

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1976. GADA
RUDENS



Uz vāka 1. lpp. Vesta (West) komēta 1976. gada 4. marta rītā Baldones observatorijā bija redzama zemu pie apvāršņa debess austrumu pusē. Uzņēmums eksponēts pl. 6.50 vienu minūti uz filmas KH-4 ar nekustīgu fotoaparātu «Zenīts 3M», 1:3,5.

Uz vāka 2. lpp. Vesta komētas spožākās daļas attēls, kas iegūts 1976. gada 4. marta rītā ar Baldones observatorijas Šmita teleskopu piecu minūšu (7.05—7.10) ekspozīcijā uz ORWO astronomiskās plātes ZP1 ar sarkano filtru RG1.

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

Publicēts saskaņā ar Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Redakciju un izdevumu padomes 1976. gada 19. aprīļa lēmumu.

I Z D E V N I E C I B A «Z I N Ā T Ņ E» R I G A 1 9 7 6

© Izdevniecība «Zinātne», 1976

Z $\frac{20601-118}{M811(11)-76}$ 80-76

22.2.1976



1976. GADA RUDENS

LATVIJAS PSR ZINĀTŅU AKADEMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKS GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPS 1958. GADA RUDENS

A. BALKLAVS

GALAKTIKU KODOLOS — BALTIE VAI MELNIE CAURUMI?

IEVADS JEB DAZAS ĻOTI ENERĢISKAS UN NESKAIDRAS KOSMISKAS PARĀDĪBAS

Ārkārtīgi interesants jautājums par mūsu Galaktikas un citu, it īpaši eksplodējošo, galaktiku¹ aktivitātes cēloņiem vēl joprojām ir visai neskaidrs. Pēdējā laikā plaši izvērstā gan mūsu Galaktikas centrālā apgabala, gan arī ārpusgalaktisko objektu (kvazāru, kvazagu, radiogalaktiku, Seiferta galaktiku u. c.) aktivitātes problēmas pētniecība devusi bagātīgu novērojumu materiālu optiskajā, radio, rentgena un gamma staru diapazonā. Šo datu analīze rāda, ka galaktiku centrālajos rajonos maza izmēra, apmēram 10^{17} cm, apgabalos, kas ieguvuši galaktiku kodolu nosaukumu, rīt ļoti intensīvi procesi, kuru gaitā, galvenokārt relativistisku daļiņu veidā, izdalās fantastiski enerģijas daudzumi, sasniežot, piemēram, kvazāriem, 10^{46} — 10^{48} ergi/s. Tā kā šāda aktivitāte ilgst desmitiem miljonu gadu, tad summārā izdalītā enerģija ir apmēram 10^{60} — 10^{62} ergu liela.

Kā izskaidrot šādu milzīgu enerģijas daudzumu izdalīšanos, kādi procesi to izraisa, kādi objekti izveidojas galaktiku centros — lūk, jautājumi, kas jau daudzus gadus intriģē astrofiziķus, galaktiku kodolu aktivitātes problēmu pētniekus.

¹ Skat. U. Dzērviša rakstu «Eksplodējošās galaktikas». — «Zvaigžnotā debess», 1972. gada vasara, 1.—13. lpp.

PIRMIE MĒGINĀJUMI IZPRAST NEIZPRASTO JEB IESPĒJAMĀS ATLIEKAS NO PIRMSZVAIGŽŅU PASAULES

Viens no pirmajiem, kas pievērsa astronomu uzmanību galaktiku kodolu aktivitātes problēmai, izteikdams domu par šīs aktivitātes noteicošo lomu galaktiku evolūcijā, bija ievērojamais padomju astrofizikālais akadēmiķis V. Ambarcumjans. Šīs parādības izskaidrošanai viņš vēlāk (1961—1964) izvirzīja hipotēzi par protoķermeņu jeb D-ķermeņu, t. i., sevišķi blīvu pirmszvaigžņu matērijas veidojumu, eksistenci galaktiku kodolos, kuriem eksplodējot apkārtējā telpā tiek izmesti lieli gāzu un starojuma daudzumi. Šādas eksplozijas, pēc V. Ambarcumjana domām, var notikt vairākkārt.

Nav grūti saskatīt, ka ar šīs hipotēzes palīdzību var principā, t. i., kvalitatīvi, izskaidrot eksplodējošo galaktiku u. c. kodolu aktivitāti, taču ne mazāk svarīgie jautājumi par protoķermeņu fizikālo dabu, to aktivitātes cēloņiem un mehānismiem paliek neatbildēti un līdz ar to tos nevar izmantot galaktiku kodolu aktivitātes parādību būtiskam, t. i., kvantitatīvam, aprakstam.

PĒC PALĪDZĪBAS PIE VISPĀRĪGAS RELATIVITĀTES TEORIJAS JEB KOSMISKĀ TELPA VAR BŪT CAURUMAINA

Jaunas cerības šajā ziņā deva pētījumi vispārīgās relativitātes teorijā, tās vienādojumu un risinājumu analīze, kurai zinātnieki pievērsās pēc tam, kad daudzi apsvērumi bija parādījuši, ka no visām pašreiz fizikas rīcībā esošajām iespējām vienīgi ar gravitāciju, ar tās enerģijas transformāciju var mēģināt skaidrot augstenerģētisko kosmisko objektu milzīgo enerģijas producēšanas spēju. Šie pētījumi deva ļoti interesantus rezultātus, norādot, ka kosmiskajā telpā noteiktos apstākļos var izveidoties un pastāvēt objekti ar augstākā mērā neparastām īpašībām — baltie un melnie caurumi.²

Ņemot vērā to, ka nekā nav labāka par labu teoriju (bet vispārīgā relativitātes teorija, kā pierādījies tās pastāvēšanas vairāk nekā pusgadsimta ilgajā laika posmā, neapšaubāmi ir laba teorija) un ka visam, ko paredz pareiza teorija, neizbēgami ir jāpastāv dabā, šo objektu meklēšana ir kļuvusi ne tikai par ļoti vilinošu astronomijas tālākās attīstības perspektīvu, bet arī par aktuālu fizikālu uzdevumu no teorijas, vispārīgās relativitātes teorijas pārbaudes, tās apstiprināšanas vai noliegšanas viedokļa.

Tāpēc, neiedziļinoties vispārīgās relativitātes teorijas vienādojumu komplicētajā risināšanas gaitā un iegūto ne mazāk sarežģīto rezultātu analīzē (jāatzīmē, ka to izskaidrošanai un izpratnei bija vajadzīgi vairāk nekā četrdesmit gadi), īsumā aplūkosim tos teorētiskos secinājumus, no

² Skat. A. Balklava rakstu «Dienas kārtībā «melnie caurumi»». — «Zvaigžņotā debess», 1972./73. gada ziema, 1.—15. lpp.

kuriem izriet augšminēto objektu — balto un melno caurumu — iespējamās eksistences atzišana.

Balto un melno caurumu iespējamā eksistence faktiski ir saistīta ar to, ka vispārīgās relativitātes teorijas vienādojumi ir invarianti jeb nemainīgi attiecībā pret laika zīmes maiņu. Tādēļ to risinājumam bezgala intensīvu jeb, kā pieņemts teikt, singulāru gravitācijas lauku gadījumā, kādi izveidojas zem gravitācijas rādiusa R_g^3 noteiktās sfēras, piemīt divnozīmība. Vienā gadījumā, ja laiks ir «pozitīvs», jebkuru ķermeņu un starojuma kustība notiek virzienā uz šīs sfēras centru, resp., notiek kolapss, otrā gadījumā, ja laiks ir «negatīvs», visas kustības ir vērstas uz ārpusi no šīs sfēras, resp., notiek antikolapss.

KOSMISKIE KAPRAČI JEB MELNIE CAURUMI UN, GALDIŅ, KLĀJIES JEB BALTIE CAURUMI

Analizējot šo situāciju, padomju astrofiziķis I. Novikovs atklāja, ka izvēle starp šiem risinājumiem nav patvaļīga, bet to nosaka attiecīgo singulāro apgabalu rašanās apstākļi. Proti, ja kaut kur sākas kolapss un viela un starojums šķērso gravitācijas rādiusa noteiktās sfēras virsmu, kustoties sfēras centra virzienā, tad nekādi spēki nespēj šādu kustību pārtraukt vai izmainīt tās virzienu. Tad jārodas kolapsāram jeb melnajam caurumam. Ja turpretim kaut kur iesācies antikolapss un viela un starojums šķērso ar gravitācijas rādiusu noteiktās sfēras virsmu, izejot ārpus tās, arī tad nekādi spēki nespēj šādu kustību pārtraukt vai izmainīt tās virzienu un jārodas antikolapsāram jeb baltajam caurumam, it kā nenokurienes izmetot apkārtējā telpā lielus starojuma un relativistisku daļiņu daudzumus. Arī melnā cauruma parādība, kā rādīja teorētiskie pētījumi, pastāvot zināmiem nosacījumiem (melno caurumu masa, to aptverošo gāzu mākoņu blīvums un masa utt.), var būt saistīta ar ļoti lielu enerģijas daudzumu izdalīšanos elektromagnētiskā starojuma un relativistisku daļiņu formā.

Kā balto, tā melno caurumu parādības pamatcēlonis tād ir gravitācijas lauka singularitāte. Taču starp balto un melno caurumu singularitātem, kaut arī tām ir viena kopīga īpašība — bezgala stiprs gravitācijas lauks —, ir būtiska atšķirība. Melno caurumu singularitāte, izveidojoties matērijas kolapsa procesa rezultātā, atrodas zem gravitācijas rādiusa noteiktās sfēras virsmas un principā nav pieejama tāla jeb tā sauktā ārējā novērotāja izpētei. Melnais caurums ārējā novērotāja uzīvē it kā pārtrauc savu evolūciju, «sastingst», tiklīdz tā izmēri sasniedz gravitācijas rādiusa noteiktās sfēras izmērus. Balto caurumu singularitāte turpretim ir pieejama ārējam novērotājam, jo, tā kā uz

³ Par gravitācijas rādiusu dotajam masas daudzumam M sauc tādas sfēras rādiusu, uz kuras virsmas otrais kosmiskais ātrums (atraušānās ātrums no ķermeņa) vienāds ar gaismas izplatīšanās ātrumu c . Gravitācijas rādiusu R_g aprēķina pēc formulas

$$R_g = 2GM/c^2, \text{ kur } G \text{ ir gravitācijas konstante.}$$

ārpusi vērstie stari var šķērsot ar gravitācijas rādiusu noteiktās sfēras virsmu, tad ārējais novērotājs var izsekot baltā cauruma evolūcijai, sākot ar punktveida avota eksploziju.

BUMBAS AR LAIKA DEGLI KOSMOSĀ JEB MAZLIET NO PASAULES RAŠANĀS SĀKUMIEM

Pēc I. Novikova domām, balto caurumu pastāvēšanu «mūsdienās» var izskaidrot ar pieņēmumu, ka vispārējās kosmoloģiskās izplešanās sākuma momentā kaut kādu iemeslu dēļ ne visi apgabali (kodoli) sāka izplesties vienlaikus, bet daži no tiem — nākamie baltie caurumi — uz zināmu laiku aizkavējās savā attīstībā. Kā redzams, balto caurumu modelis zināmā mērā sasaucas ar V. Ambarcumjana izvirzīto superblīvo D-ķermeņu ideju un konkrētizē to.

Šeit jāpiebilst, ka balto caurumu parādība līdz pat pēdējam laikam ir pēlīta daudz mazāk nekā melno caurumu parādība. Šo faktu daļēji var izskaidrot ar to, ka lielākā daļa astrofiziķu atbalsta koncepciju par kosmisko ķermeņu veidošanos, difūzajai matērijai kondensējoties un sablīvējoties pašas gravitācijas lauka ietekmē, un līdz ar to saista dažādo enerģētisko procesu pirmcēloni ar šīs kondensācijas gaitā atbrīvoto gravitācijas enerģiju.

Tāpat vispārīgā relativitātes teorija paredz un pieļauj pēc ikdienišķiem priekšstatiem ļoti neparastu veidojumu — balto un melno caurumu — eksistenci un pamato to meklēšanu kosmiskajā telpā. Tas tad arī bija cēlonis pēdējo gadu daudzajiem mēģinājumiem saskatīt un sasaistīt kosmiskajā telpā novērojamās parādības, it sevišķi tādas, kas izceļas ar savu lielo aktivitāti un enerģijas izdalīšanas spēju, ar melnā vai baltā cauruma hipotētiskajiem modeļiem atkarībā no attiecīgā zinātnieka pārlicības un zinātniskajām interesēm.

ŠĶIET, KA ROKĀ IR

Indiešu zinātnieki profesori Dž. Narlikars un K. Aparao, piemēram, augsto enerģiju astrofizikas problēmas saista ar balto caurumu hipotēzi. Pie šādām domām viņi nonākuši, pētot balto caurumu emitētā elektromagnētiskā starojuma spektra īpatnības. Šādi pētījumi nepieciešami, lai varētu salīdzināt teorētiskos secinājumus ar novērojumu datiem. Iegūtie rezultāti īsumā ir šādi: starojumam, ko izverd baltais caurums, ir jābūt ar zilo nobīdi. Tās iespaidā baltā cauruma starojuma spektru ārējs novērotājs varētu aprakstīt ar pakāpes funkciju, kuras pakāpes rādītājam vajadzētu būt mīnus trīs, resp., baltā cauruma starojuma intensitātei ir jābūt apgriezti proporcionālai frekvences trešajai pakāpei. Bez tam izrādās, ka baltā cauruma starojuma komponentiem ar lielu zilo nobīdi jāšķērsos gravitācijas rādiusa noteiktās sfēras virsmu pirmajiem, līdz ar

ko šī starojuma spektram sākumā ir jābūt cietam (jāstaro galvenokārt gamma vai rentgena stari), bet ar laiku jākļūst mīkstākam (jāstaro galvenokārt ultravioletais, optiskais utt. starojums). Šie rezultāti likās ļoti daudzsoļīgi, jo tādas īpašības bija atklātas vairākiem samērā nesen novērotiem augstenerģētiskiem kosmiskā starojuma impulsiem.

Iegūtos datus abi indiešu zinātnieki mēģināja izmantot, lai interpretētu Seiferta galaktiku kodolu starojuma īpatnības un izskaidrotu novērojamo kosmiskā rentgena fona starojumu kā šādu avotu summāro starojumu. Šī starojuma spektru tiešām var aprakstīt ar pakāpes funkciju, bet pakāpes rādītājs tai ir mīnus viens. Tas nesaskan ar abu indiešu zinātnieku iegūtajiem secinājumiem, pēc kuriem zilās nobīdes dēļ baltā cauruma starojuma spektru aprakstošās pakāpes funkcijas pakāpes rādītājam ir jābūt mīnus trīs. Dž. Narlikars un K. Aparao šo nesaskaņu centās izskaidrot ar spektra mikstināšanos, starojumam absorbējoties gāzē, kas aptver Seiferta galaktiku kodolus. Tomēr, pēc citu astrofiziķu domām, šī argumentācija nav pārliecinoša, un indiešu zinātnieku hipotēze Seiferta galaktiku kodolu aktivitātes izskaidrošanai nav piemērojama. Taču nav izslēgta iespēja, ka Dž. Narlikara un K. Aparao modeli var lietot, lai aprakstītu mazāka mēroga parādības mūsu Galaktikas ietvaros, piemēram, nesen novērotos ļoti miklajos kosmiskā gamma starojuma uzliesmojumus. Šo uzliesmojumu spektru aprakstošās pakāpes funkcijas pakāpes rādītājs, kā parādīja mērījumi, ir mīnus trīs, un šis spektrs ar laiku kļūva mīkstāks. Arī nestacionāro rentgena starojuma avotu⁴ uzliesmojumu spektru aprakstošās pakāpes funkcijas pakāpes rādītāji pieņem vērtības no mīnus viens līdz mīnus trīs, tādējādi arī zināmā mērā pavecot iespējas balto caurumu hipotēzes izmantošanai.

Tas rāda, ka zināms kaut arī neliels novērojumu datu materiāls, kuru interpretācijai it kā var likt lietā teorētiskos pētījumos noteiktās balto caurumu īpašības.

KĀDAS LEĢENDAS GALS

1975.—1976. gadā vairāki ārzemju un padomju zinātnieki, starp tiem arī tāda autoritāte vispārīgās relativitātes teorijas jautājumos kā akadēmiķis J. Zeļdovičs, publicējuši darbus, kuros izteikts daudzējādā ziņā gluži negaidīts un savdabīgs secinājums, ja ņem vērā, ka balto caurumu ideja jau bija iekarojusi nozīmīgu vietu vēl neatklāto un meklējamo kosmisko objektu sarakstā. Proti, pēc šo zinātnieku domām, balto caurumu hipotēze vispār nav derīga, lai ar tās palīdzību mēģinātu izskaidrot augstenerģētisko kosmisko objektu dabu, jo pašreizējā kosmoloģiskās attīstības posmā tie acīmredzot nav spējīgi ģenerēt ārējam novērotājam kaut cik nozīmīgus enerģijas daudzumus. Pie šī interesantā secinājuma nonākts, analizējot kvantu efektu ietekmi uz baltajos caurumos norītošo

⁴ Kā gamma starojuma uzliesmojumu, tā nestacionārā rentgena starojuma avoti vēl nav identificēti.

fizikālo procesu gaitu, kas līdz tam, apskatot balto caurumu parādību tikai no klasiskās vispārīgās relativitātes teorijas viedokļa, nebija ņemti vērā.⁵ Pievērsīsimies šim secinājumam nedaudz sīkāk.

KAS NOTIEK, JA SPĒLĒ IESAISTĀS KVANTU EFEKTI

Kā jau iepriekš teikts, baltie caurumi, pēc pašreizējiem uzskatiem, ir vispārīgās kosmoloģiskās singularitātes daļas, pirmatnējas vielas kodoli, kas aizkavējušies savā attīstībā no vispārējā kosmoloģiskās izplešanās procesa sākuma — Lielā Sprādziena. Agrāk vai vēlāk arī šiem kodoliem ir jāizplešas, izmetot apkārtējā telpā tajos slēptos vielas un starojuma krājumus. Bet attiecībā uz kodolu izplešanās sākumu un tajos asociēto masu vispārīgās relativitātes teorijas vienādojumi neizvirza nekādas prasības, un tas arī padara baltos caurumus par tik «izdevīgiem» objektiem galaktiku kodolu, kvazāru utt. aktivitātes izskaidrošanai. Tomēr šāda patvaļa, kā izrādās, ir vietā, tikai aplūkojot balto caurumu singularitāti kā lokalizētu vakuuma (tā arī dara klasiskajā vispārīgās relativitātes teorijā), resp., tikai pie šī nosacījuma balto caurumu singularitāte var eksistēt kā slēpta un uz nenoteiktu laiku novilcināt savu eksploziju.

Taču pietiekami spēcīgu gravitācijas lauku tuvumā nozīmīgu vietu iegūst kvantu efekti, kas pilnīgā saskaņā ar saglabāšanās likumu prasībām pieļauj daļiņu — antidaļiņu un fotonu pāru rašanos. Bet tas nozīmē, ka šādu daļiņu rašanās arī praktiski notiks, ja vien, kā jau atzīmēts, gravitācijas lauks būs pietiekami spēcīgs. Daļiņas ģenerēsies uz gravitācijas lauka un tā enerģijas rēķina, un šī ģenerācija notiks jo straujāk, jo spēcīgāks būs gravitācijas lauks. Sevišķi izteiktam šim procesam jābūt singulāru gravitācijas lauku tuvumā. Un tiešām, kā rāda aprēķini, balto caurumu singularitātes tuvumā daļiņas ģenerējas tik intensīvi, ka radušās daļiņas ar savu gravitācijas lauku sāk ietekmēt liektās telpas—laika evolūciju jau ļoti agrinās šīs evolūcijas stadijās, apmēram 10^{-44} s pēc singularitātes parādīšanās, fundamentāli izmainot baltajos caurumos notiekošo procesu raksturu.

LIĒGTĀS IESPĒJAS JEB NAV JĀATLIEK UZ RITU TAS, KO VAR IZDARĪT SODIEN

Šīs daļiņas, kaut arī tām piemīt balto caurumu vielai raksturīgā tendence — izlidot ārpus baltā cauruma gravitācijas rādiusa noteiktās sfēras robežām, pašas ar savu mijiedarbību, ar savstarpējo pievilksanos traucē un galu galā pat nomāc šīs tendences realizēšanos, jo izrādās,

⁵ Padomju Savienībā šādus pētījumus akadēmiķa J. Zelđoviča vadībā veica fizikas un matemātikas zinātnu doktors I. Novikovs un L. Landaua PSRS ZA Teorētiskās fizikas institūta jaunākais zinātniskais līdzstrādnieks A. Starobinskis.

ka radušos daļiņu kinētiskā enerģija ir par mazu, lai pārvarētu pašu radīto gravitācijas lauku. Tādēļ arī generēto daļiņu apvalka izplešanos ļoti drīz, praktiski momentāni, nomaina saraušanās, kas beidzas ar... melnā cauruma singularitātes izveidošanos, t. i., notiek baltā cauruma gravitācijas pašnoslēgšanās, pirms vēl tā viela pagūst šķērsot ar gravitācijas rādītu noteiktās sfēras virsmu. Viss šeit teiktais, protams, attiecas tikai uz tiem kodoliem un vispārējās singularitātes daļām, kuras kādu iemeslu dēļ kaut nedaudz aizkavējas un atpaliek no vispārējās kosmoloģiskās izplešanās, lai nākotnē izraisītu balto caurumu parādību.

DAZĀDI REDZES VIEDOKĻI

Procesu norisi baltajā caurumā, tāpat kā melnajā caurumā, iekšējais un ārējais novērotājs uztvers dažādi. Iekšējais novērotājs redzēs visas daļiņu kustības stāvokļu maiņas, pats tajās piedalīdamies. Laika momentā $t \approx R_g/c$ pēc viņa pulksteņa vai, kas ir tas pats, pēc kosmoloģiskās izplešanās sākuma daļiņu izplešanos nomainīs saraušanās. Ārējais novērotājs turpretim saraušanās fāzi nekad neredzēs. Viņam šķitīs, ka laika momentā $t \approx R_g/c$ pēc viņa pulksteņa radušos daļiņu mākoņa izplešanās sāk bremzēties, ka process «sastingst» un ka apgabala robežas, ko aizņem viela, asimptotiski tuvojas gravitācijas rādītu noteiktās sfēras robežām no iekšpuses. Tas nozīmē, ka laika momentā $t \gg R_g/c$ gan baltā cauruma singularitātes tuvumā generētās daļiņas, gan arī no vispārējās kosmoloģiskās izplešanās atpalikusi kodola viela vairs nevar šķērsot gravitācijas rādītu noteiktās sfēras virsmu gravitācijas pašnoslēgšanās dēļ. Aprakstītā parādība, kā redzam, ir līdzīga attiecīgai parādībai melnā cauruma gadījumā, kad arī procesi «sastingst», taču tuvojas Švarcsilda sfērai no ārpusē. Baltais caurums, kaut arī ārējam novērotājam tas eksistē bezgala ilgi, pēc savām īpašībām kļūst ļoti līdzīgs melnajam caurumam.

Tātad pretēji klasiskajai vispārīgajai relativitātes teorijai balto caurumu singularitātes, ja vien tās vispār izveidojas, jau no paša vispārējās kosmoloģiskās izplešanās sākuma ietver blīvs daļiņu un antidaļiņu apvalks. Šis apvalks būtiski ietekmē baltā cauruma turpmāko attīstību, faktiski nomācot tā singularitāti un līdz ar to likvidējot tā eksplozīvo raksturu, ja vien tas jau nav eksplodējis, t. i., ieslēdzies vispārējās kosmoloģiskās izplešanās procesā laika momentos $t < 10^{-44}$ s. Citiem vārdiem sakot, ja baltais caurums nav eksplodējis apmēram 20 miljardus gadu atpakaļ, tad pēc tam tas vairs nav spējīgs to izdarīt. Šī iemesla dēļ balto caurumu hipotēze acīmredzot nav derīga augstenerģētisko kosmisko objektu pašreizējās aktivitātes izskaidrošanai. Tāpēc cits mehānisms jāmeklē arī kosmiskā gamma un rentģena starojuma impulsu interpretācijai, kurai, kā redzējām, ir mēģināts izmantot balto caurumu hipotēzi. Protams, jautājums par balto caurumu eksistenci paliek atklāts, bet te noteicošais vārds jāsaka astronomiskajiem novērojumiem.

VARBŪT TOMĒR MELNIE CAURUMI?

Daudz plašāk, kā jau atzīmēts, ir pētīta melnā cauruma parādība un iespējas, kādas paver šis modelis. Piemēram, padomju astrofiziķis PSRS ZA korespondētājloceklis I. Šklovskis, izanalizējis pašreizējo novērojumu datu materiālu par mūsu Galaktikas kodolā slēptā elektromagnētiskā starojuma un relativistisko daļiņu avota īpašībām,⁶ interpretē to kā liecību melnā cauruma eksistencei šajā kodolā.⁷ Enerģijas izdalīšanās melnā cauruma gadījumā notiek to procesu rezultātā, kas pavada starp-zvaigžņu gāzes akrēciju uz melno caurumu. Tā kā melno caurumu tuvumā kolapsējošo gāzu masu gravitācijas enerģijas transformācija starojuma un relativistisko daļiņu enerģijā var notikt ar lielu lietderības koeficientu (pat līdz 42,3% no miera masas), tad no lielu enerģijas daudzumu producēšanas spējas viedokļa melnie caurumi principā var apmierināt visaugstākās prasības, kādas izvirza pašreizējais astrofiziķu rīcībā esošais novērojumu materiāls.

Attiecībā uz melno caurumu reālo eksistenci I. Šklovskis uzskata, ka masīvu melno caurumu veidošanās ir universāla evolūcijas īpatnība vismaz galaktikām ar sfēriski simetrisku masu sadalījumu. Pēc viņa domām, zvaigžņu evolūcijas gaitā dažādu procesu rezultātā izmestā gāze satek sfērisko galaktiku centrālajos apgabalos un noved pie ļoti masīvu melno caurumu izveidošanas. Šādi ļoti masīvi melnie caurumi un to apkārtnē noritošie efektīvie gravitācijas enerģijas transformācijas procesi var būt arī radiogalaktiku un kvazāru aktivitātes cēlonis.

BET VARBŪT SUPERZVAIGZNES?

Taču tik ekstravaganšu objektu kā balto vai melno caurumu ievietošana galaktiku kodolos nav vienīgais ceļš un iespēja šo kodolu neparastās aktivitātes fenomena interpretācijai. Tādēļ nobeigumā nedaudz iepazīsimies ar vēl vienu, no iepriekšminētajiem atšķirīgu, «mērenāku» uzskatu par galaktiku kodolu un kvazāru dabu, ko aizstāv padomju astrofiziķis E. Viļkovskijs. Pēc viņa domām, galaktiku kodolos atrodas masīvs gāzveida ķermenis — superzvaigzne⁸ ar apmēram šādiem parametriem — masa $10^9 M_{\odot}$, diametrs 10^{17} cm. Galaktikas kodolu aktivitātes cēlonis ir galaktikas zvaigžņu krišana (apmēram 1000 zvaigžņu gadā) un sadursme ar šo kodolā slēpto superzvaigzni. Tas, kā rāda uz zināmiem pieņēmumiem balstīti aprēķini, var izskaidrot aktīviem galaktiku kodoliem raksturīgās parādības. Piemēram, zvaigznei iekrītot samērā blīvā superzvaigznes gāzu apvalkā un kustoties superzvaigznes centra virzienā, uz zvaigzni notiks intensīva gāzu akrēcija. Tā var novest pie

⁶ Šis īpašības ir ļoti mazie izmēri, šiem mazajiem izmēriem ļoti augstā enerģijas producēšanas spēja, enerģijas izdalīšanās galvenokārt relativistisku daļiņu veidā utt.

⁷ Skat. A. Balklava rakstu «Jauni pētījumi un atziņas par Galaktikas kodolu». — «Zvaigžņotā debess», 1976. gada vasara, 9.—11. lpp.

⁸ Skat. A. Balklava rakstu «Superzvaigznes». — «Zvaigžņotā debess», 1964. gada rudens, 1.—9. lpp.

tāda zvaigznes masas pieauguma, ka zvaigzne eksplodēs līdzīgi pārno-
vai, izraisot pēkšņu galaktikas kodola vai kvazāra spožuma pieaugumu.
Ar šo shēmu E. Viļkovskijs mēģina izskaidrot novērojamās galaktiku
kodolu un kvazāru spožuma pēkšņās, neregulārās fluktuācijas.

Bez tam, kā uzskata E. Viļkovskijs, jāievēro arī tas, ka superzvaig-
zne pievilks galvenokārt lielās zvaigznes, jo gravitācijas sadarbe starp
to un galaktikas zvaigznēm ir proporcionāla šo zvaigžņu rādiusa kvadrā-
tam. Bet vienas šādas zvaigznes eksplozija, tai nokļūstot superzvaigznes
centrālajos apgabalos, var izraisīt visu superzvaigznē ievilkto zvaigžņu
konglomerāta detonāciju un saplosīt pašu superzvaigzni. Pēc kāda laika
šis process var atkārtoties. Tādējādi ar šī mehānisma palīdzību var pa-
matot atkārtotās un periodiskās eksplozijas galaktiku kodolos un kvazā-
ros. Turklāt, ja zvaigžņu krišanas biežums uz superzvaigzni, kā jau
iepriekš pieņemts, ir apmēram 1000 zvaigžņu gadā, tad izrādās, ka kri-
šanas gaitā izdalītās enerģijas daudzums var sasniegt pat 10^{48} ergi/s, un
tas atbilst kvazāru spožumam. Tāpat aprakstītais modelis paver arī diez-
gan labi argumentētas iespējas izskaidrot kā galvenos zvaigžņveida
objektu maiņas parametrus — lēnās svārstības un ātrās, nejaušās fluk-
tuācijas, tā arī šo objektu milzīgo enerģijas emisijas spēju.

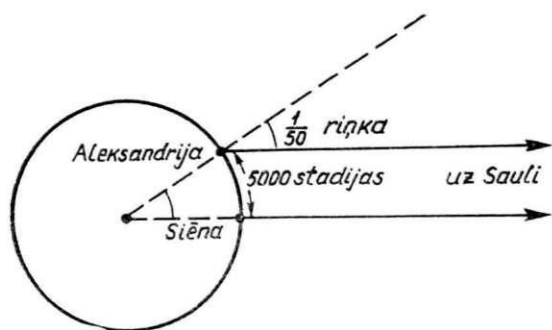
NOBEIGUMS JEB NOTEICOŠAIS VĀRDS — TURPMĀKAJIEM PĒTĪJUMIEM

Kas tad galu galā notiek aktīvo galaktiku kodolos, kas norisinās kva-
zāros un citos augstenerģētiskajos kosmiskajos objektos? Kurai no ap-
rakstītajām hipotēzēm jādod priekšroka? Balto caurumu hipotēze, kā
redzējām, vismaz šajā ziņā ir zaudējusi savu aktualitāti. Un, kaut arī
jāņem vērā, ka par balto caurumu parādību vēl nebūt nav pateikts viss,
kvantu efektu ievērošana rada principiāla rakstura šķēršļus to augstas
enerģijas producēšanas spējas nodrošināšanā tagadējā kosmoloģiskās
attīstības posmā. Bet jautājumu par melnā cauruma jeb superzvaigznes
piemērojamību izšķirs pētījumi un novērojumi. Pašlaik ir iezīmējušies
šo pētījumu virzieni, taču jau tie rāda, ka astrofizika atrodas uz jaunu,
ļoti nozīmīgu atklājumu sliekšņa par šo neparasto kosmisko objektu dabu
un evolūcijas likumsakarībām.

L. LAUCENIEKS

ZEMES MĀKSLĪGO PAVADOŅU LOMA ZEMES FORMAS IZZINĀŠANĀ

Mūsu priekšstati par Zemi, tās uzbūvi un izcelšanos (izveidošanos)
atrodas vēl tapšanas stadijā, kaut arī pirmie mēģinājumi noteikt tās
formu un apmērus veikti jau apmēram pirms 2500 gadiem.



1. att. Kā Erastotēns noteica Zemes rādiusu (mērogs nav ievērots).

Jau 6. gs. pirms mūsu ēras Pitagors izteica hipotēzi, ka Zemei ir lodveida forma. Erastotēns 3. gs. pirms mūsu ēras aprēķināja Zemes rādiusu. Viņš ievēroja, ka vasaras vidū pusdienlaikā Siēnā (tagadējā Asuānā) Saule atrodas tieši virs galvas, t. i., zenītā, bet tajā pašā laikā Aleksandrijā, kas atrodas 5000 stadijas (apmēram 794 km) uz ziemeļiem no Siēnas, Saule ir nevis zenītā, bet novirzīta 0,02 lielā lokā no tā. Erastotēns secināja

(1. att.), ka attālums starp Siēnu un Aleksandriju ir 0,02 no Zemes apkārtmēra. Zemes rādiusa kļūda, kuru pieļāvis Erastotēns, bija tikai apmēram 50 km (Zemes vidējais rādiuss 6378 km).

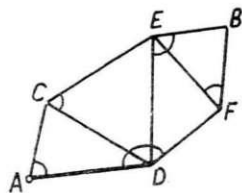
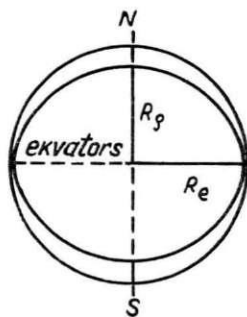
Pagāja vairāk nekā 2000 gadu, iekams sāka precizēt mērījumus un līdz ar to atteikties no hipotēzes par Zemes sfērisko formu. Doma, ka Zeme tomēr ir saspiesta, radās tikai mūsu ēras 17. gs. 1672. gadā Kaiennā (Dienvidamerikā), kas atrodas nedaudz uz ziemeļiem no ekvatora, darbojās franču ekspedīcija, kura veica Marsa novērojumus. Grupas vadītājs Ž. Rišē ievēroja, ka svārsta pulksteņi, kas gāja labi Parīzē, sāk atpalikt par apmēram 2,5 minūtēm diennaktī. Izskaidrojums varēja būt tikai viens: svārsta svārstību periods ir atkarīgs no smaguma spēka; jo mazāks smaguma spēks, jo lielāks svārstību periods. Ja Zemei būtu sfēriska forma, tad smaguma spēka lielums, reducēts par Zemes rotāciju ap savu asi, būtu vienāds gan Parīzē, gan Kaiennā. Novērotā atšķirība vedināja zinātniekus uz domām, ka Zemes forma nav vis sfēriska, bet gan nedaudz saspiesta no polu puses. Noteikt šī saspieduma lielumu Ž. Rišē nevarēja, jo nebija vēl izveidota teorija, kas spētu izskaidrot, kā mainās smaguma spēks starp poliem un ekvatoru atkarībā no Zemes saspieduma lieluma. Vairāk vai mazāk pareizu šī saspieduma novērtējumu, balstoties uz tīri teorētiskiem apsvērumiem, pēc apmēram 15 gadiem deva I. Ņūtons. I. Ņūtona secinājumi šīnī jomā, kā arī viņa atklātais vispasaules gravitācijas likums prasīja jaunus, neatkarīgus praktiskus novērojumus.

Sākās strīdi par to, vai Zeme ir saspiesta no polu puses vai izstiepta gar Zemes rotācijas asi. Šī jautājuma noskaidrošanai Parīzes Zinātņu akadēmija organizēja zinātnisku ekspedīciju uz Dienvidamerikas ekvatoriālo rajonu (Perū), lai veiktu meridiāna loka un tam atbilstošā platumu starpības, kā arī ekvatora loka un tam atbilstošā garuma starpības mērījumus. Ekspedīcija, kurā piedalījās matemātiķi, astronomi un ģeogrāfi, no Francijas izbrauca 1735. gadā un astoņus gadus strādāja smagajos Kordiljēru apstākļos, lai izmēritu pietiekami garu ($3^{\circ}08'$) meridiāna loku. Tikai pēc atgriešanās no šīs ilgās un grūtās ekspedīcijas

tās dalībnieki uzzināja, ka Zemes figūras problēmu praktiski un arī principā jau atrisinājusi cita ekspedīcija, kas 15 mēnešus (1736—1737) akadēmiķa Mopertjū vadībā strādājusi Somijā. Arī šīs ekspedīcijas darbs norisa grūtos apstākļos: tika izmērīta apmēram 15 km gara bāze pa Torneo upes ledu (decembrī —46°C temperatūrā). Šo darbu neatkarīgi veica divas grupas, kuru rezultātu atšķirība bija tikai 10 cm. Ekspedīcijas iegūtais rezultāts: viena 66°20' vidējā platuma meridiāna grāda garums bija 111,949 km. Parīzes platumā vienam grādam atbilda 111,212 km. Ar to tika parādīts, ka viena grāda garums pieaug līdz ar platumu palielināšanos. Tas savukārt bija pretrunā ar hipotēzi, pēc kuras Zeme izstiepta gar tās rotācijas asi.

1743. gadā parādījās ievērojamā franču zinātnieka un Somijas ekspedīcijas dalībnieka A. Klero grāmata «Zemes figūras teorija». Tanī viņš apgalvoja, ka izveidotā teorija (Zeme saspiesta no poliem) atrodas pilnā saskaņā ar smaguma spēka mērījumu rezultātiem, kas veikti ar svārstu palīdzību. Apstiprinājumu šī teorija var gaidīt no Perū ekspedīcijas, ja izrādītos, ka saspieduma lielums būtu mazāks par 1/230. Faktiskais iegūtais rezultāts bija 1/279, kas apstiprināja A. Klero teorijas pareizību (2. att.). Arī turpmākajos 200 gados Zemes formas un izmēru precizēšanai izmantoja jau augstākminētās praktiskās metodes, t. i., smaguma spēka mērījumus ar svārstu palīdzību (gravimetriskā nolaišanās) un loka garuma noteikšanu uz Zemes virsmas ar triangulācijas tīklu palīdzību. Abu šo metožu pielietojamība bija ļoti ierobežota, jo nebija tāda paņēmiena, ar kuru varētu, piemēram, veikt smaguma spēka mērījumus vai izveidot triangulācijas tīklus jūrās, okeānos. Tāpēc apmēram 80% no visas Zemes virsmas palika neizpētīti, kaut arī visos kontinentos bija izdarīti ievērojami ģeodēziskie darbi (uz to bāzes izstrādātas pietiekami precīzas kartes). Tomēr katrs ģeodēziskais tīkls tika izveidots uz sava saspiebtā Zemes modeļa, ar dažādiem ekvatoriāliem rādiusiem un saspieduma lielumiem. Katra modeļa Zemes ģeometriskā centra nenoteiktība (neprecizitāte) sastādīja apmēram 300 m. Galvenās ģeodēziskās koordināšu sistēmas bija Eiropas, Ziemeļamerikas, Dienvidamerikas, Āfrikas loka, Austrālijas nacionālā, Japānas, Indijas, Argentīnas, Havajas.

Lai izmērītu attālumu starp diviem punktiem uz Zemes virsmas, starp tiem tiek izveidota trīsstūru sistēma (triangulācijas tīkls, 3. att.), tā kā to jau 1615.—1617. gadā piedā-



2. att. (pa kreisi). Zemes saspiedums. Saspiedumu f nosaka formula:

$$f = \frac{R_e - R_p}{R_e}, \text{ kur } R_e \text{ — ekvatoriālais rādiuss, } R_p \text{ —}$$

polārais rādiuss (attēlā saspiedums pārspīlēts).

3. att. Triangulācijas tīkla izveidošana attāluma AB noteikšanai. Par bāzi izmantota mala AD .

vāja holandiešu zinātnieks V. Sneliuss (lai izmērītu attālumus līdz nepieejamām vietām). Pirmā trīsstūra vienu malu (bāzi) izmēra ļoti precīzi. Pēc tam, lai noteiktu pārējo malu garumus, izmēra leņķus, kurus veido trīsstūra malas ar izmērīto vai aprēķināto. Trīsstūru virsotnes uz Zemes tiek iezīmētas ar t. s. triangulācijas torņiem. Acīmredzot, jo augstāki šādi torņi, jo mazāk to būs nepieciešams, lai izveidotu kopējo tīklu. Lai varētu izveidot visas Zemes triangulācijas tīklu, nepieciešams to pārvilkt arī pāri jūrām un okeāniem. Tas kļuva iespējams tikai pēc Zemes mākslīgo pavadoņu (ZMP) palaišanas, un to novērojumi mazāk nekā divdesmit gados pastāstīja par Zemi vairāk nekā tiešie mērījumi uz Zemes gadu simtos.

1956. gadā, īsi pirms pavadoņu palaišanas, somu zinātnieks I. Vaisala ieteica t. s. zvaigžņu triangulāciju, kas arī balstās uz atsevišķu virzienu noteikšanu un pēc būtības ir mūsdienu kosmiskās triangulācijas (kosmiskās ģeodēzijas) prototips. Viņš rekomendēja fotografēt vismaz no diviem Zemes punktiem gaismas uzliesmojumus, kurus paceļ lielā augstumā vai nu ar gaisa balona, vai raķetes palīdzību. Ja gaismas uzliesmojuma augstums sasniedz 30—40 km, tad iespējamais attālums starp novērošanas punktiem uz Zemes var būt vairāki simti kilometru. Laika momenti jāreģistrē ar pietiekami augstu precizitāti. Jau tad I. Vaisala norādīja uz iespēju izmantot pavadoņus par vizieriem, pēc kuriem varētu noteikt triangulācijas tīklu.

Interesanti atzīmēt, ka Zemes formas un izmēru noteikšanai pēc ZMP novērojumiem izmanto un pilnveido divas neatkarīgas metodes, t. i., ģeometrisko un dinamisko.

Kosmiskās ģeodēzijas ģeometriskā metodē ZMP vienlaicīga (sinhrona) novērošana no dažādiem Zemes punktiem (novērošanas stacijām) dod iespēju izveidot trīsstūrus ar vairākus tūkstošus kilometru garām malām. Tā, piemēram, pavadoņi, kas atrodas 3000 km augstumā, var novērot vienlaikus gan Āfrikā, gan Amerikā. Jāpiezīmē, ka tikai pēc pavadoņu novērojumiem, kas iegūti pēc iespējas īsā laika intervālā, var izveidot pietiekami precīzu vienotu visas Zemes ģeodēzisko sistēmu. Šim jautājumam arī veltīts Ļeņingradas zinātnieka I. Zongoloviča darbs «Vienotas pasaules kosmiskās triangulācijas projekts».

Strādājot ar dinamisko metodi, nepieciešams ļoti precīzi zināt pavadoņa kustību attiecībā pret Zemes masas centru tās gravitācijas laukā (analogiski smaguma spēka mērījumiem uz Zemes). Pēc novērojumiem (arī nesinhroniem) no atbalsta punktiem ar zināmām koordinātēm un patvaļīgiem punktiem šī metode dod iespēju noteikt pēdējo punktu koordinātes doto atbalsta punktu sistēmā. Metodi lieto ļoti tālu Zemes punktu koordināšu aprēķināšanai, kā arī, piemēram, kuģu vietas noteikšanai pēc ZMP novērojumiem jūrās un okeānos.

Ģeometrisko un dinamisko metožu kombinācija, kā arī gravimetrisko mērījumu izmantošana ir devusi iespēju ar lielu precizitāti noteikt Zemes izmērus un tās gravitācijas lauku. Tā, piemēram, Zemes virsmas punktu koordinātes attiecībā pret Zemes masas centru pašreiz nosaka ar precizitāti līdz 10 metriem. Ar ZMP novērojumu palīdzību tika atklāta arī Zemes nesimetrija — parādība, ka Zemes Dienvidpols atrodas par dažiem

desmitiem metru tuvāk Zemes ekvatora plaknei nekā Ziemeļpols; to nebija iespējams paredzēt teorētiski.

Līdz šim galvenie kosmiskās ģeodēzijas rezultāti tika iegūti, izmantojot pavadoņu fotogrāfiskos novērojumus, t. i., izmantojot virzienus uz pavadoņiem. Pēdējos gados intensīvi tiek ieviesta debess objektu novērošanas metodika, izmantojot lāzerus. Sagaidāms, ka visdrīzākajā nākotnē ar lāzeru palīdzību būs iespējams izmērīt attālumu līdz pavadoņim ar precizitāti līdz 10 cm. Acīmredzot ar tādu pašu precizitāti būs iespējams noteikt arī attālumus starp punktiem uz Zemes. Turpretī, lai realizētu precizitāti līdz 10 cm, jāņem vērā daudzu ģeofizikālu parādību ietekme. Izrādās, ka Zemes virsma dažādu spēku ietekmē atrodas nepārtrauktā kustībā. Tā, piemēram, Saules un Mēness paisuma—bēguma spēku iespaidā Zemes garoza var svārstīties ar vairāku desmitu centimetru lielu amplitūdu. Notiek arī t. s. Zemes garozas gadsimtu kustība.

Izdevies noskaidrot (pētot seismisko viļņu izplatīšanos), ka Zemei ir blīvs kodols ar apmēram 3000 km lielu rādiusu, kuru apņem mantija, kas galvenokārt sastāv no šķidrās dzelzs. Uz mantijas savukārt līdzsvarota garoza, Zemes ārējais slānis, kura biezums salīdzinājumā ar Zemes ekvatoriālo rādiusu ir ļoti mazs. Okeānu dibenos tas ir 5—10 km, bet kalnu rajonos — ne vairāk par dažiem desmitiem kilometru. Izveidotā Zemes līdzsvara teorija izskaidro vairākas parādības, kas notiek uz Zemes. Tā, piemēram, ledus periodā Skandināvijas pussala ledus smaguma spēka iespaidā iegrimusi mantijā; ledum kūstot, tā tiek izspiesta no mantijas ar ātrumu apmēram 1 m gadsimtā.

ZMP kustību ietekmē visas Zemes virsmas nevienmērības, masas sadalījums Zemē. Tāpēc pavadoņu kustības noteikšana Zemes gravitācijas laukā ir grūts un sarežģīts uzdevums. Un otrādi, Zemes gravitācijas lauka ietekmes pētīšana uz ZMP kustību palīdz precizēt pašu Zemes gravitācijas lauku.

Mūsu zināšanas par Zemi, tās atmosfēru, kosmisko telpu vispār nemiēģi palielinās. Ir pamats cerēt, ka visu pasaules tautu zinātnieku pūles dos gaidītos rezultātus un tiks iegūtas atbildes uz daudziem interesantiem jautājumiem.

Nobeigumā var piebilst, ka 1975. gada 24.—30. novembrī Ļeņingradā (PSRS ZA Teorētiskās astronomijas institūtā) strādāja starptautisks seminārs «Kosmiskās ģeodēzijas jaunas metodes», kurā risināja daudzas no minētajām problēmām.

ASTRONOMIJAS JAUNUMI

KVAZĀRU UN BL LACERTĪDU MAINĪGUMA REKORDI

Viena no kvazāru un BL lacertīdu raksturīgākajām īpašībām ir to starojuma mainīgums laikā.¹ Kvazāru eksistenci (sākumā šos objektus sauca par superzvaigznēm) astronomi sāka nojaust 1960. gadā, bet BL lacertīdu prototipam — Ķirzakas BL maiņzvaigznei — īpašu uzmanību pievērsa 1968. gadā. Saprotams, ka tikai pēc tam varēja sākties speciāli šādu objektu novērojumi. Un tomēr nedaudz par to, kādas izmaiņas ar šiem objektiem notikušas agrāk, var uzzināt no veciem fotonegatīviem, kur fiksēts attiecīgo debess apgabalu attēls. Tāpēc debess uzņēmumu kolekcijām, kas atrodas astronomijas observatorijās, ir svarīga nozīme šo un citu mainīgu objektu pētniecībā. Viena no vecākajām un bagātākajām ir Harvarda observatorijas (ASV) fototēka. Šo debess fotogrāfiju kolekciju sākusī izmantot zinātnieku grupa nolūkā noskaidrot kvazāru un BL lacertīdu mainīguma vēsturi. Kaut arī pētījumi vēl nav pabeigti, jau atklāts, ka vairākiem objektiem ir neredzēti liela spožuma maiņas amplitūda.

Vislielākā amplitūda konstatēta kvazāram 3C 279, zilajos staros tā ir bijusi vismaz 6,7 zvaigžņu lielumi. Tik izteikta spožuma maiņa nevienam kvazāram agrāk nebija konstatēta. Uz plates, kas

1937. gada 12. aprīlī uzņemta Harvarda observatorijas Agasiza stacijā ar 20 cm diametra kameru vienu stundu ilgā ekspozīcijā, šī objekta spožums izsakāms ar fotogrāfisko zvaigžņu lielumu $m_B = 11,27 \pm 0,07$. Šai laikā kvazārs 3C 279 ir bijis spožāks par jebkuru citu zināmo kvazāru vai BL lacertīdu. Turpretim visvājākais objekta 3C 279 spožums reģistrēts 1965. gadā pēc fotoelektriskiem mērījumiem, kad tā zvaigžņu lielums bijis $B = 18,01$. Minēto pētnieku publikācijā attēlotā spožuma maiņas likne ļauj secināt, ka bez 1936./37. gada maksimuma kvazāram 3C 279 ir bijuši vēl divi mazāk spoži maksimumi. Rodas iespaids, ka starp cits citam sekojošiem spožuma maksimumiem ir samērā regulārs laika intervāls — ap 7 gadi. Ir zināms, ka kvazāra 3C 279 sarkanā nobīde ir liela — $z = 0,536$. Pamatojoties uz noteiktiem pieņēmumiem, var aprēķināt, ka kvazāra patiesais spožums maksimumā ir sasniedzis zvaigžņu lielumu — 31,4. Tik liela starjauka nevienam Visuma objektam līdz šim nav konstatēta.

Spriežot pēc Harvarda observatorijas platēm, kvazāram 3C 279 visstraujākās spožuma maiņas ir bijušas 1936. gadā, kad tās sasniegušas 2,2 zvaigžņu lielumus 13 dienās. No tā var secināt, ka starotāja objekta dimensijas nepārsniedz dažas gaismas dienas. Šis rezultāts savukārt rada problēmas teorētiķiem: kā izskaidrot tik kolosālas (10^{54} ergu) starojuma enerģijas rašanos tik mazā telpā (ap 10^{-9} kubikparseku) tik īsā laikā.

¹ Skat. Alksnis A. Kosmosa objekti ar straujām optiskā un radiostarojuma maiņām. — «Zvaigžņotā debess», 1973./74. gada ziema, 4.—13. lpp.

Kvazāra 3C 279 izcilās īpašības to ierindo starp objektiem, kuru mainīgumam rūpīgi jāseko, lai pašā sākumā atklātu jaunus iespējamus uzliesmojumus un varētu pēc iespējas vispusīgi izpētīt šo objektu maksimuma laikā.

Kvazāram PKS 1510-089 konstatēta otra lielākā spožuma maiņas amplitūda: zilajos staros tā ir 5,4 zvaigžņu lielumi. Pagaidām vienīgi 1948. gadā objekts ir novērots spožāks par zvaigžņu lielumu 14,5, turklāt vienīgā zināmā uzliesmojuma laikā tas sasniedzis $m_B = -12,0$. Maksimumā kvazāra PKS 1510-089 absolūtais lielums ir bijis $M_B = -29,9$, kas pēc starjaudas ir nākamais pēc kvazāra 3C 279. Detalizētā spožuma līkne rāda, ka bijuši vismaz divi maksimumi ar apmēram 57 dienu intervālu. Straujākā maiņa ir spožuma kritums par 2,2 zvaigžņu lielumiem deviņās dienās. Var secināt, ka PKS 1510-089 dimensijas nav lielākas par 10 gaismas dienām jeb 1700 astronomiskajām vienībām un ka tas var uzturēt optiskā starojuma jaudu ap 10^{47} ergi/s (t. i., ap 35 zvaigžņu lielumu spožāku nekā Saulei) ilgāk nekā 10^6 s. Tas dod kopējo enerģiju vismaz 10^{53} ergu. Lai radītu tik lielu enerģiju, kāda izdalās PKS 1510-089 uzliesmojuma laikā, vajadzētu tik lielu masu, ka 0,1 Saules masas pilnīgi pārvērstos ekvivalentā starojuma enerģijā.

Arī kvazāru PKS 1510-089 ir svarīgi uzmanīt, jo nav izslēgts, ka notiek jauns uzliesmojums.

Objekts MA 0829+047 pieder BL lacertīdām. Tam arī atrasta liela spožuma maiņas amplitūda: 3,6 zvaigžņu lielumi, kas ir tikai nedaudz mazāka nekā objektiem BL Lac un OJ 287. Spožuma maiņas objektam MA 0829+047 no-

tiek samērā lēni, bet visstraujākā izmaiņa fiksēta 1948. gada maksimuma laikā, kad spožuma pieaugums sasniedzis 0,8 zvaigžņu lielumus 23,8 stundās. No tā izriet, ka lineārās dimensijas starotājam ķermenim ir tikai 170 astronomiskās vienības. Līdzīgas straujas izmaiņas agrāk atzīmētas vienīgi objektam PKS 1514-24 (AP Lib): 0,5 zvaigžņu lielumi 20 minūtes un BL Lac: 1,5 zvaigžņu lielumi vienā stundā.

A. Alksnis

JAUNS IESKATS PAR SARKANO MILŽU SPOŽUMA MAIŅAS IEMESLU

Saskaņā ar vispārpieņemtajiem ieskatiem par sarkano milžu un pārmilžu spožuma maiņas cēloni uzlūko šo zvaigžņu pulsāciju. Šīs pulsācijas raksturs mainās no regulāra, kāds tas ir Miras tipa ilgperioda maiņzvaigznēs, līdz pilnīgi haotiskai spožuma maiņai neregulārajās maiņzvaigznēs. Tieši par šī pēdējā — neregulārā spožuma maiņas tipa iemeslu interesantu hipotēzi nesēn izvirzīja zvaigžņu iekšējās uzbūves aprēķinu patriarhs, amerikāņu astronoms M. Švarcšilds. Viņš noraida domu, ka neregulāro spožuma maiņu izraisa atmosfēras pulsācija. Par šī tipa mainības cēloni Švarcšilds uzskata gāzes konvektīvās plūsmas īpašu veidojumu — granulu skaita fluktuāciju uz zvaigznes virsmas.

Konvekcija ir šķidrums vai gāzes plūsmas samērā regulāra cirkulācija, kas rodas smaguma spēka iespaidā un kalpo kā efektīvs enerģijas transportēšanas līdzeklis. Sasilstot gāzes plūsmas izplešas,

klūst vieglākas par apkārtējām gāzes masām un tādēļ paceļas uz augšu, kur, atdodot savu enerģiju, atdziest un grimst atkal lejā. Šo parādību katrs būs ievērojis kā gaisa masu virpuļošanu virs sarkaršētiem priekšmetiem. Laboratorijā tā labi redzama, karsējot traukā kādu blīvāku šķidrumu — uz šķidruma virsmas rodas tīklveida zīmējums, resp., granulācija. Tās atsevišķus elementus — granulas veido šķidruma konvektīvās plūsmas, kas, nedaudz paceļoties virs šķidruma virsmas, piešķir tai graudainu struktūru.

Kaut arī Saules virsmas granulāciju konstatēja jau pagājušā gadsimta beigās, taču tās izpētīšanu traucēja Zemes atmosfēras turbulence. Sasīlūšā gaisa plūsmu kustība ap teleskopu un piezemes slānī izsmērē Saules virsmas attēlā šādas sīkas detaļas. Švarcšilds bija pirmais, kas sešdesmito gadu sākumā, ar balonu paceldams teleskopu 30 km augstumā, ieguva ļoti asus un kontrastainus Saules virsmas uzņēmumus, uz kuriem bija labi saskatāms granulācijas izveidotais tīkls. Švarcšilds konstatēja, ka Saules granulas vidējais diametrs ir ap 2000 km un tā pastāv 5—6 minūtes ilgi. Kā izriet no teorētiskiem apsvērumiem, granulu vertikālais izmērs ir ap 1/3 no diametra, tātad ap 700 km. Tas ir gandrīz divreiz vairāk par fotosfēras biezumu (vidēji ap 400 km).

Švarcšilds izdarīja loģisku secinājumu, ka šādai granulācijai jāpastāv arī uz sarkano milžu un pārmilžu virsmas, jo arī šajās zvaigznēs atmosfēra atrodas konvektīvā kustībā. Un, ja jau granulācija ir tik cieši saistīta ar konvekciju, ka pavada to gan laboratorijas kolbā, gan Saulē, par spīti

milzīgajai mērogu izmaiņai, tad tā sagaidāma arī sarkanajās zvaigznēs. Jautājums tikai, kādi būs šo granulu izmēri. To noteikšanai Švarcšilds, salīdzinot dažādu konvekciju noteicošo lielumu — spiediena, blīvuma, absorbcijas koeficienta, temperatūras gradienta u. c. — izmaiņas Saules atmosfērā, cenšas atrast tādus lielumus, kam šie 700 km, kas raksturo granulas vertikālo izmēru, kaut kādā veidā būtu iezīmīgi, piemēram, attiecīgā lieluma straujas maiņas intervāls vai maksimuma platums. Tad to pašu raksturīgo lielumu izmaiņas skalu varētu noteikt arī sarkanajiem milžiem no to atmosfēru modeļu aprēķiniem un līdz ar to iegūt granulāciju izmēru šajās zvaigznēs. Švarcšilds secina, ka sarkanajos milžos un pārmilžos granulu diametri varētu būt no 30 līdz 80 miljoniem kilometru. Tādā gadījumā uz šo zvaigžņu virsmas iznāk vietas ne vairāk par 12—90 granulām. Ievērojot, ka mēs uztveram starojumu praktiski no 1/3 zvaigznes virsmas, vienlaikus būs redzamas ne vairāk par 4—30 granulām, kas ir krasā kontrastā ar apmēram 2 miljoniem šādu veidojumu uz Saules virsmas. Šāds neliels, laikā fluktuējošs granulu skaits jau var būt par iemeslu zvaigznes kopējā spožuma maiņai.

Izdalot granulas vertikālo izmēru ar konvektīvās kustības ātrumu (ap 5 km/s), Švarcšilds atrod, ka granulas vidējais pastāvēšanas laiks ir ap 200 dienām. Tas labi saskan ar novērojumiem, kas neregulāro sarkano maiņzvaigžņu spožuma variāciju vidējo laiku dod 100—300 dienas. Arī spožuma variāciju amplitūda, kas noteikta, ievērojot granulācijas izraisītās temperatūras fluktuācijas, nav pret-

runā ar novēroto. Tādējādi, pēc Švarcšilda atzinuma, sarkanajās neregulārajās maiņzvaigznēs visu spožuma maiņu rada granulācijas elementu skaita variācija, kamēr pusregulārajām un Miras tipa maiņzvaigznēm pievienojas arī atmosfēras pulsācijas. Ja nebūtu granulācijas izraisīto fluktuāciju, tad šo zvaigžņu spožuma maiņa būtu tikpat regulāra kā cefeīdām, turklāt, samazinoties regulāro pulsāciju amplitūdai, granulācijas ietekme kļūst spēcīgāka, bet novērojamā spožuma maiņa — haotiskāka. Tieši tā tas arī ir sarkanajās maiņzvaigznēs.

U. Dzēvītis

MIGLĀJA M 20 STAROJUMS

Strēlnieka zvaigznāja spožākā miglāja Trifidas (Triskāršais) vai M 20 izskats zilajos un sarkanajos staros ir dažāds. Uz platēm, kas jutīgas pret sarkanajiem stariem, parādās miglāja dienvidu daļa, bet uz platēm, kas jutīgas pret zilajiem stariem, — miglāja ziemeļu daļa. Objekta dienvidu daļas spektrā redzamas spēcīgas emisijas līnijas, kas norāda uz tā gāzveida dabu. Šīs miglāja daļas spīdēšanu izraisa karsta O7V spektra ($T_e=50\,000\text{°K}$) galvenās secības zvaigzne miglāja centrā HD 164492.

Trifidas miglāja ziemeļu daļu ilgu laiku uzskatīja par putekļu mākonī, tā spīdēšanu saistot ar baltu A5 Ia spektra ($T_e=8300\text{°K}$) pārmilzi HD 164514. 1972. gadā J. Gluškovskim, Kazahijas PSR ZA Astrofizikas institūta zinātniskajam līdzstrādniekam, izdevās atrast vājas emisijas līnijas arī miglāja ziemeļu apgabala spektrā. Tas

ļāva secināt, ka arī šim Trifidas apgabalam ir gāzveida daba. Lai ierosinātu gāzu spīdēšanu, ierosinotās zvaigznes virsmas temperatūrai jābūt daudz lielākai nekā A5 spektra klases zvaigznei.

Turpmākos pētījumus šajā debess apgabalā izdarīja N. Voščinikovs, Ļeņingradas universitātes observatorijas Birakanas stacijas zinātniskais līdzstrādnieks, ar 50 cm reflektoru. Viņa veiktie elektropolarimetriskie un fotoelektriskie pētījumi deva iespēju secināt, ka zvaigzne HD 164514 tiešām nevar būt par ierosinātāju, jo tā atrodas 300 parseku tālāk par pašu miglāju, kura attālums ir 670 parseku.

Miglāja ziemeļu daļas spīdēšanu varētu izraisīt vienīgi jau iepriekš pieminētā karstā zvaigzne HD 164492, kuras attāluma novērtējums apmēram sakrīt ar miglāja M 20 attālumu.

I. Egūtis

DIVAS INTERESANTAS TRISKĀRŠĀS ZVAIGZNES

Jau 1926. gadā Vilsona kalna observatorijas zinātniskais līdzstrādnieks Jans Silts atklāja zvaigznes VW Cefeja mainīgumu. Turpmākie šīs zvaigznes pētījumi parādīja, ka šeit ir darīšana ar ciešu aptumsuma dubultzvaigzni. Abas zvaigznes apgriežas ap kopējo masu centru 6,7 stundās. Tas nozīmē, ka abas zvaigznes ir tik tuvu viena otrai, ka pievilksnās centrālās spēku rezultātā to formai jābūt elipsoidālai.

Kopš 1942. gada Sprūla observatorijā šo zvaigzni pētīja L. Heršejs. Viņš izmērija zvaigznes VW Cep pozīcijas uz 610 uzņēmumiem,

kas bija iegūti ar Sprūla observatorijas 60 cm refraktoru laikā no 1942. līdz 1974. gadam. Pētījumi parādīja, ka lielā īpatnējā kustība ($0'',653$ gadā) mainās līdz ar laiku, it kā viļņojoties pa α un δ ar 30,5 gadu periodu. Tas nozīmē, ka zvaigzne VW Cep sastāv ne tikai no aptumsuma pāra (AB), bet arī no trešās komponentes C, kas riņķo ap kopējo masas centru ar periodu 30,5 gadi.

L. Heršēja izdarītie pozīcijas mērījumi deva iespēju noteikt arī šīs zvaigznes trigonometrisko paralaksi, kura ir 0,041 loka sekundes. Tātad zvaigzne VW Cep atrodas 80 gaismas gadu attālumā.

1975. gadā šīs pašas observatorijas zinātnieks V. Heincs mēģināja komponenti C atrast vizuāli. Tas bija grūts uzdevums, jo komponente C izrādījās tikai 10. lieluma zvaigznīte, t. i., par trim zvaigžņu lielumiem vājāka nekā aptumsuma pāra AB kopējais spožums. Arī C komponentes leņķiskais attālums no AB sistēmas bija tikai 0,6 loka sekundes.

Apkopojot visus iegūtos rezultātus, doktoram L. Heršejam izdevās atrast visu trīs komponentu A, B, C masas, kuras ir 1,1, 0,4, 0,6 M_{\odot} attiecīgi.

Arī Algols — β Per — vispazīstamākā aptumsuma dubultzvaigzne ar periodu 2,867 dienas — ir trīskārša zvaigzne. To astronomi aprēķināja jau 1886. gadā, novērojot spožuma minimuma aizkavešanos vai aizsteigšanos priekšā par apmēram 5 minūtēm atkarībā no tā, kur atrodas aptumsuma pāris AB savā kustībā ap kopējo visu trīs zvaigžņu masas centru.

Sprūla observatorijas zinātniekiem P. Bačamam un L. Heršejam, apstrādājot 1012 fotouzņēmumus,

kas iegūti ar observatorijas 60 cm refraktoru 50 gadu laikā jau kopš 1925. gada, izdevās precizēt komponentes C kustības periodu ap kopējo masas centru — 1,8613 gadi, noteikt zvaigznes β Per ģeometrisko paralaksi — 0,034 loka sekundes (tas nozīmē, ka zvaigznes attālums līdz Saules sistēmai ir 96 gaismas gadi), C komponentes masu — 1,3 M_{\odot} un aptumsuma sistēmas AB un komponentes C savstarpējo vidējo attālumu — 2,9 astronomiskās vienības. Vizuāli atrast komponenti C nav cerību, jo tās leņķiskais attālums no sistēmas AB būs tikai 0,1 loka sekunde.

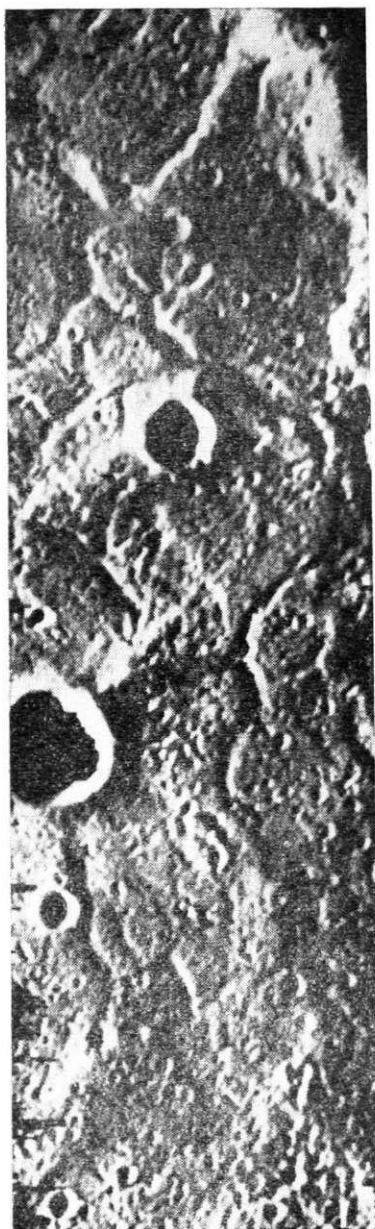
Tā Sprūla observatorijas ilgu laiku uzkrātie novērojumu materiāli deva interesantus datus par jau agrāk daļēji izpētītām zvaigznēm VW Cep un β Per.

I. Eglītis

MERKURA VIRSMA UN DZĪLES

Trijos Merkura pārlidojumos (29. III. 74, 21. IX. 74, 16. III. 75) kosmiskais aparāts «Mariner-10» pārraidīja uz Zemi vairākus tūkstošus augstvērtīgu planētas attēlu, kā arī vairākus citus datus. Šajā pasākumā iesaistīto amerikāņu planetologu grupa B. Marreja un R. Stroma vadībā sistemātiski apstrādājusi šo visai apjomīgo videoinformāciju un nesen ziņoja par iegūtajiem rezultātiem.

Darba gaitā sastādīta novērotās Merkura puslodes ģeoloģiskā karte, kurā izšķiramas detaļas ar izmēriem 1—1,5 km (kā uz Mēness spēcīgākajos Zemes teleskopos un uz Marsa no «Mariner-9»), veikta attēlu fotometrēšana ar precizitāti $\pm 1\%$ viena attēla robežās un absolūto kļūdu ne vairāk par $\pm 5\%$.



1. att. Merkura virsmas fragments («Mariner-10» attēls).

Rezultātā pavērusies iespēja salīdzināt Merkura virsmu ar citu debess ķermeņu virsmām un izdarīt secinājumus par tā iekšējo uzbūvi un izcelšanos.

Merkura virsma raksturīgo reljefa formu ziņā ir visai līdzīga Mēness virsmai — dažādu lielumu un paveidu krāteri, kalnu grēdas, «jūras»; vairums novērojamo atšķirību kā, piemēram, krāteru relatīvi mazākais dziļums, saistīts galvenokārt ar 2,3 reizes lielāko smaguma spēku uz Merkura. Analogiskas ir arī abu virsmu fotometriskās un termiskās īpašības (pēdējās noteiktas citādi — ar infrasarkanā radiometra palīdzību). Šī ciešā ārējā līdzība nepārprotami liecina, ka Merkura garoza, gluži tāpat kā Mēness garoza, sastāv no silikātiem un ka virsmu tāpat klāj smalkgraudains regolīts, ko izveidojuši meteorītu triecieni un milzīgās temperatūras izmaiņas. Savukārt Merkura «jūras» — ar sastingušu lavu pildīti baseini, kuri gan tur ir mazākā skaitā nekā uz Mēness, — liecina par kādreizēju aktīvu vulkānisku darbību uz šīs planētas un līdz ar to par vairākus simtus kilometru biezu, arī no silikātiem sastāvošu mantiju. Tā kā Merkura vidējais blīvums ir visai augsts (pēc pēdējiem datiem $5,45 \text{ g/cm}^3$), bet silikātiem tas ir samērā neliels ($3,0\text{--}3,3 \text{ g/cm}^3$), tad jāsecina, ka planētas kodols satur lielu daudzumu smago elementu, pirmām kārtām dzelzi. Vai kodola centrālā daļa ir šķidra, nav īsti skaidrs: šāds pieņēmums, no vienas puses, slikti iekļaujas aprēķinātajā Merkura iekšējās uzbūves modelī, no otras puses, tas ļauj izvairīties no nopietnām grūtībām Merkura tuvumā pamanītā magnētiskā lauka izskaidrošanā.

Tātad Merkurs jau tapšanas stadijā piedzīvojis intensīvas ķīmiskas diferenciācijas posmu, kuras gaitā smagie elementi koncentrējušies planētas kodolā, vieglākie — uzpeldējuši virspusē un izveidojuši mantiju un garozu. Daudzie meteorītu triecieni Saules sistēmas agrīnajā attīstības periodā izrobojuši Merkura garozu ar neskaitāmiem krāteriem desmitiem un simtiem kilometru diametrā. Lielākos un dziļākos no tiem vēlāk aizpildījusi lava, tā izveidojot «jūras», no kurām pati plašākā ir *Caloris* baseins ar 1300 km diametru. Ķaut kad pēc tam Merkura garoza sarāvusies, atstājot uz virsmas daudzas vietas ar saspiešanas sprieguma pēdām; šāda parādība nav novērota ne uz Mēness, ne uz Marsa.

Pēc «Mariner-10» pārraidītajiem attēliem noteikts arī Merkura rotācijas periods ap asi. Iegūtā vērtība apstiprinājusi jau agrāk radiolokācijas ceļā izdarīto atklājumu, ka tas ir vienāds ar tieši 2/3 no Merkura apriņķošanas perioda ap Sauli. Šāda sakarība acīmredzot izskaidrojama ar Saules pievilksanas spēka iedarbību uz Merkura dzīlēs slēptu masas koncentrāciju, iespējams, zem *Caloris* baseina.

E. Mūkins

JAUNA IEKŠĒJĀ PLANĒTA

Pirmo šā gada mazo planētu — 1976 AA — atklājusi Eleanora Helina, fotografējot ar Palomāra kalna observatorijas 18 collu Šmita teleskopu Dviņu zvaigznāja apgalu. 3 naktīs pēc kārtas, sākot ar 7. janvāri, viņa atrada uz platēm ātri kustīgu objektu ar fotogrāfisko lieluma klasi starp 13 un 14. Ob-

jekts pārvietojās ziemeļrietumu virzienā ar ātrumu ap 2° dienā un atradās tajā laikā netālu no zvaigznes Dviņu γ. Turpmākajās dienās šo pašu objektu novērojuši arī citās ASV observatorijās, starp citu, arī viens amatieris Ohaio štatā ar 8 collu Celestronu. Arī no Japānas — Jakiimo un Nihondaira observatorijām — sāka pienākt ziņas par ātri kustīgā objekta novērojumiem.

Aprēķinot objekta orbitālos elementus, izrādījās, ka tā orbitas lielā pusass, resp., vidējais attālums no Saules, ir tikai 0,9668 astronomiskās vienības. Tātad tas vidēji atrodas Saulei tuvāk nekā Zeme, kuras attālums līdz Saulei vidēji ir 1 astronomiskā vienība. Līdz ar to arī objekta apgriešanās periods ir mazāks — tikai 0,951 gads jeb 347 dienas. Orbitas ekscentricitātes dēļ tā minimālais attālums (q) no Saules ir 0,79, bet maksimālais (Q) — 1,14. 1976. gadā perihēlijā tas atradās 20. maijā, afēlijā — 9. novembrī. Katrā nākamajā gadā šie stāvokļi iestāsies attiecīgi par 18 dienām ātrāk. Kamēr 1976 AA ap Sauli apgriežas 20 reizes, Zeme tikai 19 reizes. Tāpēc tuvākajos gados šī objekta novērošana būs grūtāka līdz 1990. gadiem, kad atkal tas nonāks izdevīgā stāvoklī. Orbitas slīpums pret ekliptiku ir 19°, ekscentricitāte — 0,18.

Sakarā ar mazās planētas 1976 AA vājo spožumu tās fotometriskie, polarimetriskie un spektrālie novērojumi pagaidām ir ļoti neprecīzi. Atrasts, ka tās atstarošanas spēja (t. s. ģeometriskais albedo) ir ap 0,21, no kā savukārt izriet, ka tās diametrs ir tikai ap 0,8 km. Pēc citiem datiem, pieņemot, ka tā ir tumšāka un atbilst

ogļu hondrītiem, tās diametrs iznāk nedaudz lielāks, tomēr ne lielāks par apmēram 3 km.

Kalifornijas Tehnoloģiskā institūta zinātnieks E. Sūmakers izteica iespēju, ka mazā planēta 1976 AA ir vecas komētas kodols, kas zaudējis pilnīgi visas savas gāzes. Nākotnē šis objekts varētu kļūt par labu starpplanētu staciju Saules sistēmas pētīšanai.

1976 AA ir divdesmitā Apollo tipa mazā planēta ar samērā labi noteiktiem orbītas elementiem.¹

M. Dirīķis

JAUNI MAZO PLANĒTU NOSAUKUMI

Pēdējos gados mazo planētu novērošana kļuvusi ļoti intensīva. Aktīvi darbojas Ļeņingradas Teorētiskās astronomijas institūta iekārtotā novērošanas stacija Krimas observatorijā. Tāpat aktīvi novēro Hamburgas—Bergedorfas observatorijā, Čilē, vairākās observatorijās ASV un citur. Sakarā ar to pēdējos gados jūtami palielināties jaunatklāto mazo planētu skaits. Tā kā meklējumiem ir lielā mērā sistemātisks, mērķtiecīgs raksturs, tad arī ievērojami palielinās to planētu skaits, kurām noteikti precīzi orbītu elementi un līdz ar to piešķirti pastāvīgie numuri. Visbiežāk tas notiek, sameklējot noteiktas agrāk atklātās mazās planētas un tātad jau pēc 2 vai vairāk opozīcijām precizējot orbītu elementus.

1975. gada 15. decembrī pavi-

¹ Skat. M. Dirīķa rakstu «Mazās planētas ar neparastām orbītām». — «Zvaigžņotā debess», 1975. gada pavasaris, 20. lpp.

sam registrētas 1966 planētas ar numuriem, kamēr Ļeņingradā izdotajā Mazo planētu efemerīdu sējumā 1976. gadam to vēl ir tikai 1861! Starp šīm apmēram 100 planētām, kas dabūjušas numurus pēdējā gada laikā, ir arī t. s. 7 trojieši.

Pēdējo divu gadu laikā mazajām planētām piešķirts arī daudz nosaukumu. Minēsim šeit visus šos nosaukumus, kas jau apstiprināti Starptautiskajā mazo planētu pētīšanas centrā Cincinati observatorijā.

(1476) Cox — nosaukta par godu beļģu astronomijas profesoram Ž. Koksam (1898—1972), kas daudz pētījis mazās planētas un komētu izcelšanās jautājumus.

(1565) Lemaitre — arī par godu beļģu astronomijas profesoram Ž. Lemētram (1894—1966), speciālistam relativitātes teorijā un kosmoloģijā.

(1579) Herrick — nosaukta par godu amerikāņu astronomam S. Herrikam (1911—1974), kurš bija liela autoritāte debess mehānikā un astrodinamikā. Pētījis mazās planētas, kas pienāk tuvu Zemei: (1580) Betulia, (1685) Toro, (1566) Icarus un (1620) Geographos.

(1592) Mathieu tā atklājējs S. Arends nosaucis viena sava mazbērna vārdā, (1593) Fagnes — lielākais nacionālais parks Beļģijā.

(1615) Bardwell — nosaukta par godu Cincinati astronomam K. Bardvelam, kurš pēdējos gados atradis visvairāk nenumurēto planētu identifikāciju un tādā kārtā ievērojami uzlabojis «kārtību» mazo planētu sarežģītajā saimniecībā.

(1661) Granule — nosaukta, godinot Cincinati universitātes ār-

stu E. Gallu, t. s. Galla granulas atklājēju.

(1778) Alfven — nosaukta par godu zviedru fizikim, Nobela prēmijas laureātam H. Alfvēnam, kurš daudz darījis arī asteroīdu un komētu pētniecībā.

(1822) Waterman — par godu amerikāņu fizikim A. Vatermanam, ASV Nacionālā zinātņu fonda direktoram.

(1828) Kashirina — par godu Simferopoles ārstam V. Kaširinam.

(1832) Mrkos — par godu Kletjas observatorijas direktoram A. Mrkosam (Čehoslovākijā), kurš labi pazīstams ar darbiem komētu astronomijā.

(1833) Shmakova — par godu Ļeņingradas Teorētiskās astronomijas institūta līdzstrādniecei M. Šmakovai (1910—1971), kura daudz nodarbojās ar mazo planētu un komētu orbītu noteikšanu un vadīja orbitālo elementu daļu mazo planētu efemerīdu ikgadējos krājumos.

(1835) Gajdariya — par godu padomju rakstniekam Arkādijam Gaidaram (1904—1941).

(1836) Komarov — par godu padomju kosmonautam Vladimīram Komarovam (1927—1967), kosmiskā kuģa «Voshod» komandierim.

(1840) Hus — par godu čehu reformatoram J. Husam (1372—1415).

(1841) Masaryk — par godu Čehoslovākijas prezidentam T. Mazarikam (1850—1937).

(1842) Hynek un (1843) Jarmila — atklājējs L. Kohouteks nosaucis savu vecāku vārdā.

(1854) Skvortsov — nosaukta, godinot Simferopoles Pedagoģiskā institūta astronomijas pasniedzēju profesoru E. Skvorcovu (1882—

1952), kurš ir arī novērojis un atklājis Simeizas observatorijā mazās planētas.

(1855) Korolev — par godu akadēmiķim Sergejam Koroļovam (1907—1966), padomju raķešu un kosmisko kuģu izcilākajam konstruktoram.

(1856) Ruzena — par godu Kletjas observatorijas komētu un mazo planētu novērotājam Ruzenai Petrovicovai.

(1857) Parchomenko — par godu Simeizas astronomei P. Parchomenko (1886—1970), vairāku mazo planētu novērotājam un atklājējam.

(1858) Lobachevskij — par godu N. Lobačevskim (1792—1856), pazīstamajam krievu matemātiķim, pirmās neeiklīda ģeometrijas sistēmas izstrādātājam.

(1859) Kovalevskaya — par godu S. Kovaļevskai (1850—1891), pirmajai krievu sievietei matemātiķei, kura ir plaši pazīstama ar darbiem diferenciālvienādojumu teorijā, cietu ķermeņu rotācijas teorijā un citās nozarēs. Pētījusi Saturna gredzena stabilitāti ar matemātiskas metodēm.

(1861) Komensky — par godu audzināšanas sistēmas reformatoram čeham J. A. Komenskim (1592—1670).

(1868) Thersites, (1869) Philoctetes, (1870) Glaukos, (1871) Astyanax, (1872) Helenos, (1873) Agenor — tie ir seši no septiņiem trojiešiem, kas atklāti un numurēti pēdējā laikā.

(1876) Napolitania — Neapoles pilsēta.

(1877) Marsden — nosaukta par godu Briānam G. Marsdenam, kurš ļoti daudz darījis mazo planētu un komētu izpētē, sastādījis

komētu katalogus, vada Centrālo astronomisko ziņojumu biroju.

(1894) Haffner — par godu vācu astronomam H. Hafneram.

(1895) Larink — par godu vācu astronomam J. Larinkam, kurš visvairāk pazīstams kā astrometrists.

(1896) Beer — par godu angļu astronomam A. Bēram.

(1897) Hind — par godu angļu astronomam Dž. R. Hindam (1823—1895), kurš atklājis mazās planētas (7) Iris, (8) Flora un vēl 8 citas.

(1898) Cowell — par godu F. H. Kaulam (1870—1949), angļu astronomam, kurš izstrādājis un plaši ieviesis tagad lietojamās skaitliskās integrēšanas metodes. Tās visvairāk izmanto Saules sistēmas mazo ķermeņu — komētu un mazo planētu — kustību pētīšanai.

(1899) Crommelin — par godu A. K. Krommelinam (1865—1939), kurš daļēji kopā ar F. H. Kaulu pētījis Jupitera pavadoņu, Halleja komētas un citu ķermeņu kustību.

(1901) Moravia — Čehoslovārijas novads, atklāja L. Kohouteka dzimtene.

(1915) Quetzalcoatl — no indiāņu mitoloģijas ņemts Tolteku cilts gudrības dieva vārds.

(1917) Cuyo — par godu Argentīnas apgabalam un universitātei ar attiecīgu nosaukumu.

(1939) Loretta — atklāja Č. Kovala meita.

(1940) Whipple — nosaukta par godu Harvardas astronomam Fredam L. Viplam, kurš no 1955. līdz 1973. gadam bija Smitsonijas Astrofizikas observatorijas direktors. Plaši pazīstams Saules sistēmas mazo ķermeņu, galvenokārt komētu, pētnieks.

VAI GAIDĀMA ZEMES UN ASTEROĪDA SADURSME?

Sešdesmitajos gados visu pasauli satrauca vēsts par iespējamo mazās planētas Ikarus sadursmi ar Zemi.¹ Izrādās, ka tagad radies jauns «kandidāts» šādai iespējamai Zemes un asteroīda sadursmei.

Kā ziņo aģentūra «Associated Press», jaunais asteroīds, ko atklājusi E. Helina,² kaut kad varētu sadurties ar Zemi. Pēc Helinas domām, šādas sadursmes varbūtība ir 75 procenti. Ja tā tiešām notiktu, iespējamās katastrofas apmēri tālu pārsniegtu līdz šim zināmo — tās rezultātā būtu jāizveidojas krāterim ar diametru apmēram 30 km. Salīdzinājumam minēsim, ka vislielākais līdz šim zināmais meteorīta krāteris ir tā sauktais Čaba krāteris Kanādā ar diametru «tikai» 3,2 kilometri.

Piebildīsim, ka mazo planētu cieša tuvošanās Zemei nav nemaz tik reta parādība. Piemēram, 1937. gadā ļoti tuvu Zemei pienāca mazā planēta Hermess — tikai 580 000 km attālumā. Tomēr līdz šim Zeme ar šāda izmēra kosmiskajiem ķermeņiem nav sadūrusies.

I. Smelds

¹ Skat. I. Daubes rakstu «Ikarus paliks kosmosā». — «Zvaigžņotā debess», 1967. gada ziema, 1. lpp. un «Jauni dati par mazo planētu (1566) Icarus». — «Zvaigžņotā debess», 1971. gada pavasaris, 24. lpp.

² Skat. M. Dīriķa rakstu šā izdevuma 20. lpp.

KOSMOSA APGŪŠANA

ORBITĀLĀ STACIJA «SALŪTS-5»

Šā gada 22. jūnijā Padomju Savienībā tika palaista orbitālā zinātniskā stacija «Salūts-5». 7. jūlijā tajā ar kosmosa kuģi «Sojuz-21» ieradās apkalpe kosmonautu Borisa Volinova un Vitālija Zolobova sastāvā. Par viņu darba gaitu un rezultātiem stāstīsīm «Zvaigžņotās debess» turpmākajos numuros. Šajā numurā sniedzam informāciju par pašas orbitālās stacijas iekārtojumu, ievietojot saīsinātā veidā «Pravdas» korespondenta J. Apenčenko ziņojumu «Māja virs planētas» (10. VII 76.).

Ārējo raksturlielumu — gabarītu, tilpuma, masas ziņā «Salūts-5» maz atšķiras no saviem priekštečiem. Pēc sakabināšanās ar kosmosa kuģi «Sojuz» orbitālās stacijas masa pārsniedz 25 tonnas. Tās garums kopā ar kuģi — 23 metri, maksimālais diametrs — 4,15 metri, tilpums — 100 kubikmetri. Toties stacijas uzbūves īpatnības, tajā uzstādītās iekārtas, kas atkarīgas no lidojuma mērķiem un apkalpei nospraustajiem uzdevumiem, protams, ir mainījušās salīdzinājumā ar iepriekšējiem lidojumiem.

Lielākajā no diviem cilindriem, kuri kopā ar tos savienojošo posmu veido orbitālās stacijas korpusu, iekārtots aparatūras nodalījums. Tajā atrodas instrumenti, kas kontrolē elektroapgādes, radio, telemetrijas, dzīvības nodrošināšanas sistēmu darbu. Šajā nodalījumā novietotas arī stacijas galvenās zinātniskās iekārtas, kā arī kompleksais fiziskais trenāžieris — «bezgalīgais skrejceļiņš».

Dzīvojamais nodalījums, kas aizņem mazāko cilindru, ir reizē gan guļamistaba, gan ēdamtelpa, gan medicīniskais kabinets. Tajā atrodas divas guļamvietas, galds ar ēdiena sildītājiem, aukstā un karstā ūdens krāni, produktu krājumi. Dzīvojamā nodalījumā uzstādītas arī medicīniskās ierīces un daļa zinātnisko instrumentu, kā arī teletaipa aparāts.

Starp abiem cilindriskajiem stacijas nodalījumiem — instrumentu un dzīvojamo — atrodas komandnodalījums ar apvienoto vadības pultī. Orbitālās stacijas koordinātu rādītājs, tās telpiskā stāvokļa indikators ar orientācijas vadības rokturi, sakaru līdzekļi, televīzijas aparatūra savākti šajā pultī vienuviet un ir jebkurā laikā ērti pieejami.¹

J. Apenčenko

«INTERKOSMOS» JAUNA VEIDA PAVADONIS

Pirms septiņiem gadiem padomju nesējraķete pacela orbītā ap Zemi pirmo pavadoni «Interkosmos», ko saskaņā ar tāda paša nosaukuma sadarbības programmu kosmiskās telpas izpētes un apgūšanas jomā bija

¹ Bez šiem galvenajiem apdzīvojamajiem nodalījumiem «Salūtam», protams, ir arī neliels pārejas (jeb sakabināšanās) nodalījums, pie kura pieslēdzas transportkuģis «Sojuz».

kopīgi izveidojušas trīs valstis — PSRS, VDR, ČSSR¹. Piedaloties gan šim, gan vēl citām socialistiskajām valstīm, līdz 1976. gadam pavisam tika palaisti četrpadsmit šās sērijas pavadoņi, kā arī trīs augstlidojuma pētnieciskās raķetes «Vertikāle». Aizgājušajā vasarā «Interkosmos» programmā uzsākās nākamais posms, kuru ievadīja jauna veida pavadoņa — «Interkosmos-15» startu no padomju kosmodroma 19. jūnijā.

Jaunās paaudzes pavadoņi paredzēti plašam pētījumu lokam, tādēļ to pilnais tehniskais nosaukums ir automātiskās universālās orbitālās stacijas. Salīdzinājumā ar vecajiem pavadoņiem vairākkārt pieaudzis zinātniskajai aparatūrai atvēlētais tilpums un svars; ieviesta iespēja uzdot pavadoņim programmu 36 vai 72 stundu ilgai automātiskai darbībai (agrāk vadība noritēja tikai reālā laika mērogā, t. i., pavadoņim atrodoties virs sekošanas stacijām); nodrošināta lidaparāta stabilizācija telpā ap visām trim asīm, lai varētu orientēt zinātniskos instrumentus uz jebkuru izraudzīto pētījumu objektu — Sauli, zvaigznēm, Zemi (visvairāk tieši pēdējo).

Viena no būtiskākajām jaunās paaudzes pavadoņu iezīmēm ir vienotā telemetrijas sistēma, ko PSRS ZA Kosmisko pētījumu institūta vadībā izstrādājušas un izgatavojušas PSRS, VDR, ČSSR, UTR un PTR organizācijas. Šīs sistēmas uzdevums ir pārraidīt pasākumā iesaistīto socialistisko valstu uztverošajām stacijām iegūtos zinātniskos mērījumus, pie kam jau pārveidotus skaitliskā formā, lai atvieglotu un paātrinātu to tālāko apstrādi ar ESM. Atsevišķo valstu ieguldījums vienotās sistēmas radīšanā ir šāds: analogo signālu pārveidotāju digitālos signālos, kā arī barošanas sprieguma stabilizācijas bloku konstruējuši ungāru speciālisti, kodēšanas iekārtu un divus digitālos magnetofonus ar dažādiem ieraksta ātrumiem — VDR speciālisti, iekārtu dažu zinātnisko datu pārraidei analogā veidā (bez kodēšanas) un tās kalibrēšanas shēmu — poļu inženieri, radiatora iekārtu un antenas pārslēdzēju — čehu inženieri, pašu antenu, sinhronizācijas iekārtu un vadības bloku — padomju zinātnieki un konstruktori; viņi veikuši arī visu iekārtu apvienošanu un izvietošanu pavadoņī.

Ar jauno sistēmu savietojamas uztverošās stacijas patlaban iekārtotas Padomju Savienībā, Vācijas Demokrātiskajā Republikā, Čehoslovākijā un Ungārijā, turklāt katras valsts speciālisti izveidojuši tās patstāvīgi (vai kopīgi ar kolēģiem no kādas citas valsts), vadoties tikai pēc vispārējām kopīgām tehniskām prasībām. Paredzams, ka nākotnē savas stacijas būs arī Bulgārijai un Kubai.

Jaunās paaudzes pirmais pavadoņi «Interkosmos-15» tika ievadīts apmēram 500 km augstā orbītā ar apriņķošanas periodu 95 minūtes un nolieci pret ekvatora plakni 74 grādi. Šim lidojumam bija izmēģinājuma raksturs — tā gaitā tika pārbaudīta visu automātiskās orbitālās stacijas iekārtu darbība, vienotās telemetriskās sistēmas un uztverošo staciju funkcionēšana. Eksperiments noritēja sekmīgi — pavadoņa sistēmas strādāja normāli, uztverošās stacijas regulāri saņēma no tā informāciju. Nākamie šās sērijas pavadoņi jau kalpos konkrētu zinātnisku uzdevumu izpildei.

(Pēc padomju preses materiāliem)

¹ Par tā startu ziņots «Zvaigžņotās debess» 1970. gada pavasara numurā.

«HELIOSI» SAULES TUVUMĀ

Saules un tās tuvākās apkaimes pētīšanas programma «Helios», ko pēc 1969. gadā parakstītas vienošanās kopīgi realizē VFR un ASV, 1976. gada pavasarī sasniedza divus ievērojamus robežpunktus: 29. martā kosmiskais aparāts «Helios-1» nonāca savas orbītas perihēlijā jau trešo reizi, bet 17. aprīlī tā sekotājs «Helios-2» — pirmo reizi. Līdz ar to pirmais no šiem aparātiem bija izpildījis visu tam nosprausto programmu, otrs — minimālo programmu.

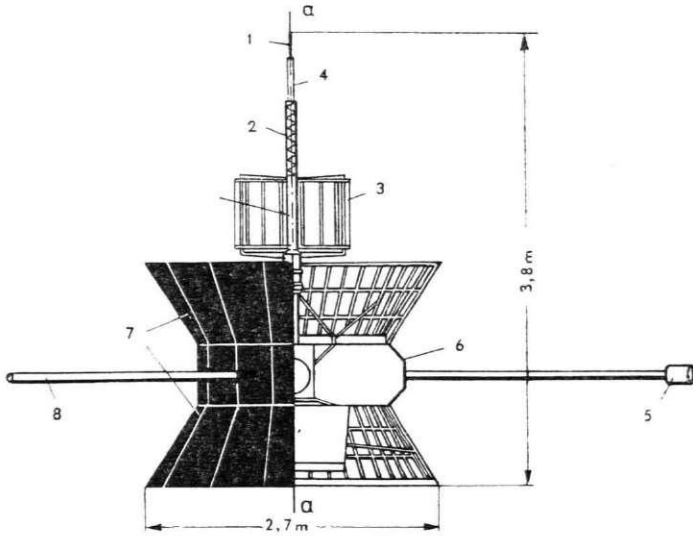
Katras valsts finansiālo ieguldījumu šajā kopīgajā pasākumā raksturo šādi skaitļi: 180 miljoni dolāru no VFR puses un 80 miljoni dolāru no ASV puses. Tā kā katra no tām apmaksājusi pati savu programmas daļu, tad aptuveni tādā pašā attiecībā sadalās arī zinātniskais un tehniskais ieguldījums. Abus gandrīz pilnīgi identiskos «Heliosus» darbam tik tuvu Saulei, kur līdz tam nebija nonācis neviens cits kosmiskais aparāts, visumā patstāvīgi konstruējusi VFR, bet starpplanētu trajektorijā tos ievadījušas, startējot no Kenedija kosmisko pētījumu centra, ASV nesējaķetes «Titan-3E-Centaur».

No katra «Heliosa» desmit zinātniskajiem instrumentiem septiņi izgatavoti VFR, trīs — ASV (piedaloties arī Austrālijai un Itālijai). To uzdevums ir pētīt Saules vēju, starpplanētu plazmu un magnētisko lauku, Saules zemfrekvences radiostarojumu un rentgenstarojumu, kosmiskos starus, mikrometeorītus un zodiakālo gaismu. Bez tam precīzās radio-tehniskās sekošanas dati izmantojami Saules sistēmas iekšējo planētu orbītu precizēšanai un vispārējās relativitātes teorijas pārbaudei.

Abu «Heliosu» lidojumu vadījis VFR kontrolcentrs, izmantojot nesen uzbūvēto rietumvācu kosmisko sakaru staciju un trīs NASA stacijas, kuras apgādātas attiecīgi ar 30 un 26 m diametra antenām. Lidojuma atbildīgākajos posmos tām pievienojies Efelsbergas (VFR) radiotele-skops ar pilnīgi kustīgo 100 m diametra spoguļi, bet NASA stacijas iespēju robežās pārslēgušās uz galvenajām antenām ar spoguļa diametru 64 m.

Iegūto zinātnisko informāciju «Heliosī» parasti pārraidījuši uz Zemi reālā laika mērogā. Lietojot kosmiskā aparāta virzienantenu un lielās antenas uz Zemes, informācijas pārraides temps sasniedzis 4096 bitus sekundē — samērā maz salīdzinājumā ar «Mariner» tipa aparātiem, taču pilnīgi pietiekami šādā gadījumā, kad tā neietver attēlus. Atsevišķās reizēs, reģistrējot kādas īpaši interesantas parādības vai kosmiskajam aparātam atrodoties aiz Saules, izmantota arī iespēja ierakstīt datus «Heliosa» atmiņas iekārtā (tās ietilpība 500 tūkstoši bitu) vēlākai pārraidei uz Zemi.

«Helios-1» startēja 1974. gada 10. decembrī un iegāja orbītā ar aprīņošanas periodu ap Sauli 190 dienas un perihēliju 46,3 miljoni km (jeb 0,31 astr. vien.). Pirmo un otro reizi tas nonāca Saulei tuvākajā orbītas punktā 1975. gada 15. martā un 21. septembrī. Visā lidojuma gaitā «Heliosa-1» tehniskās sistēmas un deviņi no tā zinātniskajiem instrumentiem darbojās normāli (desmitais — zemfrekvences radiostarojuma uztvē-



1. att. «Helios» tipa kosmiskais aparāts: 1 — radiosakaru antena ar vāju virziendarbību, 2 — radiosakaru antena ar vidēju virziendarbību, 3 — radiosakaru antena ar stipru virziendarbību, 4 un 5 — magnetometri, 6 — kosmiskā aparāta korpuss, 7 — Saules baterijas (parādītas daļēji), 8 — antena Saules radiostarojuma uztveršanai; aa — rotācijas ass (perpendikulāra orbītas plaknei). («Helios» uzbūve un tehniskie raksturlielumi sīkāk aprakstīti E. Mūkina rakstā «Saules zonde «Helios-1»» — «Zvaigžņotās debess» 1975. gada vasaras numurā.)

rējs devis apmēram pusi no iecerētā informācijas daudzuma, jo tā antena periodiski kontaktējusi ar korpusu, radot īrokšņus).

Tā kā termoregulēšanas sistēma — patī kritiskākā šādā lidojumā — funkcionēja teicami un arī minimālajā attālumā no Saules vēl nebija pilnībā izsmēlusi savas dzesēšanas iespējas (Saules bateriju ārējai virsmai sakarstot līdz $+160^{\circ}\text{C}$, temperatūra korpusa iekšienē nepārsniedza pieļaujamos $+30^{\circ}\text{C}$), programmas vadītāji nolēma sūtīt otro «Heliosu» vēl mazliet tuvāk Saulei — līdz 43,4 miljoniem km (jeb 0,29 astr. vien.). Tas startēja un veiksmīgi nonāca šādā orbītā 1976. gada 15. janvārī. Konstruktoru cerības izradījās pamatotas — «Heliosam-2» pirmo reizi sasniedzot perihēliju, temperatūra tā iekšienē palika aprēķinātajās robežās. Visi desmit zinātniskie instrumenti darbojās normāli.

Abi «Heliosi» turpina lidojumu, un tajā pašā laikā norit ar tiem iegūto datu sākotnējā apstrāde un analīze. Tikmēr programmas vadītāji un tajā iesaistītie Saules pētnieki cīnās par asignējumiem trešā «Heliosa» būvei un startam. Pēc pastāvošās ieceres to vajadzētu palaist 1980. gadā.

E. Mūkins

KONFERENCES UN SANĀKSMES

GADSKĀRTĒJĀ ASTRONOMIJAS SEKCIJA LVU KONFERENCĒ

Kopš 1963. gada par tradīciju kļuvusi republikas astronomu sastapšanās astronomijas sekcijas sēdēs kārtējās LVU zinātniskajās konferencēs, kas šogad notika jau 35. reizi. Šai astronomijas sekcijai ir sava īpatnība, kas to krasi atšķir no jebkuras citas līdzīgas speciālistu sanāksmes jebkurā līmenī. Proti, tajā tematiku neierobežo kāds noteikts virziens vai nozare, bet gan atklātībā nāk LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijas un LVU Astronomiskās observatorijas darbinieki, aspiranti un studenti ar jaunākajiem veikumiem zinātniskās pētniecības darbā. Tā kā abu iestāžu zinātniskā darba virzieni ne tuvu nav līdzīgi, tad arī astronomijas sekcijā klausītāji no vienas iestādes ne katrreiz var kompetenti spriest par otrā iestādē paveikto, bet, kā prakse rāda, interese parasti ir liela, netrūkst jautājumu un pat diskusiju. Tādi jautājumi un iebildumi it kā no malas dažkārt palīdz novērst darbā trūkumus, kas radušies, savas nozares šaurās robežās ieslīgstot. Ieguvēji ir gan klausītāji, kas uzzina par kolēģu problēmām ne tikai «savās mājās», gan arī referenti, kam tā ir izdevība ne tikai aizklāstīt savu viedokli, bet arī to aizstāvēt.

Tā par visai plašu un atšķirīgu var uzskatīt šogad Universitātes konferences astronomijas sekcijā nolasīto referātu klāstu. Pārskatu par paveikto leņķu mērīšanas automatizācijā deva J. Vjaters, analizējot atsevišķu metožu priekšrocības un nepilnības. G. Spulģis iepazīstināja ar savu darbu zvaigžņu elektrofotometra elektronikā ar paaugstinātu izšķiršanas spēju. Lai pētījamās vājos objektus varētu salīdzināt ar samērā spožajiem standartiem, fotometra darbības diapazonam jābūt visai plašam. Divu referentu — A. Balklava un V. Locāna — divi kopīgie referāti bija veltīti Saules un citu kosmisko radioavotu radiostarojumu intensitātes sadalījuma noteikšanai. M. Dīriķa, V. Magones un A. Maslovska ziņojums sniedza ieskatu par pēdējos gados Rīgā veiktajiem darbiem mazo planētu identificēšanā.

Par Zemes mākslīgo pavadoņu starporbītu izmantošanu efemerīdu dienestā referēja J. Zagars, bet par veikto darbu refrakcijas teorijā, izmantojot meteoroloģiskos novērojumus, ziņoja K. Steins. Līdzautori — E. Kaupuša un J. Rumba.

Pēdējais no referentiem E. Grasbergs iepazīstināja ar pārnovu spožumu pētījumiem maksimuma tuvumā.

Katrs nolasītais referāts izskanēja interesanti. Katrs izraisīja jautājumus. Kaut arī nenotika dziļa dažādo problēmu apspriešana un rezolūciju pieņemšana, tomēr šī republikas astronomu gadskārtējā kopīgā sastapšanās deva savu pozitīvu impulsu astronomisko iestāžu sadarbībā, risinot nospraustos uzdevumus.

Leonids Roze

NO ASTRONOMIJAS VĒSTURES

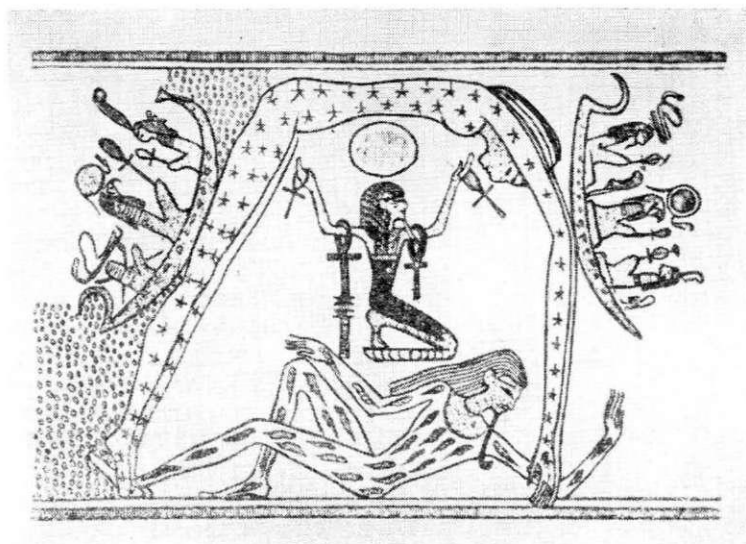
I. RABINOVICS

ETĪDES ASTRONOMIJAS VĒSTURĒ

4. MĒNESS CEĻA ZĪMES¹

Babiloniešu zodiaka zīmju sistēmu dažus gadsimtus pirms mūsu ēras pārņēma arī ēģiptieši. Piramīdu un sfinksu zemē tā saplūda ar senu tradīciju iztēlot debess velvi sievietes veidā (1. att.), un ēģiptiešu filozofu galvās notika savāda konversija: sievietes izskatā veidotais zvaigžņu debess tēls pārvērtās par zodiaka zīmēm izrotātu cilvēku. Šo ideju ar sajūsmu uztvēra astroloģiskās medicīnas adepti.

Seit reproducētā zīmējuma (2. att.) oriģināls grezno kādu 13. gs. medicīnas sacerējumu (Francijas nacionālā bibliotēka, 3599. kodekss). Zīmējums rāda fantastisku saistību starp cilvēka ķermeņa daļām un ekliptikas posmiem. Tādā kārtā: galva — ekliptikas daļa no 0 līdz 30° (Auns), kakls — no 30 līdz 60° (Vērsis), rokas — no 60 līdz 90° (Dvīņi), krūškurvis — no 90 līdz 120° (Vēzis), sirds — no 120 līdz 150° (Lauva) utt. Taču shēmas nozīme medicīniskajā astroloģijā kļūst skaidra, tikai



1. att. Debess velve seno ēģiptiešu iztēlē.

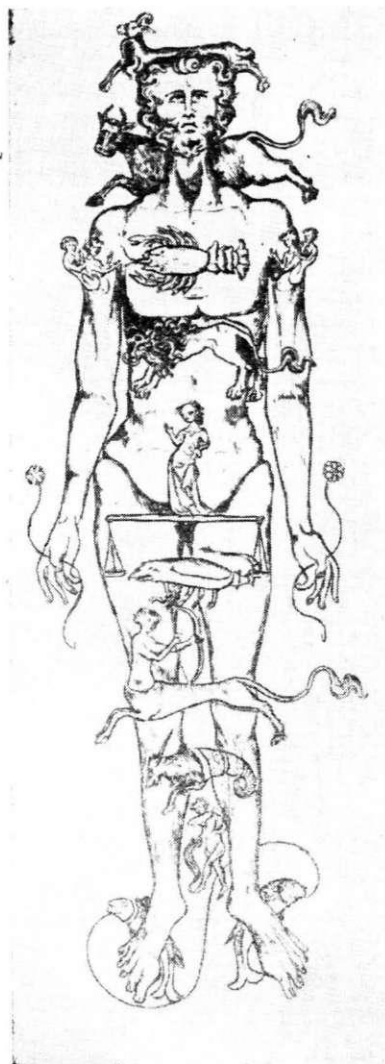
¹ Pārējās etīdes skat. «Zvaigžņotā debess», 1976. gada pavasaris, 39.—44. lpp. un «Zvaigžņotā debess», 1976. gada vasara, 27.—30. lpp.

zinot attiecīgu noteikumu: nedrīkst operēt cilvēka ķermeņa daļu, ja šai daļai atbilstošajā zīmē tajā brīdī atrodas Mēness.

Ievērojams 13. gs. ārsts Arnolds Villanova kādā no saviem sacerējumiem komentē: «Par Mēness varu sakarā ar zīmēm un par Mēness attiecsmi pret cilvēka miesas daļām. Mums jāņem vērā, ka Mēnesim piemīt vara pār šķidrumu kustību. Ar to izskaidrojams, ka Mēness ietekmē brīžam vienu, brīžam otru orgānu cilvēka ķermenī. Tādā kārtā nevajag griezt un ārstēt, lai nesagādātu nopietnus draudus slimajam, kādu locekli, kamēr Mēness stāv šim loceklim atbilstošā zīmē. Šī iemesla dēļ nedrīkst ārstēt galvas ievainojumu, kamēr Mēness stāv Auna zīmē, jo Aunam ir tiešs sakars ar galvu; tas pats sakāms par kaklu, ja tas stāv Vērsī, un par rokām, ja Mēness ir Dvīņos, utt.»

Viduslaiku medicīnā par universālu ārstēšanas līdzekli tika uzskatīta asins nolaišana no saslimušam orgānam tuvas vēnas jeb, lietojot latviešu valodai atbilstošu terminu, āderēšana. Šī aplamā ārstnieciskā procedūra tika izgudrota tad, kad ārsti domāja, ka slimības rodas, zūdot līdzsvaram starp četrām cilvēka organisma «pamatsulām» — «asini», «gļotu», «dzeltenu žulti», «melno žulti». Ar āderēšanu cerēja atjaunot līdzsvaru starp «sulām» slimajā organismā un veicināt izveļošanos. Tā kā āderēšana pēc būtības ir operācija, kaut arī viegla, tad astrologi attiecināja «Mēness nosacījumu» arī uz šo procedūru.

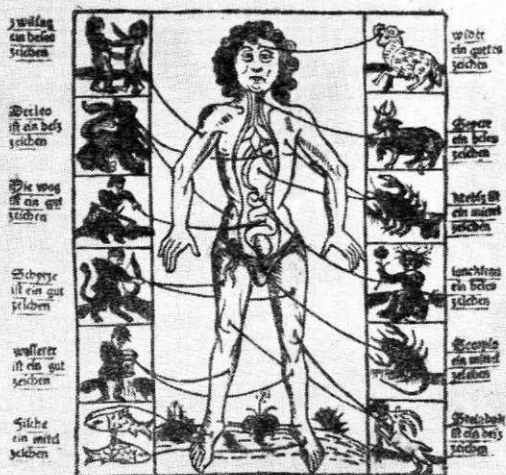
15. gs. vidū attīstījās grāmatu iespēšanas tehnika. Par vienu no pirmajiem poligrāfijas ražojumiem ar lielu metienu kļuva shēma ar norādījumiem uz astroloģiski «pareiziem» āderēšanas laikiem un attiecīga tabula Mēness stāvokļa aprēķināšanai. Šeit reproducēta šāda shēma no 1485. gada iespieduma (3. att.). Salīdzināšanai dota arī līdzīga shēma no vācu Kurzemes kalendāra 1720. gadam, un lasītājs var pārliecināties par šīs tradīcijas pastāvīgumu. Ievērosim, ka abos zīmējumos zīmju secība gandrīz sakrīt. Atšķiras vienīgi Jaunavas un Strēlnieka zīmju novērtējumi. 1485. gada astrologs uzskata Jaunavu par «niknu», bet Strēlnieku par labvēlīgu.



2. att. Saistība starp cilvēka ķermeņa daļām un zodiaka zīmēm pēc astrologu uzskatiem.

Die Lozstaffel

Die Lozstaffel ist ein 12x12 Gitter aus Buchstaben, das die 12 Tierkreiszeichen (Zodiak) in lateinischer Sprache darstellt. Die Buchstaben sind in einer bestimmten Reihenfolge angeordnet, die die Eigenschaften der Zeichen symbolisiert.



3. att. 1485. gada asins nolaišanas shēma ar Mēness tabulu.

1720. gada astrologs šim vērtējumam nepiekrīt, abas šīs zīmes traktējot par «mērenām».

Asins nolaišanas shēmai Kurzemes kalendāra autors pievieno paskaidrojumu. Būtībā tas ir iepriekš minēto Arnolda Villanovas tēzu atkārtojums. Ziņas par Mēness stāvokli kalendāra autors (Kursišu un Zvārtes draudzes mācītājs Vilhelms Krīgers) sniedz tādā pašā veidā, kā to darīja citi kalendāristi pirms un pēc viņa — blakus kalendāra datumiem iespieda zodiaka zīmju simbolus. Katram datumam tādā kārtā atbilst simbols, kas raksturo Mēness stāvokli.

Kad 18. gs. 60. gadu sākumā Jelgavā tika laists klajā pirmais latviešu kalendārs (pirmais sastādītājs — tas pats Georgs Vilhelms Krīgers), tajā neiztrūkstoši iespieda arī aili, ko apzīmēja ar mazu sirpi un burtiem C. Z., tātad «Mēness ceļa zīmes». Lasītājs var apskatīt 1766. gada Jelgavas kalendāra lappuses reprodukciju un ievērot «C. Z.». Ar šo zīmju palīdzību pat neprašam bija pa spēkam dot astroloģiskas rekomendācijas par Mēnesi un zodiaka zīmēm. Tomēr jāsaka, ka latviešu kalendārā no astroloģijas saglabājies visai maz — vienīgi «domas no gaisa pēc dieva prāta». Taču tradīcija iespiest «Mēness ceļa zīmes» pastāvēja līdz pat Padomju Latvijas dibināšanai, kad šis astroloģisku blēņu rudiments no kalendāriem tika padzīts. Zodiaka zīmes tomēr turpina eksistēt izrotājumos, kas saistīti ar kalendāra ideju. Sajā apstākli, protams, nekā sliktā nav. Pat otrādi, ir daudz laba, jo zodiaka zīmes liek ļaudīm atcerēties astronomijas attīstības vēsturisko gaitu, kā arī iepriecina astronomijas draugu acis.

Noslēgumā daži vārdi par āderēšanu. Zīmīgi, ka «Populārajā medicīnas enciklopēdijā», ko 1975. gadā laidusi klajā izdevniecība «Zinātne», asins nolaišana nav pat pieminēta. Tas tāpēc, ka modernā medicīna šo procedūru atzīst par kaitīgu un nepieņemamu.



4. att. Asins nolaišanas shēma 1720. gada Kurzemes kalendārā.

1766. Jaunais Gads Wehnes, Juanijs	Deenas Sarra, S.	Dehnes no Dehe peh Deena Wehna.
Ev. Iesus runna no ta baggata Mihra, Lubl. 16.		
1 Sw. p. M. S. Nif.	16 56	aufftas Deenas
2 Erdmanns	17 0	ar Lectu
3 Erdmanns	17 2	peh; tam aufftas
4 Optatus	17 4	Deenas
5 Labdaritais	17 6	irr
6 Claudius	17 8	ar Weprkonu
7 Abie	17 10	•, uiffst. 1 p. W.
Ev. Iesus runna no ta leela Wakkarehdna, Lubl. 14.		
8 Sw. p. M. S. Nif.	17 14	jaufs un fauf
9 Barnimus	17 15	Sais fitta
10 Dnophrius	17 16	Saule,
11 Barnabas	17 17	karftas Deenas
12 Blandina	17 18	brihscham
13 Tobias	17 18	wehtraus
14 Elifa	17 18	Perkonu
Ev. Iesus runna no to pasubduyehu Nisi, Lubl. 15.		
15 Sw. p. M. S. Nif. Witus	17 15	•, uiffst. 5 p. W.
16 Justina	17 19	tiblamas Deenas
17 Woltmar	17 19	bet peh; tam atlat
18 Arnolph	17 19	apmahzees ar
19 Germaus	17 20	lectu un Wehju
20 Raphael	17 20	Waffaras Gefahf.
21 Iacobina	17 20	Sarrala Deena.
Ev. Iesus mahje Scheplestiba darrige, Lubl. 6.		
22 Sw. p. M. S. Nif.	17 20	•, uiffst. 6 p. W.
23 Edelbrut	17 20	brihscham
24 Jahni, La Steeniga Beeltunga		Wahreda Deena.
25 Elogius	17 19	Saule brihscham
26 Jahn un Pawil	17 18	apmahzees
27 Gullehtaji	17 18	ar
28 Leo	17 17	Wakkara Wehju
Ev. Iesus swehti Wehjera Lohmu, Lubl. 5.		
29 Sw. p. M. Lazern. Ofian. Vr. Wabr D. C. p. 9. pr. P.		fitts
30 Pawila Peemektief.	17 15	

5. att. 1766. gada latviešu kalendāra lappuse ar Mēness ceļa zīmēm.

Literatūra

Rabinovičs I. No laika rēķinu vēstures. Rīga, 1967, 112 lpp.
Hübottter F. 3000 Jahre Medizin. Berlin, 1920. 535 S.

ZINĀTNIEKS UN VIŅA DARBS

N. CIMAHOVICA

BERNHARDS RĪMANS

(1826—1866)

Šī gada septembrī aprit 150 gadi, kopš dzimis Bernhards Rīmans (Georg Friedrich Bernhard Riemann, dzimis 1826. gada 17. septembrī) — matemātiķis, kura atstātie darbi nozīmīgā mērā noteica zinātnes tālākās attīstības virzienu. Runājot vācu matemātiķa Kleina vārdiem, uz moderno matemātiku neviens nav atstājis dziļāku iespaidu kā Rīmans.

Rīmana tēvs bija Brēzelencas ciema mācītājs Hanoveras karaļvalstī. Ģimenē bija 6 bērni, no kuriem Bernhards bija otrais pēc vecuma, pēc dabas kautrīgs un neveikls, slimīgs un bieži nogrimis melnholijā. Rīmana nepilnus 40 gadus īsajā mūžā maz svarīgu ārēju notikumu. Devīnpadsmītarpus gadu vecumā 1846. gadā iestājies Getingenas universitātē, lai pēc tēva vēlēšanās studētu teoloģiju, bet drīz vien pārgājis uz matemātiku, kas viņu interesējusi daudz vairāk. Rīmana personības attīstībai par labu nāca tas laimīgais apstākļi, ka viņš varēja klausīties sava laika ievērojamāko matemātiķu lekcijas. Getingenā lasīja K. Gauss, ko jau pusgadsimta uzskatīja par pasaules pirmo matemātiķi. Gauss gan bija jau 70 gadu vecs, un šajā laikā viņš lasīja vairs tikai par mazāko kvadrātu metodi. Tādēļ pēc viena gada Rīmans pārcēlās uz Berlīni, kur pie K. Jakobi klausījās analītisko mehāniku un algebru, pie P. Dirihlē skaitļu teoriju, parciālos diferenciālvienādojumus un noteiktos integrāļus.



1. att. Bernhards Rīmans.

Pēc diviem gadiem Rīmans atgriezās Getingenā un pie Gausa līdzstrādnieka Vilhelma Vebera ar lielu interesi klausījās eksperimentālās fizikas lekcijas. Vēlāk Vēbers kļuva Rīmana draugs un padomdevējs. 1850. gada rudenī Rīmans iestājās tikko dibinātajā Matemātikas-fizikas seminārā un piedalījās fizikālos eksperimentos, ar ko mazliet aizkavēja savu galveno darbu — doktora disertāciju. 1851. gada novembrī Rīmans iesniedz disertāciju par kompleksā mainīgā vispārīgu funkciju teorijas pamatiem. Disertācijas darbu augstu novērtējis K. Gauss, tajā bija tālāk attīstītas paša Gausa idejas.

Lai kļūtu par privātdocentu, vajadzēja vēl iesniegt habilitācijas darbu un parauglekciju. 1852. gada rudens brīvlaikā Getingenā ieradās Dirihlē un Rīmanam bija

izdevība ar viņu bieži tikties. Dirihlē ieteica rakstīt habilitācijas darbu par patvaļīgu funkciju attēlošanu ar trigonometriskām rindām (svarīgākie sasniegumi šīs problēmas atrisināšanā tajā laikā piederēja Dirihlē). So zinātnisko darbu Rīmans iesniedza tikai pēc divarpus gadiem, un to publicēja tikai pēc Rīmana nāves. Šai darbā Rīmans lieto 1823. gadā Koši doto noteiktā integrāla definīciju ar pārtrauktām funkcijām. Kā piemēru viņš konstruēja funkciju, kurai ikkatrā intervālā ir bezgalīgi daudzi pārtraukumu punkti, tomēr funkcija ir integrējama. Šis piemērs ierosināja vēlākos autorus izstrādāt noteiktā integrāla teoriju tālāk. Vēstulē jaunākajam brālim 1853. gada decembrī Rīmans raksta: «Decembra sākumā iesniedzot habilitācijas darbu, man vajadzēja uzdot trijus parauglekciju tematus, no kuriem fakultāte izvēlēsies vienu. Divi pirmie man bija jau gatavi, es cerēju, ka ņems vienu no šiem. Bet Gauss izvēlējās trešo (Par hipotēzēm ģeometrijas pamatos), un tagad es drusku esmu spīlēs, jo man to vēl vajag izstrādāt.»

Rīmana pirmā iesniegtā tēma bija vēsturisks pārskats par funkciju attēlošanu ar trigonometrisko rindu, otrā tēma — par tādu divu otrās pakāpes vienādojumu atrisināšanu, kuriem ir divi nezināmie. Pretēji pastāvošajam paradumam no iesniegtajām tēmām izvēlēties pirmo Gauss bija izraudzījies trešo tādēļ, ka bijis ieinteresēts dzirdēt, kā tik jauns cilvēks tiks galā ar tik grūtu tēmu. Rīmans savā priekšlasījumā tomēr devis vairāk, nekā Gauss paredzēja. Atpakaļceļā no fakultātes sēdes Gauss, runājot ar V. Vēberu, izteicis atzinību par Rīmana priekšlasījuma ideju dziļumu ar tādu sajūsmu, kādu viņš tikai reti kad izrādījis.

1854. gada oktobrī vēstulē tēvam Rīmans ar lielu prieku raksta par savām pirmajām lekcijām, uz kurām pieteikušies 8 klausītāji — daudz vairāk, nekā viņš bija cerējis. Rīmans lasīja par parciālo diferencialvienādojumu teoriju un tās izlietošanu fizikas problēmu risināšanā. Te viņam par paraugu noderēja Berlīnē dzirdētās Dirihlē lekcijas par to pašu tēmu.

Kad 1855. gada februārī Gauss mira, par viņa katedras turpmāko vadītāju aicināja Dirihlē, ko no dzīvajiem uzskatīja par nākamo ievērojamāko matemātiķi. Rīmana materiālie apstākļi uzlabojās, jo viņam sāka maksāt algu 200 dālderu gadā, bet 1857. gada novembrī to palielināja līdz 300 dālderiem. Šinī laikā nomira Rīmana vecākais brālis, kas pēc tēva nāves bija ģimenes apgādnieks. Tādēļ Rīmanam vajadzēja uzturēt savas trīs māsas, kas pārnāca dzīvot pie viņa Getingenā. Kad 1859. gada maijā mira Dirihlē, Gausa katedras vadīšanu nodeva Rīmanam. Turpmākos trīs gadus uzskata par produktīvākajiem Rīmana mūžā. Vēbera ietekmē Rīmans šajā laikā pievērsās matemātiskajai fizikai. 1860. gada pavasara brīvlaikā Rīmans pavadīja vienu mēnesi Parīzē un nākamajā gadā iesūtīja Parīzes akadēmijai latīņu valodā uzrakstītu darbu par kādu siltumvadīšanas problēmu, par kuras atrisināšanu akadēmija 1858. gadā bija izsolījusi godalgu. Desmit gadus vēlāk godalgu atsauca, jo pa šo laiku neviens nebija iesūtījis apmierinošu atrisinājumu. Arī Rīmans godalgu nesaņēma, jo laika trūkuma dēļ viņa rezultātu pierādījumi nebija visos sīkumos izstrādāti.

1862. gada jūnijā Rīmans apprecēja savas māsas draudzeni. Dažus mēnešus vēlāk viņš saslima ar tuberkulozi, kas viņu aizveda kapā. Paklausot ārstu ieteikumiem, Rīmans ar Vēbera izgādātu valdības stipendiju mūža pēdējos gadus lielākoties dzīvoja Itālijā, kur arī nomira 1866. gada 20. jūlijā un tika apglabāts Biganzolas kapsētā Lago Madžore tuvumā.

Rīmans bija ievēlēts par vairāku Vācijas zinātnisko biedrību (Getingenas, Berlīnes, Bavārijas akadēmijas) locekli. Īsi pirms nāves par savu locekli viņu ievēlēja Parīzes akadēmija un Londonas karaliskā biedrība.

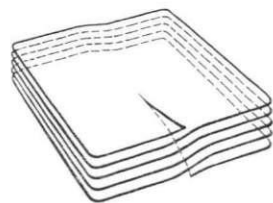
Rīmana zinātniskie darbi ir atstājuši dziļu iespaidu galvenokārt uz funkciju teorijas un ģeometrijas attīstību, bet Rīmana intereses bija daudz plašākas. Kādā piezīmē, uzskaitot sava darba mērķus, kā tuvāko uzdevumu Rīmans izvirza imagināro lielumu ieviešanu citām transcendentām funkcijām (līdzīgā kārtā, kā tas jau bija izdarīts eksponentfunkcijai, trigonometriskām, eliptiskām un Ābela funkcijām); ar to saistīta daļēji diferenciālvienādojumu jauna integrēšanas metode, ko varētu lietot vairāku fizikālu problēmu atrisināšanai. Par savu galveno mērķi Rīmans uzskata dot pazīstamo dabas likumu jaunu interpretāciju tā, lai, lietojot jaunus pamatjēdzienus, ar tiem varētu izskaidrot siltuma, gaismas, magnētisma un elektrības savstarpējās sakarības un mijiedarbības. To, ka šo matemātisko dabas filozofiju Rīmans vērtējis augstāk nekā savus tīri matemātiskos darbus, liecina arī tas apstāklis, ka vairāk nekā puse no astoņu gadu laikā (1854—1862) lasītajiem lekciju kursiem veltīta fizikālām problēmām; četras reizes Rīmans lasījis lekciju kursu par gravitācijas, elektrības un magnētisma matemātisko teoriju. Šo lekciju izklāsts dots Rīmana skolnieka Hatendorfa grāmatā (1876), kaut arī, pēc Kleina domām, tās autoram parādīt Rīmana ģenialitāti nav bijis pa spēkam.

Savas dzīves laikā Rīmans publicējis 11 darbus un atstājis 19 manuskriptus, no kuriem septiņus izdeva tūlīt pēc Rīmana nāves, pārējos ievietoja Rīmana kopotajos darbos, kas iznāca desmit gadus vēlāk (1876). Mazliet mazāk nekā puse no Rīmana darbiem veltīta fizikālu problēmu atrisināšanai. Divi nozīmīgākie Rīmana darbi, kas pieder matemātiskai fizikai, ir darbs par gaisa viļņu izplatīšanos (ievietots 1860. g. Getingenas vēstīs) un 1861. gadā turpat publicētais darbs par homogēna šķidra elipsoīda kustību.

Kleins uzskata Rīmanu par Gausa skolnieku, pat par viņa vienīgo *īsto* skolnieku, kurš, tāpat kā Gauss, meklē to komplekso funkciju $f(x+iy) = u(x,y) + iv(x,y)$, kas realizē konformas (jeb bezgalīgi mazo apgabalu līdzības) attēlojumus, sakaru ar harmoniskām funkcijām (kas apmierina vienādojumu $\partial^2 u / \partial x^2 + \partial^2 u / \partial y^2 = 0$) un dažādām fizikas disciplīnām. Gauss lasījis lekcijas it kā negribēdams, maz interesējies par saviem klausītājiem un cilvēcīgu attiecību ziņā bijis ļoti nepieejams. Taču Rīmana darbā par hiperģeometrisko rindu lietotās daudzās Gausa npublicētās idejas liek domāt, ka starp Gausu un Rīmanu pastāvējis kāds iekšējs kontakts. Kleins šajā sakarībā izteica domu, ka to varētu saukt arī par vispārīgās atmosfēras iespaidu uz sajūtīgu garu.

*

Ar pakāpju rindām definētas analītiskās funkcijas bija aplūkojis jau Lagrānžs (1797), bet viņš ar tām operēja tikai formāli, neraizējoties par konverģences jautājumiem. 1821. gadā Košī pierādīja, ka kompleksā mainīgā pakāpju rinda $\sum a_n(z-z_0)^n$ ($n=0, 1, 2, 3, \dots$) konverģē zināma riņķa $|z-z_0|=R$ (ko sauc par konverģences riņķi) visos iekšējos punktos. A. Veierštrāss (1815—1897), izejot no viena funkcijas elementa (kad konverģences riņķa rādiuss ir lielāks par 0, bet galīgs) ar tās pašas funkcijas attīstīšanu citā rindā $\sum b_n(z-z_1)^n$ (kur z_1 ir pirmā konverģences riņķa iekšējs punkts), rāda, ka vispārīgā gadījumā otrā konverģences riņķi ir apgabals, kas neatrodas pirmajā, un tādēļ funkcija ir analītiski turpinājama ārpus pirmā konverģences riņķa. Visi iespējamie analītiskie turpinājumi kopīgi definē pilnu analītisko funkciju, kas vispārīgā gadījumā var būt daudzvērtīga (kad turpināšanas procesā atgriežas sākuma punktā ar citu funkcijas vērtību).



2. att. Funkcijas Lnz Rīmāna virsmas.

Izejot no tīri ģeometriskām idejām, Rīmans savā disertācijas darbā nonāk būtiski pie tā paša rezultāta, bet saglabā brīvību attiecībā uz līdzekļiem, ar kādiem konkrēto funkcionālo atkarību definē. Rīmans sāk ar pieņēmumu, ka funkcijai $f(x+iy) = u+iv$ eksistē no virziena neatkarīgs atvasinājums, un pierāda, ka tad reālo mainīgo x, y funkcijas u, y apmierina diferenciālvienādojumus

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}, \quad \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x},$$

ko tagad sauc par Košī—Rīmana vienādojumiem, bet tos pazinis Dālambērs jau 18. gs. vidū. No šiem vienādojumiem izriet, ka u un v ir harmoniskas funkcijas.

Lai daudzvērtīgu analītisku funkciju $\omega=f(z)$ gadījumā dabūtu savstarpēji *viennozīmīgas* komplekso z un ω plāksņu punktu piekārtojumus, Rīmans lieto vairākas z plaknes, kas saspraustas kopā sazarošanās punktos un pāriet viena otrā, šķērsojot patvaļīgi fiksētas «griezuma līnijas», kas savieno sazarošanās punktus. Šīs plaknes visas kopā veido sakarīgu apgabalu,¹ ko sauc par apskatāmās funkcijas $f(z)$ Rīmana virsmu (2. att.). Tajā $f(z)$ ir vienvērtīga funkcija. Vispārīgā gadījumā analītiskā funkcija $\omega=f(z)$ ir definēta kā z plaknes Rīmana virsmas apgabala savstarpēji viennozīmīgs un konforms attēlojums par ω plaknes Rīmana virsmas apgabalu. Tā kā konforms attēlojums ir topoloģiska attēlojuma speciāls gadījums, kas saglabā leņķus, tad saprotams, ka topoloģija ir analītisko funkciju teorijas pamats. Šis apstāklis vēlāk deva impulsu straujai topoloģijas attīstībai. Rīmana otrs svarīgākais darbs, kas pieder analītisko funkciju teorijai, ir «Ābela funkciju teorija» un 1857. gadā publicēts Borharda matemātikas žurnālā. Tē

¹ Resp. jebkurus divus apgabala punktus var savienot ar apgabalam piederīgu nepārtrauktu līkni.

apskatītas algebriskās funkcijas un to integrāli, lietojot Rīmana virsmu metodi.

Lietojot Rīmana virsmas, pierāda arī svarīgas atziņas par algebrisko funkciju integrāliem $\omega = \int f(z) dz$. Atkarībā no singulāriem punktiem, kuros integrāls top bezgalīgs, Rīmans tos sadala pirmā, otrā un trešā veida integrālos. Integrālu ω uzskatot par pirmās kārtas diferenciālvienādojuma $\omega' - f(z) = 0$ atrisinājumu un problēmu vispārinot, nonāk pie augstāku kārtu lineāriem diferenciālvienādojumiem ar algebriskiem koeficientiem. Šinī sakarībā kā Rīmana trešo svarīgo darbu var atzīmēt 1857. gadā Gētingenas universitātes vēstīs publicēto rakstu par funkcijām, kas attēlojamas ar hiperģeometrisko rindu. Tā satur neatkarīgo mainīgo z un trīs parametrus.² Speciālā gadījumā, kad divi parametri vienlīdzīgi, bet trešais ir vieninieks, dabū ģeometrisko rindu, kuras visi koeficienti ir vieninieki. Tādēļ šo rindu var uzskatīt par ģeometriskās progresijas vispārinājumu.

Rīmana publicētajos darbos un atstātajās piezīmēs atrodami dažādi analītisko funkciju teorijas izlietojumi teorētiskajā fizikā. Ar analītisko funkciju teorijas metodi Rīmans, starp citu, atrisina jautājumu par vismazākā laukuma virsmu, kas iet caur doto robežu, piemēram, caur trim taisnēm, kas šķērso cita citu un nekrustojas. Rīmana nepabeigtu manuskripta par šo jautājumu (rakstītu ap 1860. g.) pēc Rīmana nāves publicēja Hatendorfs 1867. gadā Gētingenas vēstīs.

Runājot par analītisko funkciju teorijas izlietojumiem, vēl jāatzīmē Rīmana darbs par pirmskaitļu skaitu, ko viņš iesniedzis 1859. gada oktobrī Berlīnes akadēmijai sakarā ar viņa ievēlēšanu par korespondējošo locekli. Rīmans sāk ar piezīmi, ka, ievērojot interesi, kādu Gauss un Dirihlē ilgāku laiku veltījuši jautājumam par pirmskaitļu blīvumu, šis Rīmana darbs varbūt neliksies gluži nevērtīgs. Šinī darbā Rīmans aplūko kompleksā mainīgā s funkcijas

$$\zeta(s) = 1^{-s} + 2^{-s} + 3^{-s} + \dots$$

īpašības un sakaru ar jautājumu par pirmskaitļu sadalījumu. Rīmans gan nepierādīja visus izteiktos apgalvojumus, nedz arī parādīja to izlietojumus. Un tomēr Rīmana idejas ir tik nozīmīgas, ka Landaus (1912) par tām saka: «Pirmskaitļu jautājumā mēs visi nebūtu neko panākuši, ja Rīmans mums nebūtu ceļu rādījis...» Pēc 34 gadiem Adamārs izstrādāja veselo transcendentu funkciju teoriju un ar tās palīdzību pierādīja dažus Rīmana apgalvojumus. Pamatojoties uz šiem rezultātiem, 1896. gadā Adamārs (un neatkarīgi no viņa arī Valē-Pusēns) pierādīja t. s. pirmskaitļu teorēmu, ka attiecība $\pi(x) : (x/\log x)$ tuvojas robežai 1, kad $x \rightarrow \infty$ ($\pi(x)$ apzīmē to pirmskaitļu skaitu, kas nepārsniedz x). No citiem Rīmana izteiktajiem apgalvojumiem līdz mūsu dienām palikusi nepierādīta hipotēze, ka dzēta funkcijas visām kompleksām nullvietām reālā daļa ir $1/2$. Ja šo hipotēzi varētu pierādīt, no tās sekotu daudz precīzāki rezultāti par pirmskaitļu sadalījumu nekā tie, kas līdz šim pierādīti.

² Hiperģeometriskās rindas pirmais loceklis ir 1, bet $n+1$ locekļa attiecība pret n locekli ir $z(n+\alpha) (n+\beta)/(n+1) (n+\gamma)$.

No tikko apskatītā Rīmana darba, kas aptver tikai 9 lapaspuses, vēlāk izauga vesela matemātiskā disciplīna — analītiskā skaitļu teorija. Tā pēta dabisko skaitļu īpašības ar analītisko funkciju teorijas metodēm.

*

1854. gada 10. jūnijā Filozofijas fakultātes sēdē nolasīto Rīmana habilitācijas lekciju «Par hipotēzēm ģeometrijas pamatos» publicēja tikai pēc viņa nāves, 1867. gada Getingenas vēstīs. Lekcija izstrādāta tādejādi, lai būtu saprotama arī tiem fakultātes locekļiem, kas nebija matemātiķi. Šī iemesla dēļ tur ir tikai nedaudzās formulas. Šajā lekcijā Rīmans runā par ģeometriju daudz plašākā skatījumā nekā tie, kas to darīja pirms viņa. Pēc N. Lobačevska 1829. gada darba bija zināms, ka ir iespējama ģeometrija, kas atšķiras no Eiklīda ģeometrijas. Jau Lagrānžs bija rakstījis par to, ka, uzskatot laiku t par ceturto koordināti, mehānika kļūst par četru dimensiju ģeometriju. 1846. gadā Pliķers raksta, ka parastai telpai ir 4 dimensijas, ja par telpas elementu uzskata nevis punktu, bet taisni, jo tās vienādojums $\{x=az+b, y=cz+d\}$ satur 4 neatkarīgus parametrus a, b, c, d . 1844. gadā Kēlijs un Grasmans raksta par n dimensiju ģeometriju. Bez šīm jaunajām idejām Rīmana lekcija lielā mērā ir atkarīga no Gausa 1827. gada darba par virsmas liknēm. Šajā darbā, pieņemot, ka virsmas tekošā punkta koordinātes x, y, z dotas kā divu parametru p, q funkcijas, pētītas virsmas īpašības, kas nav atkarīgas no liklīniju koordinātu p, q izvēles. Gauss lieto virsmas bezgalīgi tuvu punktu loka elementa ds izteiksmi

$$ds^2 = E \cdot dp^2 + 2Fdpdq + Gdq^2 (EG - F^2 > 0).$$



3. att. B. Rīmana darbs «Par hipotēzēm ģeometrijas pamatos».

Ja doti virsmas divi punkti P_1, P_2 , kas savienoti ar līkni pa virsmu, tad, ds integrējot, vajadzīgās robežas nosaka šīs līknes garumu. Vismazākajam garumam atbilstošo līkni sauc par virsmas ģeodēzisko līniju, bet tās garumu — par punktu P_1, P_2 attālumu pa virsmu. Te rodas ideja par virsmas *iekšējo ģeometriju*: tā apskata figūru īpašības uz virsmas, kas atkarīgas tikai no mērījumiem pa pašu virsmu. Virsmu izliecot (bez stiepšanas), šie izmērojumi nemainās, tādēļ iekšējā ģeometrija paliek tā pati. Ja virsmu šķēļ ar visām iespējamām plaknēm, kas iet caur virsmas normāli (izvēlēta punktā P) un nosaka šķēluma līkņu liekuma rādītājus punktā P , vismazāko un vislielāko no tiem apzīmē ar R_1, R_2 (tie atbilst «galvenajiem virzieniem»), tad $k=1: (R_1 R_2)$ sauc par virsmas liekumu punktā P . Gauss dod liekuma izteiksmi atkarībā no E, F, G un to atvasinājumiem un pierāda, ka, virsmu izliecot (bez stiepšanas), tās

liekums nemainās.³ Tātad liekums ir virsmas iekšējās ģeometrijas jēdziens.

Šīs idejas vispārinot, Rīmans aplūko jebkādu varietāti, kuras objekti jeb «punkti» vispārīgā nozīmē katrs noteikti ar n reāliem skaitļiem x_1, \dots, x_n , tādēļ to sauc par n dimensiju telpu. Rīmans pieņem, ka bezgalīgi tuvu punktu attāluma kvadrāts noteikts ar pozitīvi definētu kvadrātisko formu $\sum a_{ij} dx_i dx_j$ ($1 \leq i, j \leq n$), un uzstāda jautājumu par telpas īpašībām, kas nav atkarīgas no koordinātu x_1, \dots, x_n izvēles.

Ar ds izteiksmi dota telpas *metrika*: ds integrējot, nosaka garumu liknei, kas savieno divus punktus; vismazākā garuma likni starp dotajiem punktiem sauc par «taisni» šinī ģeometrijā. Pēc metrikas koeficientiem a_{ij} nosaka apskatāmā punktā telpas liekumu. Vissvarīgākie gadījumi ir tie, kuros, koordinātes piemēroti transformējot, dabū ds^2 normālformu $dx_1^2 + dx_2^2 + \dots + dx_n^2$, kas atbilst n dimensiju Eiklīda ģeometrijai, vai formu $(dx_1^2 + \dots + dx_n^2) : \{1 + (x_1^2 + \dots + x_n^2)k/4\}$, kas aptver neeiklīda ģeometrijas ar pastāvīgu liekumu k .⁴ Vispārīgo gadījumu sauc par Rīmana ģeometriju n dimensijās. Gausa apskatītā virsmu iekšējā ģeometrija Eiklīda trīsdimensiju telpā ir tas pats, kas Rīmana ģeometrija divās dimensijās. Telpas ar pastāvīgu liekumu ir vienīgās, kurās iespējams cietā ķermeņa pārvietojums (jeb transformācija, kas saglabā ķermeņa punktu savstarpējos attālumus). Kura no visām loģiski iespējamām trīsdimensiju ģeometrijām reālajā telpā der, ir jautājums, ko, pēc Rīmana vārdiem, izšķir pieredze.⁵ Neaprobežotība un bezgalība ir telpas divas neatkarīgas īpašības. Telpas neaprobežotība liekas empīriski droša, bet telpas bezgalība no tā vēl neizriet — ja telpas liekums pozitīvs (kaut patvaļīgi mazs), tad telpa ir galīga.

Pētot kauzālās sakarības dabaszinātnēs, daudz svarīgāks ir jautājums par ģeometriju bezgalīgi mazā apgabalā, kur cietā ķermeņa un gaismas stara jēdzienu vairs nav lietojami. Pēc Rīmana domām, nav izslēgts, ka telpai bezgalīgi mazā apgabalā ģeometrijas pieņēmumi vairs nav piemēroti.

Rīmans pats savu n dimensiju ģeometriju izmantoja darbā par siltuma vadišanu, ko tas 1861. gadā iesniedza Parīzes akadēmijai.

Lietojot vispārīgu telpas metriku, Rīmana ģeometrijas idejas tālāk attīstīja Finslers (1918), Kartāns (1922) u. c. Relativitātes teorijā lietoja Minkovska telpu, kur telpas—laika elementu kvadrāts izsakāms ar

³ Piemēram, plakne ir virsma ar liekumu 0, tāpat cilindra un konusa virsmas, jo tās var notīt plaknē (jeb pienācīgi izliektas tās sakrīt ar plakni). To pašu dabū, ievērojot, ka cilindra un konusa katrā punktā ir $R_1 = \infty$, līdz ar to $k=0$.

⁴ Ar $n=3$ un negatīvu k dabū Lobačevska jeb hiperbolisko ģeometriju. Pozitīvs k dod Rīmana eliptisko ģeometriju; ar $n=2$ tā ir sfēras virsmas ģeometrija, ja lielos riņķus sauc par «taisnēm» un diametrāli pretējus punktus uzskata par identiskiem. Šo ģeometriju svarīga atšķirība ir trijstūra leņķu summa, kas Eiklīda ģeometrijā ir 180° , hiperboliskajā ģeometrijā mazāka nekā 180° , eliptiskā — lielāka nekā 180° , un leņķu summas atšķirība no 180° abās neeiklīda ģeometrijās proporcionāla trijstūra laukumam. Eiklīda n dimensiju telpa ir vienīgā telpa, kuras liekums ir visur 0.

⁵ Telpas liekumu varētu noteikt, precīzi zinot trijstūra leņķu summu. Šinī sakarībā Gauss 1843. gadā mērijis liela trijstūra (ko veido kalnu virsotnes) leņķus, bet nav ieguvis lielāku leņķu summas novirzi no 180° par iespējamo novērojumu kļūdu.

formu $dt^2 - (dx^2 + dy^2 + dz^2) : c$ (t — laiks, c — gaismas ātrums), kas var arī būt negatīva; šai telpai liekuma nav, kādēļ te der pseidoeklīda ģeometrija.

1886. gadā itāļu ģeometrs Riči-Kurbastro un 1901. gadā viņa skolnieks Levi-Čivita izstrādāja matemātisku disciplīnu, ko sauca par Riči rēķiniem vai arī par absolūtajiem diferenciālrēķiniem. Šiem rēķiniem pievērša uzmanību tikai pēc 1915. gada, kad Einšteins izstrādāja vispārīgo relativitātes teoriju, kas izskaidroja gravitāciju, pamatojoties uz šiem rēķiniem. Einšteins tos nosauca par tenzoru rēķiniem, un šis nosaukums saglabājies līdz mūsu dienām.

Einšteina relativitātes teorija rādīja, ka kosmiskos mērogos Eklīda ģeometrija der tikai aptuveni. Telpas—laika precīzākam aprakstam ir jālieto Rīmāna ģeometrijas vispārinājumi.⁶ Gravitācija, pēc Einšteina, nav nekas cits kā metrikas izmaiņa atkarībā no telpā—laikā esošās matērijas sadalījuma (kur gravitācijas lauka nav, tur der pseidoeklīda ģeometrija). Lielas gravitējošas masas tuvumā telpai ir liekums, un tādēļ gaismas stars vairs nav taisne parastā nozīmē. Šis Einšteina teorijā paredzētais apstākļi eksperimentāli apstiprinājās Saules pilna aptumsuma laikā attiecībā uz gaismas stariem, kas, nākot no stāzvaižznēm, gāja ļoti tuvu Saules malai.

Literatūra

- Большая Советская энциклопедия. Изд. 2-е. Т. 36. М., 1955, с. 517—523.
Риман Б. Сочинения. Обзорная статья и примеч. В. Л. Гончарова. М.—Л., 1948, 543 с.
Клейн Ф. Лекции о развитии математики в XIX столетии, ч. I. М.—Л., 1937. 432 с.
Александров П. С. Что такое неевклидова геометрия. М., 1950. 72 с.
Решевский П. К. Риманова геометрия и тензорный анализ. М., 1953. 636 с.
Bernhardt Riemann's gesammelte mathematische Werke und wissenschaftlicher Nachlass herausgegeben (unter Mitwirkung von R. Dedekind) von H. Weber. Leipzig, 1876. 526 S.
Bernhard Riemann's gesammelte mathematische Werke. Nachträge. Herausg. von M. Noether und W. Wirtinger. Leipzig, 1902. 116 S.

I. DAUBE

PĀVELU PARENAGO ATCEROTIES

1976. gada 20. martā apritēja 70 gadi, kopš dzimis Pāvels Parenago (miris 1960. g. 5. janvārī), izcils padomju astronoms, pedagogs un zinātnes popularizētājs, Maskavas zvaigžņu astronomijas skolas dibinātājs.¹ P. Parenago piemiņai bija veltīta Maskavas P. Šternberga Valsts astro-

⁶ Daži autori (piemēram, Veils 1918. gadā), interpretējot kādu teikumu Rīmāna lekcijā, saka, ka šeit Rīmāns pravietiski paredz relativitātes teorijas rašanos.

¹ Skat. I. Daube s rakstu «Pāvels Parenago». — «Zvaigžņotā debess», 1960. gada vasara, 32.—36. lpp.

nomijas institūta zinātniskās padomes sēde š. g. 18. martā, kurā P. Parenago laikabiedri un skolnieki — profesors B. Kukarkins, Gruzijas ZA akadēmiķis E. Haradze, fizikas un matemātikas zinātnu kandidāti J. Jefremovs, D. Karimova, E. Pavlovska, profesors J. Šklovskis un fizikas un matemātikas zinātnu doktors A. Šarovs — nolasīja 6 referātus par mūsdienu sasniegumiem jautājumos, kas saistījās ar P. Parenago pētījumiem un iecerēm. Tālāk publicējam saīsinātu A. Šarova referātu, kas labi raksturo P. Parenago ļoti aktīvā, produktīvā un apjomīgā darba ieguldījumu zinātnē.

Rīgas astronomiem ar P. Parenago bija sevišķi ciešs kontakts. Kopš 1948. gada līdz mūža beigām P. Parenago bija ZA Astrofizikas laboratorijas (no 1946. līdz 1958. gadam Astronomijas sektora) kompleksās problēmas vadītājs. P. Parenago vadībā J. Ikaunieks un I. Daube izstrādāja kandidāta disertācijas, bet A. Alksnis — Maskavas Valsts universitātē diplomdarbu. Viņa skolnieki bija arī A. Briede, Z. Kauliņa, Z. Alksne, Ā. Alksne, E. Detlova u. c.

A. ŠAROVŠ

LIELISKAIS PADOMJU ZINĀTNIEKŠ

70 GADI KOPŠ P. PARENAGO (1906—1960)
DZIMŠANAS DIENAS

Šī gada 20. martā pagāja 70 gadi no izcilā padomju astronoma, mūsu zemes zvaigžņu astronomijas skolas dibinātāja un vadītāja PSRS ZA korespondētājlocekļa Pāvela Petroviča Parenago dzimšanas dienas.

Pāvels Parenago nodzīvoja neilgu, bet laimīgu zinātnieka dzīvi. Viņš atrada savu vietu zinātnē, prata un paspēja daudz padarīt. Visus, kas strādāja kopā ar P. Parenago vai mācījās pie viņa, pārsteidza viņa neizmērojamā mīlestība uz savu darbu, zinātniskā redzes lauka plašums, augsts intelekts, pedagoga talants un gluži fantastiskas darba spējas. Aizraušanās ar zinātni un ārkārtīgā labvēlība piesaistīja viņam skolniekus un līdzgaitniekus no visām mūsu zemes malām. Starp tiem bija arī vecākās un vidējās paaudzes Latvijas astronomi.

P. Parenago zinātniskā darbība aizsākās ļoti agri. 1923. gadā, septiņpadsmit gadu vecumā, viņš publicēja pirmo nelielo, ceturtdaļlappusi garo ziņojumu par kādu maiņzvaigzni. Šo interesanto spīdekļu pētīšanai P. Parenago vienmēr veltīja daudz uzmanības, sevišķi pirmskara gados. Viņu piesaista gan atsevišķi objekti — tos viņš izpētījis desmitiem, gan vispārīgu likumsakarību meklēšana zvaigžņu mainīguma parādībā. Kopā ar B. Kukarkinu viņš pēta cefeīdu spožuma maiņas likņu tipiskās formas atkarībā no to perioda. Cefeīdas pēc savas nozīmības ieņem īpašu vietu maiņzvaigžņu vidū. Spožuma maiņas pētījumi ļauj noteikt šo objektu patieso spožumu un pēc tam, salīdzinot to ar redzamo spožumu, atrast attālumu līdz tālām zvaigžņu sistēmām, kur cefeīdas atrodas. Pie cefeīdu temata P. Parenago atgriežas atkal un atkal visu savas dzīves laiku.



1. att. P. Šternberga Valsts astronomijas institūta vecās ēkas pagalmā 1945. gadā. Sēž (no kreisās): B. Voroncovs-Veljaminovs, O. Smits, S. Orlovs, N. Parijskis; stāv (no kreisās): P. Parenago, H. Hilmi, B. Levins, Z. Kozlovskā.

1934. gadā P. Parenago un B. Kukarkins parāda, ka pastāv noteikta statistiska sakarība starp novām līdzīgo zvaigžņu uzliesmojumu starplaika ilgumu un uzliesmojumu amplitūdu. Viņi pat uzņēmās risku paredzēt, ka 1866. gada novai Ziemeļu Vainaga T (T CrB) atkal jāuzliesmo pēc 60—100 gadiem. Un pētniekiem par lielu gandarījumu šī zvaigzne tiešām uzliesmoja 1946. gadā!

Pēc otrā pasaules kara Starptautiskā astronomu savienība nolēma maiņzvaigžņu datu sistematizācijas darbu nodot mūsu zemes zinātnieku rokās. Viens no šī lielā darba organizatoriem un galvenajiem izpildītājiem kļuva P. Parenago. Viņa dzīves laikā iznāk «Vispārīgā maiņzvaigžņu kataloga» divi izdevumi ar papildinājumiem un «Iespējamo maiņzvaigžņu katalogs». Sekmīgi paveiktais darbs guva plašu atzinību kā mūsu zemē, tā ārzemēs, kur maiņzvaigžņu katalogi kļuva par visvairāk citējamām padomju astronomu grāmatām.

Trīsdesmito gadu beigās P. Parenago arvien vairāk nosliecas uz mūsu zvaigžņu sistēmas Galaktikas uzbūves vispārīgo jautājumu risināšanu, zvaigžņu kustībām tajā, vispārīgām likumsakarībām starp zvaigžņu fizikāliem raksturlielumiem. Tas viss arī veido zvaigžņu astronomijas priekšmetu kā astronomijas zinātnes nozari. Pēc zinātniskās domāšanas rakstura P. Parenago pirmām kārtām bija statistiķis, un viņa pieeja problēmām vienmēr pamatojās uz liela novērojumu materiāla izmantošanu un lielu zvaigžņu ansambļu aplūkošanu.

Tagad šķiet acīmredzams, ka milzīgā zvaigžņu sistēma — Galaktika, pie kuras pieder mūsu Saule, ir visai sarežģīta. Dažāda tipa objekti tajā izvietojušies dažādi, orbītas, pa kurām ap Galaktikas centru riņķo dažāda tipa objekti, ir ar saviem raksturīgiem parametriem. Astronomi saka, ka Galaktika sastāv no daudzām apakšsistēmām, kas caurvij cita citu. Šo uzskatu veidošanā P. Parenago devis milzīgu ieguldījumu.

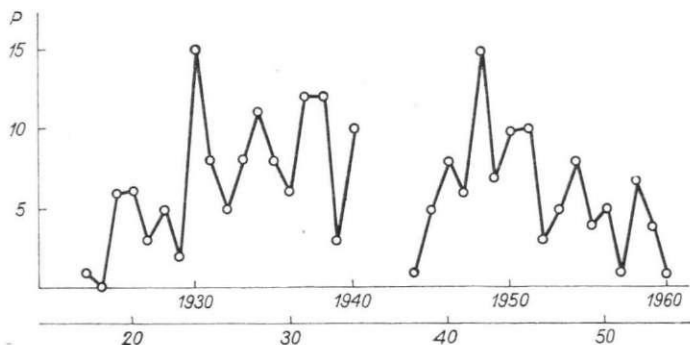
Telpa starp zvaigznēm nepavisam nav tukša, — to piepilda gāzes un putekļu daļiņas. Putekļi vājina tālo objektu gaismu un traucē novērtēt attālumu līdz tiem. Putekļu vides problēma pastāvīgi interesēja P. Parenago, un viņš radīja pazīstamo metodi starpzvaigžņu vides absorbcijas noteikšanai.

P. Parenago sīki izpētīja lodveida zvaigžņu kopu, planetāro miglāju, zempunduru zvaigžņu, Līras RR tipa zvaigžņu, ilgperioda cefeīdu un citu objektu kustību telpā. Viņa pētījums par dažādu spektra tipu parasto zvaigžņu ātrumiem ir tiešā sakarā ar zvaigžņu veidošanās problēmu. Ar šo pašu jautājumu saistīts arī vislielākais P. Parenago darbs — fundamentāls Orionā miglāja zvaigžņu pētījums. Šai debess apgabalā viņš fotometrē tūkstošiem zvaigžņu, nosaka to spektra klases, pēta zvaigžņu sadalījumu pa spožumiem, pēta to kustības. Darba rezultātu izklāstam veltīts liels P. Sternberga Valsts astronomijas institūta rakstu sējums.

Zvaigžņu rašanās problēma tagad tuvojas pilnīgam atrisinājumam. P. Parenago nenodzīvoja līdz tam laikam. Vairākus uzskatus, kuriem viņš piekrita, tagad zinātne vairs neapstiprina. Toties viņa iegūtie faktiskie rezultāti ir labā saskaņā ar mūsdienu teorētiskiem uzskatiem.

P. Parenago darbi — raksti, apskati, mācību grāmata zvaigžņu astronomijā — iegājuši mūsu zinātnes zelta fondā. PSRS Zinātņu akadēmija viņam piešķīra balvu par astronomiskiem pētījumiem — F. Bredihina prēmiju.

Kā vispārīgā veidā raksturot P. Parenago devumu zinātnē, kā parādīt viņa vietu citu mūsu zemes astronomu vidū? Atbildi uz to sniedz viņa publikāciju statistika un dati par to, kā uz viņa darbiem atsaukušies savos rakstos citi zinātnieki.

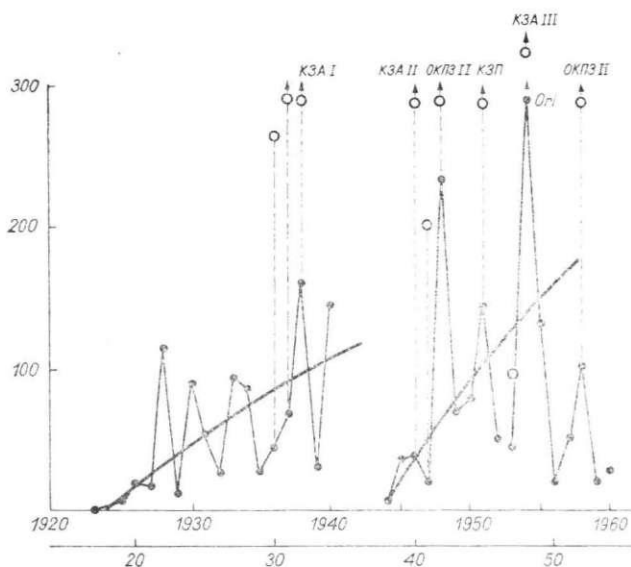


2. att. P. Parenago publikāciju dinamika. Uzrādīts katru gadu publicēto darbu skaits. Zinātnieka vecums atzīmēts uz horizontālās ass.

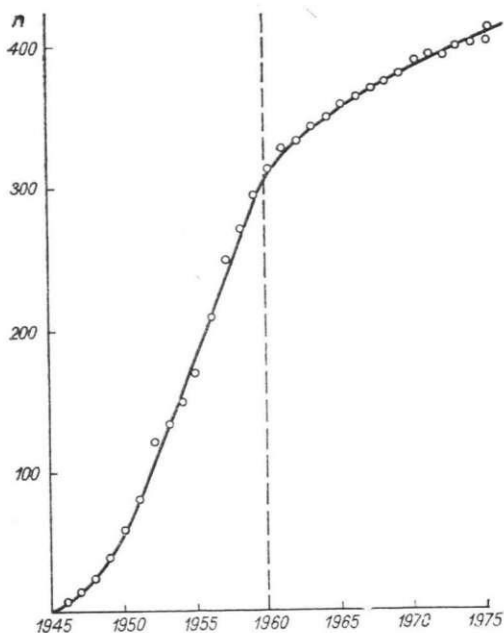
P. Parenago zinātnisko publikāciju, grāmatu, svarīgāko pārskata rakstu un lielāko populārzinātnisko darbu sarakstā ir ap 250 nosaukumu. Tas ir intensīva darba rezultāts, kāds tipisks lieliem un sekmīgi strādājošiem zinātniekiem. Tādi bija: Gauss, Darvins, Faradejs, bet no astronomiem Džons Heršels, Kempbels, Oto Strūve un citi. P. Parenago ar pirmajiem savas zinātniskās darbības gadiem uzņēma spīdošu startu un drīz vien ik gadus (ar pārtraukumiem kara gados) laida klajā vairākus darbus (2. att.). Pat pēc mūsdienu mērauklas, kad tiek izdots nesalīdzināmi vairāk nekā pirms 20—40 gadiem, viņa devums vairākas reizes pārsniedz mūsu zemes astronomu publicējumu vidējo skaitu.

Protams, starp viņa darbiem ir gan nelielas piezīmes, it īpaši viņa darbības sākumā, gan fundamentāli pētījumi, tāpēc 2. attēls nevar dot pilnīgu priekšstatu par P. Parenago zinātnisko produktivitāti. Aina kļūst skaidrāka, aplūkojot, kā palielinās viņa darbu apjoms (3. att.). Zinātnieka darba tempi sevišķi pieaug kopš 40. gadu beigām, un tikai pašos pēdējos mūža gados viņa radošā intensitāte sāka mazliet pazemināties.

Bet augsta produktivitāte ir tikai viena zinātniskā darba puse. Ir zināms, ka izcilais biologs Mendelis sarakstījis tikai 7 darbus. Astronomijā ar savu nevēlēšanos rakstīt izcēlies viens no 20. gadsimta lielākajiem zinātniekiem Valters Bāde. Noteicošais ir tas, kā zinātnieka darbi



3. att. P. Parenago publikācijas iespiedlapušu vienībās. Punkti — zinātniski raksti un ziņojumi, apliši — tie paši zinātniskie darbi kopā ar monogrāfijām, mācību grāmatām, katalogiem. Bultas norāda, ka aplis iziet ārpus attēla robežām. Apzīmējumi: K3A — Zvaigžņu astronomijas kurss, OKP3 — Maiņzvaigžņu katalogs, K3П — Iespējamo maiņzvaigžņu katalogs.



4. att. Bibliogrāfisko norāžu pieaugums uz P. Parenago darbiem PSRS ZA žurnālā «Астрономический журнал». Vertikāla līnija — zinātnieka miršanas gads.

kušies 408 reizes. Trīs ceturtdaļas no šī citējumu skaita attiecas uz viņa dzīves laiku. Bet arī tagad, 16 gadus pēc viņa pāragrās nāves, likne attēlā vēl nav sasniegusi savu robežu. Un tas viss laikmetā, kad pati astronomija radikāli mainījusi savu seju, kad radušies pilnīgi jauni, ārkārtīgi interesanti virzieni! Savas dzīves dienās P. Parenago bija pirmais pēc norāžu skaita uz viņa darbiem mūsu zemē. Atsevišķos gados uz viņu atsaucās līdz 40 reizēm. Šķiet, ka arī tagad neviens no astronomiem nesasniedz tādu līmeni gada laikā, bet no 1945. gada līdz 1960. gadam, ja šo posmu aplūko kā vienu intervālu, kopīgais P. Parenago citējumu skaits gandrīz divkārt pārsniedz citējamību nākamajam autoram pēc viņa. Šai laikā uz P. Parenago attiecas 8% no kopīgā norāžu skaita, bet viņš taču bija viens no apmēram 700 toreiz citējamiem autoriem. Pat tagad viņš atrodas starp 3 žurnālā «Астрономический журнал» visvairāk citētiem autoriem.

P. Parenago zinātniskā jaunrade iemantojusi arī ārzemju kolēģu lielu uzmanību. Aplūkosim vissvarīgāko pasaules astronomisko žurnālu «The Astrophysical Journal», ko izdod ASV. Laikā no 1945. līdz 1974. gadam šai žurnālā P. Parenago pieminēts 108 reizes. Līdz šim laikam no mūsu zemes tagadējiem autoriem, kas citēti šai žurnālā, tikai 21 astronomam

tiek izmantoti. Kā to konstatēt? Disciplīna, kas pēti pašas zinātnes īpašības, uz to atbild, ka jāpēta zinātnieka un viņa kolēģu darbu citējamība. Ja viņa darbi ir interesanti un svarīgi, tad no gada uz gadu citējumu skaits aug. Tā ir tā saucamā citēšanas integrālā funkcija. Zinātnieku darbi nedzīvo mūžīgi. Tie vai nu noveco, vai arī tiklīdz ieiet zinātnes ikdienā, ka ikreizēja norādē uz autoru jau kļūst lieka. Tad integrālā funkcija tuvojas robežai un augstāk neceļas. Tātad zinātnieka darbi kļuvuši vienīgi par zinātnes vēstures īpašumu. Ja šādu likni sastāda par P. Parenago darbu citējamību lielākajā padomju astronomu periodiskajā zinātniskajā žurnālā «Астрономический журнал», tad redzams, ka no gada gadā tie atrada rūpīgus lasītājus, kas savos pētījumos balstījās uz P. Parenago darbiem (4. att.). Laikā no 1945. līdz 1976. gada sākumam uz P. Parenago ir atsau-

atsaukšanās kopskaits sasniedz vai pārsniedz 40. Visā 30 gadu periodā (1945—1974) P. Parenago ieņem 7. vietu, bet jau pusi no šī laika viņš vairs nav starp dzīvajiem. 1958. un 1959. gadā viņš bija pirmajā vietā starp padomju autoriem. Pat 1965. gadā, piecus gadus pēc nāves, tikai uz divām personām bija vairāk literatūras norāžu. No padomju zinātniekiem, kas jau aizgājuši no dzīves, P. Parenago pēc citējamības ir pirmais.

P. Parenago citēšana žurnālā «The Astrophysical Journal» joprojām turpinās (5. att.). Tas nozīmē,

ka viņa darbi vēl aizvien turpina kalpot ne vien mūsu dzimtenes, bet arī visas pasaules zinātnēi. Daudzi viņa darbi ir pārsnieguši 20 gadu laika posmu. Starp tiem ir «Zvaigžņu astronomijas kurss», Oriona miglāja apgabala kapitālais pētījums, zvaigžņu kustību pētījumi un daudzi citi darbi. Varam būt stingri pārliecināti, ka, piemēram, darbs par Oriona miglāja zvaigznēm dzīvos vēl daudzus desmitus gadu.

Statistika var nogurdināt lasītāju, bet P. Parenago gadījumā tā ir spilgta; tā jaunā veidā, mazliet no citas puses, apgaismo viņa dzīves zinātnisko varonību. Nav šaubu, ka P. Parenago lielā mērā ir noteicis visas mūsu astronomijas seju un atstājis lielu ietekmi uz saviem skolniekiem un sekotājiem, radījis zinātnisku skolu, viņa darbi lielā mērā ieplūduši visas pasaules zinātniskās informācijas straumē.

Pāvela Parenago vārds saglabāsies ne tikai to zinātnieku prātā, kas viņu pazina, un ne tikai zinātnes vēsturnieku atmiņā. Godinot P. Parenago piemiņu, viņa vārdā nosaukts viens no Mēness krāteriem. Atlantijas plašumos dodas jaunais Latvijas jūras kuģniecības dīzeļkuģis, kam dots vārds «Pāvels Parenago».

PROFESORS V. FREIJS — JUBILĀRS

1976. gada 28. septembrī paiet 70 gadi, kopš dzimis ar Darba Sarkanā Karoga ordeni apbalvotās Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Ģeodēzijas katedras profesors, tehnisko zinātņu doktors Viktors Freijs.

Speciālo izglītību V. Freijs ieguvis Latvijas Universitātes Inženierzinātņu fakultātē, ko beidzis 1935. gadā, saņemot kultūrinženiera diplomu



5. att. P. Parenago darbu citēšana galvenajā pasaules astronomiskajā žurnālā «The Astrophysical Journal». Ar pārtraukto līniju atzīmēts P. Parenago nāves laiks.



Viktors Freijs.

ģeodēzijas specialitātē. Paralēli studijām viņš vispirms strādājis pilsētu un jūras piekrastes uzņēmēšanā, pēc tam, no 1930. gada, — Latvijas Universitātes Ģeodēzijas institūtā par subasistentu.

Pēc studiju beigšanas V. Freijs atstāts darbā turpat Universitātē. No 1936. gada viņš strādājis par jaunāko asistentu, no 1939. gada — par asistentu, no 1940. gada — par docenta v. i., bet no 1941. līdz 1950. gadam — par LVU Ģeodēzijas katedras vadītāju. 1944. gadā V. Freijam piešķirts docenta zinātniskais nosaukums.

Līdzās pedagoģiskajam darbam Latvijas Valsts universitātē V. Freijs veic zinātnisku darbu — ģeodēzisko instrumentu pētījumus, astronomisko punktu noteikšanu, inženierbūvju deformāciju pētījumus Ķeguma hidroelektrospēkstacijā, Rīgas Elektromašīnu rūpniecībā un citur, kā arī kļūdu sakrāšanās un ģeodēzisko novērojumu izlīdzināšanas pētījumus.

No 1947. līdz 1950. gadam docents V. Freijs strādā arī LLA jaundibinātās Zemes ierīcības fakultātes Ģeodēzijas katedrā. Sakarā ar ģeodēzijas specialitātes likvidēšanu LVU 1950. gadā viņš pāriet strādāt uz Latvijas Lauksaimniecības akadēmiju par docentu.

1951. gadā V. Freijs aizstāv disertāciju par tematu «Ģeodēzisko tīklu pakāpeniska izlīdzināšana pēc ekvivalentās aizvietošanas metodes» un iegūst tehnisko zinātņu kandidāta grādu.

1962. un 1963. gadā jubilārs strādā turpat LLA Ģeodēzijas katedrā par vecāko zinātnisko līdzstrādnieku, pētot ģeodēzisko tīklu izlīdzināšanu. Ar klasiskajām izlīdzināšanas metodēm jāapstrādā vienlaikus viss novērojumu materiāls, bet novērojumu rezultāti uzkrājas pakāpeniski, papildinot vai sabiezinot ģeodēziskos atbalsta tīklus vai atkārtojot mērījumus. Tādēļ svarīga nozīme ir V. Freija izstrādātajām metodēm, izlīdzinātajām sistēmām pakāpeniski pievienojot jaunus novērojumu rezultātus un izmantojot iepriekšējās izlīdzināšanas materiālus.

1971. gadā docents V. Freijs aizstāv disertāciju par tematu «Ģeodēzisko tīklu pakāpeniska izlīdzināšana pēc labojumu izvirzījumu metodes», iegūstot tehnisko zinātņu doktora grādu.

1972. gadā V. Freijs ievēlēts profesora amatā, bet 1974. gadā viņam piešķirts profesora zinātniskais nosaukums.

Savus zinātniskos pētījumus V. Freijs apkopojis un publicējis 8 darbos LLA rakstos un 6 darbos citos izdevumos.

No mācību literatūras viņš atsevišķi izdevis trīs mācību līdzekļus par ģeodēziju un novērojumu izlīdzināšanu. Kopā ar līdzautoru profesors publicējis vēl ceturto grāmatu «Ģeodēzija» (J. Biķa grāmatas «Elementārā ģeodēzija» otrais, pārstrādātais un papildinātais izdevums), kurā viņa rediģētais un no jauna uzrakstītais teksts aptver vairāk par pusi

grāmatas apjoma. Jubilāram ir arī daudz populārzinātnisku publikāciju, piemēram, 65 raksti par ģeodēziju Lauksaimniecības enciklopēdijā.

V. Freijs veicis arī aktīvu sabiedrisko darbu. Viņš bijis gan LVU, gan LLA arodbiedrības vietējo komiteju loceklis, gan darbojies Republikāniskās arodbiedrību padomēs. Ilgus gadus viņš ir Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas padomes loceklis un LLA Hidromeliorācijas un Zemes ierīcības fakultāšu metodiskās komisijas loceklis.

Visi LLA Zemes ierīcības fakultātes absolventi un studenti, kam profesors V. Freijs pasniedzis ģeodēziju un novērojumu izlīdzināšanu, un tāpat tie LVU absolventi, kam viņš mācījis vēl arī augstāko ģeodēziju un ģeodēzisko astronomiju, ar dziļu cieņu atceras jubilāru kā augsti kvalificētu lektoru, prasmīgu darbu vadītāju un teicamu audzinātāju.

Ne tikai studentiem vien mūsu profesors māca zinātniskā darba, eksperimentu apstrādes un noteiktības novērtēšanas pamatus. Pēc zinātniskām konsultācijām pie viņa griežas gan zinātniskie darbinieki, gan arī ražošanas speciālisti. Un visi saņem laipnā profesora vērtīgos padomus.

Par teicamo darbu V. Freijs apbalvots ar divām medaļām.

Jubilāru sirsnīgi sveic viņa skolnieki un novēl labu veselību, dzīves prieku un ilgus ražena darba un aktīvas atpūtas gadus.

R. Krūpens

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 1976. GADA RUDENĪ

ASTRONOMISKĀS PARĀDĪBAS

ZVAIGZNES

1976. gada astronomiskais rudens sākas 23. septembrī pl. 0st48^m pēc Maskavas dekrēta laika. Rudens sākumā tūlīt pēc Saules rieta debess dienvidrietumu pusē vēl ļoti redzami vasaras zvaigznāji, bet austrumu pusē jau paceļas jauni, tikai rudenim raksturīgi zvaigznāji. Šajā gada laikā iespējams iepazīt vairākus ļoti senus zvaigznājus, kas savus nosaukumus ieguvuši no sengrieķu mitoloģijas. Tie ir Pegazs, Andromēda, Persejs, Valzivs, Cefejs un Kasiopeja.

Plaši pazīstama ir teika par Etiopijas valdnieku Cefeju un viņa skaisto sievu Kasiopeju, kuras godkāribas dēļ nācās ziedot jūras briesmonim vienīgo meitu Andromēdu, lai pasargātu valsti no izpostīšanas. No drošas nāves to pēdējā brīdī izglābis Persejs.

Mazāk populāras ir teikas, kas vēsti par Perseja piedzīvojumiem un varoņdarbiem.

Argosas valdniekam Akrisijam orākuls pareģojis, ka tas mirs no mazdēla rokas. Lai izbēgtu no tik drausmīga likteņa, Akrisijs ieslodzīja savu



1. att. Pārvērties zelta lietū, Zevs iekļūst pie Danajas, kas ieslodzīta pazemē. Zīmējums uz vāzes.

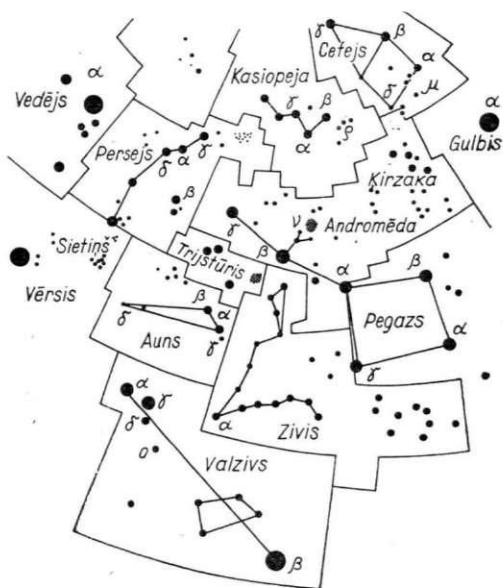
vienīgo meitu Danaju pazemē. Taču tas nebija nekāds šķērslis Olimpa valdniekam Zevam. Pārvērtis zelta lietū, viņš iekļuva pazemē, un Danajai piedzima dēls Persejs. To uzzinājis, Akrisijs pavēlēja iebāzt māti un dēlu šķirstā un iemest jūrā. Viņņu mētāts, šķirsts tuvojas Serifas salai, kur to izvilka krastā salas valdnieka Polidekta brālis. Polidekts iemīlējās Danajā un gribēja to apprecēt, bet Danaja viņu atraidīja. Lai atbrīvotos no Perseja, kas ņēma māti savā aizsardzībā, Polidekts aizsūtīja to pēc gorgonas Medūzas galvas. Pavisam bija trīs māsas gorgonas: divas nemirstīgas, bet trešā — Medūza — mirstīga. Gorgonas bija briesmīgi radījumi. Viņām bija gari un asi ilķņi, vara rokas un dzelzs zvīņas, bet matu vietā vijās indīgas čūskas. Viens vienīgs gorgonu acu skatiens pārvērtā akmeni ikvienu dzīvu būtni. Un tomēr drosmīgais jauneklis nenobijās. Hermess tam aizdeva savu aso zobenu, Atēna — spožu vairogu, no Stīgijas nīfām viņš aizņēmas spārnotās sandales, burvju somu un cepuri, kuru uzlietot galvā kļūst neredzams. Skatīdamies spožajā vairogā, Persejs pielavījās gulošajai Medūzai, ar vienu zobena cirtieni nocirta tai galvu un paslēpa somā, jo pat nocirstās galvas acu skatiens nezaudēja savu nāvējošo spēku. No Medūzas asinīm, kas straumēm plūda no kakla, izlēca spārnotais zirgs Pegazs. Persejs uzsēdās tam mugurā un ar burvju cepuri galvā metās projām.

Ceļā uz mājām Persejs ieraudzīja pie klints piekalto Andromēdu. Parādījis jūras briesmonim Medūzas galvu, viņš pārvērtā to akmeni. Andromēda bija glābta un ar laimīgo vecāku svētību kļuva par Perseja sievu.

Pārvērtis akmeni arī Danajas uzbāzīgo pielūdzēju Polidektu, Persejs atdeva zobenu, vairogu, somu un cepuri pēc piederības, bet Medūzas galvu uzdāvināja Atēnai, kas to piestiprināja pie sava vairoga.

Savam liktenim neizbēga arī Akrisijs. Vectēvam un mazdēlam bija lemts satikties piecīņas sacensībās Lārisā. Vējš novirzīja sānis Perseja mesto disku, un tas nāvīgi ievainoja Akrisiju. Orākula pareģojums piepildījās.

Pēc visiem šiem piedzīvojumiem Zevs uznesa teikas varoņus debesīs un pārvērtā zvaigznājos. Tikai Akrisijs un Danaja palika uz Zemes.

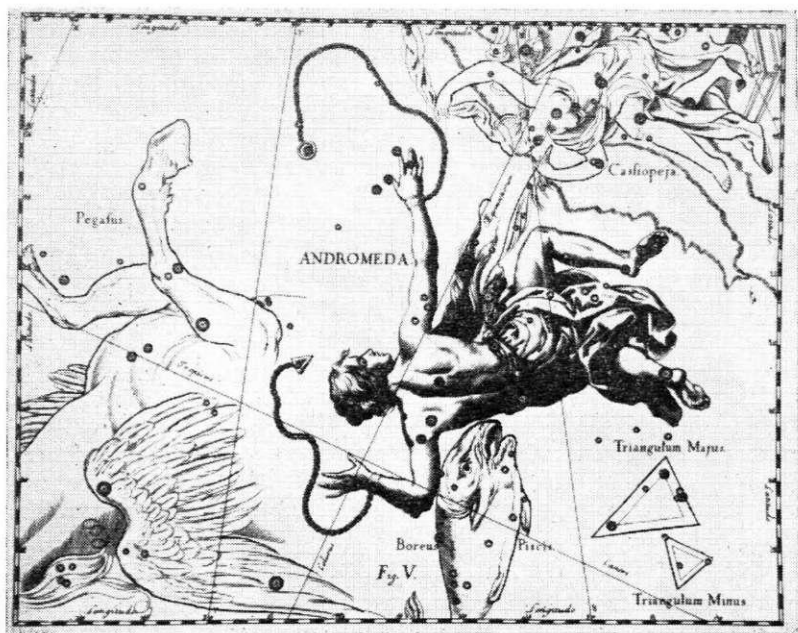


2. att. Rudens zvaigznāji.

Cefejs un Kasiopeja ir nenorietoši zvaigznāji un redzami pie debesīm jebkurā gadalaikā. Kasiopeja meklējama apmēram tādā pašā attālumā no Polārzvaigznes kā Lielais Lācis, tikai diametrāli pretējā pusē. Zvaigznāja raksturīgo figūru, kas atgādina nedaudz izstieptu burtu W vai M, veido piecas 2. lieluma zvaigznes, un pat daudzās vājās zvaigznes visapkārt netraucē to ieraudzīt. Uz Piena Ceļa fona diezgan grūti atrast Cefeja zvaigznāja piecstūri, jo to veido samērā vājas zvaigznes. Tas meklējams starp Kasiopejas un Mazā Lāča zvaigznājiem.

No rudens zvaigznājiem visvieglāk atrast t. s. Pegaza kvadrātu, ko veido četras gandrīz vienāda spožuma zvaigznes. No tā augšējā kreisā stūra stiepjas pa kreisi un nedaudz uz augšu triju zvaigžņu virknīte. Visa šī septiņu zvaigžņu grupa atgādina palielinātu Lielā Lāča kausu, kura katra mala ir ap 15° gara. Kausa 3 zvaigznes pieder Pegazam, bet ceturrtā un roktura zvaigznes — Andromēdai. Virs Andromēdas zvaigznes β tumšās bezmēness naktīs kā miglains plankumiņš saskatāms Andromēdas miglājs. Tas ir tālākais debess objekts, ko var ieraudzīt no Zemes ar neapbruņotu aci. Līdz šai galaktikai ir ap 2,2 miljoni gaismas gadu.

Pagarinot taisni, kas savieno Andromēdas β un γ , nonāksim pie Perseja α . Nedaudz uz dienvidiem no šīs taisnes atrodas Algols (Per-



3. att. Andromēdas zvaigznājs J. Hevēlija zvaigžņu atlantā.

seja β) — gorgonas Medūzas acs. Uz augšu no α redzamas divas vaļējas zvaigžņu kopas h un χ .

Ja savienosim ar iedomātu taisni Polārzvaigzni un Algolu un turpināsim to vēl apmēram par tādu pašu attālumu uz leju, nonāksim pie Valzivs α . Zvaigznājs atrodas tuvu pie apvāršņa, spožākās zvaigznes neveido nekādu raksturīgu figūru, tāpēc tas samērā grūti ieraugāms.

(Sīkāk par rudens zvaigznājiem skat. J. Mieža rakstu «Zvaigžņotās debess» 1974. gada rudens numurā.)

PLANĒTAS

Merkurs 7. oktobrī atrodas vislielākajā rietumu elongācijā, tāpēc oktobra pirmajā pusē saskatāms no rītiem pirms Saules lēkta Jaunavas zvaigznājā. Tā redzamais spožums $-0,1$. Oktobra otrajā pusē pamazām tuvojas Saulei un kļūst neredzams. Augšējā konjunktija — 7. novembrī. Vislielākajā austrumu elongācijā Merkurs nonāk 20. decembrī, bet arī nav redzams, jo atrodas pārāk zemu pie apvāršņa.

Venēra rudens mēnešos pārvietojas no Jaunavas līdz Mežāža zvaigznājam. Redzama kā vakara zvaigzne, bet atrodas ļoti zemu pie apvāršņa un tādēļ grūti novērojama. Redzamības apstākļi uzlabojas tikai decembra otrajā pusē.

Marss visu rudeni nav redzams, jo 25. novembrī atrodas konjunktijā ar Sauli.

Jupiters 18. novembrī atrodas opozīcijā, tāpēc rudens mēnešos redzams visu nakti. Tā redzamais spožums $-2,4$. Rudens sākumā atrodas Vērša zvaigznājā, bet 18. decembrī pāriet uz Auna zvaigznāju.

Saturns rudens sākumā redzams no rītiem, bet vēlāk nakts otrajā pusē Vēža zvaigznājā. No 28. novembra pēc stāvēšanas tas sāk kustēties pretējā kustībā.

Urāns visu rudeni nav redzams.

MĒNESS

Mēness fāzes rudenī:

☉ (jauns Mēness)

23. septembrī	pl. 22 st 56 ^m
23. oktobrī	„ 8 10
21. novembrī	„ 18 10
21. decembrī	„ 5 08

(pilns Mēness)

8. oktobrī	pl. 7 st 56 ^m
7. novembrī	„ 2 15
6. decembrī	„ 21 15

☾ (pirmais ceturksnis)

30. septembrī	pl. 14 st 13 ^m
30. oktobrī	„ 1 06
28. novembrī	„ 16 00
28. decembrī	„ 10 48

☾ (pēdējais ceturksnis)

16. oktobrī	pl. 11 st 59 ^m
15. novembrī	„ 1 40
14. decembrī	„ 13 15

Pusēnas Mēness aptumsums 6.—7. novembrī redzams Eiropā, Ziemeļu Ledus okeānā, daļēji arī Āzijā, Āfrikā, Amerikā u. c. Mēness sāk iet Zemes pusēnā 6. novembrī pl. 23st46^m, bet iziet no tās — 7. novembrī pl. 4st16^m. Šie momenti tomēr praktiski nav novērojami, jo pusēnā ir ļoti gaišs. Nelielu pilnmēness diskā satumsumu var pamanīt tikai vislielākās fāzes momentā — pl. 2st01^m.

Pilns Saules aptumsums 23. oktobrī Latvijā nav redzams.

Ā. Alksne

SATURS

Galaktiku kodolos — baltie vai melnie caurumi? — <i>A. Balklavs</i>	1
Zemes mākslīgo pavadoņu loma Zemes formas izziņāšanā — <i>L. Laucenieks</i>	9
Astronomijas jaunumi	14
Kvazāru un BL lacertīdu mainīguma rekordi — <i>A. Alksnis</i>	14
Jauns ieskats par sarkano milžu spožuma maiņas iemeslu — <i>U. Dzērvītis</i>	15
Mīglāja M 20 starojums — <i>I. Eglītis</i>	17
Divas interesantas trīskāršas zvaigznes — <i>I. Eglītis</i>	17
Merkura virsma un dzīles — <i>E. Mūkins</i>	18
Jauna iekšējā planēta — <i>M. Dīriķis</i>	20
Jauni mazo planētu nosaukumi — <i>M. Dīriķis</i>	21
Vai gaidāma Zemes un asteroīda sadursme? — <i>I. Smelds</i>	23
Kosmosa apgūšana	24
Orbitālā stacija «Salūts-5» — <i>J. Apenčenko</i>	24
«Interkosmos» jauna veida pavadonis — <i>Pēc padomju preses materiāliem</i>	25
«Heliosi» Saules tuvumā — <i>E. Mūkins</i>	26
Konferences un sanāksmes	28
Gadskārtējā astronomijas sekcija LVU konferencē — <i>L. Roze</i>	28
No astronomijas vēstures	29
Etīdes astronomijas vēsturē (4.) — <i>I. Rabinovičs</i>	29
Zinātnieks un viņa darbs	34
Bernhards Rīmans — <i>N. Cimahoviča</i>	34
Pāvelu Parenago atceroties — <i>I. Daube</i>	41
Lieliskais padomju zinātnieks. 70 gadi kopš P. Parenago (1906—1960) dzimšanas dienas — <i>A. Sarovs</i>	42
Profesors V. Freijs — jubilārs — <i>R. Krūpens</i>	47
Zvaigžņotā debess 1976. gada rudenī	50
Astronomiskās parādības — <i>Ā. Alksne</i>	50

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ОСЕНЬ 1976 ГОДА

Издательство «Зинатне». Рига 1976

На латышском языке

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 1976. GADA RUDENS

Redaktore *I. Ambaine.*

Māksl. redaktors *V. Zirdziņš.*

Tehn. redaktore *I. Stokmane.*

Korektore *M. Tirzīte.*

Nodota salikšanai 1976. g. 25. maijā. Parakstīta iespēšanai 1976. g. 6. augustā. Tipogrāfijas papīrs Nr. 1, Papīra formāts 70×90^{1/16}. 3,50 fiz. iespiedl.; 4,09 uzsk. iespiedl.; 4,02 izdevn. l. Mētiens 2000 eks. JT 06275. Maksā 14 kap. Izdevniecība «Zinātne» Rīgā, Turgeņeva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Ministru Padomes Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas Apvienotajā veidlapu uzņēmumā Rīgā, Gorkija ielā 6. Pasūt. Nr. 2027.



Pāvils Pārenags (1906—1960)

LU bibliotēka



220062552

