc 3200 gadiem tā sasniegs ap $4 \cdot 10^{33}$ ergu/sek, t. i., tikpat daudz, cik izstaro Saule, bet pēc 5800 gadiem uz mūsu planētas enerģijas daudzums būs jau $4 \cdot 10^{44}$ ergu/sek, t. i., tāds pats, kādu izstaro visa Galaktika.

Vadoties no teiktā, civilizācijas pēc iegūstamās enerģijas daudzuma var sadalīt 3 grupās:



23. att. Radiosignālu intensitātes sadalījums spektrā:

— teoretiski sagaidāmajam mākslīgajam signālam, radioavotiem CTA 21 un CTA 102, kurus tur aizdomās, ka tie ir mākslīgi.

Salīdzinājumam (citā mērogā) tipiskā radioavota — Vir A spektrs.

I. Civilizācijas, kuru enerģijas ieguve ir tuva mūsu pašreizējam līmenim, t. i., ap $4 \cdot 10^{19}$ ergu/sek.

II. Civilizācijas, kuru enerģijas ieguve var sasniegt planētu sistēmas centrālās zvaigznes izstarotās enerģijas daudzumu, t. i., ap $4 \cdot 10^{33}$ ergu sek.

III. Civilizācijas ar galaktiska mēroga enerģijas daudzumu — ap $4 \cdot 10^{44}$ ergu/sek.

Kaut vai vienas II tipa civilizācijas pastāvēšana mūsu Galaktikā vai vienas III tipa civilizācijas pastāvēšana visā Metagalaktikā mums ļautu uztvert mākslīgi raidītos signālus, ja minētās civilizācijas šim nolūkam izmantotu visu savu enerģiju.

Dabiski, ka šāds signāls būs ne tikai sasaukšanās līdzeklis, bet noteikti saturēs arī datus par attiecīgās civilizācijas svarīgākajiem sasniegumiem zinātnē, kultūrā, mākslā. Par informācijas daudzumu, ko varētu iegūt, uztverot šādus signālus, var spriest pēc šāda piemēra. Ja mums būtu sakaru kanāls ar joslas platumu 10^9 Hz, tad uz visas zemeslodes pašreiz izdoto ap simt miljonu grāmatu saturu varētu pārraidīt vienā diennaktī.

Informatīvajiem signāliem, lai tos varētu atšķirt no dabiskajiem radioavotiem, jābūt dažām īpatnībām, piemēram, riņķveida polarizācijai, likumsakarīgam mainīgumam laikā. Visvarbūtīgāk, ka signālu viļņa garums būs tuvs ūdeņraža radiolīnijas viļņa garumam, t. i., 21 cm. Viena no raksturīgākajām īpatnībām, ar kuru jāatšķiras signālam, ir tā, ka intensitātes sadalījumam spektrā jāatbilst starpzvaigžņu vides absorb-

cijas liknei (23. att.), t. i., maksimumam jāatrodas frekvenču diapazonā ap 10^{10} Hz.

Nesen Kalifornijā (ASV) atklāja divus kosmiskā starojuma radioavotus — CTA 21 un CTA 102, kurus līdz šim, līdzīgi daudziem citiem radioavotiem, nav izdevies identificēt ar kādu optiski novērojamu objektu. Īpatnējākais ir tas, ka šo radioavotu izstarojuma spektri ir ļoti līdzīgi sagaidāmajam mākslīgo signālu spektram (23. att.). Salīdzinājumam zīmējumā (citā mērogā) ir parādīts starojuma spektrs tipiskam dabiskajam radiostarojumam — avotam Vir A (Jaunavas zvaigznājā). N. Kardašovs domā, ka šie radiostarojumi varbūt ir mākslīgas izcelsmes.

Atbildi uz jautājumu, vai starp tik daudziem pašreiz novērojamiem radioavotu starojumiem ir sastopami arī mākslīgi sazināšanās signāli, var dot šo starojumu spektrālie pētījumi, kas ir pilnīgi pa spēkam mūsdienai zinātnei.

A. Kovaļevskis

NOVĒROTAS STARPZVAIGŽŅU HIDROKSILA (OH) RADIOLĪNIJAS

Līdz pat 1963. gada oktobrim vienīgā novērotā starpzvaigžņu vides radiostarojuma līnija bija pazīstamā 21 cm līnija, ko rada neitrālais ūdeņradis. Tagad tai pievienojas arī hidroksila OH molekulas divas līnijas ar 18 cm viļņa garumu. Pēc daudzkārtējiem neveiksmīgiem mēģinājumiem tās atklāja Masačusetas tehnoloģijas institūta zinātnieki,

lietojot jaunu autokorelācijas radiometru ar Milstonhillsas (Millstone Hill) observatorijas 26 m paraboloīdu. Šīs līnijas novēroja absorbcijā uz radioavota Kasiopejas A fona.

Šo līniju eksistenci un novērošanas iespējamību paredzēja Maskavas Valsts universitātes profesors J. Šklovskis jau 1948. gadā. J. Šklovskis aprēķinātos līniju viļņu garumus 1958. gadā precizēja Latvijas PSR ZA Astrofizikas laboratorijas vecākā zinātniskā līdzstrādniece M. Zepe.

Hidroksila radiolīnijas atklāšanu apstiprina arī Kalifornijas universitātes Radioastronomijas observatorijas novērojumi 1963. gada decembrī. Te ar 10 m antenu novērota hidroksila absorbcija uz radioavota Strēlnieks A fona.

Abos novērojumos noteikts, ka OH molekulu skaits ir 10 miljonu reižu mazāks par neitrālā ūdeņraža molekulu skaitu.

A. A.

KOSMISKO ELEKTRONU IZCELSNĀS

Kosmisko staru sastāvā bez protoniem un citiem smagākiem kodoliem, kā zināms, ietilpst arī ļoti enerģiski t. s. relativistiskie elektroni. Relativistiskie elektroni, kustēdamies starpzvaigžņu magnētiskajos laukos, rada galaktiskā radiostarojuma netermisko komponenti. Šī fakta atklājumam, par kura pareizību pašlaik neviens nešaubās, bija liela zinātniska nozīme, jo tas ļāva ne tikai izprast procesus, kas norisinās starpzvaigžņu telpā, bet

arī novērtēt dažādu fizikālo lielumu vērtību starpzvaigžņu telpā kā, piemēram, magnētiskā lauka lielumu u. c. Tomēr jautājums par pašu kosmisko elektronu dabu, to izcelšanos līdz pat pēdējam laikam bija neskaidrs. Atbildes uz šo jautājumu sniedza divas pretējas hipotēzes. Viena uzskatīja, ka kosmiskos elektronus, tāpat kā protonus un citus kosmiskajos staros ietilpstošos kodolus, izmet starpzvaigžņu telpā kosmisko staru avoti, lielākoties katastrofiskās zvaigznes — pārnovas. Pēc otrās hipotēzes turpretim tie rodas, kosmisko staru protoniem un citiem kodoliem saduroties ar starpzvaigžņu vides atomu kodoliem. Šādās sadursmēs rodas π^0 un π^\pm mezonu. Pirmie ātri sabrūk divos γ kvantos, bet otri pārvēršas μ^\pm mezonos, kas savukārt sabrūk elektronus (π^- mezonam sabrūkot), pozitronos (π^+ mezonam sabrūkot) un neitrino. Pirmajai hipotēzei par labu runāja pārnovu radiostarojuma novērojumi un interpretācija, kas liecināja, ka pārnovu sprādzienos tiek ģenerēts milzīgs daudzums relativistisko elektronu, kuru sinhrotrono starojumu novēro kā optiskajā, tā radio diapazonā. Arī otrajai hipotēzei par labu runāja radioastronomiskie novērojumi, proti, galaktiskā radiostarojuma novērojumi. Galaktiskā radiostarojuma jauda ir apmēram $3 \cdot 10^{38}$ ergu/sek. Aprēķini, kas veikti, pamatojoties uz otro hipotēzi, rādīja, ka sekundārajos elektronus un pozitronos Galaktikā katru sekundi pāriet apmēram $3 \cdot 10^{38}$ ergu liela enerģija. Abu šo lielumu sakrišanu minēja kā galveno argumentu

par labu kosmisko elektronu sekundārās izcelšanās hipotēzes pamatojumam, t. i., tam, ka Galaktikas radiostarojumu rada sekundārie elektroni un pozitroni. Tātad gan vienai, gan otrai hipotēzei par labu runāja novērojumi, tādēļ izšķirties par vienu no tām bija grūti.

Pēdējā laikā iespēju pārbaudīt abu hipotēžu pareizību sniedza novērojumi ar balonu vai ZMP palīdzību. Pārbaudes ideja pēc būtības ir ļoti vienkārša — jāsaskaita, cik primārajos kosmiskajos staros ir elektroni un cik pozitronu. Pēdējā laikā šādi eksperimenti arī ir izdarīti. Tā, piemēram, 1963. gadā Starptautiskajā konferencē Indijā amerikāņu fiziķi ziņoja, ka pozitronu skaits ar enerģiju no $3 \cdot 10^8$ līdz 10^9 eV ir tikai ap 20% no kosmisko staru elektronu — pozitronu komponentes. Tas liecināja par labu kosmisko elektronu primārās izcelšanās hipotēzei. Pēc elektronu sekundārās izcelšanās hipotēzes elektronu un pozitronu skaitam kosmiskajos staros bija jābūt vienādam, bet, ja to enerģija ir mazāka par 10^9 eV, tad pozitronu skaitam vajadzētu būt pat lielākam par elektronu skaitu. Kā jau atzīmēts, novērojumi ar baloniem deva pilnīgi pretēju rezultātu.

Kosmisko elektronu sekundārās izcelšanās hipotēze pagājušajā gadā saņēma vēl vienu iznīcinošu triecienu. Padomju zinātnieki V. Ginzburgs un S. Sirovatskis, sīki analizējot kosmiskā radiostarojuma parametrus, parādīja, ka novērotā radiostarojuma intensitāti un spektra formu nevar izskaidrot, pieņemot, ka šo starojumu rada sekundārie

elektroni. Līdz ar to jautājumu par kosmisko elektronu izcelšanos varēja uzskatīt par noskaidrotu. Tie tāpat rodas pārnovu sprādzienos kopā ar kosmisko staru protonu komponenti, un tikai nelielai to daļai ir sekundāra izcelšanās.

A. Balklavs

SARKANI MIGLĀJI AR LIELU KUSTĪBU

Minesotas observatorijas (ASV) astronoms V. Luitens (W. J. Luyten) jau daudzus gadus nodarbojas ar vājo zvaigžņu īpatnējo kustību noteikšanu. Pēdējos gados viņš sācis izmantot šim nolūkam otru pasaules spēcīgāko Šmidta teleskopu, kas atrodas Palomāra kalna observatorijā (vislielākais Šmidta tipa teleskops ir Vācijas Demokrātiskajā Republikā). Šais pētījumos nesen atrasti jauna veida astronomiskie objekti. Tie ir ļoti mazu izmēru un ārkārtīgi vāji sarkani miglāji, kas kustas starp zvaigznēm pie debess ļoti ātri.

Raksturīgākais no šiem spīdekļiem atrodas Mazajā Lācī, un tā apzīmējums ir LP 1-474. Tas ir niecīgs plankumiņš ar 5 loka sekunžu ($5''$) diametru, un tā spožums atbilst 20. zvaigžņu lielumam. Šis objekts pārvietojas par $0'',25$ gadā. Pieņemot šādai kustībai atbilstošu visvarbūtīgāko objekta attālumu, V. Luitens novērtē tā patieso diametru ap 100—500 astronomisko vienību. Tāds izmērs varēja būt tam pirmatnējam miglājam, no kura kādreiz izveidojusies Saules sistēma. Tāpēc

V. Luitens izteicis minējumu, ka jaunatklātie spīdekļi varētu būt planētu sistēmas veidošanās sākuma stadijā vai arī «neizdevušās» planētu sistēmas.

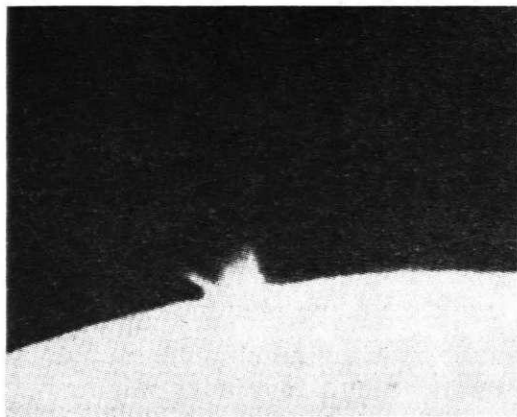
A. A.

HROMOSFĒRAS UZLIESMOJUMI

Krimas Astrofizikas observatorijas astronomi jau ilgāku laiku veic ļoti interesantus pētījumus par hromosfēras uzliesmojumu izcelšanās apstākļiem.

Izmantojot hromosfēras uzliesmojumu kinofilmas, ir izdevies atklāt, ka uzliesmojumu laikā no to tuvumā esošajiem plankumiem izplūst vielas strūkļas, kas trauc pa magnētiskajām spēka līnijām. Strūkļu ātrums ir apmēram 100 km/sek. Domājams, ka šis process izraisa apkārtējā fotosfērā tās straujās kustības, kuras jau agrāk konstatējusi Pulkovas astronome V. Vasiļjeva. Izvirdumi pavada it visus hromosfēras uzliesmojumus, pat sekundārus spožuma pieaugumus un jaunu uzliesmojuma mezglu rašanos. Turklāt tie notiek visā uzliesmojuma laikā. Jāpiezīmē, ka izvirdums nekad neparādās tieši uzliesmojuma vietā, bet vienmēr tā apkaimē. Savas kustības sākumā izvirdums ir radiāls pret tuvāko plankumu.

Fotoattēlos uz Saules diska fona šie izvirdumi ir tumši; tas nozīmē, ka izplūstošā viela ir aukstāka par pārējo Saules virsmu. Turpretī uz Saules diska malas, kur izvirdumi novērojami sevišķi labi, tie redzami kā gaišas strūkļas (24. att.). Līdzīga situācija vērojama protuberanču



24. att. Izvirdums blakus hromosfēras uzliesmojumam.

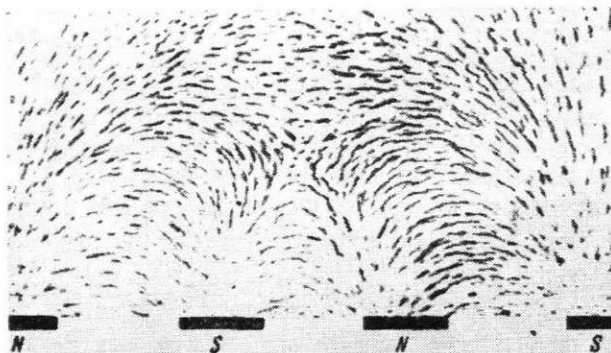
fotoattēlos — arī tās uz Saules diska parādās kā tumšas šķiedras, bet uz Saules malas redzamas kā spoži veidojumi.

Liela hromosfēras uzliesmojuma laikā notiek vairāki desmiti izvirdumu, kuru rezultātā aktivitātes centrs pazaudē apmēram $2 \cdot 10^{41}$ atomus. Tas ievērojami pārsniedz daļiņu skaitu visā aktīvajā apgabalā un aptuveni līdzīgs daļiņu skaitam visā hromosfērā. Līdz ar to atkrīt priekšstats par hromosfēras uzliesmojumu veidošanos, sablīvējoties un ietekot apakšējos līmeņos vainaga

vielai, — tās vienkārši nepietiek, jo arī vainagā ir tikai ap $3 \cdot 10^{41}$ atomu. Varētu iebilst, ka vainagā virs aktivitātes centriem pastāv vielas sablīvējumi — koronālās kondensācijas un hromosfēras uzliesmojuma viela varētu tikt ņemta no tām. Taču aprēķini rāda, ka arī koronālo kondensāciju vielas ir par maz, lai varētu izveidoties uzliesmojums. Tātad izvirduma viela nāk no fotosfēras vai apakšējās hromosfēras, kur plazmas blīvums ir 10^{16} — 10^{17} daļiņas/cm³. Tad izvirdums var veidoties apvidū, kura diametrs ir apmēram $5 \cdot 10^8$ cm resp. 5000 km. Arī pašam uzliesmojumam raksturīgo blīvuma pieaugumu nevar dot hromosfēras atomi, jo to nepietiek. Tādēļ arvien vairāk nostiprinās priekšstats par hromosfēras uzliesmojumu kā par grandiozu procesu, kurā piedalās arī Saules atmosfēras dziļākie slāņi.

Kā liecina A. Severnija pētījumi, visu šo grandiozo parādību kompleksu izraisa aktivitātes centra magnētisko lauku kustības. A. Severniji jau agrāk bija konstatējis, ka hromosfēras uzliesmojumi visbiežāk rodas magnētisko lauku neitrālajos punktos. Šis atklājums ļāva vairākos gadījumos dažas stundas iepriekš prognozēt hromosfēras uz-

25. att. Kompleksas bipolāras plankumu grupas modelis ar magnētiska lauka neitrālajiem punktiem.



liesmojumu parādīšanos. Turpinot pētījumus šai virzienā, Krimas Astrofizikas observatorijā izveidota iekārta aktivitātes centru magnētisko lauku modelēšanai. Ar tās palīdzību noskaidroti apstākļi, kādi pastāvējuši kompleksu plankumu grupu rajonā. Izrādījies, ka patiešām kompleksajās plankumu grupās veidojas magnētiskā lauka šķirtnes, kur, Saules plazmai sablīvējoties, var rasties uzliesmojumi (25. att.). Šie pētījumi eksperimentāli apstiprina jau sen zināmo faktu, ka hromosfēras uzliesmojums visbiežāk notiek t. s. γ tipa — bipolāro komplekso plankumu grupu tuvumā, kur

pastāv vairāki prētējas magnētiskās polaritātes plankumi.

Krimas astronomi ir arī konstatējuši, ka hromosfēras uzliesmojuma rezultātā kāds no šādas kompleksas grupas plankumiem tiek izstumts no grupas ārā. Pie tam vienkāršojas arī visa magnētiskā lauka aina. Tagad Krimā izpētīts, ka pirms uzliesmojuma magnētiskais lauks kļūst sarežģītāks. Turklāt jo komplicētāks kļūst magnētiskais lauks, jo lielāku uzliesmojumu varam gaidīt. Un otrādi, mazām pārmaiņām seko arī ļoti mazi uzliesmojumi, kas dažkārt pat grūti pamanāmi.

N. Cimahoviča



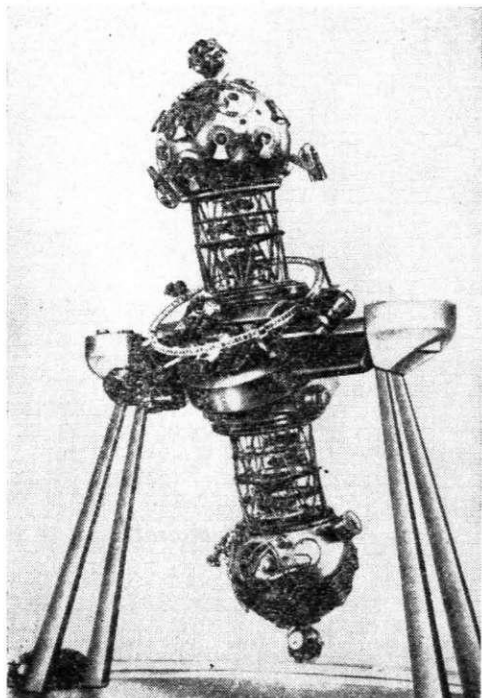
OBSERVATORIJAS UN ASTRONOMI

JAUNAIS RĪGAS PLANETĀRIJS

Ieskanas mūzika, lēni dziest gaisma. Lektors sāk stāstu par sasniegumiem kosmosa apgūšanā. Lūk, pirmie Kibaļčiča, Candra un Ciolkovska raķešu projekti, nākotnes sapņi un ieceres. Paiet daži gadu desmiti, un padomju zinātnieku, inženieru un konstruktoru neatlaidīgā darba rezultātā rodas kosmiskās raķetes, tiek palaisti pirmie ZMP, kosmosā dodas cilvēks. Iepazīstamies ar mūsu slavenajiem kosmonautiem ikdienā, treniņos un lidojuma laikā. Uzzinām daudz jauna par ZMP, kosmisko raķešu un kuģu pētījumiem, to plašāku pielietošanu nākotnē. Stāstījumu papildina krāsaini diapozitīvi, fragmenti no zinātniski populārām un dokumentālām kinofilmām, zvaigžņotās debess projekcija un ZMP lidojums. Lekciju noslēdz ritausma un Saules lēkts, kas it kā simbolizē mūsu kosmiskās ēras triumfu.

Tāds īsumā ir viens no seansiem jaunajā Rīgas planetārijā, kas atrodas Ļeņina ielā 23.

Te ik dienas notiek vairākas lekcijas-seansi par mūsu Saules sistēmu, tuvām un tālām planētām, zvaigznēm un galaktikām.



26. att. Jaunā Rīgas planetārija aparatūra.

Aparātā samontēts vairāk par 7000 dažādu detaļu un ap simts projektoru, ar kuru palīdzību var parādīt daudzus astronomiskus procesus un parādības. Ziemeļu un dienvidu zvaigžņotās debess attēlu dod divas puslodes ar diametru 750 mm. Pusložu centrā ievietotas 1000 vatu spuldzes, bet virspusē ir 16 projektori, kuros ievietoti diapozitīvi ar zvaigžņotās debess apgabaliem, kas izgatavoti pēc pareizām zvaigžņu kartēm.

Dažādas palīgierīces ļauj parādīt zvaigžņu mirgošanu, maiņzvaigznes, Piena Ceļu, daudzās zvaigžņu kopas un miglājus, «kritošās zvaigznes» un komētas.

Daudzie motori palīdz izsekot šķietamajai Saules un zvaigžņu dienakts kustībai, apceļot apkārt zemeslodei pa Rīgas meridiānu un pavērot zvaigžņoto debesi dažādos platuma grādos. Var redzēt arī Saules gada kustību pa Zodiaka zvaigznājiem, Mēness fāžu maiņu un planētu cilpveida kustības.

Zvaigžņoto debesi var pārvērst par zvaigžņu karti, kur iezīmējas

Apmeklētāji iepazīstas ne tikai ar jaunākajiem sasniegumiem astronomijā un kosmosa apgūšanā, bet arī ar citu zinātņu jaunumiem, kas palīdz veidot materiālistisku pasaules uzskatu. Daudzas lekcijas veltītas antirelīģiskām tēmām.

Vismazākie apmeklētāji var doties ceļojumos pa Zemes virsmu, okeāniem un Zemes dzīlēm, kosmiskajos kuģos traukties uz Mēnesi. Tad pazīstamo Rīgas panorāmu nomaina Mēness nelīdzenā virsma ar kalnu grēdām, apaļajiem krāteriem un cirkiem. Līdzīgu ceļojumu var veikt arī uz Marsu un citām planētām.

Jaunais planetārijs ir apaļa zāle ar diametru 16 m, tā paredzēta 160 apmeklētājiem. Pāri skatītāju galvām plešas balts kupolveida ekrāns, uz kura ar īpašas aparātūras palīdzību projicē debess spīdekļu attēlus un to kustību.

Šo aparatūru izgatavojuši pazīstamā VDR firma «Carl Zeiss» Jēnā.

Tādi paši aparāti uzstādīti arī Maskava, Ļeņingradā un Volgogradā. Rīgas planetārijs ir ceturtais šāda lieluma planetārijs mūsu zemē un 35. pasaulē.

zvaigznāju nosaukumi un galvenās debess sfēras līnijas — meridiāns, horizonts, ekliptika, ekvators. Ar planetārija aparatūras palīdzību var parādīt zvaigžņu stāvokli ne tikai šodien, bet var pārcelties arī tālā nākotnē un redzēt, ka debess ziemeļpolā Zemes ass precesijas dēļ Polārzvaigznes vietā atrodas Liras zvaigznāja spožā Vega.

Planetārija redzama ne tikai naktīs debess, bet arī diena. Tad kupols kļūst gaiši zils, pa to lēni peld makoņi, austrumu pusē paceļas Saule.

Planetārija apaļā zālē aizņem ēkas otro stāvu, tai blakus atrodas divas izstāžu zāles. Pirmajā zālē var iepazīties ar astronomijas vēsturi. Daudzie attēli, zīmējumi un stendi stāsta, kā ciņā pret reliģiju attīstījies zinātnisks pasaules uzskats. Šai telpā ir arī lieli zvaigžņu, Mēness, Zemes un Marsa globusi un meteorītu kolekcija.

Otrajā zālē atrodas plaša izstāde par kosmosa apgūšanu.

Ēkas pirmajā stāvā izveidots kinolektorijš 300 skatītājiem. Te demonstrē populārzinātniskas un dokumentālas filmas. Bez lekcijām dažādās zinātņu nozarēs notiek tematiskie, jautājumu un atbilžu vakari, kā arī mutvārdu žurnāli par zinātniski ateistiskām tēmām.

Apmeklētājiem ir pieejama bibliotēka un plaša lasītava.

Sis zinātņu propagandas nams izveidots, kapitāli rekonstruējot bijušo dievnamu, tomēr saglabājot iepriekšējo ārējo izskatu. Turpretī stikla un šūnakmens sienas, pīkaramie griesti, īpatnēji veidotās brīvstāvošās dzelzsbetona kāpnes un citi veidojumi piešķir ēkas iekšpusei modernu izskatu. Telpu apdarei izmantoti moderni būvmateriāli: rūdītais stikls, stiklaplāsts, stikla šķiedras audumi. Grīdas noklātas ar krāsainām plastmasas plātnēm. Gaišs un saulains ir vestibils, arī citas telpas mājīgas, ieturētas patīkamos pasteltoņos.

Projekta autori ir paredzējuši ēkas celtniecībā 3 kārtas. Pirmās divas — kinolektorija un planetārija telpas jau gatavas. Vēl nerealizēta palikusi trešā kārtā — astronomiskā observatorija. Te savs vārds sakāms planetārija vadībai un arī sabiedrībai, lai tuvākajā nākotnē mūsu pilsētas iedzīvotājiem būtu plaši pieejams arī lielāks teleskops.

L. Kcndraševa un I. Zimina

AKADĒMIĶIS J. ZEĻDOVICIS

Sī gada 8. martā PSRS Zinātņu akadēmija atzīmēja ievērojamā padomju zinātnieka akadēmiķa Jakova Zeļdoviča piecdesmit gadu jubileju. J. Zeļdoviča zinātnisko pētījumu loks ir ļoti plašs un rezultātiem bagāts. Viņš publicējis apmēram 150 zinātniskus darbus par dažādiem fizikālās ķīmijas, fizikas, astrofizikas u. c. jautājumiem.

J. Zeļdoviča spējas attīstās ļoti ātri, un jau 20 gadu vecumā viņš ir



27. att. Akadēmiķis J. Zel'dovičs.

atzīta autoritāte vairākos fizikālās ķīmijas jautājumos. Interesanti atzīmēt, ka vienīgā mācību iestāde, ko viņš beidzis, ir deviņgadīgā skola. Visas pārējās zināšanas iegūtas pašmācības ceļā. Pēc skolas beigšanas Zel'dovičs sāk strādāt par laborantu Derīgo izrakteņu bagātināšanas un apstrādes institūtā. Šeit viņš saskaras ar fizikālo ķīmiju, kas turpmāk kļūst par viņa galveno zinātnisko aizraušanos.

Kādā ekskursijā uz Ļeņingradas Fizikāli tehnisko institūtu septiņpadsmitgadīgais jauneklis ar savām zināšanām tā pārsteidz fizikālās ķīmijas laboratorijas vadītāju S. Roginski, ka tas tūlīt ieskaita Zel'doviču par laborantu savā laboratorijā. S. Roginska vadībā Zel'dovičs veic savus pirmos eksperimentālos pētījumus fizikālajā ķīmijā. Kļūdamas pamazām par patstāvīgu zinātnieku, Zel'dovičs interesējas par tādiem jautājumiem kā heteroģenā katalīze un absorbcija uz nehomogēnas virsmas. No tā izaug plašs pētījumu cikls par atmosfēras slāpekļa saistīšanu. Šim jautā-

jumam ir liela praktiska nozīme rūpniecībā un lauksaimniecībā. Drīz šo problēmu Zel'doviča vadībā sāk risināt jau vesela zinātnieku grupa, kas darbojas arī vēl tagad, kā par to liecina nesen iznākušais rakstu krājums par šo jautājumu. Arī visiem turpmākajiem Zel'doviča pētījumiem ir raksturīgs ciešs teorijas savijums ar praktisko pielietojšanu.

Otra plaša zinātnes nozare, kurā Zel'dovičs izdarījis fundamentālus atklājumus, ir degšanas un detonācijas teorija. Kopā ar saviem skolniekiem viņš pēta jautājumu par liesmas stabilitāti un atrod sakarību starp liesmas izplatīšanās ātrumu un ķīmisko reakciju norisi tajā. Zel'doviča teorētiskajiem pētījumiem daudzu degšanas teorijas uzdevumu risināšanā raksturīga jaunu oriģinālu matemātisku paņēmieni izmantošana. Lielā Tēvijas kara laikā šie Zel'doviča pētījumi gūst svarīgu praktisku pielietojumu. Šajā laikā sarakstīta monogrāfija par sprāgstvielu un pulvera degšanas teoriju. Kopā ar turpmākajiem atklājumiem tie izveido fizikālo bāzi pētījumiem par pulvera dzinēju pielietojšanu raķetēs. Kad pēc kara strauji attīstās raķešu būvniecība, Zel'doviča pētījumi lielā mērā palīdz noskaidrot šīs nozares svarīgāko jautājumu — par degšanas procesa norisi dzinēja kamerā.

Ar degšanu cieši saistīta ir detonācijas parādība. Jau 20. gs. sākumā

tika izvirzīta hipotēze, ka detonācija ir degšana triecienvilņa iespaidā. Zeļdovičam pirmajam izdodas teorētiski pierādīt šīs hipotēzes pareizību. Vienlaikus viņš kopā ar saviem līdzstrādniekiem veic arī eksperimentālus pētījumus, kuros novēro detonācijas vilņa izplatīšanos un divu vilņu sadursmi, atklāj, ka vilņa fronte izliecas, detonācijai izplatoties, u. c. Pēc atklājuma par urāna kodola dalīšanos Zeļdovičs izmantoja savu degšanas un detonācijas teoriju ķēdes kodolreakcijām.

Svarīgi ir arī Zeļdoviča pētījumi par triecienvilņu izplatīšanos parastās, ķīmiski inertās vidēs. Tā, piemēram, Zeļdovičs pirmais atrisināja uzdevumu par liela ātruma triecienu pret vides virsmu, iegūstot interesantu rezultātu: viņš konstatējis, ka triecienvilņa impulss vidē var būt daudz lielāks par tā ķermeņa impulsu, kas šo triecienu izdarījis. Viņš teorētiski paredzēja jauna veida triecienvilni gaisā, t. s. termisko vilni, kuru izraisa gaisa necaurspīdīguma strauja izmaiņa termiskās jonizācijas dēļ.

Blakus šīm pamatinteresēm Zeļdoviča zinātnisko interešu lokā ietilpst modernās fizikas visas svarīgākās problēmas. Viņa pētījumiem šeit raksturīga oriģināla pieeja un prasme saskatīt nozīmīgus faktus parādībās, kam vairums paiet garām. Svarīga vieta Zeļdoviča pētījumos ir elementārdaļiņu teorijai. Tā 1955. gadā Zeļdovičs kopā ar savu skolnieku S. Geršteinu, vadoties no analogijas ar elektrodinamiku, licis priekšā īpatnēju universālās vājās sadarbības variantu, kurā saglabājas vektorālā strāva. Ejot tieši pa šo Zeļdoviča norādīto ceļu, M. Gelmanam un R. Feinmanam trīs gadus vēlāk izdevās radīt šodien vispāratzīto vājās sadarbības teoriju. Nozīmīgi ir arī Zeļdoviča pētījumi par kodolreakciju katalīzi μ -mezona iespaidā.

Pētījumi kodolteorijā un elementārdaļiņu fizikā pavēra zinātniekam ceļu jaunā pētījumu laukā — astrofizikā. Zeļdoviča pētījumi šeit sāk parādīties kopš 1961. gada un ir devuši jau vairākus nozīmīgus rezultātus. Viņa interese galvenokārt vispārīgās relativitātes teorijas pielietošana zvaigžņu un Visuma evolūcijas pētījumos. Sakarā ar to viņš ir publicējis darbus par vielas īpašībām, pastāvot ļoti lieliem blīvumiem un zemām temperatūrām, par t. s. «pirmszvaigžņu vielu», kā arī pētījis kodolreakciju norisi šādā vielā. Interesantas ir arī viņa idejas par neitrino lomu Visuma evolūcijā.

Akadēmiķa Zeļdoviča zinātnisko pētījumu apjoms arvien palielinās, un jādodomā, ka talantīgais zinātnieks arī turpmāk dos ne mazumu fundamentālu rezultātu daudzās fizikas un astrofizikas problēmās.

No žurnāla «Успехи физических наук»

PROFESORAM B. VORONCOVAM-VELJAMINOVAM 60 GADI

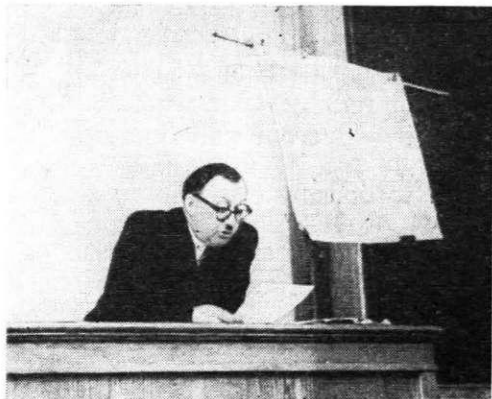
«O, Boris Aleksandrovič, Fiziķi Grib Kūpināt Mahorku!» — šis teiciens radās studentu auditorijās, kad jaunais astronomijas pasniedzējs — Boriss Aleksandrovičs Voroncovs-Veljaminovs bieži mēdza lekciju pārtraukumos uzsmēkēt kopā ar studentiem. Tas palīdzēja viņiem labāk atcerēties zvaigžņu spektrālo klašu secību: O, B, A, F, G, K, M.

Sī gada martā astronomu sabiedrība atzīmēja profesora Voroncova-Veljaminova 60. dzimšanas dienu. No 60 saviem dzīves gadiem 47 Voroncovs-Veljaminovs nodarbojies ar astronomiju. Pats zinātnieks stāsta interesantu gadījumu no savas jaunības dienām. Ar mazu teleskopu, kāds bijis viņa rīcībā pilsoņu kara laikā, viņš bieži novērojis debesi no mājas balkona savā dzimtajā pilsētiņā Ukrainā. Pēkšņi naktī dzīvoklī ielauzies petļurieši un sākuši kratīšanu, jo bija noturējuši teleskopu par ložmetēju.

Dziļāka un nopietnāka iepazīšanās ar astronomiju sākas Maskavā, Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Maskavas nodaļā un pēc tam Maskavas Valsts universitātē, kur Voroncovs-Veljaminovs studē astronomiju. Jau studiju gados viņš publicē vairākus zinātniskus darbus un ieteic jaunu fotometrisku novērošanas metodi.

Divdesmito gadu beigās jaunais zinātnieks daudz nodarbojas ar komētu dabu, izstarojumu, gāzu izplūšanu, izmēriem. Sākot ar 1930. gadu, Voroncovs-Veljaminovs sāk pētīt planetāros miglājus, un jau 1935. gadā parādās viņa pirmā monogrāfija par šiem jautājumiem, bet 1948. gadā — otra. Tai pašā laikā viņš sāk darbu arī galaktiku kataloga sastādīšanā. 1946. gadā zinātnieks atklāj balti zilo zvaigžņu secību. Piecdesmito gadu sākumā viņš publicē virkni darbu par O-asociāciju uzbūvi, kam ļoti svarīga nozīme jauno zvaigžņu veidošanās teorijas izstrādāšanā.

Pats zinātnieks uzskata, ka viens no nozīmīgākajiem darbiem, ko viņš uzrakstījis, ir starpzvaigžņu difūzās matērijas papildināšanās mehānisma



28. att. Profesors B. Voroncovs-Veljaminovs ziņo par saviem jaunākajiem atklājumiem. I. Rabinoviča foto.

izskaidrojums. Viņš parādīja, ka, pirmkārt, jaunās, karstās zvaigznes ļoti intensīvi zaudē daļu savas vielas izstarojuma ceļā un, otrkārt, novu un pārnovu uzliesmojumu rezultātā ļoti lielas matērijas masas tiek izsviestas starpzvaigžņu vidē. Šis atklājums apliecināja ciešo vienotību starp zvaigznēm un starpzvaigžņu vidi.

Pēdējā gadu desmitā Voroncovs-Veljaminovs ļoti intensīvi strādā liela galaktiku kataloga sastādīšanā. Viņa pētījumu objekts — neregulārās un mijiedarbigās galaktikas.

Ir jāatzīmē zinātnieka ārkārtīgā darba mīlestība. Apmēram 40 gadu laikā viņš ir publicējis ap 300 zinātnisku rakstu, uzrakstījis 5 monogrāfijas un mācību grāmatas un 25 populārzinātniskas grāmatas.

Bet zinātne nav vienīgais šī enerģiskā, vienmēr dzīvespriecīgā cilvēka darba lauks. Zinātnieks ļoti aktīvi piedalās sabiedriskajā darbā, it sevišķi astronomijas popularizēšanā. Jau 30 gadu viņš ir Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības prezīdija loceklis; lielu darbu veic Zinību biedrībā. Vairākas skolēnu un studentu paaudzes mācījās pēc Voroncova-Veljaminova astronomijas grāmatām. Viņa mācību grāmatas ir piedzīvojušas 25 izdevumus mūsu zemē un vairākus — ārzemēs. Ir aprēķināts, ka pēc šīm grāmatām Padomju Savienībā ir mācījušies 35 miljoni skolēnu, bet visā pasaulē — 100 miljoni, kā arī 11 miljoni studentu. Šogad iznāks pasaulē pirmais astronomijas kursa krāsains izdevums.

Tāpēc tik kupls bija jubilāra apsveicēju pulks, kuru vidū bija visu lielāko žurnālu redakcijas un daudzas VAĢB nodaļas. 15 pilsētu pārstāvji atbrauca, lai apsveiktu zinātnieku jubilejas dienā. Rīgas astronomu vārdā jubilaru sveica pārstāvji no Latvijas Valsts universitātes un Zinātņu akadēmijas. Apsveikumi nāca no Parīzes, Budapeštas un citām galvaspilsētām. Kāds apsveikuma sūtītājs atzīmēja, ka uzskata jubilaru par jaunu cilvēku, jo, pēc viņa domām, no 60 gadiem 30 pieder Voroncovam un 30 — Veljaminovam. Pārstāvis no «Astronomijas žurnāla» redakcijas deva solījumu ievietot žurnālā visus zinātnieka rakstus ārpus kārtas. Izglītības ministrijas Goda raksts un 1837. gadā izdotā grāmata «Mūsdienu teleskops» vienlīdz iepriecināja kā jubilaru, tā arī apsveicējus. Gandrīz visi runātāji atzīmēja astronoma bezgalīgo uzticību zinātnei, zinātniskai patiesībai.

Savos pēdējos pētījumos, par kuriem Voroncovs-Veljaminovs 1963. gadā saņēma Bredihina prēmiju, viņš ir nonācis pie vēl vienas fundamentālas atziņas, ka arī Metagalaktika ir nepārtraukta vide, kurā galaktikas ir tikai matērijas sabiezējumi. Šis atklājums vēlreiz pasvīturo to svarīgo faktu, ka Visums ir vienota vide, kur nepārtraukti rodas jaunas zvaigžņu pasaules — galaktikas, kas attīstās un izkļiedē starpgalaktiku telpā matēriju, kura ar laiku kādā Visuma telpas punktā rada jaunu sabiezējumu, jaunu zvaigžņu pasauli.

A. Kovaļevskis



A STRONOMIJAS VĒSTURE

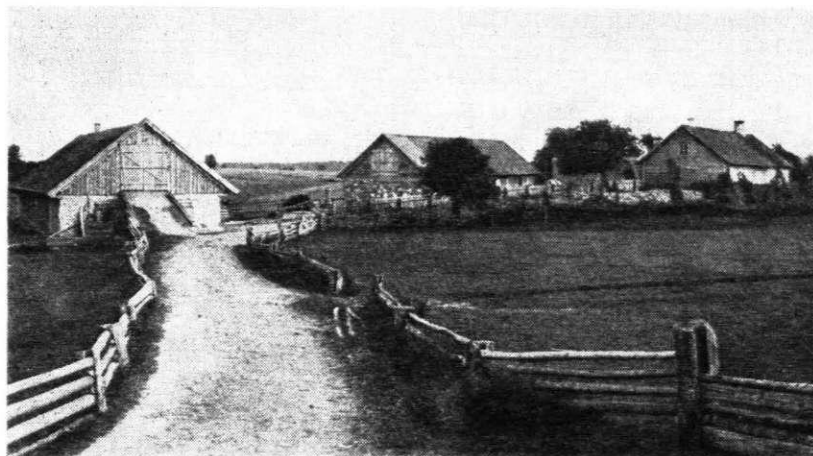
FRICI BLUMBAHU PIEMINOT

Šī gada 23. oktobrī paiet simt gadu kopš Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas goda locekļa Friča Blumbaha dzimšanas. Profesors F. Blumbahs bija Latvijas Valsts universitātes astronomijas katedras vadītājs un pirmais Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Fizikas un matemātikas institūta astronomijas sektora vadītājs.

F. Blumbahs dzimis 1864. gadā Talsu apriņķa Lībagu pagasta Slaparu mājās, zemnieka ģimenē. Apdāvinātība un neatlaidība mācībās pavēra viņam ceļu uz izglītību. Viņš beidza Jelgavas ģimnāziju un 1883. gadā iestājās Tartu universitātē. Studiju laikā Blumbahs pievērsās astrofizikai; vēl students būdams, viņš veica dažus pētījumus sadarbībā ar Pulkovas astrofizikā Haselbergu.

Pēc universitātes beigšanas 1889. gadā Blumbahs sāka strādāt Pulkovā kā ārštata astronoms. No turienes viņu komandēja uz ārzemēm, uzdodot iepazīties ar moderno astrofizikas tehniku. Potsdamas observatorijā viņš specializējās zvaigžņu spektrogrāfijā un pēc tam apmeklēja Francijas un Anglijas astronomijas centrus, kur iepazīnās ar darba metodēm un iekārtu.

1890. gadā Blumbahs atgriezās Pēterburgā un iestājās darbā Kara medicīnas akadēmijas fizikas laboratorijā — par šīs laboratorijas vadītāja profesora N. Jegorova asistentu spektrogrāfiskos pētījumos. Šie pētījumi saistīja lielā ķīmiķa D. Mendelejeva uzmanību, kas neatstāja neievērotu arī jaunā asistenta erudīciju un čaklumu.



29. att. Lībagu pagasta «Slaparu» mājas 1892. gadā. Blumbaha foto.

30. att. F. Blumbahs (+) pēc universitātes beigšanas tuvinieku vidū savās tēva mājās. Stāv F. Blumbaha tēvocis veterinārzinātņu maģistrs Preipičs-Freibergs, ievērojamā padomju metrologa-hronometrista Nikolaja Preipiča tēvs. Pārējie nav zināmi. *Blumbaha foto.*



1893. gadā D. Mendelejevs valdības uzdevumā stājās pie Krievijas metroloģiskā dienesta izveidošanas. Pēc viņa priekšlikuma tika dibināta metroloģiskā dienesta centrālā iestāde — Galvenā mēru un svaru palāta. Par tās mehāniķi uzaicināja F. Blumbahu. Drīz viņš kā Mendelejeva pilnvarots pārstāvis devās uz Angliju ar svarīgu uzdevumu: viņam bija jā-rūpējas par krievu pamatmērvienību — aršīnas un mārciņas — prototipu savlaicīgu un kvalitatīvu izgatavošanu. Darbs Anglijas metroloģiskajās iestādēs ļāva Blumbaham pamatīgi iepazīties ar metroloģijas teoriju un praksi. Gūtā pieredze ierosināja daudz ideju par metroloģiskās tehnikas tālāku izkopšanu.

D. Mendelejevs bija ļoti apmierināts ar Blumbaha panākumiem. Pēc krievu mērvienību prototipu atjaunošanas viņš uzticēja Blumbaham jaunu atbildīgu uzdevumu — Galvenās palātas laika etalonu laboratorijas organizēšanu. Arī šis darbs tika teicami veikts. Blumbahu iecēla par šīs laboratorijas vadītāju.

Līdztekus darbam Galvenajā palātā Blumbahs aktīvi piedalījās arī Krievijas astronomiskās biedrības rīkotajos pasākumos, parasti kā ekspedīcijas vadītājs Saules aptumsumu novērošanai. Īpašu ievērību astronomu aprindās izpelnījusies viņa vadītā ekspedīcija uz Ļenas upes krastiem Sibīrijā 1896. gada Saules aptumsuma novērošanai. Blumbaham toreiz izdevās iegūt sevišķi labus Saules vainaga fotouzņēmumus.

Pēc D. Mendelejeva nāves (1907. g.) Blumbaha zinātniskajā rosībā iestājās zināms atslābums. Toties viņš kļuva aktīvāks sabiedriskajā dzīvē, it sevišķi karam sākoties. Viņš daudz darīja latviešu bēgļu labā. Vienlaikus Blumbahs piedalījās zinātnes propagandas pasākumos. Jāatzīmē arī viņa



31. att. F. Blumbaha portrets 1914. gadā. Akadēmiķa M. Rundaļeva vara grebums.

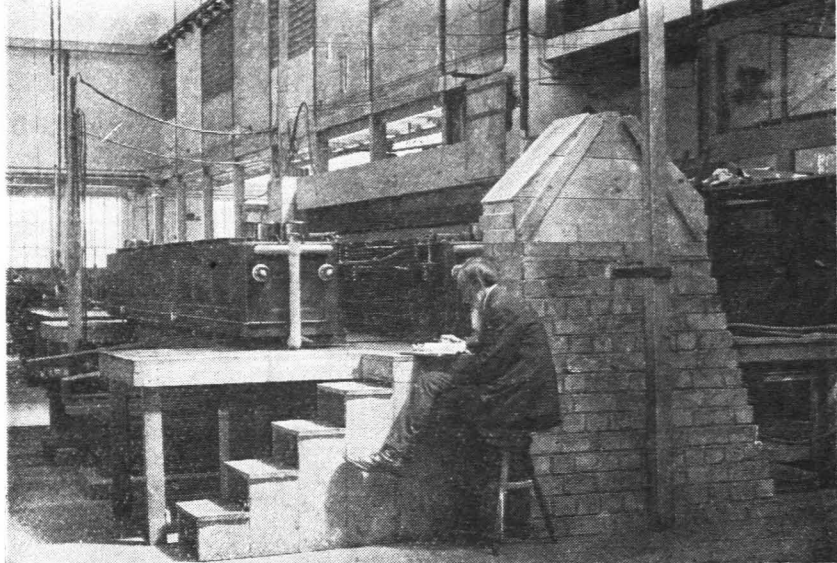
pedališanās sieviešu politehnisko kursu organizēšanā Pēterburgā, kuros viņš uzņemas fizikas profesora pienākumus.

Pēc Lielās Oktobra sociālistiskās revolūcijas Galvenās palātas darbībā, ko pēc D. Mendelejeva nāves vadīja N. Jegorovs, sākās jauns posms. Saskaņā ar Padomju valdības lēmumu tai bija jāveic priekšdarbi metriskās mēru sistēmas ieviešanai Krievijas teritorijā. Taču pilsoņu kara un imperiālistu blokādes apstākļos šī projekta izstrādāšana ieilga. 1919. gadā nomira N. Jegorovs un Galvenās palātas pārvaldnieka pienākumu izpildīšanu uzņēmas Blumbahs. Šajā grūtajā laikā viņa enerģija tika veltīta galvenokārt palātas līdzstrādnieku apgādei ar dzīvībai nepieciešamo pārtikas minimumu.

Pēc pilsoņu kara beigām, kad Padomju valsts stājās pie rūpniecības atjaunošanas, Blumbahu nozīmēja darbā Maskavā Augstākās Tautas Saimniecības Padomes zinātniski tehniskajā nodaļā. 1921. gada vasarā Blumbahu kopā ar Galvenās palātas līdzstrādnieku L. Isakovu komandēja uz starptautisko metrologu konferenci Parīzē. Šīs konferences mērķis bija atjaunot metrologu starptautisko sadarbību. Tādā kārtā Blumbaham un Isakovam bija izdevies kļūt par pirmajiem Padomju valsts pārstāvjiem starptautiskā zinātnes forumā. Lūk, ko Blumbahs rakstīja par šo notikumu kādā no saviem ziņojumiem:

«Mēs bijām pirmie pionieri, kas ar savu mierīgo un aukstasinīgo uzstāšanos ietekmēja zinātnes un tehnikas pārstāvjus Francijā, vērsot viņu uzmanību uz nepieciešamību visdrīzākajā laikā uzņemt sakarus ar Padomju varu Krievijā. Sākumā mūs klausījās tie, kas pazina mani no agrākiem laikiem, tad arī citas personas.»

No Parīzes Blumbahs devās uz Londonu. Seit, Krievijas tirdzniecības delegācijā, viņš uzzināja, ka angļu optiskā firma «Howard Grubb» ierosina atjaunot vēl pirms kara noslēgto līgumu par lielu astronomisku instrumentu piegādāšanu Pulkovas observatorijai. Tirdzniecības delegācijas uzdevumā Blumbahs iepazinās ar lietas apstākļiem un pārliecināja delegācijas vadītāju Ārējās tirdzniecības tautas komisāru L. Krasinu par līguma atjaunošanas nepieciešamību. Pēc tam Blumbaham uzticēja kontrolēt līguma izpildīšanu. Bez tam viņam bija jāveic arī cits uzdevums. Vēl



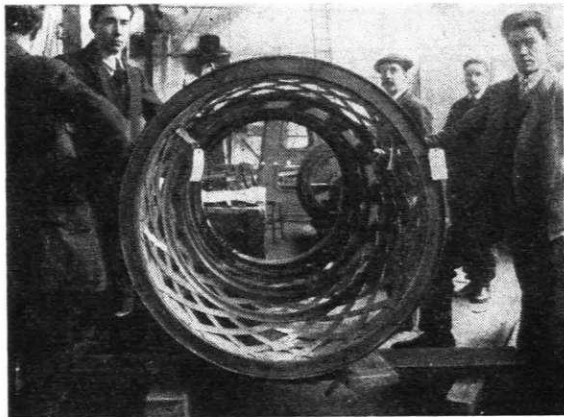
32. att. F. Blumbahs pārbauda 4 metru ģeodēzisko komparatoru Ženēvas Fizikālo instrumentu sabiedrības rūpnīcā 1923. gada martā.

pirms kara Galvenās palātas vajadzībām Ženēvas fizikālo instrumentu ražošanas sabiedrībā tika pasūtīts ģeodēzisks komparator — iekārta garuma mēru precīzai salīdzināšanai. Blumbaham nu bija jānodrošina uz Ženēvu, lai pārbaudītu šīs iekārtas kvalitāti.

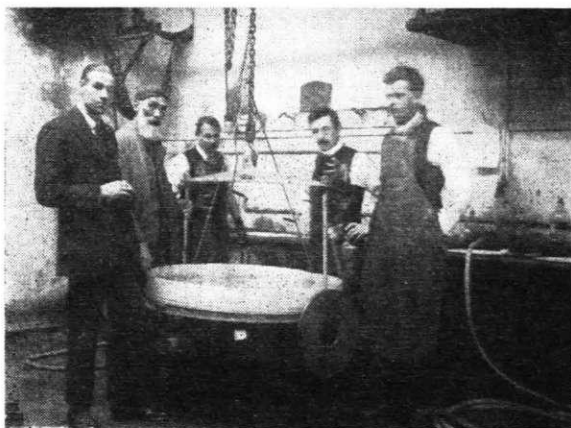
Darbs rūpnīcā sakarā ar ģeodēziskā komparatora pārbaudi bija ļoti nogurdinošs, taču Blumbahs atrada vēl laiku, lai iepazītos ar Ženēvas astronomu darbiem un padziļinātu savas zināšanas spoguļa teleskopu teorijā,

33. att. Simeizas reflektora torņa korpuss, iesaiņots transportam uz Simeizu 1924. gada sākumā. Strādnieku un inženieru grupas vidū Pulkovas observatorijas direktors A. Ivanovs (*) un F. Blumbahs (**).





34. att. Simeizas reflektora korpusa daļa.



36. att. Simeizas reflektora spoguļa iesaiņošana. Otrais no kreisās — F. Blumbahs.



37. att. F. Blumbaha darba stūritis firmas «Howard Grubb» rūpnīcā Sentolbensā. Blumbaha foto.



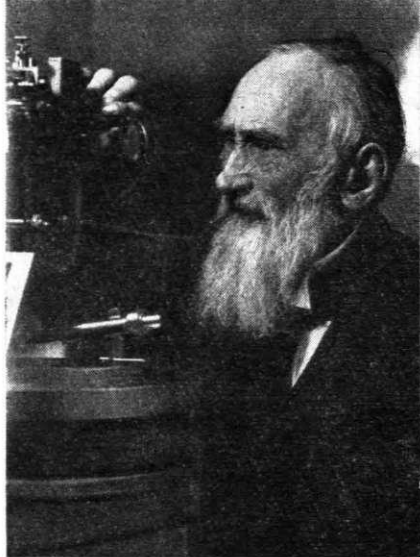
35. att. Akadēmiķis A. Belopojskis apskata Simeizas reflektoru būvēšanas laikā firmas «Howard Grubb» darbnīcās Sentolbensā 1923. gada decembrī.

kas viņam vēlāk deva iespēju visos sīkumos pārraudzīt firmas «Howard Grubb» darbus sakarā ar Pulkovas pasūtījumu.

Pēc komparatora un teleskopa nosūtīšanas uz dzimteni Blumbahs tika iesaistīts Padomju Krievijas naftas produktu eksporta organizācijas dienestā. Lūk, ko viņš atzīmēja savās piezīmēs par darbu šajā iestādē un par savu tālāko uzturēšanos Anglijā:

«Uzturēšanās laikā Anglijā es kopā ar prof. Sazonovu iekārtoju arī lielu laboratoriju, kur varētu precīzi pētīt krievu benzīnu un

38. att. F. Blumbahs pie Latvijas Valsts universitātes astronomiskā pulksteņa ap 1946. gadu.



smēreļļu produktus, ko veda no Baku uz citām valstīm. Strādājot šajā laboratorijā no 1928. līdz 1934. g., mums izdevās pierādīt, ka krievu produkti, ko pārdeva ROP (Russian Oil Products), pārspēj amerikāņu produktus. Tā mēs apgāzām nepāreizos amerikāņu apgalvojumus, ka krievu produktu kvalitāte esot zemāka par amerikāņu produktu kvalitāti.

Ar kaitīgām gāzēm, kuras ar lielu spiedienu izlaiž motori ar lielu apgriezību skaitu, es stipri saindējos un biju spiests prasīt naudas pabalstu. Savu veselību es centos uzlabot vispirms Londonā, bet vēlāk, laikā no 1936. līdz 1939. gadam, dienvidrietumu Anglijā, astronomiskajā observatorijā, kas nosaukta slavenā angļu astrofiziķa Lokiera vārdā, Sidmauntas pilsētas tuvumā. Šajā observatorijā es ieņēmu goda pilnu vietu kā research associate (pētnieksbiedrs). Bez tekošajiem darbiem šajā observatorijā man 1937. gada jūlijā un augustā izdevās iegūt savā ziņā vienīgus Finslera komētas fotogrāfiskus uzņēmumus. Dažus no šiem uzņēmumiem Karaliskā astronomu biedrība (Royal Astronomical Society) ievietoja astronomisku paraugfotogrāfiju goda pilnajā sērijā.

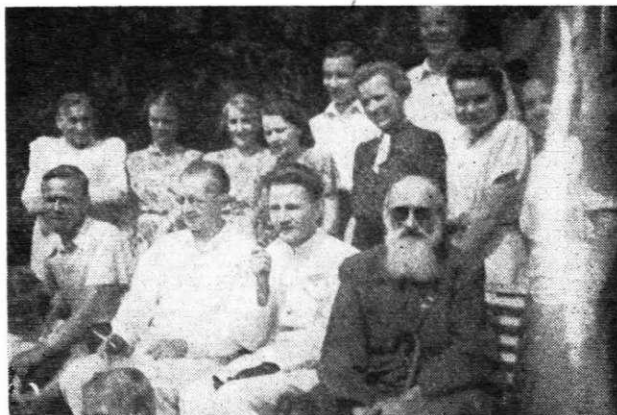
1939. gada 20. augustā, pateicoties Latvijas Universitātes palīdzībai, atgriezos dzimtenē — Rīgā.»

Sava mūža pēdējos gadus Fricis Blumbahs veltījis pedagoģiskajam darbam. Viņš vadīja Latvijas Valsts universitātes astronomijas katedru un audzināja jaunos Latvijas astronomus zinātnes un dzimtenes uzticības garā, kas bija raksturīgs viņa paša dzīvei. Dzimtene augstu novērtēja Blumbaha darbu zinātnes labā, piešķirot viņam Nopelniem bagātā zinātnieka goda nosaukumu. Latvijas PSR Zinātņu akadēmija ievēlēja viņu par savu goda locekli.

Friča Blumbaha mūžs noslēdzās 1949. gada 10. jūnijā.

I. Rabinovičs

39. att. F. Blumbahs kopā ar Maskavas astronomiem prof. N. Moisejevu, prof. P. Parenago un doc. P. Bakuĵinu Rīgas Jūrmalā 1948. gada vasarā. Attēlā redzamas arī Maskavas astronomu dzīvesbiedres un daži Rīgas astronomi. V. Kļeveckā foto.



ASTRONOMISKAS TĒMAS BAROKA LAIKMETA GLEZNĀS

Viena no pasaules slavenākajām gleznu galerijām ir Vatikāna Pina-koteka. Laika gaitā pāvesti šeit sakrājuši daudz vērtīgu mākslas darbu. To starpā atrodamas arī 8 nelielas gleznas, kurās attēloti debess spīdekļu novērojumi ar teleskopiem. Visu gleznu sižets ir apmēram vienāds: cilvēki dārzā pie teleskopa, kas pavērsts pret debesīm. Novērojamais spīdek-lis attēlots tāds, kāds tas bija redzams teleskopā. Gleznās redzama Saule, Mēness, Venēra, Jupiters.

Diemžēl, šo naksnīgo ainu autors nav droši zināms, jo gleznas nav sig-nētas. Lietpratēji tās piedēvē baroka laikmeta gleznotājam Kreti (Donato Creti, 1673.—1749.), kas dzīvojis Boloņā. Acimredzot mākslinieks pats savām acīm redzējis attēlotos spīdekļus. Tas ir pilnīgi iespējams, jo Bo-loņā vairākus gadus dzīvoja pazīstamais itāliešu astronoms Kasini (Giovanni Domenico Cassini). Tāpat šeit atradās tālaika pazīstamā lēcu slīpētāja Kampani darbnīca. Nav izslēgts, ka gleznas radītas pēc speciāla pasūtījuma, varbūt pāvesta Leona X laikā, kurš speciāli vāca mākslas un zinātnes dokumentus.

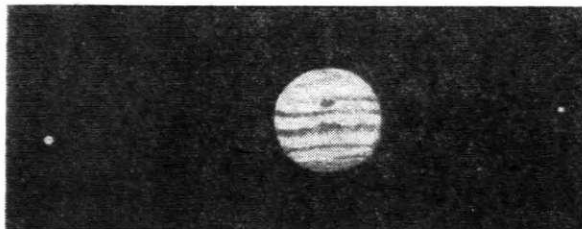
Šīs gleznas ir vērtīgs vēsturisks dokuments, jo stāsta mums par tā-laika astronomiskajiem instrumentiem. Redzams, ka toreiz mazāki instru-

menti lietoti ne tikai observatori-jās, bet arī brīvā dabā. Attēlotie teleskopi balstās uz bronzas stati-viem, to stobri ir 0,5—2 m gari, ar objektīvu diametru 6—8 cm. Ar šādiem instrumentiem varēja iegūt 100-kārtīgu palielinājumu. Redzams, ka Saule netiek novērota tieši, bet projicēta uz ekrāna, pie kam stipri palielinātā attēlā saska-tāmi atsevišķi plankumi un skaid-ras granulācijas pēdas. Mēnesī labi attēloti tumšie līdzenumi un atsevišķi krāteri, pilnmēness fāzē sevišķi izdalās Tiho un Kopernika krāteru staru sistēma. Venēra pa-rādīta trijās gleznās — kā šaurs sirpis un kā «pusvenēra» pirmajā un pēdējā ceturksnī. Saturnu mākslinieks attēlojis ar gredzenu, kurš gan ir nedaudz mazāks un neat-



40. att. D. Kreti (?) glezna «Astronomi novēro pilnu Mēnesi», ap 1700. gadu.

41. att. Fragments no D. Kreti gleznas «Astronomi novēro Jupiteru», ap 1700. gadu.

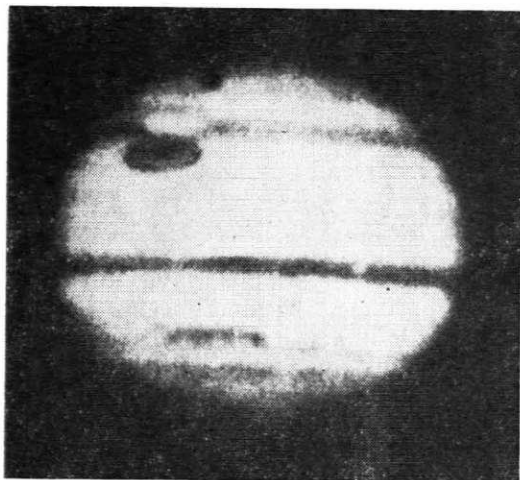


bilst patiesajai attiecībai pret disku. Interesanta ir mijkrēšļa ainava, kur priekšplānā attēlota jauna meitene apvidus tērpā, bet tālāk pie debesīm — bolīds. Ļoti iespējams, ka šis vispār ir pirmais zināmais bolīda attēls.

Ļoti svarīgs mums ir Jupitera attēls, kas dod liecību par to, kādas detaļas bija redzamas uz šīs planētas virsmas 17. un 18. gs. mijā. Jupitera tuvumā attēloti 3 mēneši (arī Galilejs 1610. gadā vispirms redzēja tikai 3 no 4 lielākajiem Jupitera pavadoņiem). Jupitera disks attēlots pilnīgi apaļš, uz tā skaidri izdalās atsevišķas detaļas — tumšas joslas abās puslodēs un svītras, kuras jau 1630. gadā novērojuši itāliešu astronomi. Planētas dienvidu puslodē, kas teleskopā redzama augšā, pilnīgi skaidri ir zīmēts lēcveidīgs tumšs plankums, kas atgādina kopš 1878. gada nepārtraukti novēroto Lielo Sarkanu Plankumu. Tas vēlreiz liecina, ka gleznā attēlots tieša novērojuma rezultāts, jo pazīstamais angļu astronoms Hūks (Hooke) jau 1664. gadā pamanīja uz Jupitera īpatnēju veidojumu, ko viņš nosauca par «permanent spot» — pastāvīgo plankumu. Dž. Kasini pēc Hūka atklātā plankuma noteicis Jupitera rotācijas laiku — 9 st. 56 min. Kasini 1672. gadā publicēja Jupitera zīmējumu vienkāršā svītrotā izpildījumā, kur parādīta planētas dienvidu puslode ar tumšo plankumu. Plankuma stāvoklis un šķērsvītru skaits visā visumā saskan ar gleznā attēloto. Tumšlo plankumu līdz 1713. gadam ar pārtraukumiem novērojuši arī citi astronomi, piemēram, Maraldi (Giacomo Filippo Maraldi), no kura mēs uzzinājām, ka plankums mīklainā kārtā laiku pa laikam pazūd. Tādējādi visi dati sakrīt ar mākslas vēsturē pieņemto gleznu rašanās laiku.

Vai tumšais plankums Kreti gleznās būtu identisks vēlākajam Sarkanajam Plankumam? Sarkanais Plankums zīmējumos parādījies kopš 1831. gada. Tātad no 1713. līdz 1831. gadam paliek 118 gadu ilgs laika posms, kad plankums nav novērots. Kā zināms, Lielā Sarkanā Plankuma redzamība stipri svārstās: 1879. un 1880. gadā tas bija redzams ļoti labi, bet 1882. gadā bija gandrīz pilnīgi pazudis tāpat kā 1920. gadā. Toties 1927. un 1936. gadā plankums atkal parādījās ļoti skaidri. Redzamības izmaiņas nav periodiskas. Iespējams, ka pēc 1713. gada plankums bija ļoti vāji redzams un nav pamanīts nepilnīgo instrumentu dēļ. Līdz ar redzamību mainās arī plankuma krāsa. Daži novērotāji atzīmējuši to kā spilgti ķieģeļsarkanu, bet, piemēram, B. Peks (B. Peck) 35 novērojumu gados nav redzējis to citādu kā vāji rozainā krāsā. Pēdējo gadu laikā tas izskatās mirdzoši balts.

Lielā Sarkanā Plankuma daba līdz šim laikam nav noskaidrota. Tas ir



42. att. Jupitera fotogrāfija zilajā gaismā, uzņemta ar Palomāra kalna observatorijas 5 m spoguļteleskopu.

juši tam garām, atkal saslēdzas. Kopš 1957. gada ir atklāts Jupitera radiostarojums, kas lokalizējas Lielā Sarkanā Plankuma tuvumā. Patlaban plankuma redzamība ir ļoti slikta.

N. Cimahoviča un E. Vitolniece



AMATIĒRA LAPPUSE

RĪGĀ UZBŪVĒTS 50 cm REFLEKTORS

1960. gada rudenī Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības (VAĢB) Rīgas nodaļas biedru grupa nolēma uzbūvēt lielāku spoguļteleskopu, kas būtu pieejams biedrības biedriem zinātnisku novērojumu veikšanai. Par teleskopa būves grupas vadītāju tika izvirzīts M. Gailis, kura vadībā jau uzbūvēts 22 cm reflektors. No VAĢB Centrālās padomes rīdnieki saņēma 50 cm diametra stikla disku spoguļa slīpēšanai.

1961. gadā tika veikti pirmie priekšdarbi — uzbūvēta spoguļa slīpējamā mašīna un nākamā teleskopa paviljons. Visa darbība ar Latvenergo atļauju noritēja šā uzņēmuma teritorijā.

Teleskopa projekta autors ir M. Gailis. Viņš arī vadīja teleskopa un paviljona būvdarbus, ieguldīdams tur daudz savu personīgo līdzekļu. Darbā piedalījās VAĢB Rīgas (tagad Latvijas) nodaļas biedri L. Šmits

43. att. 50 cm reflektora stobrs ar spoguļa ietveri un meklētāju. M. Gaiļa foto.

(Kušķis), F. Grablovskis, Dz. Lūse (Strautmane), J. Salenieks, H. Meiers un daudzi citi.

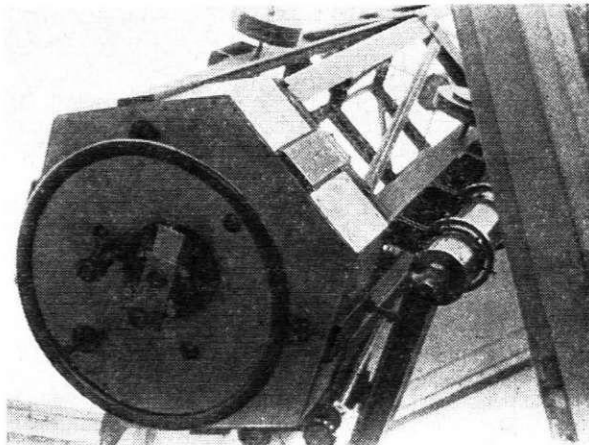
Lai apmierinātu biedru dažādās ieceres, teleskops uzbūvēts tāds, lai ar to varētu veikt divas programmas: dienā — Saules fotografēšanu un naktī — mazo planētu un tālo miglāju pētījumus. Tādēļ paredzēts, ka teleskops varēs strādāt galvenajā fokusā ($F_g=2,5$ m), Ņutona fokusā, kā arī Kasegrēna fokusā ($F_k=9,3$ m). Teleskopa vadišanai (gidēšanai) tiek izmantota daļa no redzes lauka malas $14'$ atstatumā no galvenās optiskās ass. Kā Kasegrēna, tā arī Ņutona fokusā ir meklētāji ar 8 cm objektīva diametru.

Jauno teleskopu pirmo reizi samontēja īsi pirms 1964. gada 1. Maija svētkiem. Iegūti pirmie debess objektu fotoattēli — Mēness virsmas apgabali un Venēra dilstošā fāzē. Fotoattēli liecina, ka teleskops darbojas normāli, tikai rūpīgāk izdarāma tā justēšana.

Lai jauno instrumentu izmantotu pēc iespējas pilnīgi, priekšā vēl liels darbs, izveidojot distances vadības ierīces, ātri darbojošos slēdzi Saules fotografēšanai Kasegrēna fokusā un, galvenais, pulksteņa mehānismu teleskopa vadišanai, fotografejot vājākus objektus — tālās zvaigznes un miglājus.

VAGB Latvijas nodaļas biedri savā sanāksmē 6. maijā pieņēma teleskopa būvētāju priekšlikumu nosaukt jauno instrumentu ievērojamā latviešu astronoma F. Blumbaha vārdā sakarā ar viņa 100 gadu dzimšanas dienas atceri.

N. Cimahoviča



44. att. Mēness virsmas apgabala fotogrāfija, kas iegūta ar 50 cm reflektoru 1964. gada 20. aprīlī. Attēlā redzami gredzenveida kalni Mauroliks (*), Sakrobosko (**), u. c. (dienvidi augšā). M. Gaiļa foto.



J AUNĀS GRĀMATAS

ANĢĻU ZINĀTNIEKA GRĀMATA PAR MĀKSLIGAJIEM PAVADOŅIEM

Populārzinātnisko grāmatu klāsts par Zemes mākslīgajiem pavadoņiem un kosmiskajiem eksperimentiem ir papildinājies ar jaunu ievēribas cienīgu izdevumu. Ārzemju literatūras izdevniecības astronomijas un ģeofizikas redakcija ir laidusi klajā krievu valodā Anglijas mākslīgo pavadoņu efemerīdu dienesta priekšnieka D. Kinga-Hilija grāmatu «Mākslīgie pavadoņi un zinātniskie pētījumi» (D. King-Hele. Satellites and Scientific Research).

Anglijai pagaidām vēl nav pietiekami spēcīgu raķešu, lai palaistu savus mākslīgos pavadoņus, tādēļ grāmatas autors it kā no malas noraugās «kosmisko lielvalstu» — PSRS un ASV panākumos kosmiskās telpas apgūšanā. Kā autors pats norāda priekšvārdā, grāmatas uzdevums ir atbildēt uz jautājumu, kādēļ tiek palaisti mākslīgie pavadoņi. Grāmatas sniegtā atbilde uz šo jautājumu ir vispusīga un pilnīga. Grāmata ir sarakstīta zinātniski stingrā, taču populārā un viegli saprotamā valodā; tekstā sastopamās nedaudzās formulas lasot var izlaist, jo tas netraucē saprast lasītā jēgu; bet lasītājs, kas interesējas par aplūkojamo parādību kvantitatīvo pusi, var attiecīgās formulas atrast un pielietot.

Pēc būtības grāmatā var izšķirt trīs daļas.

Pirmajā daļā, kur sniegta tipiska pavadoņa biogrāfija, sīki pastāstīts par pavadoņu palaišanu, dažādām orbitām un to īpašībām, par atgriešanos Zemes atmosfērā un pavadoņa «muža noslēgumu».

Otrā daļa stāsta par pavadoņu novēro-

Д. Кинг-Хили. Искусственные спутники и научные исследования. Москва, Изд. иностранной литературы, 1963.

šanu un pētījumiem, kurus veic ar to palīdzību. Autors pats ir speciālists debess mehānikā, tādēļ priekšplānā ir izvirzītas tās problēmas, kas saistītas ar pavadoņu kustību telpā, — atmosfēras augšējo slāņu bļivuma, Zemes formas un gravitācijas lauka pētījumi. Autors izklāsta arī daudzus citus pētījumus, kas veicami ar mākslīgo pavadoņu palīdzību, kā arī pavadoņu praktiskos pielietojumus — šodien to ir jau tik daudz, ka grūti tos visus uzskaitīt.

Trešajā daļā ir sīki aprakstīti visi mākslīgie pavadoņi un kosmiskie aparāti, kas ievadīti orbitās līdz 1961. gada beigām. Te lasītājs var atrast interesantus datus par amerikāņu pirmajiem pavadoņiem — «nūjiņu» «Explorer-1» un «apsētinu» «Vanguard-1», «Discoverer», «Vanguard», «Explorer», «Transit», «Tiros» un «Midas» sēriju pavadoņiem. Daudz vietas ierādīts padomju «Sputņik», «Luņņik» un «Vostok» pavadoņu sēriju apskatam, taču mūsu lasītājiem tie ir pazīstami labāk pēc padomju aprakstiem.

Grāmatā ir daudz tādu datu, kas mūsu līdzšinējā populārzinātniskajā literatūrā nav atrodamī. Padomju cilvēks ar lepmumu lasa rindiņas, kurās stāstīts par sajūsmu visā pasaulē, kas valdīja pēc pirmā sputņika palaišanas 1957. gada 4. oktobrī; par skeptiķiem, kas skaļā korī centās apgalvot, ka pirmais padomju pavadoņš esot svēris nevis 83,6 kg, bet gan 8,36 kg; par to, ka Starptautiskā ģeofiziskā gada vadošajām organizācijām tika iepriekš nosūtīti dati par mākslīgo pavadoņu gaidāmo palaišanu Padomju Savienībā, bet tos noklusēja.

Autors ir centies rādīt arī pavadoņu izmantošanas nākotnes perspektīvas, bet jau tagad, tikai trīs gadus pēc grāmatas uzrakstīšanas, strauji progresējošā tehnika iezīmē savas korekcijas. Ģeodēziskais «Anna-1B» tipa pavadoņš, vesela sērija «Tiros» un «Nimbus» tipa meteoroloģisko pavadoņu,

aktīvais retranslators «Telesar» paklausīgi kalpo cilvēku praktiskām vajadzībām; vesela plejāde zinātniski pētniecisku pavadību, kuru pirmajās rindās minamas padomju sērijas «Kosmos» un «Elektron» un «Zond-1», pavēruši jaunas lappuses zinātnē; padomju pavadoņi «Poļot» un amerikāņu ar raketi «Saturn-1» palaistais septiņpadsmittonnīgais pavadoņs iezīmē jaunu posmu kosmosa iekarošanas tehnikā, par ko pirms trim gadiem vēl pat nesapņoja.

Kaut arī pēdējā nodaļa grāmatā nosaukta

«Mūsdienu sasniegumi», tagad tas viss jau pieder kosmosa iekarošanas vēsturei. Šodien kosmonautika virzās uz priekšu tik strauji, ka pat lielākie sasniegumi tiek pārspēti jau dažās nedēļās vai mēnešos. Jebkura plašāka monogrāfija par pēdējiem sasniegumiem nenovērsami noveco jau savas izdošanas laikā un sniedz vienīgi vēsturisku atskatu. Tas, protams, nezina šādu monogrāfiju vērtību.

J. Sneiders



HRONIKA

PĒTERA STUCKAS LATVIJAS VALSTS UNIVERSITĀTES 24. ZINĀTNISKI METODISKĀ KONFERENCE

No šī gada 10. līdz 13. aprīlim Latvijas Valsts universitātē notika gadskārtējā zinātniski metodiskā konference. Astronomijas sekcijā nolasīja 3 referātus. ZA Astrofizikas laboratorijas vecākais zinātniskais līdzstrādnieks U. Dzērvītis ziņoja par pašreizējo stāvokli sarkano milžu iekšējās uzbūves un evolūcijas teorijā, kā arī par dažiem oriģināliem uzbūves modeļu aprēķiniem, kas veikti Astrofizikas laboratorijā. Ir pamats domāt, ka sarkanie milži un pārmilži ir t. s. zvaigžņu galvenās secības augšējās daļas tālākas evolūcijas produkts fāzē, kad zvaigznes centrālajā apgabalā sākas hēlija pārvēršanās ogleklī un citos smagākos elementos. Pārlēgšanās no ūdeņraža degšanas uz hēlija degšanu sarkanajos milžos norit ļoti ātri, un šajā laikā zvaigznes centrā veidojas izotermisks hēlija kodols. U. Dzērvītis aprēķinājis iekšējās uzbūves modeļus zvaigznēm šajā evolūcijas stadijā ar masām 10, 15 un 20 M_{\odot} . Salīdzinot iegūtos rezultātus ar līdzīgiem modeļiem zvaigznēm, kuru centrālajā apgabalā vēl notiek ūdeņraža degšana, vērrojams, ka Hercšprunga—Resela

diagrammā zvaigznes ar izotermisku kodolu novietojas zemāku efektīvo temperatūru un lielāku spožumu virzienā. Ūdeņraža degšana šādu zvaigžņu kodolā izbeidzas pakāpeniski, un pāreja uz izotermisko kodolu notiek bez lēciena.

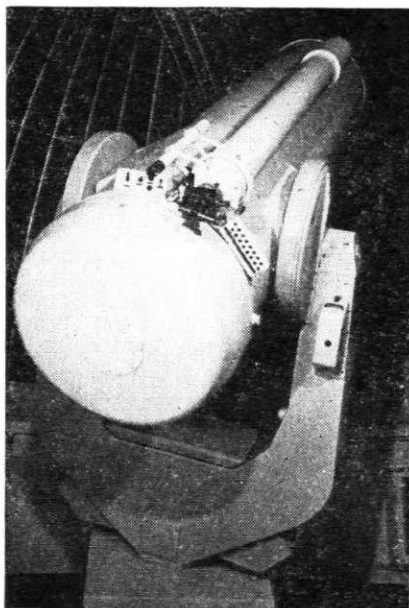
LVU vecākā laborante S. Kronkalne referēja par saviem pētījumiem komētu difūzijas teorijā. Ar elektronisko skaitļošanas mašīnu BESM-2 S. Kronkalne aprēķinājusi perihēlija attālumu un orbītas lielas pusass apgriezta lieluma perturbācijas amperam 20 000 fiktīvām komētām ar noteikumu, ka šīs komētas vienreiz izgājušas cauri Saules sistēmai. Pamatojoties uz iegūtajiem datiem, izdarīta analīze par difūzijas vienādojuma parametra atkarību no komētas orbītas slīpuma un perihēlija attāluma.

LVU jaunākā zinātniskā līdzstrādniece E. Kaupuša apskatīja dažādas hipotēzes par lēcienveidīgām izmaiņām Zemes rotācijas ātrumā un šo izmaiņu ietekmi uz pulksteņu korekciju. Referente parādīja, ka minētās izmaiņas iespējams izskaidrot ar Zemes atmosfēras apakšējo slāņu cirkulāciju. Ja plašākā zemeslodes rajonā izveidojas regulāru vēju apgabals, tad, darbojoties zināmu laiku, tas var paātrināt vai palēnināt Zemes rotācijas ātrumu.

U. Dzērvītis

POĻU ASTRONOMS Z. KORDILEVSKIS RIGĀ

Šī gada aprīļa sākumā Rīgā viesojās Vroclavas universitātes (Polija) astronoms Zbignevs Kordilevskis. Desmit dienu ilgajā komandējuma laikā viņš iepazinās ar darbu Latvijas Valsts universitātes Laika dienestā un Zemes mākslīgo pavadoņu novērošanas stacijā, kā arī LPSR Zinātņu akadēmijas Astrofizikas laboratorijas Baldones radio-astronomijas observatorijā.



45. att. Toruņas observatorijas Šmidta teleskops.

Apvienotajā Rīgas astronomu zinātniskajā sēdē Z. Kordilevskis nolasīja referātu par savu darbu «Saules paātrinājums pēc maiņzvaigžņu novērojumiem». Sajos pētījumos autors izmantojis precīzus īsperioda cefeīdu

un aptumsuma maiņzvaigžņu novērojumus vairāku gadu desmitu laikā. Konstatētās perioda izmaiņas, kas vienādā mērā piemīt visām apskatītajām maiņzvaigznēm, Z. Kordilevskis izskaidro nevis ar procesiem, kas norisinās pašās zvaigznēs, bet gan ar mūsu Saules paātrinātu kustību. Atklāts tomēr palika jautājums par Saules paātrinājuma cēloņiem. Referāts izraisīja dzīvas debātes un domu apmaiņu.

Bez tam Z. Kordilevskis saistoši pastāstīja par astronomijas attīstību Polijas Tautas Republikā. Liels pēdējo gadu sasniegums poļu astronomu dzīvē ir jaunais Šmidta teleskops ar izmēriem 60/90/180 cm, kas 1962. gada augustā uzstādīts Toruņas observatorijā (45. att.). Šim teleskopam ir divas objektīva prizmas ar lauzējleņķi 5° katra. Bez tam tas var strādāt arī Kasegrēna sistēmā ar izmēriem 90/1350 cm. Visas teleskopa kustības ir automatizētas. Instrumentu izgatavojis pazīstamais Vācijas Demokrātiskās Republikas tautas uzņēmums «Carl Zeiss».

Z. Kordilevskis iepazinās arī ar Rīgas ievērojamākajām vietām un mākslas dzīvi, apmeklējot vairākus koncertus un muzejus, tautas saimniecības izstādi u. c.

I. Daube

ZINĀTNISKA IZBRAUKUMA SESIJA JĒKABPILĪ

Šī gada 14. aprīlī Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa kopā ar mūsu republikas Zinību biedrību, kā arī Dabas un vēstures biedrības Jēkabpils nodaļu bija sarīkojusi lielā krievu astronoma, Pulkovas observatorijas dibinātāja Vasilija Strūves 100 gadu nāves dienas atcerei veltītu zinātnisku izbraukuma sesiju.

Kā zināms, V. Strūve (1793.—1864.) bez ievērojamiem atklājumiem zvaigžņu pasaulē veicis plašus darbus ģeodēzijā un kartogrāfijā, kas saistās arī ar Latvijas teritoriju. Jau 1816. gadā viņš izdarīja t. s. astronomiski ģeodēzisko uzņemšanu toreizējā Vidzemes guberņā. Laikā no 1822. līdz 1827.

gadam tika veikti t. s. «Strūves loka» mērījumi, kas sniedzās no Hohlandes salas Somu jūras līcī līdz Jēkabpilij. Jēkabpilī tika veikti lieli astronomiski mērījumi, jo te atradās t. s. astronomiskais bāzes punkts. Vēlāk, darbu paplašinot, V. Strūves vadībā tika izmērīts Zemes meridiāna loks vairāk nekā 2600 km garumā, sākot no Ziemeļu ledus okeāna līdz Donavai. Sis V. Strūves darbs savu grandiozo apmēru, izcilās darba organizētības un augstās mērījumu precizitātes dēļ nav zaudējis savu zinātnisko nozīmi arī mūsu dienās. Tādēļ Jēkabpils novērojumu punkts ir ievērojams zinātnes vēstures piemineklis. Godinot V. Strūves piemiņu, jēkabpilieši V. Strūves vārdā nosaukuši ielu un parku, kurā atrodas Strūves astronomiskais punkts.

Izbraukuma sesijā referātu par V. Strūves dzīves gājumu nolasīja viešņa no Maskavas — tehnisko zinātņu kandidāte Z. Novokšanova-Sokolova, PSRS Zinātņu akadēmijas Dabaszinātņu un tehnikas vēstures institūta vecākā zinātniskā līdzstrādniece. Z. Novokšanova-Sokolova ir ievērojama ģeodēzijas vēstures speciāliste un arī V. Strūves biogrāfe. Par šiem jautājumiem viņa sarakstījusi vairākas grāmatas. Referātā par V. Strūves dzīvi un darbību Z. Novokšanova-Sokolova pastāstīja interesantus, līdz šim npublicētus faktus.

Par V. Strūves darbiem ģeodēzijā pastāstīja Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas docents L. Ozols, bet referātu «Izcilais pagājušā gadsimta astronoms V. Strūve» no-



46. att. V. Strūve.

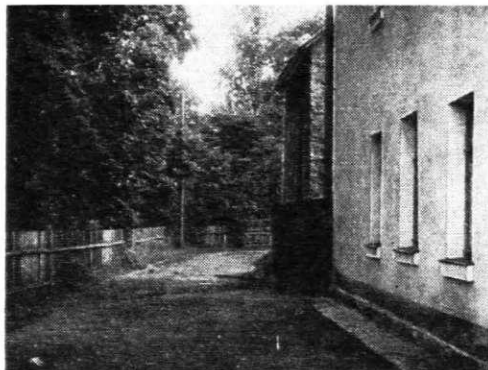
lasīja Latvijas Valsts universitātes zinātniskais līdzstrādnieks L. Roze.

Sakarā ar to, ka 1964. gada 12. aprīlī apriņķa 100 gadu kopš Jēkabpils rajonā Nere-tas tuvumā nokritis meteorīts, izbraukuma sesijas programmā ietilpa arī referāts par šo meteorītu, kuru nolasīja Zinātņu akadēmijas Astrofizikas laboratorijas zinātniskā sekretāre I. Daube.

Pēc referātiem sesijas dalībnieki devās ekskursijā uz V. Strūves astronomisko pun-



47. att. V. Strūves astronomiskais punkts Jēkabpilī.



48. att. V. Strūves iela Jēkabpilī.

ktu un Jēkabpils ievērojamākajām vietām. Sevišķi daudz vērtīgu iespaidu ekskursijas dalībnieki ieguva Jēkabpils novadpētniecības muzejā. Tajā atrodas ļoti bagātīgs materiālu klāsts, kuru interesanti un saistoši prata parādīt muzeja direktors b. Cirsis.

I. Daube



M. DIRIĶIS

ASTRONOMISKĀS PARĀDĪBAS 1964. GADA RUDENI

RUDENS

1964. gadā rudens sākums ir 23. septembrī pl. 3st 17^m, beigas — 21. decembrī pl. 22st 50^m. Kaut arī rudens ir raksturīgs ar mākoņiem, lietu un vējiem, tomēr bieži vien, sevišķi rudens sākumā, gadās arī labas, skaidras, astronomiskiem novērojumiem piemērotas naktis.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

Rudens vakaros vēl novērojami tie paši zvaigznāji, kas bija vasarā naktīs. Dienvidrietumos redzams t. s. lielais vasaras trijstūris, ko izveido 3 spožas pirmā lieluma zvaigznes — *Vega* (*Liras α*), *Denebs* (*Gulbja α*) un *Altairs* (*Ērgļa α*). Jāatzīmē, ka šis trijstūris redzams pat vēl ziemas sākumā, vienīgi *Altairs* noriet ar katru dienu ātrāk un ātrāk. Tā kā ru-

denī ar katru dienu satumst agrāk, tad vakaros ilgi novērojami vieni un tie paši zvaigznāji.

Debess dienvidu pusē viegli ievērot *Pegaza* zvaigznāju, kuru viegli pazīt pēc lielā kvadrāta. Pēdējo faktiski veido 3 *Pegaza* un viena *Andromēdas* zvaigzne. Pārējās spožākās *Pegaza* zvaigznes novietojas galvenokārt pa labi no minētā kvadrāta, bet *Andromēdas* zvaigznes — pa kreisi. Ieteicams skaidrās bezmēness naktīs sameklēt *Andromēdas* miglāju. Šis šķietami mazais plankumiņš ir vesela tāla zvaigžņu sistēma, līdzīga mūsu *Putnu Ceļa* sistēmai — *Galaktikai*.

No zodiaka zvaigznājiem rudenī labi var redzēt *Mežāzi*, *Ūdensviru*, *Zivis*, *Aunu* un *Vērsi*; vēlāk, rudens otrajā pusē, arī *Dvīņus*, *Vēzi* un *Lauvu*. Rudens sākumā šie pēdējie zvaigznāji redzami nakts otrajā pusē.

PLANĒTAS

Venēra redzama kā rīta zvaigzne — *Auseklis*. Rudens sākumā tā atrodas *Vēža* zvaigznājā, tad pāriet *Lauvas*, *Jaunavas* un beidzot *Svaru* zvaigznājā. Decembrī strauji samazinās *Venēras* deklinācija, tā mazāk paceļas virs apvāršņa un kļūst sliktāk novērojama.

*Mars*s redzams no rītiem rudens sākumā *Vēža* zvaigznājā, bet, sākot ar oktobra otro pusī, — *Lauvas* zvaigznājā.

Jupiters labi redzams gandrīz visu nakti *Vērša* zvaigznājā, bet, sākot ar novembri, — *Auna* zvaigznājā. 13. novembrī *Jupiters* atrodas opozīcijā.

Saturns redzams rudens sākumā visu nakti, bet vēlāk — tikai nakts pirmajā pusē. Tas meklējams *Ūdensvīra* zvaigznājā.

MĒNESS

Mēness fāzes:

● (jauns Mēness)

5. oktobrī	pl. 19 st 20 ^m
4. novembrī	„ 10 17
4. decembrī	„ 4 19

☾ (pilns Mēness)

21. oktobrī	„ 7 st 46 ^m
19. novembrī	„ 18 43
19. decembrī	„ 5 42

☾ (pirmais ceturksnis)

13. oktobrī	„ 19 57
12. novembrī	„ 15 21
12. decembrī	„ 9 02

☾ (pēdējais ceturksnis)

28. septembrī	„ 18 02
28. oktobrī	„ 1 00
26. novembrī	„ 10 11
25. decembrī	„ 22 27

Mēness perigejā
(vistuvāk Zemei) atrodas:

27. septembrī	pl. 8 st
24. oktobrī	„ 1
21. novembrī	„ 3
19. decembrī	„ 14

Mēness apogejā
(vistālāk no Zemes) atrodas:

12. oktobrī	pl. 6 st
9. novembrī	„ 1
6. decembrī	„ 15

Novembrī un decembrī pilnmēness dienas gandrīz sakrīt ar perigeja dienām, tātad Mēness izskatās sevišķi liels un spožs.

APTUMSUMI

Pilns Mēness aptumsums 19. decembrī redzams Eiropā, Amerikā, Atlantijas okeānā un Ziemeļu Ledus okeānā. Aptumsuma sākums vēl redzams Āzijas rietumu daļā un Āfrikā, bet beigas sasniedz Kluso okeānu. Latvijā labi novērojama visa aptumsuma gaita. Mēness deklinācija ir +23°8, tātad Mēness atrodas ļoti augstu.

Aptumsuma gaita ir šāda:

Mēness ieiet Zemes pusēnā	pl. 3 st 00 ^m ,8
Daļējā aptumsuma sākums (Mēness sāk ieiet Zemes ēnā)	„ 3 59, 2
Pilnā aptumsuma sākums	„ 5 07, 3
Vislielākās fāzes moments	„ 5 37, 3
Pilnā aptumsuma beigas	„ 6 07, 3
Daļējā aptumsuma beigas (Mēness iziet no ēnas)	„ 7 15, 3
Mēness iziet no pusēnas	„ 8 13, 8

Vislielākā fāze ir 1,181. Jāatzīmē, ka Mēness ieiešanas sākums pusēnā un iziešana no pusēnas (t. i., pats pirmais un pats pēdējais moments) praktiski nav ievērojami. Pusēnu var ievērot tikai tad, kad Mēness tajā jau krietni iegājis — apmēram pusstundu pēc aptumsuma sākuma.

Novērojot aptumsumu, jāpievērš uzmanība Mēness nokrāsai un spožumam, Mēness virsas veidojumu (kalnu, krāteru, jūru) redzamībai ēnā, kā arī ieteicams noteikt momentus, kad ēna sasniedz vai atstāj noteiktus Mēness virsas veidojumus. Sīkāka novērošanas instrukcija atrodama Astronomiskajā kalendārā 1964. gadam, 92. lpp.

MAIŅZVAIGZNES

Algola minimumi

	st m		st m
24. septembrī	pl. 2 16	3. novembrī	pl. 5 41
26. „	„ 23 05	6. „	„ 2 30
29. „	„ 19 54	8. „	„ 23 19
11. oktobrī	„ 7 09	11. „	„ 20 08
14. „	„ 3 58	23. „	„ 7 24
17. „	„ 0 47	26. „	„ 4 13
19. „	„ 21 36	29. „	„ 1 02
22. „	„ 18 25		
31. „	„ 8 52		

	st m
1. decembrī	pl. 21 51
4. „	„ 18 40
13. „	„ 9 07
16. „	„ 5 56
19. „	„ 2 45
21. „	„ 23 34
24. „	„ 20 23

METEORI

Drakonīdas no 7. līdz 12. oktobrim (maksimums 9. — 10. oktobrī).

Orionīdas no 14. līdz 26. oktobrim (maksimums 22. oktobrī).

Leonīdas no 10. līdz 18. novembrim (maksimums 16. novembrī).

Geminīdas no 5. līdz 15. decembrim (maksimums 13. decembrī).

Ursīdas no 19. līdz 26. decembrim (maksimums 22. decembrī).

ZVAIGŽŅU KARTES

Ievietotās zvaigžņu kartes attēlo zvaigžņoto debesi rudenī šādos laikos:

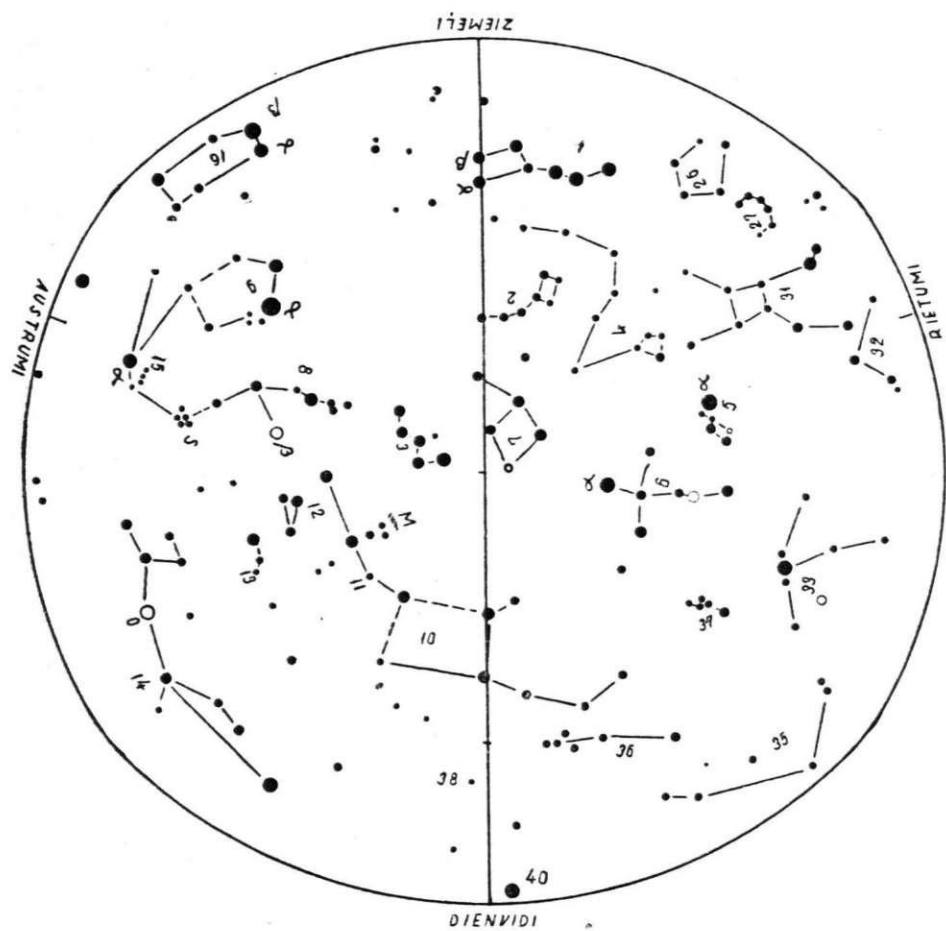
1. oktobrī	— 1. karte	pl. 0 st ,	2. karte	pl. 6 st ,
16. „	— „	„ 23,	„	„ 5,
1. novembrī	— „	„ 22,	„	„ 4,
16. „	— „	„ 21,	„	„ 3,
1. decembrī	— „	„ 20,	„	„ 2,
16. „	— „	„ 19,	„	„ 1.

Zvaigznāju atrašanās visērtāk izvēlēties tādu novērošanas laiku, kas būtu iespējami tuvs kādam no augstāk minētajiem laikiem, jo pretējā gadījumā zvaigžņotā debess būs pagriezusies citādi un daļa attēloto zvaig-

znāju var būt jau norietējuši, bet uzlēkuši citi, un var rasties grūtības tos pazīt. Vislabāk sākt meklēšanu no debess ziemeļu puses, kur atrodami labi zināmie zvaigznāji — *Lielie Greizie Rati*, *Kasiopeja* u. c. Karti vajag pagriezt tā, lai debess puse, uz kuru skatāmies, arī kartē būtu uz leju.

Kartēs parādīti sekojoši zvaigznāji:

1 — Lielie Greizie Rati, 2 — Mazie Greizie Rati (α — Polārzvaigzne), 3 — Kasiopeja, 4 — Pūķis, 5 — Lira (α — Vega), 6 — Gulbis (α — Denebs), 7 — Cefejs, 8 — Persejs (β — Algols), 9 — Vedējs (α — Kapella), 10 — Pegazs, 11 — Andromēda (M — miglājs), 12 — Trijstūris, 13 — Auns, 14 — Valzivs (σ — Mira), 15 — Vērsis (α — Aldebarans, S — Sietiņš), 16 — Dvīņi (α — Kastors, β — Pollukss), 17 — Orions (α — Betelgeize, β — Rigels, M — miglājs), 18 — Lielais Suns (α — Siriuss), 19 — Mazais Suns (α — Procions), 20 — Vēzis (S — Sile), 21 — Lauva (α — Reguls), 22 — Hidra, 26 — Vēršu Dzinējs, 27 — Ziemeļu Vainags, 31 — Herkules, 32 — Čusknesis, 33 — Ērglis (α — Altairs), 35 — Mežāzis, 36 — Ūdensvīrs, 37 — Delfins, 38 — Zivis, 40 — Dienvidu Zivs.

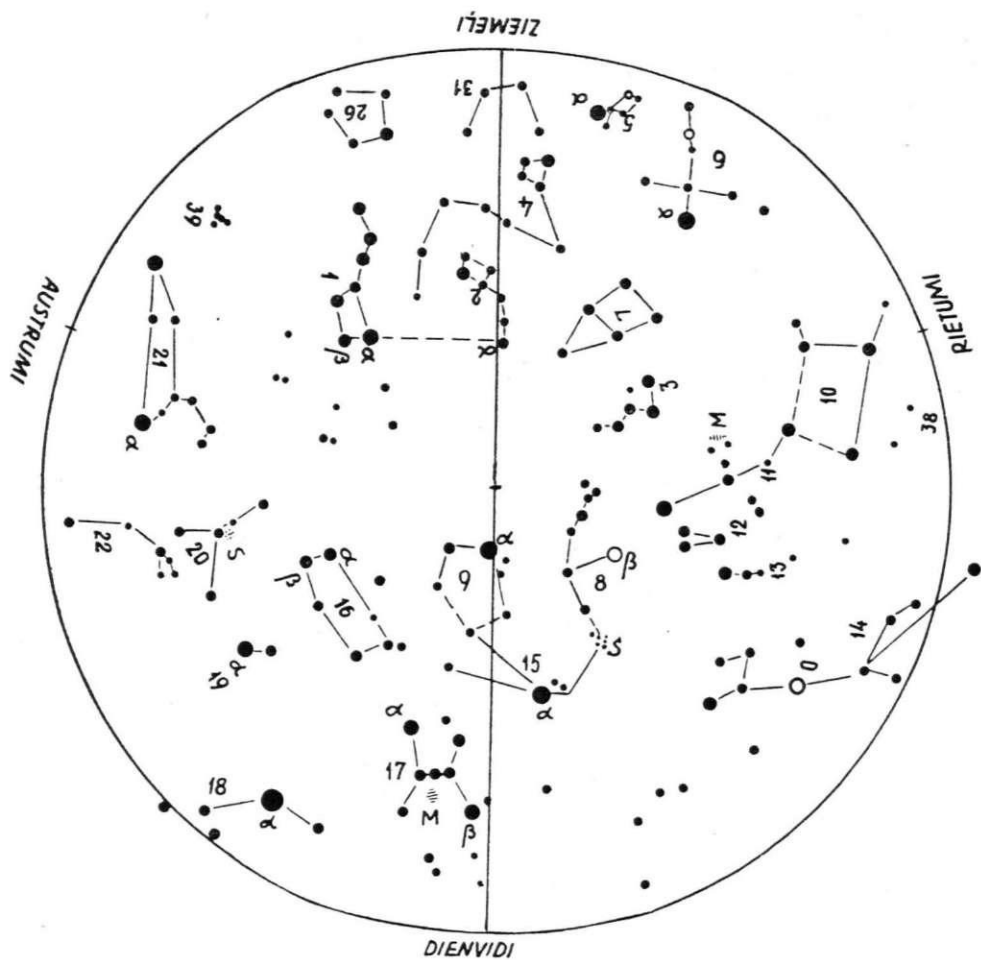


1. zvaigžņu karte

Zvaigžņotā debess

1. oktobrī	pl. 0 st ,
16. " "	" 23,
1. novembrī	" 22,
16. " "	" 21,
1. decembrī	" 20,
16. " "	" 19.

Zvaigznāju apzīmējumus sk. 60. lpp.



2. zvaigžņu karte

Zvaigžņotā debess	1. oktobrī	pl. 6 st ,
	16. "	" 5,
	1. novembrī	" 4,
	16. "	" 3,
	1. decembrī	" 2,
	16. "	" 1.

Zvaigznāju apzīmējumus sk. 61. lpp.

S A T U R S

Superzvaigznes. — <i>A. Balklavs</i>	1
Trokšņi, fluktuācijas un temperatūra. — <i>M. Eliāss</i>	9
Saule raída korpuskulas. — <i>V. Sabanskis</i>	13
Kas jauns astronomijā	
Ierīces dzīvības pētišanai uz Marsa. — <i>A. Balklavs</i>	21
Saule maina atmosfēras spiedienu. — <i>R. Vitolnieks</i>	23
Radiosakari ar Eho-II palīdzību. — <i>A. Kovaļevskis</i>	24
Vai baltie punduri generē daļiņu pārus? — <i>A. Balklavs</i>	27
Vai iespējami starpgalaktiku sakari? — <i>A. Kovaļevskis</i>	29
Novērotas starpzvaigžņu hidroksila (OH) radio-linijas. — <i>A. A.</i>	31
Kosmisko elektronu izcelšanās — <i>A. Balklavs</i>	31
Sarkani miglāji ar lielu kustību. — <i>A. A.</i>	33
Hromosfēras uzliesmojumi. — <i>N. Cimahoviča</i>	33
Observatorijas un astronomi	
Jaunais Rīgas planetārijs. — <i>L. Kondraševa, I. Zimina</i>	35
Akadēmiķis J. Zeļdovičs. — No žurnāla « <i>Vcnexu физических наук</i> »	37
Profesoram B. Voroncovam-Veljaminovam 60 gadi. — <i>A. Kovaļevskis</i>	40
Astronomijas vēsture	
Frici Blumbahu pieminot. — <i>I. Rabinovičs</i>	42
Astronomiskas tēmas Baroka laikmeta gleznās. — <i>N. Cimahoviča, E. Vitolniece</i>	48
Amatiera lappuse	
Rīgā uzbūvēts 50 cm reflektors. — <i>N. Cimahoviča</i>	50
Jaunās grāmatas	
Angļu zinātnieka grāmata par mākslīgajiem pavadoņiem. — <i>J. Sneideris</i>	52
Hronika	
Pēteru Stučkas Latvijas Valsts universitātes 24. zinātniski metodiskā konference. — <i>U. Dzērvītis</i>	53
Poļu astronoms Z. Kordilevskis Rīgā. — <i>I. Daube</i>	54
Zinātniska izbraukuma sesija Jēkabpilī. — <i>I. Daube</i>	54
Astronomiskās parādības 1964. gada rudenī. — <i>M. Dirīķis</i>	56

Vāka 1. lappusē: Mēness virsmas attēls, kas iegūts ar jauno Blumbaha 50 cm reflektoru.

Vāka 4. lappusē: Jaunā Rīgas planetārija aparatūras daļa.

REDAKCIJAS KOLEĢIJA: *A. Alksnis* (atb. redaktora vietn.), *A. Balklavs*, *N. Cimahoviča*, *I. Daube*, *J. Ikaunieks* (atb. redaktors)

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО

Осень 1964 года

ZVAIGZNOTĀ DEBESS

1964. gada rudens

Vāks — *A. Ozoliņas*

Redaktors *Č. Šķepņiks*. Tehn. redaktore *E. Poļa*. Korektore *A. Justoviča*.
Nodota salikšanai 1964. g. 29. jūlijā. Parakstīta iespiešanai 1964. g.
18. septembrī. Papīra formāts 70×90/16. 4 fiz. iespiedl.; 4,68 uzsk. iespiedl.;
5,09 izdevn. l. Metiens 1500 eks. JT 00581. Maksā 15 kap.

Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas izdevniecība

Rīgā, Smilšu ielā Nr. 1

Iespiesta Latvijas PSR Ministru Padomes Valsts preses komitejas Foli-
grāfiskās rūpniecības pārvaldes Paraugtipogrāfijā Rīgā, Puškina ielā
Nr. 12. Pasūt. Nr. 1269.

