

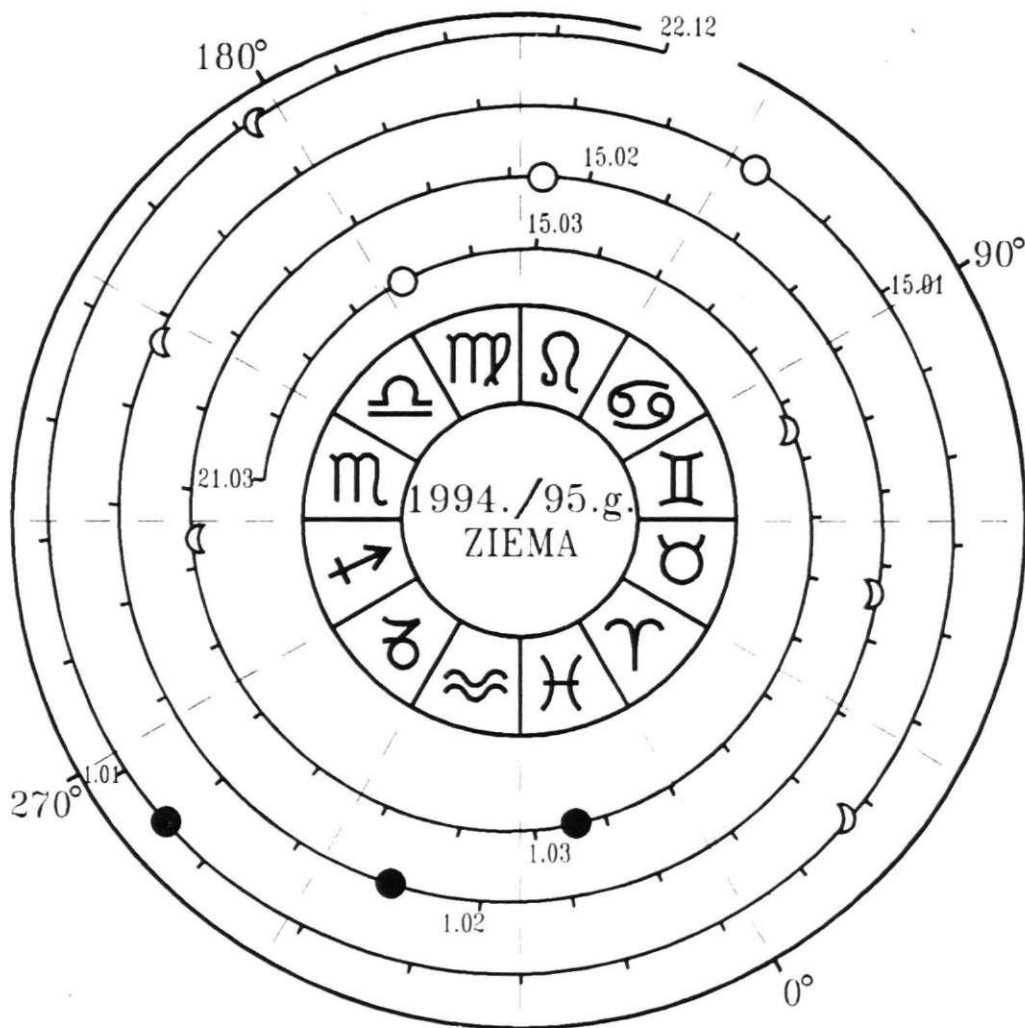
ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1994
/ 95
ZIEMA

Kas saista astronomiju un ekoloģiju ● Visi Zemes dārgmetāli nāk no pārnovām ● Galaktiku kanibalisma akts M 31 centrā ● Neredzamas vietas meklējumos ● Pirmoreiz novērots: Jupiteru dažu «komētāmurs» ● Vai Zemei draud kosmiskā katastrofa? ● Vēlreiz par Emanuelu Grinbergu ● Astronomija par cilvēka vietu pasaulē ● Izlūkošanas antena jādarbojas zinātnes labā ● Vai atbildību var novelt uz zvaigznēm?



MĒNESS KUSTĪBA ZODIAKA ZĪMĒS



Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

Vāku 1. lpp.: 16. gs. Eiropa iepazīst Latviju. (Sk. 58. lpp.)

Vāku 4. lpp.: Andromedas miglājs. (Sk. U. Dzērviša rakstu «Ko ar Habla teleskopu var saskatīt Andromedas miglāja kodolā?» 16. lpp.)

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS
ZINĀTŅU AKADEMIJAS
RADIOASTROFIZIKAS
OBSERVATORIJAS
POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPS 1958. GADA RUDENS
CETRAS REIZES GADĀ

1994./95. GADA ZIEMA (146)



The Soros Foundation - Latvia
SOROSA FONDS - LATVIJA
K. Barona 31 - Rīga LV 1722 - Latvija



REDAKCIJAS KOLĒGIJA:

A. Alksnis, A. Andžāns, A. Balklavs (atbild. red.), J. Birzvalks (atbild. red. vietn.), R. Kūlis, E. Mūkins, I. Pundure (atbild. sekr.), T. Romanovskis, L. Roze, I. Vilks

Tālrūnis 226796

RĪGA «ZINĀTNE» 1994

SATURS

Zinātnes ritums

- Astronomija un ekoloģija. *Arturs Balklavs* 2
Divainais spideklis Udensvira zvaigznājā. *Andrejs Alksnis, Zenta Alksne* 5
Pārnova maina savu tipu. *Uldis Dzērvītis* 12

Jaunumi

- Ko ar Habla teleskopu var saskatīt Andromedas miglāja kodolā? *Uldis Dzērvītis* 16
Meklē tumšo vielu. *Zenta Alksne* 20
Akrecijas disku fizika. *Arturs Balklavs* 21
Jupitera āmurs jeb kā Sūmeikeru—Levi komēta sadūrās ar Jupiteru. *Uldis Dzērvītis* 23
Vai Zemei draud sadursme ar Svīlta—Tatla komētu? *Uldis Dzērvītis* 26
Mazajai planētai Idai atklāts pavadonis. *Tomass Romanovskis* 30

Latvijas zinātnieki

- Emanuela Grinberga (1911—1982) atstātais matemātiskais mantojums. *Jānis Dambītis* 32

Skolā

- Rīgas 22. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde. *Māris Krastiņš, Ilgonis Vilks* 34
Simetrijas konstrukcija Napoleona konstrukcijas vietā. *Tomass Romanovskis* 38
Turnīru matemātika, V. *Agnis Andžāns, Juris Smotrovs* 40
Par strīdīgiem kaimiņiem. *Inga France* 44
Astronomiskās zināšanas un materiālās pasaules aina. *Arturs Balklavs* 47

Amatieriem

- Saulrieta uzņēmumu apstrāde. *Rosa Marija Rosa-Ferrē* 51

Hronika

- Ieskats Radioastrofizikas observatorijā 1994. gada I pusē. *Jānis Imants Straume* 53
Vai būs Ventspils radioastronomiskais centrs? *Arturs Balklavs* 55

Ierosina lasītājs

- Astroloģijas vērtējums Amerikas žurnālā. *Andrejs Alksnis* 59
«Bet kur ir «Snikers»?» (jeb lasītāju aptaujas'93 apkopojums). *Irena Pundure* 60
Zvaigžnotā debess 1994./95. gada ziemā. *Juris Kauliņš* 63

© Izdevniecība «Zinātne», 1994

95-554

ASTRONOMIJA UN EKOLOĢIJA

ARTURS BALKLAVS

Mūsdienu tehnokrātiskās civilizācijas iedarbības iespējas uz apkārtējo vidi sasniegušas tādus apjomus, ka ir nopietni jāskatās domāt par ekoloģisko pētījumu rezultātu un metožu izmantošanu, lai regulētu tos mijiedarbības procesus, kas aptver arī kosmisko pasauli ap mums.

Lai arī atšķirīgo izpētes objektu dēļ tādas zinātņu nozares kā astronomija un ekoloģija varētu šķist ļoti tālas, faktiski to saistība ir visai cieša. Ekoloģija ir mācība par organisma (galvenokārt cilvēka) sadarbību ar apkārtējo dabu, bet astronomija — mācība par kosmosu un tā objektiem, t. i., par vidi, kas sākas ārpus Zemes atmosfēras robežām. Šīs robežas pārkāpšana, kas raksturīga pēdējiem gadu desmitiem, padara arvien aktuālākas problēmas par cilvēka un sabiedrības attiecībām un iedarbību uz kosmisko vidi. Agrāk šo iedarbību varēja uzskatīt par pasīvu un nosacīti nekaitīgu, jo mēs tikai uztvērām, vācām un analizējam kosmisko informāciju, kura līdz mums nonāca galvenokārt dažādu starojumu veidā, toties tagad, šo vidi apgūstot tīri fiziski, mēs jau arvien aktīvāk uz to arī iedarbojamies. Turklāt iedarbojamies diezgan neceremoniāli, var teikt arī — mežonīgi, tikpat kā nerēķinoties ar iespējamām sekām, neņemot vērā jau iegūtos neskaitāmos negatīvos rezultātus gan attiecībā uz vidi (dabu), gan uz pašu cilvēku (sabiedrību). Mēs gluži vienkārši aizmirstam, ka cilvēka — ar visai augstu izpratnes spēju apveltīta radījuma — rīcības pamatā vispirms jābūt apdomībai, t. i., iespējamo rīcības seku analīzei. Cilvēkam vajadzētu apzināties, ka šī rīcība nedrīkst nevienam kaitēt.

Ir jāapzinās arī, ka pat Metagalaktikā, kas cilvēka paviršajā izpratnē saistās ar ko neapvertami bezdibenīgu, nepiepildāmu, nesatricināmu, mūžīgu un indiferentu (priekšstats par bezgalīgu un pasīvu telpu), iespējamās un matemātiski modelējamas situācijas, kurās civilizācijas progresējošās ekspansijas rezultātā var norisināties šīs savdabīgās un daudzveidīgās vides degradācija ar pilnīgi neprognozējamām sekām. Šī neprognozējamība saistīta ne tikai ar vides mērogu un tātad ar tās objektu un parādību neapvertamību, bet arī — un pat galvenokārt — ar mūsu trūcīgajām zināšanām par minētās vides un sabiedrības iespējamiem mijiedarbības veidiem. Tā, piemēram, mēs nezinām, vai šī vide ir pilnīgi indifferenta (vienaldzīga) pret jebkurām varbūtējām tās sabiedrības jeb civilizācijas iedarbības izpausmēm. Te interesantas un lietderīgas pārdomas var izraisīt daudzi zinātniskās fantastikas daiļdarbi (S. Lems, R. Bredberijs u. c.), kuros ļoti bieži izcilā loģiskas un zinātniskas analīzes līmenī tiek modelēti visdažādākie neparasti augstu attīstības pakāpi sasniegušu civilizāciju kosmiskās ekspansijas varianti un situācijas. Sādiem modeļiem jāpievērš uzmanība, ja gribam, lai civilizācijas un kosmosa mijiedarbība būtu saskanīga un harmoniska. Ekoloģija, kura būtībā pēta ekosistēmu uz-

būvi un darbību organisma un virsorganisma (populācijas, sugas, biocenozes, biogeocenozes un biosfēras) līmenī, bieži vien tiek populāri pasniegta un arī uztverta tikai kā mācība par vides un atsevišķu produktu tīrības nodrošinājumu. Masu informācijas līdzekļos bieži vien tiek vulgarizēti un izkropļoti dažādi ar ekoloģiju saistīti jēdzieni. Nekompetenti žurnālisti mēdz operēt ar tādiem vārdiem salikumiem kā «ekoloģiski tīrs piens», «ekoloģiski tīra labība» utt. Šādi salikumi faktiski ir neoloģiski un muļķīgi, jo no ekoloģijas viedokļa pārtikas produkti u. c. izstrādājumi var būt tikai vai nu vairāk, vai mazāk piesārņoti ar dažādiem piemaisījumiem un savienojumiem, tātad — vai nu vairāk, vai mazāk «tīri» jeb veselībai nekaitīgi, un papildapzīmētāja «ekoloģiski» lietošana ir lieka un nedod neko citu kā tikai sajukumu. Varam droši apgalvot — tie ir ne sevišķi lietpratīgu korespondentu mēģinājumi aiz šāda manierīguma noslēpt savu kā valodas, tā problēmas nepārzināšanu. Jautājums par vides nepiesārņotību vai tīrību kā bāzi, kas nodrošina ne tikai nekaitīgu un veselīgu pārtikas produktu iegūšanu un ražošanu, bet arī normālu eksistences un attīstības apstākļus, ir tikai viena no daudzajām problēmām, ar kuru izpēti nodarbojas ekoloģija.

Nozīmīgas ekoloģijas metodoloģiskās problēmas ir ekosistēmu produktivitāte, stabilitāte, pašregulēšanās, struktūra, dinamika, optimizācija, adaptācija, tipoloģija un reakcija dažādu faktoru ietekmē. Visu šo problēmu kompleksā ļoti svarīga ir ar ekosistēmu un vides mijiedarbību saistīto faktoru izpēte un likumsakarību atklāšana. Ekoloģija ir jebkuras vides pārveidošanas pasākumu teorētiskā bāze.

Globālais ekoloģijas uzdevums ir izstrādāt teorētisko bāzi pasākumu sistēmai, kas līdzsvarotu cilvēka (sabiedrības) pieaugošās prasības un planētas (vides) potenciālās iespējas tās apmierināt, ņemot vērā planētas resursu un līdz ar to arī šo iespēju ierobežotību. Nav neiespējami kaut vai izstrādāt modeli un izpētīt varbūtējās sekas, kādas radītu situācija, kurā Zemes iedzīvotāju vidējais blīvums (t. i., kopējais Zemes iedzīvotāju skaits, izdalīts ar kopējo zemeslodes virsmas laukumu, ūdens klātās platības ieskaitot) sasniegtu vairākus

cilvēkus uz kvadrātmetru. Pētāma būtu gan vides degradācija, gan šādi degradētas un noslogotas vides piemērotība sabiedrības eksistences apstākļu nodrošināšanai. Tomēr, kā rāda problēmas analīze, arī no priekšstata par kosmosa bezgalību nedrīkst sekot virspusējs secinājums par tā potenciālo iespēju neierobežotību un neizmējamību.

Astronomija, kura līdz šim, kā jau minēts, nodarbojās galvenokārt ar fundamentāliem kosmiskās telpas, kosmiskās matērijas un to veidojumu pētījumiem, šobrīd, kad sabiedrības ietekme uz kosmosu pāriet aktīvā stadijā, no ekoloģisko pētījumu viedokļa kļūst par galveno šādai izpētei un prognozei nepieciešamas kosmisko vidi raksturojošās pamatinformācijas nodrošinātāju. Tas nozīmē, ka astronomiskā informācija par kosmisko vidi šādi orientētiem ekoloģiskiem pētījumiem iegūst izteikti lietīšku raksturu.

Raksta atlikušajā daļā nedaudz pievērsīsim uzmanību dažām problēmām, kādas pašlaik veidojas un iezīmējas Zemes civilizācijas un kosmosa attiecību jomā. Svarīgākās no tām ir saistītas ar atkritumiem — šiem sabiedrības «vielmaiņas» savdabīgiem produktiem, kuru utilizēšana ir ļoti sarežģīts jautājums, tādēļ vienkāršākais atkritumu problēmas risinājums līdz šim ir bijis ... apkārtējās vides piesārņošana. Un ne velti raksta sākumā sabiedrības attieksme pret apkārtējo vidi tika raksturota kā mežonīga, jo viena no aktuālākajām šīs sabiedrības un kosmosa mijiedarbības problēmām (lai arī pagaidām tā vēl nav pietuvojusies kritiskajai robežai, kas draud ar neatgriezeniskām izmaiņām) ir Zemei tuvās kosmiskās telpas nepārtraukti pieaugošais piesārņojums.

Ir ļoti zināms, ka kosmiskās telpas apgūšana gan zinātniskās pētniecības, gan praktiskos nolūkos ir saistīta ar liela skaita visdažādāko kosmisko lidaparātu pacelšanu un ievadīšanu ārpuszemes orbitā. Jau gandrīz četrdesmit gados, kas pagājuši, kopš pirmā ZMP palaišanas, kosmiskajā orbitā ievadīto lidaparātu skaits pārsniedzis 22 000. Lielākā daļa no tiem pēc uzdevuma izpildes paliek orbitā. Tur atrodas arī daudzu nesējraķešu pēdējās pakāpes, aizsargvairogi, kas seguši lid-

aparātu dārgos instrumentus, mērierīces utt., dažādas detaļas, atlūzņas u. t. jpr. Kustoties katrs savā orbitā, šie ķermeņi tomēr nereti saduras. Tā kā šādas sadursmes notiek lielā savstarpējā ātrumā, tad šie objekti sadalās (sašķīst) dažāda lieluma fragmentos, kas, dažādos virzienos lidodami, vēl pavairo vispārējo haosu un piesārņojumu.

Zemei tuvākā kosmiskā telpa (apmēram līdz tūkstoš kilometru attālumam no Zemes virsmas) jau ir tā piesārņota ar šiem civilizācijas kosmisko aktivitāšu produktiem un to atliekām, ka no dažu uzdevumu risināšanas viedokļa kļūst, bet no citu — jau ir kļuvusi pētnieciskai un praktiskai (saimnieciskai) darbībai neizmantojama. Pēdējos gados arvien «šaurāk» kļūst arī 36 000 km augstajā kosmiskās telpas joslā, kur tiek ievadīti ģeostacionārie pavadoņi (tuvāk sk. A. Balklava rakstā «Kosmiskās telpas piesārņojuma problēmas», «Zvaigžņotā Debess», 1991./92. gada ziema, 2.—6. lpp.). Rezultātā kosmisko lidojumu (gan aparātu un ierīču, kas pa lielākai daļai ir ļoti dārgi, gan kosmonautu) drošības garantēšanai jau tagad ir jāplāno un jārealizē speciāli pasākumi, kuri ir ļoti dārgi, kā viss, kas saistīts ar kosmosa apgušanu.

Tomēr, neraugoties uz iepriekšējā rindkopā attēloto sarežģīto un nepievilcīgo ainu un aizbildinoties ar civilizācijas dažādo atkritumu problēmas globālo raksturu, nereti tiek izvirzīti un apsvērti projekti, kuros paredzēta atkritumu veidu izmešana kosmiskajā telpā, it kā tā būtu neierobežota tīlpuma izgāztuve. Īpaša vērība šajā ziņā tiek pievērsta ļoti toksiskiem un radioaktīviem atkritumiem, kuru uzglabāšana uz Zemes ir saistīta ar sevišķi lieliem sarežģījumiem un risku. No «kosmiskās ekoloģijas» viedokļa par «tīru» pasākumu varētu uzskatīt, piemēram, ar radioaktīviem izotopiem vai citiem ļoti toksiskiem un bīstamiem atkritumiem pildītu konteineru transportēšanu uz Sauli un to sadedzināšanu.

Runājot par šo pasākumu, esam nonākuši pie otrā problēmu loka par civilizācijas iedarbību uz kosmosu un par kosmosa iespējamo atbildes reakciju. Lietas būtība ir tā, ka šāda pasākuma realizēšana citām civilizācijām (ja vien, protams, tādas eksistē) var pavēstīt

par mūsu eksistenci. Piemēram, aprēķini rāda, ka, gadījumā ja enerģētiskajos kodolreaktoros tiktu pārstrādāts tikai 1% no tā urāna daudzuma, kas koncentrēts Zemes garozā līdz 10 km dziļumam, tad viens no raksturīgākajiem šādu kodolreakciju produktiem — radioaktīvais prazeodīms, nogādāts uz Saules, radītu tās spektrā ar astronomiskajām metodēm un milzīgos attālumos konstatējamu anomāliju, kura nekādi nebūtu saistāma ar zvaigžņu dzilēs notiekošo (dabisko) kodolreakciju kopumu (sk. arī A. Balklava rakstu «Ārpuszemes civilizācijas un ... kodolkritumi», «Zvaigžņotā Debess», 1982. gada pavasaris, 19. lpp.).

No šā viedokļa uz pārdomām rosina arī pašreizējais civilizācijas generētais elektromagnētiskā starojuma (radio, televīzija, sakaru sistēmas utt.) apjoms, kas kā savdabīgs un nedabīgs fons jeb aura aptver mūsu zemeslodi. Arī šis starojums atkarībā no izmantoto uztveršanas līdzekļu (radioteleskopu) jutības var tikt konstatēts ļoti lielos attālumos, tā atkal atklājot mūsu eksistenci. Un pilnīgi pamatoti rodas jautājums par to, vai šāda «izrādīšanās» mums ne ar ko nevar draudēt.

Tam pamatā ir fakts, ka visi līdz šim veiktie ārpuszemes civilizāciju meklējumi, un to nav bijis mazums (par tiem regulāri ir informēti arī «Zvaigžņotās Debess» lasītāji, sk., piemēram, autora rakstu «Jauni ārpuszemes civilizāciju meklējumu mēģinājumi», «Zvaigžņotā Debess», 1990. gada pavasaris, 2.—6. lpp.), nav devuši nekādus rezultātus, lai gan, loģiski spriežot, dzīvības un saprāta izplatība Metagalaktikā it kā varētu (un tai pat vajadzētu) būt visai ievērojama. Uz šādiem secinājumiem mudina astronomiskie novērojumi, kas liecina, ka nedz Saule ir kāda unikāla zvaigzne, nedz arī planētu sistēmu veidošanās ap centrālo spīdekli — kāda neparasta vai reti sastopama parādība utt. Un tomēr vismaz līdz šim kosmoss drūmi klusē.

Šis klusēšanas cēloņi ir ļoti smaga kā eksakto zinātņu, tā vispārfilozofiska problēma, un mēģinājumu to atrisināt pagaidām kaut vai dažādu versiju un hipotēžu līmenī ir bijis pietiekami. Viens no šīs miklas skaidrojumiem ir apziņa, ka ārpuszemes civilizāciju (ja tās

tomēr ir retas parādības) meklējumi var tikt salīdzināti ar adatas meklējumiem milzīgā siena kaudzē, kas nav ne viegls, ne ātri veicams uzdevums. Un pūliņi šajā virzienā turpinās.

Taču cita versija, kura balstās uz mūsu civilizācijas apziņas, var pat teikt, psiholoģijas, analīzi un atklāj tajā lielas agresivitātes iedīgļus un tendences, izvirza domu, ka ārpuszemes civilizācijas varbūt apzināti slēpj savu eksistenci, lai nezaicinātu, nepievilinātu potenciālos un tehnoloģiski spēcīgākos agresorus. Tātad šī versija liek pārdomāt, vai visai plaši izplatītais uzskats par augsti attīstītu civilizāciju šķietami obligāto humānismu nav tikai optimistisks mīts.

Skaidrs, ka no pēdējās versijas viedokļa mūsu kosmiskā mēroga manifestēšanās ar planētas dabiskā elektromagnētiskā starojuma spektra izmaiņšanu var izraisīt katastrofālas sekas. Tādēļ vajadzētu veikt pasākumus tā novēršanai, pārveidojot mūsu komunikāciju sistēmas, piemēram, atsakoties no atklātas izejas ēterā un pārejot uz globālu gaismas vadu sakaru tīklu utt. Tehniski tas jau pašlaik ir pilnīgi iespējams. Sāds tīkls, starp citu, atveseļotu arī mūsu vidi, jo mākslīgi radītais elektromagnētiskā starojuma fons, kura intensitāte ar katru gadu pieaug, faktiski ir šīs vides piesārņojums, kura iedarbība (iespējams, pat mutagēna iedarbība) ir ļoti nepilnīgi izpētīts faktors.

Zinātne cilvēkam māca izprast apkārtējo pasauli, lai nodrošinātu savu eksistenci šajā

pasaulē, māca iepazīt sevi un savas iespējas, lai uzturētu gan sevi, gan apkārtējo pasauli, māca rūpēties pašam par sevi, atzīstot arī citus un viņu savdabību. Ekoloģijas pamatuzdevums no šā viedokļa ir likt cilvēkam iemācīties saglabāt un panākt, lai tiktu saglabāta dabas — šā jēdziena visplašākajā nozīmē — daudzveidība. Tas ir vitāli svarīgi kā cilvēka, tā arī sabiedrības attīstībai, jo šāda daudzveidība bez visa cita, piemēram, bez iespējamo kombināciju daudzveidības kā sistēmas pašattīstības bāzes, rada iedarbību daudzveidību, kas savukārt veicina daudzveidīgu atbildes reakciju veidošanos un adaptāciju nepārtraukti mainīgiem un arī neparastiem eksistences apstākļiem. No šā viedokļa vides daudzveidība ir cilvēka un sabiedrības evolūcijas pamats, kas jā saglabā, jāveicina un jāattīsta. Cilvēkam, kurš to noplicina, draud pārvēršanās no daudzpotenciāla un daudzfunkcionāla mazpotenciālā, mazfunkcionālā un līdz ar to evolūcijai nepiemērotā radījumā.

Ekoloģija ir zinātne, kas izveidojusies uz daudzu zinātņu nozaru sadures robežas. Savos pētījumos tā balstās uz fizioloģiju, ģenētiku, evolūcijas mācību, sistematiku, ģeogrāfiju, meteoroloģiju, augsnes zinātni, hidrobioloģiju, matemātiku, fiziku un ķīmiju. Lai kā, kad cilvēka darbības un eksistences sfēra aptver arī kosmisko telpu kā vidi, bez astronomiskajām zināšanām nav iedomājama harmonisku attiecību un mijiedarbību veidošana ar šo neparasto un daudzsoļo pasauli.

DĪVAINAIS SPĪDEKLIS ŪDENSVĪRA ZVAIGZNĀJĀ

Ūdensvīra zvaigznāja zvaigzne R (R Aquarii) ir daudzu pētnieku uzmanības degpunktā. Katru jaunu pētniecības metodi vai ierīci izmanto arī šīs zvaigznes novērošanai. Atklājas arvien jaunas, negaidītas šā debess spīdekļa īpašības, kaut gan Ūdensvīra zvaigznes R pētniecības vēsture pārsniedz 180 gadus.

Mūsdienās šo zvaigzni uzskata par vienu

no visdīvainākajiem debess spīdekļiem. Tāpēc, šķiet, ir vērts tuvāk iepazīties ar dažām tās galvenajām īpašībām.

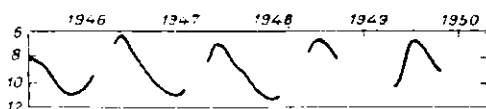
1. Ūdensvīra zvaigznājs un tā zvaigzne R. Ūdensvīra zvaigznāja lielākā daļa atrodas debess dienvidu puslodē, un tā zvaigzne R redzama 15 grādus uz dienvidiem no debess ekvatora. Tāpēc šis spīdeklis Latvijā pat kulminācijas laikā nerasniedz 20 grādu augstu-

mu: piem., Valkā tas ir 17, bet Daugavpili 18,8 grādi. Labākie redzamības apstākļi pastāv gada otrajā pusē, no augusta vidus (nakts beigās) līdz pat decembra sākumam (paša vakarā). Taču cerību šo zvaigzni saskatīt ar neapbruņotu aci praktiski nav, jo tās spožums līdz šim ir mainījies vizuālā zvaigžņlieluma robežās no 5,8 līdz 12,4. Vieniņi ar binokli to var redzēt, turklāt ap spožuma maksimuma fāzes laiku, kas atkārtojas ik pēc 387 dienām. Saskaņā ar līdzšinējiem novērojumiem, paredzams, ka 1995. gadā zvaigznes vislielākais spožums iestāsies 1. februārī, kad gadskārtējā tās novērošanas sezona jau būs pagājusi. Tā kā R Aqr mainīguma periods ir tikai par 22 dienām garāks nekā parastā gada garums, katrā nākamajā gadā zvaigzne spožuma maksimumu sasniedz 22 dienas vēlāk. Tāpēc, tikai sakot ar 2004. gadu, rudenos atkal sagaidīsim labvēlīgus R Aqr novērošanas apstākļus, kad zvaigzne būs vislielākajā spožumā 4. augustā un katru nākamā gadu apmēram 22 dienas vēlāk.

Divas spožākās zvaigznes, kas atrodas R Aqr tuvumā un ir atzīmes Hevēlija atlantā (krāsu ielikuma pirmajā attēlā iezīmētajā kvadrātā), arī nav viegli saskatāmas bez binokļa, jo spožākās un R Aqr tuvākās ω^2 vizuālais zvaigžņlielums ir 4,6, bet vājākās ω^1 5,2 (sk. krāsu ielikumu). Meklējot šīs zvaigznes pie debess pēc Hevēlija atlanta kartes, jāņem vērā, ka zvaigžņotā debess tur ir redzama spoģuļattēlā. Turpreti otrais attēls ir parastajā orientācijā: ziemeļi augšā, austrumi pa kreisi.

2. Maiņzvaigzne. K. L. Hardings Vācijā 1811. gadā atklāja Ūdensvira R zvaigznes spožuma mainīgumu un 20 gadus vēlāk noteica tās spožuma maiņas periodu. Gandrīz 100 gadus to pieskaitīja pie parastajām Miras tipa pulsējošajām maiņzvaigznēm jeb mirīdām, kādu «Vispārigajā maiņzvaigžņu katalogā» tagad reģistrēts ap 6000. R Aqr pulsāciju periods jeb spožuma maiņu periods ir 387 dienas, bet amplitūda 4–5 zvaigžņlielumi (1. att.). Tās spožums ir sistemātiski novērots un reģistrēts kopš 1894. gada.

Zvaigznes savdabīgumam pētnieki uzmanību pirmoreiz pievērsa 1919. gadā, kad oktob-



1. att. R Aqr spožuma maiņas likne pēc Hārvarda observatorijas (ASV) astronomes Mārgaretas Mejolas (Mayall) datiem (1945.—1949. gads). Abscisa — laiks gados, ordināta — vizuālais zvaigžņlielums.

rī tās pirmajā spektrā, ko uzņēma Vilsona kalna observatorijā (ASV), saskatīja vairākas gaišās līnijas, kādas ir raksturīgas gāzes miglājiem. Te gan jāpiebilst, ka vājas miglāja līnijas un ūdeņraža emisijas līnijas kopā ar M spektra klases zvaigznei raksturīgo spektru šai zvaigznei jau 1893. gadā bija ieraudzījusi E. Kenona (A. J. Cannon) (1863—1941) zemas dispersijas spektru uzņēmumā, kas bija iegūts Hārvarda observatorijā. Šis atklājums toreiz gan palika nepamanīts.

Zvaigzni R Aqr kā ipatnēju objektu sāka novērot cītīgāk un 1922. gadā atklāja, ka tās spektrs ir kļuvis vēl sarežģītāks: bija parādījušas arī citas spožās līnijas, kādas ir raksturīgas karstajām O un B spektra klases zvaigznēm. ASV astronoms P. Merils (P. W. Merrill) (1887—1961), raksturojot R Aqr savdabību, uzsvēra, ka vienā zvaigžņveida objektā summejas trīs dažādi spektri: sarkanās M spektra klases zvaigznes — mirīdas — spektrs, gāzu miglāja spektrs un zilas karstas zvaigznes spektrs.

Pārsteidzošas izmaiņas gan zvaigznes R Aqr spektra, gan tās spožuma maiņu liknē notika 1928.—1934. gadā. Spektra zilā daļa ar karstai zvaigznei, domājams, mirīdas pavadonim, raksturīgajām līnijām kļuva ļoti spēcīga. Par galvenajām spektrā kļuva ūdeņraža un jonizētās dzelzs līnijas, bet miglājam raksturīgās līnijas izzuda. Vienlaikus samazinājās spožuma liknes amplitūda un spožums maksimuma fāzē. Pēc 1934. gada spožuma likne atkal pamazām normalizējās, tāpat kā spektra zilās daļas intensitāte. 1964.—1965. gadā, kad R Aqr atradās spožuma minimumā, spektrā no zilās zvaigznes

vairs nebija ne miņas, tomēr bija manāmas paliekas no 20.—30. gados novērotajām miglājām raksturīgajām līnijām.

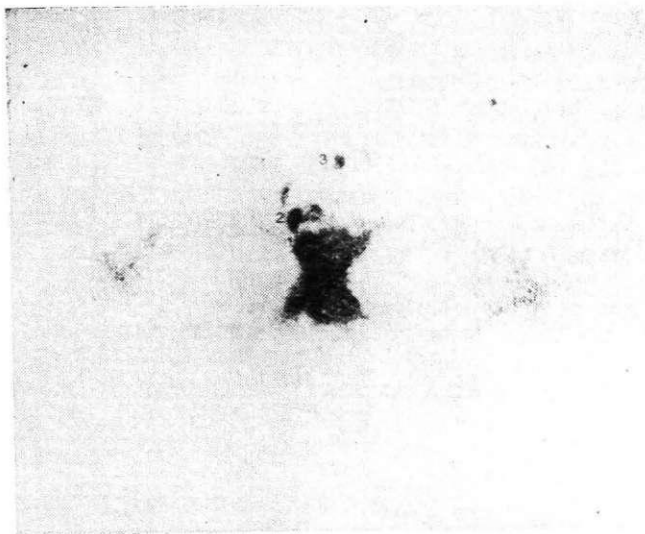
3. Dubultzvaigzne. Kad 20. gados zinātnieki atklāja R Aqr spektrā karstām zvaigznēm raksturīgo sastāvdaļu, gluži dabiski radās doma, ka jau zināmajai Miras tipa zvaigznei ir pavadoņi — karsta zvaigzne. Taču R Aqr dubultīgums bija vēl jāpierāda. Vienu tādu iespēju — konstatēt orbitālo kustību — mēģināja izmantot P. Merils, mērot zvaigznes spektrus, kas iegūti dažādā laikā. Kad hipotētiskā karstā pavadoņa radītā spektra daļa drīzumā bija izzudusi, viņš mērija vēl redzamās miglājām raksturīgās nebulārās līnijas. Radiālo ātrumu izmaiņas laika gaitā patiešām bija manāmas, un P. Merils izskaitloja periodu 26,7 gadi. Turpmākie novērojumi tomēr pietiekoši labi nesaskanēja ar šo rezultātu, un jautājums palika atklāts.

1981. gadā ASV pētnieku grupa atrada R Aqr spožuma maiņas liknē pazīmes, kas šķietami liecināja, ka dubultzvaigznes orbitālais periods ir 44 gadi. Viņi konstatēja, ka 1974.—1980. gadā zvaigznes spožums maksimumā ir bijis par diviem zvaigžņlielumiem vājāks nekā parasti. Līdzīgi bija noticis arī 1928.—1935. gadā. Pēc šo pētnieku domām, abos gadījumos sarkanās zvaigznes — mirīdas —

pavājināšanos radījis tās satumsums, karstā pavadoņa apvalkam to uz laiku aizklājot savstarpējās orbitālās kustības dēļ. Novērojumi liecina, ka arī infrasarkanais zvaigznes starijums 1975.—1977. gadā bijis pavājināts. Šis aptumsuma hipotēzes pareizību varētu pārbaudīt pēc 20—30 gadiem, kad vajadzētu notikt līdzīgam R Aqr satumsumam.

Arī citi netieši norādījumi (tie pieminēti turpmāk) liecina, ka R Aqr ir dubultzvaigzne, taču pilnīgas drošības vēl nav. Ja R Aqr patiešām ir dubultzvaigzne, tad saprotama tās simbiotiskā daba, proti, augsta ierosinājuma pakāpes aizliegto spektra līniju klātbūtne aukstas zvaigznes spektrā.

4. Miglājs ap zvaigzni. Ap R Aqr sistēmu nenoliedzami pastāv kompleksa emisijas miglājs. To pirmais ievēroja K. O. Lemplends (C. O. Lampland) 1921. gadā Lavela (Lowell) observatorijā (ASV) uzņemtajā zvaigznes apkārtnes fotogrāfijā. Miglāja ārējā daļa izskatās kā divi sakrustoti loki, kas veido lēcveida figūru. No krustojumu vietām lokiem ir bālāki pagarinājumi jeb «spārni». Ārējais miglājs izstiepts pa rektascensiju jeb austrumu-rietumu virzienā divu loka minūšu garumā, un tā centrā atrodas R Aqr (2. att.). Iekšējais miglājs vērsts ziemeļu-dienvidu virzienā un pēc formas atgādina smilšu pulksteni.



2. att. R Aqr miglājs pēc foto-uzņēmuma ultravioletajos staros, ko 1960. gadā ieguvis amerikāņu astronoms Dž. Herbig ar Lika observatorijas 3 m reflektoru. Attēlā redzams $2,5 \times 2'$ debess apgabals, kura laukums ir piecas reizes mazāks nekā R Aqr aplītis krāsu attēlā. Ar 1, 2, 3 apzīmēti spožie miglāja mezgli.

«Palomaras kalna observatorijas debess apskates» uzņēmumos R Aqr miglājs izceļas ļoti skaidri. Ja līdzīgs miglājs pastāvētu ap kādu citu ilgperioda maiņzvaigzni, tas šajos uzņēmumos arī būtu ļoti redzams. Dž. Herbig (Lika observatorija, ASV) 1965. gadā, pārlūkojot 350 spožāko ilgperioda maiņzvaigžņu attēlus, tomēr nevienai no tām miglāja pazīmes nav atradis. Nesekmīgi bija arī 1985. gadā veiktie līdzīga rakstura meklējumi ap 632 dienviņu puslodes miridām. Šie rezultāti apstiprina R Aqr vienreizīgumu.

1939. gadā E. Habls konstatēja, ka miglājs izplešas ar ātrumu 80—100 km s⁻¹. 1944. gadā V. Bāde pēc uzņēmumiem, kas bija iegūti ar 16 gadu starplaiku, izmērija miglāja leņķisko izplešanās ātrumu. Pieņemot, ka šis ātrums laika gaitā nav mainījies, V. Bāde izskaitlēja, ka miglājs no zvaigznes izmests pirms apmēram 600 gadiem un atrodas no mums ap 260 pc jeb 850 ly (gaismas gadi) tālu. Jaunākie pētījumi (1985. gadā) šos rezultātus nav noraidījuši.

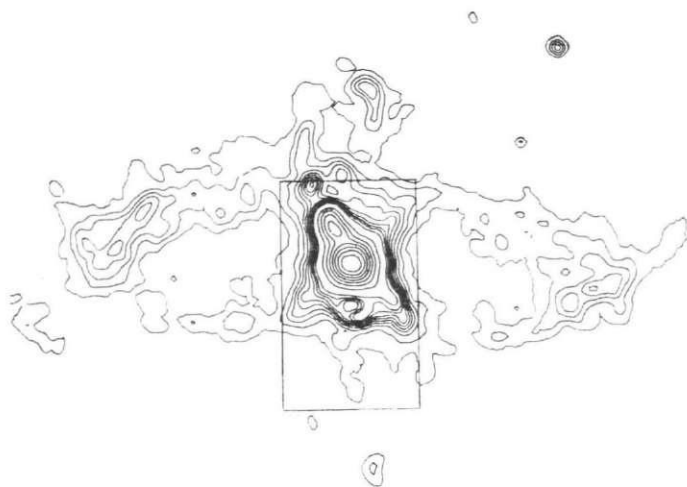
ASV pētnieki M. Kafatos un E. G. Michalicianos (Minas Kafatos; Andrew G. Michalicianos) 1982. gadā secināja, ka miglāja viela varētu būt izmesta no centrālās zvaigznes pirms 1100—550 gadiem eksplozijā, kas līdzīga novu uzliesmojumiem. Viņi atraduši arī, ka senajās hronikās ir reģistrēti gadījumi, kad nova parādījusies debess apgabalā

R Aqr apkārtne. Japāņu astronomiskajās hronikās šīs zvaigznes — «viešņas» — parādīšanās pieminēta laikā, kas atbilst 930. gada jūnijam—augustam pēc Gregora kalendāra.

5. Iekšējais miglājs. Tas sastāv no nelieliem, diezgan skaidri norobežotiem mākoņiem, kas atrodas ļoti tuvu kodolam vai pat no tā ir izmesti. So mazo mākoņu izskats mainās no gada gadā. Pēdējos 10 gados pētnieki interesējas galvenokārt par iekšējā miglāja uzbūvi un attīstību, lai noskaidrotu, kādi fizikālie mehānismi rada tur novērotās parādības.

Vēl viens svarīgs veidojums parādījies iekšējā miglāja vidū kaut kad starp 1970. un 1977. gadu. Pirmie to pamanīja amerikāņu zinātnieki Dž. Vollersteins un Dž. Grīnsteins (G. Wallerstein; J. L. Greenstein). Šī spožā detaļa it kā ir izplūdusi no miglāja kodola vai pašas zvaigznes, un to dēvē par smaili jeb strūklu. Procesī, kas saistīti ar šādu izstieptu, no centra izplūstošu veidojumu, sastopami gan zvaigžņu (piem., SS 433), gan galaktiku (M 82) pasaulē.

Fotouzņēmumā, kas iegūts 1960. gadā, tāpat pirms strūklas parādīšanās, redzamas trīs iekšējā miglāja spožākās detaļas — trīs mezgli jeb vielas koncentrācijas ziemeļu-ziemeļaustrumu virzienā no centra, kas 2. attēlā apzīmētas ar cipariem 1, 2 un 3. Turpat redzama pakavam līdzīga cilpa, kas sniedzas

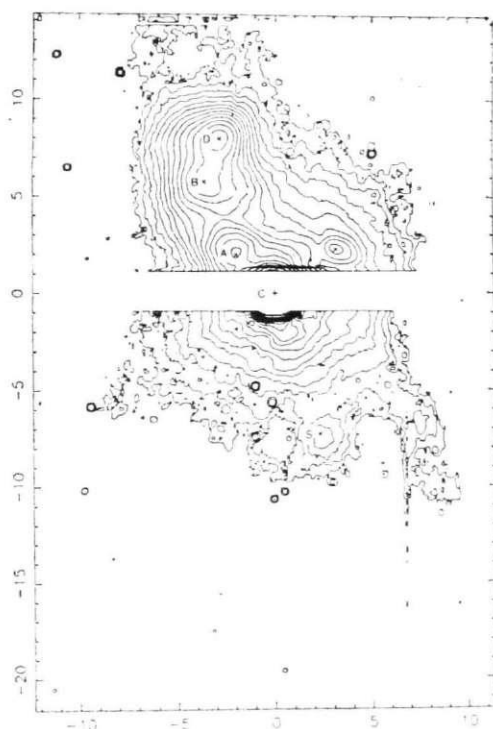


3. att. R Aqr miglājs sarkanajos staros vienāda spožuma kontūru kartes izskatā pēc uzņēmuma, ko Dž. Herbig ar minēto teleskopu ieguvis 1980. gadā. No miglāja centra, kur atrodas zvaigzne, uz augšu pa kreisi vērsta jaunradusies garena detaļa — smaile jeb strūkla. Ar taisnstūri apvilktā lauka daļa tuvāk apskatāma 4. attēlā.

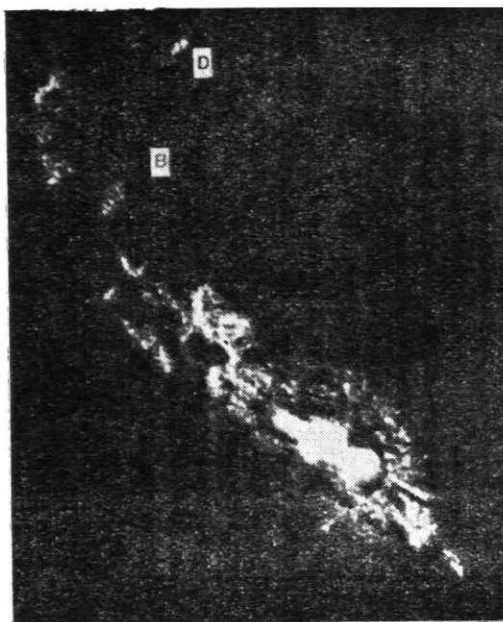
8" uz dienvidiem no centra un ar pakavu galiem vērsta uz to.

1980. gada uzņēmumā (3. att.) redzama no zvaigznes izplūdusi detaļa, kas vērsta ziemeļaustrumu virzienā un stiepjas 10" leņķiskajā attālumā (ap 2000 au, ja R Aqr ir 200 pc tālu) no zvaigznes. Šī smaile ir par vienu kārtu spožāka nekā citas miglāja detaļas. 2. attēlā redzamo 1. mezglu ir pārklājusi jaunradusies smaile. 1982. gadā R Aqr strūkļa — pēc formas un vērsuma līdzīga optiskajai — tika atklāta arī 6 cm radioviļņu diapazonā ar Nacionālās radioastronomijas observatorijas (ASV) radiointerferometru.

4. attēlā parādīta iekšējā miglāja vienāda



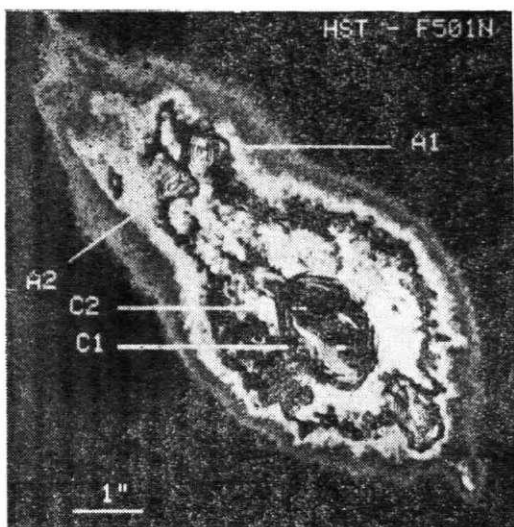
4. att. Iekšējais R Aqr miglājs sarkanajā ūdeņraža H_{α} līnijas gaismā uzņēmumā, kas 1986. gadā iegūts ar Eiropas Dienvidu observatorijas 2,2 m teleskopu un lādiņsaites matricu, lauks $23 \times 35''$. Tukšā josla ir maska, kas aizklāj pašas R Aqr zvaigznes gaismu. Atzīmētas strūkļas detaļas A, B, D un S.



5. att. R Aqr iekšējā miglāja serdes negatīvs attēls ($5,5 \times 11''$), kas 1990. gada 18. augustā iegūts ar Habla kosmiskā teleskopa vājo objektu kameru divkārt jonizēta skābekļa dzeltenajā gaismā ($\lambda = 5007 \text{ \AA}$). Spožākās detaļas C1 un C2 serdes centra (sk. 6. att.) ir pārgaismotas, uz augšu no tām redzama šķiedrainas struktūras strūkļa.

spožuma kontūru karte pēc uzņēmuma, kurš iegūts ar Eiropas Dienvidu observatorijas 2,2 m teleskopu un koronogrāfu, kas aizsedz zvaigznes gaismu. Strūkļas detaļa B ir parādījusies laikposmā starp 1970. un 1977. gadu un spoža kļuvusi 1977.—1980. gadā. No zvaigznes mazliet tālāk 1984.—1986. gadā parādījusies arī detaļa D. Pēc gada tā jau bija kļuvusi manāmi spožāka salīdzinājumā ar detaļu B.

6. Novērojumi ar Habla kosmisko teleskopu. Pavisam jaunu skatījumu uz R Aqr strūkļu devuši 1990. gada augustā ar Habla kosmisko teleskopu izdarītie novērojumi, jo tajos iegūtajiem attēliem ir daudz augstāka leņķiskā izšķirtspēja, labāka par $0,1''$. Miglāja kodola spožākajā daļā gaismas uztvērējs guvis piesātinājumu, tāpēc negatīvā attēla (5. att.) apakšējā daļā inversijas dēļ ir balts



6. att. Iekšējā miglāja centrālās $7,7 \times 7,7''$ daļas struktūra pēc 5. attēla parādītā uzņēmuma. Savietotās kontūras rāda 6 cm radioviļņu starojuma sadalījumu šai apgabalā; atzīmētas atsevišķas detaļas.

garens laukums. Tas sastāv no diviem mezgliem, kas 6. attēlā apzīmēti ar C1 un C2. Starp šiem mezgliem ir it kā tilts. Domājams, ka mezgls C1 sakrīt ar R Aqr zvaigzni.

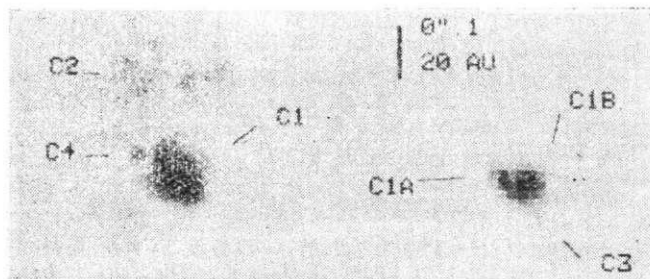
5. attēlā no pārapgaismotā augšējā mezgla izplūst nepārtraukts pavediens, kas $3,6''$ no zvaigznes saduras ar tumšu (negatīvā — gaišu) objektu (6. attēlā A2), sašķeļas divās daļās, apejot šo šķērslī, un turpinās uz augšu, līdz sairst atsevišķos saišķos un mezglos un noliecas ziemeļu virzienā. Šis spožākās detaļas aptver blāvāks difūzs miglājs $3-4''$

platumā, kas atgādina skursteņa dūmus. Arī no kodola uz leju DR virzienā ir manāma pretēja strūkļa. 5. attēlā augšā redzamo mezglu un saišķu vieta atbilst detaļām B un D, kas atzīmētas 4. attēlā.

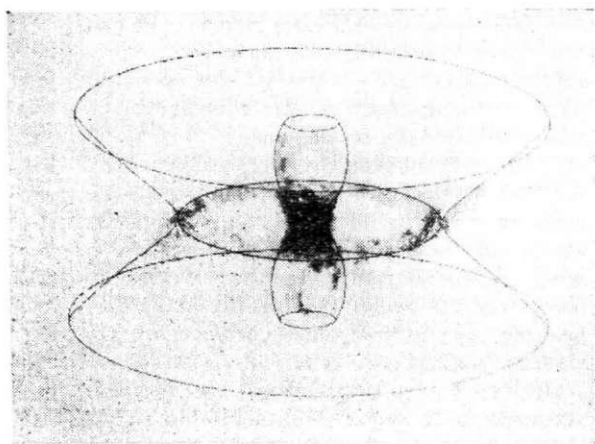
Interesanti, ka detaļas D vieta savukārt sakrīt ar 1. mezglu miglāja 1960. gada uzņēmumā (sk. 2. att.). Var domāt, ka šī ir viena un tā pati miglāja detaļa, kas pastāvējusi vismaz kopš 1960. gada, bet 30 gadu laikā kļuvusi daudz spožāka par citām detaļām, piem., par 2. un 3. mezglu 2. attēlā. Acimredzot starojošā viela ir atradusies tagadējā vietā jau ilgāku laiku, bet spožuma izmaiņas izraisījis kāds apstākļis, kas dažādi ietekmējis dažādas miglāja detaļas. Tas saskan ar hipotēzi, ka R Aqr strūkļu rada jonizācija, kas izplatās virzienā prom no zvaigznes.

Visaugstāko izšķirtspēju, pētot R Aqr miglāja kodolu, līdz šim sasnieguši D. Burgarella un F. Paresē (D. Burgarella; F. Paresce), izmantojot attēlu tālajā ultravioletajā starojumā ($\lambda = 1230 \text{ \AA}$), kas 1990. gada 23. augustā iegūts ar Habla kosmiskā teleskopa vājo objektu kameru. Šajā viļņu garumā kodols nav pārgaismots. Lietojot īpašu attēla restaurācijas metodi, pētniekiem ir izdevies konstatēt detaļu C1 un C2 vēl sīkāku struktūru (7. att.).

C2, izrādās, sastāv no mezgliem, kuru izvietojums vērsts ziemeļrietumu-dienvidaustrumu virzienā, t. i., perpendikulāri strūklai. C1 uzbūvē pētnieki arī saskata vairākus mezglus: viens no tiem — C4 — atrodas uz austrumiem no C1 centra. Paša C1 uzbūve parādīta 7. attēlā pa labi: tur izceltas trīs detaļas — C1A, C1B un C3. Ar C3 apzīmētā detaļa, izrādās,



7. att. R Aqr miglāja centrālā daļa tālajā ultravioletajā gaismā ($\lambda = 1230 \text{ \AA}$) pēc attēla, kas 1990. gada 23. augustā iegūts ar Habla kosmisko teleskopu. Pa kreisi $1 \times 1''$ jeb 200×200 au laukā parādīta detaļas C uzbūve, pa labi — $0,1 \times 0,1''$ jeb 20×20 au laukā detaļas C1 uzbūve.



8. att. R Aqr ārējā un iekšējā miglāja uzbūves shēma, kas savietota ar miglāja sarkano fotogrāfiju.

jau agrāk ir bijusi atrasta ūdeņraža līnijas sarkanajā gaismā, bet ar C4 apzīmētā — radioviļņu diapazonā. Tas liecina, ka šīs detaļas patiešām ir reālas. Detaļas C1A un C1B agrāk nav atšķirtas.

Papildinot savu novērojumu rezultātus gan ar agrākiem R Aqr zvaigznes koordinātu mērījumiem, gan ar tās apvalka silīcija oksīda māzera starojuma mērījumiem, D. Burgarella un F. Pareše min šādu skaidrojumu novērotajai C1 struktūrai. Detaļa C3 sakrīt ar Miras tipa maiņzvaigzni, C1A vai C1B varētu būt karstais pavadoņs vai tā gāzu apvalks. Paliek nenoskaidrots, kas ir C4. Detaļas C2 forma atgādina Herbiga—Hāro objektus, kādi rodas, ja no zvaigznes izplūstošā gāzes strūkļa saduras ar kādreiz no zvaigznes atdalīta apvalka vielu. Šis skaidrojums ir provizorisks un prasa papildu novērojumus.

7. Kas ir Odensvira R? Izmantojot augstas leņķiskās un spektrālās izšķirtspējas spektroskopiskos R Aqr miglāja novērojumus, vācu zinātnieki J. Zolfs un H. Ulrihs (J. Solf, H. Ulrich) jau 1985. gadā izpētīja gāzes kustības ātrumu un izstrādāja miglāja modeli. Viņi secināja, ka pastāv divi krasi atšķirti miglāji: ārējais un iekšējais (8. att.). Abiem miglājiem ir vienāda geometriskā forma — čaula jeb apvalks, kas atgādina smilšu pulksteni. Abu apvalku āsis telpā vērstas vienādi. Katrs apvalks radies kādā atsevišķā ga-

ījumā, kad viela izmesta no miglāja centra. Vielas izplīšanās ātrums ir atkarīgs no platuma leņķa: vislielākais — polārajās apgabalos, vismazākais (6—8 reizes mazāks) — ekvatora joslā. Ārējā miglāja apakšējais loks virzās uz mums, bet augšējais — projām no mums, un ekvatoriālais izplešanās ātrums ir 55 km/s.

Miglāja apvalka virsmas spožums strauji samazinās, pieaugot platuma leņķim, tātad visaugstākais blīvums ir ekvatora zonā. Ārējā čaulā blīvums ir 10—20 reizes mazāks nekā iekšējā. Mazā blīvuma dēļ ārējais apvalks nav redzams, izņemot ekvatora joslu, tāpēc smilšu pulksteņa forma ir galos nošķelta. Laikposms starp abiem uzliesmojumiem, kuri radījuši minētos apvalkus, visticamāk, ir ap 450 gadu ilgs; pēdējais uzliesmojums noticis pirms 180 gadiem.

Sie spektroskopiskie novērojumi apstiprina arī hipotēzi par R Aqr zvaigznes dubultīgu un apliecina, ka tās orbitālais ātrums ir vismaz 7 km s^{-1} , tātad aprīņošanas periods ir vismaz pārdesmit gadus ilgs un komponentu savstarpējais attālums vismaz 10 au. Autori piebilst, ka R Aqr apvalku uzbūve ļoti atgādina citu, novām līdzīgu eksploziju nesen pārcietušu simbiotisku zvaigzņu, piem., HM Sge, apvalku uzbūvi.

Vienotu priekšstatu par to, kas ir R Aqr, 1992. gadā publicētā rakstā centušies izveidot jau minētie zinātnieki D. Burgarella un F. Pa-

reše (ASV), kā arī M. Fogels (Sveice). Pamatojoties uz visiem līdz tam zināmajiem novērojumu datiem plašā viļņu garuma diapazonā — no rentģenstariem līdz radioviļņiem —, viņi izdarījuši šādu secinājumu.

R Aqr ir dubultzvaigzne, kas sastāv no Miras tipa mainzvaigznes un zempundurim vai ballajam pundurim līdzīgas karstas zvaigznes, kuras temperatūra ir ap 40 000 K, starжда ap 10 Saules starждаu, rādiuss vienāds vai lielāks par 0,1 Saules rādiusu. Strūklas detaļas spīd karstas zvaigznes starojuma un no tās izmestās gāzes triecienu jonizācijas dēļ.

Strūkla jeb smaile radusies no karstās zvaigznes veļa, kas ar lielu ātrumu un masu izplūst no tās uz visām pusēm. Apkārtējā telpā šis vējš izlaužas vieglākās pretestības virzienā, t. i., polu virzienā vai magnētiskā lauka līniju virzienā.

Visjaunākie, 1991.—1993. gadā ar Habla kosmisko teleskopu izdarītie R Aqr novērojumi rāda, ka ultravioletajā gaismā strūklas sākums konstatējams ne tālāk kā 15 au no pašas R Aqr mirīdas (atcerēsimies, ka Saules sistēmas septītā planēta Urāns ir 19 au attālumā no Saules). Tas tieši apliecina, ka strūkla rodas varbūtējās dubultzvaigznes orbītas robežās. Izrādījies arī, ka strūklas detaļas, kas nav tālāk par 100 au no mirīdas, mainās tāpat kā šī zvaigzne. Līdz ar to var secināt, ka viela, kas izplūst no Miras tipa zvaigznes, jeb zvaigznes vējš ietekmē miglāja iekšējās detaļas strūklas īpašības.

Jācer, ka sekmīgi izlabotais Habla kosmiskais teleskops palīdzēs iegūt vēl skaidrāku ainu par to, kas tad īstenībā ir Odensvīra R spīdekļis.

A. Alksnis, Z. Alksne

PĀRNOVA MAINA SAVU TIPU

Pārnovu gadskārtējās «ražas» palielināšanās pēdējā gadu desmitā liecina, ka astronomu interese par šiem objektiem arvien pieaug. Pārnovas pašas par sevi ir interesantas kā grandiozas eksplozijas, kas masīvajās zvaigznēs iezīmē šo debess spīdekļu aktīvā, termokodolreakcijās balstītā mūža beigas un neitronu zvaigznes vai melnā cauruma dzimšanu, bet pārnovas sprādziens baltajā pundurī liecina par zvaigznes pilnīgu bojāeju, tās vietai sprādzienā izkaisoties kosmiskajā telpā. Šis eksplozijas būtiski ietekmē arī apkārtējo starpzvaigzņu vidi un visu galaktikas attīstību kopumā. Starpzvaigzņu vidē tās ieplūdinā lielus enerģijas daudzumus, gan šo vidi jonizējot un ierosinot ar elektromagnētisko starojumu, gan strauji paātrinot tās kustību ar sprādzienā radītajiem triecienviļņiem un sadursmē ar zvaigznes nomesto apvalku. Tādējādi pārnovas varam saukt par galaktiku centrifugāni, kas nepārtraukti maīsa un papildina ar enerģiju galaktiku vidi.

Pārnovas bagātina starpzvaigzņu vidi ar ķīmiskajiem elementiem, kas smagāki par

ūdeņradi un hēliju. Eksplozējošā zvaigzne ir vienīgā vieta kosmosā, kur var sintezēties par dzelzi smagākie elementi. Arī visi uz Zemes iegūstamie dārgmetāli — zelts, sudrabs, platīns u. c. — nāk no pārnovām. Tās virza galaktiku ķīmisko evolūciju, pastāvīgi paaugstinot vides metālsaturu un nodrošinot metāliem aizvien bagātākas jauno zvaigzņu paaudzēs. Pārnovām, kuras veicina jaunu zvaigzņu dzimšanu galaktikā, piekrit it kā vecmāšu loma. Sprādzieni dod sākotnējo impulsu, kurš nodrošina gāzes un putekļu sablīvēšanos tiktāl, ka to mākoņos tālākais kolapss un noformēšanās zvaigznēs noris jau pašu mākoņu gravitācijas ietekmē. Novērojumi rāda, ka galaktikas, kurās eksplodē daudz pārnovu, ir ārkārtīgi bagātas ar jaunām, spožām zvaigznēm; astronomi tās dēvē par zvaigzņu uzliesmojumu radītām galaktikām (starburst galaxies).

Daži speciālisti uzskata, ka arī dzīvības rašanās procesu uz Zemes ierosinājis starojums no kādas Saulei ļoti tuvas pārnovas sprādziena.

Pārnovas zinātniekiem palīdz pētīt kosmosu, tās ir kā pašas dabas radītas laboratorijas matērijas novērošanai ekstremālos — milzīgas temperatūras un blīvuma — apstākļos. Tāpat kosmosa pētījumos pārnovām piekrīt kosmisko bāku nozīme, jo sava lielā spožuma dēļ tās redzamas tālāk par visām citām zvaigznēm. Vadoties pēc pārnovu spožuma likņu un spektru īpatnībām, izšķir pārnovu klases, kurām maksimumā ir noteikts, konstants absolūtais lielums; šis apstāklis ļauj mērit attālumus līdz samērā tālām galaktikām. Pārnovu kā «standartsvecu» nozīme kosmisko attālumu skalas konstruēšanā arvien pieaug. Tās ir ķēdes pedējais posms, kas saista lokālos attāluma indikatorus (zilos un sarkanos pārmilzus, cefeidas u. c.) ar tālajām galaktikām, līdz kurām attālumu jau var noteikt pēc spektrāllīniju sarkanās nobīdes.

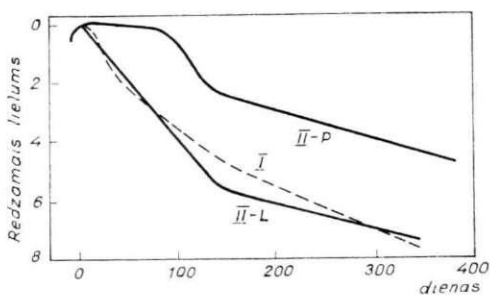
Tādēļ pārnovas tagad meklē un intensīvi novēro visā elektromagnētisko viļņu diapazonā — no radioviļņiem un intrasarkanajiem stariem līdz rentgena un gamma stariem, šai nolūkā izmantojot ārpusatmosfēras kosmiskās laboratorijas un teleskopus. Papildus elektromagnētiskajam starojumam pārnovu novērojumos sāk izmantot arī citus informācijas nesējus. Tā no 1987. gada pārnovas Lielajā Magelāna Mākonī izdevās uztvert neitrīno starojuma impulsu. Pašlaik pārnovas uzmana arī gravitācijas viļņu uztvērēji.

Ipašu interesi izraisa vizuāli spožās pārnovas, kas uzliesmo tuvajās galaktikās, jo tur parādības norisei iespējams izsekot ļoti detalizēti un ilgstoši, izmantojot visu mūsdienu astronomijas tehnisko arsenālu. Tādēļ šādi uzliesmojumi astronomiem vienmēr ir liels un gaidīts notikums. Visrezultatīvākie, protams, būtu spožu pārnovu novērojumi mūsu pašu Galaktikā, taču diemžēl kopš Keplera laikiem (konkrēti, kopš 1604. gada) neviens šāda zvaigzne — viesņa (kā tās dēvēja senās Ķīnas astronomi) nav parādījusies. To zināmā mērā kompensē jau minētais 1987. gada uzliesmojums Lielajā Magelāna Mākonī — mūsu kaimiņgalaktikā. Taču šī galaktika novietojuma ziņā ir tipisks dienvīdu puslodes objekts, kamēr lielākais vairums optisko un radio teleskopu koncentrēts ziemeļu puslodē.

Tādēļ saprotams, cik lielu interesi 1993. gadā izraisīja samērā spožas pārnovas uzliesmojums tuvajā milzu spirālgalaktikā M 81. (Tā šo galaktiku nosaucis 18. gadsimta franču astronoms S. Mesjē paša sastādītajā pirmajā spožo nezvaigžņveida objektu katalogā.) M 81 ir otrā spožākā ziemeļu puslodes pārnova mūsu gadsimtā. Par to spožāka, šķiet, bijusi tikai 1937. gada pārnova galaktikā IC 4182 Medību Suņu zvaigznājā. Taču noteikti to apgalvot nevar, jo šī pārnova atrasta tikai pēc maksimuma un tādēļ maksimālā spožuma vērtība iegūta, spožuma likni ekstrapolējot laikā atpakaļ.

M 81 parocīgā atrašanās vieta Lielā Lāča zvaigznājā (deklinācija +69°) ļauj to novērot no ziemeļu puslodes visu gadu, un tāpēc līdzās 1987. gada pārnovai tā ir visdetalizētāk izpētītā pārnova. Vairākas astronomu grupas jau publicējušas ziņojumus par savu pētījumu rezultātiem, un ar interesantākajiem no tiem gribētos iepazīstināt arī lasītāju.

Pārnovu pirmais pamanīja 28. marta vakarā spaņu astronomijas amatieris F. Garsija-Diass, kurš ar savu 25 cm teleskopu sistēmātiski meklē pārnovas. Tobrīd tā spīdēja kā 12^m objekts apmēram 3' dienvīdrietumos no galaktikas centra (sk. krāsu lielumu). Vēlāk gan izrādījās, ka 14,5 stundas pirms spaņu amatiera šo pašu galaktiku ar lādīnsaites matricu (CCD) bija uzņēmis A. Nilijs Nūmeksikas štata Silversitijā (ASV), taču netika jau no zvaigzni ievērojis, kaut arī tā uz plātes bija redzama kā 13,5 lieluma objekts. Kādā citā vēl 9 stundas agrāk izdarītā uzņēmumā līdz 16^m (plātes robežlielumam) pārnova nebija fiksēta. Tas nozīmē, ka tā atrodas vēl pirmmaksimuma stadijā, kurā notvert kādu pārnovu izdodas gaužām reti. Spožuma lineāra ekstrapolācija laikā atpakaļ parādīja, ka pārnovas uzliesmojums sācies apmēram 1,5 dienas pirms tās atklāšanas. Pirmos spektra uzņēmumus gan izdevās iegūt tikai diennakti pēc pārnovas atklāšanas. Tie liecināja, ka šī pārnova, tāpat kā spožā 1987. gada pārnova, pēc pastāvošajiem kritērijiem pieskaitāma pie II tipa. Pārnovu dalīšanu divos galvenajos tipos pēc to spektru īpatnībām pirmais ieviesa amerikāņu astronoms R. Minkovskis 40.



1. att. Shematiski dažādu tipu pārnovu spožuma paraugi. Tipi raksturoti tekstā.

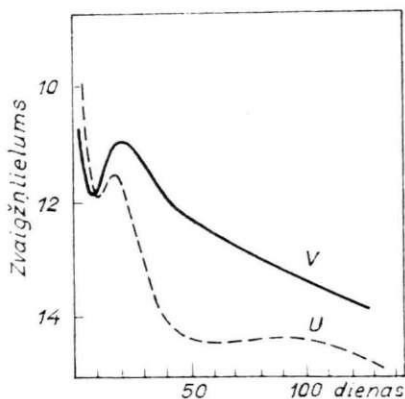
gadu sākumā. Pamatatšķirība ir tā, ka II tipa spektros redzamas ūdeņraža līnijas, kamēr I tipam to vietā ir hēlija un smagāko elementu (Si, O, C, Ca, Mg) emisijas līnijas. Arī spožuma liknēs ir vērojamas atšķirības. I tipam raksturīgas samērā vienvēidīgas liknes ar šauru (vairākas dienas ilgu) maksimumu. II tipa spožuma liknēm maksimums ir plataks, un tās iedala divos apakštipos — lineārajā (II-L) un platajā (II-P) (1. att.).

Tomēr novērojamās pārnovu spožuma un spektrālās īpatnības ir krietni daudzveidīgākas, nekā to paredz šis primitīvais iedalījums. Palielinoties detalizēti novēroto pārnovu klāstam, arvien vairāk iezīmējas to individualitātes dažādība un nepieciešamība pēc sīkāka iedalījuma, kurā būtu ievērots vairāk pazīmju. Mūsdienās I tipu jau iedala 3 apakštipos: a, b, c.

Arī 1993. gada pārņova izcēlās ar vairākām īpatnībām. Sākumā tā uzrādīja II tipam raksturīgo spektru ar ūdeņraža Balmera sērijas platām emisijas līnijām, kuru profils un izvietojums rādīja, ka pārnovas apvalks izplešas ar apmēram 20 000 km/s lielu ātrumu. Taču 50–60 dienas pēc uzliesmojuma ūdeņraža līnijas izzuda un spektrs kļuva līdzīgs I b tipa spektram, kurā dominē hēlija līnijas. Tāpat spožuma likne šai pārņovai izrādījās unikāla. Savu maksimālo spožumu ($10^{m,7}$ V staros) pārņova sasniedza 30. martā — 3,4 dienas pēc uzliesmojuma sākuma. Turpmāko 5 dienu laikā tas nokritās par $1^{m,1}$, bet tad atkal sāka palielināties un vēl pēc 12 dienām ne jauna sasniedza savu maksimālo vērtību:

$10^{m,8}$. Tam sekoja I tipam raksturīgais spožuma kritums, ko veidoja divi dažāda slīpuma nogriežņi. Spožuma liknes beidzamajā, lēzenajā daļā pārnovas spožums samazinājās vairākus mēnešus ar pastāvīgu vērtību: $0^{m,02}$ diennaktī.

2. attēlā parādīta pārnovas spožuma likne pirmajās 125 dienās, kuru kopīgiem spēkiem ieguvusi liela astronomu grupa (35 autori) ar 1 un 2,5 m Griničas observatorijas teleskopiem, kas atrodas Laspalmasā Kanāriju salās. Spožuma mērījumi uzsākti tikai maksimuma momentā, tādēļ liknē iztrūkst augšupejošā daļa, taču ir ļoti skaidri izteikta maksimuma dubultība, kas vērojama visā spektra diapazonā no ultravioletajiem līdz infrasarkanajiem stariem. Šāda spožuma likne ar dubultmaksimumu līdz šim nebija konstatēta nevienai pārņovai. Taču tādēļ vien tā vēl nav uzskatāma par izņēmumu, jo pārnovas parasti atrod novēloti, tādēļ iespējams, ka pirmais maksimums tām paliek nepamanīts. Turklāt šie divi maksimumi ir vienkārši izskaidrojami. Pirmo maksimumu rada eksplozijas triecienviļņa iznākšana zvaigznes virspusē un tā izraisītā fotosfēras sakaršana un izplešanās. Otro — sprādzienā sintezējušos radioaktīvo izotopu, pirmām kārtām ^{56}Ni un ^{56}Co , uzvārdīšana un šo izotopu kodolu sabrukšanā iz-



2. att. 1993. gada pārnovas spožuma liknes galaktikā M 81. Norādīts dienu skaits pēc uzliesmojuma sākuma.

mesto γ kvantu transformēšanās redzamajā starojumā. Spožuma liknes tālākā daļa, kurā pārņomas zvaigžņu lielums lineāri pavājinās, tiek skaidrota ar minēto izotopu pakāpenisku sabrukšanu.

Nemot vērā, ka pārņomas dzimtā galaktika atrodas 3,5 Mpc attālumā no spožuma liknēm, kas iegūtas dažādos staros, var noteikt, ka pārņomas spožums maksimumā sasniedzis 10^{43} ergi/s jeb bolometrisko lielumu $M_{bol} = -18^m,5$. Tas ir lielums, kas raksturīgs II tipa pārņovām un reizes piecas mazāks par I tipa maksimālo spožumu. Spožums otrajā maksimumā ir ap 3,3 reizēm mazāks nekā pirmajā, lai gan vizuālajos V staros spožumi ir gandrīz vienādi. Tam par cēloni ir apstākļi, ka pirmā maksimuma laikā zvaigzne ir daudz karstāka — fotosfēras temperatūra ir ap 16,5 tūkst. grādu salīdzinājumā ar 8200 K otrajā maksimumā — un tādēļ intensīvāk staro spektra ultravioletajā daļā. Savukārt zvaigznes fotosfēras rādiuss turpina palielināties visas pirmās 35 dienas, pieaugot no 4 miljardiem km pirmā maksimuma laikā līdz apmēram 15,5 miljardiem km. Tas, protams, nenozīmē, ka zvaigzne pēc tam sāk sarukt, — no mestā apvalka ārējā daļa izplešoties gluži vienkārši ir atdzisusi, tādēļ slānis, no kura pārsvarā nāk starojums, jeb fotosfēra pārvietojas uz iekšieni.

Šī pārņova tagad ir novērota visā elektromagnētiskā starojuma viļņu diapazonā. Novērojumiem īpaši labvēlīga situācija izveidojās rentgenstaros, kur, it kā notikumu paredzot, 6 nedēļas pirms sprādziena tika palaista ļoti modernā rentgenstaru observatorija ASCA (Advanced Satellite for Cosmology and Astrophysics) — ASV un Japānas kopražo-

jums. Pārraidītajos uzņēmumos pārņova redzama kā spožs rentgenavots, kurš savā spožumā konkurē ar galaktikas kodolu.

Precīzi pārņomas koordinātu mērījumi — īpaši precīzi tos bija iespējams veikt radiodiapazonā ar globālajiem radiointerferometriem, iegūstot pārsimt reižu precīzāku rezultātu nekā optiskajos novērojumos — deva iespēju arī agrāk iegūtajos galaktikas uzņēmumos identificēt pārņomas priekšteci. Izmērot zvaigznes spožumu platēs, kas uzņemtas dažādos staros, tika konstatēts, ka tās priekštecis ir K spektra klases pārmilzis. Tā sākotnējo masu leš ap $15 M_{\odot}$, taču, kā liecina pārņomas radio un rentgena novērojumi, pirms eksplozijas ap zvaigzni ir bijis plašs, visai blīvs gāzes mākonis, kas izveidojies, tai ļoti intensīvi zaudējot lielāko daļu no sākotnējās masas vai nu ļoti spēcīga zvaigžņu vēja, vai, ticamāk, tuva pavadoņa dēļ. Uz to, ka zvaigzne pirms uzliesmojuma ir zaudējusi gandrīz visu savu udeņraža apvalku, norāda arī pārņomas tipa maiņa no II uz I. Pirmajās pēceksplodijas dienās, kamēr starojums nāk no ārēja apvalka, spektrā redzamas udeņraža līnijas. Taču plānais apvalks drīz izklist, udeņradis no spektra pazud un taja dominē dziļāko slāņu starojums, kam raksturīgas hēlija un smagāko elementu līnijas.

Tā, domājams, ir izskaidrojama neparastā tipa maiņa. Šis skaidrojums liecina, ka šāda tipa maiņa var atgadīties biežāk. Tādējādi 1993. gada pārņomas novērojumi norāda, ka līdzšinējai pārņovu klasifikācijai piemīt trūkumi, un mūsdienu detalizētie novērojumi liek to pārskatīt.

U. Dzērvītis

KO AR HABLA TELESKOPU VAR SASKATĪT ANDROMEDAS MIGLĀJA KODOLĀ?

Milzu galaktiku fotouzņēmumos kontrastaini, ar spēcīgu spožuma kāpumu kā blīvs zvaigžņu mākonis izceļas to centrālais apgabals, kura attēli saplūst kopā. No šī sablīvējuma izvijas spirāļu zari un aktīvās galaktikās bieži vien arī izšaujas strūkļas un izvirdumi, kas atsevišķos gadījumos stiepjas pat megaparsekiem tālu. Lielo galaktiku centrs allaž ir spēcīgs rentgenstaru un netermiskā radiostarojuma avots. Islaicīgas ekspozīcijas parāda, ka šā sablīvējuma vidū atrodas vēl spožāks punktveidīgs, tikai dažus parsekus liels gaismas avots — galaktikas kodols. Šis aktīvais veidojums šķiet pārpilns ar enerģiju, kas lielā mērā uztur aktīvos procesus visā galaktikā. Kodoli izraisa lielu interesi pētniekos, jo pastāv pamatoti apsvērumi par labu uzskatam, ka to galvenā sastāvdaļa ir melnais caurums. Tādēļ ļoti vēlama būtu detalizēta iepazīšanās ar kodola struktūru, lai izprastu noslēpumainos fizikālos procesus, kuri norisinās melnā cauruma apkārtnē, un noskaidrotu mehānismu, kas kodola iekšienē tik efektīvi ražo enerģiju.

Vispiemērotāk, šķiet, būtu pētīt mūsu pašu Galaktikas kodolu. Taču Saule diemžēl atrodas praktiski Galaktikas diska plaknē (tikai 8 pc virs diska centrālās plaknes), tādēļ skatu uz kodolu aizsedz bieži jo bieži putekļu mākoņi. Centrālajā apvidū kaut ko var saskatīt tikai infrasarkanajos staros un radioviļņos, taču skaidri izšķirt kodolu un konstatēt tā struktūru neizdodas. Izklidētajā starojumā kontūras izplūst, un mēs raugāmie kodolā kā caur miglu.

Tādēļ, detalizētāk mēģinot iepazīties ar galaktikas kodoliem, iznāk vērsties pie tuvākajām galaktikām. Vistuvākie mūsu kaimiņi —

abi Magelāna Mākoņi — pieder pie neregulārajām galaktikām, kurām nav ne spirālstruktūras, ne arī izteikta centrālā gāzes un zvaigžņu sablīvējuma. Liekas, tādēļ nav arī kodola, jo nav vietas, kur tas varētu slēpties. Toties nākamā tuvākā ir milzu spirālgalaktika, kuru pazīstam kā Andromedas miglāju (sk. vāku 4. lpp.). Šis objekts pie debess saskatāms pat ar neapbruņotu aci un šķiet ļoti piemērots, lai ielūkotos tā centra dzīlēs. Zinātniskajā literatūrā Andromedas miglāju parasti apzīmē kā M 31 pēc 18. gadsimta franču astronoma Š. Mesjē sastādītā spožo galaktiku, miglāju un zvaigžņu kopu kataloga numerācijas.

Pēdējā laikā pētījumos neapšaubāmi noskaidrots, ka M 31 ir prāvāka par mūsu Galaktiku. Lai arī pēc kādiem objektiem salīdzinātu abu galaktiku kontūras — pēc spožajām zvaigznēm, jonizētā ūdeņraža mākoņiem, zvaigžņu kopām vai citiem —, M 31 ir par 40% lielāka. Summārajā optiskajā starojumā tās diametrs sasniedz ap 50 kpc. M 31 attāluma novērtējumi ar ļoti dažādām metodēm ir izdarīti daudzkārt, un rezultātam ir izteikta tendence pieaugt. Gadsimta sākumā astronomi bija pārliecināti, ka M 31 atrodas tepat mūsu zvaigžņu sistēmā, toties gadsimta otrajā pusē atkarībā no objektiem, pēc kuriem nosaka attālumu (cefeīdas, zvaigžņu kopas, agrās zvaigznes, novas u. c.), šo attālumu vērtē robežās no 620 līdz 700 kpc. Rokasgrāmatās kā standartvērtība parasti minēts slavenā astronoma V. Bādes 60. gadu sākumā iegūtais attāluma novērtējums: 690 kpc. Taču pēdējo gadu pētījumos arvien biežāk parādās lielāka vertība: 720—750 kpc. Bādes atrastais lielums ir ērts tai ziņā, ka tas dod vienkāršu skaitlisko at-

tiecību starp lineāro un leņķisko izmēru šai galaktikā, proti, $1'$ atbilst 200 pc.

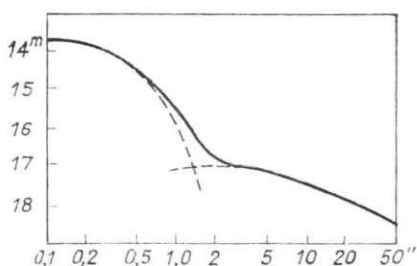
Tomēr, lai gan M 31 pēc kosmiskajiem mērogiem atrodas visai tuvu Zemei, daba ir likusi nepatīkamu šķērslī tās pētīšanai (un andromediešu astronomiem, jādama, tādā pašā veidā apgrūtinājusi mūsu Galaktikas izpēti), novietojot to gandrīz perpendikulāri Galaktikai, — leņķis starp skata virzienu un M 31 diska plakni ir tikai $12^{\circ},5$. Šis nelielais slīpums stipri traucē spirāļu zaru struktūras izsekošanu visas galaktikas mērogā. Ir pat domstarpības par to, cik īsti spirāļu zari iziet no centrālā sablīvējuma. Pēc klasiskā modeļa, tādu ir divi, tie izspraucas no sablīvējuma pretējām pusēm, un katrs veic divus pilnus apvījumus, kas kopumā tad arī veido redzamo M 31 spirālstruktūru. Zari vijas pulksteņrādītāja virzienā, kurš, kā liecina radiālā ātruma mērījumi dažādās galaktikas vietās, ir pretējs tās rotācijas virzienam, t. i., diskam griežoties, zaru gali velkas nopaļ. Taču 70. gadu otrajā pusē latviešu izcelsmes astronoms A. Kalnājs, kurš dzīvo Austrālijā, strikti iestājās, ka Andromedas spirālei esot tikai viens zars un tā višanās virziens — klasiskajam modelim pretējs; tātd, galaktikai rotējot, zara gals iet pa priekšu. Tādu modeli A. Kalnājs ieguvis teorētiskajos aprēķinos par spirālstruktūras veidošanos galaktikās, un viņa ieskatam ir savs atbalstītāju pulks. Ir arī pētnieki, kuri redz, ka no centra iznāk vairāk par diviem zariem. Šī uzskatu dažādība liecina, ka abu kaimiņgalaktiku — mūsu un M 31 — neērtā savstarpējā izvietošana dēļ novērojams spirālstruktūras interpretācija ir visai sarežģīta. Ir skaidrs, ka spirāļu vijums nav ideāls — starp zariem redzami pārrāvumi un starpsavienojumi, galaktikas disks ir stipri izlocīts, apakšējās ārmas struktūru kroplu tuvais satelīts — pundurgalaktika M 32.

Par spirāļu zariem, kurus ar lielajiem teleskopiem viegli sadalīt zvaigznēs, ir zināms, ka to starojumu nosaka jaunās, karstās lielas masas zvaigznes un jonizētā ūdeņraža gāzes mākoņi, toties par centra, it īpaši kodola, zvaigžņu sastāvu viedokļi ir dažādi. Necenšoties sīkāk izsekot uzskatu svārstībām un pret-runām, uzsvērsim tikai to: pēdējā laikā pama-

zām izkristalizējas pārliecība, ka kodola apkārtnes zvaigznes ir metāliei krietni bagātākas nekā spirāļu zaru populācija un arī vecākas — vidēji ap 8 miljardiem gadu. Taču par to, kas dominē kodola redzamajā starojumā — sarkanās milzu zvaigznes vai galvenās secības punduri —, zinātnieki vēl strīdas.

Nozīmīgs ieguldījums kodola un tā apkārtnes struktūras pētījumos, it īpaši tā masas novērtēšanā, ir radiālā ātruma mērījumi, ko pēc Lalemāna elektronu kameras izgudrošanas 60. gadu sākumā uzsāka franču un amerikāņu astronomi. Šie pētījumi parādīja, ka līdz $1'',55$ (ap 5,2 pc) attālumam no kodola centra tā rotācijas ātrums līdz ar attālumu palielinās lineāri, t. i., kodols rotē kā ciets ķermenis, lineārajam ātrumam uz tā robežas sasniedzot 100 km/s. Tas nozīmē, ka kodols vienu apgriezumu izdara $3 \cdot 10^5$ gados. Ja attālumam pārsniedz minēto, rotācijas ātrums samazinās apgriezti proporcionāli kvadrātsaknei no attāluma, tātd atbilstoši Keplera likumam tā jau ir brīva aprīņošana. Novirzes no likuma sākas tikai galaktikas perifērijā, kur rotācijas lineārais ātrums pārstāj samazināties, kas norāda uz lielu, neredzamu masu klātbūtni. Diferenciālās rotācijas likuma zināšana ļauj atrast masas sadalījumu galaktikā. Kodola masa ir ap $8 \cdot 10^7 M_{\odot}$, centrālajai kondensācijai $3,7 \cdot 10^9 M_{\odot}$, visam galaktikas diskam, ciktāl to iezīmē spirāļzari — $14 \cdot 10^{10} M_{\odot}$. Perifērijai jeb t. s. galaktikas koronai, kur spožu zvaigžņu vairs nav, toties ir izkaisītas lodveida zvaigžņu kopas, masa izrādījās ļoti liela: $3,7 \cdot 10^{12} M_{\odot}$. Tātd kodols salīdzinājumā ar visu galaktiku ir gaužām «viegls» objekts, praktiski visa masa koncentrējusies koronā nezināmos tumšos objektos. Šāds paradokšāls masas sadalījums ir ne tikai Andromedas miglājā, tā ir visu lielo galaktiku kopīga īpatnība, un astronomi to sauc par slēptās masas problēmu.

M 31 kodols ir arī radioviļņu un rentgenstaru avots, taču nav īpaši spožs un ne ar ko neizceļas starp pārējiem avotiem tā apkaimē. Tādēļ jo nozīmīgāka ir izcilā starotspēja redzamajā gaismā. 60. gadu sākumā novērojums no Zemes nopietnāko mēģinājumu iespīesties dziļāk kodola struktūrā izdarīja



1. att. Virsmas spožums uz loka kvadrātsekundi B staros atkarībā no leņķiskā attāluma Andromedas miglāja centrā (griezums gar lielo asi).

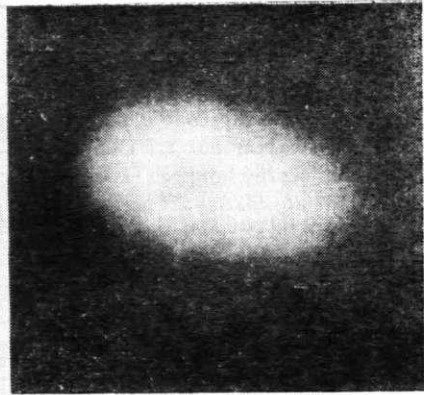
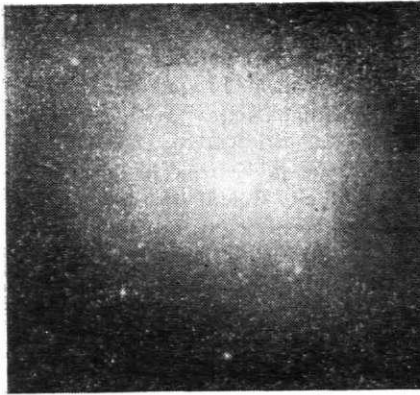
H. Džonsons ar Makdonalda observatorijas 2 m reflektoru, fotografējot kodolu dažādos staros ar dažāda ilguma ekspozīcijām. No uzņemtajiem negatīviem viņš ieguva virkni novilkumu, apgaismojumu pakāpeniski samazinot līdz minimumam, lai pēc iespējas tuvāk piekļūtu kodolam. Viņa svarīgākie secinājumi ir šādi: visīsākās ekspozīcijas gadījumā kodols kontrastaini izdalās kā $3'',3 \times 2'',4$ objekts, tātad eliptiskas formas, un tā lielā ass ir pagriezta apmēram par 15° pret visas galaktikas lielo asi. Kodola zvaigžņlielumu zilajos staros viņš novērtēja ap $14^m,5$ un konstatēja, ka kodola attēlā nav pazīmju, kas liecinātu par putekļu mākoņu atrašanos kodolam tuvāk par $6''$.

Nākamais nozīmīgākais solis kodola struktūras izziņāšanā jau saistīts ar ārpusatmosfēras novērojumiem. 70. gadu sākumā ASV tika veikta «Stratoscope II» lidojumu sērija — tas bija 91 cm teleskops, ko ar balonu pacēla 25 km augstumā, tātad virs attēlu kropļojošiem turbulentajiem atmosfēras zemākajiem slāņiem. Vienā no lidojumiem, ko 1971. gadā vadīja Prinstonas universitātes astronomi F. Laits, R. Dānielsons un M. Svarcšilds, pētījumu mērķis bija M 31 kodola fotografēšana spektra redzamajā daļā. Viņiem izdevās iegūt dažus uzņēmumus ar līdz tam vēl nesasniegtu izšķirtspēju $0'',2$. Kodola spožuma mikrodensitetriskie mērījumi parādīja, ka tā patiesie izmēri ir $1'',6 \times 1'',0$ (reķinot pēc attāluma, kurā intensitātes līmenis samazinās uz pusi). Tā kā šie izmēri izteikti pārsniedza iz-

šķirtspējas robežu, tad varēja droši apgalvot, ka M 31 kodols beidzot skaidri fiksēts. Viņu iegūtais galaktikas centra spožuma profils parādīts 1. attēlā, kur kodols skaidri redzams, — ja centrā nebūtu kodola, tad virsmas spožums tur būtu tikai ap 17^m uz loka kvadrātsekundi (B staros), kamēr kodola klātbūtnē tas sasniedz $13^m,7$. Viņi arī pamanīja ļoti interesantu faktu, ka kodola maksimālā spožuma vieta nesakrīt ar centrālās kondensācijas un līdz ar to visas galaktikas centru, bet ir nobīdīta par $0'',4$ ziemeļaustrumu virzienā gar lielo asi. Šis konstatējums piesaistīja speciālistu uzmanību, izraisījās diskusija par tā iespējamo cēloni, taču pārliecinošs izskaidrojums netika iegūts.

Lielas cerības uzzināt kaut ko būtiski jaunu par M 31 kodolu radās līdz ar Habla kosmiskā teleskopa (HKT) pacelšanu Zemes pavadāja orbītā 1989. gadā. Šis 2,4 m teleskops, brīvs no atmosfēras nevēlamās ietekmes, solīja iespēju paraudzīties pētāmajos objektos ar vēl nebijušu izšķirtspēju. Saprotams, ka pētījumu programmā viena no prioritātēm bija galaktiku kodoli un pirmām kārtām M 31 kodols. Dīzēl teleskopa galvenā spoguļa konstrukcijā pieļautais defekts neļāva sasniegt maksimāli iecerēto. Sfēriskās aberācijas dēļ spoguļa centrālajā apļītī ar $0'',1$ koncentrējas tikai 15% gaismas, pārējā izsmērējas $1'',5$ lielā plankumā. Defektu var daļēji labot, attēlu apstrādājot ar datoriem, kas atsijā izkliedēto gaismu, bet stipri samazina teleskopa jutību.

Taču, par spīti šiem trūkumiem, jau pirmie M 31 uzņēmumi ar HKT planetogrāfisko videokameru apliecināja, ka ir sperts liels solis uz priekšu kodola izpētē. Pirmo plašāko pētījumu rezultātu izklāsts atrodams 16 amerikāņu astronomu (T. Lauers, P. Fābere u. c.) kopīgā publikācijā. M 31 kodola uzņēmums, ko viņi ieguvuši ar HKT, parādīts 2. attēlā. Salīdzinājuma labad blakus ievietots kodola attēls, kāds redzams lielākajos teleskopos no Zemes. Progress ir nepārprotams — kodols, izrādās, patiesībā sastāv no diviem atsevišķiem gaismas avotiem. Tos šķir $0'',49$ (ap 1,6 pc) liels attālums. Vājākais komponents precīzi sakrīt ar centrālās kondensācijas cen-



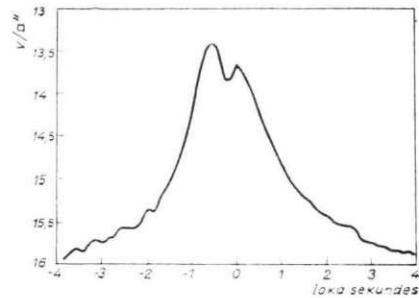
2. att. Andromedas miglāja centrs. *Pa kreisi* — lielā teleskopā uz Zemes; *pa labi* — Habla kosmiskajā teleskopā.

tru un tādējādi arī ir īstais galaktikas centrs. Ar HKT iegūtais attēls izskaidro, kādēļ F. Laitam u. c. šķita, ka galaktikas kodols nobīdīts, — īsto kodolu tā vājākā spožuma dēļ viņi nemaz nebija pamanījuši. Abu komponentu detalizēts spožuma profils redzams 3. attēlā, kur parādīta virsmas spožuma uz 1 loka kvadrātsekundi maiņa gar kodola garo asi. Zīmīga ir abu maksimumu virsotņu profilu atšķirība: spožākajam virsotne ir plakana, bet vājākajam — smailla. Spožākā objekta absolūtais lielums ir $M_V = -10^m,2$, kas atbilst miljoniem Saules starjaukai. Tā vidējais caurmērs ir $0'',74$ jeb $2,7$ pc (rēķinot caurmēru līdz attālumam, kur spožums samazinās uz pusi) — patiesībā objekts ir nedaudz eliptisks. Vājākais objekts ir nedaudz plašāks — tā diametrs ir $1'',64$ jeb $3,4$ pc.

Mēģinot izprast M 31 kodola neparasto spožuma sadalījumu, autori apsver divas iespējas. Viena iespēja varētu būt, ka kodolu divās daļās pa vidu sadala bieza putekļu josla. Pats kodols tad būtu iegarens diskveida objekts ar putekļu joslu vidū. Šādā modeli problēmu rada fakts, ka spožuma krituma profils starp abiem maksimumiem kā vizuālajos, tā infrasarkanajos staros ir vienāds. Tas nozīmē, ka absorbcija ir pelēka, neatkarīga no viļņa garuma, turpreti starpzvaigžņu putekļu absorbcija, kā zināms, samazinās, pārējot no redzamajiem uz infrasarkanajiem sta-

riem. Lai novērojamā absorbcija būtu pelēka, ir jāpieļauj, ka putekļiem ir neparasti liels diametrs — lielāks par 1 mikronu — vai arī ka putekļu josla ir ļoti blīva un ar īpašu ģeometrisku profilu, kas spēji apraujas uz robežas. Tādā gadījumā visspožāko vietu kodolā mēs nemaz neredzam, spīd tikai abas malas, bet vidu aizsedz lielajai asij perpendikulārs, blīvs putekļu torveida gredzens. Šādas struktūras klātbūtne galaktikas centrā nav nemaz tik neparasta. Kaut ko līdzīgu ar HKT var saskatīt radiogalaktikas NGC 4261 centrā, kur labvēlīgā vērsuma dēļ gredzenveidīgais putekļu un gāzes disks ap kodolu ir skaidri saskatāms (sk. krāsu ielikumu).

Lai gan minētie autori strikti izšķirties ne-



3. att. Kodola apgabala spožuma profils gar lielo asi pēc Habla teleskopa datiem.

var, tomēr viņiem patiesāka liekas cita attēla interpretācija, saskaņā ar kuru M 31 centrā redzams galaktiku «kanibālisma» akts — liela milzene M 31 ir apriņķi kādu mazāku pundurgalaktiku, un M 31 kodolu apriņķo tās paliekas, kuru centrā var būt arī melnais caurums. Ja pastāv iepriekšminētās kodola masas vērtība, tad apriņķošanas periodam vajadzētu būt ap 50 tūkst. gadu un orbitālajam ātrumam 350 km/s. Taču tas nozīmē, ka ievērojamas diferenciālās rotācijas un dinamiskās berzes dēļ svešķermeņa mūžs nevar būt ilgs, precīzāk — tikai daži apgriezieni, pirms to veidojošās zvaigznes izklist. Tādējādi iznāk, ka mēs M 31 esam notvēruši visai specifiskā mazvarbūtīgā momentā, kas ir aizdomīgi un mazina hipotēzes ticamību. Tā kā

ātrās rotācijas dēļ svešķermeņa īpatnējā kustība ir samērā liela (10^{-4} loka sekundes gadā), tad autori paredz, ka to varētu konstatēt pēc kādiem 10 gadiem ar to pašu HKT, kura ekspluatācijas laiks, jedomā, būs tik ilgs. Tādējādi varētu izšķirties starp abām hipotēzēm, ja vien pa to laiku tas jau nebūs izdarījis cila veidā. Jācer, ka papildu informāciju varēs iegūt no novērojumiem, kurus izdarīs pēc Habla teleskopa remonta, ko veica 1993. gada decembrī un kas palielinās tā izšķirtspēju. Tāpat svarīga nozīme būs kodola spektroskopiskajiem pētījumiem ar HKT, it īpaši tā sastāvdaļu radiālā ātruma mērījumiem, kas vēl veicami.

U. Dzērvītis

MEKLĒ TUMŠO VIELU

Pirms gadiem 60 Šveices astronoms F. Cvikijs izteica tolaik pilnīgi neticamu domu, ka Visuma vielas lielākā daļa nemaz neesot redzama. F. Cvikija secinājumi balstījās uz viņa paša veiktajiem ļoti plašajiem galaktiku novērojumiem. Līdz tam valdīja uzskats, ka Visuma vielu galvenokārt pārstāv zvaigznes, kas koncentrējas galaktikās.

Pēdējo desmit gadu laikā daudzkārt izdarīti atsevišķu galaktiku rotācijas novērojumi, kā arī veikti plaši kustības pētījumi daudzās galaktiku kopās un superkopās, kurās ietilpst milzīgs skaits galaktiku. F. Cvikija pārsteidzošā hipotēze galu galā ir kļuvusi par neapšaubāmu faktu, bet neredzamā viela nosaukta par tumšo vielu.

Kļūvis skaidrs, ka vairāk par 90% — varbūt pat 99% — Visuma vielas veido tumšā viela. Tātad patiesībā mēs dzīvojam nevis zvaigžņoto galaktiku, bet gan kādas neredzamās, pagaidām nenovērojamas vielas Visumā. Protams, ir izteiktas daudzas hipotēzes par tumšās vielas būtību un tiek meklēti ceļi, kā tās pārbaudīt.

Sajā sakarībā pašlaik tiek realizēta programma, kurai dots nosaukums MACHO (MAssive Compact Halo Objects). Tās pamatā

ir pieņēmums, ka visas galaktikas aptver neredzami vainagi jeb halo (no grieķu *halos* — riņķis), kuros ietilpst liels skaits kompakto objektu. Patiešām, novērojumi rāda, ka galaktiku ārējie apgabali rotē daudz ātrāk, nekā varētu sagaidīt, ņemot vērā tikai to gravitācijas lauku, ko rada novērojamās zvaigznes un gāze. Šķietami trūkstošo gravitācijas lauku, kas stimulē ātro rotāciju, varētu radīt liels daudzums neredzamas vielas. Vielu varētu veidot neizstarojoši un tādēļ nesaskatāmi dažādas masas objekti: 1) telpā klistoši planētveida ķermeņi; 2) nedaudz lielāki objekti, kas tomēr nav pietiekami masīvi, lai varētu izstarot kā zvaigznes (tā sauktie brūnie punduri); 3) pietiekami masīvas kādreiz starojušas zvaigznes, kas tagad ir izdzisušas; 4) melnie caurumi, kuru masa ir visai liela.

MACHO plāna autori domā, ka visi šādi objekti, kas slēpjas mūsu Galaktikas nomalē, nonākdami starp Zemi un kādu ļoti tālu zvaigzni, var darboties kā lupas jeb palielināmie stikli un fokusēt zvaigznes gaismu. Tādā gadījumā tālās zvaigznes attēls īslaicīgi kļūtu spožāks. Atšķirībā no zvaigznes patiesā mainīguma šis spožums mainītos rāmi un vienādi visos viļņu garumos. Pēc spožuma mai-

gas rakstura varēlu pat spriest par neredzamā objekta masu. Jupiteram līdzīgi planētveida objekti izraisītu tikai pāris dienas ilgu zvaigznes spožuma pieaugumu, bet melnā cauruma gadījumā efekts turpinātos mēnešiem.

Pie MACHO plāna izpildes ķērušās divas astronomu grupas: viena no ASV un Austrālijas, otra — no Francijas. Darbs ielānots četriem gadiem, kuru laikā paredzēts novērot ap trim miljoniem Lielā Magelāna Mākoņa zvaigžņu.

Kāpēc jānovēro tik milzīgs skaits zvaigžņu? Lai cik daudz arī būtu neredzamo objektu, tomēr nevar gaidīt, ka tie bieži atradīsies tieši starp Zemi un novērojamo zvaigzni. Uz panākumiem var cerēt, novērojot vai nu dažas zvaigznes ļoti, ļoti ilgu laiku, vai arī pēc iespējas vairāk zvaigžņu īsu laika sprīdi. Ņemot vērā pašreizējās tehniskās iespējas, MACHO plāna izpildītāji izvēlējušies otro ceļu, un panākumi nav izpalikuši.

Pirmā gada laikā novērots ap viens miljons zvaigžņu, un jau 1993. gada nogalē kļuvis zināms, ka trīs gadījumos ir pamanīts gaidītais efekts — skata līniju starp Zemi un zvaigzni droši vien šķērsojis neredzams objekts, izraisot novērojamo spožuma pieaugumu.

Pagaidām trūkst ziņu par šo novērojumu rezultātu sīkāku analīzi. Tikai pēc novērojumu programmas pilnas izpildes varēs spriest, vai pozitīvu gadījumu skaits atbilst teorētiski sagaidāmajam.

Jāpiebilst, ka pētījumus neatlaidīgi veic arī tie zinātnieki, kas atbalsta pavisam citu hipotēzi par tumšās vielas būtību. Viņi domā, ka to veido nevis masīvi ķermeņi, bet gan kādas pazīstamas vai nepazīstamas elementārdaļiņas. Galu galā, ir iespējams, ka tumšo vielu pārstāv pat kāda cilvēcei pagaidām pilnīgi sveša un neiedomājama matērijas forma.

Z. A I k s n e

AKRĒCIJAS DISKU FIZIKA

Līdzās planētām, zvaigznēm, galaktikām u. c. aktuāliem astrofizikālu pētījumu objektiem pēdēja laikā ļoti liela uzmanība tiek pievērsta arī tā sauktajiem akrēcijas diskām (AD), kurus fizikālās savdabības dēļ var nošķirt atsevišķā kategorijā. Šādi diski izveidojas ap jebkuru pietiekami masīvu debess ķermeni, ja uz to krit apkārtējā vairāk vai mazāk koncentrētā, taču difūzā kosmiskajā telpa izkliedētā viela (gāze un putekļi), kurai piemīt kustības daudzumu moments, jeb, vienkāršāk, ja šī viela ne tikai krit, bet arī rotē ap šo ķermeni. Taču parasti par AD sauc tās vielas — kā redzēsīm turpmāk, faktiski plazmas — diskus, kas izveidojas ap sevišķi kompaktiem kosmiskajiem objektiem — baltajiem punduriem, neitronu zvaigznēm un melnajiem caurumiem, jo tieši tādos diskos norisinās astrofizikāli visnozīmīgākie un visinteresantākie procesi. Tas saistīts ar to, ka tikai šajos gadījumos apmēram puse no krītošās vielas gravitācijas potenciālās enerģijas trans-

formējas dažādās starojuma enerģijas formās, kuras uztverot un analizējot mēs varam izziņāt diskos notiekošos procesus.

So procesu izpratne ir ļoti nozīmīga un aktuāls astrofizikāls uzdevums, jo AD bieži vien ne tikai dod būtisku ieguldījumu kopējā objekta starojumā, bet dažu objektu (piemēram, neitronu zvaigžņu un melno caurumu) gadījumā AD ir vienīgie veidojumi, kas ļauj iegūt objektīvu informāciju par šiem ar tradicionālajām astronomijas metodēm grūti novērojamiem (neitronu zvaigžņu mazo lineāro izmēru un līdz ar to ļoti zemo izstarošanas spēju jeb starjaudu dēļ) vai pat pilnīgi nenovērojamiem (melno caurumu gadījumā, kuri paši vispār neizstaro) objektiem. No šā, t. i., no astrofizikas, viedokļa vissvarīgākie ir jautājumi par AD uzbūvi (struktūru) un to starojuma spektriem, bet to risinājumi ir saistīti ar šo objektu fizikālo modeļu konstruēšanu un teorētisku izpēti, lai tādējādi panāktu nepieciešamo saskaņu ar novērojumu datiem.

Diskveida akrēcijas vispārējā teorija lika radīta samērā nesen — 70. gadu sākumā — Dž. Pringla, M. Risa, N. Sakuras, R. Sjuņajeva, I. Novikova, K. Torna (J. Pringle, M. Rees, H. Шакура, P. Сюняев, И. Новиков, K. Thorne) u. c. zinātnieku darbos. Taču, lai izprastu starojuma spektru veidošanās īpatnības, ir nepieciešama visu necaurspīdības cēloņu jeb avotu precīza ievērošana un AD struktūras zināšana visu trīs telpisko koordinātu ietvaros. Tas nozīmē, ka bija nepieciešama būtiska šīs teorijas precizēšana un padziļināšana it sevišķi tā saukto augsttemperatūras risinājumu virzienā, kad AD starojuma efektīvās temperatūras ir tuvas vai vienādas ar to objektu (zvaigžņu) efektīvajām temperatūrām, ap kurām šie AD ir izveidojušies. Tā tas ir, piemēram, kataklizmatisko maiņzvaigžņu un kvazāru (ieskaitot augsta spožuma galaktikas ar aktīviem kodoliem) gadījumā. So uzdevumu pavisam nesen — 90. gadu sākumā — ir veicis Kazanā Valsts universitātes zinātnieks V. Suleimanovs (В. Сулейманов), iegūdam ļoti nozīmīgus rezultātus un labu saskaņu ar novērojumu datiem tieši šo augsttemperatūru (10^6 — 10^7 K) rajonā, kurā tiek ģenerēts intensīvs ultravioletais un rentgenstarojums un kura spektru izskaidrošana ir viena no visaktuālākajām mūsdienu astrofizikas problēmām.

Izrādās, ka šie AD bieži vien ir ģeometriski plāni, bet optiski bieži, t. i., to lineārie izmēri nav lieli, bet blīvums un līdz ar to necaurspīdība attiecībā pret starojumu ir ļoti augsta. (Lai to labāk izskaidrotu, var izmantot salīdzinājumu ar biezu gaisa slāni un plānu blīvu materiāla kārtiņu, kas absorbē uz to krītošo gaismu.) Augsta ir arī diska vielas, faktiski plazmas, viskozitāte un līdz ar to berze starp AD atsevišķajiem slāņiem, kādi izveidojas, kad disks ir nonācis vairāk vai mazāk stacionārā resp. kvazistacionārā stāvoklī (kā uzskatāms, lai arī fizikāli ne pārāk adekvāts piemērs šādam slāņainam AD var nodrēt Saturna gredzeni). Viskozitāte var būt atkarīga vai nu no summārā spiediena (gāzes spiediens, brīvo elektronu spiediens un starojuma spiediens), kad veidojas tā sauktie α — diski, vai tikai no gāzu spiediena, kad izveido-

jas tā sauktie β — diski. Tieši šī berze starp AD slāņiem, kuras mehāniskais cēlonis ir sadursmes starp slāņu daļiņām, nodrošina efektīvu diska vielas sakaršanu un šo daļiņu kinētiskās enerģijas transformēšanos dažādās starojuma enerģijas formās.

Parasti uzskata, ka starojums diskā tiek pārnesti tikai pa z-koordinātu (uz diska plānās ārmalas pusi) un tādēļ katra diska gredzena jeb slāņa starojums nav atkarīgs no pārējo slāņu starojuma. Šāds priekšstats ir pamatots, jo uz tā balstīti modeļaprēķini dod labu saskaņu ar novērojumu datiem.

Lai gan AD tāpat kā zvaigžņu atmosfēra sastāv no plazmas, pilnīga zvaigžņu atmosfēru uzbūves un tajās notiekošo procesu aprakstam izveidoto teoriju izmantošana AD struktūras un starojuma spektru izskaidrošanai nav iespējama. Ir nepieciešama, un atkarībā no diska plazmas fizikālo parametru vērtībām — reizēm pat būtiska, šo teoriju modifikācija. Ļoti svarīgs ir spiediens, kāds dominē šajos diskos.

Ja dominē parastais, gāzu spiediens, tad AD plazma maz atšķiras no parasto zvaigžņu atmosfēru plazmas ar noteiktu efektīvu temperatūru un smaguma spēka paātrinājumu. AD valda tādi paši apstākļi, kādi izveidojas ap novām līdzīgām zvaigznēm un aktīvu galaktiku kodoliem ar mazu starjaudu. Bet arī šajā gadījumā AD starojuma spektra izskaidrošanai ir nepieciešams izveidot precīzu struktūras modeli, lai ievērotu reālo diska necaurspīdību un vidējā spiediena atšķirību no centrālā spiediena pa z-koordinātu.

Ja turpretim AD dominē starojuma spiediens, un tā ir tajos AD, kuri izveidojas ap kvazāriem, tad atšķirība no zvaigžņu atmosfērām ir liela. Starojuma spiediena ietekmē notiek intensīva plazmas noplūde no AD virsuses, t. i., tiek ģenerēts (pūš) spēcīgs zvaigznes vējš. Izrādās, ka šādu disku siltuma līdzsvara vienādojumiem (tie nepieciešami, lai noteiktu temperatūras sadalījumu diskā jeb diska temperatūras struktūru) bez jau pazīstamā zemas temperatūras atrisinājuma eksistē vismaz divi augsttemperatūras atrisinājumi ar efektīvajām temperatūrām ap 10^6 — 10^7 K. Šajos diska apgabalos komptonizācijas process (gaismas kvantu un brīvo elektronu mij-

iedarbība jeb sadursme, kurā notiek vai nu elektronu, vai gaismas kvantu enerģijas palielināšanās) rada labvēlīgus apstākļus rentgenstarojuma ģenerācijai.

Interesanti ir aprēķinu rezultāti, kas rāda, ka ļoti lielas starждаdas AD, kādi parasti izveidojas ap supermasīviem melnajiem caurumiem, temperatūras struktūra un fizikālie apstākļi nav atkarīgi no centrālā objekta masas. Un interesants ir arī secinājums, ka dubultsistēmās starojuma spektra, kā arī šā spektra izmaiņu izskaidrošanai ir jāņem vērā gan centrālā objekta, gan tā AD starojuma atstarošanās no sekundārā komponenta. Tas dod iespēju izskaidrot gan optiskā un ultravioletā

starojuma mainīgumu, gan fotometriskā mainīguma amplitūdu (orbitālās kustības dēļ), gan korelāciju, kādu novēro starp optiskā un rentgenstarojuma mainīgumu.

Protams, visi neskaidrie AD fizikas jautājumi ar to nav izsmelti un pētījumi turpinās. Taču iegūtie rezultāti ir ļoti nozīmīgi, jo ļauj labāk, pilnīgāk izprast tos procesus, kas norisinās šajos savdabīgajos astrofizikālajos objektos, kuru starojums, kā jau raksta sākumā minēts, bieži vien ir vienīgais, kas var liecināt par tādu eksotisku objektu kā neitronu zvaigžņu un melno caurumu pastāvēšanu.

A. Balklavs

JUPITERA ĀMURS JEB KĀ ŠŪMEIKERU — LEVI KOMĒTA SADŪRĀS AR JUPITERU

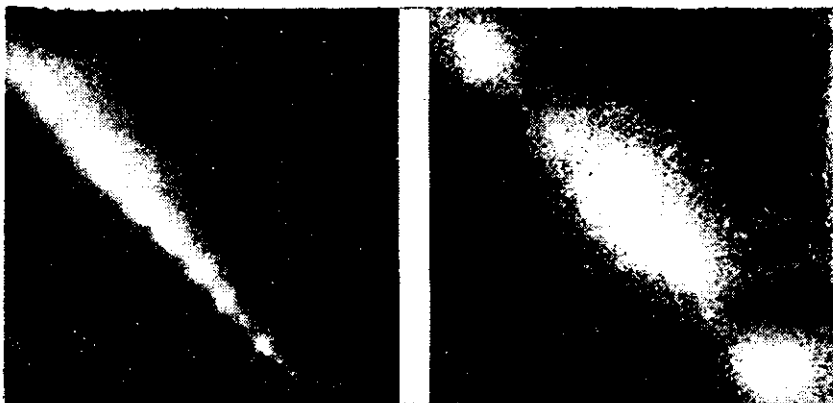
Šo unikālo komētu 1993. gada 24. martā atklāja E. un K. Šūmeikeri un D. Levi no ASV — trīs ļoti aktīvi komētu mednieki, kuri bieži darbojas kopā —, un tā bija pēc kārtas devītā viņu atrastā komēta. Šūmeikeru laulātais pāris ir profesionāli astronomi, kas nodarbojas ar komētu un Zemei tuvo asteroīdu meklēšanu, bet D. Levi ir komētu mednieks — amatieris. Viņa darbību pavada izcila veiksmē — Levi vārds dots 18 viņa atrastām komētām, ar ko viņš ierindojas ceturtajā vietā starp ražīgākajiem komētu medniekiem visā astronomijas vēsturē.

Jaunatklātā komēta atradās netālu no Jupitera, un, lai gan tā nebija spoža — ap 14^m, taču uzmanību piesaistīja tās nedaudz neparastais izskats, kas līdzinājās izplūdušai taisnai svītrai. Pētnieki tūlīt sazinājās ar Kitpika observatoriju, kur kosmiskās uzraudzības (Spacewatch) programmas ietvaros ik nakti darbojas teleskops, meklējot Zemei tuvos asteroīdus. D. Skoti, kurš tonakt dežurēja pie teleskopa, tūlīt ar jutīgo lādiņsaites (CCD) matricu ieguva komētas detalizētu uzņēmumu un bija ļoti pārsteigts, jo vēl nekad nebija redzējis ko tamlīdzīgu. Tradicionālās komētas

galvas vietā bija redzami ap 14 (vēlāk saskaitīja 22) atsevišķi dažāda spožuma fragmenti, kas visi atradās uz 1' garas taisnas līnijas (1. att.). Šīs neparastās formas dēļ komēta ieguva kosmiskās pērļu virknes nosaukumu. Komētas unikālais izskats tūlīt izraisīja interesi, un, līdzko bija uzkrāti pirmie pozīcijas mērījumi, tūlīt sākās orbītas aprēķini. Pazīstamais komētu orbītu pētnieks B. Mārsdens pirmais konstatēja, ka orbīta nav parabola, kāda tā mēdz būt neperiodiskajām komētām, vēl vairāk, komēta nemaz neapriņķo Sauli, bet gan pa ļoti izstieptu cilpu apliec Jupiteru.

Komēta ar tik neparastu orbītu līdz šim vēl nebija konstatēta. Tūlīt kļuva skaidrs, ka Jupiteram satvēris šo komētu, kura tam pārāk cieši pietuvojusies. Teorētiski šādu iespēju bija paredzējuši jau debess mehānikas klasiķi, un bija zināmi daudzi gadījumi, kad pietuvošanās Jupiteram būtiski mainījusi komētas orbītu, piemēram, parabolisku komētu pārvēršot īsperioda komētā, taču satveršanas gadījums tika novērots pirmoreiz.

Jo vairāk uzkrājās novērojumu, jo precīzāk un tālāk laikā bija iespējams ekstrapolēt neparastās komētas orbītu. Tā noskaidrojās, ka



1. att. Šumeikeru—Levi 9. komēta. Uzņēmums iegūts ar Habla kosmisko teleskopu. *Pa labi* — spožākā fragmenta palielināts attēls.

komēta jau daudzus gadus pirms atklāšanas aprīņojusi Jupiteru; pēc D. Jomena un P. Codosa apreķina — kopš 1970. gada. Taču, arhivos pārlūkojot pirmatklājuma debess uzņēmumus, tā līdz 20^m spožuma robežai nebija pamanāma. Apreķins rādīja, ka 1992. gada jūlija sākumā tā pagājusi Jupiteram garām 43 000 km (jeb $1/3$ no planētas diametra) virs makoņu segas. Tad — domajams, milzu planētas izraisīta paisuma speka ietekme — tā arī sašķēlusies daudzajos fragmentos.

Jau pagājušā gadsimta vidū franču debess mehānikas speciālists E. Rošs konstatēja, ka ap katru masīvu debess ķermeni var novilkt virsmu (ideālā gadījumā sfēru), līdz kurai pavadoņi šim ķermenim var pietuvoties, neriskējot, ka to saplosīs paisuma spēki. Par godu šim pētniekam tā arī iedēvēta par Roša virsmu vai robežu. Rošs pats aplūkoja gan tikai šķidra pavadoņa gadījumus, taču šī robeža, protams, pastāv arī cietam un gazveidīgam pavadoņim. Cietā pavadoņa gadījumā robežas izmērs ir proporcionāls kubsaknei no abu ķermeņu blīvuma attiecības, un proporcionalitātes koeficients parasti ir robežas no 1,2 līdz 1,8 planētas rādiusiem — atkarībā no pavadoņa formas un tā materiāla stingrības.

Taču pats sensacionālākais fakts par Šumeikeru—Levi komētu atklājās, tās orbītu ekstrapolējot laikā nevis atpakaļ, bet gan uz priekšu. Izrādījās, ka 1993. gada jūlija komēta attāli-

nājusies līdz 50 milj. km no Jupitera un tagad dodas atpakaļ, lai ne vien cieši pietuvotos Jupiteram, bet pat ietriektos tajā. Šī patiesi kosmiskā katastrofa notiks 1994. gada jūlijā.

Pēc šā fakta konstatējuma tūlīt sākās plašas teorētiskas spekulācijas par to, ka norises šī cilvēces vēsturē pagaidām lielākā kosmiskā katastrofa Saules sistēmā un kādas būs tās novērojamas izpausmes. Diemžēl izrādījās, ka komēta iekritis no Zemes projām vērstajā Jupitera nakts puslodē, apmēram 44° D pl., kur atrodas no Zemes redzamā bālganā Dienvidu Tropu josla. Taču Jupitera ātrās rotācijas (periods = 9,9 d.) dēļ katastrofas vieta jau pēc pusotras stundas kļūs redzama no Zemes.

Arī kosmiskie lidaparāti kritiena laikā nebūs piemērotas pozīcijās, lai ar to palīdzību būtu iespējams vērot eksplozijas norisi. GALILEO, kurš dodas uz Jupiteru, vēl atradīsies 16 mēnešu ceļojuma attālumā (240 milj. km) no tā un parādību fiksēs nedaudz viņpus planētas limba. Taču tā galvenā, datu pārraidei domāta antena tehniskas kļūmes dēļ nav pilnībā atvērusies un nedarbojas, tādēļ pārraide var notikt tikai lēni ar mazo palīgantenu, turklāt aparata atmiņas magnētiskās lentes ir pārslogotas ar novērojumu datiem, kas iegūti 1993. gada augusta beigās, kad GALILEO palidoja 2400 km attālumā garām asteroidam Idai. Tāpat jādoma, ka parraidi no GALILEO stipri traucēs Jupitera magnetosfēras piesārņojums ar

ladetajam putekļu daļiņām, ko izmetis komēta.

Lidaparāts «Voyager-2» gan raudzīsies tieši uz sadursmes vietu, bet tas ir jau pārāk tālu — Plutona orbītas apkārtnē, ap 6 miljardi km no Jupitera, kur planētas diska vairs nav saskatāms. Tādēļ varētu konstatēt vienīgi spožuma pēkšņu palielinājumu. Tomēr abi aparāti tiek gatavoti neparedzētajam notikumam, kas prasa lielu pārprogrammēšanas darbu, lai izdarītu attiecīgas izmaiņas aparātu vadības programmās.

Daudz tiek spriests par to, kāda būs katastrofas norise, kādas redzamas izmaiņas tā radīs Jupitera novērojamā augšējā atmosfērā. Lai varētu dot pareizu atbildi, vispirms ir jāzina, cik liela būs enerģija, kas radīsies triecienā, un te nu svarīgi ir pareizi novērtēt komētas masu un kritiena ātrumu. Tā kā kustības orbīta ir zināma, tad ātrumu var aprēķināt visai precīzi: komētas fragmenti ietriekšies ar ātrumu apmēram 60 km/s. Šie fragmenti pirms ietriekšanās izkaisīsies 20' garā joslā un izkritīs cits pēc cita apmēram 6 dienu laikā. Interesanti, ka Jupitera tuvāko pavadoņu virsma uzrāda ģeoloģiskas liecības par līdzīgiem notikumiem senāk. Aplūkojot «Voyager» pārraidītos attēlus, pētnieki ievēroja, ka vairākos gadījumos uz pavadoņu virsmas redzamas garas krāteru virknes. Tā, piemēram, uz Kallisto iespaidīga ir 620 km garā virkne — Gopula ķēde (2. att.); pavisam tur ir atrasts ap 18 šādu virkņu, turklāt 14 no tām atrodas pret Jupiteru vērstajā puslodē, arī uz Ganimēda pamanītas 4 šādas virknes. Ģeologi izteikuši dažādus minējumus par to iespējamo izcelsmi, taču pareizā atbilde radās tikai pēc Sūmeikeru—Levi komētas atklāšanas. Krāteru virkņu noslēpumu pirmais uzminēja H. Melošs no Arizonas universitātes — tās ir pēdas, ko



2. att. 620 m garā krāteru virkne uz Jupitera pavadoņa Kallisto. Uzņēmums iegūts ar lidaparātu «Voyager».

kritot atstājušas citas gabalos saraustītas komētas, un arī te vainojams Jupiteris. Viņš teorētiski aplēsa, ka lielas komētas (diametrs lielāks par 10 km) Jupiteram bīstami tuvu pietuvojas reizi 1000 gados.

Kāds ir Sūmeikeru—Levi komētas fragmentu diametrs? No komētas uzņēmumiem to nemaz tik viegli nevar noteikt, jo kodolu līdzīgi miglai ietin koma — izmesto putekļu izkliedētās gaismas vāls. Spriežot pēc pirmajiem novērojumiem, lielākā fragmenta diametrs tika novērtēts ap 10 km. Tad, pastāvot minētajam ātrumam, šāda ķermeņa iekritienā rastos enerģija, kas līdzvērtīga 10 miljardu megatonnu trinitrotoluola (TNT) eksplozijai. Tad Jupiteris uzliesmotu līdz —15. zvaigžņlielumam un būtu uz mirkli redzams pat dienā. Taču novērojumi ar Habla kosmisko teleskopu, kura izšķirtspēja ir labāka nekā vislielākajiem virszemes teleskopiem, parādīja, ka lielākā fragmenta diametrs ir tikai ap 4 km; eksplozija atbilstu 1 miljona megatonnu TNT. Salīdzinājumam atcerēsimies, ka lielāko ūdeņraža bumbu postošo spēku veido pārdesmit megatonnu TNT. Par pamatu ņemot to, ka fragmentu virknes garums ir proporcionāls sākotnējā ķermeņa diametram, pēdējo vērtē ap 9 km.

Jupitera atmosfērā ieskrējušā ķermeņa sprādziena modeļēšanai plaši izmanto datorus. Šeit gan zināmu nenoteiktību rada nepilnīgās zināšanas par Jupitera atmosfēras struktūru — tās ķīmiskā sastāva un svarīgāko fizikālo parametru, piemēram, blīvuma un spiediena, atkarību no dziļuma. Ir cerības, ka, vērojot eksplozijas izraisītās izmaiņas Jupitera mākoņu segā, izdosies zināma mēra precīzēt tā augšējās atmosfēras struktūru. Tādēļ komēta iedevēta par Jupitera āmuru. Tas ir pašas dabas radīts rīks grandiozām kosmiskām eksperimentam, lai piekļautu Jupiteram un novērotu tā atbildes reakciju. Kā vistiešāko vizuālo reakciju uz vairāku kilometru liela ķermeņa iekrišanu Jupitera atmosfērā dators zīmē viņņveidīgus mākoņu vālus, kas gredzenveidā aptver kritiena vietu un vairāku dienu garumā pamazām riņķveidīgi izplešas. Iespējama arī lokālu ciklonisku viesuļvētru virpuļu izveidošanās, kādu vērojam Jupitera Lielajā Sarkanajā Plankumā. Pēc pazīstamā komētu pēt-

nieka Z. Sekaninas domām, iekritušie fragmenti līdz eksplozijas brīdim paspēs iespīesties pārsimt kilometru dziļuma zem mākoņu segas un radusies enerģija apkārtejo gāzi uz karses līdz 10 tūkst. grādiem.

Kaut arī eksplozijas uzliesmojums no Zemes nebūs saskatāms, tā atblāzmu tajos Jupitera pavadoņos, kas atradīsies tā naktē pusē, varēs pamanīt ar teleskopiem. Paredzams, ka ar radioteleskopiem varēs novērot arī izmaiņas Jupitera magnetosfērā un jonosfērā.

Pašlaik notiek intensīva gatavošanās unikālajam notikumam. Praktiski visu pasaules lielāko teleskopu, to skaitā arī Habla kosmiskā teleskopa, kura konstruktīvie defekti līdz tam laikam jau būs novērsti, novērojumu programmās ir ieviestas nepieciešamās izmaiņas, un tie visi 1994. gada jūlijā bus pavērsti pret Jupiteru. Ar šo notikumu saistītajiem pētījumiem tiek atvēlēti lieli papildu finansējumi; tā, piemēram, ASV Nacionālā aeronauti-

kas un kosmosa pētniecības pārvalde (NASA) vien tiem asignējusi 1,5 milj. dolāru. Nozīmīgu atbalstu devušas arī citas organizācijas. Cerēsim, ka parādības norise tiešām būs tik interesanta, kadu to paredz, un ka ieguldītas pūles un līdzekļi atmaksāsies.

Diemžēl mums visu laiku jārunā nākotnes izteiksmē par notikumu, kas lasītājam jau būs pagatne, bet tā nu tas ir — raksta ceļš no tapšanas brīža līdz «Zvaigžņotās Debess» lasītājam stiepjas gandrīz gada garumā. Taču gaidīt vēl gadu vai pusotra, līdz kļūs zināmas visas detaļas šim notikumam, kurš radījis tik lielu satraukumu astronomos — ka speciālistos, tā interesentos —, un tikai tad par to ziņot lasītājiem, šķiet, būtu pārāk liela vilcināšanās. Tādēļ arī pagaidām sniedzam šo iepriekšējo informāciju, lai vēlāk, kad būs zināmi pētījumu rezultāti, pie šā notikuma atgrieztos vēlreiz.

U. Dzērvītis

VAI ZEMEI DRAUD SADURSME AR SVIFTA — TATLA KOMĒTU?

Kosmisko katastrofu tēma pēdējos gados ir kļuvusi ļoti populāra. Pat avīzēs tiek aprakstīta apokaliptiskā aina, kuras cēlonis būtu Zemes sadursme ar kādu lielāku debess ķermeni — asteroidu vai komētas kodolu. Šai sakarā īpaša uzmanība tiek pievērsta Svifta—Tatla komētai. Ievēribu ārzemju un pēc tam — atstāstā — arī mūsu presē tā izpelnījās pēc autoritatīvā amerikāņu komētu pētnieka B. Mārdsena sensacionālā paziņojuma, ka, saskaņā ar viņa aprēķiniem, 2126. gadā šī komēta sadursies ar Zemi. Mārdsens astronomu vidū ir plaši pazīstams, jo, būdams Starptautiskās astronomu savienības Centrālā telegrammu biroja direktors, viņš vada dienestu, kas operatīvi izplata informāciju par jaunākajiem atklājumiem kosmisko objektu pētniecībā: komētu parādīšanos, novu un pārnovu uzliesmojumiem, neparastu objektu atrašanu u. tml. Viņš ir sastādījis arī vispilnīgāko komētu orbītu katalogu, kurš ir

noderejis par izejas punktu daudziem pētījumiem. Tādēļ Mārdsena, savas nozares atzīta speciālista, paziņojums tulīt piesaistīja uzmanību, jo, lai gan šī katastrofa paredzama pēc vairāk nekā 100 gadiem un tādēļ nevienu personiski neapdraud, cilvēkam tomēr rūp arī nākamā paaudžu liktenis.

Minētā Svifta—Tatla komēta, kurai tika paredzēta sadursme ar Zemi, ir interesants «astes zvaigznes» pārstāvis. Ielūkojoties periodisko komētu sarakstos, kuros komētas sakārtotas pēc to periodu lieluma, redzam, ka tā ar savu 130 gadus ilgo periodu (turpat divreiz ilgāks nekā Haleja komētai) ir starp nedaudzajām ļoti ilga perioda komētām, kas noslēdz šo sarakstu. Šī komēta nosaukta tās atradēju vārda. Pirmais to pamanīja astronomijas amatieris L. Svifts no Maratonas pilsētiņas Ņujorkas štatā 1862. gadā jūlija vidū, ar nelielu tālskati pārlūkojot debesi. Svifts ama-

tiera gaitās bija iesācējs, un šī komēta bija viņa pirmais atradums. Tādēļ, lai gan objekts bija samērā spožs (7,5. zvaigžņlielums), viņš par to neko neziņoja, jo kļūdaini noturēja to par kādu citu, proti, pirms divām nedēļām atklāto Šmita komētu. Dažas dienas vēlāk komētu pamanīja arī Hārvarda universitātes astronoms H. Tatls, kurš savu atradumu tūlīt darīja zināmu. To uzzinājis, Svifts pieteica savas pirmatklājeņa tiesības, un tā nu šī komēta nes abu tās atradēju vārdus. Jāpiebilst, ka abi komētu mednieki savā jomā ir guvuši ievērojamus panākumus, it īpaši Svifts, kurš, aktīvi darbojoties līdz gadsimta beigām, atradis pavisam 14 jaunas komētas, kas nosauktas viņa vārdā.

1862. gadā komētu ļoti intensīvi novēroja arī citi astronomi. Savu maksimālo spožumu (2. zvaigžņlielumu) tā sasniedza mēnesi pēc perihēlija — septembra sākumā, kad tai izveidojās ap 30° gara aste. Pēdējie novērojumi tika izdarīti oktobrī, kad komēta jau bija noslidējusi dienviņu puslodē. Iegūtie daudzie pozīciju mērījumi vēlāk ne reizi vien tika izmantoti komētas orbitas elementu aprēķināšanai un precizēšanai. Komētas orbita izrādījās stipri izstiepta (ekscentricitāte 0,96), atradās starp Zemes (perihēlija attālums 0,96 au) un Neptūna orbitām, gandrīz perpendikulāri ekliptikas plaknei, un tai bija atgriezeniska (pretēja planētu riņķošanas virzienam) kustība.

Līdzās pozīcijas mērījumiem tālāka labākie novērotāji ir atstājuši lielu skaitu komētas galvas un no tās izplūstošo strūklu zīmējumu. Interesanti, ka 120 gadus vēlāk — 1981. gadā — šos zīmējumus, kas bija publicēti speciālā atlantā, izmantoja pazīstamais čehu izcelsmes amerikāņu komētu pētnieks Z. Sekanina, lai noteiktu komētas kodola rotācijas ātrumu. Vadoties pēc izplūstošo strūklu ainas secīgas izmaiņas laikā, viņš atrada, ka kodols apgriežas ap savu asi 2,8 dienās, turklāt leņķis starp asi un orbitas plakni ir ap 80° .

Ar Svifta—Tatla komētas novērojumiem saistīts arī cits svarīgs atklājums. 1866. gadā ievērojamais italiešu astronoms Dž. Skjaparelli pamanīja, ka Svifta—Tatla komētas orbita sakrīt ar Perseidu meteoru plūsmas orbitu. Šis atradums bija ļoti nozīmīgs, jo tas parādīja,

ka pastāv ģenētiska saikne starp komētām un meteoru plūsmām. Mūsdienās šāda saistība ir atrasta starp daudzām komētām ar orbitām, kuras tuvojas Zemes orbitai, un meteoru plūsmām, un ir skaidrs, ka plūsmu veidojošās daļiņas rodas no putekļiem, ko izmet komētas kodols. Tie izplūduša gredzena veidā aptver komētas orbitu, un, kad Zeme savā gadskārtējā apriņķojumā šķērso šo gredzenu, redzams zvaigžņu lietus. Fakts, ka meteoru plūsmu izraisīto zvaigžņu lietu nepavada meteorītu krišana, liecina, ka plūsmu veido samērā sīki meteoroidi ar masu, kura nepārsniedz 1 g. Tādēļ jāsecina, ka arī komētu kodolu minerāla komponente ir stipri sasmalcināta, putekļveidīga un tajā nav masīvāku ieslēgumu.

Viena no pazīstamākajām meteoru plūsmām ir Perseidas. Pirmā norāde par Perseidām attiecināma uz 36. gadu, kad Ķīnas imperatora galma astronoms atzīmējis, ka debess bijusi pilna ar kritošām zvaigznēm, kas lidojušas visos virzienos. Perseidu parādīšanās 258. gadā sakrīt ar vienu no pirmajiem kristīgo mocekļiem — svētā Laurentija — notiesāšanu uz nāvi, tādēļ katoļticīgie Perseidas dēvē arī par svētā Laurentija asarām. Rietumeiropas vēsturiskajās hronikās sistemātiskas atzīmes par Perseidām parādās kopš 811. gada. Īpaši intensīvi šie novērojumi kļuvuši mūsu gadsimtā, kad Perseidu izraisīto ilumināciju ik gadus visā pasaulē novēro gan meteoru pētniecības speciālisti, gan liels pulks astronomijas amatieru un interesentu. Ilgstoši uzkrātie novērojumi liecina, ka Perseidu zvaigžņu lietus intensitāte gadu gaitā mainās, tātad meteoroidu blīvums gar orbitu nav vienāds. Tā, piemēram, gadsimta sākumā krituši tikai pāris meteoru stundā, bet 20. gados to skaits pieaudzis līdz vairākiem simtiem stunda. Gadsimta vidū plūsmas intensitāte atkal samazinājās, lai pēc tam 80. gados, tuvojoties komētas atgriešanās laikam, no jauna pieņemtos spēkā.

Mūsdienās Perseidu intensitātes maksimums iekrīt 11.—13. augustā, taču vienmēr tā nav bijis. Vēsturiskās liecības rāda — jo tālāka pagātne, jo agrāk tās parādījušas. Piemēram, mūsu ēras sākumā Perseidas novērotas mēnesi agrāk — ap jūlija vidu. Tāpat pārvieto-

jas arī Perseidu radiants (punkts pie debess sfēras, no kura šķietami izlido meteorīti) — tagad tas pat ieceļojis Kasiopejas zvaigznājā.

Tuvojoties laikam, kad gaidāma komētas atgriešanās, no jauna sāk pieaugt interese par to. 1973. gadā B. Mārsdens, izmantojot 1862. gada novērojumus, ar ātrdarbīgajiem elektronu skaitļotājiem mēģināja precizēt tās orbitas parametrus, it īpaši periodu. Viņa nolūks bija, pārskatot agrākos novērojumus, pārlicināties, vai Svifta—Tatla komēta nav redzēta pirms 19. gadsimta. Tā viņš uzdūrās 1737. gadā Pekinā jezuītu misionāra Kēglera novērotās komētas aprakstam. Kēglers savus nedēļu ilgos novērojumus bija fiksējis samērā precīzi, līdz ar to 1737. gada komētu bija iespējams identificēt kā Svifta—Tatla komētu, lai gan iznāca, ka periods tai ir tikai 125 gadi. Taču, kā rādīja aprēķins, komēta pirms 1862. gada parādīšanās, virzoties uz perihēliju, pa ceļam bija pietuvojusies Saturnam 1 au un Jupiteram 2 au attālumā, kas varēja izraisīt perioda izmaiņu par 5 gadiem.

Nemot vērā abu šo komētas atgriešanās reīzu novērojumus, Mārsdens paredzēja, ka tās kārtējā parādīšanās notiks 1992. gada novembrī. Taču istas pārliecības par prognozes pareizību nebija, jo nevarēja zināt, kāda loma komētas kustībā ir t. s. negravitācijas spēkiem, kuru cēlonis ir reaktīvais atgrūdiens no izmestajām gāzes strūklām. Kļūda varēja saņiegt vairākus gadus, un bija pat aprēķinā variants, kurš komētas atgriešanos paredzēja 80. gadu sākumā. Kad tomēr šajā laikā tā netika novērota, Mārsdens palika pie 1992. gada varianta. 1992. gada sākumā viņš publicēja savu komētas efemerīdu, un, vadoties pēc tās, japāņu amatieris C. Kiuhi 1992. gada 26. septembrī to pamanīja binoklī kā 11,5 zvaigzņlieluma objektu. Apstiprinošas ziņas tūlīt pienāca no daudziem novērotājiem visās pasaules malās (1. att.). Komēta strauji turpināja pieņemties spožumā, maksimumu saņiehdzot novembra vidū, kad tās komas kopējais spožums bija ap 4^m,5. Sai laikā tā atradās vistuvāk Zemei: 1,2 au attālumā. Caur perihēliju komēta izgāja 12. decembrī un pazuda Saules staros. Tās novērošana atsākās februārī, kad komēta jau bija dziļi noslidējusi

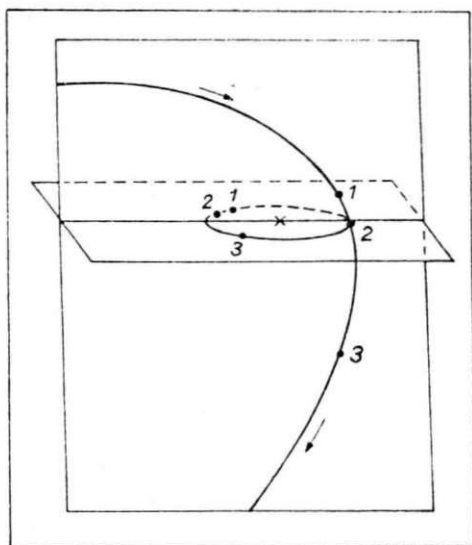


1. att. Svifta—Tatla komēta 1992. gada novembrī. Uzņēmums izdarīts ar Kotdazīras (Cote d'Azur) observatorijas 90 cm Smita teleskopu.

dienvīdu puslodē un tās spožums bija nokritis līdz 9. zvaigzņlielumam.

Tādējādi izrādījās, ka Mārsdenam komētas parādīšanās laiku galu galā izdevies pareģot visai precīzi. Papildinot iepriekšējo parādīšanās reīzu pozīciju novērojumus ar 1992. gada novērojumiem, Mārsdens vēlreiz precizēja komētas orbitas parametrus un aprēķināja, ka tā atkal gaidāma 2126. gada vasarā. Taču joprojām nebija skaidra negravitācijas spēku loma, tādēļ radās zināmas šaubas par datumu, kad komētai jānonāk perihēlijā (2. att.). Mārsdens konstatēja, ka, gadijumā ja komēta izietu caur perihēliju 15 dienas vēlāk, nekā paredzēts, tad 3 nedēļas pēc tam tā sadurtos ar Zemi. Viņš savu secinājumu tūlīt darīja zināmu atklātībā, un, avižu izpušķots, tas pārvērtās sensacionālajā ziņā — tā aplidoja visu pasauli — par gaidāmo pastaro dienu 2126. gada 14. augustā. Un, lai arī nevienam no mums tik un tā neizdosies nodzīvot līdz minētajam datumam, šī ziņa radīja zināmu satraukumu un kāpināja interesi par kosmisko katastrofu tematu.

Sai sakarā Mārsdena secinājuma pareizību uzņēmās pārbaudīt atzītais komētu orbitu pētnieks B. Jomens ar līdzstrādniekiem no Kali-



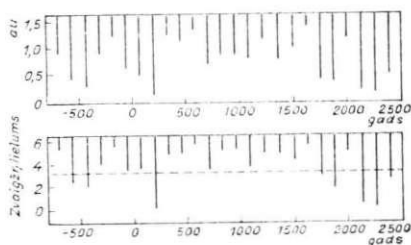
2. att. Svifļa—Tatla komētas orbīta perihēlija apkārtnē. Parādīta arī Zemes orbīta, ar viēnādiem cipariem atzīmēta Zemes un komētas vienlaicīgā atrašanās vieta orbītā.

fornijas Tehnoloģiskā institūta reaktīvās kustības laboratorijas. Lai noteiktu komētas orbītas elementus, viņš apvienoja pozīciju novērojumus no trim pēdējām tās atgriešanās reizēm. Balstoties uz šiem rezultātiem un ņemot vērā visu 9 lielo planētu izraisītās perturbācijas, viņš izdarīja ļoti precīzu komētas kustības aprēķinu 3000 gadu laikā laikposmā no 700. gada pr. Kr. līdz 2400. gadam, lai noskaidrotu komētas redzamības apstākļus no Zemes. Iegūtie rezultāti par komētas minimālo attālumu no Zemes un maksimālo spožumu parādīti 3. attēlā. Vispirms jau redzam, ka komētas sadursme ar Zemi nedraud ne 2126., ne 2261. gadā, kad komēta paskries Zemei garām attiecīgi 0,153 un 0,147 au lielā attālumā. Aplūkojamā laikposmā komēta Zemei vistuvāk pienākusi 188. gadā — līdz 0,129 au. Pārskatot vecās ķīniešu hronikas, viņi tiešām atrada norādi, ka minētā gada vasarā parādījusies «zvaigzne — viešņa, liela kā trauks kurā ietilpst trīs mēri». Šajos avotos ir īsa piezīme arī par 69. gada atgriešanos, bet tas tad arī ir viss.

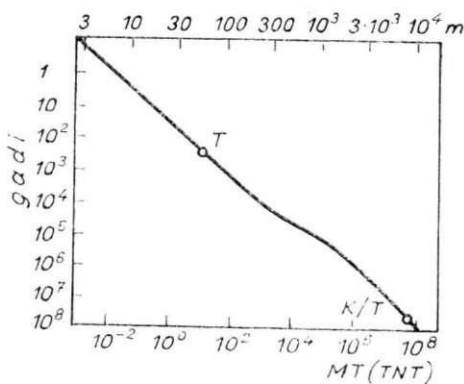
Palūkojoties uz 3. attēlā redzamo līniju (apakšā), kas atbilst ar neapbruņotu aci saskatāmajam komētas spožumam (atgādināsim, ka komēta ir izplūdis objekts un tādēļ spožuma robeža tās saskatīšanai ir augstāka nekā zvaigžņveida objektam pieņemtie $6^{m,5}$), redzam, ka nekas vairāk pēdējos 2000 gados arī nevarēja būt. Tādējādi ir vērojama laba saskaņa starp aprēķinu un novērojumiem — komēta ir redzēta visās reizēs, kad vien tas bija iespējams, un otrādi — nav atzīmju par komētas parādīšanos, kad to pēc aprēķina nevarēja redzēt.

Tas vieš pārliecību, ka šoreiz aprēķins ir pareizs. Fakts, ka trūkst ziņu par abiem vissenākajiem parādīšanās gadījumiem, ir izskaidrojams, jo hronikas par laikiem pirms 200. gada pr. Kr. slikti saglabājušās, — 213. gadā pr. Kr. pirmais Haņu dinastijas imperators pavēlēja tās sadedzināt. Aprēķins parāda, ka aplūkojamā laikposmā komētas orbīta ir visai stabila. Tās elementi haotiski svārstās samērā šaurās robežās, piemēram, periods variē no 127 līdz 136 gadiem, perihēlija attālums no 0,95 līdz 0,98 au u. tml. Ši stabilitāte pastāv tādēļ, ka komēta savas ekliptikai gandrīz perpendikulārās orbītas dēļ turas pieklājīgā attālumā no lielajām planētām — vistuvāk tā mēdz pienākt tieši Zemei (sk. 3. att.).

Beidzot šo stāstījumu par aplam pareģoto planetāra mēroga katastrofu, būtu vietā dažas



3. att. Augšā: minimālais attālums starp Zemi un Svifļa—Tatla komētu tās atgriešanās reizēs no 700. g. pr. Kr. līdz 2400. gadam. Apakšā: komētas maksimālais zvaigžņlielums tai pašā laikā. Horizontālā līnija atbilst $3^{m,4}$ — komētas redzamības robežai ar neapbruņotu aci.



4. att. Sakarība starp asteroīda caurmēru un sadursmes biežumu ar Zemi. Uz vertikālās ass laika intervāls starp sadursmēm, uz horizontālās — asteroīda caurmērs (*augšā*) un triecienā izdalītā enerģija trinitrotoluola megatonnās (*apakšā*). Atzīmēti punkti Tunguskas (*T*) un krīta/terciārā perioda (*K/T*) katastrofām.

jaunas ziņas par šādu notikumu iespējamību. Nesen amerikāņu pētnieki K. Čepmens un D. Morisons no NASA Eimsas pētījumu centra Kalifornijā publicējuši savus apsvērumus par šo jautājumu. Balstoties uz plašajām ziņām par meteorītu krišanu, viņi aprēķinājuši sadursmes biežumu ar dažāda lieluma kosmiskajiem ķermeņiem. Attiecīgā sakarība parādīta 4. attēlā, kur atzīmēti arī punkti, kas atbilst pazīstamajai Tunguskas katastrofai 1908. gadā un vienai no visgrandiozākajām zināmajām sadursmēm pirms 65 milj. gadu uz krīta un terciāra robežas. Šī sadursme, iznīcinot dinosaurus un milzu paparžu mežus, radija būtiskas pārmaiņas Zemes florā un faunā. Tās izsistais milzīgais Čikxulubas (Chicxulub) krāteris Jukatanas pussalā Meksikā atrasts pavisam nesen un tikai pēc smagumspēka anomālijas mē-

rijumiem, jo miljonu gadu gaitā tas pārklājies ar vairāk nekā 100 m biezu nogulu slāni. Milzu krātera diametru vērtē ap 180 km, pēc pašām pēdējām ziņām — pat 240—300 km. Sprādziens, kas to izracis, ekvivalents 10^{10} — 10^{11} tonnu trinitrotoluola eksplozijai.

Pēc minēto pētnieku atzinuma, sadursmes ar komētu kodoliem ir bīstamākas nekā ar tādas pašas masas asteroīdiem, jo komētas «sit» spēcīgāk, — to vidējais trieciena ātrums ir 30—40 km/s īsperioda un 50—60 km/s ilgperioda komētām, kamēr asteroīdiem — ap 20 km/s. Tas ir tādēļ, ka komētas kustas pa ekscentriskākām orbitām nekā asteroīdi, un, palielinoties ekscentricitātei, pieaug arī kustības ātrums perihēlijā apkārtne.

Iespējamā sadursme ar milzu komētu ir stipri nenoīkta, jo orbitas lielās ekscentricitātes dēļ šie ķermeņi perioda lielāko daļu pavadā Saules sistēmas perifērijā un tādēļ ir ļoti nepilnīgi apsekoti. Turklāt to skaits nemitīgi papildinās no milzīgā protokomētu rezervuāra 10^4 — 10^5 au lielā attālumā aiz Plutona orbitas. Par lielajiem asteroīdiem, kuri krusto Zemes orbitu, ziņas ir daudz noteiktākas — tādu ir zināms ap 200, un lielākajam no tiem — Ivars (N1627) — ir «tikai» 8 km liels diametrs.

Minētie zinātnieki uzskata, ka arī mūsdienās, neraugoties uz civilizācijas milzīgo progresu, sadursme ar tik lielu ķermeni (ap 10 km diametrā) nozīmētu cilvēces bojāeju, jo prasītu ap 5 miljardiem cilvēku dzīvību. Taču, ja rēķinām atsevišķa cilvēka bojāejas varbūtību šādā kosmiskā katastrofā, tad tā iznāk nenozīmīga — ap $4 \cdot 10^{-6}$. Daudz lielākas ir mūsu izredzes iet bojā satiksmes negadījumā (ap 0,01) vai no slepkavas rokas (ap 0,003).

U. Dzērvītis

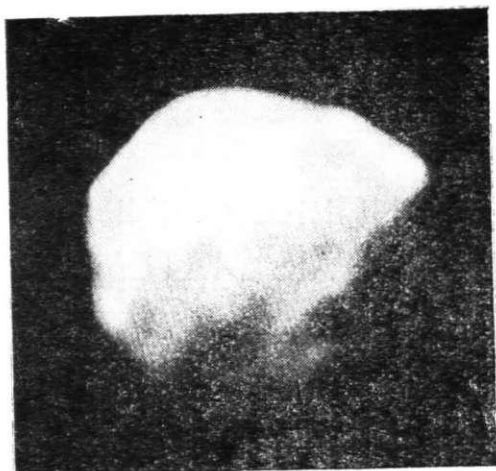
MAZAJAI PLANĒTAI IDAI ATKLĀTS PAVADONIS

Astronomi regulāri novēro mazo planētu spožuma svārstības. Parasti tās novēro tad, kad mazā planēta aizklāj kādu zvaigzni. Par

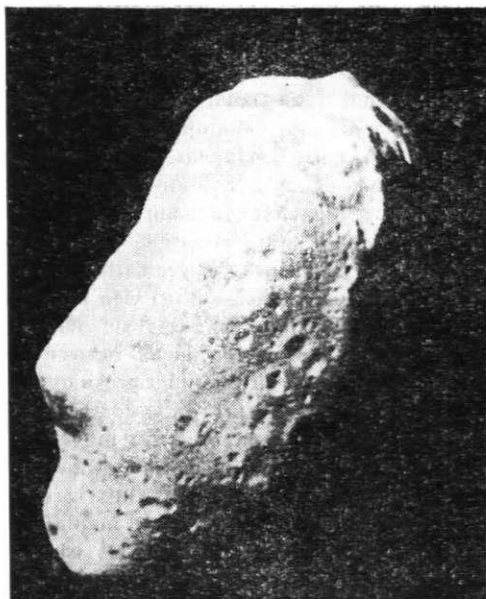
spožuma svārstību cēloni, protams, var kļūt arī mazās planētas pavadonis. Taču līdzšinējos novērojumos tas nav apstiprinājies. 1994. gada

23. martā tika publicēts ar kosmisko zondi GALILEO uzņemts attēls, kurā mazā planēta Ida (243) ir redzama kopā ar savu pavadoni (1. att.). Līdz oficiālā nosaukuma piešķiršanai Idas pavadonis tiks apzīmēts ar «1993 (243) 1».

Zonde GALILEO gāja garām Idai 1993. gada augustā. Tā kā zondes antena vēl arvien nav pilnīgi izvērstā, attēli tiek pārraidīti visai lēni. Attēli saglabājās zondes elektriskajā atmiņā, līdz attālums no zondes līdz Zemei kļuva pietiekoši mazs. Tad minēto attēlu pārraidīja vēlreiz. Pavadonis, kura diametrs ir tikai 1,5 km, rudenī netika atklāts tādēļ, ka tas atradās ārpus pārraidītā attēla malas. Pa-



2. att. Idas pavadonis 1993 (243)1 ir 1,5 km liels. Attēls iegūts no tiem pašiem datiem, no kuriem iegūts arī 1. attēls (JPL).



1. att. Mazā planēta Ida (243) ar savu pavadoni. Attēls uzņemts ar kosmisko zondi 1993. gada 28. augustā, pārraidīts uz Zemi 1994. gada 23. martā (JPL).

gāja vesela nedēļa, kamēr atklājumu apstiprināja infrasarkanajā spektra daļā.

Pavadonis atrodas (2. att.) aptuveni 100 ± 50 km no mazās planētas, kas savukārt ir $56 \times 24 \times 21$ km³ liela. Tikko izdosies precizēt pavadona orbītu, tā varēs aprēķināt Idas masu. Spektroskopiskie mērījumi rāda, ka abi ķermeņi, kā vairums mazo planētu joslas ķermeņu, sastāv no silikātiem.

Zinātnieki no JPL (Jet Propulsion Laboratory) domā, ka abi ķermeņi ir radušies vienlaicīgi. Cēlonis varētu būt divu lielāku mazo planētu sadursme, taču iespējama arī kādas mazās planētas ietriekšanās Idā.

Mazās planētas un tās pavadona konfigurācija ir «īslaicīga» sistēma. Jau dažu miljonu gadu laikā Jupitera ietekmē šī sistēma tiks izjaukta.

Pēc ārzemju preses materiāliem sagatavojis
T. Romanovskis

EMANUELA GRINBERGA (1911 — 1982) ATSTĀTAIS MATEMĀTISKAIS MANTOJUMS

Iepriekšējā žurnāla numurā pārpublicētais Eižena Leimaņa raksts «In memoriam. Matemātiķis Emanuels Grinbergs» paver ieskatu izcilā latviešu matemātiķa E. Grinberga dzīvē un zinātniskajā darbā. E. Leimanis acimredzot nav zinājis šādu detaļu: E. Grinbergam patiešām bija «liegts mācīt un zinātniski strādāt», tomēr šis teikums jālasa ar zemtekstu — «bija liegts strādāt par mācībspēku universitātē un par zinātnisko līdzstrādnieku — zinātniskās pētniecības iestādēs». Nezinātniski strādāt E. Grinbergs vienkārši nespēja. Viņš arī nespēja nemācīt savus kolēģus, nespēja neievadīt viņus savu oriģinālo ideju pasaulē, nespēja neaizraut ar savas personības garīgo spēku un nopietnību, nespēja nevaldzināt ar savu vienkāršību un silto humoru.

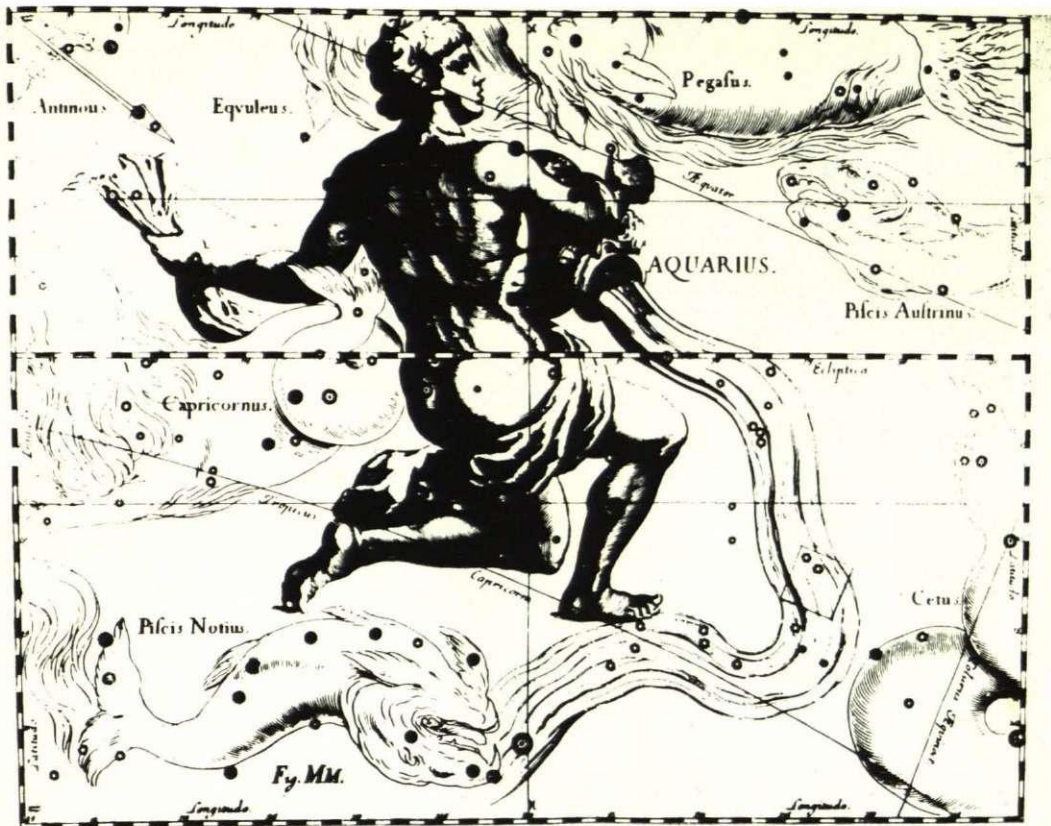
No 1947. gada līdz 1956. gadam E. Grinbergs strādāja rūpnīcas «Radiotehnika» laboratorijā, kur, vispārinādams kādu ne visai sarežģītu Eilera algoritmu, lika pamatus savai elektrisko ķēžu aprēķināšanas metodei un reizē ar to arī krietni vien vēlāk (1960. gadā) aizstāvētajai zinātņu kandidāta disertācijai, kura, bez šaubām, bija pārāka par dažu labu doktora disertāciju. E. Grinberga tālaika darbam bija daudzi praktiski rezultāti, to vidū — jauni, par agrākajiem labāki starpfrekvences filtri ar maināmu joslas platumu.

No 1956. gada līdz 1960. gadam E. Grinbergs strādāja Zinātņu akadēmijas Fizikas institūtā, turpinādams nodarboties ar elektriskajām ķēdēm un vienlaikus aizvien ciešāk pievēršdamies sava mūža «lielajai mīlestībai» — grafiem. Šajā jomā viņam bija visnopietnākie panākumi, par kuriem aizvien biežāk tiek rakstīts pasaules preses slejās. Fā, 1992. gada oktobra numurā žurnāls «Scientific Ameri-

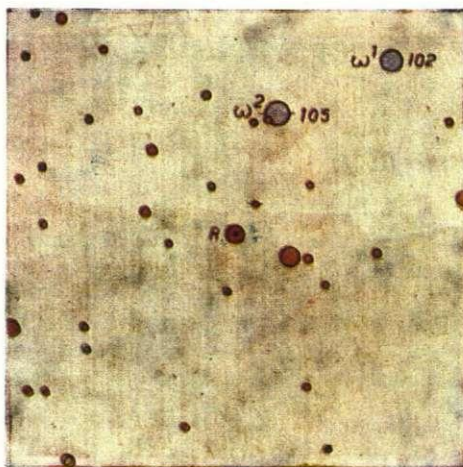
can» stāsta par kādu E. Grinberga pierādītu teorēmu, kuru ilustrē klasisks slepkavības atklāšanas piemērs: slepkava ir tas, kurš nogalinātā cilvēka istabā varējis nokļūt saskaņā ar minētās teorēmas prasībām, — un tāds no vairākiem aizdomās turētajiem, izrādās, ir tikai viens. Protams, te varētu minēt arī nopietnākus piemērus.

Diemžēl tikai nedaudzi no E. Grinberga darbiem ir publicēti. Gandrīz viss viņa atstātais matemātikas mantojums saglabājies manuskriptos, kuru kopapjoms — vairāk nekā 45 000 lappušu — jau kvantitatīvi vien ir grūti aptverams; pat pavirša šo papīra kalnu pārlopošana nolūkā gūt vispārēju priekšstatu prasa vismaz vairākas spraiža darba dienas, bet nopietna iepazīšanās — droši vien daudzus mēnešus (speciālistam; nespeciālists no šim piezīmēm un rēķiniem tik un tā neko nesaņem). Šajos manuskriptos un aprēķinos (no tiem daudzi ir vairākkārt pārstrādāti, laboti un pilnveidoti) atrodami ārkārtīgi interesanti, joprojām aktuāli uzdevumi un to risinājumi, gandrīz vienmēr — konkrēti skaitliski rezultāti. Tādēļ vēlreiz jāuzsver nevis mantojuma kvantitāte, jau minētais iespaidīgais skaitlis 45 000, bet gan tieši kvalitāte, kas liecina par E. Grinberga vispusīgajām interesēm, rūpīgu iedziļināšanos pat daudzās matemātikai, šķiet, patālu stāvošās problēmās, par adekvātu to izpratni, spējām pareizi formulēt un — pats par sevi saprotams — atrisināt viņa uzmanības lokā nokļuvušo uzdevumu.

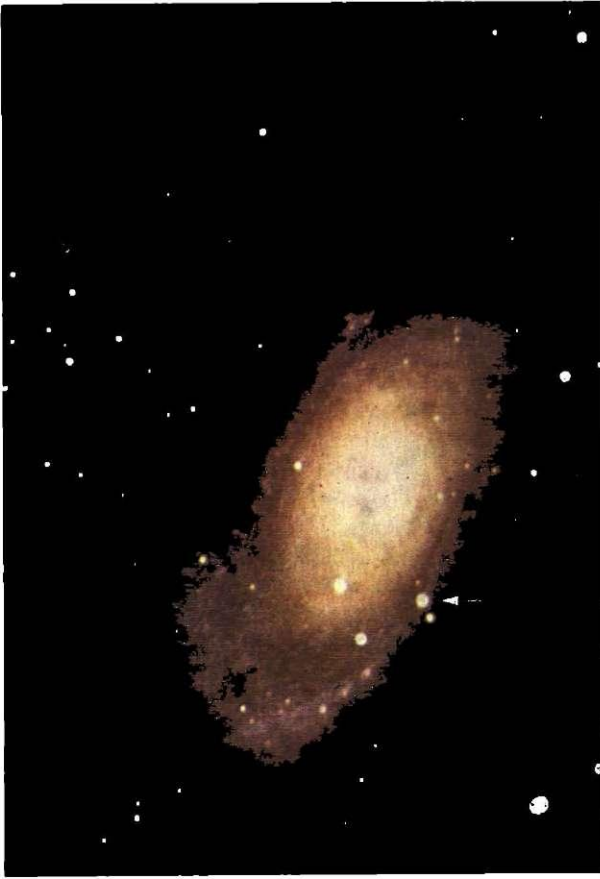
Līdz šim apzinātais un sistematizētais E. Grinberga mantojums, tie paši 45 000 lappušu, glabājas LU Matemātikas un informātikas institūta muzejā Rīgā, Raiņa bulvārī 29. Vienai daļai (pāri par 35 000 lappušu)



Ūdensvīra zvaigznājs poļu astronoma Jana Hevēlija (1611—1687) sastādītajā zvaigžņu atlantā. R zvaigzni Hevēlija laikā nepazīna, un tā nav atzīmēta. Lai parādītu tās vietu, no krūzes līstošajā ūdensstrūklā ap Ūdensvīra R esam iezīmējuši $3 \times 3^\circ$ lielu debess lauku, kas sīkāk redzams nākamajā attēlā. Jāņem vērā, ka šajā attēlā, atšķirībā no nākamā, debess redzama spoguļskatā.

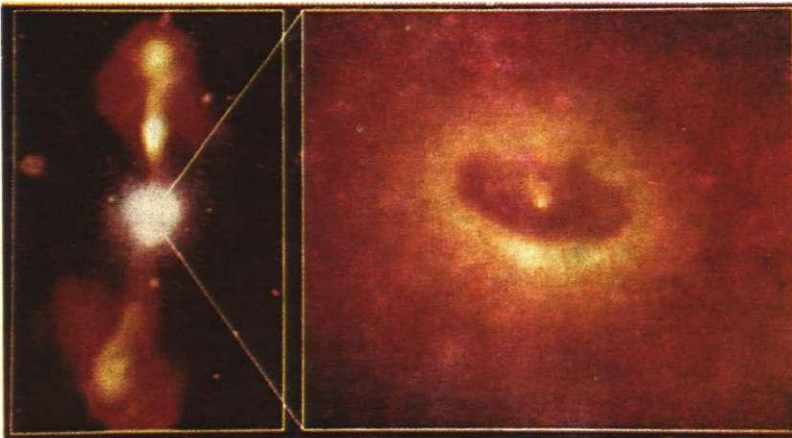


Ūdensvīra R (R Aqr) $3 \times 3^\circ$ apkārtnes karte no Antonina Bečvārža (1901—1965) zvaigžņu atlanta «Atlas Eclipticalis». Aplītis centrā norāda Ūdensvīra R. No tās uz ZR (pa labi uz augšu) atrodas divas spožākās šā lauka zvaigznes ω^2 un ω^1 , kuras redzamas arī pirmajā attēlā. (Sk. A. Alksņa un Z. Alksnes rakstu «Divainais spīdekļis Ūdensvīra zvaigznajā» 5. lpp.).

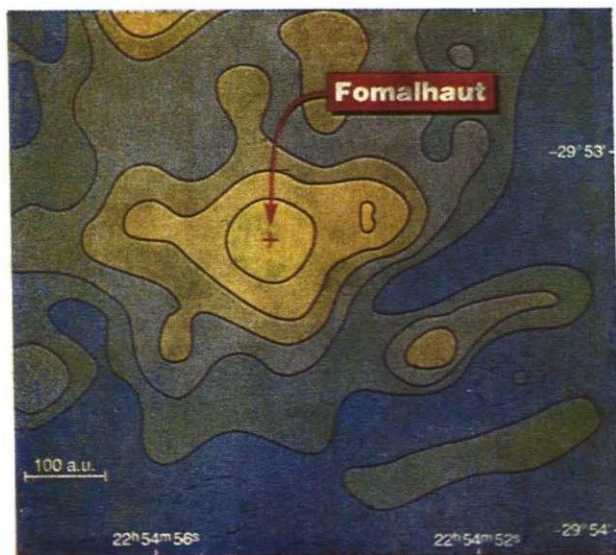
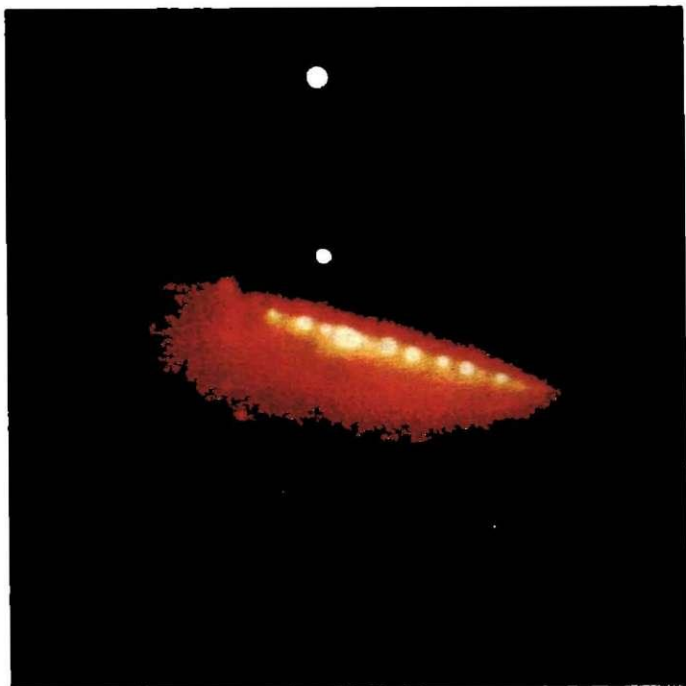


Galaktika M 81 ar 1993. gada pārnovu (norādīta ar bultīti) Uzņēmums ar 40 cm teleskopu izdarīts 25 dienas pēc maksimuma, kad pārnovas spožums jau samazinājies 6 reizes. (Sk. U. Dzērviša rakstu «Pārnova maina savu tipu» 12. lpp.)

Radiogalaktikas NGC 4261 centrs. *Pa kreisi* — kombinēts attēls no virszemes optiskajiem un radioiļņojumiem; *pa labi* — kodola apkārtnes uzņēmums ar HKT — redzams putekļu un gāzes disks ap kodolu. (Sk. U. Dzērviša rakstu «Ko ar Habla teleskopu var saskatīt Andromedas miglāja kodolā?» 16. lpp.)



Sumeikeru—Levi 9. kometa uzņemuma, kas izdarīts ar Maunakea observatorijas (Havaju salas) 2.2 m teleskopu. (Sk. I Dzervīša rakstu «Jupitera amurs jeb kā Sumeikeru—Levi kometa sadūras ar Jupiteru» 22. lpp.)

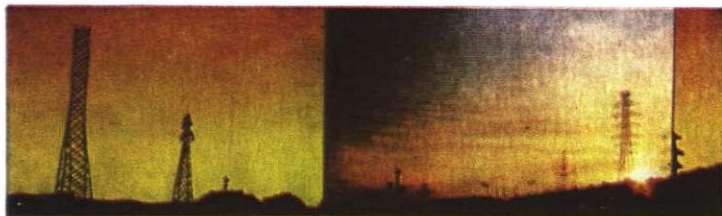


Astronomi atklājuši disku ap dienvidu puslodes zvaigzni Fomalhautu jeb Dienvidu Zivs α . Atklājums izdarīts ar Francijas 30 m radioteleskopu 1,3 mm viļņu garumā. Fomalhauta diska caurums, izrādās, ir ap 400 au. Līdz šim vienīgā galvenās secības zvaigzne, ap kuru saskatīts vielas disks, bija Gleznotāja β . Fomalhauts no mums ir tikai 22 ly attālumā, jeb 2,5 reizes tuvāk nekā Gleznotāja β .

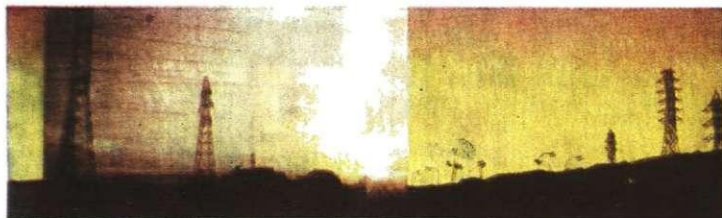


Daļējs Saules aptumsums Rīgā 1994. gada 10. maijā.
Uzņēmis I. Vilks ar 500 mm fokusa attāluma objektīvu.

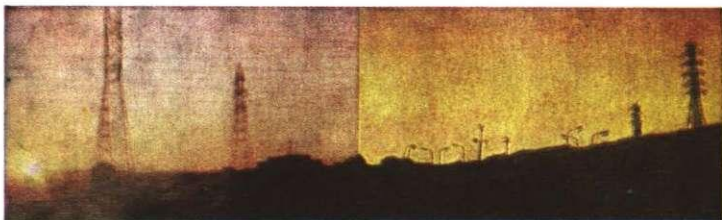
Pirmais saulriets ziemas
sākumā.



Tas pats pavasara sākumā.



Tas pats vasaras sākumā.



Tas pats rudens sākumā.



(Sk. R. Rosas—Ferrē rak-
stu «Saulrieta uzņēmumu
apstrāde» 51. lpp.)

E. Grinbergs devis virsrakstu «Rēķini», otru daļu (vairāk nekā 7000 lappušu) esmu nosaucis par «Komentāriem».

E. Grinbergs konspektējis arī toreizējā LVU Skaitļošanas centra kopīgo semināru saturu un norisi, papildidams ar šiem konspektiem 16 «kantora grāmatas» un tādējādi saglabādams nākamībai daudz interesanta no matemātikas vēstures.

Neiedziļinoties detaļās, kas šādā rakstā nemaz nav iespējams, īsi minēsim galvenos pētījumu virzienus, kuri atspoguļojas «Rēķinos» un — vēl plašāk — «Komentāros» (tajos ietilpst galvenokārt raksti un / vai to uzmetumi, lekciju konspekti, kā arī šķirķļi, kas publicēti Latvijas padomju enciklopēdijā). Ap 2000 lappušu no «Komentāriem» veltīti grafu teorijai un kombinatorikai, pāri par 1000 — elektrisko ķēžu un filtru teorijai. (1980. gadā E. Grinbergam un viņa līdzstrādniekiem tika piešķirta LPSR Valsts prēmija par elektrisko ķēžu projektēšanu.)

Vairāki E. Grinberga darbi veltīti Markova procesiem un to analīzes rezultātu izmantošanai demogrāfisko problēmu risināšanā. (Šķiet, ka vēlreiz atkārtot apgalvojumu par pašreizējo «sarežģīto demogrāfisko situāciju» Latvijā būtu lieki.) Piebildīsim, ka Markova procesi ir tādi nejausi procesi (gadījumnotikumu secība), kuru raksturīgā pazīme ir aplūkojamo lielumu ikreizējo vērtību (momentānvērtību) neatkarība no iepriekšējām vērtībām, t. i., procesi, kas «neatceras» savu pagātni, pat vistuvāko ne. (Tātad jau par populāru kļuvušais sauklis «nekļūsim par mankurtiem» matemātiski būtu formulējams tā: «Nejausim, lai mūsu tautas un mūsu pašu vēsture kļūst par Markova procesu.») Bez tam tajā «Komentāru» sadaļā, kur ir runa par Markova procesiem, atrodamas arī E. Grinberga vispārīgās pārdomas par matemātiku, par tās mācīšanu skolā un augstskolā.

E. Grinbergs ar līdzstrādniekiem izstrādājis arī īpašu matemātisko metodi kuģu korpusu formas aprēķiniem nolūkā panākt cik vien iespējams labu to aptekamību. Sametināmo tērauda lokšņu formai jābūt tādai, ka salaiduma vietās plūstoši mainās, nosacīti runājot, ne vien kuģa virsmu raksturojošās koordinātas, bet arī to izmaiņas ātrums resp. virsmas liekuma rādiuss. Līdz ar labāku aptekamību kuģa korpuss tādējādi iegūst arī lielāku izturību. Metode guva augstu atzinību un tika ieviesta visās toreizējās PSRS kuģubūves rūpniecās.

E. Grinbergs savulaik ir pievērsies arī jautājumiem par asinsriti un asins sastāvu, magnetohidrodinamikas problēmām, kā arī mežsaimniecības jautājumiem, kuru risināšanā viņš izmantojis paša iegūtos rezultātus par diskrētām aproksimācijām skaitļu tabulās.

Saglabājušās visas trīs (!) E. Grinberga disertācijas: maģistra (1936), doktora (1943) un fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta (1960), pirmās divas — latviešu, pēdējā — krievu valodā. Līdz mums nonākušas arī viņa rakstītās 25 recenzijas par zinātniskiem darbiem, 10 atsauksmes par disertācijām, 37 par diplomdarbiem; bez tam mantojumā ietilpst daudzi lekciju un praktisko nodarbību konspekti. E. Grinbergs lasījis lekcijas analītiskajā un diferenciālajā ģeometrijā, tenzoru rēķinos, grafu teorijā, kombinatorikā, aproksimāciju teorijā, elektrisko ķēžu un filtru teorijā.

Lieki būtu piebilst, ka pašreizējā, kā mēdz teikt, «sarežģītā situācija poligrāfijā» padara jautājumu par E. Grinberga mantojuma publicēšanu vairāk nekā problemātisku. Ar šo nelielo rakstu autors ir gribējis vērst lasītāju uzmanību uz nepieciešamību neaizmirst E. Grinbergu — vienu no izcilākajiem latviešu matemātiķiem.

J. Dambītis

RĪGAS 22. ATKLĀTĀ SKOLĒNU ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE

1994. gada 8. un 9. aprīlī 22. reizi norisinājās Rīgas atklātā astronomijas olimpiāde skolēniem. Tajā piedalījās desmit skolēni. Negaidīta bija Latvijas novadu atsaucība. Divas skolnieces pārstāvēja Rojas vidusskolu, divi skolnieki — Daugavpils Pedagoģiskās universitātes vecāko klašu eksperimentālo vidusskolu, viena skolniece — Cēsaines vidusskolu, bet jaunākā dalībniece (7. klases skolniece) bija ieradusies no Mārupes pamatskolas. Četru rīdzinieku vidū divi bija no 1. ģimnāzijas, pa vienam — no 46. vidusskolas un 9. maiņu vidusskolas. Nelielais dalībnieku skaits pilnībā atbilst pašreizējai situācijai, kad astronomija kā atsevišķs mācību priekšmets pastāv tikai 13 Latvijas skolās.

Olimpiādes pirmajā kārtā, kas notika Latvijas Universitātes galvenajā ēkā, dalībnieki risināja četrus uzdevumus un piedalījās aptaujā, kurā bija jāatbild uz 18 dažādiem ar astronomiju saistītiem jautājumiem. Šī aptauja parādīja katra dalībnieka teorētiskās zināšanas, jo, atbildot uz jautājumiem, kuriem bija doti iespējamie atbilžu varianti, nedrīkstēja izmantot palīg līdzekļus. Rezultāti bija samērā viduvēji, jo dalībnieku vairākums ieguva 3—6 punktus no 10. Izcēlās vienīgi 1. ģimnāzijas pārstāvji, kuri savas līderpozīcijas pārliecinoši saglabāja arī vēlāk. Raivis Spēlmanis ieguva 8, bet Andris Jegorovs — visus 10 punktus. Uzdevumu risināšanā labāks rezultāts bija R. Spēlmanim. Pirmajā kārtā no 34 punktiem



1. att. Olimpiādes dalībnieki F. Candra muzejā. Pirmajā rindā no labās — uzvarētājs Andris Jegorovs. I. Vilka foto.



2. att. Zūrija gatavojas uz klausīt dalībnieku atbildes. I. Vilka foto.

viņš ieguva 30. A. Jegorovs atpalika par vienu punktu, bet trešo rezultātu uzrādīja Viesturs Bražis no 9. maiņu vidusskolas (21 punkts). Pirmajā dienā dalībnieku sniegumu vērtēja Latvijas Universitātes Astronomiskās observatorijas administrācijas vadītājs Ilgonis Vilks, Rīgas 9. maiņu vidusskolas fizikas skolotājs Alberts Bricis un LU Fizikas un matemātikas fakultātes students Ģirts Barinovs.

Olimpiādes otrā kārtā notika 9. aprīlī F. Candra muzejā Zasulaukā (1. att.). Tajā piedalījās visi 10 skolēni. Viņi iepazinās ar muzeja ekspozīciju un noskatījās amerikāņu videofilmu par astronomiju. Mutiskajā kārtā dalībnieki atbildēja uz trīs jautājumiem. Pirmie divi bija par Saules sistēmu un Visumu, bet trešajā bija jāizskaidro kāda ar astronomiju saistīta situācija, tas ir, jāprot apvienot zināšanas ar iztēli. Vispārliciecināšāk atbildēja A. Jegorovs, iegūstot 24 punktus no 26. Ļoti labi savas zināšanas apliecināja Marina Šestakova no Mārupes pamatskolas 7. klases (20 punkti). R. Spēlmanis otrajā kārtā bija trešais rezultāts (19 punkti). Dalībnieku zināšanas vērtēja I. Vilks, A. Bricis, Ģ. Barinovs, kā arī Rīgas Skolu valdes pārstāvis Guntis Svabadnieks un LU Astronomiskās ob-

servatorijas vadošais pētnieks Juris Zagars (2. att.).

Kopvērtējumā par uzvarētāju kļuva A. Jegorovs (53 punkti no 60). R. Spēlmanis ieguva otro vietu (49 punkti), bet V. Bražis — trešo vietu (38 punkti). Gan uzvarētāji, gan pārējie olimpiādes dalībnieki saņēma grāmatas par astronomiju, fiziku un matemātiku.

22. astronomijas olimpiādi organizēja LU Astronomiskā observatorija un Rīgas Skolu valde, kuras pārstāvis G. Svabadnieks sagādāja balvas. Organizatori aicina visus skolēnus, kuru interesē astronomija, 1995. gada pirmajās pavasara dienās piedalīties Rīgas 23. atklātajā astronomijas olimpiādē.

Tālāk sniedzam aptaujas jautājumu un uzdevumu piemērus ar atrisinājumiem.

APTAUJA

1. Kas ir spožākā debess ziemeļu puslodes zvaigzne?

- a) Sīriuss
- b) Denebs
- c) Arkturs
- d) Betelgeize

×

2. Kāds ir Zīrafes zvaigznāja latiniskais nosaukums?

- a) Capricornus
- b) Zīraph
- c) Corvus
- d) Camelopardalis

×

3. Kā sauc zvaigzni «Mazā Saņa α »?

- a) Proksima
- b) Prociens
- c) Porciens
- d) Pollukss

×

4. Kas ir parseks?

- a) 3,87 ly
- b) $3,086 \cdot 10^{20}$ cm
- c) $3 \cdot 10^{10}$ km
- d) attālums līdz zvaigznei, kuras gada paralakse ir $1''$

×

5. Kas ir cefeīdas?

- a) aktīvākā pavasarī novērojāmā meteoru plūsma
- b) daudzkrāšņa zvaigžņu sistēma, kurā ir vismaz 5 komponentes
- c) pulsējošas maiņzvaigznes
- d) īpašas formas zvaigžņu kopas, kuras līdz šim atklātas tikai Cefeja zvaigznajā

--

×

--

6. Kurai Saules sistēmas komētai ir visīsākais apriņķošanas periods?

- a) Hāronam
- b) Enkes komētai
- c) Haleja komētai
- d) Hironam

×

7. Kam ir izšķirošā nozīme Visuma pastāvēšanas laika aprēķināšanā?

- a) Planka konstantei
- b) Habla konstantei
- c) gravitācijas konstantei
- d) Avogadro skaitlim

×

8. Kas ir Eiropa?

- a) Jupitera pavadonis
- b) Saturna pavadonis
- c) daļa no Zemes lielākā kontinenta
- d) daļa no Neptūna gredzena

×
×

9. Kā sauc Zemes mākslīgā pavadoņa orbītas

punktu, kas atrodas vistālāk uz ziemeļiem no Zemes ekvatora plaknes?

- a) afēlijs
- b) apekss
- c) opozīcija
- d) sekstilais aspekts

×

10. Kas ir fakelas?

- a) spoži meteorīti
- b) Saules fotosfēras rajoni ar palielinātu spožumu
- c) ķīmiski aktīvas vielas, kuru iedarbības rezultātā kust Marsa polārās cepures
- d) ilgperioda maiņzvaigznes, kuras maksimumā ir spožākas par 4. zvaigžņlielumu

--

×

--

--

11. Kas ir terminator?

- a) kosmiskā aparāta ierīce planētas virsmas temperatūras kartes iegūšanai
- b) astronomijas terminu vārdnīca
- c) apgabals Saules tuvumā, kurā nevar eksistēt komētas
- d) robeža starp debess ķermeņa apgaismoto un neapgaismoto daļu

--

--

--

×

12. Kā sauc visaugstāko virsotni, kas atrodas uz Saules sistēmas planētām?

- a) Džomolungma (Everests) (uz Zemes)
- b) *Olympus Mons* (uz Marsa)
- c) *Galileus Montes* (uz Jupitera)
- d) *Maxwell Montes* (uz Venēras)

×

--

--

UZDEVUMI

1. Zīls Verns vienā no saviem romāniem apraksta komētu, kuras afēlija attālums ir 820 miljoni kilometru, bet apriņķošanas periods 2 gadi. Vai šāda komēta ir iespējama?

Atrisinājums. Komētas orbītas lielā pusass astronomiskajās vienībās pēc Keplera trešā likuma ir $a = \sqrt[3]{T^2}$, kur T ir apriņķošanas periods gados. Skaitliski $a = \sqrt[3]{2^2} = 1,587$ au (astrono-

miskās vienības). Vienā astronomiskajā vienībā ir 149,6 miljoni kilometru, tātad $a=237$ miljoni km. Lai noskaidrotu, vai šāda komēta iespējama, noteiksim tās perihēlija attālumu q . Orbits lielo pusasi a , perihēlija attālumu q un afēlija attālumu Q saista šāda sakarība: $a=(Q+q)/2$. No šcjenes $q=2a-Q$. Skaitliski $q=2 \cdot 237-820=-347$ miljoni kilometru. Perihēlija attālums iznāk negatīvs.

Tas nevar būt, tāpēc uzdevuma **atbilde** skan: šāda komēta nav iespējama.

2. Uz planētas virsmas ķermenis sver P . Cik tas svērs dziļumā h ? Planētas rādiuss ir R .

Atrisinājums. Uz planētas virsmas ķermenis ar masu m sver $P=G \frac{M \cdot m}{R^2}$, kur G ir gravitācijas konstante, M ir planētas masa un R ir planētas rādiuss. Dziļumā h uz ķermeni iedarbojas tikai tās planētas daļas pievilkšanas spēks, kas atrodas dziļāk par ķermeni. Šīs daļas rādiuss ir $R-h$ un masa M_1 . Ķermeņa svars samazinās: $P_1=G \frac{M_1 \cdot m}{(R-h)^2}$. Izdalām P_1 ar P : $\frac{P_1}{P} = \frac{M_1 \cdot R^2}{M \cdot (R-h)^2}$ (1). Lodveida planētas masa $M = \frac{3}{4} \pi R^3 \cdot \rho$, kur ρ ir planētas blīvums. Planētas daļas masa, kas atrodas dziļumā h , ir $M_1 = \frac{4}{3} \pi (R-h)^3 \cdot \rho$. Ievietojot šīs vērtības formulā (1) un īsinot skaitītāju un saucēju, iegūstam $\frac{P_1}{P} = \frac{R-h}{R}$.

Tātad uzdevuma **atbildi** var pierakstīt ar formulu $P_1 = P \cdot (R-h)/R$.

3. Ar kādu minimālo ātrumu jāsviež akmens, lai tas sāktu riņķot ap asteroīdu, kura masa ir 10^{15} kg, bet rādiuss 4 km?

Atrisinājums. Akmens jāsviež horizontāli ar pirmo kosmisko ātrumu v_1 metri sekundē, kuru aprēķina pēc formulas $v_1 = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R}}$,

kur G ir gravitācijas konstante $G=6,672 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$, M ir asteroīda masa kilogramos un R ir asteroīda rādiuss metros. Ieviešot skaitļus, iegūstam $v_1 =$

$$= \sqrt{\frac{6,672 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{15}}{4000}} = 4,08 \text{ m/s.}$$

Atbilde: akmens jāsviež horizontāli ar ātrumu 4,08 metri sekundē.

4. Komētas lielā pusass ir 5 au. Kāds ir komētas apriņķošanas periods? Komētai pietuvojoties Saulei, 1% tās masas iztvaikojs. Kā izmainījies komētas apriņķošanas periods? Vai var apgalvot, ka pēc simt apriņķojumiem komēta būs iztvaikojusi?

Atrisinājums. Komētas apriņķošanas periods T gados pēc Keplera trešā likuma ir $T = \sqrt{a^3}$, kur a ir komētas orbītas lielā pusass astronomiskajās vienībās. Aprēķinot skaitliski, $T = \sqrt{5^3} = 11,18$ gadi. Komētas masa iztvaikojot mainās, tāpēc tās apriņķošanas periods jāreķina pēc precizētā trešā Keplera likuma, kurā ietilpst centrālā ķermeņa (Saules) masa M un komētas masa m : $\frac{T^2 \cdot (M+m)}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G}$, taču,

tā kā komētas masa ir daudzkārt mazāka par Saules masu ($m \ll M$), tad komētas iztvaikošana tās apriņķošanas periodu praktiski nemaina. Ja komētas orbīta nemainās, tad nemainās arī fizikālie apstākļi. Varam apgalvot, ka pēc simt apriņķojumiem visa komētas masa nebūs iztvaikojusi, jo iztvaikojušī masa ir proporcionāla enerģijai, kuru saņem komēta, tā savukārt ir proporcionāla komētas kodola virsmai, kas samazinās, kodolam iztvaikojot. Tādējādi ar katru reizi iztvaikos arvien mazāk masas pēc absolūtas vērtības.

Atbilde: komētas apriņķošanas periods ir 11,18 gadi. Tas praktiski nemainās. Pēc simt apriņķojumiem komēta nebūs līdz galam iztvaikojusi.

M. Krastiņš, I. Vilks

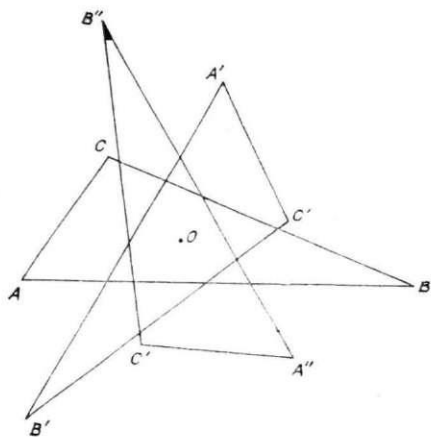
SIMETRIJAS KONSTRUKCIJA NAPOLEONA KONSTRUKCIJAS VIETĀ

Labi pazīstama teorēma, kura tiek piedēvēta Napoleonam, skan: «Ja uz patvaļīga trijstūra malām konstruē vienādmalu trijstūrus, vēršot tos uz ārpusi, tad to centri veido vienādmalu trijstūra virsotnes.»

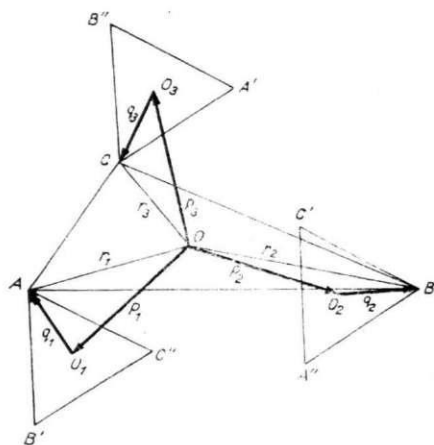
Ja šajā konstrukcijā vienādmalu trijstūrus vērš uz iekšpusi, tad to centri veido otra vienādmalu trijstūra virsotnes.

Napoleona konstrukcijas būtība ir divu vienādmalu trijstūru piekārtošana patvaļīgam trijstūrim. Es gribu demonstrēt citu metodi, ar kuru patvaļīgam trijstūrim var piekārtot divus tikpat lielus vienādmalu trijstūrus. Šī konstrukcija mums dos jaunu matemātisku paņēmieni trijstūra aprakstīšanā.

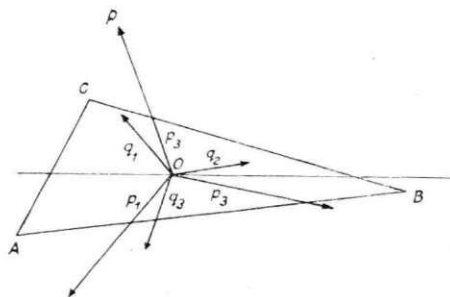
Pagriezīsim doto patvaļīgo trijstūri ABC ap tā ģeometrisko centru par 120° un 240° , iegūsim 1. attēlā redzamo figūru. Šai figūrai piemīt trešās kārtas rotācijas simetrijas ass. Tāpēc punkti $AB'C''$, $A''B''C'$ un $A'B''C$ veido trīs vienādmalu trijstūrus, kas cits pret citu ir pagriezti par 120° . Šo trijstūru centri ir otra vienādmalu trijstūra $O_1O_2O_3$ virsotnes (2. att.). Balstoties uz šo attēlu, viegli izvirzīt hipotēzi, ka trijstūra virsotņu koordi-



1. att.



2. att.



3. att.

nātas ir uzskatāmas ar divu vektoru p un q palīdzību:

$r_1 = p_1 + q_1$, $r_2 = p_2 + q_2$, $r_3 = p_3 + q_3$, kur $p_1 = p_2 = p_3$, $q_1 = q_2 = q_3$.

Laikā vienkāršotu tālāko matemātisko aprakstu, novietosim vektoru q_1 sākumpunktus centrā O (3. att.). Apzīmēsim leņķi starp vektoriem p_1 un q_1 ar 2ϕ . Vektors q_2 pret q_1 ir pagriezts par 120° pulksteņrādītāja virzienā, bet p_2 pret p_1 — par 120° pretēji pulksteņrādītāja virzienam. Līdzīgi q_3 pret q_1 ir pagriezts par 240°

pulksteņrādītāja virzienā, bet p_3 pret p_1 — par 240° pretēja virzienā. Tātad vektoru p_1 , q_1 , p_2 , q_2 un p_3 , q_3 bisektrises sakrīt, veidojot simetrijas asi. Tagad viegli iegūstam formulu, kas, izmantojot divus vektorus p un q un simetrijas operāciju, apraksta trijstūra ABC virsotnes:

$$r(f, i) = p(f + 120(i-1)) + q(-f - 120(i-1)), \quad (1)$$

$$i = 1, 2, 3.$$

Nosauksim p , q un f par trijstūra vispārinātajām koordinātām. Vienādojums (1) un 3. attēls uzrāda noteiktu spoguļrotācijas simetrijas īpašību. Iedomāsimies, ka vektortriplets p_i tiek pagriezts par 120° pulksteņrādītāja virzienā, bet vektortriplets q_i — par 120° pretējā virzienā. Jaunā figūra sakrītīs ar veco, arī jaunā trijstūra virsotnes A' , B' , C' sakrītīs ar dotā trijstūra virsotnēm. Tikai tās būs pārvietojušās pulksteņrādītāja virzienā: A' savietosies ar C , B' ar A , C' ar B . Vienādojuma (1) invarianci pret vektoru p un q spoguļrotāciju par leņķi $120n$, kur n — vesels skaitlis, viegli pierādīt:

$$r(f + 120n, i) = p(f + 120n + 120(i-1)) + q(-f - 120n - 120(i-1)) = r(f, i + n).$$

Tātad jebkuram trijstūrim piemīt spoguļrotācijas simetrijas ass un attiecīgas īpašības. Tas nosaka vispārināto koordinātu p , q , f vērtību.

Ja parametru $120(i-1)$ aizstāsim ar nepārtraukti mainīgu parametru F no 0° līdz 360° , tad iegūsim trijstūrim apvilktās elipses vienādojumu:

$$r(f, F) = p(f+F) + q(-f-F). \quad (2)$$

Par to var viegli pārliecināties, pārrakstot vienādojumu (2) koordinātu formā, ja x asi savieto ar spoguļrotācijas asi:

$$x(F) = a \cos(f+F), \quad y(F) = b \sin(f+F), \quad (3)$$

$$a = p+q, \quad b = p-q,$$

kur a un b ir elipses galvenās pus-asis. Tā kā starp F vērtībām ir arī $120(i-1)$, tad dotā trijstūra punkti pieder arī elipsei (2, 3). No (2) izriet skaista elipses ģeometriskā interpretācija: elipse ir divu spoguļrotācijas vektoru summas hodogrāfs. Elipses galvenā ass vienlaicīgi ir arī elipses spoguļrotācijas simetrijas ass. No vienādo-

juma (2) izriet, ka elipse ir invarianta pret spoguļrotāciju par jebkuru leņķi f :

$$r(0, F+f) = p(f+F) + q(-f-F) = r(f, F).$$

Elipses $r(0, F+f)$ un $r(f, F)$ sakrīt.

Ja $F = 360(i-1)/n$, vienādojums (2) apraksta harmonisku n -stūri:

$$r(f, i) = p(f + 360(i-1)/n) + q(-f - 360(i-1)/n), \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

Harmoniskam daudzstūrim arī piemīt spoguļrotācijas simetrija pret pagrieztienu par $(360/n)k$ grādiem.

Harmonisko daudzstūru aprakstīšana ar vispārinātām koordinātām p , q , f un spoguļsimetrijas operāciju dod mums elementāru un vienkāršu matemātisko aparātu.

Aplūkosim, piemēram, elipses punktu spoguļrotāciju par 90° . Šī operācija piekārt katram dotās elipses punktam tā konjugēto punktu. Summējot rādiusvektora (2) un $r(f+90, F)$ kvadrātus, iegūstam

$$r^2(f, F) + r^2(f+90, F) = 2(p^2 + q^2) = a^2 + b^2. \quad (5)$$

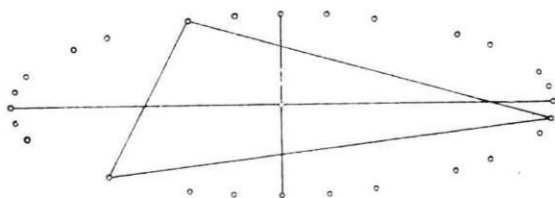
Divus punktus uz elipses r un r_k sauc par konjugētiem, ja to rādiusvektoru kvadrātu summa ir vienāda ar elipses pusasu kvadrātu summu. Tātad punkti $r(f, F)$ un $r(f+90, F)$ ir konjugēti. Tā kā pieskare punktā r ir paralela konjugētam rādiusvektoram r_k , tad pieskari elipsei katrā punktā var konstruēt, pagriežot vektoru p par 90° pulksteņrādītāja virzienā, bet q — par 90° pretējā virzienā. Summas vektors $r(f+90, F) = r_k$ (konjugētais rādiusvektors) rāda pieskares virzienu.

Atgriezīsimies pie trijstūra. Viegli pamanīt, ka arī trijstūra malas ir izsakāmas ar diviem vektoriem:

$$s(1) = r(f, 2) - r(f, 3) = p(f+120) - p(f+240) + q(-f-120) - q(-f-240).$$

Nesim vērā, ka $p(f+120) - p(f+240)$ ir vienādmalu trijstūra mala, kas ir perpendikulāra vektoram $p(f)$, bet pēc moduļa ir $\sqrt{3}$ reizes garāka par p . Līdzīgi vektors $q(-f-120) - q(-f-240)$ ir perpendikulārs vektoram $q(-f)$. Tātad $s(1) = \sqrt{3}r(f+90, 1)$ jeb, vispārināti attiecinot uz visām malām, iegūstam:

$$s(i) = \sqrt{3}r(f+90, i) = \sqrt{3}r_k. \quad (6)$$



4. att.

Savukārt trijstūra mediāna, kas balstās uz malu $s(i)$, ir 1,5 reizes garāka par rādiusvektoru $r(f, i) = r$:

$$m(i) = (1,5)r(f, i). \quad (7)$$

Tā kā $r(f, i)$ un $r(f+90, i)$ ir konjugēti jeb saistīti ar vienādojumu (5), tad iegūstam vienādojumu, kas saista malu ar mediānu:

$$s^2(i)/3 + (4/9)m^2(i) = 2(p^2 + q^2). \quad (8)$$

Vienādojumi, kas ļauj aprēķināt mediānu, ja dotas trijstūra malas, ir zināmi, taču tie ir trīs dažādi vienādojumi. Šie vienādojumi ir sakarības (8) sekas. Pārlicināsimies par to. Aprēķināsim trijstūra malu kvadrātu summu:

$$K = s^2(1) + s^2(2) + s^2(3) = 3(p^2 + q^2).$$

Ievietojot šo summu vienādojumā (8), iegūstam ģeometrijā labi pazīstamo formulu:

$$m(i) = (\text{sqr}(3)/2)\text{sqr}(2(s^2(1) + s^2(2) + s^2(3)) - s^2(i)).$$

Aprēķināsim trijstūra laukumu:

$$\begin{aligned} L &= |3/2r(f, 1) \times r(f, 2)| = \\ &= |3/2(p(f) \times p(f+120) + \\ &+ q(-f) \times q(-f-120))| = \\ &= (3\text{sqr}(3)/4)(p^2 - q^2). \end{aligned}$$

Vēl atliek izteikt trijstūra perimetru.

$$P = s(1) + s(2) + s(3) = \text{sqr}(3)(r(f+90, 1) + r(f+90, 2) + r(f+90, 3)).$$

Redzam, ka perimetrs ir proporcionāls konjugēto rādiusvektoru moduļu summai.

Tā kā trijstūra un elipses simetrijas asi sakrīt, tad, izmantojot tikai dotā trijstūra virsotnes, var iegūt 28 elipses punktus.

1. Uz elipses atrodas trīs virsotnes $r(f, i)$ un katras trijstūra virsotnes konjugētais punkts $r_k(f+90, i)$. Konjugētā punkta konstruēšana izriet no vienādojuma (6). Konstruē taisni, kas iet cauri ģeometriskajam centram 0 un ir paralēla trijstūra malai $s(i)$, un no punkta 0 uz taisnes atliek punktus $+\text{sqr}(3)s(i)$ un $-\text{sqr}(3)s(i)$. Šos punktus konstruē ar cirkuli. Novelk riņķa līniju ar

rādiusu $s(i)$ un konstruē tajā vienādmalu trijstūri. Malas garums ir $\text{sqr}(3)s(i)$.

2. Atliekot šo sešu punktu spoguļattēlus pret simetrijas asi (x asi), iegūstam vēl sešus elipses punktus, tātad jau 12 punktus.

3. Tā kā elipse ir spoguļsimetriska arī pret y asi, tad, atliekot 12 punktu spoguļattēlus pret y asi, kopā iegūstam jau 24 elipses punktus.

4. Atliekot uz x ass punktus $+(p+q)$ un $-(p+q)$ un uz y ass punktus $+(p-q)$ un $-(p-q)$, iegūstam elipses četrus krustpunktus ar galvenajām asīm, tātad kopā 28 punktus (4. att.).

T. Romanovskis

TURNĪRU MATEMĀTIKA, V

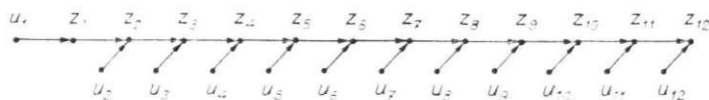
(Turpinājums. Sākumu sk. 1993. gada rudens numurā.)

Atgādināsim, ka mēs aplūkojam turnīrus ar n dalībniekiem ($n \geq 2$), kuros katram ar katru paredzēts sacensties tieši vienu reizi, turklāt neizšķirtu nav. Dalībniekus mēs bieži attēlojam ar punktiem un apzīmēsim ar burtiem (varbūt lietojot arī indeksus). Ka dalībnieks A uzvarējis dalībnieku B, attēlojam ar pierakstu $A \rightarrow B$.

Sajā rakstu sērijas daļā mēs aplūkojam monotonus turnīrus, t. i., tādus, kuros katriem trim spēlētājiem A, B un C no $A \rightarrow B$ un $B \rightarrow C$ seko $A \rightarrow C$.

Iepriekš mēs aplūkojām binārās ievietošanas algoritmu un saliešanas algoritmu. Tie abi ļāva n spēlētāju monotonu turnīru pilnīgi sakārtot ne vairāk kā $n \log_2 n$ spēlēs. Ja spēlētāju skaits turnīrā ir 24, tad gan binārās ievietošanas, gan saliešanas algoritms to pilnīgi sakārtot ļauj 89 spēlēs.

15. att.



16. att.



Tagad aplūkosim spēcīgāku algoritmu — Forda—Džonsona algoritmu, kas tā nosaukts savu izgudrotāju — divu amerikāņu matemātiķu vārdā. Šā algoritma patērēto spēļu skaitu n spēlētāju turnīra gadījumā apzīmēsim ar $FD(n)$.

Algoritma darbību ilustrēsim 24 spēlētāju turnīra gadījumā.

1. Vispirms sadalām 24 spēlētājus pa pāriem un liekam katrā pāri apvienotajiem spēlētājiem spēlēt savā starpā.

2. Atsevišķi aplūkojam zaudētājus. **Sakārtojam tos pēc spēles prasmes (kā to izdarām, aprakstīsim vēlāk).** Iegūtā situācija parādīta 15. attēlā, kur ar z_1, z_2, \dots, z_{12} apzīmēti zaudētāji, bet ar u_1, u_2, \dots, u_{12} ar tiem vienā pāri bijušie uzvarētāji.

Nemsim vērā, ka patlaban mums jau virknē sakārtoti 13 spēlētāji ($u_1, z_1, z_2, \dots, z_{12}$), un šai virknei jāpievieno pārējie 11 (u_2, u_3, \dots, u_{12}).

Saskaņā ar FD algoritmu, vispirms galvenajā virknē jāievieto u_3 . Skaidrs, ka u_3 tajā atradīsies pa kreisi no z_3 . Liksim vispirms u_3 spēlēt ar z_1 . Ja $u_3 \rightarrow z_1$, tad tālāk u_3 spēlē ar u_1 ; ja $z_1 \rightarrow u_3$, tad tālāk u_3 spēlē ar z_2 . Pēc šīm divām spēlēm u_3 vieta galvenajā virknē ir noskaidrota.

Atkarībā no spēļu iznākumiem shēmas kreisais gals tagad var izskatīties divējādi (16. att.).

a) gadījums iespējams tikai, ja u_3 zaudējis gan pret z_1 , gan pret z_2 ; b) gadījums rodas, ja u_3 uzvarējis vai nu pret z_1 , vai otrajā spēlē pret z_2 . Šajā gadījumā α, β, γ var būt u_3, u_1, z_1 ; u_1, u_3, z_1 ; u_1, z_1, u_3 .

a) gadījumā u_2 vietu galvenajā virknē noskaidrojam ne vairāk kā divās spēlēs (liekot u_2 spēlēt ar z_1 un — uzvaras gadījumā — vēl ar u_1). b) gadījumā u_2 vispirms spēlē ar β , pēc tam ar α vai γ .

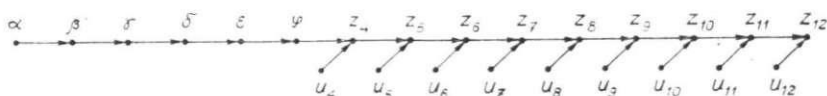
Tādējādi u_3 un u_2 abi divi ir ievietoti galvenajā virknē, kopā izmantojot ne vairāk par četrām spēlēm.

Nemsim vērā, ka ļoti būtiski izdarīt u_3 un u_2 ievietošanu tieši šādā secībā. Padomāsim, cik spēles tiktu izmantotas, ja vispirms galvenajā virknē ievietotu u_2 un pēc tam — u_3 .

Skaidrs, ka u_2 ievietošanai jāreķinās ar divām spēlēm. Pēc tam kad u_2 jau ievietots galvenajā virknē, u_3 jāievieto starp četriem spēlētājiem u_2, u_1, z_1, z_2 ; mēs to protam izdarīt tikai ar trim spēlēm, un var pierādīt (kā, būs redzams raksta turpinājumā), ka atīrāk tas nav izdarāms. Tātad kopā mēs patērētu $2+3=5$ spēles — par vienu vairāk nekā FD algoritmā.

Viegli saprast, kāds mehānisms rada šo atšķirību. Sākumā u_2 «pieļaujama intervalā» ir divi spēlētāji: u_1 un z_1 . Pēc u_2 ievietošanas u_3 pieļaujama intervalā salīdzinājumā ar u_2 pieļaujamo intervālu saņem papildus uzreiz divus spēlētājus: u_2 un z_2 , un tajā ir četri spēlētāji. Maksimālais pieļaujama intervalā, kurā var ievietot spēlētāju pēc divām spēlēm, ir 3; tātad šajā gadījumā u_2 mēs ievietojām isākā intervalā, nekā varētu, un līdz ar to u_3 bija jāievieto jau pārāk garā intervalā.

Ja turpretī vispirms ievieto u_3 , tad tā pieļaujama intervalā ir trīs spēlētāji: u_1, z_1 un z_2 . Pēc u_3 ievietošanas u_2 pieļaujama inter-



17. att.



18. att.

vāls salīdzinājumā ar u_3 pieļaujamo intervālu noteikti zaudē vienu spēlētāju z_2 un **varbūt** iegūst vienu jaunu spēlētāju u_3 , tātad tajā atkal ir, augstākais, trīs spēlētāji. Šajā gadījumā abu spēlētāju pieļaujamie intervāli tiek sadalīti līdzīgāk, un tas arī ļauj ietaupīt vienu spēli.

Pēc u_3 un u_2 ieviešanas iegūstam 17. attēlā redzamo ainu.

Te α , β , γ , δ , ϵ , ϕ ir vienāla kādā secībā izvietoti spēlētāji u_1 , u_2 , u_3 , z_1 , z_2 , z_3 .

Tā kā septiņi ir lielākais jau pilnīgi sakārtotu tādu spēlētāju skaits, starp kuriem var ievietot nākamo spēlētāju, izmantojot trīs spēles, tad FD algoritms galvenajā virknē kā nākamo ievieto u_5 , bet pēc tam — u_4 , kopā patērējot sešas spēles (tas notiek, izmantojot binārās ieviešanas algoritmu). Rezultātā izveidojas 18. attēlā parādītā aina.

Lielākais jau pilnīgi sakārtotu tādu spēlētāju skaits, starp kuriem var ievietot nākamo spēlētāju, izmantojot četras spēles, ir 15. Saskaņā ar FD algoritmu, ievieojam galvenajā virknē u_{11} , u_{10} , u_9 , u_8 , u_7 , u_6 , kopā patērējot $6 \cdot 4 = 24$ spēles. Pēc tam ievieojam tajā u_{12} , patērējot piecas spēles. (Tiek izmantota binārās ieviešanas metode.) Līdz ar to visi 24 spēlētāji sakārtoti.

Mēs esam patērējuši 12 spēles sākotnējos pāros, $2 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + 6 \cdot 4 + 1 \cdot 5 = 39$ spēles ieviešanai un vēl pagaidām nenoskaidrotu spēļu daudzumu 12 zaudētāju sakārtošanai, kas tika minēta algoritma aprakstā otrā punkta sākumā. Šī sakārtošana arī notiek ar šo pašu Forda—Džonsona algoritmu (mēs aprakstīsim, kā). Tāpēc iegūstam vienādību

$$FD(24) = 12 + 39 + FD(12). \quad (1)$$

3. Kārtojam 12 zaudētājus ar FD algoritmu. Vispirms sadalām tos pāros un liekam katra pāra spēlētājiem spēlēt savā starpā, patērējot sešas spēles. **Turklāt zaudētājus sakārtojam pēc spēles prasmes (kā, aprakstīsim vēlāk).** Iegūstam ainu, kas redzama 19. attēlā.



19. att.

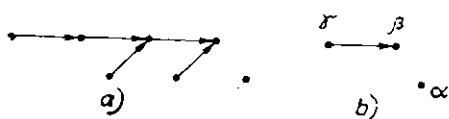
Rikojojies tālāk pēc iepriekšminētā paņēmiena, visas «astītes» varam ievietot galvenajā virknē, izmantojot $2 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + 1 \cdot 4 = 14$ spēles. Tātad esam patērējuši sešas spēles pāros, 14 spēles ieviešanai un vēl pagaidām nenoskaidrotu spēļu daudzumu sešu zaudētāju sakārtošanai. Šo sakārtošanu atkal veiksīm ar FD algoritmu. Tāpēc iegūstam vienādību

$$FD(12) = 6 + 14 + FD(6). \quad (2)$$

4. Lasītājs pats var pārbaudīt, ka, rikojojies līdzīgi, iegūstam

$$FD(6) = 3 + 4 + FD(3). \quad (3)$$

5. Mums jānoskaidro $FD(3)$ vērtība. Šim gadījumam piemīt īpatnība, kura parādās pirmoreiz: kārtojamo spēlētāju skaits ir nepāra skaitlis. Tādos gadījumos FD algoritms paredz «lieko», bez pāra palikušo spēlētāju uzskatīt par uzvarētāju un novietot pa labi no visiem citiem uzvarētājiem (piemēram, septiņu spēlētāju gadījumā sk. 20. a attēlu). Mūsu gadījumā iegūstam 20. b attēlā parādīto ainu.



20. att.

Skaidrs, ka iegūstam vienādību

$$FD(3) = 1 + 2 + FD(1). \quad (4)$$

Tiešām, «astītes» ievietošanai vajadzīgas divas spēles; formāli turpinot aizsāktu algoritma konstrukciju, mums jāparāda, kā ar FD algoritmu kārto zaudētāju kopu, kura sastāv no viena zaudētāja β . Protams, tam nekādas spēles nav vajadzīgas, tāpēc $FD(1) = 0$.

Saskaitot (1), (2), (3), (4) un sāisinot līdzīgos locekļus, iegūstam

$$FD(24) = 81.$$

Kā redzams, ir panākts būtisks uzlabojums salīdzinājumā ar bināras ievietošanas un saliešanas algoritmiem, kas deva $B(24) = S(24) = 89$. Ja n palielinās, šī starpība kļūst vēl lielāka un tiecas uz bezgalību, ja $n \rightarrow \infty$.

Vai Forda—Džonsona algoritms ir vislabākais? Acimredzot tas apvieno būtiskas divu iepriekšaplūkoto algoritmu — binārās ievietošanas un saliešanas — iezīmes. Binārās ievietošanas metode tiek lietota, papildinot galveno virkni ar «astītēm»; saliešanas ideja tiek izmantota, apvienojot vienā sarakstā vairākus neatkarīgi sakārtotus pārus. Tomēr ir arī citas idejas, kuras kopā ar aplūkotajām ļauj skaitu būtiski samazināt. Ir pierādīts, ka pastāv tāds turnīra kārtošanas algoritms (apzīmēsim to ar A), ka $FD(n) - A(n) \rightarrow \infty$, ja $n \rightarrow \infty$. Tomēr tas ir tehniski ļoti sarežģīts, un šeit pie tā nekavēsimies.

Jāuzsver, ka jautājums par to, kurš no algoritmiem ir vislabākais, nav precīzs, un uz to parasti var atbildēt dažādi. Aplūkotie turnīru kārtošanas algoritmi, protams, netiek lietoti tikai «sportiskiem» mērķiem (un patiesībā vis-

pār sportiskiem mērķiem netiek lietoti). To galvenais izmantojuma lauks ir datu masīvu kārtošana elektronisko skaitļotāju atmiņā. Spēlei starp diviem turnīra dalībniekiem atbilst divu ierakstu salīdzināšana; minimālais spēļu skaits — mazākajam salīdzināšanas operāciju skaitam, kas jāizdara, kārtojot patvaļīgu masīvu ar n ierakstiem. Šim uzdevumam ir ļoti svarīga praktiska nozīme: apmēram 30% no komerciālā mašīnlaika pasaulē tiek patērēti dažādu kārtošanas uzdevumu risināšanai. Tomēr maldīgi domāt, ka algoritms ar mazāko salīdzināšanu skaitu sliktākajā gadījumā ir arī labākais vispār. Pirmkārt, vissliktākie gadījumi parādās reti; praktiski svarīgāk butu minimalizēt vidējo salīdzināšanu skaitu. Otrkārt, ja algoritmu ieprogrammē ļoti sarežģīti, tad ieguldītais darbs un kļūdu labošana var izrādīties dārgāka par iegūto efektu. Treškārt, cenšoties par katru cenu samazināt salīdzināšanu skaitu var izraisīt citu operāciju skaita palielināšanos, un algoritms kopumā atkal var kļūt neefektīvāks. Ceturtkārt, ne visi algoritmi vienlīdz labi darbojas visos datoros: ja programma ir ļoti sarežģīta vai kartojamie masīvi ļoti lieli, var gadīties, ka jālieto ārējie atmiņas nesēji, kas atkal var būtiski sadārdzināt algoritma izmantošanu. Līdzīgu uzskaitījumu varētu vēl turpināt. Tapēc jau pats uzdevums — katra konkrētā gadījumā saprast, kāds algoritms šim gadījumam ir vislabākais, — ir ļoti sarežģīts, un apmierinošs atzinājums nav iegūts līdz pat šim brīdim. Tomēr salīdzināšanu skaits sliktākajā gadījumā ir viens no pašiem galvenajiem kārtošanas algoritma kvalitātes rādītājiem.

Raksta nākamajā daļā centīsimies atrast šā skaita apakšējās robežas, par kurām zemāk nevar «nolaisties» neviens algoritms — ne pašlaik zināms, ne kaut kad nākotnē vēl izgudrojams, ne arī tāds, kurš objektīvi eksistē, bet mūsu prāta ierobežotības dēļ nekad netiks atklāts.

(Turpinājumu sk. nākamajā numurā.)

A. Andžāns, J. Smotrovs

PAR STRĪDĪGIEM KAIMIŅIEM

Piedāvājam lasītājiem šādu uzdevumu.

1. uzdevums. Pilsētas nomalē ir trīs mājas un trīs akas. No katras mājas uz katru aku ved taciņa. Reiz šo māju saimnieki sastridējās. Lai nebūtu jāsatiekas ceļā uz akām, viņi nolēma iekārtot taciņas tā, lai nekādas divas no tām nekrustotos, bet tomēr no katras mājas uz katru aku vestu pa taciņai. Kā to izdarīt?

Droši vien daudziem no jums šis uzdevums ir zināms. Ne viens vien būs nopūlējis to atrisināt un sapratis, ka prasīto izpildīt tomēr nav iespējams. Kāpēc tā? Sajā rakstā mēģināsim atbildēt uz šo jautājumu.

Tā kā uzdevumu risināsim, izmantojot grafu teoriju, vispirms atgādināsim dažus pamatjēdzienus.

1. definīcija. Par grafu sauc punktu kopu, kurā daži no tiem savienoti ar līnijām. Punktus sauc par grafa virsotnēm, bet līnijas — par šķautnēm.

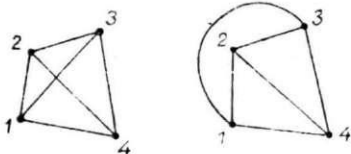
2. definīcija. Grafu sauc par sakarīgu, ja no katras virsotnes pa šķautnēm iespējams nokļūt jebkurā citā virsotnē.

3. definīcija. Grafu sauc par pilnu, ja katras divas virsotnes savieno tieši viena šķautne.

4. definīcija. Šķautņu virkni, kura beidzas tajā pašā virsotnē, kur sākusies, un kurā katra no tās virsotnēm ietilpst tieši vienu reizi, sauc par vienkāršu ciklu.

5. definīcija. Par koku sauc sakarīgu grafu, kurā nav ciklu.

Aplūkosim 1. attēlu. Lai arī vizuāli abas tā



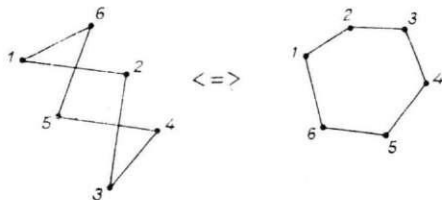
1. att.

daļas izskatās atšķirīgas, viegli pārliecināties, ka tās attēlo vienu un to pašu grafu (abas ar šķautnēm savienotas vienas un tās pašas virsotnes). Būtiskākā abu daļu atšķirība ir tā, ka vienā šķautnes krustojas, bet otrā — ne

6. definīcija. Grafu G sauc par plakano grafu, ja to iespējams uzzīmēt plaknē tā, ka nekādām divām tā šķautnēm nav citu kopīgu punktu, izņemot virsotnes. Iegūto attēlu sauc par grafa G plakano attēlu.

Plakanie grafi ir visi vienkāršie cikli (2. att.), visi koki u. c.

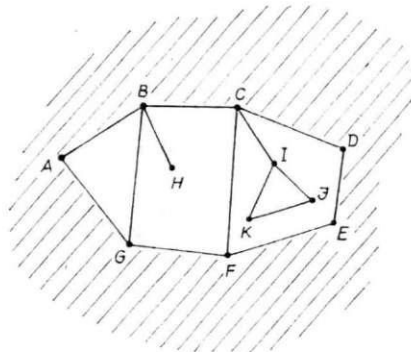
Ieviesīsim grafa skaldnes jēdzienu.



2. att.

7. definīcija. Par grafa skaldni sauc to plaknes daļu, ko norobežo šā grafa vienkāršs cikls un kam iekšpusē nav citu vienkāršu ciklu.

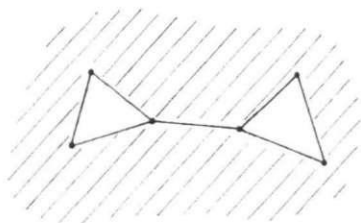
3. attēlā parādītā grafa skaldnes ir ABG, IKJ un arī GBCF, jo šā cikla iekšpusē nav neviena cita cikla. Savukārt, CDEF nav skal-



3. att.

дне, jo tajā ietilpst cikls IKJ. Šķautni CI, kas saista divus vienkāršus ciklus, sauc par tiltu. Divas skaldnes saucim par blakusskaldnēm, ja tām ir vismaz viena kopīga šķautne.

Starp citu, aplūkojot šo grafa «ārpusi», varam secināt, ka to ierobežo vienkāršs cikls ABCDEFG. Šā cikla ārpusē neviena cita cikla nav. Tātad varam uzskatīt, ka arī iesvīrotā plaknes daļa ir skaldne. To saucim par **bezgalīgo skaldni**. Plakanam grafam ir vai nu tieši viena bezgalīgā skaldne, vai arī tādas nav vispār (4. attēlā redzamajam grafam nav bezgalīgās skaldnes, jo iesvīrotā plaknes daļa nav norobežota ar vienkāršu ciklu).



4. att.

Ipašu bezgalīgās skaldnes gadījumu izšķiram, ja runājam par koku. Tad par bezgalīgo skaldni pieņemts uzskatīt visu grafa (koka) plakni.

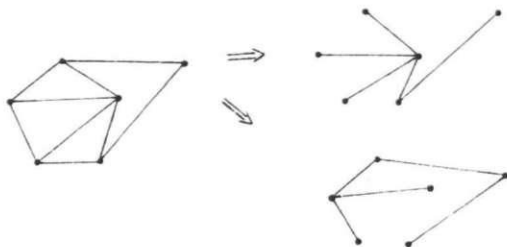
Esam ieviesuši veselu virkni jēdzienu. Tagad varam atgriezties pie raksta sākumā dotā uzdevuma. Pārveidojot uzdevuma nosacījumus grafu valodā, mums vajadzētu parādīt, ka nav iespējams uzzīmēt plakanu grafu, kas atbilst uzdevumā aprakstītajai situācijai. Lai to labāk varētu izdarīt, formulēsim un pierādīsim šādu apgalvojumu.

Apgalvojums. Aplūkosim sakarīgu plakanu grafu bez tiltiem, kuram ir n virsotnes, p šķautnes un r skaldnes (ieskaitot bezgalīgo skaldni). Šos trīs skaitliskos lielumus savā starpā saista sakarība

$$n - p + r = 2.$$

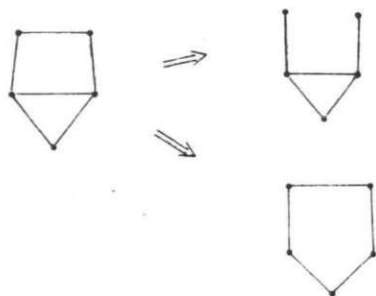
(Par tiltu sauc šķautni, pēc kuras noņemšanas grafs vairs nav sakarīgs.)

Aplūkosim patvaļīgu sakarīgu n virsotņu grafu, kuram ir p šķautnes. Veidosim tā plakano attēlu. Katrā gājienā ņemsim nost kādu no šķautnēm, likvidējot visus vienkāršos ciklus, līdz iegūsim koku. (Protams, to var izdarīt dažādos veidos, 5. attēlā redzams viens piemērs.)



5. att.

Skaidrs, ka, rīkojoties saskaņā ar šādu algoritmu, pēc katra gājiena skaldņu skaits tiek pamazināts par vienu, jo vai nu viens vienkāršs cikls pazūd, vai arī divi vienkārši cikli saplūst vienā (6. att.).



6. att.

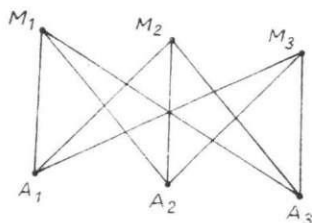
Tā kā šķautņu un skaldņu skaits izmainās vienādi, tad starpība $p - r$ visu laiku paliek konstanta. Apzīmēsim iegūtā koka virsotņu skaitu ar n_k , šķautņu skaitu ar p_k , skaldņu skaitu ar r_k . Tātad $p - r = p_k - r_k$. Tā kā kokam ir tikai viena skaldne (bezgalīgā), tad $p_k - 1 = p - r$. Skaidrs, ka šķautņu nodzēšana nekādi neietekmē grafa virsotņu skaitu. Proti, $n_k = n$.

Tā kā n virsotņu kokā ir $n-1$ šķautne, tad $p_k = n-1$. Līdz ar to

$$p-r = p_k - 1 = n-1-1 = n-2 \\ \text{jeb } p-r-n = -2.$$

Tātad, ja grafs ir plakans, tam izpildās sakarība $p-r-n = -2$. Apgalvojums pamatots. So formulu sauc par Eilera formulu.

Atgriezīsimies pie pirmā uzdevuma. Tajā aprakstīto situāciju ilustrē 7. attēlā redzamais grafs.



7. att.

Parādīsim, ka šis grafs nav pārveidojams par plakanu grafu.

Pieņemsim pretējo — šim grafam eksistē plakans attēls. Mūsu grafam ir sešas virsotnes un deviņas šķautnes. Tad, saskaņā ar Eilera formulu, $r = 2 - n + p = 2 - 6 + 9 = 5$. Ņemsim vērā, ka dotajā grafā nav vienkārša cikla ar garumu 3. Proti, katru skaldni ierobežo vismaz četras šķautnes. Bez tam, tā kā ikviena šķautne pieder divām skaldnēm (mēs ieskaitām arī bezgalīgo skaldni), tad $2p \geq 4r$ (nevienādība tiek iegūta, saskaitot nevienādības $p_1 \geq 4$, $p_2 \geq 4$, ..., $p_r \geq 4$, kur p_1, p_2, \dots, p_r ir pirmās, otrās, ..., r -tās skaldnes šķautņu skaits).

Mūsu gadījumā $2p = 18$, bet $4r = 20$ un tāpēc $18 \geq 20$. Pretruna.

Tātad plakans grafa attēls šoreiz nav iespējams.

Iesakām lasītājiem pašiem atrisināt šādu uzdevumu.

2. uzdevums. Katras divas no piecām kaimiņmājām savieno taciņa. Pēc strīda kaimiņi nolēmuši takas pārkārtot, lai viņiem nekad nejadzētu satīties ceļā no mājas uz māju. Pierādiet, ka to nav iespējams realizēt!

Patiesībā 1. un 2. uzdevumā pierādītie fakti garantē, ka jebkurš grafs, kurā kā apakšgrafs ietilpst vai nu pilns piecu virsotņu grafs, vai 7. attēlā redzamais grafs, nav plakans.

Ir paties pat daudz spēcīgāks rezultāts (to šeit nepierādīsim).

Teorēma. Grafs ir plakans tad un tikai tad, ja tajā kā sastāvdaļas neietilpst abu minēto tipu grafi.

Jautājums par to, kā, paskatoties uz grafa attēlu, ātri noskaidrot, vai šis grafs ir vai nav plakans, ir interesants un praktiski ļoti nozīmīgs. Piemēram, kad elektroniskās mikroshēmas tiek «iespiestas» silīcija plāksnītēs, kontaktu vietas pilda grafa virsotņu, bet plakanie vadi — šķautņu lomu. Skaidrs, ka šķautnes nedrīkst krustoties, tāpēc mikroshēma jārealizē kā plakans grafs.

Apmierinoša risinājuma šim jautājumam nav vēl šodien.

I. France

ASTRONOMISKĀS ZINĀŠANAS UN MATERIĀLĀS PASAULES AINA

«Divas lietas pilda dvēseli ar vienmēr jaunu un pieaugošu apbrīnu un godbijību, jo biežāk un ilgstošāk domas pie tām kavējas: zvaigžņotā debess pār mani un morālais likums mani.»

Imanuels Kants

Milzīgā daudzveidība, kas atklājas arvien pieaugošajā informācijas apjomā gan par materiālās, gan garīgās pasaules parādībām, to savstarpējam saistībām un mijiedarbībām, rada grūtas problēmas šīs daudzveidības izpratnē un tās kopuma aptveršanā. Šo uzdevumu var salīdzināt ar vajadzību un mēģinājumiem orientēties ļoti sarežģītā situācijā, kuru nosaka liels skaits objektu, kas turklāt atrodas nepārtrauktā kustībā un pakļauti nemīgīgam izmaiņām. Skaidrs, ka šāda uzdevuma veikšanai ir nepieciešama ļoti laba atskaites sistēma, un vispirmām kārtām tieši skolas uzdevums ir palīdzēt tādu izveidot.

Situācijas īpatnība ir arī tā, ka cilvēks kā subjekts eksistē vienlaicīgi divās pasaulēs — materiālajā un garīgajā, un šīs pasaules tāpat atrodas ciešā mijiedarbībā. Noteikt, kura no tām ir primāra un līdz ar to prioritāra un kura — sekundāra, kā labi zināms, ir neatrisināts un neatrisināms filozofijas pamatjautājums. Tādēļ visoptimālāk ir meklēt un izstrādāt šādu atskaites jeb orientēšanās sistēmu vienai no šīm pasaulēm, paturot prātā arī otras pasaules objektīvo eksistenci un izdarot nepieciešamos saskaņojumus. Līdz ar to no nāksim pie pasaules uzskata jēdziena ka šādas orientēšanās sistēmas galvenās sastāvdaļas, kas veido it kā mugurkaulu visai parējai mūsu ētisko, estētisko u. c. uzskatu un priekšstatu struktūrai, no kuras galu galā ir pilnā mērā atkarīga visa mūsu dzīve — prieki, bēdas, panākumi, neveiksmes, labklājība utt.

Ņemot vērā iepriekšminēto materiālās un garīgās pasaules objektīvo eksistenci un filozofijas kā zinātnes principiālo nespēju atrisināt jautājumu par šo pasaulu primaritāti un sekundaritāti (šis jautājums, kā zināms, tiek izšķirts izvēles, izšķiršanās, ticības līmenī),

kā eksakto zinātņu pārstāvis un tās valdošās metodoloģijas atzinējs šā nelielā apskata turpinājumā galveno uzmanību gribu pievērst materiālās pasaules zinātniskās ainas (jeb zinātniskā pasaules uzskata) veidošanai. Šī pieeja ir saistīta ne tikai ar to, ka nepietiekami profesionāli pārzinu garīgo pasauli, bet arī ar to, ka daudzi izcili un ievērojami eksakto zinātņu pārstāvji, piemēram, M. Planks, I. Pavlovs u. c., ir bijuši arī garīgo vērtību smalki pazinēji un ticīgi cilvēki. Tāpat profesionālā orientācija uz materiālās pasaules prioritāru izpēti nevis traucē, bet daudzos gadījumos pat veicina garīgās pasaules izpratni, ja vien mēs paši šo profesionālo orientāciju par šādu traucēkli nepataisām. Lai tā nenotiktu, par galveno savas eksistences uzdevumu mums jāizvirza pasaules (šā vārda visplašākajā nozīmē) izziņa un patiesības meklēšana. Šo apgalvojumu apstiprina arī tas, ka daudzi ievērojami reliģisko konfesiju pārstāvji savu pasaules izziņu un šos patiesības meklējumus ir uzsākuši kā noteiktas eksakto zinātņu nozares studenti.

Ir nepareizi materiālo pasauli pretstatīt garīgajai, tāpat kā zinātni — ticībai — otrādi. Cilvēkā satiekas un izpaužas abas šīs pasaules un abas šīs dziņas (izzināt un ticēt), un, tikai ņemot vērā šo kopsakarību, varam būt droši par esamības apjēgšanu tās daudzveidībā un šķietamajā jucekļīgumā.

No šā, t. i., no zinātniskā, pasaules uzskata veidošanas viedokļa sevišķi nozīmīga, būtiska loma ir astronomijai kā materiālās pasaules satvara iezīmētājai. Astronomija dod priekšstatu par šīs pasaules aprisēm, par tās kosmiskajiem mērogiem, par kosmisko objektu un parādību daudzveidību, par to, cik neparastos vai ekstremālos apstākļos pastāv un pārvei-

dojas kosmiskā matērija, par kosmiskās pasaules norisēm, skaistumu un harmoniju, par likumsakarībām, kas šīs norises, skaistumu un harmoniju nosaka, kā arī par cilvēka vietu kosmisko apjomu, kosmisko mērogu struktūrā utt.

Astronomija vainago materiālās pasaules izziņu tās plašumā, tāpat kā mikrofizika (atomfizika, kvantu mehānika, elementārdaļiņu fizika, kvantu lauka fizika u. c.) vainago šīs pasaules galveno sastāvdaļu — vielas un lauku — uzbūves izpratni dziļumā. Tādēļ jebkuram daudzmai izglīotam mūsdienu tehnoloģiskās sabiedrības loceklim vajadzētu zināt un saprast gan astronomijas, kura izzina makrokosmu (precīzāk būtu teikt — megakosmu), gan mikrofizikas, kura pēta mikrokosmu, pamatatzīņas. Un, protams, te nav runa par dziļu izpratni, kura prasītu veltīt šo jautājumu izpētei visu mūžu, bet par elementārām, taču pietiekami vispusīgām un precīzām zināšanām, kas ļautu apzināties pasauli un cilvēka vietu šajā pasaulē, kuras dimensijās tā prāts ir iespieties no apmēram $2 \cdot 10^{26}$ m megakosmam līdz apmēram $2 \cdot 10^{-35}$ m mikrokosmam. Tā ir pasaule, kas logaritmiskā mērogā aptver apmēram 61 kārtu vai līmeni, un katrā šajā līmenī pastāv noteikti objekti un norisinās savdabīgi procesi. Patiesi grandioza daudzveidība!

Pirmo, augšējo robežu nosaka Visuma, precīzāk, Metagalaktikas novērošanas horizonta pastāvēšana, Metagalaktikas kosmoloģiskā izplešanās, kura apmēram 20 miljardus gaismas gadu attālumā notiek ar ātrumu, kas sasniedz gaismas izplatīšanās ātrumu $c=3 \cdot 10^8$ m/s, un līdz ar to pārtraukta signālu un informācijas pienākšana no vēl tālākiem apgabaliem. Turklāt jāapzinās, ka, tā kā no šādiem apgabaliem nekāda informācija principā nepienāk, tad diskutabls ir pats jautājums par šādu apgabalu pastāvēšanu vispār un spekulatīvs viss, kas ar to saistīts.

Otro robežu nosaka elementārās, tālāk nedaļāmās telpiskās dimensijas vai garuma vienības, tā sauktā Planka garuma pastāvēšana. Šāda garuma pastāvēšana izriet no fundamentālām konstantēm — Planka konstantes $h=6,626 \cdot 10^{-34}$ J·s, gravitācijas

konstantes $G=6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg² u. c. No tām var sastādīt kombināciju $l_g = (h \cdot G/c^3)^{1/2} = 1,6 \cdot 10^{-35}$ m, kuru tad arī sauc par Planka garumu un kura norāda uz fundamentāla ierobežojuma, fundamentālas robežas pastāvēšanu arī mikropasaules, mikrodziļumu līmenī (sk. arī autora rakstu «Par «magiskiem» skaitļiem, mikro- un makrokosmu», «Zvaigžņotā Debess», 1977. gada pavasaris, 23.—26. lpp.).

Interesanti, ka cilvēks ar savu ap 2 m lielo augumu (izmēru) neatrodas šīs izmēru skalas vidū, bet apmēram par 5 kārtām no šā relatīvā nullpunkta ($=10^{30}$) uz lielāko izmēru pusī. Turklāt atšķirība ir arī tā, ka informāciju par lielo izmēru pasauli mēs saņemam, balstoties arī uz maņu orgāniem (kosmiskais elektromagnētiskais starojums gaismas viļņu diapazonā, ko varam uztvert arī ar aci), toties informācija par mikropasaules objektiem jau pa lielāku daļu ir «matemātiskas» dabas.

Nav īpaši jāuzsver, ka šādu robežu vai pašas materiālās pasaules dabas noteiktu ierobežojumu pastāvēšana ir ne tikai vienkāršs fakts, bet arī ļoti dziļa filozofiska problēma.

Pašlaik tieši kosmiskie pētījumi dod visbūtiskāko informāciju par materiālo pasauli, par matērijas uzbūves un struktūras visfundamentālākajām likumsakarībām. Tieši uz šiem pētījumiem, uz to sekmēm balstās cerības pavirzīties uz priekšu un varbūt pat atrisināt mūsdienu fizikas pamatproblēmu — vienotās lauku teorijas izveidošanu —, kas sasaistītu kopā visas četras pašlaik zināmās fundamentālās sadarbības: stipro, vājo, elektromagnētisko un gravitācijas. Tas būtu ne tikai milzīgs cilvēka prāta sasniegums materiālās pasaules apziņāšanā, bet pavērtu arī pašlaik pat grūti apjaušamas perspektīvas tehnoloģiju, it īpaši jaunu enerģētisko tehnoloģiju, jomā.

So ceļoju dēļ pasaules attīstītākās valstis iegulda milzīgus, patiešām astronomiskus līdzekļus astronomisko pētījumu nodrošināšanā. Tiek modernizētas vecās, labi pazīstamās observatorijas un celtas pilnīgi jaunas observatorijas ar vismodernākajām ierīcēm, tehnoloģijām un visjaunākās paaudzes astronomiskajiem instrumentiem — lielizmēra optiskajiem un radioteleskopiem. Tiek izvērti ārpusatmosfēras

astronomiskie pētījumi, lai iegūtu informāciju par tiem kosmiskā starojuma diapazoniem un veidiem, kas līdz Zemes virsmai nenonak atmosfēras ekranizējošās darbības dēļ. Tiek projektētas un celtas pilnīgi jaunas, zināmā mērā pat eksotiskas observatorijas līdz šim neapgūtu kosmiskā starojuma veidu pētišanai. Runa ir par kosmiskā gravitācijas starojuma (viļņu) pētījumiem utt. Tas viss, naudas izteiksmē vērtējot, izsakāms ar simtiem miljoniem un miljardiem dolāru.

Tajā pašā laikā tiek veikts ne mazāk apjomīgs, labi pārdomāts un nodrošināts darbs, lai visas šīs ieceres, aktivitātes un sasniegumus izskaidrotu sabiedrībai, neprofesionāļiem, lai viņi spētu to saprast, spētu sekot šim patiesi grandiozajam un aizraujošajam izziņas procesam, kas jau vistuvākajā nākotnē sola radikāli izmainīt sabiedrības dzīves apstākļus. Astronomisko atziņu izskaidrošanai un popularizēšanai ļoti lielu uzmanību pievērš dažādas institūcijas, sākot ar skolām un beidzot ar masu informācijas līdzekļiem. Televīzija, radio, videotehnika, speciāla un plaša populārzinātniskā literatūra (grāmatas un žurnāli), fantastiski iekārtoti planetāriji un modernas observatorijas, uz kurām var doties ekskursijās, lai iepazītos ar astronomu darba apstākļiem un pētījumiem, utt., — tas viss paver neierobežotas iespējas kosmiskās pasaules iepazīšanai. Anglijā, piemēram, par astronomisko zināšanu popularizēšanu rūpējas Izglītības komiteja, cenšoties aptvert auditoriju no pamatskolas audzēkņiem līdz parlamenta locekļiem. Viena no tās aktivitātēm 1993. gadā bija isu sacerējumu konkurss 14—19 gadus veciem pusaudžiem par godu Starptautiskajam kosmiskajam gadam. Uzvarētāja — Sallija Vuda (Sally Wood) no Karaļa Čārlza I skolas (King Charles I School, Kidderminster) — kā galveno balvu saņēma ceļojumu uz ESTEC Nordvijkā (ESTEC — abreviatūra Eiropas Kosmisko pētījumu un tehnoloģiju centra nosaukumam angļu valodā). Līdzekļus dažādām balvām piešķir arī Britu nacionālais kosmiskais centrs (British National Space Centre), Kembridžas Universitātes izdevniecība (Cambridge University Press), Karaliskā astronomijas biedrība (Royal Astronomical Society) u. c.

(sk. «The Observatory», 1994 February, vol. 114, N 1118, p. 1). Tātad tiek tērēti ļoti lieli līdzekļi, lai veidotu vispusīgu, labi informētu personību, kas būtu spējīga, neizjūtot psiholoģisku un cita veida diskomfortu adaptācijas spēju nepietiekamas attīstības dēļ, eksistēt 21. gadsimta supersarežģīto tehnoloģiju un informatīvo lavīnu apstākļos, kurās būtisku vietu ieņems astronomiskā informācija.

Kā tas viss izskatās pie mums?

Varam droši apgalvot, ka televīzijā un radio valda gandrīz pilnīgs astronomiskās informācijas vakuums. Nemaz jau nerunājot par astronomiju, arī zinātnes problēmām un sasniegumiem veltītie raidījumi gandrīz (lai neteiktu vairāk) pazūd citu — politisku, izklaidējošu, komerciālu utt. raidījumu jūrā. To pašu lielā mērā var teikt arī par presi, kur pēdējos gados ir ticis daudz darīts (cits jautājums, vai tas notiek apzināti, t. i., veicot noteiktu aprindu pasūtījumu, vai neapzināti, aiz muļķības), lai mazinātu un pat grautu zinātnes prestižu sabiedrības acīs. Populārzinātniskās grāmatas par astronomiju netiek izdotas. Latvijā šo ļoti būtisko nišu pašlaik izmisisīgi, kautoties ar līdzekļu trūkumu, cenšas aizpildīt viens (tikai viens!) populārzinātnisks žurnāls — «Zvaigžņotā Debess» (pateicoties Latvijas zinātnes padomei un Izglītības un zinātnes ministrijai, kuras, izprotot situācijas nopietnību, dotē šo izdevumu no necīgajiem izglītībai, kultūrai un zinātnēi atvēlētajiem budžeta līdzekļiem). Planetārijs ir «sekmīgi» likvidēts. Skolas necīga astronomiskajām zināšanām veltīta iedaļa ar nosaukumu «Visuma uzbuve» ir iekļauta fizikas pamatkursa programma (no šā viedokļa kā liels solis uz priekšu ir jāvērtē nesen izstrādātā un vidusskolām kā izveles kurss ieteiktā astronomijas programma 70 stundām). Latvijas astronomiskās observatorijas ir uz sabrukuma robežas. Grāmatgaldi vai lūst no astroloģiskās un citādas «magiskās» literatūras. Regulāri tiek publicēti apmēram šāda satura horoskopi: «JAU-NAVA. Darbā vajadzēs gūt kompromisu. Solīdi partneri un aizgādņi var sniegt atbalstu. Smilskrāsa ir jūšejā» («Rīgas Balss», trešdien, 1994. gada 16. martā). Tātad zināšanu vietā tiek kultivēta tumsonība, tiek daudz (un, šķiet,

arī labi pārdomāti) darīts, lai latvieši 21. gadu simteni ieietu kā alu cilvēki ar visām no tā izrietošām sekām.

Diemžēl šajā nelielajā rakstā, ņemot vērā kā adresātu, tā vietu, nevaru sniegt atbildi uz principā politisku jautājumu, kāpēc tā notiek. Taču skaidrs, ka situācija ir jāapzinās un ar to nevar samierināties. Un visupirms tieši skolu uzdevums un pienākums ir pretoties šīm nāciju pazudinātājām tendencēm. Ņemot vērā astronomisko zināšanu neaizstājamo nozīmi pasaules fizikālās ainas, zinātniskā pasaules uzskata veidošanā, ir jādome par astronomijas kā pamatkursa atjaunošanu vispārējās izglītības programmā vai vismaz jāpaplašina tās apguvei veltīto stundu skaits fizikas kursā. Bez visa iepriekšteiktā šādi rīcībai var būt ļoti pozitīva nozīme arī no tehnisko speciālistu un eksakto zinātnieku darbinieku sagatavošanas viedokļa, jo zvaigžņotās debess skaistums un noslēpumainība kā ļoti romantiska sfēra saista daudzus jauniešus. Pieveršanās astronomijai un iespējas kaut vai sākotnēji šīs intereses apmierināt var palīdzēt šiem jauniešiem iepazīties ar zinātniskā darba pamatiem, metodēm, līdzekļiem un izdarīt profesijas izvēli. Lielākā daļa citu zinātnu nozaru ar tik lielas sākotnējās intereses izraisīšanu nevar lepoties. Tur-

klāt, kā liecina ārzemju pieredze, astronomiskās izglītības iegūšana dod tik plašu reāzesloku un arī citas augsti profesionālas iemaņas, ka šo zināšanu īpašnieki ir spējīgi sekmīgi iesaistīties darbā ļoti daudzās kā ražošanas, tā komerciāla un administratīva darba sfēras, ja astronoma darbs viņus vairs nesaista vai neapmierina. Tā ka astronomiju nevar uzskatīt par ļoti specifisku un šauru specialitāti un tās apgūšanai piešķirtos līdzekļus — par riskantu pasākumu no to iespējamās nelietderības viedokļa.

Taču, beidzot šo rakstu, negribētos, lai lasītājiem rastos iespaids, ka autors sludina astronomiju kā brīnumlīdzekli sasāpējušu un aktuālu pasaules uzskata veidošanas problēmu risināšanā. Ne velti par moto šim rakstam tika izvēlēti I. Kanta vārdi. Zvaigžņotā debess ir tikai viena īstenības un esamības puse, un astronomija tikai palīdz to iepazīt. Morāles kodekss mūsos ir otra un ne mazāk svarīga (lai neteiktu vairāk) šīs īstenības puse, bet tas jau attiecas uz garīgas pasaules sfēru, par kuru, es ceru, izteiksies kompetentāki lietpratēji. Tomēr personiski uzskatu, ka otram obligātam vispārējās izglītības pamatkursam jābūt ticības mācībai.

A. B a l k l a v s

JAUNUMI ISUMĀ * * JAUNUMI ISUMĀ * * JAUNUMI ISUMĀ

Ūdeņraža atoma diametrs neierosinātā stāvoklī ir apmēram viens angstrēms. Ierosinātā atoma izmēri ir nedaudz lielāki. Saules tipa zvaigžņu spektrā dominē ūdeņraža Balmera sērijas līnijas (galvenais kvantu skaitlis $n=2$), novēro arī Pašēna sērijas ($n=3$) līnijas. Parastos apstākļos ierosināšana uz līmeņiem ar lielākiem kvantu skaitļiem nenotiek, jo liela blīvuma dēļ ātrāk notiek atomu triecienjonizācija. Tomēr ārkārtīgi retinātā starpzvaigžņu vidē var notikt ierosināšana uz ļoti augstiem līmeņiem. Nesen Ukrainas Radioastronomijas institūta līdzstrādnieki, pētot neitrālā ūdeņraža mākoņus, atklājuši ogļekļa atomu starojumu ar galveno kvantu skaitli $n=814$. Tāda atoma izmēri ir apmēram simttūkstoš reižu lielāki par ūdeņraža atomu neierosinātā stāvoklī. Ists Gulivers!

SAULRIETA UZŅĒMUMU APSTRĀDE

Iepazīstināsim jūs ar darbu, ko ekliptikas slīpuma noteikšanai veikusi augstskolas studentu grupa Barselonā. Viņi sāka ar četrām saulrieta fotogrāfijām, kuras bija uzņemtas katra gadalaika pirmajā dienā no vienas un tās pašas vietas uz Zemes. Šīs fotogrāfijas jāva viegli noteikt ekliptikas slīpumu.

Gadalaiku maiņa, kā labi zināms, rodas tad, ka Zemes rotācijas ass nav perpendikulāra pret ekliptikas plakni. Eksperimenta mērķis ir aprēķināt leņķi, ko veido rotācijas ass un ekliptikas plakne. Lai to izdarītu, jāuzņem četras saulrieta vai saullēktu fotogrāfijas katra jaunā gadalaika pirmajā dienā. Uzņēmumi jāiegūst no vienas un tās pašas Zemes virsmas vietas un to malām nedaudz jāpārklājas, lai būtu iespējams salīdzināt divas fotogrāfijas, kas uzņemtas secīgos gadalaikos (sk. krāsu ielikumu).

Salīdzinot šādas fotogrāfijas, mēs varam izmērīt centimetros attālumu d starp abiem Saules stāvokļiem. Lai aprēķinātu grādos skaitli x , kas ir ekvivalents centimetros mēritajam attālumam d , mums jānosaka proporcijas starp: pp — fotogrāfijas platumu uz papīra, pn — fotogrāfijas platumu uz negatīva, n_p — negatīva platumu (visi lielumi centimetros) un ob — izmantotā objektīva redzeslauka platumu grādos:

$$x = \frac{pn \cdot ob}{pp \cdot n_p} \cdot d.$$

Beidzot, lai aprēķinātu ekliptikas slīpumu ϵ , mums tikai jāaplūko trijstūris, kas izsaka sakarību starp diviem secīgiem saulrietiem.

Lietojot vietas ģeogrāfisko platumu φ , kat-

ram 1. un 2. attēla trijstūrim iegūstam šādu sakarību:

$$\frac{\sin x}{\sin 90^\circ} = \frac{\sin \epsilon}{\sin(90^\circ - \varphi)}.$$

Redzam, ka ekliptikas slīpums, kas noteikts ar divos secīgos gadalaikos uzņemtu fotogrāfiju palīdzību, izsakāms šādi:

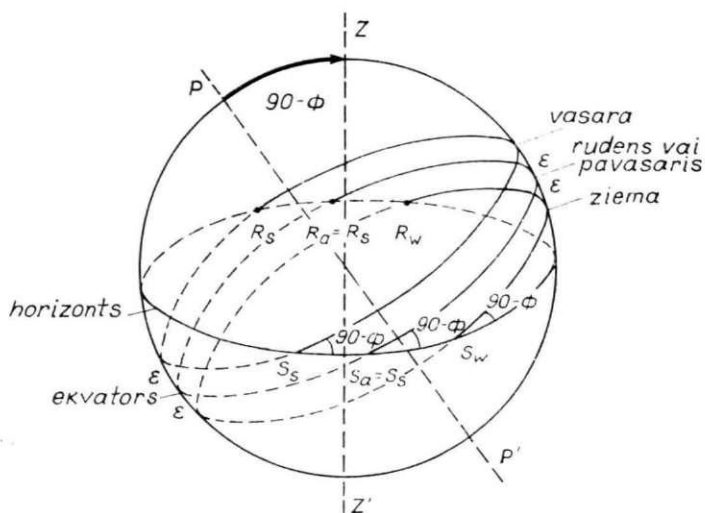
$$\epsilon = \arcsin(\sin x \cdot \cos \varphi).$$

Rezultātu var iegūt jau no divām fotogrāfijām, taču ir vērts šādā veidā darboties vairākus gadalaikus pēc kārtas un tad aprēķināt vidējo no visiem iegūtajiem rezultātiem. Dažos gadījumos laikapstākļi neļauj uzņemt fotogrāfijas katra gadalaika pirmajā dienā, to iespējams paveikt tikai vienu vai divas dienas vēlāk. Lai izraisītās kļūdas varētu kompensēt, jāaprēķina vidējais no rezultātiem.

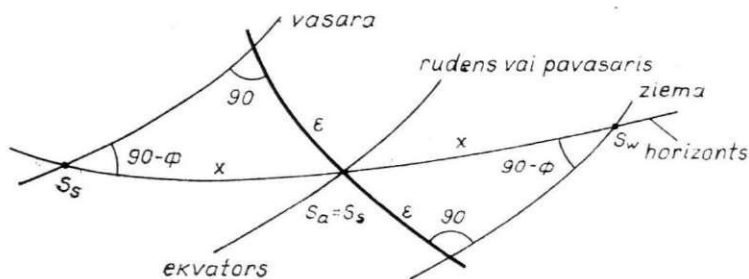
Pirmajās divās tabulas ailēs dotas vidējās vērtības, kuras studentu grupa ieguvusi no krāsu ielikumā redzamajām ziemas un pavasara sākumā izdarītajām fotogrāfijām. Tādējādi nobeigumā aprēķinot pēdējās ailes vidējo vērtību, iegūstam Zemes rotācijas ass noliekuma leņķa vērtību, ko var veiksmīgi salīdzināt ar vispārzināmo $\epsilon = 23^\circ 27'$. Izmērot fotoattēlus, iegūti šādi parametri:

- pp — fotoattēla platumš uz papīra = 13,4 cm;
- pn — fotoattēla platumš uz negatīva = 3,0 cm;
- n_p — negatīva platumš = 3,6 cm;
- ob — 55 mm objektīva redzeslauka platumš grādos = 36°.

Tālāk tika noteikti lielumi d un x un, zīnot, ka Barselonas ģeogrāfiskais platumš $\varphi =$



1. att. Saules trajektorija katra gadalaika pirmajā dienā.



2. att. Zona, kas atbilst saulrietam visos četros gadalaikos.

$=41^{\circ},5$, aprēķināta ekliptikas slīpuma vidējā vērtība $\varepsilon=22^{\circ}$.

Salīdzinātie fotoattēli	d	x	ε
Ziema un pavasaris	13,8 cm	30°	23°
Pavasaris un vasara	12,5 cm	28°	21°
Vasara un rudens	12,8 cm	29°	21°
Rudens un ziema	13,3 cm	30°	22°

Rudens fotogrāfijas nav pārāk labas tādēļ, ka pirmajās divās šā gadalaika dienās lija lietus un uzņēmumus varēja iegūt tikai ar divu dienu nokavēšanos. Tātad tas ir normāli, ka vasaras—rudens un rudens—ziemas novērojumi nav pārāk precīzi.

Vēl vairāk, mēs uzskatām, ka horizonts, ko izmantojām, nebija pārāk «horizontāls». Eks-

perimentu sākot, mēs izvēlējāmies tādu vietu, kurā bija līdzens un nepārtraukts horizonts, ko pieņemām par atbilstošu horizonta līniju. Bet vēlāk mēs redzējām, ka vasarā Saule atrodas tādā vietā, kur pie horizonta ir kalns, un tādēļ likās, ka Saule riet pirms laika. Vēlāk, apskatīdami vasaras fotoattēlus, konstatējām, ka attālums starp divām Saulēm vienmēr ir mazāks nekā patiesībā un tādēļ arī slīpums šķiet mazāks.

No teiktā kļūst saprotams, kādēļ no pavasara—vasaras, vasaras—rudens un rudens—ziemas novērojumiem iegūtās vērtības (sk. tab.) ir vissliktākās: tur izmantoti vasaras un rudens uzņēmumi. Vislabākais rezultāts, bez šaubām, iegūts no ziemas—pavasara novērojumiem.

R. M. Rosa-Ferrē

IESKATS RADIOASTROFIZIKAS OBSERVATORIJĀ 1994. GADA PIRMAJĀ PUSĒ

1993. gadā beidzās iepriekšējo grantu darbība (vadītāji *Dr. phys.* Arturs Balklavs, *Dr. ing.* Edgars Bervalds un *Dr. h. phys.* Jurijs Francmanis). Neraugoties uz grūtajiem ekonomiskajiem apstākļiem, ir iegūti nozīmīgi rezultāti, kurus atzinīgi novērtējusi arī Dānijas zinātnieku ekspertīze. 1993. gada beigās Latvijas Zinātņu akadēmijas kopsapulcē par ZA korespondētājlocekli astronomijā tika ievēlēts observatorijas profesors J. Francmanis (1. att.).

Pirms Ziemassvētkiem mūžībā aizgāja ilggedējā observatorijas bibliotēkas vadītāja astronome Ārija Alksne (1926. 24. I—1993. 20. XII).

1994. gadu observatorijas zinātniskais kolektīvs sāka ar jaunas Zinātniskās padomes izveidošanu. Tajā tika ievēlēti desmit RO zi-



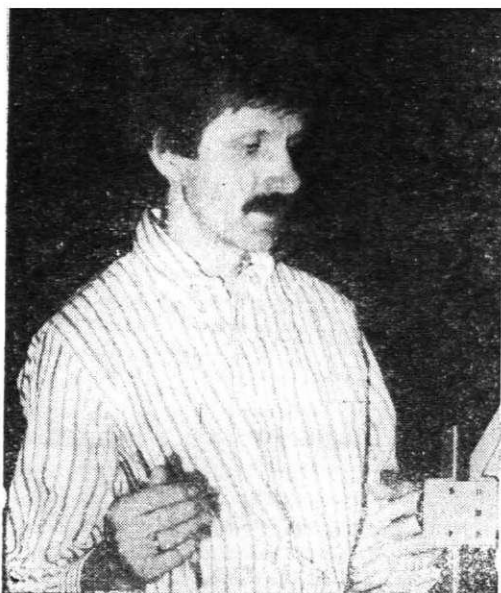
2. att. Šmita teleskopa paviljonā kolēģi sveic «Zvaigžņotās Debess» atbildīgo sekretāri Irenu Punduri jubilejā. (*J. I. Straumes foto.*)



1. att. Jurijs Francmanis (vidū) observatorijas Zinātniskās padomes sēdē 1994. gada 3. maijā. (*J. I. Straumes foto.*)

nātņu doktori: A. Alksnis, A. Balklavs, E. Bervalds, U. Dzērvītis, I. Eglītis, E. Grasbergs, J. Francmanis, J. I. Straume, I. Smelds, L. Začs un Latvijas Universitātes Astronomiskās observatorijas pārstāvis doktors Juris Zagars. Par padomes priekšsēdētāju ievēlēja observatorijas direktoru A. Balklavu, par vietnieku — E. Bervaldu un par padomes sekretāru — A. Alksni. Saimnieciskajā un budžeta komisijā ievēlēja E. Bervaldu, I. Eglīti un J. Francmani.

1994. gadā iesākts darbs pie trim jauniem grantiem: «Zvaigžņu un zvaigžņu agregātu fundamentālie pētījumi, izmantojot spektrofotometriskās, fotometriskās un matemātiskās modelēšanas metodes» — vadītājs prof. A. Balklavs, līdzdarbojas A. Alksnis, E. Bervalds, U. Dzērvītis, I. Eglītis, J. I. Straume; «Nestacionārās parādības un procesi kosmiskajos objektos (zvaigznes vēlajās stadijās un apvalki ap tām, Saule)» — vadītājs prof. J. Francma-



3. att. Imants Platais ziņo par saviem Jeila universitātē (ASV) veiktajiem pētījumiem. (J. I. Straumes foto.)



5. att. Edgars Bervalds apspriežas ar LR Aizsardzības ministrijas pārstāvjiem par Ventspils 32 m radioteleskopa problēmām (J. I. Straumes foto.)



4. att. Observatorijas direktors Arturs Balklavs atskaitās par piecu gadu darbu. (J. I. Straumes foto.)

nis, līdzdarbojas E. Grasbergs, B. Rjabovs, I. Smeldis, L. Začs; «Mākslīgas makrovīdes mehāniskās sintēzes topoloģiskais aspekts» — vadītājs prof. E. Bervalds.

Sveču dienā observatorijas kolektīvs sveica savu kolēģi «Zvaigžņotās Debess» redakcijas kolēģijas atbildīgo sekretāri Irenu Punduri ievērojamā dzīves jubilejā (2. att.).

Aprīlī par savu triju gadu darbu Jeila universitātē (ASV) pie programmas HIPPARCOS realizācijas ziņoja Dr. phys. Imants Platais (3. att.).

3. maijā Zinātniskā padome noklausījās observatorijas direktora A. Balklava atskaiti par darbu iepriekšējo piecu gadu periodā (4. att.). Tajā uzsvērts, ka, neraugoties uz līdzekļu trūkumu un štatu samazināšanu (vai- rāk nekā trīs reizes), ir izdevies saglabāt zinātnisko potenciālu un ka observatorija ir vienīgā iestāde Zinātņu akadēmijā, kurā ir pieaudzis zinātņu doktoru skaits. Padome obser- vatorijas direktora darbu novērtēja apmieri-

noši un Arturu Balklavu pārvēlēja par direktoru uz nākamajiem četriem gadiem.

Edgars Bervalds šajā sēdē ziņoja, ka notikušas pārrunas ar Krievijas pārstāvjiem par Ventspils 32 m radioteleskopa (bijušais Kos-

misko sakaru centrs Ances ciemā pie Ventspils) nodošanu zinātniskiem mērķiem, un iepazīstināja ar nodomu Ventspilī izveidot radioastronomisko centru (5. att.).

J. I. Straume

VAI BŪS VENTSPILS RADIOASTRONOMISKAIS CENTRS?

Ne jau viss, ko padomju vara savas armijas vajadzībām vairāk nekā 50 gados uz Latvijas zemes ierīkojusi, ir sacēlusi, ir lemts iznīcībai. Starp daudzajiem šīs armijas objektiem, kuri tagad, tai Latviju atstājot, nonāk Latvijas īpašumā un patiešām ir derīgi tikai nojaukšanai, ir tomēr vairāki, piemēram, dažas rūpnīcas, aerodromi u. c., ar labām tālākās izmantošanas perspektīvām. Viens no tiem — bijušais PSRS Aizsardzības ministrijas Kosmisko sakaru centrs Ances ciemā, Ventspils tuvumā — ir unikāls tādēļ, ka tam piemīt ļoti liela zinātniskā vērtība globālā mērogā. Runa ir par parabolisko, visos virzienos grozāmo, augstas virsmas precīzijas antenu, kuras diametrs ir 32 m un kuru kā radioteleskopu var izmantot ļoti aktuālu gan fundamentālu, gan lietišķu pētījumu veikšanai.

1997. gada vasarā, kad par šo sevišķi slepeno Krievijas armijas objektu jau drikstēja runāt atklāti, Latvijas Zinātņu akadēmijas (LZA) Radioastrofizikas observatorijas (RO) vadība pievērsa šim objektam toreizējā LZA prezidenta akad. J. Lielpēteris uzmanību un sagatavoja vēstuli, ar kuru akad. J. Lielpēteris griezās pie Krievijas ZA prezidenta akad. J. Osipova, aicinot apsvērt iespēju šo objektu turpmāk izmantot abu valstu un pasaules zinātnes vajadzībām. Akad. J. Osipova atbilde bija pozitīva, un ar to aizsākās pūliņi un pasākumi šīs ieceres īstenošanai.

To vidū mināma 1994. gada 12. aprīļa Latvijas Zinātnes padomes sēde, kurā, lai sniegtu akadēmiskajai sabiedrībai korektu informāciju un līdz ar to novērstu dažādu baumu ģenerēšanu un izplatīšanu iespējas, RO direktors

uzstājās ar ziņojumu par Ventspils 32 m radioteleskopa (VRT) galvenajiem inženiertehniskajiem raksturlielumiem un iespējamiem zinātnisko pētījumu virzieniem, kuros šis radioteleskops varētu tikt izmantots.

VRT pēc savas konstrukcijas un izmēriem ir vidēja, var pat teikt, standarta lieluma radioteleskops, kādus visā pasaulē plaši izmanto dažādu, gan fundamentālu, gan lietišķu astronomijas un astrofizikas pētījumu veikšanai. Tā kosmiskā starojuma savācējvirsmas laukums, kas nosaka radioteleskopa jutību un attiecīgi — kādu kosmisku objektu novērojumiem to var izmantot, ir apmēram 800 m². Uzvadišanas precizitāte uz kosmisko objektu — 5". Radioteleskopa konstrukcijas stingrība ļauj ar to strādāt pat tad, kad vēja ātrums sasniedz 25 m/s. Taču visvērtīgākā ir VRT atstarojošā virsma, kas izgatavota un uzklāta ar precizitāti 0,4 mm, tātad radioteleskops var efektīvi strādāt līdz pat 4 mm (vai 75 GHz) garu radioviļņu diapazonā.

Tuvākie no šāda tipa instrumentiem atrodas Zviedrijā, Onsalā, un Krievijā, Sanktpēterburgas tuvumā. Tāda paša izmēra un precizitātes radioteleskopu ar starptautiskās astronomu sabiedrības atbalstu pašlaik būvē Polijā. Šā radioteleskopa būvizmaksas novērtētas ap 2—3 miljoniem ASV dolāru. Latvijā šāds instruments tātad jau ir uzbūvēts un ekspluatācijai gatavs.

No galvenajām fundamentālo pētījumu problēmām, kuru risināšanā ir iesaistīti šāda tipa instrumenti un pastāv plaša starptautiska sadarbība, var minēt astoņas.

Pirmā un svarīgākā to vidū ir tā sauktā VLBI jeb ļoti garu bāzu radiointerferometrijas programma (VLBI ir abreviatūra no nosaukuma angļu valodā — Very Long Baseline Interferometry). Šajā programmā atsevišķie šāda tipa (jaudas) vai lielāki radioteleskopi tiek saslēgti vienotā sistēmā, kas veido globālu tīklu, padarot visu zemeslodi par it kā vienu lielu radioteleskopu. Tā tiek panākta šādiem apstākļiem maksimāli iespējamā leņķiskā izšķirtspēja (sk. autora rakstu «Kas tas ir — radiointerferometrija?», «Zvaigžņotā Debess», 1966. gada rudens, 31.—38. lpp.), kas 1 cm garam radioviļņim (Zemes diametrs apmēram 12 000 km) sasniedz ap $0'',00017$. Tas ir vismaz tūkstoš reizi labāk, neka iespējams sasniegt ar vislielākajiem virszemes optiskajiem teleskopiem vislabākajos astroklimatisķajos un atmosfēras apstākļos. Šāda izšķirtspēja ļauj ar tādu pašu precizitāti noteikt kosmisko radiostarojuma avotu koordinātas, pētīt to kustības un veikt citus ar astrometriju saistītus uzdevumus.

Viens no vissvarīgākajiem fundamentālās astrometrijas uzdevumiem ir radīt pēc iespējas precīzāku kosmiskās atskaites jeb koordinātu sistēmu, kura tiktu izmantota kosmisko objektu izvietojuma, savstarpējo attālumu un dinamikas (kustību) pētījumiem. Šāda sistēma praktiski ir piesaistīta noteiktiem kosmiskiem objektiem, attiecībā pret kuriem tad arī tiek novērtēts un mērīts pārējo objektu novietojums un izdarīti vajadzīgie pētījumi. Lai šāda atskaites sistēma būtu labi (ērti) lietojama, tai jābūt stabilai, t. i., šie atbalsta punkti nedrīkst mainīt savas koordinātas.

Vēl nesen šai nolūkā tika izmantotas atsevišķas spožas zvaigznes, tā sauktās stāvvzvaigznes. Taču, mērījumu precizitātei pieaugot, atklājās, ka šīm zvaigznēm piemīt, lai arī ļoti nelielas, tomēr reāli konstatējamas un izmērāmas īpatnējās kustības, kas ar laiku šo atskaites sistēmu izjoga un precīzu mērījumu gadījumā prasa sarežģītus un neērtus korekciju aprēķinus, kuros šīs atbalsta zvaigžņu īpatnējās kustības tiek ņemtas vērā.

Ša 1emesla deļ vēlāk par atbalsta jeb reperavotiem saka izmantot galaktikas, kuru īpatnējās kustības, to par zvaigznēm daudzķārt lielāko attālumu deļ, ir daudz mazākas un

līdz ar to uz tām balstīta atskaites sistēma tik ātri neizjogās. Taču viegli saprast, ka arī šo sistēmu, mērījumu precizitātei vēl tālāk pieaugot, nevar uzskatīt par labāko.

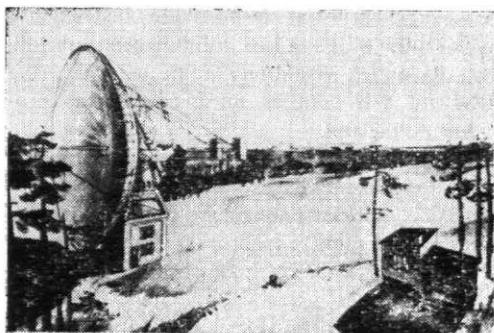
Tadēļ arī pašlaik par atbalsta spīdekļiem ir uzsākts izmantot vistālākos, bet vēl redzamos Metagalaktikas objektus — kvazārus. To koordinātas tiek noteiktas ar maksimāli iespējamo precizitāti, kura, kā redzējam, ir sasniedzama, ja izmanto VLBI sistēmu (protams, ja vien attiecīgais kvazārs ir novērojams radioviļņos, t. i., ja tas šos viļņus pietiekami intensīvi izstaro, bet šādu kvazāru ir visai daudz). Šādi objekti veido tā sauktos bāzes jeb ievada katalogus, uz kuriem savukārt balstās citu katalogu datu masīvi.

Kā jau «Zvaigžņotās Debess» lasītāji ir informēti (sk. A. Alkšņa rakstu «HIPPARCOS misija ir izpildīta», «Zvaigžņotā Debess», 1993./94. gada ziņma, 19. lpp.), plašas starptautiskas sadarbības rezultātā tikko kā pabeigts milzīgs darbs pie fundamentāla astrometriskā kataloga «HIPPARCOS», kas aptver ap 120 000 spožāko zvaigžņu (līdz 12^m zvaigžņlielumam) pozīciju (ar precizitāti līdz $0'',002$), spožuma un mainīguma mērījumus, bet jau tiek strādāts pie jauna, vēl grandiozāka kataloga «ROEMER» projekta. Tas aptvers ap 10^8 zvaigžņu līdz 12^m — 13^m zvaigžņlielumam, kuru pozīcijas būs noteiktas ar precizitāti līdz $0'',001$.

Ša projekta ievadkataloga veidošanai būs nepieciešami turpmāki ļoti precīzi kvazāru pozīciju mērījumi, kas prasīs plašu starptautisku sadarbību, kura ļoti izdevīgi un lietderīgi varētu iekļauties arī VRT.

Ta ka raksta ietvari neļauj pat tik pavisai, kā iepriekšējā gadījumā, iztirzāt pārējo fundamentālo pētījumu virzienus, kuros arī varētu piedalīties VRT, tad tos pavisam īsi pieminēsim, sīkāk analizējot tad, kad vienā vai otrā gadījuma būs gūti nozīmīgi sasniegumi vai arī ja lasītāji par kādu no tiem izrādītu speciālu interesi.

Otrais virziens ir pulsāri, ar kuriem saistīts ļoti plašs astrofizikālu pētījumu loks: starpzvaigžņu vides un neitronu zvaigžņu fizikas, fotonu masas, vispārējās relativitātes secinājumu eksperimentālas parbaudes, laika dienesta,



evolūcijas stadija, starošanas mehānisms utt., kā arī kosmoloģiskas problēmas.

Ceturtais — kosmiskie māzeri. Ar tiem saistīti starpzvaigžņu vides fizikas pētījumi, starp-
zvaigžņu gāzu—putekļu mākoņu, zvaigžņu kosmogonijas u. c. problēmas.

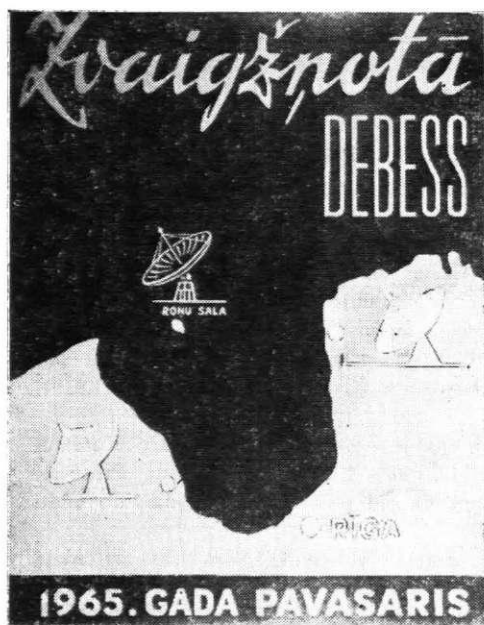
Piektais — kosmiskās spektrālīnijas radio-
diapazonā. Te domāti arī novērojumi, kas pēta pārejas starp augsttiosinātu elementu un molekulu tuvajiem enerģētiskajiem līmeņiem un palīdz risināt starp-
zvaigžņu vides, kosmisko gāzu—putekļu mākoņu ķīmiskā sastāva un fizikālo apstākļu u. c. problēmas.

Sestais — radiozvaigznes, t. i., šo pekulāro zvaigžņu fizikas un evolūcijas jautājumi.

Septītais — Saules radiostarojuma novērojumi, kas ļauj pētīt Saules aktivitātes, protonu uzliesmojumu un to prognostikas, Saules—Zemes sakaru fizikas u. c. problēmas.

Un astotais, bet ne pēdējais un ne tāpēc, ka šī problēma būtu vismazāk svarīga — SETI (akronīms no nosaukuma angļu valodā — Search for Extra-terrestrial Intelligence) jeb ārpuszemes civilizāciju meklējumi. Tā ir globāla, starptautiska pētījumu programma ar milzīgu filozofisku un pasaules uzskata lādiņu kā pozitīva, tā negatīva pētījumu rezultāta gadījumā.

Beidzot šo nelielo pārskatu par VRT potencēm fundamentālo pētījumu jomā, jāpieskaras arī tā iespējām lietišķo pētījumu laukā. Kā galvenie virzieni te jāmin pētījumi ģeofizikā, ģeodinamikā un Baltijas reģiona ģeotektonikā, kas aptver reģiona seismiskās aktivitātes izpēti, precīzā laika diennestam nepieciešamos pētījumus, Zemes rotācijas nevienmērību izpēti u. c. Pirmais lietišķo pētījumu problēmu loks balstās uz kosmisko objektu pozīciju novērojumiem, kas ļauj ar ļoti augstu precizitāti veikt arī attāluma un augstuma mērījumus uz Zemes, otrais — uz pulsāru novērojumiem, kam raksturīga ļoti liela rotācijas stabilitāte, tādēļ tos iespējams izmantot kā ļoti precīzus kosmiskos pulksteņus. Var piebilst, ka Baltijas jūras reģiona tektonisko procesu pētījumos ir ieinteresētas visas šā reģiona valstis, un līdz ar to arī lietišķo pētījumu laukā paveras labas perspektīvas plašai starptautiskai sadarbībai.



Latvijas radioastronomu 60. gadu ieceres: Astrofizikas laboratorijas lielā radiointerferometra centra skice (augšā) un Rīgas jūras līča interferometra skice (apakšā).

Zemes rotācijas nevienmērības u. c. problēmas. Visu šo problēmu risinājumi balstās uz iespēju ar ārkārtīgi lielu precizitāti mērit pulsāru radiostarojuma impulsu sekošanas frekvenci u. c. parametrus.

Trešais virziens — radiogalaktikas, t. i., to

Lai gan LZP sakarā ar šo ziņojumu nekādu lēmumu nepieņēma (tam, kā jau iepriekš minēts, bija tīri informatīvs raksturs), tas izraisīja lielu interesi un, domājams, veicinās izpratni, ka VRT Latvijas zinātnei, konkrēti astronomijai, paver vienreizīgu iespēju atjaunot 60. gados iecerētos, bet 70. gados diemžēl izsapņotos nodomus un projektus (sk., piemēram, J. Ikaunieka un G. Petrova rakstu «Latvijas PSR ZA Astrofizikas laboratorijas radiointerferometra projekts», «Zvaigžņotā Debess», 1961. gada pavasaris, 29.—34. lpp.) ieiet starptautiskajā zi-

nātniskajā aprītē ar pirmklasīgu instrumentu un kā pilnvērtīgiem un pilntiesīgiem partneriem iekļauties visaktuālāko un perspektīvāko mūsdienu astronomijas un ģeodinamikas problēmu risināšanā.

Bet par to, kā noris tālākais, galvenokārt organizatoriskais darbs pie Ventspils starptautiskā radioastronomiskā centra izveidošanas, — cerams, kādā no turpmākajiem «Zvaigžņotās Debess» numuriem.

A. B a l k l a v s

Sk. vāku 1. lpp. Faktu, ka 17. gs. Eiropa sāka iepazīt Latviju, apliecina poļu kartografa Maceja Strubica Livonijas, Lietuvas un Krievijas karte, kas izdota 1589. gadā Ķelnē, bet zīmēta agrāk. Šī karte, kuras autors bija karaļa Stefana Batorija kartogrāfs, ievietota Martina Kromera darba «Polonia» 4. izdevumā. Te jāpiebilst, ka, pēc P. Holviga datiem, 1562. gadā pabeigti plašāki uzņēmēšanas darbi Vidzemes teritorijā, un tas deva iespēju šajā kartē pareizi attēlot (mērogs 1 : 1 170 000) visai plašu apdzīvoto vietu tīklu arī Kurzemes pussalā, turklāt ne tikai pilsētas kā visās agrākajās kartēs. Te, piemēram, redzam Lielirbi (vietā, kur jābūt Mazirbei) un Mazirbi (apmēram tur, kur patiesībā atrodas Kolka), Plieņciemu (Plelen), Ošeniekus (Owcze), Iecavu (Ecko) u. c. ciemus.

Šajā kartē redzams viens no pirmajiem mēģinājumiem parādīt robežu starp Kurzemi un Lietuvu (gan neaizvelkot to līdz jūrai) un Latgales robežu ar Krieviju. Protams, šo robežlīniju zīmējums balstās nevis uz mērījumiem, bet gan tikai uz apdzīvoto vietu izvietojumu.

M. Strubica karte nenoliedzami ir saistīta ar izcilākā viduslaiku kartogrāfa H. Merkatora darbiem, kuri ievada modernās kartogrāfijas pirmos soļus Latvijas teritorijas attēlojumā.

J. Strauhmanis, *Dr. geogr.*,
LKF Spidolas stipendiāts

Godājamie lasītāji!

Vai jūs varējāt uz 1994. gada rudens laidiena 1. vāka Ziemeļeiropas kartē atrast Latvijas teritoriju? Mēs arī ne!

Mēģināsim vēlreiz nākamā gada pavasārī.

Atvainojamies autoram un lasītājiem!

Sagatavotāji un izdevēji

IEROSINA LASĪTĀJS

ASTROLOĢIJAS VĒRTĒJUMS AMERIKĀŅU ŽURNĀLĀ

Daži «Zvaigžņotās Debess» lasītāji izteikuši interesi par astroloģiju. Zinātnieku, to skaitā astronomu, viedoklis šai jautājumā ir nešaubīgs: astroloģijai nav nekā kopīga ar zinātni. «Zvaigžņotās Debess» 1991. gada vasaras numurā astroloģiju no dažādiem redzespunktiem, turklāt visai iecietīgi, vērtējis A. Balklavs, uzsākot «astroloģisko» debess spidekļu karšu ievietošanu žurnāla vāku iekšpusē. 1992. gada pavasara numurā savu viedokli par astroloģiju, gan mazliet ironiski un it kā «no malas palūkodamies uz astroloģiju», izklastījis J. Bīrzovalks un ar zināmu sarkasmu jautājumam par astronomijas un astroloģijas nākotni Latvijā pieskaras A. Balklavs.

Taču arī Rietumos šis jautājums vēl arvien ir aktuāls. Par to liecina, piemēram, Klusā okeāna astronomijas biedrības (ASV) populārzinātniskā žurnāla «Mercury» 1993. gada septembra—oktobra numurā ievietotā publikācija. Tās autore Katrīna Brečere (Katherine Bracher) no Vitmena koledžas citē un komentē rakstu, kas pirms 50 gadiem bijis ievietots citā šīs biedrības žurnālā. Pārskatot, kas izmainījies pusegadsimta laikā, K. Brečere konstatē (un to viņa paziņo virsrakstā), ka astroloģija nav iznikusi. Rakstā atspoguļotais stāvoklis ir ļoti līdzīgs tam, kāds pašlaik ir pie mums. Tāpēc mūsu lasītājus varetu interesēt minētā raksta tulkojums.

A. A l k s n i s

ASTROLOĢIJA NAV IZNIKUSI

Klusā okeāna astronomijas biedrības žurnāla «Publications of the ASP» 1943. gada oktobra

numurā ievietots Elizabetes Konoras (Elizabeth Connor) raksts, kurā autore izsaka nožēlu, ka interese par astroloģiju turpinās. Viņa raksta: «Pagājušajā pavasarī, kad laikrakstu pirmajās lappusēs bija lasāms par galvenajiem notikumiem kara norisē, vīrums kaliforniešu acimredzot nepamanīja, ka viņu štata likumdošana teju, teju būtu kļuvusi par apsmiekla objektu pārējiem štatiem. Tai laikā tika iesniegts likumprojekts Nr. 1793, kurš, ja to pieņemtu, būtu padarījis likumīgu astroloģijas praktizēšanu Kalifornijā. Nodibinot astroloģijas eksāmenu komisiju ar pilnvarām izsniegt licences personām, kuras vecākas par 25 gadiem un šo priekšmetu mācījušās piecus gadus, Kalifornijas štats būtu pielīdzinājis astrologa profesiju jurista, ārsta vai arhitekta profesijai. Galu galā likumprojekts netika tālāk par mēģināšanos starp štata efektivitātes un ekonomijas komiteju un metožu un līdzekļu komiteju. [...]»

Lai gan mēģinājumu dabūt cauri šo likumprojektu nevajadzētu novērtēt pārlietu augsti, fakts, ka tas varēja tikt izstrādāts, rāda, kādu iespaidu astroloģija atstāj pat uz izglītotiem cilvēkiem ar asu prātu un izveicību biznesā. Arvien lielākam skaitam ļaužu tā ir nevis uzjautriņoša un nevainīga salona spēle vai viduslaiku dīvainība, bet gan uzticams vadonis dzīves problēmu risināšanā... Divdesmitajā gadsimtā interese par dažāda veida nākotnes paredzēšanu ir gandrīz neticami pieaugusi. Varbūt šādu interesi izraisījusi depresijas gadiem raksturīgā nedrošības sajūta; varbūt tā ir pakļāvība, kas rada cilvēkiem vēlēšanos novēlēt atbildību par savu dzīvi uz kādu ārēju faktoru, piemēram, zvaigznēm.»

E. Konora turpina ar plašu astroloģijas grāmatu bibliogrāfiju, līdztekus dodot arī biblio-

grāfiju daudzām grāmatām un rakstiem, kas astroloģiju atmasko. «Lielajam astroloģijas grāmatu un žurnālu skaita pieaugumam starp 1925. gadu un šo [1943.] gadu attiecīgi sekojuši daudzi raksti, kas vērsās pret astroloģijas ietekmi... Šādus rakstus tomēr biežāk lasa ļaudis, kuri tos izprot un atbalsta, nevis pārējie. Taču nav šaubu, ka tie dod vislabāko vielu cīņai pret gara tumsonību un palīdz parliecināt tūkstošiem cilvēku, ka ir vērtīgi uzticēt savas dzīves vadišanu astroloģijai.»

Pēdējos piecdesmit gados nekas daudz nav mainījies. Laikrakstos vēl arvien atrodamas astroloģijas slejas, un avižu kioski tāpat labi apgādāti ar astroloģijas žurnāliem. Jauna sērga ir horoskopi no datoriem, kā arī matemātiskās programmas sava likteņa aprēķinā-

šanai, kuras var nopirkt ikviens. Astronomi (ieskaitot Klusā okeāna astronomijas biedrības kādreizējo izpilddirektoru Endrū Freknoju (Andrew Fraknoil) vēl arvien raksta par astroloģijas veltīgumu, bet publika (arī agrāka Pirmā lēdija Nensija Reigane) turpina atbalstīt šīs pseidozinātnes praktizētājus. Par spīti visam, ir svarīgi, lai astronomi turpinātu pierādīt astroloģijas pseidozinātniskumu. Kā rakstījis E. Freknojs, mums jāļauj «debess spīdekļu gaismai modināt mūsos interesi par patieso (un aizraujošo) Visumu ārpus mūsu planētas, nevis turēt mūs saistītus pie senām fantāzijām, kas saglabājušās no tiem laikiem, kad mēs, saspiedušies ap ugunsgrāvu, baidījāmies no nakts.»

«BET KUR IR «SNIKERS»?» (jeb lasītāju aptaujas '93 apkopojums)

Jau ceturto gadu pēc kārtas lasītāji atsaucas «Zvaigžņotās Debess» redakcijas kolēģijas aicinājumam piedalīties aptaujā par gadalaiku izdevuma laidieniem. Šoreiz esam sagaidījuši atbildi pat no zviedru zemes — no astronomijas amatiera Ērika Sviķera, kurš (tāpat kā mēs) ir «priecīgi pārsteigts par katru Latvijā izdoto astro darbu», jo Latvijas skolās astronomija jau vairs nav obligātās izglītības priekšmetu vidū un grāmatlīgrotavās astronomiskās literatūras vietā labprātāk (turklāt bagātīgi) piedāvā astroloģiskos sacerējumus, nevis, piemēram, «Zvaigžņoto Debess», ko mums ir grūtības iedabūt pat Latvijas Universitātes (!) grāmatu galdā. Izmantojot to, ka astronomijas zināšanas nav modeslieta (un, kā liecina mūsu pieredze un lasītāju vēstules, uz vulgāro materiālismu tendēts sabiedrības loceklis to nemaz negrib zināt), arī masu mediju tik ļoti iecienītie astroloģi jūtas «brīvi» un nemaz nešķiro zodiaka zīmes un zvaigznājus (sak, vai nav vienalga, kaut kur jau tā Saule ir «iegājusi»).

Un tomēr ir vēl arī cilvēki, kuriem nav

vienaldzīga «Zvaigžņotā Debess». 1993. gada laidienos par interesantākajiem rakstiem lasītāji ir atzinuši 15 autoru 35 rakstus. Vislielāko ievēribu ieguvuši raksti: «Zemes sadursme ar starpplanētu ķermeņiem», «Visa Venēra tuvplānā», «Kosmonautika 1992. gadā», «Asteroīds tuvplānā», «Astronoma acis» un «Komētu rašanās noslēpums».

Visbiežāk pieminēto rakstu autori ir: Edgars Mūkins, Ilgonis Vilks, Arturs Balklavs, Andrejs Alksnis, Uldis Dzērvītis, Felikss Cicans, Ilze Loze un Juris Bīrzvalks.

Sniedzam nelielu ieskatu raksturīgākajos lasītāju ierosinājumos un kritiskajās piezīmēs. Zīmīgi, ka šoreiz atbildes nākušas gandrīz tikai no laukiem, turklāt interesanti, ka nav nevienas vēstules no skolotājiem, bet ir vēstules no skolēniem. Negribētos šo daļrūnīgo faktu komentēt (par ko interesējas skolotāji?). Aptaujas dalībnieku vecums svārstās no 14 līdz 75 gadiem.

Skolēns Gatis Zavišs no Cēsu raj. Vecpiebalgas pagasta:

«Eju 10. klasē. Zēl, ka skolā nemāca astronomiju. Tādēļ «Zvaigžņotā Debess» ir mans vienīgais astronomijas skolotājs. [...]

Man pašam ļoti interesē astronomija. Taisos drīzumā iegādāties teleskopu.

Novēlu mīļajai «Zvaigžņotās Debess» redakcijai labu veselību un Latvijas astronomiem veiksmi pētījumos!»

Skolēns Helmutis Rudzītis no Limbažu raj. Tūjas:

«Ja «Zvaigžņotā Debess» pārstās eksistēt, tad tā būs katastrofa daudziem cilvēkiem, arī man. Man pašam ir teleskops, un jūsu žurnāls man ir daudz līdzējis, jo tajā vienmēr var atrast ko pamācošu, interesantu un nepieciešamu maniem novērojumiem. Jūsu žurnāls man ir daudz ko devis, un es būtu ar mieru samaksāt par to tik, cik ir nepieciešams tā izdzīvošanai. [...] Un pēc sponsoriem pievērsties arī kādām citām firmām, ne tikai «Software House», jo varbūt atrastos domājoši un saprotoši cilvēki, pie tam tā arī būtu sponsorfirmai liela komerciāla izdevība — darbība zinātnes jomā ir liela reklāma pasaules mērogā.

«Zvaigžņotajai Debesij» ir noteikti jāizdzīvo šajos grūtajos laikos. Vēlu veiksmi un daudz finansu!»

Students (kārtības policija) no Rīgas raj. Mārupes pagasta (visvairāk interesē ar kosmonautiku un planētu izpēti saistītie notikumi — kosmisko kuģu izstrāde, ekspluatācija, to uzdevumi, apkalpes sagatavošana u. tml. jautājumi):

«Agrāk lasīju «Юный техник», kurā tie [iepriekšminētie jautājumi] tika ļoti interesanti aprakstīti, arī par aviāciju un aerokosmoplāniem. Gribētos, lai arī latviešu valodā būtu tāds specializēts žurnāls, taču saprotu, ka šaurā lasītāju loka dēļ tas nevar iznākt, tādēļ gribētos, lai «Zvaigžņotajā Debesī» par to vairāk publicētu.»

Students (finanses un kredīts) no Rīgas (vienīgā vēstule no galvaspilsētas!):

«Šobrīd nav vietas kritiskām piezīmēm. So-

brīd jūs stāvat bezdibeņa malā — ļoti, ļoti gribētos cerēt, ka nebūs šī liktenīgā soļa bezdibeni. Pēc gadiem, iespējams, kāds gribēs un kāds atjaunos šo izdevumu, kurš dzima 1958. gadā un šobrīd ir sasniedzis 35 gadus. Ļoti gribas cerēt, ka šo izdevumu nevajadzēs atjaunot, ka notiks Brīnumus un Jūs turpināsiet publicēties kā līdz šim.

Vienīgais novēlējums un ierosinājums — turpiniet iznākt.»

Lauksaimniecības speciālists J. Vitoliņš no Iecavas (vēlas lasīt rakstus arī par vēsturi, ir pateicīgs par «Zvaigžņotās Debess» tematisko rādītāju):

«Par nožēlošanu jāsaka, ka Latvijā daudzās skolās neko nezina vai pat negrib neko zināt, ko raksta žurnāls «Zvaigžņotā Debess».

Automātisko elektrosakaru inženieris Andris Bērziņš no Pļaviņām (interesē arī pēdējie fundamentālie pētījumi fizikā un matemātikā):

«Galvenais ierosinājums un vēlējums — neizputēt šajos finansiāli grūtajos laikos, kā tas ir noticis ar citiem populārzinātniskiem un tehniskiem žurnāliem Latvijā.»

Vides un sabiedrības veselības centra saimniecības daļas vadītājs Valdis Jurciņš no Gulbenes raj. Elstes:

«Labi būtu, ja atkal tiktu atjaunots krāsu ielikums un, ja būtu iespējams, — nedaudz labākā kvalitātē.

Būtu labi, ja jūsu izdevums publicētu, kaut vai ļoti īsi, informāciju no ārzemju žurnāliem par «kosmisko lielvalstu» turpmākajiem plāniem kosmonautikā, kā to praktizēja savulaik VDR un Čehoslovākijas astronomiskie žurnāli.»

Soferis instruktors L. Cērpiņš no Madonas (interesējas par ASV «Space Shuttle» u. c. aparātiem un to veikumu; atstāsta notikumu «iz dzīves — no bērna mutes»):

«Nāku no darba, vakars, zvaigžņota debess, stāv ietves malā divas nelielas meitenītes, vēro zvaigžņoto debesi un viena otrai saka: «Cik spoža zvaigznīte!» — un ar roku rāda uz spožo Venēru vakarpusē. «Tā ir Venēra,» paskaidroju, «bet tur tas sarkanīgais —

Marss...» Uzreiz sekoja jautājums: «Bet kur ir «Šnikers?»»

Lasītājs (24 gadus vecs plaša profila meistars) no Valmieras («Zvaigžņoto Debesi» nepasūta, jo reiz jau piekrāpts un pastam vairs neuzticās):

«Kritika varētu būt tāda, ka grāmatu veikalos [žurnāls] parādās reti, it sevišķi attālākās vietās. Es maksātu kaut vai vienu latu par vienu numuru «Zvaigžņotās Debess», bet lai tā iznāktu tieši tad, kad ir jābūt, citādi visa (ne gluži. — I. P.) informācija noveco.»

Jā, kad šī arī redakcijas kolēģijas karstākā vēlēšanās piepildīsies?...

Pateicamies visiem par laba vēlējumiem «Zvaigžņotajai Debesij» un Latvijas astronomiem. Sirsnīgi tencinām lasītājus par vēstulēm, vēlam arī viņiem veiksmi un ceram, ka

mūsu kopīgās vēlēšanās piepildīsies. Turpināsim iepriecināt ar krāsu lielumiem, no kuriem bijām atteikušies ar domu, ka izdevums kļūs lētāks (cerības neattaisnojās!). Atvainojiet, ka dažus labus jūsu ieteikumus pagaidām neesam īstenojuši (piem., vai būtu vēlēšanās piedalīties «Zvaigžņotās Debess» lasītāju saietā?).

Šogad «Zvaigžņoto Debesi» finansiāli atbalstīja Latvijas Zinātnes padome, Izglītības, kultūras un zinātnes ministrija un Sorosa fonds Latvijā. Paldies viņiem, bet pats svarīgākais, lai Latvijai būtu nepieciešama zinātne un zinātniskam lasītājam — zvaigžņotā debess ar kāvu gaismu un sidrabainiem mākoņiem, pārējais atrisināsies. Turēsimies!

Lai aptauju par 1994. gada laidieniem padarītu intriģējošāku, esam iecerējuši pārsteigumu izlozi. Gaidām jūsu atbildes.

Redakcijas kolēģijas vārdā
I. Pundure

JAUNUMI ISUMĀ * * JAUNUMI ISUMĀ * * JAUNUMI ISUMĀ

Britu pētnieki R. Metjūzs un Dž. Gilmors (Robert Matthews; Gerard Gilmore) nākuši pie secinājuma, kas apšaubā jau 80 gadus valdošo uzskatu, ka Saulei vistuvākā zvaigzne Centaura Proksima (Proxima Centauri) riņķo ap dubultzvaigzni Centaura α . Minēto pētnieku aprēķini, kas pamatojas uz jau publicētajiem datiem, rāda, ka Proksimas ātrums ir par lielu, lai Centaura α to varētu noturēt ar savu gravitācijas spēku. Kā otru argumentu pret Proksimas piederību pie Centaura α viņi min abu zvaigžņu vecuma atšķirību, pirmajai to vērtējot zem miljarda gadu, bet otrajai — ap 4,6 miljardiem gadu, t. i., tā varētu būt vecāka par Sauli. Tātad Proksima, visticamāk, nejauši skrien garām zvaigžnei Centaura α . Taču, lai šai jautājumā gūtu pilnīgu skaidrību, nepieciešami vēl precīzāki abu zvaigžņu ātruma mērījumi.

ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS 1994./95. GADA ZIEMĀ

1994. gadā astronomiskā ziema sāksies 22. decembrī pl. 4^h23^m, kad Saule ieies Mežāža zīmē. No šā brīža Saule sāks savu ceļu atpakaļ uz debess sfēras ziemeļu puslodi, kuru tā sasniegs 1995. gada 21. martā pl. 4^h19^m. Tad beigsies 1994./95. gada astronomiskā ziema un sāksies astronomiskais pavasaris.

Latvijā ziemas nav īpaši labvēlīgas zvaigžņotās debess pētīšanai, jo skaidrā laikā parasti ir ļoti auksts un skaidro nakšu skaits ir neliels. Tomēr zvaigžņotā debess šajā laikā izskatās ļoti krāšņa, it sevišķi bezmēness naktīs.

Galvenie ziemas zvaigznāji ir bagāti ar spožām zvaigznēm. Īpaši izceļas Orions — vis skaistākais ziemeļu puslodes zvaigznājs. Tāpēc tieši Orionu var uzskatīt par raksturīgāko ziemas zvaigznāju.

Uzmanību piesaista arī visspožākā zvaigzne — Sīriuss (Lielā Suņa α) — un gandrīz tikpat spožais Prociens (Mazā Suņa α), kuri kopā ar Betelgeizi (Oriona α) veido t. s. ziemas trijstūri. Interesants ir Verša zvaigznājs ar vaļējām zvaigžņu kopām — Plejādēm (Sietiņš) un Hiādēm. Ļoti augstu virs horizonta paceļas Perseja un Vedēja zvaigznāji, bet nedaudz zemāk — zodiaka joslas zvaigznājs Dviņi.

Pārējos ziemas zvaigznājos (Eridānā, Zaķi, Vienradzi un Vēzi) spožu zvaigžņu nav. Tāpēc tie nekādi neizceļas uz iepriekšminēto zvaigznāju fona.

Uzskatāmu priekšstatu par to, kā mainās zvaigžņotās debess izskats ziemas vakaros, var gūt, aplūkojot 1.—3. attēlu.

PLANĒTAS

Gandrīz visu ziemu **Merkurs** atradīsies Mežāža zvaigznājā, un tikai pēc 10. marta tas pāries Ūdensvīra zvaigznājā.

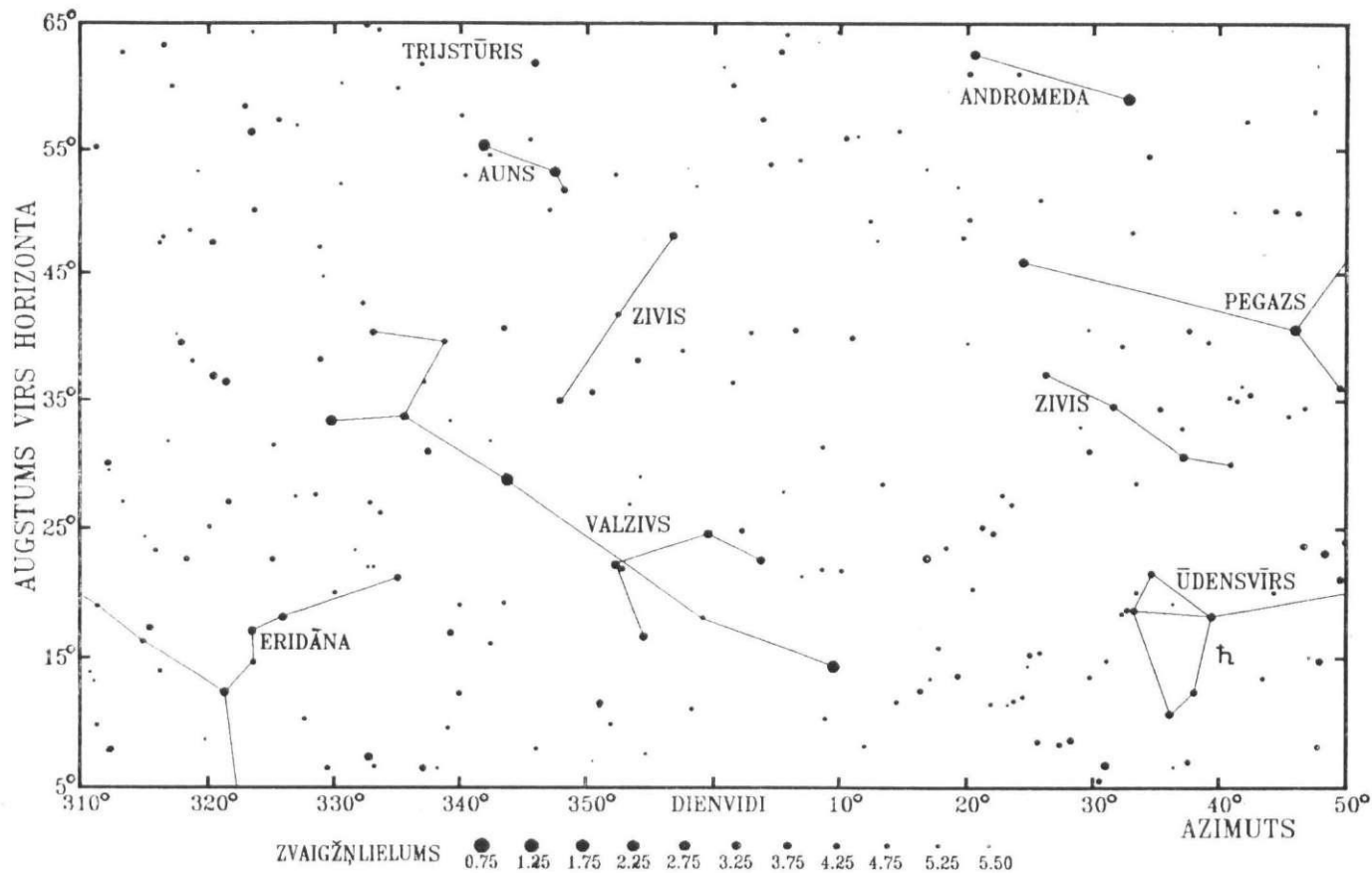
19. janvārī **Merkurs** nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (19°). Tāpēc janvāra vidū un vēl dažas dienas pēc 19. janvāra to varēs novērot vakaros dienvidrietumu pusē tūlīt pēc Saules rieta kā $-0^m,7$ spožuma objektu. Sākot ar janvāra beigām, tas nebūs novērojams, jo 4. februārī atradīsies apakšējā konjunkcijā ar Sauli (starp Zemi un Sauli).

Lai arī februāra beigās un martā **Merkura** rietumu elongācija pārsniegs 20° (maksimālā 1. martā — 27°), tomēr tā novērošanas apstākļi pie mums nebūs izdevīgi, jo tas leks gandrīz reizē ar Sauli. Tāpēc tā novērošanas iespējas šajā laikā būs visai problemātiskas.

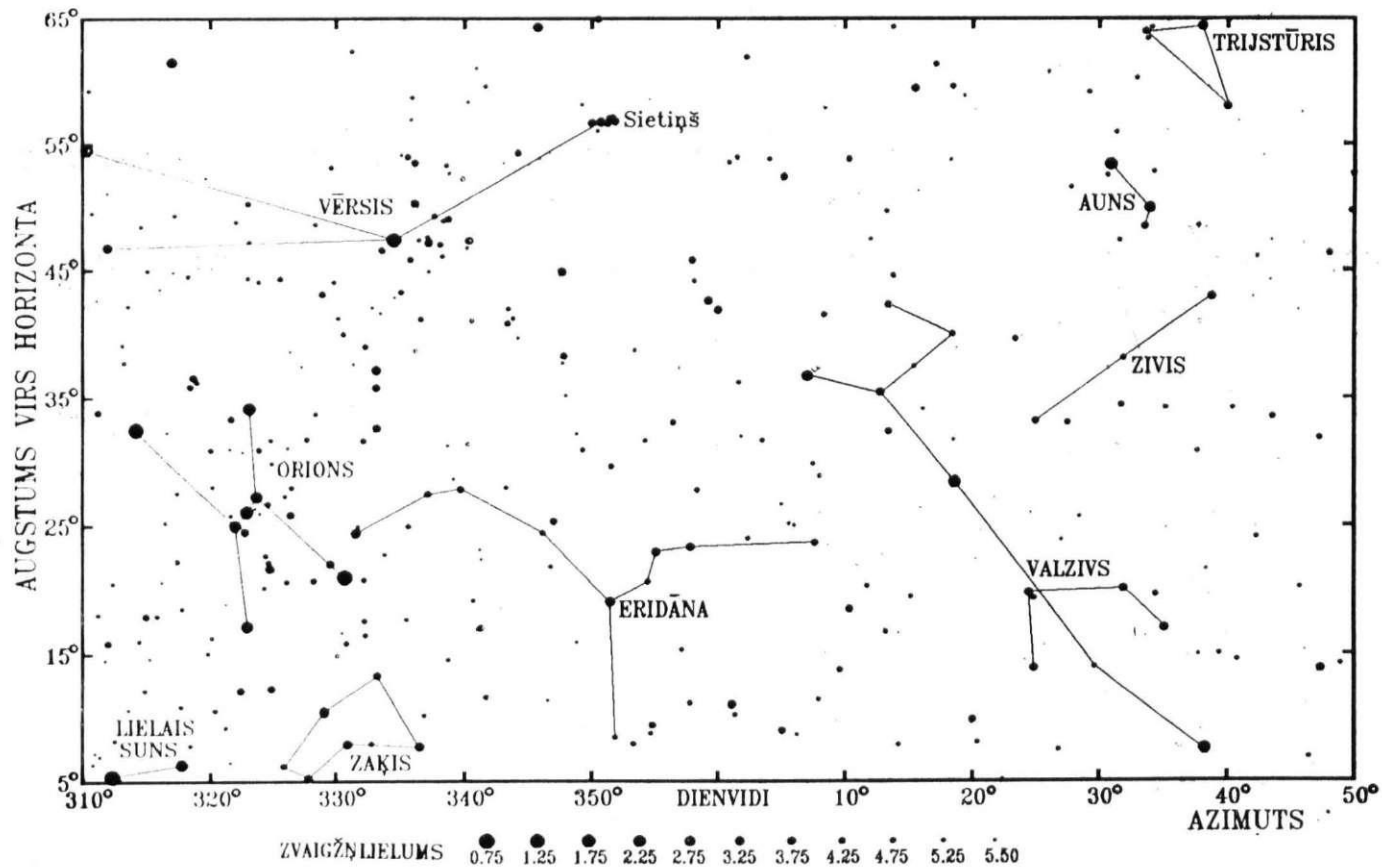
27. februārī 11^h Mēness paies garām 5° uz augšu no Merkura.

Venēra decembra beigās atradīsies Svaru zvaigznājā, janvāra sākumā — Skorpiona zvaigznājā, bet janvāra vidū nonāks Čūskneša zvaigznājā. 13. janvārī tās rietumu elongācija sasniegs maksimālo vērtību — 47° un spožums $-4^m,4$. Tāpēc decembra beigās un visu janvāri **Venēru** varēs novērot neilgi pirms Saules lēkta dienvidaustrumu pusē.

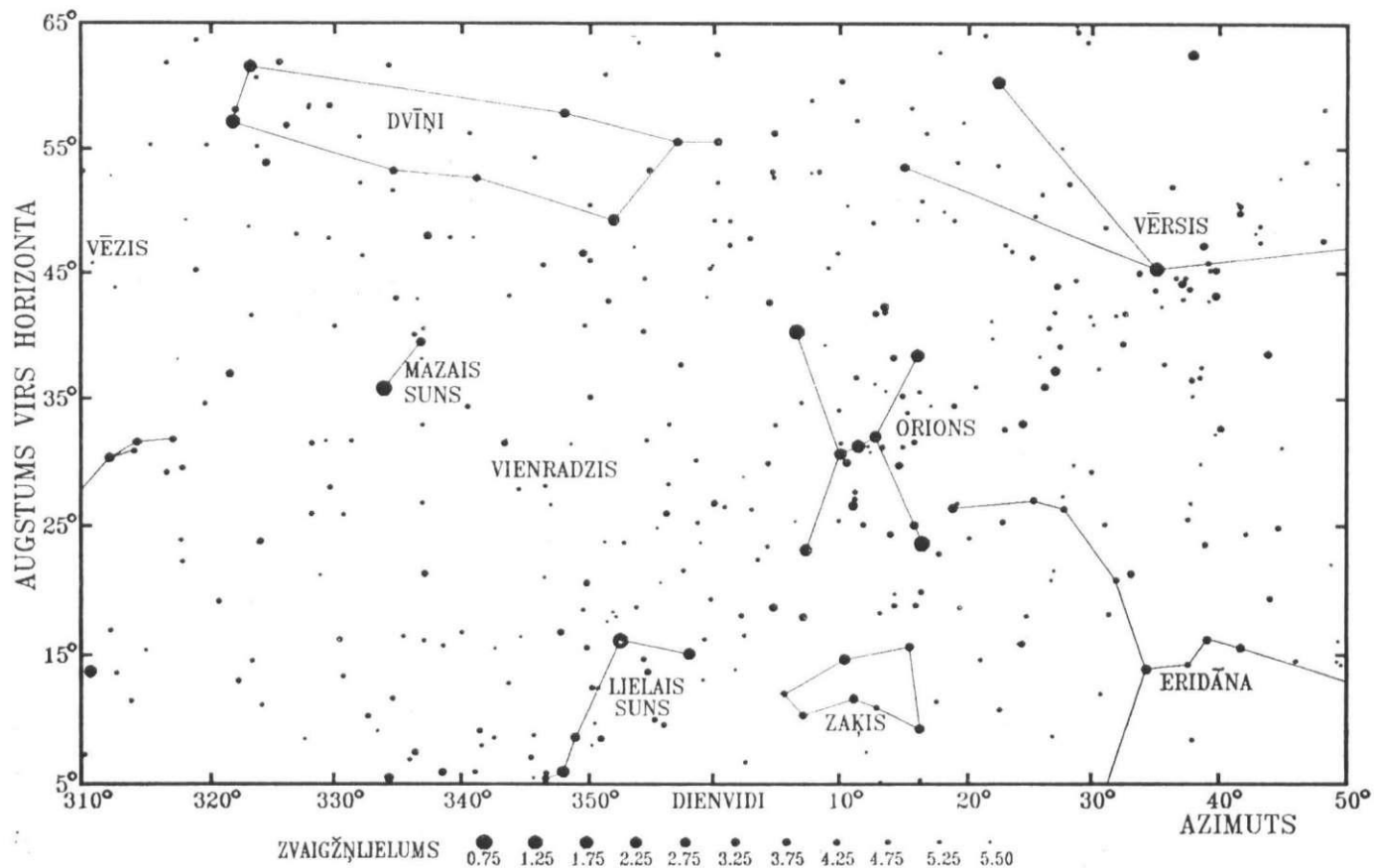
Visu februāri tā atradīsies Strēlnieka zvaigznājā, kur to varēs novērot kā $-4^m,2$ spožuma objektu. Redzamības apstākļi būs tādi paši kā janvārī. Tomēr februāra beigās iespējams novērošanas ilgums kļūs mazāks, jo samazināsies laika intervāls starp **Venēras** un Saules lēktem.



1. att. Zvaigžņotā debess dienvidu virzienā Latvijas centrālajā daļā 1. janvārī pl. 19^h00^m.



2. att. Tas pats 1. janvārī pl. 21^h00^m un 1. februārī pl. 19^h00^m.



3. att. Tas pats l. janvārī pl. 23^h53^m, 1. februārī pl. 21^h50^m un 1. martā pl. 20^h00^m.

Martā tā pāries Mežāža zvaigznājā, kur tās spožums būs $-4^m,0$. Lai arī rietumu elongācija vēl arvien sasniegs 40° , tomēr Venēru novērot kļūst arvien grūtāk, jo Saule leks gandrīz tūlīt pēc tās.

14. janvārī Venēra paies garām Jupiteram 3° uz augšu no tā.

29. decembrī 7^h Mēness paies garām 3° uz leju, 27. janvārī $14^h 0,2^\circ$ uz augšu (aizklās to) un 26. februārī $7^h 4^\circ$ uz augšu no Venēras.

Marsa novērošanas apstākļi visu ziemu būs ļoti labi, jo 12. februārī tas atradīsies opozīcijā un būs redzams praktiski visu nakti.

Līdz februāra beigām tas atradīsies Lauvas zvaigznājā, bet pēc tam pāries uz Vēža zvaigznāju, kur būs novērojams līdz pat ziemas beigām. Tā redzamais spožums janvāra sākumā būs $-0^m,4$, februāra vidū $-1^m,2$ un marta vidū $-0^m,5$.

23. decembrī 17^h Mēness aizies garām 8° uz leju, 19. janvārī $2^h 9^\circ$ uz leju, 15. februārī $12^h 10^\circ$ uz leju un 14. martā $6^h 9^\circ$ uz leju no Marsa.

Jupiters decembra beigās atradīsies Skorpiona zvaigznājā. Janvāra vidū tas nonāks Cūskneša zvaigznājā, kur arī būs novērojams līdz pat ziemas beigām.

Ziemas sākumā tas praktiski nebūs redzams, jo atradīsies nelielā leņķiskā attālumā no Saules. Tomēr, sākot ar janvāra vidu, no rītiem zemu pie horizonta to var mēģināt ieraudzīt kā $-1^m,9$ spožuma objektu.

Februārī un martā Jupitera redzamības ilgums no rītiem palielināsies, bet spožums pieaugs līdz $-2^m,1$. Tomēr novērošanu apgrūtinās apstākļi, ka Jupitera augstums virs horizonta tikai nedaudz pārsniegs 10° .

30. decembrī 2^h Mēness paies garām 1° uz augšu, 26. janvārī $17^h 2^\circ$ uz augšu un 23. februārī $7^h 2^\circ$ uz augšu no Jupitera.

Saturns visu ziemu atradīsies Ūdensvīra zvaigznājā. Decembra beigās un janvārī tas vēl būs novērojams vakaros neilgu laiku pēc Saules rieta kā $+1^m,0$ spožuma objekts. Februārī un martā to vairs nevarēs novērot, jo 6. martā Saturns atradīsies konjunktijā ar Sauli.

5. janvārī 19^h Mēness paies garām 7° uz augšu un 2. februārī $10^h 6^\circ$ uz augšu no Saturna.

Urāns visu ziemu praktiski nebūs novērojams, jo 17. janvārī būs konjunktijā ar Sauli.

26. februārī 13^h Mēness aizies garām Urānam 6° uz augšu no tā. 2. martā Venēra paies garām $1,5^\circ$ uz augšu no Urāna.

MĒNESS

Mēness fāzes

Pēdējais ceturksnis: 25. decembrī $21^h 06^m$; 24. janvārī $6^h 58^m$; 22. februārī $15^h 04^m$.

Jauns Mēness: 1. janvārī $12^h 56^m$; 31. janvārī $0^h 48^m$; 1. martā $13^h 48^m$.

Pirmais ceturksnis: 8. janvārī $17^h 46^m$; 7. februārī $14^h 54^m$; 9. martā $12^h 14^m$.

Pilns Mēness: 16. janvārī $22^h 26^m$; 15. februārī $14^h 15^m$; 17. martā $3^h 26^m$.

Mēness perigejā un apogejā

Perigejā: 31. decembrī 1^h ; 28. janvārī 1^h ; 23. februārī 4^h ; 20. martā 15^h .

Apogejā: 12. janvārī 0^h ; 8. februārī 20^h ; 8. martā 17^h .

MĒNESS IEIEŠANA ZODIAKA ZĪMĒS

23. decembrī	8^h	Jaunava (♊)	4. janvārī	24^h	Zivis (♓)
25. decembrī	14^h	Svari (♎)	7. janvārī	7^h	Auns (♈)
27. decembrī	18^h	Skorpions (♏)	9. janvārī	18^h	Vērsis (♉)
29. decembrī	20^h	Strēlnieks (♐)	12. janvārī	7^h	Dvīņi (♊)
31. decembrī	20^h	Mežāzis (♈)	14. janvārī	19^h	Vēzis (♋)
2. janvārī	21^h	Ūdensvīrs (♒)	17. janvārī	6^h	Lauva (♌)

19. janvārī	14 ^h	Jaunava	20. februārī	6 ^h	Skorpions
21. janvārī	20 ^h	Svari	22. februārī	9 ^h	Strēlnieks
24. janvārī	1 ^h	Skorpions	24. februārī	12 ^h	Mežāzis
26. janvārī	4 ^h	Strēlnieks	26. februārī	15 ^h	Ūdensvīrs
28. janvārī	5 ^h	Mežāzis	28. februārī	19 ^h	Zivis
30. janvārī	7 ^h	Ūdensvīrs	3. martā	2 ^h	Auns
1. februārī	16 ^h	Zivis	5. martā	11 ^h	Vērsis
3. februārī	10 ^h	Auns	7. martā	23 ^h	Dviņi
6. februārī	2 ^h	Vērsis	10. martā	12 ^h	Vēzis
8. februārī	15 ^h	Dviņi	12. martā	22 ^h	Lauva
11. februārī	3 ^h	Vēzis	15. martā	6 ^h	Jaunava
13. februārī	14 ^h	Lauva	17. martā	10 ^h	Svari
15. februārī	21 ^h	Jaunava	19. martā	13 ^h	Skorpions
18. februārī	2 ^h	Svari			

METEORI

Ziemā ir tikai viena stipra meteoru plūsma — Kvadrantīdas. Tā novērojama no 27. decembra līdz 7. janvārim. Maksimums 3. jan-

vārī, kad meteoru skaits stundā var sasniegt 35.

J. Kauliņš

PIRMO REIZI «ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ»



Māris KRASTIŅŠ — Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes matemātikas specialitātes I kursa students. 1993. gadā beidzis Rīgas 2. vidusskolu. Interesējas par astronomiju, veic patstāvīgus novērojumus. Attēlā redzams ar personisko teleskopu «Micar».

JAUNUMI ISUMA * * JAUNUMI ISUMA * * JAUNUMI ISUMA

Pēdējos gados ir palielinājusies interese par asteroidiem, kas varētu apdraudēt Zemi. Sādus objektus sistematizē īpaši šim nolūkam radīta starptautiska apvienība. 1989. gadā ar Aresivo radioteleskopu Puertoriko tika novērots viens no tiem — asteroīds 4769 *Castalia*. Radioteleskops darbojās pēc radara principa, t. i., tas bija gan raidītājs, gan uztvērējs. Vairāk nekā 4 gadus neliela NASA pētnieku grupa, balstoties uz iegūtajiem datiem, veidoja asteroīda telpisko modeli. Lidztekus tapa radīta arī radara iegūtās informācijas izmantošanas tehnoloģija. *Castalia* ir it kā salīpis no diviem mazākiem gabaliem. Tā lielākais diametrs ir nepilnī 2 kilometri, un tas padara *Castalia* par mazāko asteroīdu, kam ir iegūti virsmas attēli. 1992. gadā līdzīgā veidā tika novērots arī cits Zemes tuvumā nonākušais asteroīds *Toutatis*, kam trīsdimensionāls modelis veidots netika, bet iegūtie attēli parādīja, ka tas ir divdaļīgs un krāterains. Tas nav vienīgais zināmais gadījums, kad mazā planēta ir stipri iegarena vai pat divdaļīga. Tāda, domājams, ir arī 1620 *Geographos*. Asteroīda forma ir ļoti svarīga kā bāze teorētiskiem spriedumiem, jo tā ataino sadursmju un pārmaiņu procesus. Pašlaik ir zināmi apmēram 300 Zemi apdraudoši asteroīdi. Domājams, ka ir vēl vismaz 1000 asteroīdu, kuru izmēri nepārsniedz *Castalia* izmērus un vēl ap 100 miljonu asteroīdu dažu desmitu vai simtu metru diametrā. Tie visi neliela gravitācijas grūdienu rezultātā varētu ieiet orbitā, kas ved uz sadursmi ar Zemi. Ir jau plānots 1998. gadā pētīt Zemei garām lidojošo asteroīdu *Eros*. Jāpiezīmē, ka radartechnoloģijas izmaksas ir stipri mazākas par vislētākajiem kosmisko aparātu pētījumiem.

Priecājamies un sveicam!

1994. gada 25. novembrī Latvijas Zinātņu akadēmijas kopsapulcē «Zvaigžņotās Debess» atbildīgo redaktoru ARTURU BALKLAVU-GRINHOFU ievēlēja par Latvijas Zinātņu akadēmijas korespondētājllocekli astronomijā.

Redakcijas kolēģija un
izdevniecība «Zinātne»

CONTENTS

DEVELOPMENTS IN SCIENCE. Astronomy and ecology. *A. Balklavs*. The miraculous celestial body in Aquarius. *A. Alksnis, Z. Alksne*. Supernova changes its type. *U. Dzērvītis*. NEWS. What is possible to see in the nucleus of Andromeda nebula with the HST? *U. Dzērvītis*. Search for dark matter. *Z. Alksne*. The physics of the accretion disks. *A. Balklavs*. Jupiter's hammer or how comet Shoemaker—Levy 9 struck Jupiter. *U. Dzērvītis*. Is there a danger for the Earth to collide with comet Swift—Tuttle? *U. Dzērvītis*. Satellite of asteroid Ida detected. *T. Romanovskis*. LATVIAN SCIENTISTS. Mathematical heritage left by the outstanding Latvian mathematician Emanuel Grinbergs (1911—1982). *J. Dambītis*. AT SCHOOL. Astronomical knowledge and the picture of the material world. *A. Balklavs*. 22-th Riga open olympiad of astronomy for school pupils. *M. Krastiņš, I. Vilks*. Symmetric construction instead of Napoleon construction. *T. Romanovskis*. Mathematics of tournaments. *V. A. Andžāns, J. Smotrovs*. On conflicting neighbours. *I. France*. FOR AMATEURS. Activities with sunset photographs. *R. M. Ros Ferre*. CHRONICLE. Insight in the Radioastrophysical Observatory in the first half of 1994. *J.-I. Straume*. Will the Ventspils Radioastronomical Centre be set up? *A. Balklavs*. READER'S SUGGESTIONS. Estimation of astrology in an American magazine. *A. Alksnis*. «But where is Snickers?» (or summary of a questionnaire on the issues of 1993). *I. Pundure*. THE STARRY SKY in the winter of 1994/95. *J. Kauliņš*.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОСТУПЬ НАУКИ. Астрономия и экология. *А. Балклавс*. Удивительное светило в созвездии Водолея. *А. Алкснис, З. Алксне*. Сверхновая меняет свой тип. *У. Дзервитис*. НОВОСТИ. Что при помощи космического телескопа Хаббла можно увидеть в ядре туманности Андромеды? *У. Дзервитис*. Ищут темное вещество. *З. Алксне*. Физика аккреционных дисков. *А. Балклавс*. Молот Юпитера или как комета Шумейкеров—Левя 9 столкнулась с Юпитером. *У. Дзервитис*. Угрожает ли Земле столкновение с кометой Свифта—Татла? *У. Дзервитис*. Обнаружен спутник у малой планеты Ида. *Т. Романовскис*. УЧЕННЫЕ ЛАТВИИ. Математическое наследие, оставленное выдающимся латышским математиком Э. Гринбергсом (1911—1982). *Я. Дамбитис*. В ШКОЛЕ. Астрономические знания и картина материального мира. *А. Балклавс*. 22 Рижская открытая олимпиада по астрономии для учащихся средних школ. *М. Крастиньш, И. Вилкс*. Конструкция симметрии вместо конструкции Napoleona. *Т. Романовскис*. Турнирная математика. *V. A. Анджанс, Ю. Смотровс*. Задача о поссорившихся соседях. *И. Франце*. ЛЮБИТЕЛЯМ. Обработка наблюдений закатов Солнца. *Р. М. Рос-Ферре*. ХРОНИКА. Взгляд на Радиоастрофизическую обсерваторию в первой половине 1994 года. *Я.-И. Страуме*. Будет ли создан Вентспилсский радиоастрономический центр? *А. Балклавс*. ПРЕДЛАГАЕТ ЧИТАТЕЛЬ. Оценка астрологии в американском журнале. *А. Алкснис*. «А где Сникерс?» (или итоги опроса читателей в 1993 году). *И. Пундуре*. ЗВЕЗДНОЕ НЕБО зимой 1994/95 года. *Ю. Каулиньш*.

THE STARRY SKY. WINTER. 1994/95

Compiled by *Irena Pundure*
«Zinātnē» Publishing House, Riga 1994. In Latvian

ZVAIGZŅOTA DEBESS, 1994./95. GADA ZIEMA

Sastādītāja *I. Pundure*

Redaktors *E. Liepiņš*

Mākslinieciskais redaktors *G. Krutojs*

Tehniskā redaktore *G. Šļepkova*

Korektore *B. Vārpa*

Nodota salkšanai 94.02.08. Parakstīta iespiešanai 94.02.12. Formāts 70×90/16. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 5.56 uzsk. iespied.; 7.7 izdevn. l. Pasūl. Nr. 306-2. Izdevniecība «Zinātnē». Turģeņeva ielā 19, Rīgā, LV-1530. Reģistrācijas apliecība Nr. 2-0250. Iespiesta tipografijā «Rota». Blaumaņa ielā 38/40, Rīgā, LV-1011.

APTAUJA PAR IZDEVUMU «ZVAIGŽNOTĀ DEBESS» 1994. GADĀ

1. Jūsuprāt, interesantākie raksti un to autori

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

2. Kuras izdevuma nodaļas Jums patika vislabāk?

1. Amatieriem
2. Gadalaiku astronomiskās parādības
3. Jaunumi
4. Latvijas zinātnieki
5. Skolā
6. Zinātnes ritums
7. _____

3. Kādas tematikas ilustrācijas Jūs apmierināja visvairāk?

4. Vai «Zvaigžnotā Debess» ir atrodama Jūsu pagasta (pilsētas):

1. Bibliotēkā
2. Grāmatu veikalā
3. Skolā

5. Kādā veidā pie Jums nonāk «Zvaigžnotā Debess»?

1. Abonēju
2. Pērku veikalā (kioskā)
3. _____

Cienijamo «Zvaigžnotās Debess» lasītāj!

Aicinām piedalīties aptaujā un atbildēt uz jautājumiem vai ar aplīti apzīmēt pieņemamo atbildes variantu. Lapu lūdzam izgriezt un atsūtīt: Radioastrofizikas observatorijai Turgeņeva ielā 19, Rīgā, LV—1527.

6. Jūsu ierosinājumi, kritiskas piezīmes:

Lūdzam sniegt ziņas par sevi:

Vecums _____ Izglītība _____

Nodarbošanās: _____ Astronomijas amatieris — jā, nē

1. Skolēns

2. Students

3. Skolotājs

4. _____

Specialitāte _____

Dzīvesvieta _____

(pilsēta, novads, pagasts, arī adrese, ja vēlaties)

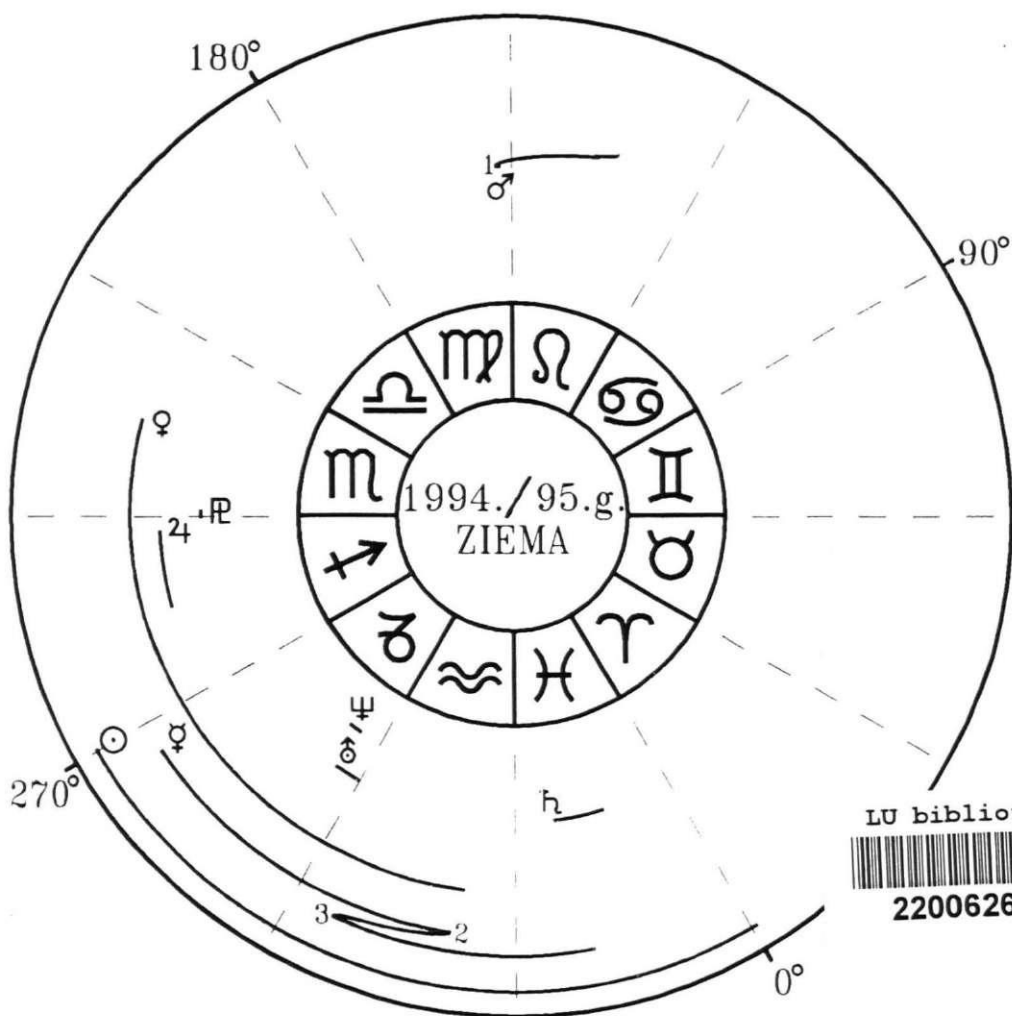
Pateicamies par atsaucību!*)

Jūsu kritiskās piezīmes un priekšlikumus centisimies ievērot.

Redakcijas kolēģija

*) Līdz pavasara sākumam saņemtās atbildes pedalisies pārsteiguma izlozē.

SAULES UN PLANĒTU KUSTĪBA ZODIAKA ZĪMĒS



☉ - Saule - sākuma punkts 22.12 0^h, beigu punkts 21.03 0^h
(šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

☿ - Merkurs, ♀ - Venēra, ♂ - Marss, ♃ - Jupiters,
♄ - Saturns, ♅ - Urāns, ♆ - Neptūns, ♇ - Plutons.
1 - 2.janvāris 22^h; 2 - 26.janvāris 1^h; 3 - 16.februāris 5^h

Kartes programmējis un veidojis Juris Kaūliņš

ZVAIGŽNOTĀ
DEBESS

