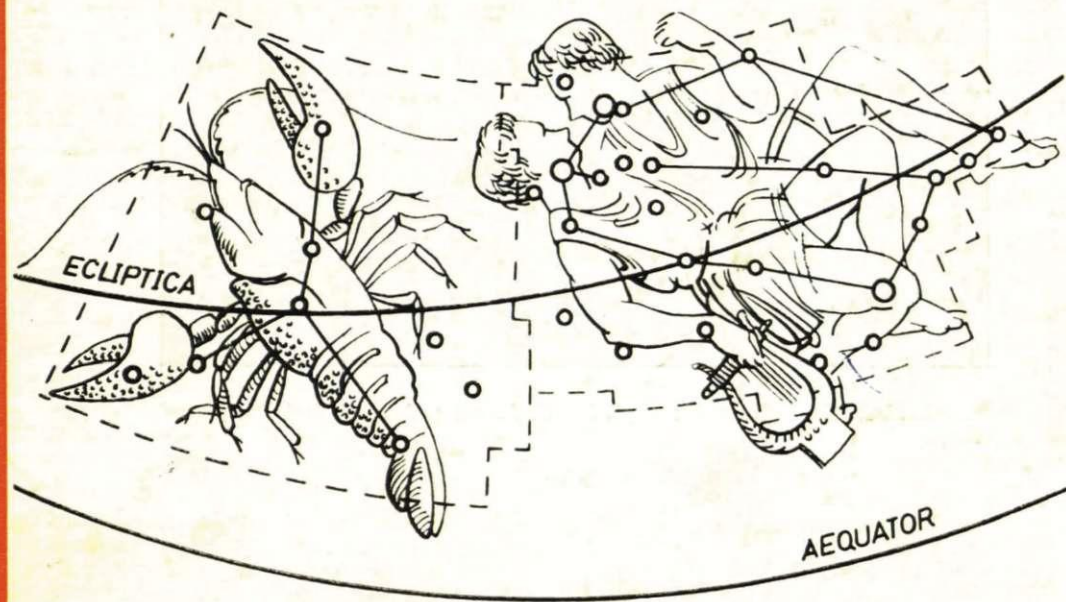


# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



Cancer ♋

Gemini ♊



- Mūsdienu zinātnes priekšstati par vielisko pasauli
- Planētu gredzenu sistēmas ● Vai Zemes raidītie elektromagnētiskie viļņi vēsta par drīzu zemestrīci?
- Jauni mazo planētu nosaukumi ● Piedalīsimies matemātiskajās spēlēs ar varbūtiskām stratēģijām ● Ko Sekspirs zināja par gravitāciju? ● Jaunas atziņas paleoastronomijā

# 1984 VASARA



Republikāniskais Zinību nams Rīgā. Jau divdesmit gadus šeit darbojas planetārijs.

# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

1984. GADA VASARA 104

LATVIJAS PSR  
ZINĀTŅU AKADEMIJAS  
RADIOASTROFIZIKAS  
OBSERVATORIJAS  
POPULĀRZINĀTNISKU  
RAKSTU KRAJUMS

Iznāk kopš 1958. gada septembra



## REDAKCIJAS KOLĒGIJA:

A. Alksnis, A. Balklavs (atbild. red.), J. Birzvalks (atbild. red. vietn.), A. Buiķis, N. Čimahoviča, L. Duncāns (atbild. sekr.), J. Francmanis, J. Kalniņš, J. Klētnieks, T. Romanovskis, L. Roze, E. Vēbers

Numuru sastādījis J. Klētnieks

Publicēts saskaņā  
ar Latvijas PSR  
Zinātņu akadēmijas  
Redakciju un izdevumu  
padomes 1984. gada  
25. janvāra lēmumu



RĪGA «ZINĀTNE» 1984

## SATURS

### Zinātnes ritums

- A. Balklavs. Mūsdienu zinātnes priekš-  
stati par vielisko pasauli (*nobeigums*) . 2  
E. Mūkins. Planētu gredzenu sistēmas . 7

### Zeme un tai tuvais kosmos

- O. Pohotelozevs, V. Piļipenko. Apakšze-  
mes vētru elektromagnētiskie priekš-  
vēstneši . . . . . 17

### Jaunumi

- Z. Alksne. Superzvaigzne, kopas kodols  
vai jauna veida objekts? . . . . . 22  
A. Balklavs. Jaunas gravitācijas viļņu  
detektēšanas iespējas . . . . . 24  
V. Možerins. Zemes magnētospēra pulse  
Saules ritmā . . . . . 25  
M. Dirīķis, I. Zlakomanova. Jaunas ma-  
zās planētas . . . . . 27

### Kosmosa apgūšana

- E. Mūkins. Kosmosā — Indijas pilsonis 32  
E. Mūkins. Mūsdienu kosmiskie tele-  
skopi. I . . . . . 33

### Mūsu republikā

- V. Stinkulis. Divdesmit zvaigžņu gadi 39  
G. Ozoliņš. Pirms septiņdesmit gadiem  
Saules pilna aptumsuma josla šķērso  
Rīgu . . . . . 41

### Skolā

- I. Gaiša. Matemātiskās spēles ar varbū-  
tiskām stratēģijām . . . . . 43  
D. Riekstiņa. Maģiskie grafi . . . . . 46

### Atskatoties pagātnē

- B. Biedriņš, J. Birzvalks. Gravitācijas  
retrospekti un . . . . . Sekspīrs . . . . . 49  
H. Elsālu. Eiropas paleoastronomijas  
izpēte starpzinātņu skatījumā . . . . . 54  
G. Erdmanis, A. Jansons. Seno celtnu  
orientācija . . . . . 58

### Jaunas grāmatas

- N. Čimahoviča. Cilvēks ieiet kosmosā . 61  
Leonīds Roze. Didaktikas deva astro-  
nomijas stundām . . . . . 62

### Mūsu pasts

- H. Elsālu. Par A. Zalstera rakstu «Ak-  
mens kuģi un debespusē» . . . . . 63

- Ā. Alksne. Zvaigžnotā debess 1984. gada va-  
sarā . . . . . 64



## MŪSDIENU ZINĀTNES PRIEKŠSTATI PAR VIELISKO PASAULI

(nobeigums)\*

**ARTURS  
BALKLAVS**

### Sekundārā nukleosintēze

Turpmākais smagāko kodolu sintēzes process jau norisinās zvaigznēs, kas veidojas, pirmatnējiem — no ūdeņraža un hēlija sastāvdaļām — gāzu mākoņiem pamazām kondensējoties un pašu gravitācijas iespaidā saraujoties. Šis parādības rezultātā, kā zināms, notiek gravitācijas enerģijas transformācija siltuma enerģijā. Tā kā temperatūra un blīvums zvaigznes dzīlēs arvien pieaug, pamazām rodas apstākļi, kad var sākties kodolsintēzes reakcijas un lielas starojuma enerģijas izdalīšanās, ko novērojam kā zvaigznes spīdēšanu.<sup>5</sup> Vispirms relatīvi zemā temperatūrā — daži desmiti miljonu grādu — norisinās protonu sintēzes reakcijas, kuru rezultātā izveidojas alfa daļiņas — He<sup>4</sup> kodoli.<sup>6</sup> Kad ūdeņradis zvaigznes kodolā izdeg, kodols zaudē līdz-

svaru un saraujas. Rezultātā turpinās zvaigznes gravitācijas enerģijas transformācija siltuma enerģijā un temperatūra zvaigznes centrā vēl pieaug. Ar to zvaigzne atšķiras no parastās kurtuves, kurā, beidzoties degvielai, beidzas arī degšanas process un temperatūra krītas. Kad zvaigzne saraujas, temperatūra tās dzīlēs ceļas, jo smaguma spēks veic darbu, kas ir lielāks par to enerģijas daudzumu, ko zvaigzne izstaro.

Ja temperatūra un blīvums sasniedz noteiktas vērtības, sākas trīskāršais alfa process — vienlaicīgi saduras trīs alfa daļiņas —, kura rezultātā rodas oglekļa C<sup>12</sup> kodols. Tas, kā jau teikts, var notikt vienīgi tad, ja blīvums ir pietiekami liels — ap 10<sup>6</sup> g/cm<sup>3</sup>, jo tikai šādos apstākļos ir pietiekami liela varbūtība, ka vienā telpas punktā vienlaicīgi var saskrieties trīs alfa daļiņas. Šādi apstākļi pastāv tā saukto sarkano milžu dzīlēs, un to kodolos hēlijs intensīvi deg un pārvēršas ogleklī.

Pēc tam, ogleklim satverot alfa daļiņu, rodas skābeklis, tad silīcijs un tā joprojām, līdz dzelzs tipa elementiem. Kad zvaigznes dzīlēs ir pietiekami augsta temperatūra, pietiekami liels blīvums un ir sintezēts zināms daudzums oglekļa, ogleklis sāk degt. Šī reakcija norisinās ļoti strauji, un tajā izdalās daudz enerģijas. Līdz ar to temperatūra un spiediens zvaigznes dzīlēs katastrofāli ātri pieaug un zvaigzne eksplodē, izmetot starpzvaigzņu telpā visus savus sintezētos smagāko elementu krājumus. Uz šiem priekšstatiem balstītie aprēķini par sintezēto elementu sastāvu un attiecībām ļoti labi saskan ar novērojumu rezultātiem.

\* Raksta sākumu sk.: Zvaigžņotā debess, 1984. gada pavasaris, 4.—8. lpp.

<sup>5</sup> Par šajā nodaļā aplūkotajiem jautājumiem var lasīt arī citos «Zvaigžņotajā debesī» publicētos rakstos, piemēram: Dzērvičis U. Zvaigžņu dzīļu ķīmija (1964. gada vasara, 1.—19. lpp.) un Francmanis J. Zvaigžņu enerģijas avoti (1975./76. gada ziema, 47.—51. lpp.).

<sup>6</sup> Precīzāk šo temperatūru var aprēķināt, zinojot, ka divi kodoli var saistīties tikai tad, ja tie tiek satuvināti līdz apmēram 10<sup>-11</sup> cm attālumam, jo šādā attālumā pievilksnās spēki jeb kodolspēki, kuriem ir mazs darbības rādiuss, kļūst lielāki par elektromagnētiskajiem atgrūšanās spēkiem, kādi pastāv starp diviem protoniem. Tātad to siltuma kustības enerģijai (kT) ir jābūt pietiekami lielai, lai pārvarētu atgrūšanās spēkus, ja  $r \approx 10^{-11}$  cm.



Pirms eksplozijas zvaigzne šķērsgrizumā atgādina sīpolu — tā sastāv no vairākām čaulām, kurās dominē dotajiem apstākļiem raksturīgas reakcijas. Virskārtā ir koncentrēties vēl neizdegušais pirmatnējais ūdeņradis un hēlijs. Nākamajā kārtā deg ūdeņradis un sintezējas hēlijs. Pēc šīs kārtas nāk hēlija slānis. Dziļāk atrodas ogleklis, silīcijs un skābeklis. Vēl dziļāk izvietojusies dzelzs un tai līdzīgie elementi, piemēram, niķelis.

Ar ko ir ievērojama dzelzs, resp., kāpēc šī kodolsintēzes ķēde, kurai raksturīga arvien smagāku kodolu veidošanās, pakāpeniski piesaistot pa alfa daļiņai, beidzas ar dzelzi? Izrādās, ka dzelzs un niķeļa kodoliem ir vislielākā saites enerģija, tas ir, no ūdeņraža veidojoties dzelzij, izdalās visvairāk kodolenerģijas.

Gan aprēķini, gan novērojumi liecina, ka zvaigznes eksplozija nav sevišķi izplatīta parādība. Ne katras zvaigznes evolūcija beidzas ar eksploziju. Noteicošais faktors ir zvaigznes masa. Uzsprāgst tikai zvaigznes, kurām ir pietiekami liela masa, kas daudzkārt (desmitiem reižu) pārsniedz Saules masu.<sup>7</sup> Jo lielāka zvaigznes masa, jo ātrāk tā izdedzina savus kodolenerģijas krājumus, tas ir, ātrāk evolucionē, un jo nestabilāka kļūst šā procesa beigās.

Saules masas zvaigznēs ūdeņradis deg ļoti lēnām. Šis process Saulē norisinās jau ap piecus miljardus gadu un turpināsies vēl apmēram tikpat ilgi. Saule neuzsprāgst ne jau tāpēc, ka nepietiktu enerģijas. Neizmantotās kodolenerģijas uz Saules ir tik daudz, ka, momentāni to atbrīvojot, Saule eksplodētu un izmestu savu vielu apkārtējā telpā ar ātrumu apmēram 30 000 km sekundē. Taču kodolsintēze uz Saules notiek mierīgi, pašregulējošā un stabilā režīmā. Masīvākām zvaigznēm līdz ar temperatūras un blīvuma palielināšanos sintēzes reakciju pašregulācija tiek izjaukta, kas tad arī beigu beigās noved pie eksplozijas.

Izrādās, ka fiēši šajās kodoltermiskas dabas eksplozijās, kurās ļoti augsto temperatūru dēļ rodas milzīgs daudzums brīvu neitronu, šo neitronu pakāpeniskas un pietiekami ātras piesais-

tes rezultātā izveidojas par dzelzi smagāku elementu kodoli. Zināmos apstākļos katra elementa kodols jeb, precīzāk, noteikta šā elementa izotopa kodols var satvert neitronu un pārvērsties par smagāku šā elementa izotopu. Šis process var turpināties. Taču, ja neitronu skaits kodolā stipri pārsniedz protonu skaitu, tad viens no kodola neitroniem ar aizvien lielāku varbūtību var realizēt savu radioaktivitāti, pārvēršoties protonā un izstarojot elektronu un antineitrino.<sup>8</sup> Līdz ar to protonu skaits kodolā par vienu palielinās un elements pārvēršas par Mendeļejeva tabulas nākamā elementu.

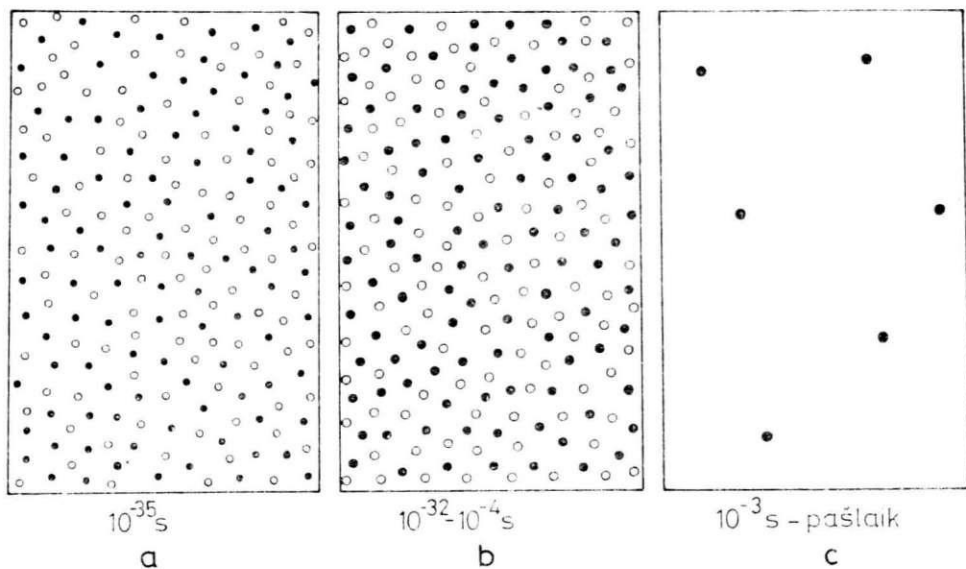
Ja vidē ir pietiekami daudz brīvu neitronu, tad šādā veidā var sintezēties arvien smagāki un smagāki elementi. Turklāt, jo smagāks kļūst kodols, jo vieglāk tiek piesaistīti jauni neitroni.

Tātad par dzelzi smagāku kodolu veidošanās procesu galvenajos vilcienos var raksturot šādi: kad zvaigznei, kurai ir liela masa, evolūcijas gaitā ir izsmelti kodoldegvielas resursi dziļēs, tā zaudē stabilitāti un eksplodē; eksplozijā rodas ļoti daudz brīvu neitronu un saglabājas ne daudzi dzelzs atomu kodoli; sprādzienā saraustītā zvaigznes viela izplešoties pamazām atdziest, un brīvie neitroni it kā kondensējas un nosēžas uz dzelzs atomu kodoliem, kas tos satver; kad kodols tādā veidā tapis pietiekami smags, tas kļūst radioaktīvs un pārvēršas korbaita atoma kodolā, tas savukārt līdzīgā veidā pārveidojas nākamajā elementā utt. līdz pat pašiem smagākajiem periodiskās sistēmas elementiem.

Skaidrs, ka neitronu piesaistīšanai jānotiek pietiekami ātri, jo, pirmkārt, radioaktīvi (spontāni sabrūkoši) ir paši brīvie neitroni un to skaits visai strauji samazinās, un, otrkārt, līdz ar neitronu skaita pieaugumu kodolā arvien radioaktīvāki kļūst, resp., arvien īsāku laiksprīdi dzīvo, smagākie izotopi. Ja neitroni uz kodola nosēžas cits pēc cita ilgos laika intervālos, tad izotops var sabrukt, un tātad smagāki elementi šai gadījumā neveidosies, ķēde aprausies. No šiem apsvērumiem tad arī ir radusies ideja par zvaigznes eksploziju, un iepriekš minētie secinājumi

<sup>7</sup> Šādās zvaigznēs ūdeņradis, piemēram, izdeg dažos miljonus gadu, turpretī uz Saules masas zvaigznēm šis process ilgst miljardiem gadu.

<sup>8</sup> Brīvā, nesaistītā stāvoklī neitrons, kā zināms, sabrūk protonā, elektronā un antineitrino vidēji pēc apmēram 16 minūtēm.



4. att. X daļiņu nesimetriskas sabrukšanas rezultātā rodas pavisam neliels daļiņu (protonu) ekscess (sk. c), kas veido visas vieliskās pasaules pamatu.

un elementu izplatības likne to pilnībā apstiprina, tas ir, aprēķini, kas balstās uz šo koncepciju, rezultātā dod tieši tādus elementu daudzumus un to attiecības, kādus faktiski kosmosā novērojam.

#### «Aptieie» elementi

Ja papētām elementu periodisko sistēmu, tad redzam, ka ir daudzi elementi vai to izotopi, piemēram, volframs  $W^{180}$  (stabils volframa izotops, kas dabā sastopams 500 reizu retāk nekā pārējie volframa izotopi —  $W^{182}$ ,  $W^{184}$  un  $W^{186}$ ), kuri radušies elementu sintēzes maģistrālajā veidā. Volframa  $W^{180}$  kodolā ir krass neitronu deficīts, tas ir, protonu tajā ir vairāk nekā neitronu. Protams, šādi elementi nevar rasties iepriekšējā nodaļā aprakstītajā neitronu «pirtī», tiem pakāpeniski, bet tomēr pietiekami ātri piesaistoties kodolam un turpmāk beta sabrukšanas rezultātā pārvērtoties protonos. Kā rāda pētījumi, šie tā sauktie aptieie elementi var rasties, vai nu pietiekami spēcīgam gamma starojumam

izsītot no kodola «liekos» neitronus, vai arī intensīvā neitrīno starojuma laukā, jo neitrīno, kā zināms, var izraisīt neitrona pārvēršanos protonā. Izrādās, ka apieto elementu niecīgās izplatības cēlonis ir tieši šis «reaģētnegrībīgais» neitrīno.

Tāpat acīmredzot ir iespējamas divu veidu zvaigžņu eksplozijas. Pirmā ir jau aprakstītā pilnīgā zvaigznes eksplozija, kurā visa zvaigznes viela tiek saraustīta gabalos un izkļiedēta kosmiskajā telpā. Taču var būt arī nepilnīgs sprādziens, kura rezultātā tiek nomests tikai zvaigznes apvalks, bet pati zvaigzne pārvēršas par neitronu zvaigzni, ko, pastāvot zināmiem nosacījumiem, var novērot kā pulsāru. Neitronu zvaigžņu kodolos vielas blīvums ir tik liels — simtiem miljonu tonnu kubikcentimetrā —, ka brīvie elektroni tiek iespiesti protonos un tie pārvēršas neitronos. Tā izskaidrojams arī nosaukums «neitronu zvaigznes».<sup>9</sup> No elementu sintēzes viedokļa neitronu zvaigznes piesaista uzmanību tā-

<sup>9</sup> Sk. Balklavs A. Neitronu zvaigznes. — Zinātne un Tehnika, 1968, nr. 3, 9.—11. lpp.

dē], ka to veidošanās gaitā izdalās vēl vairāk enerģijas nekā jau minētajā kodoltermisko reakciju izraisītajā pilnīgajā zvaigznes eksplozijā. Tas notiek uz zvaigznes gravitācijas potenciālās enerģijas transformācijas rēķina, zvaigznes kodolam saraujoties līdz dažu desmitu kilometru diametram. Galvenais turklāt ir tas, ka šādā nepilnīgā eksplozijā rodas ārkārtīgi daudz neitronu, kuri aiznes lielāko daļu sprādzienā atbrīvotās enerģijas, un tie tad arī veido «apietos» elementus. Gan tas, ka neitronu piemīt tik niecīga reaģētspēja, gan arī tas, ka ir tik maz neitronu zvaigžņu, labi izskaidro «apieto» elementu reto sastopamību dabā.

Kā liecina visjaunākie pētījumi, neitronu zvaigznes ir interesantas arī tāpēc, ka ekstremālajos apstākļos, kādi valda zvaigznes dzīlēs un uz tās virsmas, tur rodas (gan ārkārtīgi niecīgā daudzumā) un elektromagnētisko procesu rezultātā tiek izmesti kosmiskajā telpā arī ļoti smago elementu atomu kodoli, kuru pēdas reizēm pavīd astrofizikālajos novērojumos.

## Nobeigums

Tātad mūsdienu zinātne spēj atveidot pārsteidzoši harmonisku, gan empīriski, gan teorētiski labi pamatotu apkārtējās pasaules rašanās un uzbūves ainu, sākot ar elementu izcelšanās un beidzot ar sarežģītāko vielisko struktūru un formu eksistences cēloņu izskaidrojumiem. Pašlaik pasaule sastāv galvenokārt no ūdeņraža, kas ir Mefagalaktikas evolūcijas sākumstadijas ļoti augstās temperatūras sekas. Mefagalaktikai ātri izplešoties un atdziestot, jau pēc dažām sekundēm neitroni apvienojās ar protoniem un radās deiterijs. Lielākā daļa šī deiterija pārvērtās hēlijā, un pirmszvaigžņu viela pamatvilcienos bija izveidojusies.

Temperatūrai nepārtraukti pazeminoties, pakāpeniski radās apstākļi vielas kondensācijai. Aizdegās pirmās zvaigznes. Tās, kurām bija lielāka masa, evolucionēja ļoti ātrā tempā, iztērējot savus kodolenerģijas krājumus. To «trakultgā» dzīve beidzās ar grandioziem sprādzieniem, un rezultātā starpzvaigžņu vide (kurā ir ūdeņradis, hēlijs u. c. vieglie elementi) tika «piesārņota» ar zvaigžņu dzīlēs sintezētajiem smagajiem ele-

mentiem. No šīs vielas radās jaunas — otrās paaudzes zvaigznes, kāda ir arī mūsu planētu sistēmas centrālais spīdeklis — Saule. Šo zvaigžņu evolūcija ir straujāka nekā tīra ūdeņraža zvaigžņu attīstība, tāpēc ka to ietekmē smago elementu piejaukumi tāpat kā katalizatori — ķīmiskās reakcijas.

No apkārtējā, Saulē neiesaistītā putekļu un gāzu mākoņa tā paša cēloņa — gravitācijas nestabilitātes — dēļ, kas izraisīja Saules rašanos, izveidojās planētas, to vidū arī Zeme ar tās daudzveidīgo dažādās ķīmiskās reakcijās sintezēto iezu un citu saliktu vielu sastāvu.

Ķīmiskajiem savienojumiem attiecīgos labvēlīgos apstākļos arvien vairāk complicējoties, radās priekšnosacījumi vissarežģītāko matērijas eksistences formu — dzīvības un, beidzot, arī saprāta — izcelsmei. Tā saprāta, kas spēj visu šo grandiozo procesu aptvert un izskaidrot.

Kā redzam, vēl jāatbild uz trim jautājumiem.

Pirmkārt, kāpēc uz Zemes ir tik daudz smago elementu un tik maz ūdeņraža? Jādomā, ka cēlonis ir Zemes karstā pagātne un Zemes tuvums Saulei. Tādos temperatūras apstākļos, kādos atradās Zeme, kurai turklāt ir samērā maza masa un līdz ar to arī vājš gravitācijas lauks, vieglie elementi — ūdeņradis un hēlijs — izkļiedējās starpplanētu telpā. Tāds pats liktenis piemeklēja arī citas Zemes tipa planētas — Merkuru, Venēru un Marsu. Tās visas sastāv no smagajiem elementiem, kuru daudzums un savstarpējās attiecības pilnībā apstiprina iepriekš aprakstīto shēmu ar pārnovas eksploziju pirms vairāk nekā pieciem miljardiem gadu kā Saules sistēmas izveidošanās cēloni. Lielās un tālākās Saules sistēmas planētas, kā zināms, vēl tagad sastāv galvenokārt no ūdeņraža un hēlija, kuru attiecība ir tāda, kādu paredz šī teorija.

Otrkārt, kā radusies matērija? Nekā. Tā ir pastāvējusi mūžīgi un mūžīgi arī pastāvēs, nemīgi mainoties pārveidojoties. Pārvērtību cēlonis ir tas, ka šajā nemītīgajā kustībā nepārtraukti mainās apstākļi. Līdz ar to zūd priekšnosacījumi vienu procesu un eksistences formu pastāvēšanai un rodas priekšnosacījumi citu, jaunu procesu un eksistences formu pastāvēšanai, kas, savukārt, maina apstākļus, utt. Vecais atmirst, jaunais rodas. Viss plūst, viss mainās. Šo patiesību bija ģeniāli nojautuši jau senie filo-

zofi — materiālisti un dialektiķi. Un mūsdienī zinātne to apstiprina un pierāda ar visu savu dzelzainās argumentācijas spēku kā vislielāko, tā vismazāko izmēru pasaulēs.

Un, treškārt, — viens no vissatraucošākajiem un intriģējošākajiem modernās zinātnes jautājumiem ir matērijas vieliskās formas stabilitāte, tās pastāvēšanas perspektīvas. Šis jautājums, kā zināms, radies sakarā ar pārsteidzošajiem panākumiem, kādi pēdējos gados gūti elementārdaļiņu fizikā, mēģinot aprakstīt visas četras pašlaik pazīstamās sadarbības — stipro, vājo, elektromagnētisko un gravitācijas — kā viena fundamentāla spēka izpausmes veidus, tas ir, sakarā ar panākumiem, kādi gūti, radot dažādu tā saukto ap-

vienoto mijiedarbības teoriju variantus. Tie visi paredz līdz šim par absolūti stabili uzskatītā atomu kodolvielas pamata — elementārdaļiņas protona — sabrukšanu  $10^{30}$ — $10^{32}$  gados. Saistot šo secinājumu ar, atbilstoši pašreizējiem datiem, visvarbūtīgāko — ar atklāto Visuma kosmoloģisko modeli, ir jānonāk pie visai neiepriecinoša atzinuma, proti, ka pēc  $10^{30}$ — $10^{32}$  gadiem Metagalaktikā visa viela būs sabrukusi un vairs nebūs materiāla ne dzīvības, ne saprāta eksistencei mums pašlaik pazīstamo formu — olbaltumvielu formu — ietvaros.

Citādu vieliskās pasaules evolūcijas ainu paredz slēgtie Visuma kosmoloģiskie modeļi, bet tas jau ir temats citam stāstījumam.

## JAUNUMI ĪSUMĀ ★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Pamatojoties uz datiem par Venēras reljefu, nogāžu vidējo slīpumu un virsmas grumbuļainību, kurus sniegusi radiolokācija no pavadoņa «Pioneer-Venus-1» un Zemes (galvenokārt Aresivo un Goldstounas), amerikāņu ģeologs Dž. Seibers identificējis uz šīs planētas trīs milzīgas — 21, 14 un 6 tūkst. km garas — tektonisku pārvērtību joslas. Tām raksturīgi daudzi bieži vien paralēli, simtiem kilometru gari, līdz 100 km plati un 2—3 km dziļi kanjoni, kurus no abām pusēm parasti ieskauj 0,5—2,5 km augstas kalnu grēdas; neparasti stāvas (Venēras mērogos) nogāzes — pāri par 10 grādiem; paaugstināta virsmas grumbuļainība. Vietās, kur joslas krustojas, atrodas abi Venēras apgabali, kuros, pēc «Pioneer-Venus-1» novērojumiem, varētu pastāvēt darbīgi vulkāni, — *Atla Regio* un *Beta Regio*.

## PLANĒTU GREDZENU SISTĒMAS

**EDGARS  
MŪKINS**

Saturna raksturīgākais atribūts — platais un spožais gredzens — nebūt nav unikāls, kā uzskatīja veselus trīs gadsimtus: tādas pašas dabas veidojumi pēdējos gados atklāti arī ap Jupiteru un Urānu. Taču šīs trīs gredzenu sistēmas izrādījušās nebūt ne vienveidīgas — atšķiras gan to izmēri, gan telpiskā struktūra, gan blīvums un veidojošo daļiņu lielums un sastāvs, gan, domājams, arī izcelsme. Īsā laikā uzkrājuši ļoti plašu faktu materiālu, zinātnieki pašlaik intensīvi meklē teorētiskus izskaidrojumus tām daudzajām pārsteidzošajām parādībām, kas konstatētas planētu gredzenu sistēmās.

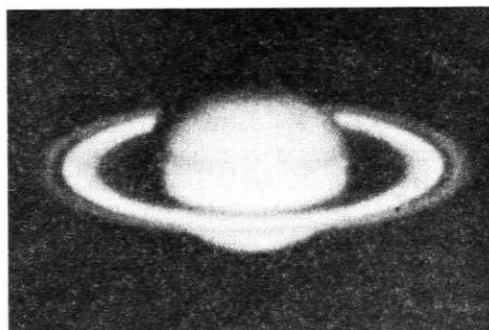
Ka Saturna izskatam piemīt kas neparasts, jau 1610. gadā ar savu mazo un primitīvo tālskati pamanīja G. Galilejs, bet 1657. gadā K. Heigens ar spēcīgāku teleskopu konstatēja, ka patiesībā šo planētu apjož, nekur tai nepieskaroties, plats un plāns gredzens. Saskaņā ar J. Keplera atklātajiem un I. Ņūtona pamatotajiem debess ķermeņu kustības likumiem, no planētas tālākiem objektiem jāriņķo ap to lēnāk nekā tuvākiem, tādēļ jau pirmajiem gredzenu pētniekiem radās aizdomas, ka tas nevarētu būt vienkāršs ciets veidojums. Taču tikai 1856. gadā Dž. Maksvels matemātiski pierādīja, ka gredzenu var veidot vienīgi neskaitāmas atsevišķas daļiņas, kas kustas pa apļveida orbītām vienā un tajā pašā plaknē (kura, izrādās, sakrīt ar Saturna ekvatora plakni). Šo fundamentālo atziņu 1895. gadā novērojumu ceļā pierādīja Dž. Kīlers, konstatējot, ka spektra līniju nobīde, ko gredzenu rotācijas dēļ izraisa Doplera efekts, dilst līdz ar attālumu no planētas.

Jau agrīno pētījumu gaitā bija noskaidrots, ka īstenībā Saturnu apjož nevis viens, bet veseli trīs koncentriski gredzeni, kurus citu no cita atdala šauras tumšas atstarpes vai kuri diezgan krasi atšķiras pēc spožuma, — rādītu dilšanas secībā A, B un C (1. tab., 1. att.). Mūsdienās jau pēc novērojumiem no Zemes šai plato gredzenu sistēmai it kā tika atklāts vēl viens, planētai pats tuvākais locekļis, gan tik tikko saskatāms, tātad ļoti retināts, — D gredzens. Šāds veidojums tiešām tika nepārprotami identificēts 1980. gadā kosmiskā aparāta «Voyager-1» pārraidītajos attēlos, taču izrādījās tik ārkārtīgi blāvs, ka pamanīt to no Zemes cieši blakus nesalīdzināmi spožākajam Saturnam diez vai ir reāli. Šī gredzenu pirmā «atklāšana» acīmredzot

bijusi novērojumu tehnikas nepilnību un paša novērotāja pārāk tālredzīgās intuīcijas izraisīta kļūda, kas tomēr laimīgi sakrītusi ar īstenību.

Mūsdienās no Zemes tika pamanīts vēl viens ārkārtīgi retināts Saturna gredzenu sistēmas locekļis, kas atrodas daudz tālāk no planētas nekā visi pārējie un ir krietni platāks par tiem, — E gredzens. Pretstatā gadījumam ar D gredzenu, apskate tuvplānā apstiprinājusi ne vien šī objekta realitāti, bet arī no Zemes novērtēto blīvumu un izmērus, tātad sākotnējais atklājums bijis pareizs. Visbeidzot, kosmiskie pētījumi (attēli, radiācijas un elektrisko parādību mērījumi) ļāvuši konstatēt vidējā attālumā no Saturna divus pavisam šaurus un stipri atšķirīga blīvuma gredzenus — mēreni blīvu F un ļoti retināto G gredzenu.

Urāna gredzenu sistēma tika atklāta pavisam negaidīti 1977. gada 10. martā, tā atmosfēras izpētes nolūkā novērojot kādu diezgan retu parādību — kā planēta savā kustībā uz laiku aiz-



1. att. Saturna gredzenu sistēma, raugoties uz to no Zemes (fotouzņēmums).



## Saturna gredzenu sistēma

## A. Gredzeni

Gredzens	Rādiuss, tūkst. km	Optiskais biežums	Tipiskais daļiņu caurmērs	Atklāšanas un apstiprināšanas dati (P-«Pioneer», V-«Voyager»)
D	67—73	$\ll 1$	$\sim 1\mu\text{m}$	1969 P. Gerēns (Francija)? 1980 «V-1» attēlu analīzes grupa (ASV)
C	73—92	$\sim 0,1$	$\sim 1\mu\text{m} \pm \sim 10\text{m}$	1838 J. Galle (Vācija)
B	92—117 $\frac{1}{2}$	$\sim 1$	$\sim 1\mu\text{m} \pm \sim 10\text{m}$	1850 Dž. Bonds (Anglija)
A	122—136 $\frac{1}{2}$	0,3—0,5	$\sim 1\mu\text{m} \pm \sim 10\text{m}$	1657 K. Heigenss (Holande) kā vienu gredzenu
F	140 $\frac{1}{2}$	$< 0,1$	$\sim 1\mu\text{m}$	1676 Ž. Kasīni (Francija) kā atsevišķus gredzenus
G	170	$10^{-4} - 10^{-6}$	$\sim 2,5\mu\text{m}$	1979 «P-11» attēlu analīzes grupa (ASV) 1979 «P-11» radiācijas pētījumu grupa (ASV)
E	200—450	$10^{-6} - 10^{-7}$	$\sim 1\mu\text{m}$	1980 «V-1» attēlu analīzes grupa (ASV) 1981 «V-2» plazmas pētījumu grupa (ASV) 1969 V. Faiblmens (ASV) 1980 «V-1» attēlu analīzes grupa (ASV)

## B. Ievērojamākās spraugas

Sprauga	Rādiuss, tūkst. km	Raksturojums
Maksvela	87 $\frac{1}{2}$	Platākā sprauga C gredzenā
Heigensa	117 $\frac{1}{2}$	Kasīni spraugas pati retinātākā daļa
Kasīni	117 $\frac{1}{2}$ —122	Visplatākā sprauga Saturna gredzenu sistēmā
Enkes	133 $\frac{1}{2}$	Platākā sprauga A gredzenā
Kīlera	136 $\frac{1}{2}$	Šaura sprauga A gredzenu ārējās tuvmā

(Izņemot Kasīni spraugu starp B un A gredzeniem, neviena Saturna gredzenu sistēmas sprauga nav nosaukta sava pirmatklājēja vārdā. Piemēram, Enkes spraugu pirmais acīmredzot novērojis Kīlers, bet viņa vārdā nosauktā sprauga atklāta tikai kosmisko pētījumu gaitā.)

klāj samērā spožu zvaigzni. Dž. Eljota vadītā zinātnieku grupa, atrazdamās Koopera observatorijā (speciāla NASA lidmašīna ar 91 cm diametra teleskopu) 12 km augstumā virs Zemes, pirms un pēc galvenās, Urāna izraisītās, zvaigznes apdzīšanas reģistrēja arī divas attiecībā pret šo notikumu simetriskas tīslaičīgu aptumsumu virknes. Atsevišķus aptumsumus konstatēja arī vairākās parastajās observatorijās Zemes dienvidu puslodē, un tie visi izrādījās precīzi atbilstam piecu ļoti šauru gredzenu ēnām tobrīd vērotās zvaigznes gaismā.

Vēlāk, novērojot Urāna izraisītās zvaigzņu aizklāšanās ar ievērojami lielākiem teleskopiem (atkal Zemes dienvidu puslodē), tika konstatēti vēl četri gredzeni, un to kopskaits tādējādi sasniedza deviņus (2. tab.). 1980. gadā Urāna gredzenu sistēmu kopumā (taču ne atsevišķus tās komponentus) izdevās ieraudzīt arī atstarotā Saules gaismā, izmantojot Palomāra kalna (Kalifornijā) 5 metru spoguļteleskopam pievienotu elektronisku starojuma uztvērēju un sarežģītā veidā apstrādājot caur dažādiem gaismas filtriem iegūtos attēlus.

Šī negaidītā atklājuma ietekmē kosmiskajam aparātam «Voyager-1», kam bija jādodas ceļā 1977. gada rudenī, Jupitera teleuzņemšanas programma tika papildināta ar speciālu attēlu varbūtējā planētas gredzena meklēšanai. Nekādu konkrētu norādījumu uz šāda objekta pastāvēšanu un iespējamo novietojumu gan tolaik nebija, ja neņem vērā iepriekšējā aparāta, «Pioneer-11», reģistrētu seklu radiācijas minimumu 58 tūkst. km attālumā no planētas, ko principā varēja izskaidrot arī ar paša Jupitera magnetosfēras īpatnībām. Taču tieši šajā vietā patiesi tika atklāts gredzens, tikai visai retināts, ļoti tumšs un diezgan šaurs, vismaz savā relatīvi spožākajā daļā. Pāris nedēļas vēlāk to izdevās saskatīt arī no Zemes ar Maunakeas virsotnē (Havaju salas) uzstādīto 2,2 metru teleskopu, kam šajā nolūkā bija pievienots moderns starojuma uztvērējs.

Pēc šī atklājuma atlika tikai meklēt gredzenu sistēmu vēl pašai tālākajai milzu planētai — Neptūnam, taču visi mēģinājumi šajā jomā, to vidū arī īpaši rūpīgi zvaigznes aizklāšanās novērojumi Koiperu un dažās parastajās observatorijās 1983. gada 15. jūnijā, pagaidām nav devuši panākumus. Tiesa, pirms piecpadsmit gadiem notikušas līdzīgas parādības pierakstā aiz galvenā aptumsuma it kā atrasti vēl divi aizdomīgi spožuma minimumi,<sup>1</sup> taču par šī varbūtējā atklājuma realitāti skeptiski izsakās pat tā autors E. Ģinans. Turklāt no teorētiskiem pētījumiem izriet, ka pa stipri slīpu orbītu riņķojošais Neptūna pavadoņš Tritons ar savu pievilksanas spēku ātri vien «izjauktu» ekvatora plaknē atrodošos gredzenus, ja vien tiem negadītos būt atsevišķos šauros attālumus diapazonos no planētas.

### Saturna platie gredzeni

Saturna gredzenu sistēmas būtiskākā sastāvdaļa, neapšaubāmi, ir četru plato gredzenu (D, C, B, A) grupa, kas sākas tūlīt virs planētas atmosfēras augšējiem slāņiem un stiepjas līdz

<sup>1</sup> Sk. Dzērvītis U. Vai arī Neptūnu rotā gredzens? — Zvaigžņotā debess, 1983. gada pavasaris, 14.—16. lpp.

Urāna gredzenu sistēma

Gredzens	Rādiuss, tūkst. km	Atklāšanas gads
6	42,0	1978
5	42,4	1978
4	42,66	1978
α	44,85	1977
β	45,79	1977
η	47,32	1978
γ	47,75	1977
δ	48,42	1977
ε	51,0—51,7	1977

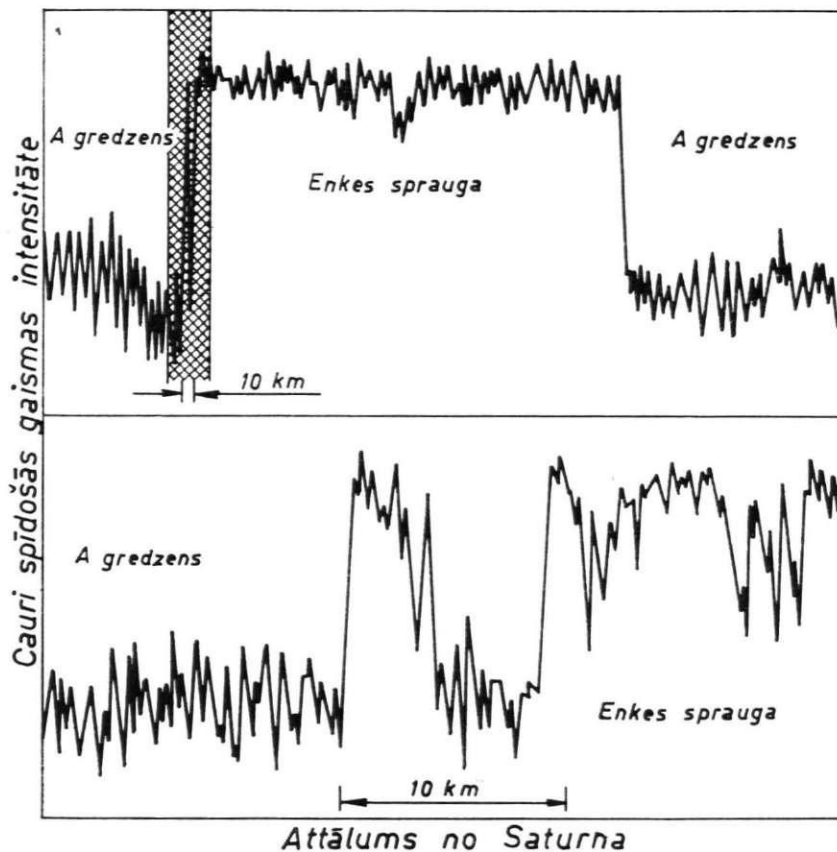
(Visus Urāna gredzenus atklājis Dž. Eljota vadīta amerikāņu zinātnieku grupa, novērojot divas zvaigznu aizklāšanās tabulā norādītajos gados.)

76 tūkst. km augstumam, zaudējot savu šķietamo nepārtrauktību vienā vienīgā šaurā joslā — 4,5 tūkst. km platajā Kasīni spraugā. Taču, kā parādīja jau paši pirmie Saturna pētījumi tuvplānā, proti, no kosmiskā aparāta «Pioneer-11», pārrāvuma faktiski nav arī tur: vienas telpiskais blīvums šajā spraugā ir aptuveni tāds pats kā samērā retinātajā C gredzenā.

Jau kopš pagājušā gadsimta beigām pieredzējuši novērotāji laiku pa laikam ziņoja, ka īpaši labas redzamības apstākļos Saturna gredzenu sistēmā saskatāmas arī vairākas daudz smalkākas daļiņu līnijas. Tā kā planētu fotouzņēmumus ar teleskopu neizbēgami «izsmērē» attēla virsmojums, ko izraisa Zemes gaisa turbulētās kustības, rast dokumentāru pierādījumu (vai atspēkojumu) šādu veidojumu pastāvēšanai nebija iespējams. Tikai apskate tuvplānā ar kosmisko aparātu «Voyager» telekamerām apliecināja, ka Saturna galveno gredzenu uzbūve patiesībā ir vēl nesalīdzināmi sarežģītāka nekā pēc visdetalizētāko vizuālo novērojumu datiem: tie sastāv no daudziem simtiem ārkārtīgi šauru koncentrisku komponentu («gredzentīņu»), kuras citu no cita šķir līdzvērtīgi šaurs atstarpes (2. att.). Mērot, kā «Voyager-2» kustības gaitā mainās cauri gredzeniem spīdošās zvaigznes spožums, un šādā veidā paaugstinot izšķirtspēju vēl desmit reizes (apmēram līdz 100 m), tika konstatēts, ka sadalīšanās aizvien sīkākos komponentos joprojām nebeidzas (3. att.), lai gan kopskaitis sasniedza jau daudzus tūkstošus!



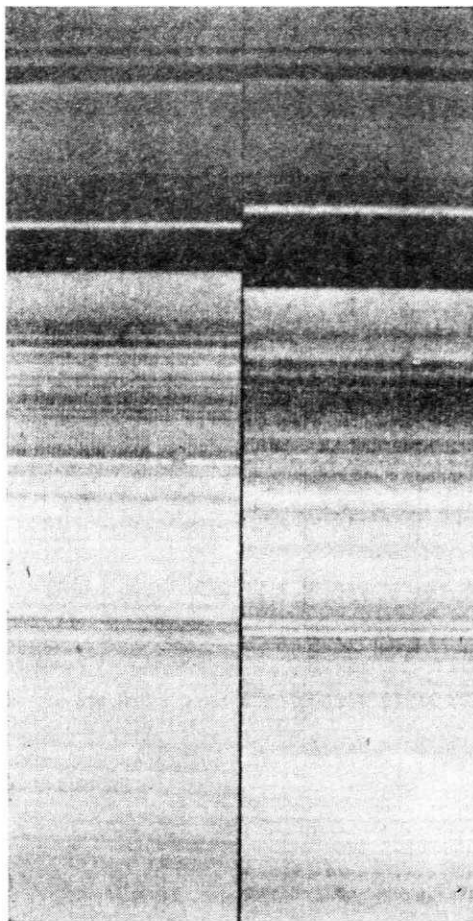
2. att. Saturna B gredzena struktūra ar līdz 15 km lielām detaļām («Voyager-2» uzņēmums no 750 tūkst. km attāluma): simtiem ļoti šauru koncentrisku komponentu. Augšā pa labi — Kasīni sprauga. (Šeit un turpmāk, ja nav citas norādes, — NASA/JPL attēli.)



3. att. Saturna A gredzena radiālā struktūra Enkes spraugas apkaimē pēc cauri spīdošās zvaigznes spožuma mērījumiem ar «Voyager-2» fotopolarimetru: *augšā* — vidējotiem līdz  $3\frac{1}{2}$  km izšķirtspējai (aptuveni kā detalizētākajos attēlos), *apakšā* — līdz 300 m izšķirtspējai. Seklu caurspīdības minimumu tieši Enkes spraugas vidū rada «ielocītais gredzentiņš», kas parādīts 5. attēlā. Fotopolarimetra trokšņi šā grafika mērogā nepārsniedz 1 mm, resp., praktiski visas šādi reģistrētās gredzenu struktūras detaļas ir reālas. (Pēc «Sky and Telescope».)

Ievērojamāko spraugu pastāvēšanu jau sen izskaidro ar rezonansēm gredzena daļiņu un Saturna pavadoņu riņķojumā ap planētu: pavadoņa pievilkšanas spēkam reizi pēc reizes iedarbojoties uz daļiņu vienā un tajā pašā veidā, tās orbīta strauji pārveidojas un daļiņa atstāj rezonansei atbilstošo apgabalu. Piemēram, Kasīni sprauga atrodas tādā attālumā no planētas, kur

gredzena daļiņas apriņķošanas periods un tas pats Saturnam tuvākā vidēji lielā pavadoņa Mimasas kustības raksturlielums veido precīzu attiecību 1:2. B gredzena komponentu rādiusi šajā rajonā svārstās atkarībā no Mimasas atrašanās vietas orbītā par veseliem 50 km un pat vairāk (4. att.), uzskatāmi demonstrējot pavadoņu gravitācijas spēcīgo ietekmi uz šiem veidojumiem.



4. att. Saturna B gredzens (gaišs) un Kasīni sprauga (tumša) pretējās pusēs no planētas (montāža no diviem elektroniski transformētiem «Voyager-2» uzņēmumiem): B gredzena ārmaiņai rādīss mainās (acīmredzot pavadoņa Mimasas gravitācijas ietekmē) par veseliem 50 km, bet spožam «gredzentiņam» ciešā tās tuvumā (Kasīni spraugā) — vēl pusotras reizes vairāk uz pretējo pusi!

Tāpat rezonāņu izpausmes īpatnībās, šķiet, varētu meklēt cēloni, kāpēc daži «gredzentiņi» ir manāmi ekscentriski, kamēr visi to kaimiņi ir vai nu apļveida, vai arī krietni mazāk un pil-

nīgi citā virzienā izstiepti. Taču izskaidrot līdzīgā veidā arī plato gredzenu sīkstruktūru acīmredzot nav iespējams — Saturna pavadoņu ierobežotā skaita dēļ gluži vienkārši pietrūkst vajadzīgo spēcīgo rezonānšu. Droši vien jāņem vērā gravitācijas un varbūt arī elektrostatiskie spēki starp pašām gredzenu daļiņām, kuru dēļ šajos veidojumos nepārtraukti rodas un radiālā virzienā izplatās vielas telpiskā blīvuma viļņi. Šāda procesa pazīmes, šķiet, patiešām atrodas no tuvuma izdarītajos caurstarošanas eksperimentos, taču kaut cik pilnīgas teorijas par attiecīgā procesa norisi tomēr vēl nav. Vēl grūtāk ir saprast, kāpēc vismaz viens «gredzentiņš» ir daudzās vietās it kā ielocīts (sk. 5. att.).

Pēc novērojumiem no Zemes gredzenu biežumu parasti vērtēja ap dažiem kilometriem, taču straujums, ar kādu, pēc «Voyager-2» datiem, mainījās tiem lēzenā leņķī cauri spīdošas zvaigznes spožums, liecina par vismaz desmit reizes mazāku vērtību. Biezuma šķietamo pieaugumu, lūkojoties no liela attāluma, acīmredzot izraisa gredzenu plaknes izliekums citu debess ķermeņu gravitācijas iespaidā.

B gredzena attēlos, ko uzņēmušas «Voyager» telekamas, saskatāmi raksturīgi radiāli veidojumi — «spieķi», kas pastāv vairākas stundas un visu šo laiku, pretēji debess mehānikas likumiem, rotē ap planētu kā cieti vienlaidu ķermeni (6. att.). Tā kā rotācijas ātrums ir tāds pats kā Saturna magnetosfērai, šo parādību visdrīzāk rada elektriski uzlādējušos daļiņu mijiedarbība ar planētas magnētisko lauku — pacelšanās virs gredzenu plaknes vai orientēšanās noteiktā virzienā, vai tamlīdzīgi. Ka B gredzena daļiņas patiešām mēdz stipri elektrizēties, liecina spēcīgās izlādes, kuru izraisītos zemu frekvenču radiotrokšņus atbilstošajā apgabalā reģistrējušas to pašu kosmisko aparātu uztvērējiekārtas. Turklāt «spieķu» spožuma atkarība no apgaismojuma leņķa ir tāda kā ļoti sīkām vielas daļiņām, kuru kustību tik tiešām var būtiski ietekmēt elektrostatiskie un citi negravitācijas spēki.

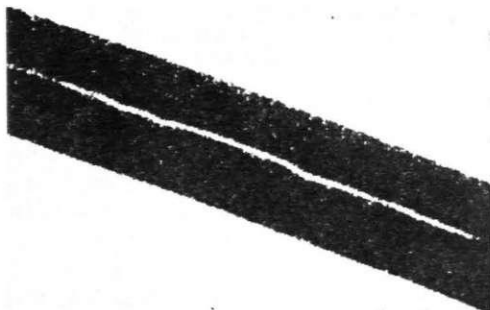
Jau pēc agrīnajiem infrasarkanās spektroskopijas datiem (Dž. Koipers, V. Morozs) un pirmajiem radiolokācijas novērojumiem, ko veica Aresīvo observatorijā (Puertoriko) un Goldstounas Tālo kosmisko sakaru stacijā (Kalifornija), astronomi bija visumā vienprātīgi atzinuši, ka



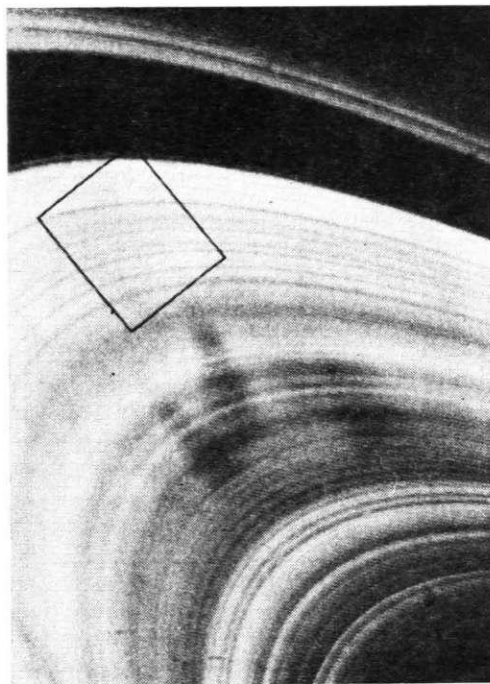
Saturna gredzenus veido sīki ledus gabaliņi. To pilnībā apstiprina pētījumi tuvplānā — fotometriskie un polarimetriskie novērojumi tādos apgaisojuma un atstarošanas leņķos, kādi principā nav pieejami no Zemes, un caurstarošana ar kosmisko aparātu raidītājiem radiosignāliem. Šie eksperimenti arī ļāvuši pēc gaismas un radioviļņu izkliedēšanās diezgan detalizēti izvērtēt gredzenu daļiņu izmērus un telpisko blīvumu. Izrādās, ka visi četri mūsdienu atklātie gredzeni (D, F, G, E) sastāv no sīkiem puteklīšiem, kuru caurmērs ir vidēji ap 1  $\mu\text{m}$ , bet trīs platākie un spožākie — no visdažādāko daļiņu maisījuma, kas ietver pat 10 m un lielākus ledus blukus (sk. 1. tab.). Pats blīvākais ir B gredzens, kas absorbē Saules gaismu tik stipri, ka no ēnas puses izskatās gandrīz tikpat tumšs kā apkārtējā kosmiskā telpa.

Visas daudz maz pamatotās hipotēzes par Saturna galveno gredzenu izcelsmi saistītas ar stipro un līdz ar attāluma samazināšanos strauji pieaugošo gravitācijas spēku, kurš planētas tuvākajā apkārtnē nonākušā ķermenī izraisa tik spēcīgus paisumus, ka tas var burtiski sadrupt gabalos. Saskaņā ar šiem uzskatiem, gredzeni ir paisumu sagrauta neliela Saturna pavadoņa šķembas vai Saules sistēmas pirmvielas paliekas, kurām apvienoties lielākā ķermenī kavējusi tā pati parādība.

Otrai izdaudzīnātākajai hipotēžu grupai, kuras pamatā ir pieņēmums, ka gredzenu daļiņas (kā arī daudzas komētas) izsvieduši Saturna pavadoņu vulkāni, piemīt vairāki ļoti nopietni trūkumi. Pirmkārt, galveno gredzenu rajonā nav neviena tik liela pavadoņa, kura dzīlēs varētu koncentrēties pietiekami daudz siltuma, lai attīstītos ūdens vulkānisms (kāds vispār uz viena no Saturna pavadoņiem acīmredzot ir). Vēl vairāk, šāda lieluma ķermenis tur vispār nevar pastāvēt jau pieminēto paisuma spēku dēļ, bet centimetros un metros mērāmu vielas gabalu masveida atceļošanu no daudz tālākas Saturna apkaimes debess mehānika nekādi nevar izskaidrot. Otrkārt, ūdenim izšļācoties vakuumā un tur spēji sasalstot, veidojas nevis lieli ledus bluki, kādi ievērojamā daudzumā sastopami trijos spožākajos gredzenos, bet gan pavisam sīki kristāliņi.



5. att. «Ielocītais gredzentiņš» Enkes spraugā (īpaši apstrādāta «Voyager-2» uzņēmuma fragments).

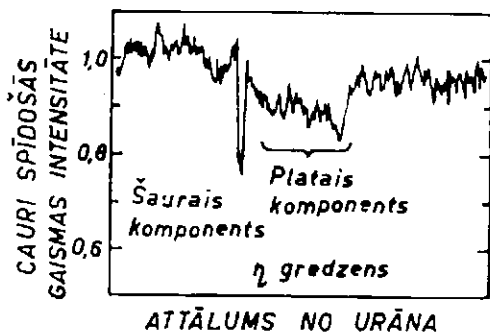


6. att. Radiālie veidojumi jeb «spieķi» B gredzenā («Voyager-2» uzņēmuma fragments). Ar taisnstūri apvilktis apgabals, kas apmēram desmit reizu detalizētāk parādīts 2. attēlā.

## Urāna un Saturna šaurie gredzeni

Urāna gredzenu sistēma radiālās uzbūves ziņā ir pilnīgs pretstats Saturna galveno gredzenu grupai: ja otrai raksturīgi (neiedziļinoties sīkstrukturā) plati gredzeni ar nelielām šaurām spraugām, tad pirmā sastāv no vairākiem ārkārtīgi šauriem gredzeniem ar visai platām un tikpat kā tukšām atstarpēm. Kā liecina zvaigžņu aizklāšanās pieraksti, astoņiem planētai tuvākajiem gredzeniem platums ir tikai daži kilometri, un pat šajāniecīgajā attālumu diapazonā tiem vērojama vēl sava sīkstrukturūra (7. att.)! Vairākus desmitus kilometru plats ir vienīgi pats ārējais jeb  $\epsilon$  gredzens, kam toties piemīt citas neparastas iezīmes: tas ir manāmi ekscentrisks, no Urāna tālākajā daļā platāks nekā tuvākajā un, nezauddējot šo formu, lēni precēsē ap planētu.

Kādi spēki liek Urānu apriņķojošajai vielai koncentrēties tik šauras apgabalos, mēģina izskaidrot vairākas hipotēzes, dažas — pat visai eksotiskas. Vislielāko atzinību izpelnījušās divas, kuras pilnībā «iztiek» tikai ar planētas pavadoņu gravitācijas iedarbību uz gredzena daļiņu kustību. Saskaņā ar pirmo hipotēzi, kuru izstrādājuši H. Ips un citi pētnieki, daļiņu orbī-



7. att. Urāna  $\eta$  gredzena radiālā struktūra pēc cauri spīdošās zvaigznes spožuma mērījumiem Starpamerikas observatorijā (Serro Tololo, Čīle) 1980. gada 15. augustā. Atšķirībā no 3. attēla, trokšņi šeit sasniedz dažus milimetrus, resp. par reāli pastāvošiem droši atzīstami tikai divi īpaši atzīmētie gredzena komponenti. (Pēc «Astronomical Journal».)

tas var būt stabilas tādos attālumos no planētas, kuros to riņķojums nonāk rezonansē ar uzeiz divu vai pat vairāku Urāna pavadoņu kustību. Visi pēc šādas teorijas aprēķinātie gredzeni labi sakrīt ar reāli pastāvošajiem, taču pēdējo tomēr izrādās vairāk, tādēļ jāpieņem, ka Urānam ir vēl vismaz viens pavadoņs, kas riņķo ap planētu tikai 105 tūkst. km attālumā, t. i., pat tuvāk nekā Miranda.

Atbilstoši otrajai hipotēzei, kuras autori ir P. Goldraihns un S. Tremains, gredzenus tik šaurus ar savas gravitācijas iedarbību saspiež nelieli «sargpavadoņi», kas riņķo apkārt planētai abpus tiem dažu simtu kilometru attālumā. (Paradokss ir tikai šķietams, jo visi minētie sīkie objekti kustas kosmiskajā telpā nevis paši par sevi, bet gan daudz spēcīgākajā planētas gravitācijas laukā. Līdzīga situācija vērojama mākslīgo Zemes pavadoņu kustībā: bremsēšanās atmosfēras augšējās slāņos līdz noteiktam brīdim nevis samazina, bet gan palielina lidojuma ātrumu.)

Droši pārliecināties par vienas vai otras hipotēzes pareizību laimā varēs, tikai izmantojot kosmisko tehniku — vai nu pielidojot Urānam cieši klāt, vai arī novērojot tā apkaimi ar lielu orbītā paceltu teleskopu, taču otrajai hipotēzei viens visai iespaidīgs apstiprinājums jau ir: Saturna F gredzens. Patiesi, abpus šim ļoti šaurajam gredzenam tūkstotš kilometru attālumā no tā riņķo pa pavadoņim ar vidēji 150 km caurmēru; tie, līdzīgi pašam gredzenam, tika atklāti jau pēc hipotēzes izvirzīšanas — kosmisko pētījumu gaitā.<sup>2</sup> Tieši šo ķermeņu iedarbība arī droši vien liek veidoties F gredzena komponentos savdabīgiem viļņiem, kas sānskatā rada savstarpēja savijuma iespaidu; tiesa, nav saprotams, kādēļ šī pārsteidzošā īpatnība dažkārt ir skaidri novērojama, bet citreiz — ne (8. att.).

Pēc sastāva gan F gredzens, gan mazliet platākais un ļoti retinātais G gredzens acīmredzot ir tādi paši kā Saturna platie gredzeni, taču atšķiras no tiem, spriežot pēc optiskajām īpašībām, ar daudz vienveidīgākiem un mazākiem daļiņu izmēriem — tipiski ap 1 vai 2  $\mu\text{m}$ . Turpretī Urāna gredzeni sastāv no kādas izcili tumšas vie-

<sup>2</sup> Sk. Mūkins E. Saturna jaunie pavadoņi. — Zvaigžņotā debess, 1982. gada vasara, 15.—19. lpp.



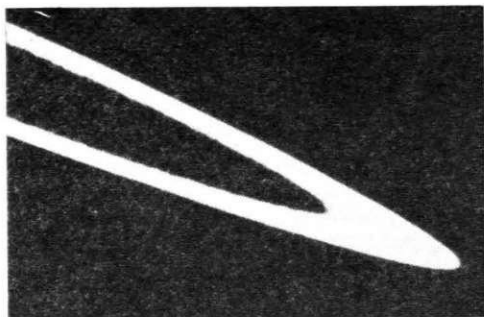
8. att. Pārmaiņas Saturna *F* gredzenā. *Augšā* — gredzens savīts no trim komponentiem, diviem spožākiem un viena blāvāka (uzņemts 1980. gada novembrī no «Voyager-1»); *apakšā* — gredzens bez jebkādam savijuma pazīmēm (uzņemts 1981. gada augustā vēl ciešākā tuvplānā no «Voyager-2»). (Vēl detalizētāku *F* gredzena radiālās struktūras attēlojumu pēc cauri spīdošas zvaigznes spožuma mērījumiem ar «Voyager-2» fotopolarimetru sk. «Zvaigžnotās debess» 1982. gada vasaras numura krāsu ielikumā.)

las, kas atstaro tikai dažus procentus Saules gaismas. Par šo šauro gredzenu izcelsmi droši vien sakāms visumā gluži tas pats, kas par Saturna platajiem gredzeniem, lai gan detaļās, protams, noteikti ir kādas atšķirības.

#### Jupitera un Saturna difūzie gredzeni

Jupitera gredzenu sistēmā, atšķirībā no pārējām divām, nav vērojama daudzkārtēja blīvāku un retinātāku komponentu mija radiālā virzienā, to vispār ir tikai trīs: relatīvi spožais galvenais gredzens ar ārmaļas rādiusu 129,5 tūkst. km un platumu 6,5 tūkst. km (9. att.); blāvais iekšējais gredzens, kas turpina spožāko lejup, iespējams, pat līdz atmosfēras augšējiem slāņiem; vēl blāvākais «vainags», kas stiepjas ārpus abu spožāko komponentu plaknes par kādiem 10 000 km uz katru pusi. Spriežot pēc «Voyager» iegūtajiem attēliem un radiocaurstarošanas eksperimentiem, kā arī zvaigžņu aizklāšanās novērojumiem no Zemes, pat galvenais komponents ir ļoti retināts: tā optiskais biežums (naturālais logaritms no skaitļa, kas rāda, cik reižu objekts pavājina cauri spīdošu gaismu) nepārsniedz  $10^{-4}$ . Tādēļ K. Vsehsvjatska apgalvojums, ka jau 1960. gadā no Zemes esot saskatīta ēna, ko gredzens metis uz Jupitera mākoņu segas, acīmredzot ir pilnīgi nereāls.

Kosmisko pētījumu dati liecina arī, ka Jupitera gredzenu veido daļiņas ar ļoti tumšu krāsu un vidējo caurmēru ap 0,1  $\mu\text{m}$ , t. i., tik sīkas, ka



9. att. Jupitera gredzena spožākais komponents cauri spīdošā Saules gaismā («Voyager-2» uzņēmums, kontrasts apstrādes gaitā pastiprināts).

planētas atstarotajai Saules gaismai efektīvi jābremzē to kustība, liekot ātri tuvojies atmosfēras augšējiem slāņiem. Šāda procesa norise labi izskaidrotu Jupitera gredzena radiālo uzbūvi (konkrēti, blāvo turpinājumu lejup) — ja vien tā spožākajā komponentā atrodas līdz mūsdienām neizsīcis jaunu daļiņu avots. Šķiet, tas patiesi pastāv: «Voyager» pārraidīto attēlu apstrādes gaitā atklāti divi pārdesmit kilometru lieli pavadoņi, kas riņķo tieši pa gredzena ārmaļu,<sup>3</sup> un iespējams, ka tie nav vienīgie. Sakarā ar tuvā Jupitera izraisītajiem paisuma spēkiem no pavadoņiem atšķēlušās vielas daļiņas vairumā gadījumu nevis nokrīt atpakaļ uz šo ķermeņu virsmas, bet gan uzsāk patstāvīgu riņķojumu apkārt planētai. Daļiņas, savukārt, rodas, kad mazo pavadoņu virsmās ietriecas gan parastie mikro-meteorīti, kuru kustību paātrinājis Jupitera varētais pievilksanas spēks, gan Jo vulkānu izvies-

<sup>3</sup> Sk. Mūkins E. Jupiteram vistuvākie pavadoņi. — Zvaigžņotā debess, 1983. gada vasara, 15.—17. lpp.

tie un spēcīgās radiācijas elektrizētie sēra putekļi, kurus sev līdzī aizrāvis kopā ar planētu rotējošais magnētiskais lauks.

Tā kā pat no visspēcīgākajiem Jo vulkāniem viela izplūst vismaz divarpus reizes par lēnu, lai spētu pārvarēt šī lielā pavadoņa (diametrs 3,6 tūkst. km) pievilksanas spēku, to atstāj tikai paši sīkākie putekļi, uz kuriem elektrodinamiskie efekti iedarbojas stiprāk nekā gravitācija.<sup>4</sup> Arī turpmāk tie, protams, kustas pirmām kārtām kā elektriski lādētas daļiņas magnētiskajā laukā, tātad tieši piedalīties gredzena veidošanā, kā apgalvo hipotēze par šādu objektu vulkānisko izcelsmi, nekādi nevar. Ka Jupitera gredzena daļiņas nav izsvieduši pavadoņa Jo sēra vulkāni, liecina arī būtiskās atšķirības šīs vielas un gredzena spektrālajās īpašībās jeb, vienkārši sakot, dažādā krāsā.

Vienīgais planētas gredzens, ko patiesi veido vulkānu izvirduma produkti, acīmredzot ir visai platais, taču ārkārtīgi retinātais un radiālās struktūras ziņā visai viendabīgais Saturna E gredzens. Tā blīvākā daļa sakrīt ar orbītu, pa kuru riņķo pavadoņi Encelads — ķermenis, kura virsmas reljefs un optiskās īpašības liek domāt, ka tur pastāv mēreni intensīvs ūdens vulkānisms.<sup>5</sup> Šķidrumam sprādzienvēidīgi izšācoties no dziļēm, droši vien veidojas ne mazums tik ātri lidojošu ledus kristāliņu, kas spēj pārvarēt nelielā pavadoņa (diametrs 500 km) vājo pievilksanas spēku un pakāpeniski izkļiedējas gar visu tā orbītu. Atšķirības kristāliņu izlidošanas virzienā labi izskaidro, kāpēc E gredzens ir tik plats, ka ietver sevī arī Encelada kaimiņpavadoņu Dionas un Tētijas orbītas, un daudz biežāks nekā pārējie Saturna gredzeni.

<sup>4</sup> Sk. Mūkins E. Jupitera lielie pavadoņi. — Zvaigžņotā debess, 1982./83. gada ziema, 2.—11. lpp.

<sup>5</sup> Sk. Mūkins E. Saturna pavadoņu saime. — Zvaigžņotā debess, 1983. gada pavasaris, 2.—12. lpp.



## APAKŠZEMES VĒTRU ELEKTROMAGNĒTISKIE PRIEKŠVĒSTNEŠI

OĻEGS POHOTELOVS,  
VJACESLAVS PIĻIPENKO

Zemestrīces ir viena no vispostošākajām dabas parādībām. Nav pārsteigums, ka daudzi pasaules zinātnieki cenšas atrast un pamatot to prognozēšanas iespēju vai iespējas.

Raksta autori — PSRS ZA Zemes fizikas institūta līdzstrādnieki — stāsta par vienu no šādām iespējām.

... viss debess jums  
Bij ugunīgu liesmu lāpu pilns;  
Un tajā brīdī bailēs nodrebēja  
Vai paši zemes pamati un balsti. [..]  
Bij zeme drudzī, debess liesmoja.

V. Sekspīrs. Henrijs IV.

Divdesmitais gadsimts ir radījis ilūziju, ka cilvēks ir pilnīgi neatkarīgs no dabas, vēl vairāk — ka viņš to jau iemācījis sev kalpot. Tomēr laiku pa laikam dabas katastrofas sagrauj šīs ilūzijas, ar iznīcinošiem postījumiem un cilvēku upuriem atgādinādamas, ka Zemes dziļēs snaudzošs spēki joprojām nav nevienam pakļāvušies.

Mūsdienu visbriesmīgākā dabas katastrofa notika 1976. gada 27. jūlijā Ķīnā. Tā bija Tanšanas zemestrīce, kas prasīja ap miljonu cilvēku upuru. Otrā pēc upuru skaita (ap 100 000 cilvēku dzīvību) bija Kanto zemestrīce, kura 1923. gada 1. septembrī gandrīz pilnīgi iznīcināja Tokio un Jokohamu, divas pilsētas, kurās ir vislielākais iedzīvotāju blīvums pasaulē. Mūsu zemē, par laimi, tik postošu katastrofu nav bijis. Un tomēr — visi atceras traģiskos notikumus, kad apakšzemes stihija gandrīz noslaucīja no zemes virsas Ašhabadu (1948. g. 5. septembrī) un Taškentu (1966. g. 26. aprīli).

Mūsu gadsimta sākumā tika uzsākti nopietni zemestrīču fizikālo mehānismu pētījumi. Reizē ar to zinātnieki centās atklāt un pamatot seismiskās aktivitātes priekšvēstnešus, kuri varētu

brīdināt par spēcīga apakšzemes grūdienu tuvošanos. Patlaban seismologi ir jau konstatējuši vairāku desmitu veidu parādības, kuras ievada zemestrīces un tātad var palīdzēt tās prognozēt; vairākkārt prognozes ir bijušas veiksmīgas, tomēr zemestrīču prognozēšanas problēma kopumā ir un joprojām paliek neatrisināta.

Šāds neapmierinošs stāvoklis izskaidrojams ar to, ka zemestrīču fizikālās dabas pētījumi krasi atšķiras no citām problēmām, ar kurām ir nodarbojusies un joprojām nodarbojas fizika. Seismologi nevar izdarīt «tīru fizikālo eksperimentu», tāpēc ka zemestrīce nenotiek «pēc pasūtījuma» vajadzīgajā vietā un laikā. Vēl neseno ģeofizikas speciālisti pētīja tikai tādus iespējamus zemestrīču priekšvēstnešus, kas saistīti ar iežu mehānisko īpašību pārmaiņām tajā laikā, kad tuvojas zemestrīce, — ar Zemes garozas slāņu slīpuma leņķu un seismisko viļņu ātruma variācijām, ar pārmaiņām seismiskajā fonā u. tml.; arī iežu elektrovadītspējas mērījumi ietilpst šajā pētījumu grupā. Tikai pašos pēdējos gados intensīvi tiek meklētas iespējas izmantot zemestrīču prognozēšanai neseismolo-



ģiskas metodes, proti, mēģina atklāt ar briestošajām zemestrīcēm saistītas elektromagnētiskās parādības.

Kas gan pamudināja zinātniekus pievērsties elektromagnētiskajiem zemestrīču priekšvēstnešiem?

Lai cik paradoksāli tas būtu, izrādījās, ka to parādību vidū, kurām tikai nesen tika pievērsta nopietna uzmanība, ir arī pati pirmā cilvēkam pazīstamā zemestrīču priekšvēstnese. Tā ir atmosfēras spīdēšana pirms seismiskā grūdiņa — parādība, kas pirmoreiz hronikās minēta jau 373. gadā pirms mūsu ēras. Šāda veida gaismas efekti mēdz būt dažādi. Piemēram, pirms Ašhabadas 1948. gada zemestrīces debess tika redzētas spilgtas joslas, kas nebija saistītas ne ar kādiem akustiskiem efektiem. Vairākos gadījumos ir novērota debess, zemes virskārtas un kalnu nogāžu iesārta spīdēšana lielākā vai mazākā platībā — tā sauktā zemestrīču gaisma. Taškentas iedzīvotāji, kuri pārdzīvoja 1966. gada zemestrīci, piecas sekundes pirms grūdiņa tika redzējuši spilgtu gaismas uzliesmojumu. Gaisā pacēlās tāda kā lāpa, un bija dzirdams troksnis.

Visvairāk gaismas efektu nejaušo novērotāju liecību ir savākt Japānā, kur izdevies pat iegūt zemestrīču gaismas fotouzņēmumus (sk. krāsu ielikumu). Tiek minēts gaismas efekts, kas atgādinajis «ugunīgu miglu», gaisu milzu zibeņu šaudīšanās bez pērķona, ilgstoša blāzma. Vislielāko postījumu zonās ir redzēti uzliesmojumi ugunīgu bumbu veidā.

Arī mūsu raksta epigrāfā ir runa par atmosfēras spīdēšanu zemestrīces laikā. Nav izslēgts, ka Šekspīrs pamatojies uz saviem novērojumiem, jo, kā zināms, viņš pārdzīvoja 1580. gada postošo zemestrīci.

Novērotās gaismas parādības liecina par stipru elektrisko lauku rašanos atmosfērā zemes virskārtas tuvumā īsi pirms zemestrīces grūdiņa. Šie lauki izraisa elektrisko izlādi gaisā.

Visu līdz šim zināmo informāciju par neparastām optiskajām parādībām atmosfērā tieši pirms zemestrīces ir snieguši nejauši novērotāji. Tāds pats nejaušs, tomēr vērīgs aculiecinieks ir atklājis vēl vienu elektromagnētisku parādību, kas arī liecina par briestošu zemestrīci.

Kāds Latīņamerikas automobilists ievēroja, ka vairākus desmitus minūšu pirms zemestrīces pa visiem viņa radiouztvērēja kanāliem bija dzirdams pastiprināts troksnis. Tomēr šis novērojums izrādījās esam tikai mājiens, netieša norāde, kas liecina par kaut ko svarīgu. Vairāku mūsu zemes zinātnisko organizāciju — Taškentas Seismoloģijas institūta, Tomskas Politehniskā institūta un PSRS ZA Zemes fizikas institūta (Maskavā) — līdzstrādniekiem vajadzēja vairāk nekā piecus gadus, lai spētu atbildēt uz jautājumu: vai patiešām briestošās zemestrīces perēklis ir radiostarojuma avots?

Vieglī saprast, cik sarežģīti bija šie pētījumi. Ēters praktiski ir pilnīgi piesātināts ar raidstaciju signāliem. Vajadzēja ne tikai atrast no radiotraucējumiem brīvu «logu», bet arī izpētīt — un turklāt ļoti rūpīgi — dabisko radio-troksņu fonu, lai iemācītos atšķirt no tā hipotētiskos seismiskās izcelsmes signālus.

Ilgstoši novērojumi lauka apstākļos apstiprināja zinātnieku intuitīvos paredzējumus. Ar pilnīgi pietiekamu drošību tika reģistrēts anomālais radiostarojums daudzām zemestrīcēm Vidusāzijā, Karpatos, bet vēlāk arī Japānā. Elektromagnētiskais starojums sākās vairākas stundas vai pat diennaktis pirms zemestrīces; sākumā tā intensitāte bija maza, bet pēc tam pakāpeniski pieauga, līdz beidzot tieši seismiskā grūdiņa brīdī starojums pēkšņi aprāvās. Mērījumi tika izdarīti dažādos frekvenču diapazonos (no dažiem kHz līdz dažiem simtiem kHz), un tajos visos efekta atkarība no laika bija pamatos viena un tā pati.

Seismiskā radiostarojuma veiksmīgā reģistrācija pētnieciskajās stacijās, kas atradās uz Zemes, rosināja zinātniekus domāt tālāk. Un radās ideja. Tā bija šāda: tā kā garo un vidējo viļņu diapazona radioviļņi nakts jonosfērā tiek vājināti maz, tad principā anomālo radiostarojumu var mēģināt uztvert, izmantojot zemu lidojošu Zemes mākslīgo pavadoņi.

No idejas līdz pirmajiem praktiskajiem rezultātiem bija jāveic ilgs ceļš un jāpatērē daudz pūliņu. Tiesa, pavadoņi gan lido pāri milzīgai teritorijai, bet vairs dotā punkta nonāk ļoti reti. Kad tas beidzot notiek, vēl ir nepieciešams, lai novērojumu brīdī Zemei tuvais kosmoss būtu absolūti mierīgs. Ja tā gadās, tad tā ir īpaša

veiksme. Kā zināms, jebkura Saules vēja «brāzma» izraisa magnetosfēras svārstības un līdz ar to — dažādu veidu un dažādu frekvenču elektromagnētisko viļņu ģenerāciju. Uz magnetosfēras ģenerēto intensīvo svārstību (trokšņa) fona nav iespējams konstatēt seismisko signālu, kura parametri turklāt nav zināmi.

PSRS ZA Zemes fizikas institūta līdzstrādnieki apstrādāja milzumu informācijas, kuru divu gadu laikā bija uztvēris amerikāņu pavadoņi OGO-6 (Orbital Geophysical Observatory). Viņiem izdevās konstatēt sešus gadījumus, kad pavadoņi bija lidojis labvēlīgos magnetosfēras apstākļos virs briestošas zemestrīces epicentra dažas stundas pirms tās sākuma. Trijos no tiem pavadoņa magnetometra lentē bija redzams impulss (ar raksturīgajām frekvencēm dažu simtu Hz diapazonā), kas liecināja par izstarpojumu tieši tai brīdī, kad pavadoņi lidojis pāri zemestrīces perēklim.

Vēl pārsteidzošāki rezultāti tika iegūti, apstrādājot padomju pavadoņa «Interkosmos-19» iegūto informāciju. PSRS ZA Zemes magnetisma, jonosfēras un radioviļņu izplatīšanās institūta (Maskavas apgabals) un Zemes fizikas institūta līdzstrādnieku kopīgā darba rezultātā tika noskaidrots, ka starojums, kuru uztver jonosfērā virs briestošas zemestrīces epicentra, bieži ir gandrīz tīri elektrostatisks. Citiem vārdiem sakot, izrādījās, ka anomālais seismiskais starojums ir nevis elektromagnētiskais vilnis, kas nokļuvis jonosfērā no Zemes, bet gan pašas jonosfēras plazmas trokšņi. Bet, ja procesi, kuri ievada zemestrīci, spēj izraisīt turbulentas plazmas plūsmas jonosfērā, tad varbūt arī tas seismiskais radiostarojums, ko var uztvert uz Zemes, tiek ģenerēts jonosfērā, t. i., tam ir kāds sekundārs avots, kura darbības pamatā ir dažādu veidu svārstību transformācija?

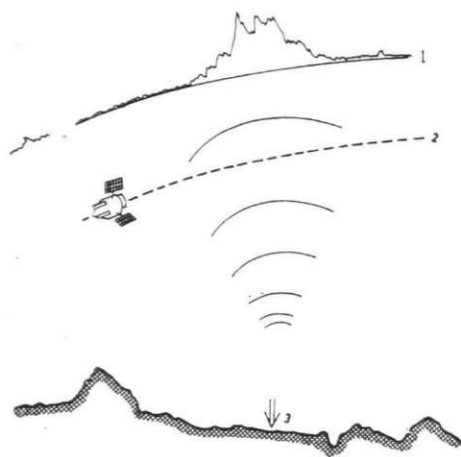
Galīgas atbildes uz šo jautājumu pagaidām nav.

Atrīzīsimies no kosmosa uz Zemi. Lasītājam var rasties jautājums: ja jau iežu deformācijas Zemes dzīlēs pirms zemestrīces izraisa tik būtiskas elektriskā lauka perturbācijas, ka tās konstatējamas pat vairāku simtu kilometru augstumā, tad kāpēc šos stipros elektriskos laukus neviens nav novērojis tieši virs Zemes virsējiem slāņiem, Zemei tuvajā atmosfērā?

(Mēs jau minējām, ka ir konstatēta šo lauku netieša izpausme, sekundārs efekts — atmosfēras spīdēšana, ko redzējuši daudzi aculiecinieki.) Izrādās, ka tā nav, — šādi lauki ir novēroti.

Četras stundas pirms 1924. gada Džalalabadas zemestrīces simtiem kilometru attālumā no tās epicentra tika reģistrēta atmosfēras elektriskā lauka pastiprināšanās. Šā lauka perturbāciju pētījumi tika turpināti tikai pēc kara; elektrisko lauku mērīja ar elektrometriem brīvā dabā. Arvien no jauna tika konstatēts, ka elektriskais lauks pirms zemestrīces kļūst stiprāks.

Jāpiebilst, ka atmosfēras elektriskais lauks ir visai «kaprīzs». Tā skaitliskā vērtība (un pat virziens) stipri mainās gan gluži vienkārši laika gaitā, gan atkarībā no mākoņu segas, vēja un citiem faktoriem. Tāpēc, lai cik dīvaini tas arī būtu, reizēm atmosfēras elektriskā lauka anomālijas vieglāk konstatēt pēc jonosfēras perturbācijām nekā pēc mērījumiem uz Zemes. Tas tā ir tāpēc, ka jebkuri lauka perturbāciju lokālie avoti strauji pavājinās, attālinoties no Zemes virsas. Bet lielizmēra (desmitiem un simtiem kilometru plašas) anomālijas, pieaugot augstumam, pavājinās relatīvi daudz mazāk; tās uz lokālo perturbāciju fona ir labi konstatē-



Zemestrīces prognozēšana, izmantojot Zemes mākslīgo pavadoņi: 1 — pavadoņa magnetometra rādījumi; 2 — pavadoņa orbīta; 3 — vieta, kur pēc dažām stundām notiks zemestrīce.

šanas. Kā teicis dzejnieks, «lielais — tūlumā vien isti jauzams»\*. Bez tam, jau sākot ar apmēram 70 km augstumu, jonosfēras plazmas īpatvadītspēja ģeomagnētiskā lauka spēka līniju virzienā kļūst tik liela, ka šīs spēka līnijas it kā satver elektrisko lauku un aiznes prom, augšup, «sev līdz» ļoti tālu praktiski nevājinātu. Var iedomāties (uzskatāmības labad), ka Zemi ietver čaula (apvalks) — jonosfēra, kura jūt atmosfēras elektriskā lauka lieluma perturbācijas un reaģē uz tām. Savukārt, lai iegūtu nepārtrauktu informāciju par jonosfēras stāvokli, kuru varētu salīdzināt ar seismisko staciju datiem, nav jāorganizē nekādi speciāli eksperimenti: jonosfēras parametrus mēra ar standartmetodēm un standartaparāturu. Visizplatītākā metode ir jonosfēras vertikālā zondēšana. Jonosfēras pētniecības automātiskās stacijas raidītājs periodiski izstaro augšup īpašu radioimpulsu. Tas, atstarojies no jonosfēras slāņiem, nokļūst tās pašas stacijas uztvērējā. Atstarotā radiosignāla analīze sniedz ziņas par jonosfēras plazmas blīvuma sadalījumu atkarībā no augstuma, par tās maksimālo koncentrāciju atsevišķos jonosfēras slāņos, par nehomogenitātēm utt. Lai izpētītu, vai jonosfērā pirms zemestrīcēm ir vai nav bijušas kādas anomālijas, pietiek izanalizēt seismiski aktīvo rajonu jonosfēras staciju savāktu informāciju un salīdzināt to ar datiem par faktiski notikušajām zemestrīcēm. Šādu darbu ir veikuši Uzbekijas PSR ZA Seismoloģijas institūta līdzstrādnieki. Izmantojot Taškentas Jonosfēras stacijas datus, kas iegūti «magnētiskā miera» dienās, kad jonosfērai jābūt pilnīgi mierīgai, viņi konstatējuši, ka apmēram diennakti pirms briesmošas zemestrīces pakāpeniski sāk paaugstināties jonosfēras *F*-slāņa plazmas maksimālā koncentrācija; pēc tam tā atkal samazinās. Zemestrīce notiek koncentrācijas samazināšanās laikā.

Bulgāru zinātnieks N. Ņestorovs arī ir konstatējis, ka jonosfērā pirms zemestrīcēm novērojamas noteiktas anomālijas. Analizēdams tālo raidstaciju signālus reģistrējošo mēraparātu

datus, viņš konstatēja stipru fedingu 1977. gada 4. martā. Pati par sevi šī parādība ir jau sen labi pazīstama: magnetosfēras vētru laikā jonosfērā veidojas sīkizmēra nehomogenitātes un līdz ar to fluktuē no jonosfēras atstaroto radioviļņu amplitūda. Tomēr minētajā dienā ne ģeomagnētiskajā laukā, nedz arī ģeofizikālajā situācijā kopumā nebija vērojamas nekādas perturbācijas. Mēģinādams noskaidrot fedinga cēloni, Ņestorovs atklāja pārsteidzošu sakritību — dažas stundas pēc tam, kad Sofijā tika novērots anomālais fedings, Bulgārijas un Rumānijas robežas apkaimē bija notikusi postīgā Vrančas zemestrīce.

Un, beidzot, jāmin vēl kāds fakts — pirms zemestrīcēm krasi mainās dzīvnieku izturēšanās. Ļaudis jau sen novērojuši, ka zināmu laika sprīdi (no pārdesmit minūtēm līdz dažām stundām) pirms zemestrīces mājdzīvnieki kļūst nemierīgi: zirgi izbailēs raustās un zviedz, suņi kauc, kaķes nes ārā no mājas savus kaķēnus, bēniņos izmisīgi līdinās baloži, utt. Par dzīvnieku neparasto izturēšanos pirms zemestrīces ir rakstīts jau viduslaikos, tomēr seismologi, kas pētīja iespējamās zemestrīču priekšvēstnešus, nepievērsa tam nopietnu uzmanību. Tikai 1976. gadā Amerikas Savienotajās Valstīs notika pirmā starptautiskā konference par dzīvnieku anomālo uzvedību pirms zemestrīcēm. Konferences sasaukšanu bija stimulējusi Ķīnas 1975. gada 4. februāra zemestrīces pareizā prognoze, kas lielā mērā bija balstījusies uz dzīvnieku uzvedības novērojumiem. Vairums konferences dalībnieku atzina, ka, lai gan neviens no nolasītajiem ziņojumiem un referātiem nav atbildis vispārpieņemtajiem zinātniskajiem standartiem, šāda parādība tomēr reāli eksistē un pelna nopietnus pētījumus. Izanalizējuši visus faktorus, kuri, iespējams, varētu ļaut dzīvniekiem sajūt zemestrīces tuvošanos, zinātnieki secināja, ka ar infra skaņu un ultraskaņu, mikroseismisko aktivitāti, gāzu izdalīšanos un citām tamlīdzīgām parādībām novērotos fenomenus izskaidrot nevar. Kā vienīgā reālā iespēja paliek elektrisko un magnētisko lauku iedarbība uz dzīvniekiem.

Kā gan lai izskaidro visas iepriekš minētās parādības pirms zemestrīcēm? Dabiska šķiet doma, ka acimredzot kalnu iežu paliekošās de-

\* J e s e ņ i n s S. Lirika. R., 1960, 128. lpp.

formācijas sākums, kam drīz vien seko galvenais seismiskais grūdiens, izraisa intensīvu elektrisko lauku rašanos tiešā Zemes virsas tuvumā. Ja pieņemam, ka šādi lauki eksistē, tad principā visas iepriekš aplūkotās parādības — zemestrīču gaismu, radiostarojumu, jonosfēras anomālijas, dzīvnieku izturēšanos — var izskaidrot no vienota viedokļa. Tomēr pats šo lauku ģenerācijas mehānisms ir un paliek neskaidrs. Pat ja pieņemtu, ka Zemes virsējos slāņos darbojas kāds hipotētisks avots, kurš šajos slāņos atdala elektriskos lādiņus vienu no otra un tādad rada arī elektrisko lauku, nevar saprast, kas liek šiem lādiņiem pietiekami ilgu laiku palikt atdalītiem. Zemes garozas virsējo slāņu īpatvadītspēja ir tik liela, ka atdalītajiem lādiņiem jau sekundes desmitdaļās būtu atkal jāapvienojas, «jāsaplūst kopā». Ja pazīstamos mehānisko kustību un parādību pārveidotājmehānismus, kuri laboratorijās (un pat rūpnieciskos mērogos) ļauj ģenerēt elektrisko lauku, — pjezoejektu, Stepanova efektu elektrokinētisko un triboelektrisko efektu — mēģinām ekstrapolēt uz reāliem kalnu iežiem, tad izrādās, ka skaitliskie novērtējumi dod pārāk mazas elektrisko anomāliju vērtības.

Kā jau teikts, ar zemestrīcēm saistīto elektromagnētisko parādību pētniecības problēma mūsdienu fizikai ir augstākā mērā neērta, tāpēc ka fiziķi ir pieraduši pamatot savas atziņas ar daudziem mērķtiecīgi plānotiem, variējamiem un atkārtojamiem eksperimentiem. Turpretī vairums datu par zemestrīču elektromagnētiskajiem priekšvēstnešiem ir iegūti vai nu nejaušos novērojumos, vai arī neatkarīgos eksperimentos, kurus veikuši nevis speciālisti — seismologi, bet gan citu profesiju pārstāvji. Bez tam daudzi novērojumi ir bijuši unikāli, t. i., atgadījušies tikai vienu reizi, un nav izslēgts, ka daži efekti var izrādīties esam tikai nejauša sakritība, kuru turpmākie pētījumi neapstiprina. Tomēr šķiet neapšaubāms, ka visā raibajā faktu klāstā ir kāds «racionālais kodols», un iespējams, ka ne tikai viens vien.

Atšķirībā no citām mūsdienu ģeofizikas problēmām zemestrīču elektromagnētisko priekš-

vēstnešu problēmai vēl raksturīga šāda unikāla pazīme. Lai gan pašreiz elektroseismiskajām parādībām pievērš uzmanību augsti kvalificēti visdažādāko nozaru speciālisti, to vidū zinātnieki, kuri laboratorijās pēti superaugsta spiediena iedarbībai pakļautus iežus, un lai gan tiek izmantotas vismodernākās radiofizikālās jonosfēras (utt.) pētījumu metodes, iesaistot pētījumos arī Zemes mākslīgos pavadoņus, tomēr joprojām būtiski svarīga loma eksperimentālā materiāla bagātināšanā var būt radioamatieriem vai pat gluži vienkārši nejaušiem novērotājiem.

Elektroseismisko parādību plānveidīga pētniecība ir nule kā sākusies, tomēr jau tagad daudzi ģeofiziķi izsaka cerību, ka tieši elektromagnētiskie priekšvēstneši operatīvi un nekļūdiģi signalizēs par briesmošo apakšzemes katastrofu. Var domāt, ka elektromagnētiskie efekti sāk izpausties tikai tad, kad iežu slāņu pārvietošanās jau ir sākusies, t. i., kad Zemes garozas deformācijas process kļuvis neatgriezenisks. Protams, vēl ir pārāgrī spriest par to, kāda varētu izskatīties sistēma, kuras uzdevums būs brīdināt par briesmošo zemestrīci, — vai tas būs seismisko radiotrokšņu reģistrācijas tīkls vai pavadoņi, kas pārlūko «aizdomīgos» planētas rajonus, vai arī varbūt kādas bioloģiskās sistēmas. Pirmām kārtām ir jāizpēta seismiskās izcelsmes elektromagnētisko lauku fizikālā daba un konkrētie ģenerācijas mehānismi. Kad parādības fizikālā būtība būs skaidra, būs iespējams izvēlēties arī praktisku metodi un aparāturu zemestrīces vietas, laika un intensitātes prognozēšanai.

## LITERATŪRA

- Прибытков Н. В.* Необычная гроза перед землетрясением. — Природа, 1973, № 4, с. 122.  
*Рикитакэ Т.* Предсказание землетрясений. М., 1979.  
*Связь между землетрясениями и молнией.* — Природа, 1971, № 6, с. 89.  
*Электромагнитные предвестники землетрясений.* М., 1982.



## Superzvaigzne, kopas kodols vai jauna veida objekts?

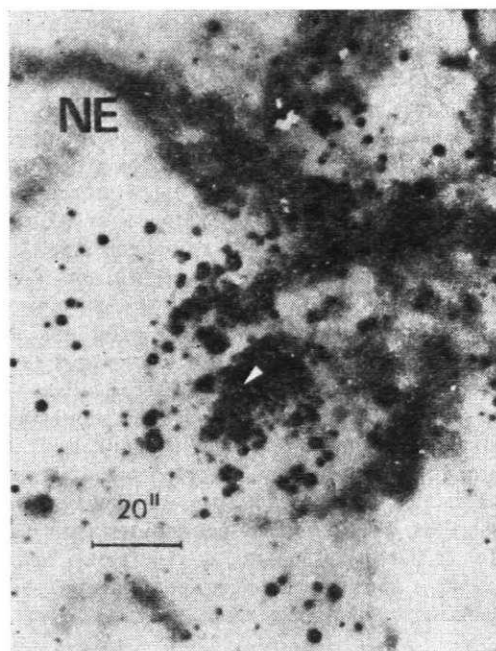
Mūsu kaimiņgalaktikā — Lielajā Magelāna Mākonī (LMM) redzams izcili spožs gaišais miglājs. Uz visām pusēm no tā zaigojošā centra plešas milzīgas mirdzošas šķiedras (sk. attēlu krāsu ielikumā). Miglājs nosaukts par Tarantulu, bet katalogos tā apzīmējums ir Zelta Zivs 30, jo tas atrodas attiecīgajā zvaigznājā.

Gaišo miglāju Zelta Zivs 30 rada tik liels gāzes un putekļu mākonis, kādi reti sastopami. Tajā atrodas daudz jaunu, masīvu un ļoti karstu zvaigžņu, kuru starojums spēj ierosināt mākonī esošo dažādo elementu, to vidū arī ūdeņraža, atomus. Tātad mākoņa gāze ir jonizētā stāvoklī, un, ja jonizētie atomi sastop brīvus elektronus, tie izstaro tādus gaismas kvantus, kādi bija nepieciešami to jonizēšanai. Rezultātā miglāja spektrā redzamas spožas (emisijas) līnijas; izcilākās starp tām ir ūdeņraža emisijas līnijas. Tāpēc gaišos gāzu miglājus sauc arī par jonizētā ūdeņraža (HII) apgabaliem.

Miglāja Zelta Zivs 30 centrālā daļa pie debess aizņem laukumu, kura diametrs ir ap 2' (1. att.). Savukārt centrālās daļas pašā vidū atrodas objekts, kas maza mēroga fotoattēlos izskatās pēc zvaigznes un Radklifa observatorijas (Dienvidāfrikas Republika) LMM zvaigžņu katalogā guvis apzīmējumu R 136. Ja fotoattēla mērogs ir pietiekami liels, R 136 skaidri sadalās komponentos *a*, *b* un *c*. Spožākais un zilākais komponents ir R 136a; attēlā tā atrašanās vieta norādīta ar bultiņu. R 136a aizņem ap 2'' pie debess un 0,5 pc telpā, ņemot vērā, ka LMM atrodas 53 kpc attālumā.

Bohumas observatorijas (VFR) astronomi, 1979. gadā analizējot kā R 136a, tā visa mig-

lāja novērojumus, bija pārsteigti par R 136a patieso spožumu, kas vienlīdzīgs ap 100 visstarjaudīgāko O spektra klases zvaigžņu kopējam patiesajam spožumam. Likās neiespējami, ka telpā, kuras diametrs ir 0,5 pc, varētu ietilpt tik daudz masīvu zvaigžņu. Bez tam tik ciešai zvaigžņu grupai savstarpēju gravitācijas spēku izraisītu perturbāciju dēļ būtu īsā laikā jāizirst. Vācu astronomiem radās doma, ka R 136a drīzāk ir vienuļa ārkārtīgi karsta superzvaigzne ar milzīgu starjaudu un grandiozu



Miglāja Zelta Zivs 30 centrālā daļa, pašā tās vidū — objekts R 136a. Uzņēmums iegūts ar Dānijas 1,5 m teleskopu Lasiljā (Čilē). (Pēc «ESO Messenger».)



masu, kas vienlīdzīga ap 2000 Saules masām! Šāda zvaigzne viena pati lielā merā jonizētu visu Tarantula miglāju. Tā kā pirms iespējamās superzvaigznes atklāšanas bija zināmas kā vismasīvākās tikai tādas zvaigznes, kuru masa nedaudz pārsniedz 100 Saules masas, tad R 136a kļuva par sensācijas objektu kā astronomiem, tā korespondentiem, kuri pārsteidzošo atklājumu izziņoja visas pasaules astronomijas interesentiem.

Astronomi, izdarot novērojumus visos mūsdienās pieejamos spektra diapazonos, sāka intensīvi pētīt objektu R 136a, lai noskaidrotu, kas tad īsteni tas ir — superzvaigzne vai tikai nesadalīts Zelta Zivs 30 centrālās zvaigžņu kopas kodols? Starp citu, otrā hipotēze bija izvirzīta jau 1973. gadā.

Liktos, ka, izmantojot interferometrus, kurus tagad plaši lieto atsevišķu komponentu atšķiršanai ciešās vairākkārtīgās zvaigžņu sistēmās, jautājums viegli atrisināms. Tomēr, kad salīdzināja vairāku neatkarīgu novērotāju grupu mērījumu rezultātus, tie nesaskanēja. Novērojumos ar angļu un austrāliešu 3.9 m teleskopu iegūtajā R 136a attēlā uz neviendabīga fona izdalās viens zvaigžnei līdzīgs punktveida avots. Novērojumos ar Eiropas Dienvidu observatorijas (ESO) 3,6 m teleskopu iegūtajā objekta R 136a attēlā dominē divas zvaigznes un manāmas vēl dažas vājākas. Spozākos komponentus saskatījuši arī Viskonsinas universitātes (ASV) astronomi.

Kopumā ņemot, mērījumi tomēr liecina par iespējamu vairāku zvaigžņu klātbūtni. Kas tās ir par zvaigžnēm? Lai to noskaidrotu, J. Melniks, kā arī A. Mofats un V. Zegeviss uzņēmusi R 136a spektru vairākos šķērsgriezumos un nonākuši pie saskaņīgiem secinājumiem. Pēc viņu domām, R 136a centrā atrodas slāpekļa secības vēlas spektra klases Volfa—Raijē zvaigzne (šīs zvaigznes uzskata par O spektra klases zvaigžņu tālākas evolūcijas rezultātu), kas, iespējams, veido ciešu dubultzvaigzni ar otru — O5—O6 spektra klases zvaigzni. Centrālās zvaigznes tiešā tuvumā, domājams, atrodas vēl pāris Volfa—Raijē zvaigznes un vairākas O3—O5 spektra klases zvaigznes. Tātad pašam R 136a ietilpst ap 10 karstu zvaigžņu. Kāpēc tad tās nesaskatīja ar interferometriem? Iz-

skaidrojums ir vienkāršs. Novērojumus izdara spektra optiskajā daļā, bet karstās spektra zvaigznes izstaro galvenokārt ultravioletos starus. Tāpēc bija redzami tikai nepārlicieņi atšķirami attēli vai pat tikai nevienmērīgs fons.

Šķiet, apstiprinās hipotēze, ka R 136a ir miglāja Zelta Zivs 30 centrālās zvaigžņu kopas blīvs kodols. Novērojumi liecina, ka kopa un tās kodols sastāv no līdzīgām zvaigžnēm. Kopu uzskata par ļoti jaunu, tā varētu būt radusies pirms 10<sup>6</sup> gadu, kad Lielajā Magelāna Mākonī bija kārtējais zvaigžņu veidošanās uzliesmojums.

Tomēr nav vienprātības par kopas nesadalītā kodola starojuma ieguldījumu visa miglāja jonizēšanā. Piemēram, J. Melniks uzskata, ka miglāju jonizē galvenokārt pārējās kopas zvaigznes, turpretī daži citi astronomi paliek pie pārliecības, ka noteicošais ir tieši kodola starojums. Vēl vairāk, no skatuves joprojām nenoiet arī hipotēze par R 136a kā atsevišķu superzvaigzni un galveno miglāja jonizētāju. Balstoties uz spektra ultravioletās un infrasarkanās daļas novērojumiem, tiek izstrādāti arī jauni superzvaigznes modeļi. To galvenie raksturlielumi ir apmēram šādi: virsmas temperatūra 60 000—80 000 K, rādiuss 50—90 Saules rādiusi, masa 1500—2000 Saules masas. Par labu superzvaigznes eksistencei liecina neparasti intensīvais zvaigžņu vējš no R 136a, kurš katros 3000 gados aiznes vienu Saules masu. Parastām O spektra klases zvaigžnēm tik strauja masas zaudēšana nav novērota.

Tātad objekta R 136a būtības skaidrojumi vēl arvien ir pretrunīgi, turklāt, kā izrādās, tas nav vienīgais tāda veida objekts. Līdzīgs objekts, gan ar mazāk spilgti izteiktām iezīmēm, atklāts jau pirms gadiem desmit vienā no spožākajiem mūsu Galaktikas III apgabaliem — NGC 3603. Tā centrā arī atrodas slāpekļa secības Volfa—Raijē zvaigzne ar vairākiem ciešiem komponentiem. Paša pēdējā laikā konstatēts, ka galaktikas M 33 gaišajos miglajos ir seši spoži zvaigžņveida objekti, kuri pēc spektru īpatnībām atgādina R 136a. Nav izslēgts, ka gaišo miglāju emisiju izraisa kādi jauni, vēl neizprastas dabas objekti.

Z. A l k s n e

## Jaunas gravitācijas viļņu detektēšanas iespējas

Jautājums par gravitācijas viļņu eksistenci un to detektēšanas iespējām ir ļoti aktuāla un svarīga mūsdienu zinātnes problēma, un tās pozitīvs atrisinājums pavērtu jaunu, ļoti informatīvu un interesantu lappusi kosmiskās pasaules daudzveidīgo objektu izpētē.<sup>1</sup> Taču, ja gravitācijas viļņu eksistenci var uzskatīt par vairāk vai mazāk kā teorētiski, tā praktiski atrisinātu uzdevumu, sevišķi pēc daudzsoļošanai dubultsistēmā ietilpstošā pulsāra PSR 1913+16 novērojumiem, kas parādīja, ka aprīņošanas perioda izmaiņas (samazināšanās), kuras konstatētas šai sistēmai, var izskaidrot ar gravitācijas viļņu izstarošanu no sistēmas, tad jautājums par šo viļņu detektēšanu ir ārkārtīgi sarežģīts, jo gravitācijas starojums parasti ir ļoti vājš. Pēdējais apstāklis saistīts ar to, ka gravitācijas sadarbē ir visvājākā no visām modernajai zinātnei pašlaik pazīstamajām fundamentālajām mijiedarbības formām.

Šajā sakarā ļoti svarīgs ir jautājums par elektromagnētiskā starojuma un gravitācijas starojuma iespējamo mijiedarbību, jo elektromagnētiskā starojuma uztveršanai un analīzei ir izstrādātas ļoti jutīgas metodes, kas ļauj ar visai augstu precizitāti noteikt šī starojuma parametrus un to izmaiņas. Tieši apsvērumi par iespējamām elektromagnētiskā starojuma parametru izmaiņām, kuru cēlonis būtu mijiedarbība ar gravitācijas viļņiem, tad arī ir pievērsis daudz zinātnieku uzmanību šai problēmai kā perspektīvam gravitācijas viļņu detektēšanas paņēmienam.

Līdz pat pēdējam laikam pētījumi aptvēra trīs šīs problēmas aspektus. Pirmkārt, ārzemju zinātnieki D. M. Zipojs 1966. gadā, P. G. Bergmanis 1971. gadā un B. Bertoti un R. Katenaci 1975. gadā ir pētījuši gaismas staru šķērso-

<sup>1</sup> Šis jautājums ne reizi vien jau atspoguļots arī «Zvaigžņotajā debesī». Sk., piemēram, autora rakstus «Pulsārs — gravitācijas viļņu generators?», «Jaunas iespējas kosmiskā gravitācijas starojuma meklējumiem» un «Jauns arguments gravitācijas viļņu reālās eksistences labā?» 1972. gada rudens (10., 11. lpp.), 1976./77. gada ziemas (17.—19. lpp.) un 1980./81. gada ziemas (21.—24. lpp.) numuros.

joša gravitācijas viļņa izraisītas elektromagnētiskā starojuma intensitātes un izplatīšanās virziena fluktuācijas. Novērtējoši aprēķini rādīja, ka sagaidāmās fluktuācijas būs ļoti mazas — ar tādu pašu kārtu kā telpas metrikas jeb telpas liekuma perturbācijas gravitācijas viļņu ietekmē, bet tās, kā zināms, ir ļoti niecīgas pat visai intensīva gravitācijas starojuma gadījumā. Otrkārt, F. B. Estabruks un M. D. Volkvists 1975. gadā pētīja iespējamās gravitācijas viļņu izraisītās elektromagnētiskā starojuma frekvences izmaiņas radioviļņiem, ko raīda un uztver no tālām kosmiskām raķetēm un citiem aparātiem. Treškārt, 1971. gadā ļoti interesantus rezultātus ieguva pazīstamie padomju zinātnieki V. Braginskis un M. Menskis, analizējot elektromagnētisko stāvviļņu frekvences iespējamās izmaiņas, gravitācijas viļņiem deformējot augsta labuma dobumrezonatoru.

Lai arī visos šajos gadījumos sagaidāmās elektromagnētiskā starojuma parametru — amplitūdas vai frekvences — izmaiņas, kas var rasties mijiedarbībā ar gravitācijas viļņiem, kuru amplitūda, kā vērtē, nebūs lielāka par  $10^{-24}$ — $10^{-13}$ , paredzamas visai niecīgas, ir aizsākti sarežģīti un smalki eksperimenti šo iespēju pārbaudei. Diemžēl, līdz šim laikam nav iegūti nepārprotami un pārliecinoši rezultāti.

Pavisam nesen vēl vienu iespēju šajā jomā izanalizējis angļu zinātnieks, Malarda Kosmisko pētījumu laboratorijas līdzstrādnieks A. M. Kruizs.<sup>2</sup> Runa ir par elektromagnētisko viļņu polarizācijas plaknes pagriešanos, tiem šķērsojot telpas apgabalu, kuras liekums nav nulle,<sup>3</sup> t. i., telpu, kurā vienlīdzīgi ar elektromagnētisko starojumu un, kā zināms, ar tādu pašu ātrumu izplatās arī gravitācijas viļņi. Iz-

<sup>2</sup> Šis pētījums publicēts pazīstamajā žurnālā «Monthly Notices of the Royal Astronomical Society», August 1983, vol. 204, N 2, 485—492 pp.

<sup>3</sup> Plakanas telpas piemērs ir parastā mums ļoti pazīstamā Eiklīda telpa, t. i., telpa, kurā ir spēkā Eiklīda ģeometrija. Matērija (ķermeņi, daļiņas, lauki) telpu it kā deformē, to izliecot. Telpas deformācija, telpas liekums (var teikt arī — telpas metrika) ir atkarīgs no masas daudzuma un tās sadalījuma. Arī gravitācijas viļņi deformē telpu, izmainot tās liekumu.

rādās, ka, fotoniem izplatoties telpā ar nemainīgu liekumu (izplatīšanās notiek paralēli gravitācijas viļņiem), polarizācijas plakne pagriežas monotoni un, lai gan pagriešanās leņķis viena gravitācijas viļņa garuma intervālā ir ļoti mazs, integrālais efekts, kāds veidojas garos ceļa posmos (ilgstošās līdzsāzplatīšanās laikā), jau var būt daudz lielāks. Bez tam, pastāvot noteiktiem nosacījumiem, piemēram, ja elektromagnētiskais starojums izplatās tuvu gravitācijas starojuma avotam, kur telpas metrikas jeb liekuma lokālajām perturbācijām, ko izraisa gravitācijas viļņi, ir lielas vērtības, elektromagnētiskā starojuma polarizācijas plaknes orientācijas izmaiņas arī var būt diezgan ievērojamas —  $10^{-10}$ — $10^{-4}$  radiāni. Šīs plaknes pavērsuma izmaiņas ir konstatējamas salīdzinoši, jo, kā jau minēts, tās rodas tikai tad, ja elektromagnētiskie un gravitācijas viļņi izplatās vienlaicīgi. Pirms un pēc gravitācijas starojuma ģenerēšanas elektromagnētiskā starojuma polarizācijas plaknes virziens būs cits. Lai šo parādību varētu novērot, elektromagnētiskajam starojumam, protams, ir jābūt polarizētam.

Arī šajā gadījumā novērojamās elektromagnētiskā starojuma parametru izmaiņas ir ļoti mazas, turklāt jāpastāv vairākiem diezgan ierobežojošiem priekšnosacījumiem — elektromagnētiskajam starojumam ir jābūt polarizētam, stara ceļā vai pēc iespējas ciešākā šī ceļa tuvumā ir jābūt spēcīgam gravitācijas starojuma avotam, jānotiek vienlaicīgai kā elektromagnētiskā, tā gravitācijas starojuma ģenerēšanai — un jau tagad saskatāmas daudzas grūtības, kas būs saistītas ar novērojumu datu interpretāciju, tomēr attiecīgas metodikas izstrādāšana un tās pakāpeniska uzlabošana (kā tas parasti notiek šādos gadījumos) var izrādīties visai perspektīvs gravitācijas viļņu detektēšanas paņēmieni.

A. B a l k l a v s

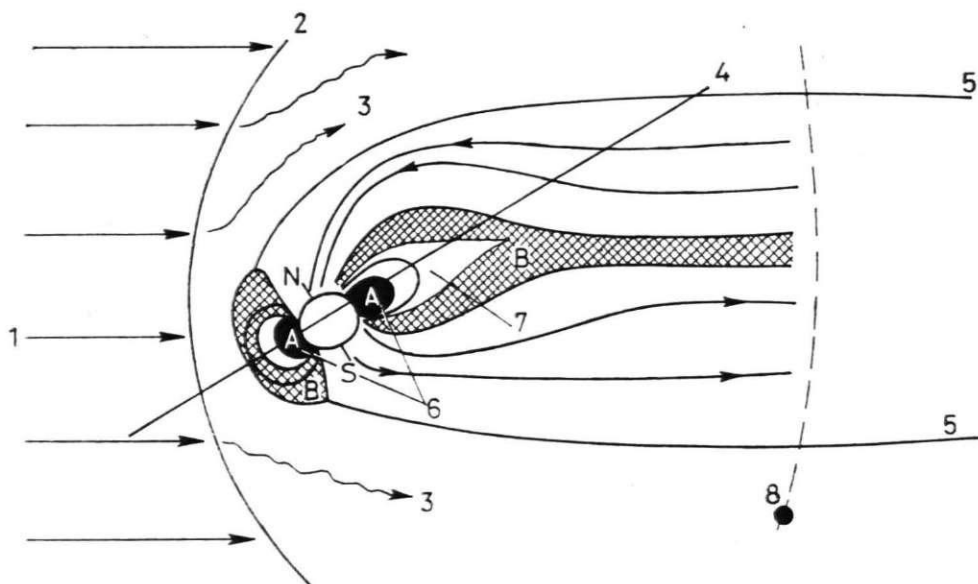
## Zemes magnetosfēra pulsē Saules ritmā

Jau vairāk nekā divus gadsimtus visas pasaules ģeofiziķi un astronomi pēta procesus, kas risinās Zemes augšējā atmosfērā un tās

magnetosfērā. Augšējā atmosfēra, tēlaini izsakoties, ir tā «virtuve», kurā tiek gatavots laiks, bet laiks ne tikai atstāj iespaidu uz garstāvokli, tas ir arī svarīgs cilvēka ražošanas darba faktors. Magnetosfēras eksistence ir saistīta ar to, ka Zeme kā magnēts veido ap sevi magnētisko lauku. Tā struktūra ir ļabi izsekojama pēc spēka līnijām (atcerēsīties eksperimentu no skolas fizikas kursa, kad uz baltas papīra lapas, zem kuras palikts magnēts, uzber dzelzs skaidiņas, un tās novietojas gar spēka līnijām). To telpas daļu ap Zemi, kurā izpaužas ģeomagnētiskā lauka darbība un kur tā saglabā vairāk vai mazāk praktiski nemainīgu, no Saules vēja neatkarīgu spēka līniju konfigurāciju, sauc par magnetosfēru.

Nevienam, kas dzīvo uz planētas Zeme, nepavisam nav vienalga, kas notiek magnetosfērā. Dzīvie organismi, no zemākajiem augiem un baktērijām līdz mugurkaulniekiem un cilvēkam ieskaitot, pastāvīgi atrodas Zemes magnētiskajā laukā un ilgas evolūcijas gaitā ir piemērojušies eksistencei tieši šādos apstākļos. Taču, izejot no pašiem vispārīgākajiem apsvērumiem, ir acīmredzams, ka ievērojamām magnētiskā lauka izmaiņām ir jāietekmē dzīvās būtnes, vismaz augsti organizētas būtnes. Daudzi eksperimenti to arī apstiprina.

Magnetosfēras pētījumu praktiskā nozīme krasi pieauga, kad parādījās radiosakari un tika konstatēta jonosfēras noteicošā loma radioviļņu izplatīšanā. Taču zināšanas par magnetosfēru palika visai ierobežotas līdz pat «kosmiskās ēras» sākumam, kad radās iespēja nogādāt aparatūru atmosfēras augšējos slāņos un pat ārpus tās robežām un izdarīt tur tiešus mērījumus. No šī brīža Zemes magnetosfēras un augšējās atmosfēras pētījumi kļuva par ģeofizikas vadošo nozari. Pētījumu gaitā iegūts daudz informācijas kā par magnetosfēras sastāvu un struktūru, tā arī par procesiem, kas tajā norisinās, un par šo procesu saistību ar Saules aktivitātes izpausmēm. Konstatēta magnetosfēras struktūras mainība, liela tajā notiekošo plazmas procesu daudzveidība, daudzu polārblāzmu tipu pastāvēšana, radiācijas joslu un garas magnētiskās šlepes (astes) eksistence.



Zemes magnetosfēras struktūra griezumā plaknē Zeme—Saule, kas iet caur Zemes magnētiskajiem poliem N un S: 1 — Saules vējš, 2 — triecienviļņa fronte, 3 — pārejas apgabals, 4 — ģeomagnētiskā ekvatora plakne, 5 — magnetopauze, 6 — radiācijas joslas, 7 — plazmopauze, 8 — Mēness orbita; A — blīvas plazmas apgabals, B — radiācijas aurorālā zona.

Pēdējā laikā pastiprināti tiek meklēti tie aģenti, kuri pārvada Saules uzliesmojumu ietekmi uz Zemes biosfēru. Kā vienu no iespējamiem (ar pietiekami pamatotu argumentāciju) šādas iedarbes aģentiem var minēt ģeomagnētiskā lauka zemfrekvences sastāvdaļu.

No tiešiem mērījumiem kosmiskajā un Zemei tuvajā telpā ir konstatēts, ka pastāv tā sauktais Saules vējš — nepārtraukta Saules plazmas plūsma; tie ir elektroni un protoni ar nelielu hēlija atomu kodolu un citu jonu piejaukumu, kuri kustas gandrīz radiāli ar apmēram 400 km/s lielu ātrumu. Šīs plūsmas ietekmē Zemes magnētiskais lauks no Saules puses vienmēr ir piespiests pie Zemes un no ārpuses magnetosfērai ir krasi izteikta robeža.

Zemākos un vidējos ģeogrāfiskajos platumos ģeomagnētiskā lauka spēka līnijas ir tikai nedaudz saspīestas, augšējos platumos tās ir piespiestas visai ievērojami, bet līnijas, kas iziet no polārajām cepurēm, vispār ir «aizpūs-

tas» Saulei pretējā virzienā. Šīs spēka līnijas aizstiepjās Zemes naktī pusē miljoniem kilometru tālu, veidojot magnetosfēras asti (sk. attēlu).

Spēcīgu iespaidu uz magnetosfēru atstāj Saules uzliesmojumi. No uzliesmojuma apgabala tiek izsviesta varena plazmas plūsma, kas ar ātrumu 1000 km/s vai vēl lielāku ātrumu virzās uz Zemi un, ietriekdamās magnetosfērā, rada tās perturbācijas. To pavada magnētiskā vētra ar visiem tās efektiem (polārblāzmas, radiosakaru traucējumi, magnētisko spēka līniju deformācija utt.). Magnetosfēra ir lamatas šīs plūsmas lādētajām daļiņām, kuras kustas gar spēka līnijām (pa spirāli, it kā uztīdamās tām virsū) un paliek augšējā atmosfērā, veidojot radiācijas joslas.

Kā zināms, PSRS Zinātņu akadēmijas Krimas Astrofizikas observatorijā akadēmiķa A. Severnija vadībā ar mūsu zemes (un visas austrumu puslodes) lielāko Saules torņa teleskopu ir atklātas globālas Saules pulsācijas ar

160 minūšu periodu.\* Saule ritmiski nedaudz saspiežas un atkal izplešas; rezultātā tās virsma gan tuvojas mums par 10 km, gan atkal attālinās. Ja ņem vērā to, ka Saules rādiuss ir 695 000 km, tad katram skaidrs, cik grūts uzdevums bija «izmaksšķerēt» šos 10 km, kuru robežās rādiuss mainās. Bija nepieciešama speciāla visai smalka un asprātīga metodika, ļoti jutīgi un precīzi aparāti. Drīz vien (apmēram pēc pusgada) tādu pašu rezultātu ieguva angļu fiziķi, bet pēc tam to apstiprināja amerikāņu un franču astronomu novērojumi. Sevišķi jāuzsver, ka analogisku rezultātu ieguva franču un amerikāņu ekspedīcija ģeogrāfiskajā Dienvidpolā, piecas diennaktis nepārtraukti novērojot Sauli (120 stundas polārajā dienā, kad Saule pusgadu paliek virs horizonta).

Kad bija parādījušies pirmie ziņojumi par atklātajām 160 minūšu perioda Saules globālajām pulsācijām, tika izteikta arī doma par šo pulsāciju iespējamo ietekmi uz Zemes magnetosfēru. Šīs hipotēzes pārbaudei Krimas Astrofizikas observatorijā tika veikta attiecīgu datu salīdzināšana, resp., dati, kas iegūti tiešos Saules pulsāciju novērojumos ar optisko metodi, tika salīdzināti ar atbilstošo ģeofizikālo mērījumu datiem. Kā tāds ģeofizikāls parametrs tika izvēlētas ģeomagnētiskā lauka mikropulsācijas. Šādas pulsācijas praktiski pastāvīgi novēro Zemes apgaismotajā pusē pusdienas laika stundās, un PSRS ZA Zemes fizikas institūta Borokas observatorijā tās mēri ar speciālu (fluksometrisko) aparāturu. Tika izvēlēti mērījumi, kas attiecas uz tiem pašiem laika intervāliem, kuros Krimā novēroja Saules pulsācijas. Datu analīze atklāja periodiskas ģeomagnētiskā lauka mikropulsāciju izmaiņas ar 160 minūšu periodu. Šo pulsāciju fāze izrādījās visai stabila (apstrādāšanai un analīzei tika ņemti mērījumi, kas iegūti no 1974. gada augusta līdz 1978. gada novembrim). Tas pats ir raksturīgs arī Saules globālajām pulsācijām. Tādējādi pilnīgi pamatoti var uzskatīt, ka Zemes magnetosfēras pulsācijas notiek

Saules pulsāciju ietekmē. Pašlaik astronomi un ģeofiziķi veic turpmākus pētījumus, kuru nolūks ir izstrādāt detalizētu Saules pulsāciju ietekmes mehānismu uz Zemes magnetosfēru.

V. Možerins

## Jaunas mazās planētas

Laikā no 1981. gada jūnija līdz 1983. gada aprīlim Starptautiskais mazo planētu pētīšanas centrs (Kembriđzā, Masačūsetsas štats ASV) apstiprinājis 288 jaunus mazo planētu nosaukumus. No šī skaita 79 planētām ir astronomu vārdi; pārējās nosauktas citu nozaru zinātnieku, kā arī rakstnieku, valstsvīru, Lielā Tēvijas kara varoņu un citu personu vārdos. Netrūkst arī tradicionālo mitoloģisko personību un ģeogrāfisko nosaukumu. Lielā daudzuma dēļ šajā rakstā minēsim tikai tās planētas, kas nosauktas astronomu vārdos, pārējās atstājot uz nākamā «Zvaigžņotās debess» numuru.

(1571) Cesco — Argentīnas astronoms Ronaldo Sesko, Laplatas observatorijas direktors, debess mehānikas speciālists, un viņa brālis Karloss Sesko, komētu un mazo planētu novērotājs Elleonsito observatorijā.

(1722) Goffin — beļģu astronomijas amatieris Edvīns Gofins, mazo planētu orbītu aprēķinātājs.

(1769) Carlostorres — Argentīnas astronoms Karloss Torress (1910—1965), komētu un mazo planētu novērotājs Kordovā.

(1953) Rupertwildt — amerikāņu astronoms, Jēlas universitātes profesors Ruperts Vilts (1905—1976), astrofizīķis, Saules un lielo planētu fizikas pētnieks.

(1990) Pilcher — astronomijas amatieris Frederiks Pilčers Ilinoīsā, mazo planētu novērotājs; veicinājis amatieru darbību šajā jomā.

(2007) McCuskey — amerikāņu astronoms Sidnijs Makaskijs (1907—1979), Vornera un Sveisija observatorijas direktors (1959—1970), Galaktikas struktūras pētnieks.

(2024) McLaughlin — amerikāņu astronoms Dins Bendžamins Maklaflins (1901—1965) no Mičiganas universitātes, pirmais pētījis zvaigžņu rotāciju, izmantojot spektrogrāfu.

\* Sk. arī: Averjaņihina J., Cimaho-  
viča N. Saules pulsācijas. — Zvaigžņotā de-  
bess, 1978. gada pavasaris, 12.—16. lpp.

(2137) Priscilla — amerikāņu astronome Priscila Boka (1896—1975) no Hārvarda kolēdžas observatorijas, pētījusi galvenokārt Galaktikas uzbūvi. Plaši pazīstama viņas un viņas vīra Bārta Boka kopīgi uzrakstītā grāmata «Piena Ceļš», kas piedzīvojuši vairākus izdevumus (divi no tiem tulcoti arī krieviski un izdoti Maskavā).

(2154) Underhill — amerikāņu astrofizikē Enna Anderhila, agro spektru tipu zvaigžņu speciāliste.

(2213) Mees — Beļģijas meteorologs un astronomijas amatieris Jāns Mēuss; aprēķinājis un izdevis «Aptumsumu Kanonu» — kas satur īsus datus par pagājušiem un turpmākiem aptumsumiem vairākos gadsimtos (iepriekšējais šāda veida darbs — T. Opolcera «Aptumsumu Kanons» — izdots 1887. gadā un sen neatbilst mūsdienu vajadzībām).

(2248) Kanda — japāņu astronoms Šigeru Kanda (1894—1974), Tokijas observatorijas līdzstrādnieks, mazo planētu, komētu un maigzvaigžņu pētnieks. Vadījis Japānas astronomijas amatieru organizāciju, pētījis arī japāņu un ķīniešu astronomijas vēsturi.

(2249) Yamamoto — japāņu astronoms Isei Jamamoto (1889—1959), Kioto universitātes astronomijas profesors un Kvasanas observatorijas direktors. Pētījis Saules sistēmas mazos ķermeņus, pazīstams arī kā labs astronomijas popularizētājs, nodibinājis Austrumu astronomijas asociāciju (1920).

(2308) Schilt — amerikāņu astronoms Jans Šilts no Kolumbijas universitātes, Galaktikas struktūras un dinamikas pētnieks.

(2312) Duboshin — padomju astronoms Georgijs Dubošins, Maskavas Valsts universitātes profesors, izcils speciālists debess mehānikā; P. Šternberga Valsts astronomijas institūta debess mehānikas katedras vadītājs, vairāku mācību grāmatu autors, Starptautiskās astronomijas savienības (SAS) 7. komisijas (Debess mehānika) prezidents (1970—1973).

(2314) Field — amerikāņu astronoms Džordžs Filds, Hārvarda un Smitsona Astrofizikas observatorijas direktors (1973), teorētiskās astrofizikas speciālists, pēti galvenokārt starpzvaigžņu un starpgalaktiku vidi.

(2323) Zverev — padomju astronoms Mitrofans Zverevs, Ļeņingradas universitātes profesors, ilggadīgs Pulkovas observatorijas direktora vietnieks, fundamentālās astrometrijas speciālists, t. s. Vājo zvaigžņu kataloga sastādīšanas iniciators. Pazīstams arī kā labs pianists.

(2325) Chernykh — Krimas astronomi Ludmila un Nikolajs Čerņihi, kas, sākot ar 1964. gadu, Krimas Astrofizikas observatorijā intensīvi novēro mazās planētas un komētas ar 40 cm dubultastrogrāfu. Jaunatklāto mazo planētu daudzuma ziņā Čerņihi izvirzījušies pirmajā vietā pasaulē.

(2338) Bokhan — PSRS ZA Teorētiskās astronomijas institūta (Ļeņingradā) vec. zin. līdzstrādniece Nadežda Bohane, mazo planētu un Enkes komētas kustības pētniece; viņas sastādītās ESM standartprogrammas izmanto arī Latvijas astronomi.

(2350) Von Lūde — Heidelbergas astronoms Heincs fon Līde (1914—1974), mazo planētu orbītu aprēķinātājs un to kustību pētnieks t. s. Kirkvuda spraugu tuvumā.

(2354) Lavrov — PSRS ZA Teorētiskās astronomijas institūta direktors Svjatoslavs Lavrovs, PSRS ZA korespondētājloceklis, izcils speciālists skaitļošanas matemātikā un ESM programmēšanas valodās un sistēmās.

(2358) Bahner — Heidelbergas observatorijas (VFR) astronoms Klavss Bāners, lielu astronomisku instrumentu konstruktors.

(2359) Debehogne — beļģu astronoms Anri Debehoņs, komētu un mazo planētu atklājējs un novērotājs.

(2372) Proskurin — PSRS ZA Teorētiskās astronomijas institūta līdzstrādnieks Vitālijs Proskurins (1919—1964), debess mehānikas speciālists, pētījis mazo planētu un ZMP kustības.

(2376) Martynov — izcilais padomju astrofizikāis Dmitrijs Martinovs, 40. gados Kazanas universitātes observatorijas direktors, tad Kazanas universitātes rektors (1951—1954), MVU P. Šternberga Valsts astronomijas institūta direktors (no 1956), VAĢB prezidents (1960—1975); vairāku mācību grāmatu autors astrofizikā, žurnāla «Zemļa i Vseļennaja» atbildīgais redaktors.

(2377) Shcheglov — padomju astronoms Vladimirs Ščeglovs, Uzbekijas PSR ZA Astronomijas institūta direktors (Taškentā, no 1941), astrometrijas un astronomijas vēstures speciālists.

(2385) Mustel — PSRS ZA Astronomijas padomes priekšsēdētājs Evalds Mustels, izcils astrofizīķis, Saules un zvaigžņu fizikas speciālists, žurnāla «Astronomičeskij žurnal» atbildīgais redaktors, SAS viceprezidents (1970—1976), VAĢB Maskavas nodaļas priekšsēdētājs.

(2386) Nikonov — Krimas astronoms Vladimirs Nikonovs, specializējies zvaigžņu fotoelektriskajā fotometrijā.

(2388) Gase — padomju astronome Vera Gaze (1899—1954), strādājusi Ļeņingradā mazo planētu jomā, vēlāk Simeizā (Krimā) zvaigžņu un difūzo miglāju pētniecībā.

(2394) Nadeev — padomju astrometrists un ģeodēzists Ļevs Nadejevs (1902—1974), veicis plašus uzmerīšanas darbus PSRS ziemeļos; nodibinājis Irkutskā Laika un frekvenču laboratoriju.

(2406) Orejskaya — PSRS ZA Teorētiskās astronomijas institūta līdzstrādniece Varvara Orejskaja; ierosinājusi starptautisku programmu, pēc kuras precīzi mazo planētu novērojumi tiek izmantoti fundamentālo zvaigžņu katalogu koordinātu uzlabošanai.

(2408) Astapovich — Kijevas universitātes profesors Igors Astapovičs (1908—1976), pētījis galvenokārt meteorus.

(2409) Chapman — amerikāņu astronoms Klārks Čepmens, Tūsonas Planētu institūta līdzstrādnieks, mazo planētu fizikālo īpašību pētnieks.

(2410) Morrison — Havaju universitātes astronoms Davids Morisons, mazo planētu fizikālo īpašību pētnieks.

(2411) Zellner — Arizonas universitātes (Tūsonā) astronoms Bendžamins Zelners, arī mazo planētu fizikālo īpašību pētnieks.

(2416) Sharonov — Ļeņingradas universitātes profesors un observatorijas direktors Vsevolods Šaronovs (1901—1964), Mēness, planētu, kā arī Zemes atmosfēras pētnieks.

(2421) Ninger — amerikāņu meteoritu pētnieks Hārvijs Nainindžers.

(2434) Bateson — Jaunzēlandes astronoms Frenks Beitsons, galvenokārt nodarbojas ar mainzvaigžņu pētniecību.

(2439) Ulugbek — pazīstamais uzbeku astronoms un matemātiķis Muhameds Taragajs Ulugbeks (1394—1449).

(2444) Lederle — Heidelbergas (VFR) astronoms Trudperts Lederle, mazo planētu kustību pētnieks, astrometrists.

(2445) Blažko — padomju astronoms Sergejs Blažko (1870—1956), Maskavas observatorijas direktors (1920—1931), Maskavas universitātes profesors (1931—1953), PSRS ZA korespondētājloceklis, Maskavas Mainzvaigžņu pētnieku skolas aizsācējs, devis arī jaunu metodi mazo planētu fotografēšanai, konstruējis oriģinālus instrumentus.

(2450) Ioannisiani — padomju astronomisko instrumentu (arī pasaules lielākā — 6 m) konstruktors Bagrats Joannisiani.

(2451) Dolfus — Parīzes astronoms Oduēns Dolfuss, planētu, arī mazo planētu, fizikālo īpašību pētnieks.

(2452) Lyot — franču astronoms Bernārs Lio (1897—1952), astronoms eksperimentētājs, daudzu oriģinālu aparātu, piem., ārpusaptumsa koronogrāfa, autors.

(2484) Parenago — padomju astronoms Pavels Parenago (1906—1960), Maskavas universitātes profesors, PSRS ZA korespondētājloceklis, Maskavas Zvaigžņu astronomijas skolas aizsācējs; pētījis Galaktikas struktūru, noteicis Saules orbitu Galaktikā, u. c., sastādījis mācību grāmatu zvaigžņu astronomijā.

(2497) Kulikovskij — padomju astronoms Pēteris Kulikovskis, Maskavas universitātes docents, speciālists zvaigžņu astronomijā, kā arī astronomijas vēsturē; mācību grāmatu un amatieru rokasgrāmatas autors.

(2498) Tseševič — padomju astronoms Vladimirs Cesevičs (1907—1983), Odesas Astronomijas observatorijas direktors, starptautiski atzīts mainzvaigžņu pētnieks. Novērojis arī mazās planetas. Labs astronomijas popularizētājs un rokasgrāmatas autors.

(2504) Gaviola — Argentīnas astronoms Enrike Gavjola, galvenokārt darbojas kā instrumentu konstruktors.



(2511) Patterson — amerikāņu ģeohimīķis Klērs Patersons, daudz darbojies astronomijā, piemēram, noteicis Zemes un meteorītu vecumu (apm.  $4,5 \times 10^9$  gadu) u. c.

(2544) Gubarev — padomju kosmonauts Aleksejs Gubarevs.

(2552) Remek — pirmais čehu kosmonauts Vladimīrs Remeks.

(2553) Viļjev — krievu astronoms Mihails Viļjevs (1893 Rīgā — 1919 Petrogradā); savā īsajā mūžā spējies veikt vairākus nozīmīgus pētījumus debess mehānikā, kā arī astronomijas vēsturē.

(2554) Skiff — amerikāņu astronoms Braiens Skifs, mazo planētu novērotājs Lavela observatorijā.

(2555) Thomas — amerikāņu astronoms Normans Tomass, mazo planētu novērotājs un zvaigžņu īpatnējo kustību pētnieks Lavela observatorijā.

(2563) Boyarchuk — Krimas astronoms Aleksandrs Bojarcuks, zvaigžņu fizikas pētnieks, SAS 29. komisijas (Zvaigžņu spektri) prezidents (1973—1976).

(2568) Maksutov — padomju astronomisko instrumentu konstruktors Dmitrijs Maksutovs (1896—1964), katadioptriskās meniska optiskās sistēmas izgudrotājs. Maksutova sistēmas teleskopus plaši lieto visā pasaulē.

(2586) Matson — amerikāņu astronoms Deniss Matsons no Reaktivās kustības laboratorijas, noteicis mazo planētu izmērus un albedo lielumus ar infrasarkanās radiometrijas metodi.

(2600) Lumme — Helsinku universitātes astronoms Kari Lumme, pētījis planētu un Saules sistēmas mazo ķermeņu optikas īpašības.

(2602) Moore — angļu astronoms Patriks Mūrs, pazīstams arī kā rakstnieks un astronomijas popularizētājs.

(2603) Taylor — angļu astronoms Gordons Teilors no Griničas Astronomijas observatorijas, galvenokārt nodarbojas ar t. s. aizklāšanās prognozēšanu; novērojot zvaigžņu aizklāšanos ar mazajām planētām, noteicis vairāku mazo planētu diametrus.

(2611) Boyce — amerikāņu astronoms Džozefs Boiss, strādā NASA sistēmā un pēti galvenokārt planētu un pavadoņu fiziku.

(2614) Torrence — amerikāņu astronoms Torrens Džonsons, Reaktivās kustības laboratorijā pēti Jupitera un Saturna pavadoņus, kā arī mazo planētu fotometriskās īpašības.

(2628) Kopal — angļu astronoms Zdeneks Kopal no Mančestras universitātes, Mēness, planētu un aptumsuma maiņzvaigžņu pētnieks.

(2659) Millis — amerikāņu astronoms Roberts Milliss no Lavela observatorijas, specializējies zvaigžņu aizklāšanās (okultāciju) metodes izmantošanā Saules sistēmas ķermeņu pētījumos; tādējādi noteicis dažu mazo planētu diametrus.

(2660) Wasserman — amerikāņu astronoms Lorenss Vasermens; kopīgi ar R. Milisu piedalās okultāciju metodes izstrādāšanā un pielietošanā mazo planētu (un citu objektu) pētījumos.

(2685) Masursky — amerikāņu astronoms Harolds Mazurskis, aktīvs līdzdalībnieks gan drīz visās Mēness un planētu pētišanas programmās, sākot ar «Ranger», «Apollo» u. c., beidzot ar «Voyager».

(2688) Halley — slavenais angļu astronoms Edmonds Halejs (1656—1742); šī planēta, kas atklāta 1982. gadā, nosaukta Haleja vārdā arī tāpēc, ka Haleja komēta atrasta 1982. gada oktobrī.

(2708) Burns — amerikāņu astronoms Džozefs Bērns no Kornela universitātes, Saules sistēmas ķermeņu pētnieks.

(2709) Sagan — amerikāņu astronoms Karls Seigans no Kornela universitātes, Saules sistēmas ķermeņu pētnieks, piedalījies to pētniecībā ar kosmiskajiem aparātiem «Mariner-9», «Viking», «Voyager» u. c.; pazīstams astronomijas popularizētājs.

(2710) Veverka — amerikāņu astronoms Džozefs Veverka no Kornela universitātes, mazo planētu un citu Saules sistēmas ķermeņu fizikālo īpašību pētnieks.

(2721) Vsekhsvyatskij — Kijevas universitātes profesors Sergejs Vsehsvjatskis, komētu un Saules pētnieks.

(2722) Abalakin — Ļeņingradas astronoms Viktors Abalakin, PSRS ZA Teorētiskās astronomijas institūta daļas vadītājs (līdz 1983), astronomiskās gadagrāmatas «Astronomiķiskij žezegodņik» atbildīgais redaktors, SAS 4. ko-

misijas (Efemeridas) prezidents (1976—1979), PSRS ZA Galvenās astronomijas observatorijas (Pulkovā) direktors (no 1983).

(2723) Gorshkov — padomju astronoms un ģeodēzists Pjotrs Gorškovs (1883—1975), Ļeņingradas universitātes profesors, ģeodēzijas, gravimetrijas, debess mehānikas un astronomijas vēstures speciālists.

(2724) Orlov — Maskavas universitātes profesors Sergejs Orlovs (1880—1958), komētu fizikas speciālists, un Aleksandrs Orlovs (1880—1954), Golosejevas observatorijas (pie Kijevas) dibinātājs un pirmais direktors, pazīstams astrometrists.

Pēdējās četras planētas nosauktas arī par godu Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības 50 gadu jubilejai (pirmie burti veido saīsinājumu VAGO).

(2742) Gibson — amerikāņu astronoms Džeimss Gibsons, mazo planētu un komētu atklājējs un novērotājs.

(2761) Eddington — izcilais angļu astronoms un fiziķis Arturs Stenlijs Edingtons (1882—1944), veicis fundamentālus pētījumus zvaigžņu fizikā.

(2762) Fowler — angļu astrofiziķis Ralfs Faulers (1889—1944), zvaigžņu fizikas, īpaši balto punduru, pētnieks.

(2763) Jeans — angļu astronoms Džeimss Džinss (1877—1946), zvaigžņu dinamikas, evolūcijas un kosmogonijas pētnieks; pazīstams arī kā rakstnieks un astronomijas popularizētājs.

(2772) Dugan — amerikāņu astronoms Raimonds Smits Dagans (1878—1940), maīnzvaigžņu pētnieks, darbojies arī mazo planētu jomā. Kopā ar Raselu un Stjuartu sastādījis mācību grāmatu astronomijā, kas tulkota arī krievu valodā.

(2780) Monnig — amerikāņu meteorītu pētnieks Oskars Monigs.

. M. Dīriķis, I. Zlakomanova



### KOSMOSĀ — INDIJAS PILSONIS

Saskaņā ar starptautiskās sadarbības programmu, ko kosmonautikas jomā īsteno PSRS, izplatījumā pabijis vēl vienas valsts — Indijas Republikas — pilsonis.

Pēc vienošanās starp abu valstu valdībām 1982. gada septembrī Padomju Savienībā ieradās divi Indijas Gaisa kara spēku lidotāji — Rakešs Šarma un Ravišs Malhotra. Jurijs Gagarina Kosmonautu sagatavošanas centrā viņi pusotra gada laikā apguva pilnu apmācības kursu

lidojumiem kosmosa kuģos «Sojuz T» un orbitālajās stacijās «Salūts» (ait.). Pamatapkalpē kopā ar padomju kosmonautiem Juriju Mališevu (kuģa komandieris) un Nikolaju Rukavišņikovu (bortinženieris) tika iekļauts Rakešs Šarma (kosmonauts pētnieks), bet dublējošajā apkalpē — attiecīgi Anatolijs Berezovojs, Georgijs Grečko un Ravišs Malhotra; kad Nikolajs Rukavišņikovs nopietni saslima, viņa vietā tika norīkots Genadijs Strekalovs. Tieši šādā sastāvā tad arī padomju un indiešu viesapkalpe 1984. gada 3. aprīlī ar kosmosa kuģi «Sojuz T-11» devās uz or-



Indiešu kosmonauti Rakešs Šarma un Ravišs Malhotra orbitālās stacijas «Salūts-7» maketa-trenažiera pārejas nodaļā. (TASS fotohronika.)

bitālo staciju «Salūts-7», lai nedēļu strādātu kopā ar tās pamatapkalpi — padomju kosmonautiem Leonīdu Kizimu, Vladimīru Solovjovu un Oļegu Atjkovu.

Padomju un indiešu pilotējamais lidojums nav vienīgais abu valstu kopīgais pasākums kosmo-

nautikas jomā: 1975. gadā ar padomju nesējraķeti tika pacelts izplatījumā Indijas pirmais Zemes mākslīgais pavadoņš «Ariabhata», bet vēlāk — Indijas dabas resursu izpētei domātie pavadoņi «Bhaskara-1» un «Bhaskara-2».

E. Mūkins

## MŪSDIENU KOSMISKIE TELESKOPI. 1

### [Ultravioletais diapazons]

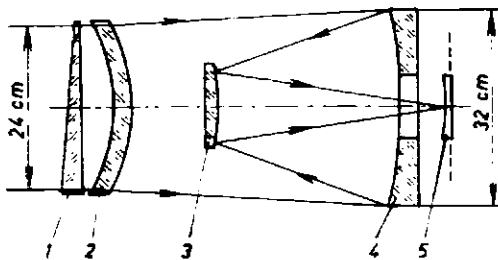
Jau vairāk nekā divus gadu desmitus astronomi izmanto unikālo iespēju, ko paver teleskopu pacelšana kosmosā, — iespēju novērot debess spīdekļus itin visā ārkārtīgi plašajā elektromagnētisko viļņu diapazonā, kamēr no Zemes to var darīt praktiski tikai divos atmosfēras «caurspīdības logos» — redzamajā gaismā un radioviļņos. Kosmiskās astronomijas pirmajos gados šādiem novērojumiem parasti bija īslaicīgu, iepriekš rūpīgi plānotu un izpildes gaitā vairs praktiski negrozāmu eksperimentu raksturs. Vēlāk sekoja sistemātiskas visa debessjuma apskates vispirms ultravioletajā, tad rentgena un visbeidzot gamma starojuma diapazonā, kādu laiku izpalika vienīgi apskate infrasarkanajā diapazonā, kas ir mazliet pieejams arī no Zemes]. Mūsdienās specializētie pavadoņi ar tajos uzstādītajiem teleskopiem aizvien vairāk līdzinās īstām observatorijām, kas pēc ielūkošanās dzijuma Visumā, pētījumu daudzpusīguma un novērojumu organizācijas principiem vairs tikpat kā neatšķiras no tradicionālo diapazonu observatorijām uz Zemes.

Ultravioletā starojuma diapazonā, kas aptver viļņa garumus no dažiem simtiem līdz trīsarpus tūkstošiem angstrēmu ( $1\text{Å}=10^{-7}\text{ mm}$ ), atrodas Visumā izplatītāko vielu galvenās spektra līnijas: atomārā ūdeņraža — 912 Å, molekulārā — 1216 Å, hēlija — 514 Å, u. c. Pēc šo līniju intensitātes, platuma, formas, nobīdes, sašķeluma vairākos komponentos var noteikt izstarojošās vai absorbējošās vides sastāvu, temperatūru, blīvumu, kustības ātrumu, magnētiskā lauka stiprumu. Tieši ultravioletajā diapazonā koncentrēta lielākā daļa enerģijas, ko izstaro desmitiem tūkstošu grādu karsti objekti — masīvas jaunas zvaigznes, daudzu vēsāku zvaigžņu atmosfēras, planetāro miglāju viela. Ne mazums šāda starojuma nāk no gāzes, kas ciešās dubultsistēmās pārplūst no normālās zvaigznes uz ultrablīvo ķermeni — neitronu zvaigzni vai varbūt pat melno caurumu. Tāpat novērojumi ultravioletajos staros (pirmām kārtām spektroskopijā) spēj sniegt daudzveidīgu informāciju gan par šiem

Visuma eksotiskākajiem objektiem, gan par parastām zvaigznēm, gan par starpzvaigžņu vidi, gan par Saules sistēmas planētām, to pavadoņiem un komētām.

Tā kā ultravioletie stari (izņemot pašus īsākos) pakļaujas parastajiem gaismas laušanas un atstarošanas likumiem, to savākšanai un attēlu vai spektru veidošanai noder tādas pašas optiskās ierīces un paņēmieni kā redzamajā gaismā (1. att.). Vienīgi stikla vietā, kurš šos starus stipri absorbē, lēcu un prizmu izgatavošanai jālieto kvarcs vai kalcijs, bārija un litija fluorīdi, bet optiskās virsmas mazāka viļņa garuma dēļ vēlams izslīpēt dažas reizes precīzāk nekā parastajiem teleskopiem. Savāktā starojuma uztveršanai tāpat kā redzamajā gaismā var izmantot fotoelektronu daudzkārsotājus, speciālus fotomateriālus vai telekameras.

Pirmā plašā debess apskate ultravioletajos staros tika izdarīta 1968.—1973. gadā ar četriem 31 cm diametra teleskopiem, kas darbojās (katrs



1. att. Padomju ultravioletā teleskopa-spektrogrāfa «Orions-2» optiskā shēma: 1 — prizma zvaigžņu attēlu izvēršanai spektros, 2 — korekcijas lēca jeb menisks no attēla kropļojumiem brīvā redzes lauka palielināšanai, 3 — palīgspogulis gaismas virzīšanai uz fotoplati, 4 — galvenais spogulis gaismas savākšanai un attēla veidošanai, 5 — palīglēca fokālās virsmas iztaisnošanai. (Pēc «Zemļa i Vseļenaja».)

savā spektra joslā) amerikāņu pavadonī OAO-2; tās gaitā tika reģistrēti pāri par 100 tūkst. spīdekļu. Ar citiem šīs orbitālās observatorijas teleskopiem tika uzņemti spektri ar izšķirtspēju 20—200 Å diviem tūkstošiem objektu. Ar 24 cm diametra teleskopu «Orions-2», kas 1973. gada decembrī nedēļu ilgi darbojās padomju kosmosa kuģī «Sojuz-13», spektrogrammas ar jau augstāku izšķirtspēju — 8—28 Å — tika iegūtas pieciem tūkstošiem zvaigžņu un citu spīdekļu. Bet 1972.—1981. gadā ar pavadona OAO-3 «Copernicus» 82 cm diametra teleskopu daži simti spožu objektu tika novēroti ar spektrālo izšķirtspēju līdz 0,05 angstrēmēm.<sup>1</sup>

No pašlaik funkcionējošiem ultravioletajiem teleskopiem pats lielākais ir «Spika», kas līdztekus diviem rentgenspektrometriem uzstādīts pavadonī «Astron» — mūsu valsts pirmajā automātiskajā orbitālajā observatorijā (2. att.). Tā galvenā spoguļa diametrs ir 80 cm, bet virsma, kuras hiperboliskā forma nodrošina diezgan lielu redzes lauku, izslīpēta ar precizitāti, kas ir augstāka par 0,0001 milimetru. Teleskopa savāktais starojums, atstarojoties no difrakcijas režģa,

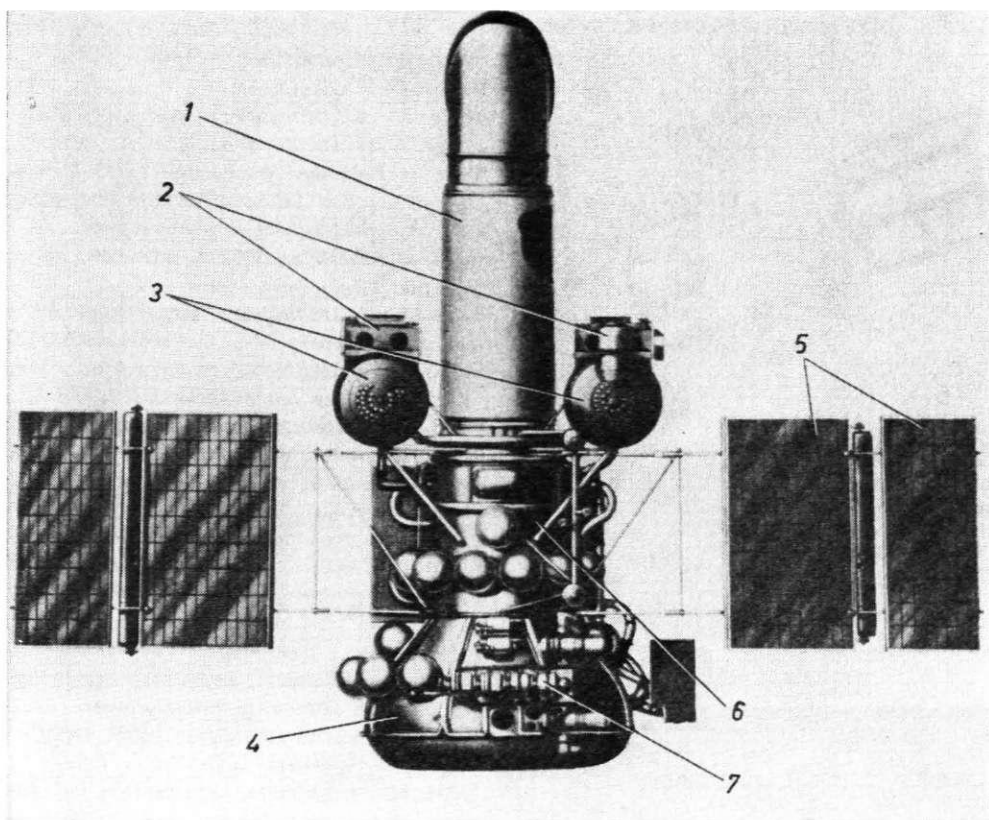
<sup>1</sup> Šeit neaplūkojam Saules izpētei domātos ultravioletos teleskopus, kas novērojamā objektā izcilā spožuma un lielo leņķisko izmēru dēļ būtībā ir citas klases instrumenti.

izvēršas spektrā, kura fotoelektrisku pierakstu panāk ar mehānisku skenēšanu — pārvietojot aptveri ar fotodaudzkrāsotājiem. Šie starojuma uztvērēji ļauj novērot spīdekļus 1150—3400 Å diapazonā, atkarībā no objekta spožuma un pētījuma uzdevumiem izraugoties augstu vai zemu spektrālo izšķirtspēju — attiecīgi 0,4 angstrēmi un 14 vai 28 angstrēmi. Lai radītu optimālus apstākļus dažādu tipu objektu novērošanai, spektrometram ir trīs ieejas diafragmas: spožām zvaigznēm — ar diametru 0,04 mm, vājām zvaigznēm un ārpusgalaktikas objektiem — 0,4 mm, miglājiem un Galaktikas ultravioletajam fonnam — 3 milimetri. Starojuma intensitātes mērīšanas ilgums vajadzīgajā spektra iecirknī var mainīties, pielāgojoties objekta spožumam, no 0,5 sekundēm līdz vairākiem desmitiem minūšu.

Teleskopa un spektrometru komplekss un ar to īstenojamā pētījumu programma izstrādāta PSRS Zinātņu akadēmijas Krimas Astrofizikas observatorijā, piedaloties Marseļas Kosmiskās astronomijas laboratorijai (Francija), kā arī Bjurakanas observatorijai. Pats pavadonis izveidots, par pamatu ņemot otrās paaudzes automātisko starplanētu staciju «Venēra» konstrukciju.

Pirms novērojumu sākuma uz «Astron» jānosūta gara komandu virkne, kas uzdod teleskopa pagriešanās leņķus, spektrometra un astroorientācijas iekārtu, kā arī dažādu bortsistēmu darbības režīmus. Atbilstošā programma tiek sagatavota jau labu laiku iepriekš; kad pavadonis to ir saņēmis, teleskops, pagriežoties visai orbitālajai observatorijai, tiek pavērsts uz interesējošo objektu ar dažu loka minūšu precizitāti. Tēmējuma pareizību pārbauda, izmantojot nelielu palīgteleskopu, kuram pievienotā telekamera raida novērojamā zvaigžņu lauka attēlus uz Zemi. Ja tēmējums ir pieņemami precīzs, zvaigzne uzreiz nonāk teleskopa stabilizācijas sistēmas redzes laukā un tiek automātiski savienota ar spektrometra ieejas diafragmu, ja nav — tiek izskaitļots un īstenots papildu pagrieziens, kas kļūdu novērš.

«Astron» ievadīts ļoti izstieptā orbītā ar periģeju 2000 km un apogeju 200 tūkst. km un tādējādi vairāk nekā 90% lidojuma laika uzturas ārpus mūsu planētas radiācijas joslām, kuras rada traucējumus starojuma uztvērējos. Turklāt, kustoties pa šādu trajektoriju, pavadonis ilgāku



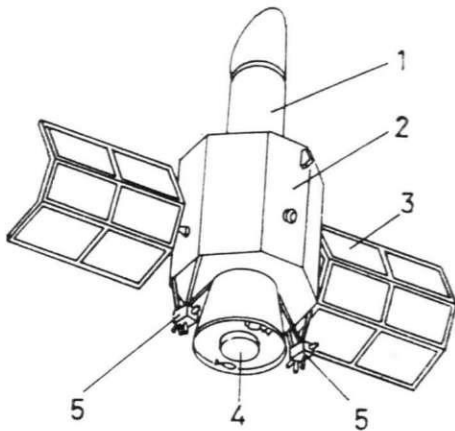
2. att. Padomju orbitālā observatorija «Astron»: 1 — ultravioletais teleskops, 2 — rentģenspektrometri, 3 — papildu instrumentu konteineri, 4 — galvenais instrumentu konteiners, 5 — Saules bateriju paneļi, 6 — pavadoņa korpus, 7 — astroorientācijas iekārtas. (Pēc «Zemļa i Vseļennaja».)

laiku paliek sakaru stacijas radioredzamības zonā, un iegūto mērījumu rezultātus tad var uzreiz pārraidīt uz Zemi; pretējā gadījumā tos ieraksta kosmiskā aparāta atmiņas iekārtā un uzglabā līdz kārtējam sakaru seansam. Uztverošajā stacijā saņemto informāciju pieraksta magnētiskajā lentē, no kuras to vēlāk nolasa un atšifrē Krimas Astrofizikas observatorijas elektroniskie skaitļotāji. Noslēdzoties teleskopa trešajam darbības mēnesim orbītā, observatorijas līdzstrādnieki spēja apstrādāt 80% pienākošās informācijas un bija izvirzījuši mērķi panākt, lai jau drīzumā astoņas stundas pēc seansa beigām būtu apstrādāti visi tajā iegūtie dati.

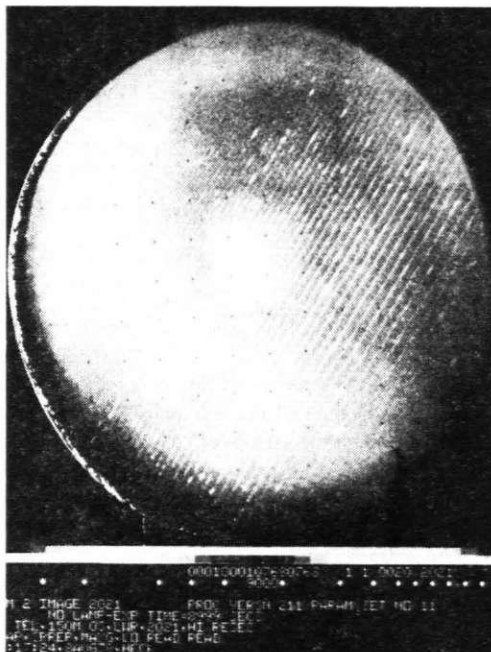
Kopš 1983. gada 3. aprīļa, kad notika pirmais zinātnisko pētījumu seans ar «Astron» ultravioleto teleskopu, līdz gada beigām bija novērota 61 zvaigzne, 17 galaktikas un kvazāri, 19 mūsu Galaktikas starojuma fona laukumi.

Kosmosā turpina darboties arī kāds mazāks ultravioletais teleskops — orbitālajā observatorijā IUE (International Ultraviolet Explorer), ko kopīgiem spēkiem izveidojušas ASV Nacionālā aeronautikas un kosmonautikas pārvalde (NASA), Eiropas Kosmonautikas pārvalde (ESA) un Anglijas Zinātnisko pētījumu padome (3. att.). Starojums, ko savāc hiperbolisks galvenais spogulis ar diametru 45 cm, caur vienu no divām





3. att. Orbitālā observatorija IUE: 1 — ultravioletais teleskops, 2 — pavadoņa korpuss, 3 — Saules bateriju paneli, 4 — dzinējs pārejai uz galīgo (ar Zemes rotāciju sinhrono) orbītu, 5 — orientācijas un stabilizācijas sistēmas mikrozināji. (ESA attēls.)



ieejas diafragmām nonāk spektrometrā, kur difrakcijas režģi to sadala vai nu vienlaidu spektrā ar izšķirtspēju  $6 \text{ \AA}$  (viens režģis), vai daudzos cits citu turpinošos fragmentos ar izšķirtspēju  $0,1 \text{ \AA}$  (divi savstarpēji perpendikulāri režģi). Šādi iegūtās spektrogrammas ar speciālām telekamerām tiek pārraidītas uz Zemi un kopumā aptver diapazonu no  $1150 \text{ \AA}$  līdz  $3200 \text{ \AA}$ , kas tehnisku apsvērumu dēļ sadalīts divos ar robežu ap  $1900 \text{ \AA}$  un nelielu savstarpēju pārklājumu.

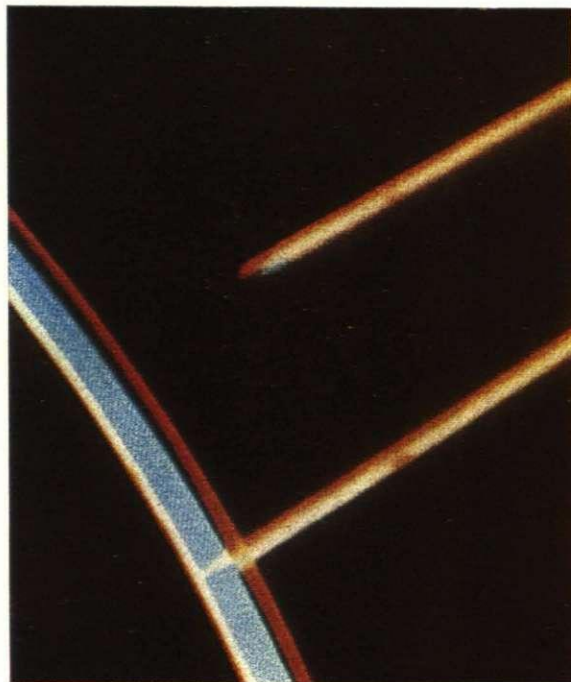
Pavadoņi IUE ievadīts aptuveni ekvatoriālā maz izstieptā orbītā ar vidējo augstumu  $36 \text{ tūkst. km}$ , pa kuru riņķo ar 24 stundu periodu Zemes rotācijas virzienā un tādēļ vienmēr atrodas virs viena un tā paša mūsu planētas apgabala. Tādējādi ar šo orbitālo observatoriju var nepārtraukti uzturēt abpusējus radiosakarus un darbināt to būtībā tāpat kā automatizētus teleskopus uz Zemes — uzreiz ieraudzīt un izvērtēt iegūtos spektrus (4. att.), vajadzības gadījumā operatīvi mainīt novērošanas režīmu (diafragmu, ekspozīciju u. tml.) un pat pētījumu objektu. Šī iespēja ir visā pilnībā realizēta, pateicoties ESM un citas elektroniskās aparatūras kompleksiem, kas uzstādīti abās «IUE observatorijās» uz Zemes — Grīnbeltā (Mērilendas štats, ASV) un Viljafrankā (Spānija).

Arī pēc novērojumu organizācijas IUE funkcionē līdzīgi daudzām parastajām observatorijām: viss lietderīgi izmantojamais pavadoņa darbības laiks tiek pētniecisko priekšlikumu konkursa kārtībā sadalīts ASV un Rietumeiropas valstu astronomiem, kuri tad paši ierodas kādā no vadības centriem un operatoru uzraudzībā strādā ar kosmisko teleskopu. Neliela daļa novērošanas laika tiek regulāri atvēlēta citu valstu

4. att. Orbitālās observatorijas IUE novērojumu dati uz displeja ekrāna Viljafrankas (Spānija) vadības centrā: uz daudzajām slīpajām svītrām, kuras kopumā veido zvaigznes RR Tel spektru diapazonā no  $1800$  līdz  $3200$  angstrēmiem, saskatāms pāri par  $300$  gaišu plankumiņu — dažādu ķīmisko elementu emisijas līniju. Ekrāna apakšdaļā atainota dažāda palīginformācija — telekameras un attēla numurs, apstrādes režīms, ekspozīcijas ilgums, objekta nosaukums, utt. (Pēc «ESO Messenger».)



Augšā — Saturna A gredzens ar abām raksturīgākajām dalījuma līnijām — Enkes spraugu (tuvāk vidum) un Klera spraugu (pie pašas ārmas) — un F gredzena «sargpavadonis» 1980 S27 (pats F gredzens nav iegaismojies isās ekspozīcijas dēļ). «Voyager-2» uzņēmums no 2,6 milj. km attāluma; apstrādes gaitā krāsas nedaudz pastiprinātas. Analogisks C gredzena attēls publicēts «Zvaigžņotās debess» 1982. gada vasaras numurā. Apakšā — Jupitera atmosfēras augšējie slāņi (balts, zils un sarkans) un planētas gredzens cauri spīdošā Saules gaismā; nonākot ēnā virs nakts puslodes, tas šķietami apraujas. «Voyager-2» uzņēmums no 1,55 milj. km attāluma, kosmiskajam aparatam atrodoties 2 grādos zem gredzena plaknes; krāsas pastiprinātas. (NASA/JPL attēli.)

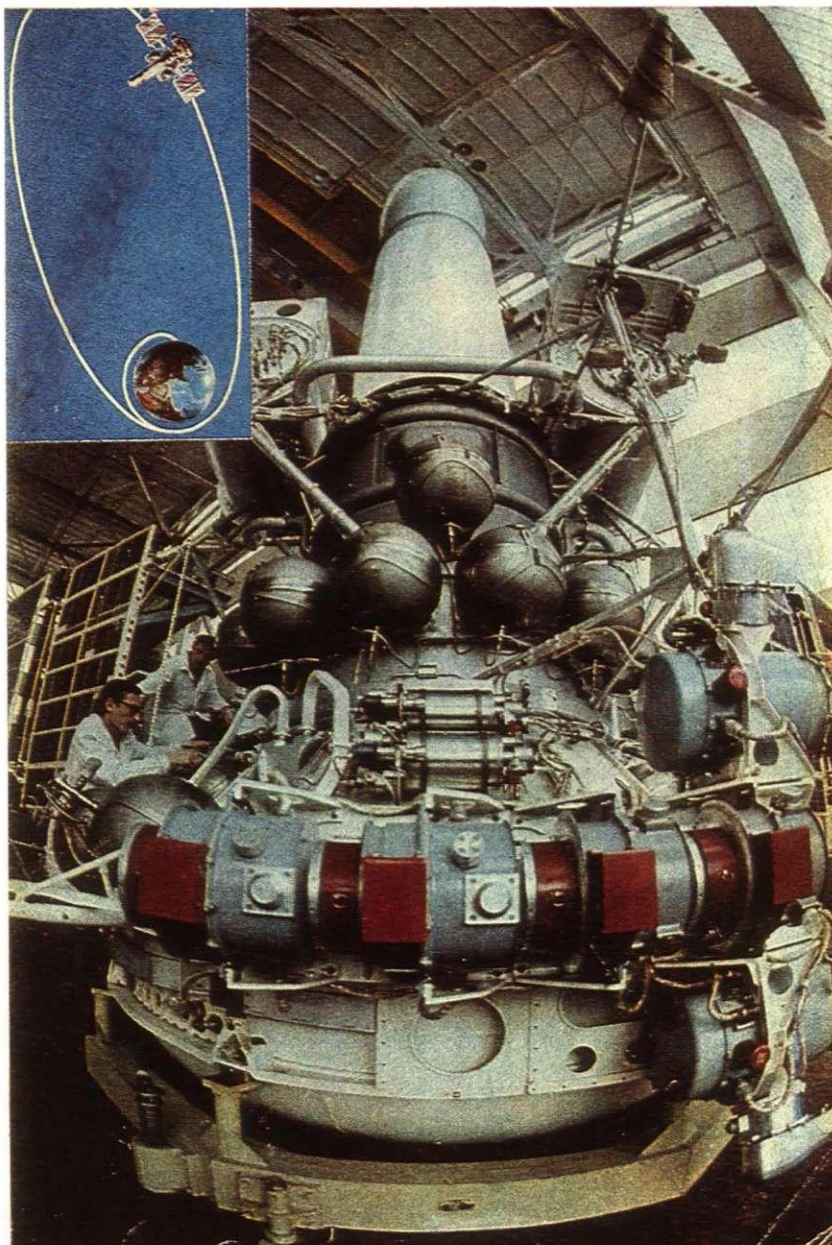




Japāņu zobārsta T. Kuribajaši 1966. gadā nofotografētā zemestrīču gaisma — divi no dažiem desmitiem attēlu, kas iegūti Macuširop apkaimē 1965. un 1966. gadā, pirmoreiz publicēti 1968. gadā un ir vienīgie līdz šim zināmie zemestrīču gaismas fotouzņēmumi. Gaisma parasti novērojama zemestrīces laikā, bet dažkārt arī pirms un pēc tās un ilgst pārdesmit sekunžu. (*Pēc «Bulletin of the Seismological Society of America».*)







Orbitālā observatorija «Astron» (PSRS) ar 80 cm diametra ultravioleto teleskopu montāžas cehā. Attēla augšdaļā — tās orbīta ap Zemi. (Pēc «Sovetskij Sojuz».)



Gaišais miglājs Tarantuls jeb Zelta Zivs 30 Lielajā Magelāna Mākonī. Sārtā krāsa izceļ jonizētā ūdeņraža (HII) apgabalus. Uzņēmums iegūts ar Eiropas Dienvidu observatorijas Šmita teleskopu Lasiljā (Čilē). (Pēc «The ESO Messenger».)



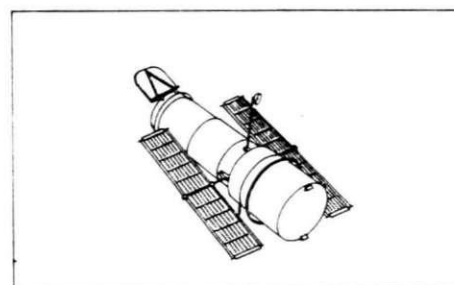
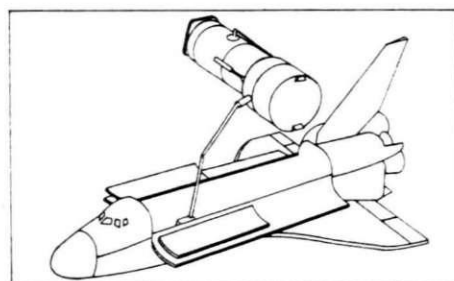
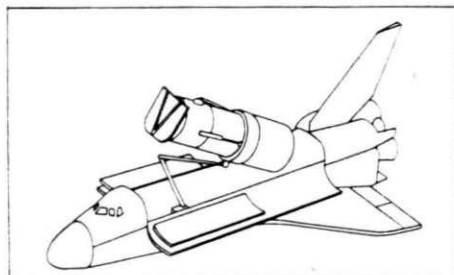
zinātniekiem, un tādējādi šo instrumentu varējuši izmantot arī daži padomju astronomi, viņu vidū arī Tartu Astrofizikas observatorijas darbinieki.

Praktiski darbs ar IUE noris augu diennakti trijās 8 stundu maiņās, no kurām katra (pavisam ap tūkstoti gadā) tiek izmantota atsevišķa objekta vai radniecīgu objektu grupas izpētei. Vienu maiņu ilgas ekspozīcijas gaitā spektrogrammas ar izšķirtspēju 0,1 Å var iegūt spīdekļiem līdz 11. zvaigžņlielumam, ar 6 Å izšķirtspēju — līdz 17. zvaigžņlielumam; divas maiņas apvienojot, kā dažkārt mēdz darīt, var pavisam vēl par nepilnu zvaigžņlielumu tālāk. Kopš 1978. gada marta, kad sākās regulāra IUE ekspluatācija, šādā veidā novērotas daudzas galaktikas, kvazāri un citi ārpusgalaktikas objekti; praktiski visu spektra klašu un tipu zvaigznes, to dubultsistēmas ar ultrablīviem ķermeņiem; tikko uzliesmojušas pārnovas citās galaktikās un to atliekas — mūsējā; planetārie miglāji, starpzvaigžņu gāzes un putekļu mākoņi; vairums Saules sistēmas planētu, daži to pavadoņi, kāds desmits komētu un vairāki asteroīdi.

Vēl viens ultravioletajiem novērojumiem piemērots kosmiskais teleskops — ar galvenā spoguļa diametru 242 cm — pašlaik ir tapšanas stadijā. Pašu pavadoņi-teleskopu ST (Space Telescope) būvē un gatavojas pacelt orbītā ar kosmoplānu «Space Shuttle» (5. att.) NASA, Saules baterijas un vienu no savāktā starojuma uztvērējiem gatavo ESA. Šo instrumentu paredzēts darbināt tiešas vadības režīmā gluži tāpat kā IUE teleskopu, lai gan ST lidos pa tikai 500 km augstu orbītu: nepārtrauktus sakarus nodrošinās ģeostacionāro pavadoņu-retranslatuoru sistēma TDRSS, kuras izvērsšana uzsākta jau pagājušajā gadā.

Sākotnēji divarpus metru kosmiskais teleskops gan bija iecerēts galvenokārt kā redzamās gaismas instruments, kas, pateicoties izcilajiem novērošanas apstākļiem ārpus atmosfēras, ļautu saskatīt apmēram 50 reizes vājākus spīdekļus, nekā iespējams visspēcīgākajiem teleskopiem uz Zemes<sup>2</sup>, turklāt kādas 10 reizes detalizētāk (līdz

<sup>2</sup> Ar lieliem teleskopiem uz Zemes praktiski var droši reģistrēt objektus līdz 25. zvaigžņlielumam, pētīt spektroskopiski — aptuveni līdz 22. zvaigžņlielumam.



5. att. Divarpus metru kosmiskā teleskopa izceļšana no kosmoplāna kravas telpas. (Pēc «Scientific American».)

teorētiski iespējamai leņķiskās izšķirtspējas robežai). Taču jau līdzšinējo panākumu apliecinātais ultravioleto novērojumu zinātniskais nozīmīgums un, no otras puses, pret instrumenta optiku izvirzāmo prasību līdzīgums abos minētajos starojuma diapazonos ir situāciju mainījis. Pašreizējā, reāli būvējamajā teleskopa variantā visiem pieciem sākotnēji uzstādāmajiem gaismas uztvērējiem jāspēj vienlīdz labi darboties viļņu garumu diapazonā no aptuveni 1100 Å līdz 7000 vai 11 000 Å, tātad tie ir vairāk pat tieši ultravioletā nekā redzamā starojuma instrumenti.



Šajā komplektā ietilpst telekameru pāris un spektrometru pāris, kuros viens instruments domāts ārkārtīgi vāju objektu novērošanai (telekamera līdz 29. zvaigžņlielumam, spektrometrs līdz 26. zvaigžņlielumam), bet otrs — relatīvi spožāku objektu novērošanai ar ļoti augstu izšķirtspēju (līdz 0,04 loka sekundēm un 0,02 angstrēmiem), kā arī precīzs un ļoti ātrdarbīgs fotometrs. Sākotnējam uztvērēju komplektam vajadzētu darboties pirmos piecus gadus — līdz brīdim, kad teleskops tiktu atkal iecelts kosmoplāna kravas telpā un atgādāts uz Zemi remontam un modernizācijai.

Orbitālās observatorijas ST svarīgākais elements — teleskopa galvenais spogulis ar diametru 2,4 m un hiperboliskās virsmas precizitāti 0,000004 mm (pēc pārklāšanas ar atstarojošiem slāņiem — 0,00001 mm), lai pilnībā varētu izmantot izcilos novērošanas apstākļus, — tika pabeigts jau 1981. gada rudenī. Taču negaidīti radās sarežģījumi ar dažām teleskopa palīgsistēmām (kurām izvirzītas tikpat augstas tehniskās prasības kā galvenajam spogulim), vienlaikus izpaudās arī dažas organizatoriska rakstura nepilnības — daudzo projektā iesaistīto pētniecisko centru un rūpniecisko firmu attiecībās, u. tml. Tādēļ šo instrumentu varēs pacelt izpla-

tījumā visdrīzāk tikai ap 1986. gada vidu, nevis 1985. gada sākumā, kā vēl nesen cerēja.

Pēc tehniskās koncepcijas un ārējiem apveidiem līdzīgu kosmisko teleskopu, tikai daudz mazāku — ar galvenā spoguļa diametru 45 cm — un vienam vienīgam lidojumam domātu, būvē starptautiska astronomijas amatiere organizācija ISRG (International Space Research Group), kuras mītne atrodas ASV. Līdzīgi savam lielākajam prototipam, pavadoņa-teleskops **AST** (Amateur Space Telescope) domāts novērojumiem gan ultravioletā, gan redzamā, gan mazliet arī infrasarkanā starojuma diapazonā, proti, no 1900 Å līdz 10 000 Å, turklāt ar maksimālo leņķisko izšķirtspēju, kāda teorētiski iespējama šāda lieluma teleskopiem, — līdz 0,25 loka sekundēm redzamajā gaismā. Par starojuma uztvērējiem tam kalpos divas jutīgas (domājams, līdz 23. zvaigžņlielumam 10 stundu ilgas ekspozīcijas gaitā) telekamas, trīs fotometri, kā arī neliels spektrometrs darbam tikai ultravioletajā diapazonā. Arī šo kosmisko teleskopu, neraugoties uz zemo orbītu, iecerēts vismaz daļēji darbināt tiešas vadības režīmā, izmantojot daudz augstāk lidojošu sakaru pavadoņi — protams, arī amatieru...

E. M ū k i n s



## Divdesmit zvaigžņu gadi

Pirms divdesmit gadiem — 1964. gada 22. jūlijā piepildījās Latvijas astronomu sapnis par savu planetāriju.

Rīgā tika uzstādīts «Lielais Ceiss» — zvaigžņu, planētu un citu planetārija efektu projektors (ceturtais Padomju Savienībā). Tas bija izcils notikums republikas zinātnes un kultūras dzīvē, jo 1964. gadā šādu planetāriju nebija (un vēl šodien nav) vairāku Eiropas valstu galvaspilsētās.

Par to, ka Republikāniskā Zinību nama ietvaros izveidotais planetārijs ir vajadzīgs un iecienīts, liecina divdesmit pastāvēšanas gadu statistika. Šajā laikā planetāriju apmeklējuši vairāk nekā trīs miljoni cilvēku (1981. gadā vien 241 tūkst.).

Lekciju darba sistematizēšanai planetārijā izveidoti 26 lekciju cikli — 10 publiskai auditorijai un 16 specializēti mācību cikli skolu jaunatnei. Vairāki no tiem tiek vēl dalīti plūsmās. Cikls skolām astronomijā, piemēram, diferencēts vidusskolām, tehnikumiem un profesionāli tehniskajām mācību iestādēm 16 plūsmās. Visos ciklos kopumā ir 64 šādas plūsmas, katrā plūsmā septiņi astoņi seansi, — no šiem skaitļiem vien var spriest, cik sarežģīts ir planetārija organizatoriskais, zinātniskais un metodiskais darbs.

Dažkārt dzird sakām, ka mūsu lielākā bagātība ir Vācijas Demokrātiskās Republikas firmas «Carl Zeiss» ražotais universālais projekcijas aparāts. Taču jāteic, ka planetārija gūtie panākumi nebūtu iespējami bez speciālistiem, kuri te strādā. Vairāki no viņiem — lektori L. Kondraševa un J. Miezis, vecākais inženieris H. Krumholcs — ir Zinību nama veterāni, darbojas kopš tā atklāšanas dienas.

Ļoti sarežģīta ir planetārija lektora darba specifika. Viņam jābūt gan eruditam zinātniekam, gan vienlaikus arī operatoram, māksliniekam un aktierim. Atsevišķu planetārija lektoru kontā ir pat 30—50 augstā līmenī sagatavotu lekciju. Lekcijas regulāri jāpārstrādā un jāpapildina ar bagātu informāciju, ko ik dienas sniedz zinātniskā literatūra.

Aktīvi ar mums sadarbojas arī ārštata faktori. Esam pateicīgi LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijas un LVU Astronomiskās observatorijas vadībai par palīdzību lekciju darbā. Ne vienreiz vien divdesmit gados pie lektora pulsta stājušies fizikas un matemātikas zinātņu kandidāti M. Dīriķis, I. Daube, N. Cimahoviča, E. Grasbergs un I. Šmelds, lektori E. Mūkins un K. Aniskeviča.



1. att. Ilggadējais planetārija lektors J. Miezis vada astronomijas pulciņa nodarbības.



2. att. «Lielā Ceisa» profilakse. Pie projektora vecākais inženieris H. Krumholcs.

Par to, lai teicami kalpotu aparatūra, rūpējas tehniskais personāls. Vecākā inženiera H. Krumholca un tehniķes S. Regutes nopelns ir tas, ka jau divdesmit gadus planetārijs darbojas bez kapitālā remonta. Mūsu projekcijas aparātu kvalitatīvo sniegumu augstu novērtējuši padomju kosmonauti G. Grečko un A. Gubarevs.

Planetārija darbu vada zinātniski metodiskā padome, kuras pirmais priekšsēdētājs bija J. Ikaunieks, bet tagad jau ilgu gadus — fizikas un matemātikas zinātnieku kandidāts A. Alksnis. Padome izskata un apstiprina zinātniskā un metodiskā darba plānus, recenzē lekcijas, konsultē lektoros.

Planetārija lekciju tematika ietver astronomijas zinātnei, kosmosa apgūšanas vēsturi un problēmas, zinātnes par Zemi, aktuālus dabas aizsardzības jautājumus, zinātnisko ateismu.

Astronomijas lekcijās tiek aplūkoti jaunākie atzinumi par Visumu, Saules sistēmas uzbūvi, ārpuszemes civilizāciju iespējamību, par gaidāmo Haleja komētas vizīti un citas tēmas.

Kosmonautikas zināšanu propagandā planetārijiem lielu palīdzību sniedz LVU Astronomiskās observatorijas zinātniskais līdzstrādnieks E. Mūkins, kuram PSRS Kosmonautikas federācija piešķirusi J. Gagarina medaļu par PSRS

sasniegumu kosmiskās telpas pētījumos un apgūšanā propagandu.

Ar mūsu darba pieredzi katru gadu iepazīstas vairāku citu Padomju Savienības planetāriju darbinieki. Piemēram, Maskavas planetārija vadītāji un lektori — K. Sistovskis, K. Porcevskis, PSRS ZA Astronomijas padomes priekšsēdētāja vietniece prof. A. Maseviča, V. Bronštens u. c. — Rīgā vairākkārt lasījuši arī lekcijas.

Savukārt, Rīgas planetārija darbinieki apmeklējuši Maskavas, Kijevas, Harkovas, Viļņas u. c. planetārijus.

Divdesmit gados izveidojušies sakari arī ar ārzemju, pirmkārt, sociālistisko valstu, planetārijiem. Mums ir iespēja salīdzināt, kā strādā Čehoslovākijā un Polijā, ko rāda un stāsta Tamperē (Somija) un Štutgartē (VFR). Pie mums bieži viesojas kolēģi no Rīgas brāļupilvētas Rostokas astronomiskā centra.

Papildus tiešajam lekciju darbam planetārijā notiek arī dažādi tematiski pasākumi, kas veltīti astronomu jubilejām, Kosmonautikas dienai, astronomijas un kosmonautikas zināšanu lektoru republikāniskie semināri, darbojas astronomu pulciņš, katru pavasari tiek organizētas astronomijas olimpiādes Rīgas skolēniem.

Protams, ne jau vienmēr viss izdodas, kā vēlētos. Ir vēl daudz neapgūtu tēmu, daudz tehniska rakstura plānu un ieceru. Mēs gaidām arī lasītāju priekšlikumus, kā uzlabot planetārija darbu.

Divdesmit gados esam ieguvuši daudz draugu un palīgu. Izsakām pateicību LPSR Zinību biedrības dabaszinātnu sekcijai un planetārija zinātniski metodiskajai padomei, Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļai, «Astronomiskā kalendāra» un «Zvaigžņotās debess» redakcijām par atbalstu, padomiem un laba novēlējumiem.

Jubilejas dienā jau divdesmitpiectūkstošo reizi dzisis gaismā planetārija zālē, iestāsies vakars un nakts, pie planetārija debesīm iemirdzēsies zvaigžņu raksti, «cilpos» planētas, atspīdēs polārbhlāzma, atkal un atkal skanēs pirmā padomju Zemes mākslīgā pavadoņa signāli...

Planetārijs iesaļos trešajā gadu desmitā.

V. Stinkulis

## Pirms septiņdesmit gadiem

Saules pilna aptumsuma  
josla šķērso Rīgu

Noteiktā Zemes virsmas vietā novērojams pilns Saules aptumsums ir visai reta parādība. Rīgā pēdējoreiz šī parādība tika novērota 1914. gada 8. augustā. Lai gan tā gada jūlijā bija sācies pirmais pasaules karš, aptumsums izraisīja lielu interesi.

Pārlūkosim ziņas par aptumsumu tolaik Rīgā izdotajā periodikā.

Rīgas Latviešu biedrības Derīgu grāmatu nodaļas daiļrakstniecības, zinātnes un mākslas mēnešraksts «Druva» 1914. gada 7. numurā ievietojis astronomijas studenta Ziedoņa Landava rakstu «Saules aptumšošanās 8. augustā 1914. gadā». Šis raksts bijis par pamatu priekšlasījumam Rīgas Latviešu biedrības Zinību komisijas sēdē 1914. gada vasarā. Raksta ievadā izskaidrota Saules aptumsuma būtība, dots vēsturisks apskats, kurā starp citu minēts, ka Rīga kopš dibināšanas piedzīvojusi jau četras centrālas Saules aptumšošanās, proti, 1207. gada 28. februārī, 1310. gada 31. februārī, 1476. gada 25. februārī un 1706. gada 12. maijā, ka turpmākie pilnie Saules aptumsumi Rīgā būšot novērojami 1954. gada 30. jūnijā (kā zināms, pilna aptumsuma josla Latvijā tad gan skāra tikai Kurzemes rietumdaļu) un 2142. gada 25. maijā. Pilna aptumsuma joslas centrālajai līnijai Eiropā bija jāiet pāri Norvēģijai, Zviedrijai, Botnijas līcim, ienākot Krievijas teritorijā pie Ālandu salām, pāri Dago (Hijumai) un Sāmsalai, skarot cietzemi netālu no Rīgas.

Pamatojoties uz profesora Vitrama aprēķiniem un uz Pulkovas observatorijas izdoto karti, raksta autors «mēģinājis pēc Tērbatas observatorijas astronomijas asistentenes M. Orlova jkdzes aizrādījumiem aprēķināt un uzzīmēt uz kartes aptumšošanās gājienu priekš Vidzemes un Kurzemes pilsētām un miestiem». Centrālajai aptumsuma līnijai bija jāiet caur Gaujas ieteku jūrā, Ogrī, Birzgali un Neretu, pie Rites ieejot Lietuvā. Pilna aptumsuma joslā iekļuva daudzas pilsētas un apdzīvotas vietas, to vidū Tukums, Ķemeri, Ainaži, Limbaži, Bauska, Cēsis, Valmiera, Jekabmiests (Jekabpils), Dinaburga (Daugavpils).

Rīgā pilna aptumsuma sākums bija 2h04m pēcpusdienā pēc vietējā laika jeb 2h28m pēc Pēterburgas laika. Z. Landava rakstā doti norādījumi, kā aptumsuma laikā izdarīt zinātniski nozīmīgus novērojumus: kā uzzīmēt Saules vainagu, kā noteikt vainaga spilgtumu, debesjuma nokrāsu, kā fiksēt Mēness ēnas kustības, dzīvnieku un augu izturešanos u. c.

Liels šķērslis, it sevišķi laukos, tolaik bija precīza laika nezināšana. So trūkumu vieglāk bija novērst dzelzceļa staciju un pasta nodaļu tuvumā. Raksta autors ieteica tiem, kuriem nav iespējams precīzi uzstādīt pulksteņus, izlietot saules pulksteni.

Klātpieliktā karte labi ilustrē aptumsuma gaitu caur Vidzemi un Kurzemi, tabulās doti aptumsuma kontakta momenti dažādām apdzīvotām vietām.

Pārlapojot 1914. gada augusta sākuma laikrakstus, redzam, ka tur dominē ziņas no pasaules kara frontēm, ka karš jau nonācis līdz Kurzemei («6. augustā plkst. 10 no rīta 3 ienaidnieka mīnu laivas bombardēja Užavas bāku» ...). Vai izdosies atrast kādas ziņas par aptumsumu? Tomēr jā!

«Dzimtenes Vēstnesis» trešdien, 6. augustā ziņo, ka «sakarā ar 8. augustā gaidāmo Saules aptumšošanas Kurzemes gubernators ar cirkulāru uzdevis visiem apriņķu priekšniekiem un policijmeistariem darīt iedzīvotājus uzmanīgus uz minēto dabas parādību, lai neizsauktu pie mānticīgajiem bailēs».

6. augustā «Rīgische Rundschau» iespiež īsu ziņojumu par gaidāmo aptumsumu.

7. augustā «Dzimtenes Vēstnesis» pārpublicē no «Druvas» Z. Landava rakstu un aptumsuma gaitas karti.

«Dzimtenes Vēstnesī», «Jaunākajās Ziņās» un «Rīgische Rundschau» varam atrast sludinājumus, kuros reklamē gan dažādus krāsainus stiklīņus, gan tumšas brilles aptumsuma novērošanai. Aptumsums solīja arī peļņu ...

«Dzimtenes Vēstnesis» 9. augustā raksta par aptumsuma novērošanas norisi: «Retā dabas parādība bija sapulcējusi uz Esplenādes pie Barklaja de Tollī pieminekļa interesentu pulkus, kuri ar krāsainiem, kvēpinātiem un «fotografētiem» stikliem lūkojās, kā nebēdnis Mēness taisījis laupīt Zemei dzīvības nesēju — Saules

gaismu. Fotografijas biedrības biedri ar dažādiem pašdarinātiem instrumentiem, uz 4. Latv. kreditbiedrības nama jumta sakāpuši, attēloja fotografiskā ceļā dažādus aptumšošanās momentus.»

Citā korespondencē lasām: «Vakar jau no paša rīta ekspreši un telegrammu pārdevēji zēni sparīgi tirgojās ar krāsotu stiklu gabaliem. Saules aptumsuma sākumā, sākot izlietot šos stiklus, izrādījās, ka tie, kaut arī pa diviem kopā salikti, ir par gaišiem. Daudzi turpat uz ielas šos stiklus ar sērkociņiem apkvēpināja, bet, kuri to nebija darijuši, vēlāk sūdzējās par acu apžilbināšanu.»

«Astronomu novērošanas punkti bija ierikoti, starp citu, uz Rīgas politehnikuma jumta un Āgenskalnā, kur vietējie un atbraucēji profesori un astronomi izdarīja ziniskus novērojumus un matemātiskus aprēķinus.»

Lūk, kā Saules aptumsuma gaitu «Rīgische Rundschau» 9. augusta numurā aprakstījis inženieris F. Z., kas Āgenskalnā novērojis ar 4 collu Reinfeldera un Hertela firmas tālskati (fokusa attālums 1,5 m, palielinājums 60 reizes). Mēnesim virzoties virsū Saules diskam no rietumu puses, uz Mēness austrumu malas ļoti izcēlušies divi blakusesoši krāteri. Aptumsuma pilnajā fāzē pāri Mēness malai dienviņdastrumu pusē stiepusies liela izliekta balti dzeltena protuberance. Saules vainags bijis balts un plats. Otra lieliska sarkana lokveida protuberance parādījusies īsi pirms pilnās fāzes beigām. «Uz Saules ziemeļaustrumu daļas atradās ļoti liels gandrīz apaļš ar platu peleku oreolu apvilkts Saules plankums, austrumos no tā atradās liela mazāku plankumiņu grupa, caur sarkanzaļu stiklu lielo plankumu varēja saredzēt ar neapbruņotu aci.»

Še piebildīsim, ka 1912. un 1913. gadā bija dziļš Saules aktivitātes cikla minimums un 1914. gada sākumā tikko sāka iezīmēties aktivitātes augšanas pazīmes. 1914. gada 11. augustā «Rīgische Rundschau» raksta par zinātniskajām ekspedīcijām, kas Rīgā un tās tuvumā novēroja aptumsumu.

No Pulkovas Astronomiskās observatorijas bija ieradusies ekspedīcija piecu cilvēku sastāvā: observatorijas direktors Baklunds, profesori Vitrams un Kostinskis, astronoms Bala-

novskis un students Viljevs. Viņi ar saviem instrumentiem novietojās Āgenskalna privātoobservatorijā, kas bija ierikota R. Bulovska grunts-gabalā. Ceturtdien, 7. augustā viņi te klusībā nosvinēja savas observatorijas 75 gadu jubileju. Piektdienas rītā bija apmākusies debess, taču barometra rādījumi kāpa un laiks uzlabojās, īsi pirms aptumsuma sākuma bija redzami tikai atsevišķi gubu mākoņi. Aptumsuma pilnajai fāzei sākoties, Saules vainags atmirdzēja tik krāšņās perlamutra nokrāsās, kādas neatcerējās pat pieredzejuši novērotāji. Pilnā spožumā bija redzami Venēra un Merkurs, netālu arī Lauvas zvaigznāja spožākā zvaigzne Reguls, apkārt Mēness malai varēja redzēt gleznaini sārtas protuberances.

Īsi pirms un īsi pēc aptumsuma pilnās fāzes uz izklāta palaga varēja novērot 3—4 collas platas skrejošas ēnas, kas mījās ar tikpat platumam gaišām joslām. Pulkovas astronomi aptumsuma pilnās fāzes laikā ieguvuši piecus uzņēmumus ar 4 collu astrogrāfu un sešus uzņēmumus ar 6 collu astrogrāfu. Nakti fotoplates attīstīja, un visi vainaga, hromosferas u. c. uzņēmumi izrādījās lieliski, detaļām pārpilni. Saules vainagam bija tipiska forma, kāda tā mēdz būt pārejas periodā no Saules aktivitātes minimuma uz maksimumu.

Otra ekspedīcija darbojās akadēmiķa B. Goličina vadībā, kurš bija Krievijas meteoroloģiskās un seismoloģiskās iestādes vadītājs. Viņš Saules aptumsumu novēroja Iksķilē. Aptumsuma laikā temperatūra te nokritās par 11 °R, taču divi 2 verstis augstu pacēlušies pūķi, kas nesa instrumentus, liecināja, ka tur temperatūra nav kritusies. Iegūti dati par gaismas polarizācijas, gaisa jonizācijas un Zemes magnētiskā lauka maiņām.

Trešā ekspedīcija bija iekārtojies uz Rīgas politehnikuma jumta. Doktors Poļetajevs Krievijas astronomijas biedrības uzdevumā tofografēja Saules vainagu polarizētā gaismā.

Tātad, neraugoties uz sākušos pasaules karu, 1914. gada 8. augusta pilnais Saules aptumsums tika pienācīgi sagaidīts. Par šo krāšņo dabas parādību var pastāstīt vēl arī dažs labs aculiecinieks.



## MATEMĀTISKĀS SPĒLES AR VARBŪTISKĀM STRATĒGIJĀM

Prāta un domāšanas galvenie veicinātāji, fantāzijas attīstītāji un ierosinātāji bērnībā ir rotaļas un spēles. Psihologu vidū vēl nav vienprātības jautājumā, uz ko tās iedarbojas vairāk — uz loģisko domāšanu vai iztēli, bet, cik daudz tās mums devušas, atceramies katrs pats no savas bērnības.

Ir kāds spēļu veids, kas gan maz palīdz fantāzijai, bet ir ļoti cieši saistīts ar loģiskās domāšanas attīstību, — matemātiskās spēles.

Matemātiskās spēles tiek sastādītas tā, ka tās iespējams spēlēt (un dažreiz pat uzvarēt) «uz labu laimi», bet parasti tām var izstrādāt determinētu rīcības plānu, kas vienmēr garantē panākumus, ja vien sākuma pozīcija nav *a priori* zaudēta; tādā gadījumā minētais rīcības plāns ļauj to noskaidrot.

Rakstā aplūkotas cita tipa spēles, un atrast tām determinētus uzvarošus algoritmus principā nav iespējams. Toties tām var izstrādāt cita tipa — varbūtiskas stratēģijas. Šo stratēģiju pamatideja par gadījuma faktora (minēšanas) kombinēšanu ar determinētu rīcības plānu ir ļoti pamācoša, jo viņas augstība Nejausība ir tik varena, ka arī precīzajā matemātikā ar to nerēķināties bieži vien nav prātīgi. (Virknē uzdevumu — arī turpmāk aplūkotajos — varbūtiskie algoritmi ir vienīgie, kurus vispār iespējams lietot.)

Pētīt šī tipa matemātiskās spēles mani pamudināja kāds darbs\*, kurā aplūkota arī turpmāk paskaidrotā spēle.

\* E v a n s R. J. Silverman's Game on Intervals. — Amer. Math. Mon., 1979 (86), 4, p. 277—281.

Divi dalībnieki,  $A$  un  $B$ , katrs iedomājas kādu naturālu skaitli ( $A$  — skaitli  $a$ ,  $B$  — skaitli  $b$ ) un vienlaicīgi dara tos zināmus viens otram.

Ja  $b < a < 3b$ , tad  $A$  saņem 1 punktu, bet, ja  $a \geq 3b$ , tad  $B$  saņem 2 punktus.

Līdzīgi, ja  $a < b < 3a$ , tad  $B$  saņem 1 punktu, bet, ja  $b \geq 3a$ , tad  $A$  saņem 2 punktus. Ja  $a = b$ , neviens dalībnieks nesaņem punktus.

(Tātad šajā spēlē «labi» ir tad, ja esam iedomājušies skaitli, kas vai nu *nedaudz lielāks* par pretinieka iedomāto, vai arī *stipri mazāks* par to; «slikti» ir «būt alkatīgāms», t. i., nosaukt stipri lielāku skaitli nekā pretiniekam.)

Spēle jāspēlē daudzas reizes pēc kārtas, un iegūtie punkti jāskaita. Uzvar tas, kas ieguvis vairāk punktu.

Skaidrs, ka nekāda determinēta stratēģija nevar nodrošināt ne uzvaru, ne pat neizšķirtu šajā spēlē, — nevar taču zināt, pēc kāda likuma skaitļus izvēlas pretinieks. Iepriekš minētajā darbā ir pierādīts, ka ir kāda varbūtiska stratēģija, kas, spēlējot pietiekami ilgi, vidēji nodrošina vismaz neizšķirtu pret jebkuru pretiniek. Tā ir šāda: saukt tikai skaitļus 1, 2 un

5 attiecīgi ar varbūtībām  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  un  $\frac{1}{4}$ .

Vispārinot aplūkoto spēli, iegūsim šādus nosacījumus: ja  $b < a < mb$ , tad  $A$  saņem 1 punktu, ja  $a \geq mb$ , tad  $B$  saņem  $k$  punktus (un otrādi), ja  $a = b$ , tad neviens neko nesaņem. Te  $m$  un  $k$  ir parametri.

Pirmajā nodaļā aplūkosim vairākus vispārinātās spēles gadījumus, otrajā — vienu tās tālāku variāciju.



### 1. Stratēģijas atkarība no parametra $k$ .

Vispirms izklāsta skaidrības labad aplūkosim vienu speciālgadījumu ( $m=3$ ,  $k=3$ ). Nosauksim to par spēli S1. Tās nosacījumi ir šādi:

ja  $b < a < 3b$ , tad  $A$  saņem 1 punktu,

ja  $a \geq 3b$ , tad  $B$  saņem 3 punktus, un otrādi.

Lai noteiktu uzvarošo stratēģiju, paraudzīsimies, kas notiek, ja pretinieks ( $B$ ) sauc tikai vienu konstantu naturālu skaitli, bet mēs ( $A$ ) saucam tikai skaitļus 1, 2 un 5 ar varbūtībām  $p_1$ ,  $p_2$  un  $p_5$ . Rezultāti attēloti 1. tabulā.

1. tabula

Konstants skaitlis, ko sauc pretinieks	Mūsu vinnests, ja nosaucam 1	Mūsu vinnests, ja nosaucam 2	Mūsu vinnests, ja nosaucam 5	Vinnesta matemātiskā cerība (vinnests, ko vidēji iegūstam katrā partijā)
1	0	1	-3	$0 \cdot p_1 + 1 \cdot p_2 - 3 \cdot p_5$
2	-1	0	1	$-1 \cdot p_1 + 0 \cdot p_2 + 1 \cdot p_5$
3	3	-1	1	$3 \cdot p_1 - 1 \cdot p_2 + 1 \cdot p_5$
4	}	}	}	
5				
6	3	-1	0	$3 \cdot p_1 - 1 \cdot p_2 + 0 \cdot p_5$
7	}	}	}	
8				
9				
10				
11	3	3	-1	$3 \cdot p_1 + 3 \cdot p_2 - 1 \cdot p_5$
12	}	}	}	
13				
14				
15	3	3	3	$3 \cdot p_1 + 3 \cdot p_2 + 3 \cdot p_5$
16	}	}	}	
17				
18	}	}	}	
19				

Stratēģija attaisnosies tad, ja visas pēdējās ailes summas būs nenegatīvas. Tātad jāatrisina sistēma

$$\begin{cases} p_2 - 3p_5 \geq 0 \\ -p_1 + p_5 \geq 0 \\ 3p_1 - p_2 + p_5 \geq 0 \\ 3p_1 - p_2 \geq 0 \\ 3p_1 + 3p_2 - p_5 \geq 0 \\ 3p_1 + 3p_2 + 3p_5 \geq 0 \\ p_1 + p_2 + p_5 = 1 \end{cases}$$

attiecībā pret mainīgajiem  $p_1$ ,  $p_2$  un  $p_5$ . Atrisinā-

jumā iegūstam, ka vienīgā iespēja ir  $p_1 = \frac{1}{5}$ ;

$$p_2 = \frac{3}{5}; \quad p_5 = \frac{1}{5}.$$

Tagad formulēsim stratēģiju spēlei S1:

$$\begin{aligned} \text{jāsauc} \quad & \text{skaitlis 1 ar varbūtību } \frac{1}{5}, \\ & \text{skaitlis 2 ar varbūtību } \frac{3}{5}, \\ & \text{skaitlis 5 ar varbūtību } \frac{1}{5}. \end{aligned}$$

Līdz šim noskaidrots, ka stratēģija ir pareiza, ja pretinieks sauc tikai konstantu skaitli. Pierādīsim, ka stratēģija garantē panākumus arī tad, ja pretinieks izvēlas katru reizi patvaļīgu skaitli. Ja pretinieks sauc skaitli  $a_1$  ar varbūtību  $p_1$ ,  $a_2$  ar varbūtību  $p_2$ , ...,  $a_n$  ar varbūtību  $p_n$  un mūsu vinnesti ir attiecīgi  $V_1, V_2, \dots, V_n$ , tad kopējā vinnesta matemātiskā cerība ir  $\tilde{V} = p_1 V_1 + p_2 V_2 + \dots + p_n V_n$ . Tā kā visi  $V_i \geq 0$ , tad arī  $\tilde{V} \geq 0$ .

Līdzīgi, tikai tehniski sarežģītāk pierāda gadījumu, kad pretinieka nosaukto skaitļu kopa ir bezgalīga.

Tagad aplūkosim vispārīgu gadījumu attiecībā uz parametru  $k$ . Nosauksim to par spēli S2:

ja  $b < a < 3b$ ,  $A$  saņem 1 punktu,

ja  $a \geq 3b$ ,  $B$  saņem  $k$  punktus, un otrādi.

Saturīgi interesanti ir aplūkot tikai gadījumu, kad  $k > 1$  (sods par «alkatību» ir lielāks nekā iespējamais ieguvums).

Pierādīsim, ka šādā spēlē nezaudē, ja sauc 1 ar varbūtību  $\frac{1}{2+k}$ , 2 ar varbūtību  $\frac{k}{2+k}$ , 5 ar varbūtību  $\frac{1}{2+k}$ .

Atkal veidosim tabulu gadījumiem, ja pretinieks sauc vienu konstantu skaitli (2. tab.).

Viegli pārbaudīt, ka gadījumā, ja  $k > 1$ , visas matemātiskās cerības ir nenegatīvas, un tātad, ja pretinieks sauc tikai vienu konstantu skaitli, šī stratēģija mums vidēji garantē vismaz neizšķirtu.

Pierādījumu gadījumam, ja pretinieks sauc dažādus skaitļus, reducē uz jau aplūkoto tāpat kā spēles S1 analizē.

2. tabula

Konstantskaitlis, ko sauc pretinieks	Vinnests, ja saucam 1	Vinnests, ja saucam 2	Vinnests, ja saucam 5	Vinnesta matemātiskā cerība
1	0	1	$-k$	$\frac{k}{2+k} - \frac{k}{2+k} = 0$
2	-1	0	1	$-\frac{1}{2+k} + \frac{1}{2+k} = 0$
3 } 4 }	$k$	-1	1	$\frac{k}{2+k} - \frac{k}{2+k} + \frac{1}{2+k} = \frac{1}{2+k}$
5 } 6 } ... } 14 }	$k$	-1	0	$\frac{k}{2+k} - \frac{k}{2+k} = 0$
15 } ... }	$k$	$k$	-1	$\frac{k}{2+k} + \frac{k^2}{2+k} - \frac{1}{2+k} = \frac{k^2+k-1}{2+k}$
				$k$

Apzīmējot skaitļu 1, 2 un 5 nosaukšanas varbūtības ar  $p_1$ ,  $p_2$  un  $p_5$  un sastādot nevienādību sistēmu tāpat kā spēles S1 analizē, lasītājs pats var pārliecināties, ka te uzrādītā stratēģija ir vienīgā, kas pret jebkuru pretinieku garantē vismaz vidēji neizšķirtu. Turklāt vidēji neizšķirts būs tad un tikai tad, ja pretinieks visus skaitļus, izņemot 1, 2 un 5, sauc ar varbūtību 0; visos citos gadījumos šī stratēģija, bezgalīgi ilgi spēlējot, ar varbūtību 1 garantē uzvaru. (Precīzs rezultāts ir šāds: ja  $q_n$  — varbūtība, ka pēc  $n$  partijām spēlētājs, kurš lieto šo stratēģiju, ir priekšā pretiniekam iegūto punktu ziņā, tad  $q_n \rightarrow 1$  pie  $n \rightarrow \infty$ .)

## 2. Parametra $k$ aizstāšana ar mainīgo $y = |b - a|$

Iepriekšējā nodaļā aplūkotajās spēlēs iespējami vinnesti katrā partijā bija stingri noteikti. Var aplūkot arī tādas spēles, kurās iespējamie vinnesti mainās atkarībā no spēles gaitas.

Aplūkosim vienu šādu spēli — S3:

ja  $b < a < mb$ , tad A saņem 1 punktu,

ja  $a \geq mb$ , tad B saņem  $|b - a|$  punktus, un otrādi.

Parametrs  $m$  var pieņemt vērtības 3; 4; 5; ...

Atšķirībā no iepriekšējām spēlēm šajā «sods par alkatību» pieaug līdz ar to, cik tā liela.

Lasītājs pats var pārliecināties (ar metodēm, kas līdzīgas 1. nod. aplūkotajām), ka vidēji vismaz neizšķirtu nodrošina stratēģija, pēc kuras sauc skaitļus 1,  $m - 1$  un  $m$  ar varbūtībām attiecīgi  $\frac{1}{m+1}$ ,  $\frac{m-1}{m+1}$  un  $\frac{1}{m+1}$ .

Otra līdzīga, bet sarežģītāka spēle — S4 — ir šāda:

ja  $b < a < mb$ , tad A saņem  $|b - a|$  punktus,

ja  $a \geq mb$ , tad B saņem  $|b - a|$  punktus, un otrādi.

Šai spēlei līdz šim izdevies izanalizēt tikai vienu gadījumu — kad  $m = 3$ . Te optimālā stratēģija ir nosaukt skaitli 1 ar varbūtību  $\frac{3}{8}$ , skaitli 2 ar varbūtību  $\frac{1}{2}$  un skaitli 5 ar varbūtību

$$\frac{1}{8}^{**}$$

## 3. Praktiski novērojumi un ieteikumi

Pieredze rāda, ka, spēlējot spēles S1 un S2, pēc aptuveni 20 partijām spēlētājs, kas izmanto aprakstīto stratēģiju pret «naivu» pretinieku, ir tam priekšā 3—5 punktus, bet atsevišķos gadījumos pat vairāk. Spēles S3 un S4 starpība parasti ir vēl lielāka, jo, pretiniekam kaut reizi nosaucot lielu skaitli, mēs iegūstam lielu vinnestu.

Kā pseidogadījuma skaitļu generatoru var izmantot jebkādas matemātiskās vai citas skaitļu tabulas. Piemēram, spēles S1 vajadzībām var lietot telefonu grāmatu, kurā dzīvokļu telefonu numuriem pēc kārtas apskata trešā un ceturrtā cipara veidoto skaitli. Ja tas ir no 00 līdz 19, nosaucam 1, ja tas ir no 20 līdz 79,

\*\* Spēli S4 neatkarīgi atklājis arī Tukuma 1. vidusskolas skolotājs I. Mucenieks.

nosaucam 2, ja tas ir no 80 līdz 99, nosaucam 5.

Visas šeit aplūkotās, kā arī no tām atvasināmās spēles ir viegli spēlējamās (gan organizatoriskā, gan uztveres ziņā) un, kā liecina pieredze, izraisa dzīvu interesi skolēnos. Fakultatīvajās nodarbībās, atjautības uzdevumiem un matemātiskajām spēlēm speciāli atvēlētajās stundās tās var spēlēt gan skolotājs ar visu klasi, gan solabiedri savā starpā.

Gatavojoties matemātikas olimpiādēm, minēto uzdevumu (spēļu algoritma meklēšana) risināšana palīdzēs attīstīt algoritmisko domāšanu.

### I. G a i š a

## MAĢISKIE GRAFI

Pieņemsim, ka doti vairāki punkti (sauksim tos par virsotnēm) un vairākas līnijas, no kurām katra savieno divas virsotnes; pie tam citu virsotņu uz šīm līnijām nav. Sauksim tās par šķautnēm. Iegūto konstrukciju sauc par *grafu*.

Grafu teorijas jēdzienus un metodes lieto daudzas matemātikas nozares. Šajā rakstā aplūkosim jautājumus, kas saistīti ar grafu numerācijām. Tos pētot, attīstās algoritmiskā domāšana un kombinatoriskās iemaņas — tās matemātiskās domāšanas daļas, kas mūsdienās saistītas ar ESM plašu izplatību kļuvušas par būtiskākajām. Tai pašā laikā olimpiāžu rezultāti liecina, ka skolēniem tieši šī tipa domāšana attīstīta visvājāk.

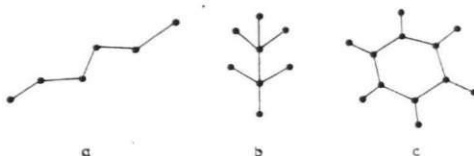
Grafu numerāciju pētījumi sevišķi aktīvi tiek veikti kopš 1963. gada, kad vācu ģeometrs G. Ringels izvirzīja hipotēzi par to, ka «katrs koks ir graciōzs». Paskaidrosim tās būtību.

Grafu sauc par *koku*, ja

1) no katras virsotnes uz katru var aiziet, ejot pa šķautnēm,

2) izejot no kādas virsotnes un turpinot kustību pa šķautnēm, šajā virsotnē nevar atgriezties, neejot pa kādu no šķautnēm vairāk par vienu reizi.

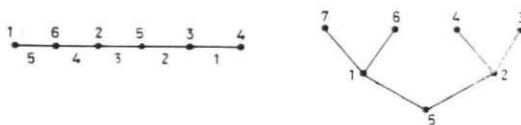
1. attēlā parādīti divu koku piemēri (a un b). Trešais grafs (c) nav koks, jo neapmierina otro nosacījumu.



1. att.

Var pierādīt, ka kokam ar  $n$  virsotnēm ir tieši  $n-1$  šķautnes.

Koku ar  $n$  virsotnēm sauc par *graciōzu*, ja tā virsotnes var sanumurēt ar skaitļiem no 1 līdz  $n$  (katru virsotni ar citu skaitli) tā, ka, aprēķinot katrai šķautnei tās galapunktu numuru starpības absolūto vērtību, visas starpības iznāk dažādas. 2. attēlā parādītas divu koku graciōzās numerācijas.



2. att.

Ringela hipotēze līdz šim nav pierādīta. Pētnieki, kas ar to nodarbojas, publicē galvenokārt divu tipu darbus:

a) hipotēzes pierādījumus atsevišķām koku klasēm (dažu iegūto rezultātu apskatu sk., piem., Riekstiņš E., Andžāns A. Atrisini pats. R., 1984).

b) cita veida numerāciju esamības pētījumus.

Šis raksts pieder otrā tipa darbiem. Tā mērķis bez jau minētās algoritmiskās un kombinatoriskās domāšanas attīstīšanas ir norādīt skolēniem patstāvīgu pētījumu lauku, kas tuvs nopietnājam zinātnējam un dod plašas iespējas gan «eksperimentiem» ar atsevišķiem grafiem, gan vispārīgo hipotēžu izvirzei un pārbaudei uz šo «eksperimentu» bāzes.

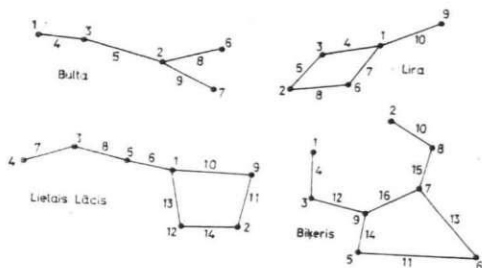
### Definīcija un vienkāršākie rezultāti

Aplūkosim patvaļīgu grafu ar  $n$  virsotnēm un  $m$  šķautnēm. To sauc par maģisku, ja grafa virsotnes un šķautnes var sanumurēt ar skait-

ļiem no 1 līdz  $n+m$  (katru skaitli lietojot tieši vienu reizi) tā, lai katras šķautnes numurs būtu vienāds ar tās galu numuru summu.

Vispirms dažī «no dzīves ņemti» grafi.

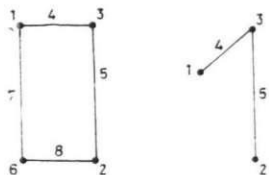
Klasiskās astronomijā pieņemtās zvaigznāju shēmas, protams, var uzskatīt par grafiem. 3. attēlā parādītas dažu vienkāršāko zvaigznāju maģiskās numerācijas.



3. att.

Ja tik «prozaiski» zvaigznāji kā Bulta un Lielais Lācis izrādās maģiski, tad vēl jo vairāk to var sagaidīt no tādiem fantāzijas apdvestiem zvaigznājiem kā Kentauris, Fenikss, Pegazs un Orions! Atstājam šī fakta pierādīšanu lasītājam kā patstāvīgu vingrinājumu. Vai jūs varat atrast arī citu zvaigznāju maģiskās numerācijas?

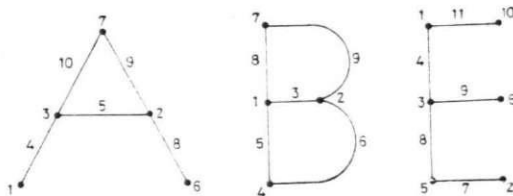
Ir dabiski par grafiem uzskatīt arī ciparu stilizētos attēlus, ko izmanto pasta indeksācijā. 4. attēlā redzam, ka cipari 0 un 1 ir maģiski.



4. att.

**Uzdevums.** Pierādiet, ka arī visi citi cipari šādā izpratnē ir maģiski.

Ar grafiem var attēlot arī latviešu alfabēta drukātos burtus. Liela daļa no tiem izrādās maģiski (sk., piem., 5. att.).

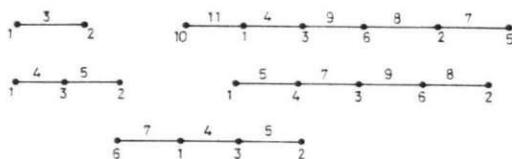


5. att.

**Uzdevums.** Pierādiet, ka visi burti, izņemot I, Ū, D un P, tos dabiskā veidā attēlojot ar grafiem, ir maģiski.

### Bezgalīgas grafu klases

Interesēsimies vispirms par visvienkāršākajiem kokiem — tā sauktajām ķēdītēm, kur no katras virsotnes, izņemot divas malējās, iziet tieši divas šķautnes. Kā redzams 6. attēlā, ķēdītes ar garumu 1, 2, 3, 4 un 5 ir maģiskas.



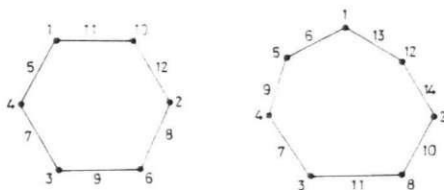
6. att.

**Uzdevums.** Pierādiet, ka ķēdītes ar garumiem no 6 līdz 11 arī ir maģiskas.

**Uzdevums.** Pierādiet, ka ķēdīti ar garumu 5 nevar maģiski sanumurēt tā, lai 1 būtu malējās virsotnes numurs.

**Problēma.** Vai katra ķēdīte ir maģiska?

Tagad aplūkosim ciklus — grafius ar  $n$  virsotnēm un  $n$  šķautnēm, kam no katras virsotnes iziet tieši divas šķautnes un no katras virsotnes uz katru var aiziet, ejot pa šķautnēm. 7. attēlā redzams, ka cikli ar garumu 6 un 7 ir maģiski.



7. att.

**Uzdevums.** Atrodiet būtiski citu maģisku numerāciju ciklam ar garumu 7.

**Uzdevums.** Pierādiet, ka cikli ar garumiem 3, 4, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 31 ir maģiski.

Tomēr eksistē arī bezgalīgi daudz ciklu, kas nav maģiski.

**TEORĒMA.** Ja ciklā ir  $3k+2$  virsotnes ( $k$  — naturāls skaitlis), tad tas nav maģisks.

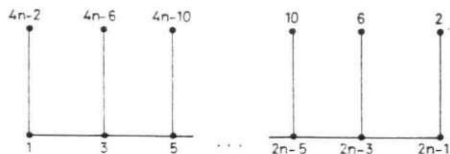
**Pierādījums.** Pieņemsim pretējo — šāds cikls ir maģisks. Tad tam eksistē atbilstošā numerācija ar skaitļiem no 1 līdz  $6k+4$ . Apzīmēsim virsotņu numurus ar  $a_1; a_2; a_3; \dots; a_{3k+2}$ ; tad šķautņu numuri ir attiecīgi  $a_1+a_2; a_2+a_3; \dots; a_{3k}+a_{3k+1}; a_{3k+1}+a_{3k+2}; a_{3k+2}+a_1$ . Visu numuru summa tāpēc ir  $3(a_1+a_2+\dots+a_{3k+2})$ . No otras puses, visu numuru summa ir  $1+2+\dots+(6k+4) = \frac{(6k+4)(6k+5)}{2} = (3k+2)(6k+5)$ . Tātad  $3(a_1+a_2+\dots+a_{3k+2}) = (3k+2)(6k+5)$ . Šajā vienādībā kreisā puse dalās ar 3, bet labā ne. Tātad iegūta pretruna, un sākotnējais pieņēmums bijis nepareizs.

**Problēma.** Vai visi cikli ar garumu  $3k$  vai  $3k+1$  ( $k$  — naturāls skaitlis) ir maģiski?

Aplūkosim vēl vienu grafu klasi — ķēdītes ar atzarojumiem.

**TEORĒMA.** Ķēdīte ar atzarojumu garumā 1 katrā virsotnē ir maģiska.

**Pierādījums.** Virsotņu numerācijas shēmu, ja ķēdītē ir  $n$  virsotnes, sk. 8. attēlā.

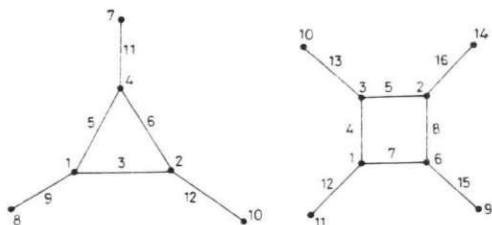


8. att.

**Uzdevums.** Pierādiet, ka ķēdīte, kurai katrā virsotnē ir divi atzarojumi garumā 1, ir maģiska.

**Problēma.** Vai cikli, kuriem katrā virsotnē ir viens atzarojums garumā 1, ir maģiski?

9. attēlā redzams, ka tādi ir minētā tipa grafi, kas ciklā satur trīs vai četras virsotnes.



9. att.

**Uzdevums.** Pierādiet, ka maģiski ir minētā tipa grafi, kas ciklā satur 5, 6, 7, 8 vai 9 virsotnes.

Ievērosim, ka 9. attēlā redzamajos grafos «iekšējā cikla» numerācija pati par sevi ir maģiska. To izdodas garantēt arī šī tipa grafiem, kas ciklā satur 6, 7 vai 9 virsotnes. Interesanti noskaidrot, vai šī īpašība saglabājas arī turpmāk?

Protams, galamērķis aplūkojamajā virzienā ir noskaidrot nepieciešamos un pietiekamos nosacījumus, lai grafs būtu maģisks. Tomēr sagaidāms, ka tādu rezultātu iegūt būs grūti. Tāpēc iesakām vispirms pētīt atsevišķu grafu klašu maģiskumu, gan risinot te uzrādītās problēmas, gan aplūkojot citas, pašu izvēlētās grafu klases. Varbūt kāds ieinteresēsies par Ringela hipotēzi?

## LITERATŪRA

1. Riekstiņš E., Andžāns A. Atrisini pats! — R., Zvaigzne, 1984. 322 lpp.
2. Постников М. М. Магические квадраты. М., Наука, 1964. 84 с.

D. Riekstiņa



## GRAVITĀCIJAS RETROASPEKTI UN ... ŠEKSPIRS

BRUNO BIEDRIŅŠ,  
JURIS BIRZVALKS

Rakstā mēģināts ieskicēt dažus pieturas punktus kādas fundamentālas fizikālas idejas vēsturē, — tās idejas, kuras ilgā attīstība vainagojās ar vispasaules gravitācijas likuma atklāšanu (Ņūtons, 1666) un vispārīgās relativitātes teorijas radīšanu (Eiņšteinš, 1916). Ķermeņu mijiedarbības cēloņu un izpausmju meklējumi un daļējie atradumi, tāpat kā daudz kas cits,\* kas ir bijis nozīmīgs mūsu zinātniskā pasaules uzskata tapšanas gaitā, rod spilgtu un savdabīgu māksliniecisku atspoguļojumu Šekspīra darbos.

Izskaidrot kādu parādību nozīmē atrast vispārīgo likumsakarību, kurai tā pakļauta. Bet pati likumsakarība? To var, savukārt, izskaidrot tikai ar vispārīgāku likumu, kuram tāpat pakļautas vairākas likumsakarības, — un tā bez gala. Bez? Izrādās, ka, tieši otrādi, «gals» pienāk visai drīz. Pašus vispārīgākus likumus, tāpat kā visaptverošākos jēdzienus, var tikai formulēt, raksturot, ilustrēt, sniegt to aprakstu utt. Tādi jēdzieni, piemēram, ir matērijas, enerģijas, informācijas jēdzieni, bet likumu vidū viens no vispārīgākajiem ir Ņūtona atklātais vispasaules gravitācijas likums, kas izpaužas neskaitāmās gan Zemes, gan, it īpaši, debess mehānikas (un ne tikai mehānikas) parādībās, sākot ar leģendārā «Ņūtona ābola» krišanu un beidzot ar galaktiku un varbūt pat Metagalaktikas rotāciju, «melno» un «balto» caurumu rašanos un eksplozijām utt. Un, kaut arī ir vispār atzīts, ka Eiņšteinš 1916. gadā, radījis vispārīgo relativitātes teoriju, izskaidroja gravitāciju ar telpas liekumu, pašu šo telpas liekumu izskaidrot (formālā nozīmē) nevar.

Ar teikto nav gribēts apšaubīt zinātnieku pūliņu nozīmīgumu. Katra likuma atklāšana ir ārkārtīgi svarīgs fakts. Jo vairāk cieņas pelna

gravitācijas likuma atklāšana, kurai ir gara priekšvēsture, kas iesniedzas tālu pagātnē.

Par to, ka Šekspīrs ir dziļi pazinis šo priekšvēsturi, liecina komēdijas «Sapnis vasaras naktī» rindas:

*«... Would he have stol'n away  
From sleeping Hermia? I'll believe as soon  
This whole earth may be bor'd, and that the  
moon  
May through the centre creep, and so dis-  
please  
Her brother's noontide with the Antipodes.»*

To saka Hermija III cēliena 2. ainā, pārmez-dama Dēmetrijam, ka viņš varētu būt nogalinājis viņas iemīloto Lizanderu, kurš viņu, Hermiju, mīlot tik stipri, ka viņa, neticēdama nekādai nodevībai, vaicā, «vai viņš būtu aizzadzies pro-jām / no manis gulošas? Es ticēšu tam tik, cik var ticēt, / ka visai Zemei varētu tikt izurbts caurums, tā ka Mēness / spētu izslīdēt caur tās centru un izjaukt / sava brāļa (Saules. — B. B., J. B.) dienasvidus paisumu ar antipodiem». (Saulēi angļu valodā atbilst vietniekvārds «viņš», *he*, bet Mēnesim — «viņa», *she*.)

Šī fantastiskā glezna šķiet esam Šekspīra ģēnija brīvās daiļrades brīnišķīgs rezultāts. Bet ... tikpat labi tā var būt arī aizgūta. Par Zemes centru šķērsojošu aku (urbumu) un Mēnesi, kurš tajā iekrīt, nonākdams Zemes pie-

\* Sk. Biedriņš B., Birzvalks J. Paimiņi, bēgumi, Mēness un ... Šekspīrs. — Zvaigznotā debess, 1984. gada pavasaris, 57.—62. lpp.

vilkšanas spēka gūstā, ir rakstīts renesanses zinātnieku darbos, bet par ķermeņu savstarpējo pievilkšanas runā jau antīkie autori.

Piemēram, sengrieķu filozofs Platons (427—347 p. m. ē.), objektīvā ideālisma pamatlicējs, raksta, ka līdzīgais ceņš savienoties ar līdzīgo. Aristotelis (384—322 p. m. ē.), viens no antīkās pasaules dižgariem, kura mācība, baznīcas atbalstīta, renesanses laikmetā daudzus gadījumos kļuva par progresu kavēkli, faktu, ka smagie ķermeņi krit lejup, bet tvaiki ceļas augšup, centās izskaidrot šādi: «Pasaulē visam atvēlēta sava vieta — planētām riņķveida orbītas, bet smagajiem ķermeņiem pasaules centrs. Un, ja kaut kas neatrodas savā vietā, tad tas noteikti ceņšas to ieņemt.» Jāpiebilst, ka tolaik valdošā ģeocentriskā pasaules uzskata dēļ ar jēdzieniem «pasaules centrs», «Visuma centrs» tika domāta Zeme.

Līdzīgas domas jau agrāk ir pauduši Empe dokls (ap 490—430 p. m. ē.; filozofs, kas kosmogonijā ieviesis «sfēru» jēdzienu) un Dēmo krits (ap 460—370 p. m. ē.; filozofs materiālists, viens no atomisma pamatlicējiem). Pēc Aristoteļa savas atziņas par gravitāciju, par to, ka smagie ķermeņi tiecas uz «Visuma centru», izsaka Eiklids (3. gs. p. m. ē.; matemātiķis, ģeometrijas pamatu radītājs, mūzikas teorētiķis) un Arhimēds (ap 287—212 p. m. ē.; matemātiķis un fiziķis, noteicis Saules leņķisko diametru un veicis fundamentālus atklājumus mehānikā).

Vīduslaikos hipotēzes iegūst noteiktākus apveidus. Devītajā gadsimtā iru izcelsmes filozofs Joans Skots Erigena, kura darbos dominē neoplatonisma tendences, izsaka domu, ka, attālinoties no Zemes, visiem ķermeņiem jāklūst vieglākiem. (Erigena ir tik drosmīgs, ka daļēji noliedz dievu kā visu parādību pirmcēloni; 13. gs. viņa idejas pasludina par ķecerīgām.)

Dīvpadsmitajā gadsimtā angļu teologs un filozofs — metafiziķis Adelārs no kūrortpilsētas Bātas pie Eivonas, lātad gandrīz vai V. Sekspīra novadnieks, pievienoņas Erigenas uzskatiem un papildina tos: «Ja Zemē izraktu ārkārtīgi dziļu aku, kura šķērsotu Zemes centru, un iemestu tajā akmeni, tad tas apstātos Zemes centrā un tālāk nekristu.» Adelārs izmanto antīko domātāju priekšstatus par zemes-

lodes ideāli sfērisko formu. Viņš ir studējis Bolonā; arī viņa darbos ir izpaudusies neoplatoņiņu ietekme; pievilkšanas spēku viņš ir skaidrojis kā dievišķās gaismas emanāciju, kurai, pēc viņa domām, vispār ir būtiska loma dabā.

Nākamajā gadsimtā dzīvo un strādā Rodžers Bēkons (ap 1214—1292), pati interesantākā un spilgtākā personība vīduslaiku Eiropas zinātnes vēsturē. Viņa darbi ir it kā tilts starp antīkās pasaules un renesanses laikmeta zinātnēm. R. Bēkons ķermeņu krišanu izskaidroja ar Zemes pievilkšanas spēku, kas vērst uz Zemes centru. Viņš citē arī kādu visai interesantu Plutarha tēzi: «Mēness kristu uz Zemi kā akmens, ja Mēness lidojuma spēks kaut nedaudz samazinātos.»

Par Sekspīra mīlestību uz vēsturi liecina viņa darbi, īpaši hronikas (vēsturiskās lugas); arī 59. sonetā lasām:

*«O! that record could with a backward look,  
Even of five hundred courses of the sun,  
Show me your image in some antique  
book, ...»*

(«Āk, lai senie raksti ļauj man ieskatīties pagātnē, pat tik senā, ka saule kopš tā laika butu veikusi jau piecsimt loku, un rāda man tavu attēlu kādā antīkā grāmatā ...»). Viens no mums ir mēģinājis atveidot šo tekstu saistītā valodā: «Rāms ieskats pagātnē man ļautu visu saprast: / tavs portrets grāmatā jau piecsimt gadu mirdz ...») Orģināltekstā neapšaubāmi ir runa par Saules «gadu lokiem (riņķojumiem)» pie debess; tomēr viennozīmīgi pamatot domu, ka Sekspīra pasaules uzskats ir bijis heliocentrisks, ar šo rindu vien nevar: šādu uzskatu, kas it kā pausts arī citētajā rindā, Sekspīram nereti ir «uzslāņojuši» atdzejojāji («Kopš saulei apkārt piecsimt loku liekts ...» u. tml.).

Bet 106. sonets sākas šādi:

*«When in the chronicle of wasted time  
I see descriptions ...»*

(«Kad zudušā (veltīgi iztērētā) laika hronikā es lasu aprakstus ...») vai «Kad lasu hronikas par laiku zudušo / un senos dzejojos ar ļaužu ēnām tiekos ...».)



Ja Šekspirs tā ir milējis senās bronikas, tad šķiet visai iespējams, ka viņš pazinis arī Adēlāra un R. Bēkona darbus, ar kuriem varēja iepazīties, piemēram, universitāšu bibliotēkās ... Tādā gadījumā komēdijas «Sapnis vasaras naktī» fragments, kuru citējam raksta sākumā, un tā izcelsme kļūst saprotami.

Gravitācijas likuma priekšvēsture ar teikto, protams, neaprobežojas.

Renesanses laikmeta izcilais ārsts, dzejnieks, filozofs un zinātnieks Džirolamo Frakastoro (1478—1553) 1550. gadā publicē darbu «*De sympathia et antipathia rerum*» («Par lietu simpātījam un antipātījam»). Tajā ir izteikta ģeniāla doma: «Visi ķermeņi savstarpēji pievelkas», t. i., simpātizē cits citam. Un, kaut šajā darbā ķermeņiem tiek piedēvētas, starp citu, arī dzīvo būtņu īpašības, tomēr hipotēžu progresīvais raksturs nav apšaubāms.

Mūsu tēmai visai nozīmīgi ir slavenā Albīnas dēla, magnētisma pētnieka Viljama Gilberta (1544—1603) dzīve un darbs. Viņš ir Viljama Šekspīra (1564—1616) laikabiedrs, jaunībā pabijis Itālijā, kur iedraudzējies ar Paolo Sarpi (1552—1623), izcilo tā laika matemātiķi un dabaszinātnieku. Sarpi savās atziņās un pētījumu rezultātos tik devīgi un nesavtīgi dalījies ar laikabiedriem, to vidū arī ar Gilbertu (kurš viņu savos darbos piemin), ka tie saglabājušies galvenokārt vienīgi vēstulēs, kuras publicētas tikai 1863. gadā. Gilberta paziņas Itālijā ir bijuši arī brāļi Džovanni Vinčenco (1536?—?) un Džovanni Batista della Porta (1538?—1615). Vinčenco, izcila antikās literatūras un filozofijas pazinēja, matemātiķa, botāniķa, alķīmika, astrologa un mediķa, senlietu kolekcionāra, darbi saglabājušies tikai vēstulēs un laikabiedru atmiņās: Batista bijis zinātnieks, dzejnieks un dramaturgs, kopā ar brāli darbojies Bernardino Telezio (1509—1588) dabas pētniecības biedrībā («*Academia Telesiana*»), aizstāvējis uzskatu, ka zinātne jāpamato pieredzē, veicis pētījumus ķīmijā, optikā, astronomijā, mehānikā un, galvenais, anatomijā, kļūdams par vienu no ievērojamākiem tā laika ārstiem un cilvēka iekšējo orgānu uzbūves pētniekiem. V. Gilberts kā ārsts ir daudz ko mācījies no sava itāļu kolēģa. Atgriezies Anglijā, arī Gilberts sludina ideju par nepieciešamību pamatot zi-

nātni konkrētā pieredzē. Viņš kļūst par karaļienes Elizabetes I galma ārstu. Cieša draudzība viņu saista ar Frānsisu Bēkonu (1561—1626); pēdējais aizgūst daļu Viljama filozofijas, kā arī daudz ko no viņa stila. V. Gilberta mūža darbs saucas «*De magnete, magnetisque et de magno magnete tellure physiologia nova*» («Jauni dati par magnētu, magnētiskiem ķermeņiem un lielo magnētu — Zemi»); tas tiek publicēts 1600. gadā, un tajā ir pieminēts arī Adēlārs un viņa veikums. Savā traktātā V. Gilberts izvirza drosmīgu hipotēzi: «Zeme ir milzu magnēts, kas pievelk visus sīkākos ķermeņus.»

Komēdija «Sapnis vasaras naktī» ir iespiesta 1600. gadā; šekspirologi izsaka minējumus, ka tā varētu būt sacerēta varbūt pat 5—10 gadus agrāk. Lai nu būtu kā būdams: ja Šekspirs ir pazinis V. Gilberta mācību (un daudzas pazīmes, ne tikai šeit minētais citāts, liecina, ka tas tā ir bijis), tad ir pietiekams pamats domāt, ka viņš vareja iepazīties ar to pirms publikācijas grāmatā, diskutēdams vai nu ar pašu autoru, vai arī ar viņam tuviem cilvēkiem, piemēram, ar F. Bēkonu.

Šāda ideju migrācija ir notikusi tolaik, notiek mūsdienās un notiks vienmēr, kamēr vien pastāvēs cilvēce.

V. Šekspīra darbos samērā bieži ir pieminēts arī magnētisms un «zemeslode» («globe»). kritizēta Aristoteļa mācība. Arī V. Gilberts izsakās par Aristoteli negatīvi un veicina N. Kopernika (1473—1543) ideju izplatīšanos Anglijā, — ideju, kuras uz Londonu ir atvedis Džordāno Bruno (1548—1600). Viņš Anglijā uzturējies kā emigrants no 1583. gada pavasara līdz 1585. gada oktobrim (atgriešanās dzimtajā Itālijā 1592. gadā kļūst viņam liktenīga).

Par gravitāciju, lai gan ne visai viennozīmīgi, ir izteicies arī Johans Keplers (1571—1630). Jau savā pirmajā publikācijā «*Prodromus continens mysterium cosmographicum*» («Visuma noslēpumi», 1596) viņš izsaka domu, ka Mēness kustību «vada» Zemes pievilksanas spēks — *vis presandi*. Viņš apgalvo, ka planētu kustību nevarot saprast, ja nepieļauj domu, ka jebkura matērija tiecas pēc miera stāvokļa; kustības cēlonis turpretī esot *vis immaterialata*, matērijas iekšējais spēks, kurš cīnoties ar matērijas inerci. Ja Zeme un Mēness, raksta Keplers,

nenoturētos savās orbitās ar savu dabisko vai kādu citu tam līdzvērtīgu spēku, tad Zeme tuvotos Mēnesim par  $\frac{1}{54}$  daļu to savstarpējā attāluma, bet Mēness Zemei — par atlikušajām  $\frac{53}{54}$ , un Mēness, ja Zemē būtu izrakta ļoti dziļa aka, aizslidētu līdz Zemes centram un tur apstātos. Turklāt tas viss būtu tā, ja abu ķermeņu blīvums izrādītos viens un tas pats. Ja, turpina Keplers, Zeme pārstātu pievilkt savus ūdeņus, tie no jūrām un okeāniem paceltos augšup un aizplūstu uz Mēnesi.

Sis J. Keplera darbs izraisa ļoti daudz disputu Eiropas universitātēs. Ir pamats pieļaut, ka to visu zinājis arī Šekspīrs. Ne tikai jau minētā komēdija «Sapnis vasaras nakti» satur daudz (ap 40, gan tiešu, gan netiešu) norāžu uz Mēnesi, bālais nakts spideklis figurē arī «Venēcijas tirgotājā», kur neatvairāmi valdzinošās dienvidzemes (Itālijas) mēnesnīcas pārliecinošais atainojums rosina domu, ka autors pats to ir redzējis, tāpat «Hamletā» (sk. mūsu iepriekšējo rakstu), neprātīgās greisirdības traģēdijā «Otello» un vēl citās lugās, kā arī sonetos. Ilustrācijai sniegsim «Otello» fragmentu (V, 2, 107.—109.), kas sabalsojas ar Keplera domu par hipotētisko Mēness tuvošanos Zemei. Otello ir tikko kā nogalinājis Dezdemonu un savā pusvājprātā uzvel vainu Mēnesim:

*«It is the very error of the moon;  
She comes more near the earth than she was  
wont,  
And makes men mad».*

(«Tā ir tikai, tikai Mēness vaina; / tas pienācis tuvāk Zemei nekā parasti / un padara viriešus vājprātīgus.»)

Tomēr šai gadījumā tulkojums nevar atbilst oriģinālam, tāpēc ka angļiski «Mēness» ir «viņa», kas šai gadījumā ir īpaši būtiski. «Men», ievērojot kontekstu, jātulko kā «virieši»: K. Egle un P. Kalva (V. Šekspīrs. Kopoti raksti. R., 1964, 4. sēj., 530. lpp.) ar šo problēmu nav tikuši galā, ko viņiem nevar pārmest («Pie visa vainīgs mēness ir, kas zemei / par tuvu pienācis un tagad [audis / dzen ārprātā]). Jo Otello iztēlē tieši Dezdemona (par to liecina V cēliena 2. ainas sākums) ir pie visa vainīga, nevis Jago vai Kasio. Mēness, tāpat kā Dezdemona, ir «viņa».

Keplera spriedumos par Mēnesi gan vājprāts nav minēts; tomēr viņa dzižais oponents Galileo Galilejs (1564—1642) par Zemes un Mēness kaut vai tikai hipotētisko tuvošanās iespēju izsakās ironiski, gandrīz tikpat dzēlīgi kā Otello, tāpēc ka Galilejs nevarēja samierināties ar «klasisko» riņķveida orbītu pārvēršanos eliptiskajās. Viņš neatzina arī Keplera likumus, jo uzskatīja, ka Keplera domāšanas veidā ir, no vienas puses, pārāk daudz misticisma, no otras — par daudz brīvdomības. Keplers, piemēram, pats ir sastādījis horoskopus, bet Saules un planētu pievilksanas spēku skaidrojis ar «eņģeļu» darbošanos. Paradokssāls var likties fakts, ka daudzi Keplera kļūdainie uzskati un astroloģiskie spriedumi zināmā mērā ir pat rosinājuši viņa lielos astronomiskos atklājumus. Galileju ne vien atbaida, bet arī kaitina tas, ka viņa laikabiedra ģeniālās idejas pavada mistikas un metafizikas sajaukums — kā karaļa procesiju pavada ākstu bars. Četrus gadus pēc Keplera nāves Galilejs raksta: «Es vienmēr esmu uzskatījis Keplera cilvēku ar brīviem (es teiktu, pat pārāk brīviem) uzskatiem, taču ar asu prātu; tomēr mana spriešanas metode pašos pamatos atšķiras no viņa metodes; protams, var izrādīties, ka mūsu darbos par vieniem un tiem pašiem jautājumiem — gan tikai attiecībā uz debess ķermeņu kustību — var atgādīties daži, kaut arī pavisam nedaudzi, kopēji principi ... taču tas neatspoguļosies pat simtajā daļā manu domu.»

Keplers vienmēr ir izteicies par Galileju ar dziļu cieņu, un labu laiku (1597., 1598. g., kā arī pēc 1610. g.) viņi abi sarakstījās. Taču doma, ka debess ķermeņi varētu iedarboties cits uz citu no attāluma, Galilejam allaž ir likusies ķecerīga. Lūk, kādās pretrunās ir attīstījusies modernā zinātne savā rītausmā.

Pat pēc Ņūtona «Principu» publicēšanas (1687) atradās zinātnieki — Leibnīcs (1646—1716) un Dekarta (1596—1650) piekritēji un sekotāji kartēzieši —, kas apstrīdēja gravitācijas ideju: «Šī ķermeņos ieslēgtā spēja iedarboties no attāluma ir atgriešanās pie sholastiskās zinātnes un tās noslēpumainās maģijas.» Kartēzieši visu mēģina izskaidrot ar spiedienu un laikam pēdējte zinātnes vēsturē min anti-podus kā reālas (tādā nozīmē, ka viņi stāi-

gājot «ar galvu uz leju» utt.) būtnes — patagoniešus.

Pats Ņūtons uz lūgumu izskaidrot pievilksnānas spēka būtību atbildēja ar slavenajiem vārdiem: «Hipotēzes neizvirzu.» Un tikai Einšteīnam izdevās būtiski pavirzīties uz priekšu gravitācijas izpratnē.

Bet — tas ir jau cits stāsts.

Atgriežoties pie mūsu iepriekšējā rakstā minētās iespējas, ka Šekspīra darbus būtu varējis sarakstīt Rodžers Mennerss, piektais grāfs Ratlends (1576—1612), bet Viljams Šekspīrs, neapšaubāmi reāli dzivojusi vēsturiska personība, aktieris un «Globusa» teātra līdzīpašnieks, ir kalpojis viņam par «dzīvu pseidonimu», — atgriežoties pie šīs iespējas, jāteic, ka viss šai rakstā minētais pamato to, turklāt pietiekami pārliecinoši. Mennerss ir studējis Kembridžas universitātē (1587—1594) un tās bibliotēkā ir varējis iepazīties ar Adelāra un Rodžera Bēkona darbiem. Frānsiss Bēkons ir bijis Rodžera Mennera aizbildnis, bet Filips Sidnijs — sievastēvs. Un pats galvenais — Mennerss ir bijis Ziemeļitālijā un 1596. gadā studējis Padujas universitātē, kur viņš varēja ne tikai iepazīties ar Keplera idejām (tāpat kā Anglijā viņš varēja, gan pirms, gan arī pēc Itālijas brauciena, iepazīties, ar Bēkona starpniecību vai pat bez tās, ar Viljama Gilberta idejām), bet arī noklausīties Galileja lekcijas. Padujas periods, kas sākas 1592. gadā un ilgst 18 gadus, ir vismierīgākais un visauglīgākais Galileja garajā mūžā.

Iepriekšējā rakstā mēs runājām par kuģošanu pa Ziemeļitālijas upēm un par to, ka nepareizi ir pārmest Šekspīram «ģeogrāfijas nezināšanu». Izrādās, ka kuģīti no Padujas uz Venēciju reiz ir devies ... pats Galilejs. Un «Venēcijas tirgotāja» III cēliena 4. ainā daļā Porcija, sūtidama savu kalpu Baltazaru uz Paduju, piekodina:

«... Tos visus cik vien ātri spēdams nes  
Pie kuģīša, kas brauc uz Venēciju.  
Tik velti laiku netērē, bet steidzies,  
Jo gaidīšu es tevi pietātnē.»

«Šekspīra enciklopēdija» (*A Shakespeare Encyclopedia*, London, 1974), moderna, rūpīgi izstrādāta un zinātniski pamatota grāmata, nav varējusi pāriet garām Šekspīra dziļajām zināša-

nām par Itāliju un it īpaši — norādēm uz konkrētām Ziemeļitālijas pilsētām. Raksts «Itālija lugās» aizņem vairāk nekā divas lappuses, kas šādai enciklopēdijai ir ļoti daudz. Lūk, dažas tā rindas:

What seems to be more puzzling is Shakespeare's accuracy in certain local allusions. Some of them have already been mentioned, and even if Lambin has overstated the case of Shakespeare's knowledge of the topography of Milan, the mention of St. Gregory's well near that town, in *The Two Gentlemen*, seems definite enough. We find, moreover, Bellario as a Paduan name in *The Merchant of Venice*, which in fact it is, and in *Romeo and Juliet*, details about Juliet's funeral (found, however, already in Brooke's poem) and about the evening mass in Verona.

An important fact is that these allusions are confined to a very definite part of Italy: Venice and the neighboring towns of Verona, Padua, Mantua, and Milan.

(«Pārsteidzošāka šķiet Šekspīra precizitāte noteiktās lokālās norādēs. Dažas no tām jau minējām, un, pat ja Lambēns (pētnieks, kas 1962. gadā franču valodā ir publicējis darbu par Šekspīra ceļojumiem pa Franciju un Itāliju, kurā, starp citu, aizstāvējis domu par to, ka kuģošana no Veronas uz Milānu ir tā laika realitāte, ko tik labi var attēlot tikai cilvēks, kas pats tur ir bijis. — *B. B., J. B.*) ir pārvērtējies Šekspīra zināšanas Milānas topogrāfijā, tomēr tas, ka «Divos veroniešos» ir pieminēta Sv. Gregorija strūklaka, kas dislocēta šīs pilsētas tuvumā, šķiet pietiekami pārliecinoši. Vēl vairāk: mēs atrodam «Venēcijas tirgotājā» Belario kā padujiešu uzvārdu, kāds tas arī patiesībā ir, un traģēdijā «Romeo un Džuljeta» Džuljetas bērnu detaļas (kuras gan ir minētas jau Bruka poēmā), kā arī vakara mesu Veronā.

Svarīgs ir fakts, ka šīs norādes aprobežojas ar visai noteiktu Itālijas daļu: ar Venēciju un tās kaimiņpilsētām Veronu, Paduju, Mantuju un Milānu.»)

Tieši šīs pilsētas apceļojis Rodžers Mennerss, bet Viljams Šekspīrs, kā zināms, vispār nekad nav atstājis dzimto Albionu. Pārfrazējot zināmo izteicienu, šoreiz laikam var teikt, ka komentāri *nav* lieki ...

## EIROPAS PALEOASTRONOMIJAS IZPĒTE STARPZINĀTŅU SKATIJUMĀ

HEINO  
ELSALU

Vai kalendārs tika izveidots jau akmens laikmetā? Kādi bijuši galvenie senākā kalendāra attīstības posmi? Ieskatu par šiem jautājumiem sniedz Eiropas tautu mitoloģijas, folkloras un arheoloģisko atradumu izpēte paleoastronomijas skatījumā.

Paleoastronomijas jeb aizvēsturiskās astronomijas izpēte ir saistīta ar dažādām mūsdienu zinātnes nozarēm — arheoloģiju, folkloristikā, mitoloģiju, lingvistiku, toponimiju un citām.

Aizvēsturiskās astronomijas pētnieks savā darbā sastopas ar grūtu uzdevumu — viņam ne vien jāapraksta no pētāmā objekta iegūstamā astronomiskā informācija, bet arī jāizskaidro tā un jāpamato tās ticamība. Tā kā visi pierādījumi ir samērā nestabili un fragmentāri, tad to novērtēšana pa lielākai daļai balstās uz saprātīgiem secinājumiem.

Šajā rakstā sniegti daži pētījumi starpzinātņu skatījumā par eiropiešu aizvēsturisko kalendāru un dažiem astronomiskiem elementiem seno cilvēku rituālos.

Par galveno izejas punktu šajos pētījumos pieņemts Maršaka atklājums, ka bedrišu veida iecirtumi akmeņos un ieskrāpējumi kaulos, kuru izcelsmi datē ar laiku pirms 35—10 tūkstošiem gadu, veido primitīvus lunāros (Mēness) kalendārus.<sup>1</sup> Maršaka pētījumi liecina, ka līdz paleolīta ēras beigām (pirms apm. 12—10 tūkst. g.) debess spīdekļu novērošanas prakse Eiropā bija samērā plaši izplatīta.

Par eiropiešu kalendāra izcelsmes sākumposmu tomēr jāuzskata laika periods, kas seko pēc šo primitīvo lunāro kalendāru izzušanas, — apmēram pirms 10 tūkstošiem gadu. Stounhendžas akmens laikmeta observatorijas eksistence Dienvidanglijā (būvēta ap 2500 g. p. m. ē.) neizraisa ne mazākās šaubas par astronomijas zināšanu iepriekšēju attīstību tūkstošiem gadu ilgā periodā. Iespējams, ka Stounhendžai pašai ir bijusi sena rituālā vēsture, jo citādi nevar izskaidrot milzīgo celtniecības apjomu.

Kas attiecas uz seno kalendāru izplatību, tad jāteic, ka tie, kalpojot kādiem praktiskiem mērķiem, lielākā vai mazākā mērā ir salauzuši etniskās un reģionālās barjeras, tāpat, kā to iz-

darijuši mīti, darbariki, amatnieciskā prasme un kosmoloģiskā terminoloģija. Cerams, ka seno kalendāru atradumu vietas tiks atklātas vēl daudzos Eiropas apgabalos, sevišķi piekrastes zonā un uz salām, jo šo apgabalu vietējiem iedzīvotājiem, kad uzbruka ienaidnieks, bieži vien nebija iespējams atkāpties. Neraugoties uz etniskajām izmaiņām, tas varēja radīt apstākļus, lai saglabātos vietējās tradīcijas. Lai atklātu varbūtējās seno tradīciju rašanās vietas, pētījumos jāņem talkā arī etnoloģija.

Vai ir kādi pierādījumi par megalitiskās astronomijas izplatīšanos no Atlantijas zemēm uz austrumiem? Iespējami varētu būt trīs galvenie ceļi — caur Skandināviju, Vāciju un Baltijas jūru.

Skandināvijā atrasti vairāki megalitiskie akmens krāvumi. Ievērojamākie ir Ales akmeņi Skones piekrastē Dienvidzvidrijā, kuri izkārtoti it kā divu parabolu veidā.<sup>2</sup> Domājams, ka Ales akmeņu krāvums varētu būt tā sauktā kuģa veida apbedījuma prototips. Daži no šādiem «kuģa veida» apbedījumiem ir atrasti arī Baltijas jūras austrumu piekrastē — Kurzemē un Sāmsalā. Kurzemē šādas apbedījumu vietas sauc par «velna laivām».<sup>3</sup>

Funkcionālā sakritībā ar vareno Stounhendžas akmeņu kompleksu ir zināmas vairākas rituālas akmeņu krāvumu vietas arī VDR ziemeļos, piem., Boitinā, un citur.<sup>4</sup> Rituālas nozīmes riņķveida akmeņu krāvumus atrod arī Lietuvā, kas tur izplatījušies no Prūsijas un Polijas.

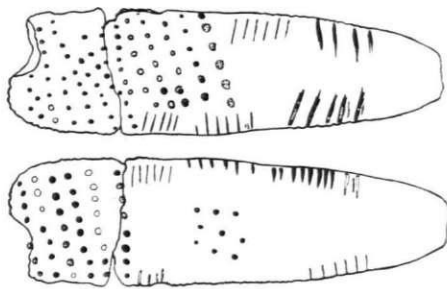
Bez jau minētajiem akmeņu riņķiem paleoastronomijas pētnieku uzmanības vērti ir arī atsevišķi akmeņi ar tajos iecirstām apaļām bed-

<sup>2</sup> Carter J. T., Malmström V. H. — Forskning och Framsteg, 1979, N 5; Roslund C. — Turpat.

<sup>3</sup> Sk. Z alsters A. Akmens kuģi un debesspuses. — Zvaigžņotā debess. 1983. gada pavasaris, 38.—41. lpp.

<sup>4</sup> Hamel J. Astronomie in Alter Zeit. Berlin, 1981.

<sup>1</sup> Current Anthropology, 1973, N 3/4; Science, 1964, vol. 146, N 743.



1. att. Maršaka pētītā lunārā kalendāra paraugs — Lartetas plāksne. Shematiski šeit parādītas abas plāksnes puses ar raksturīgo svītru un punktveida atzīmju izkārtojumu.

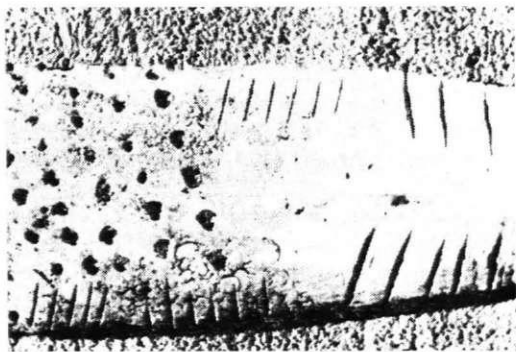
rīšu zīmēm. Daudz tādu akmeņu ir Dānijā, bet to areāla tālākā robeža uz austrumiem ir Igaunijas piekraste. Lietuvā un Latvijā atrasti tikai daži, bet apmēram simts šādu akmeņu zināmi Somijas dienvidu piekrastē. Akmeņos iecirsto bedrīšu zīmju pētīšanai vispiemērotākā, domājams<sup>5</sup>, ir Hokinsa atklātā skaitļu secība Stounhendžā: 18(19), 37, 56, 74(75), 93 utt. Šie skaitļi nosaka tropisko gadu ciklus, Saules un Mēness aptumsumu jeb eklipsos ciklus saistībā ar Mēness kustību. Grūtības rada tas, ka lielākajai daļai akmeņu ir tikai nedaudz šo bedrīšu zīmju. Tāpēc dažos gadījumos pēc tām var tikai aptuveni noteikt meridiānu un ekstremālos Mēness lēkta un rieta virzienus. Nesenajam secinājumam, ka bedrīšu zīmes, tāpat kā akmeņu riņķi Britu salās<sup>6</sup>, simbolizē Mēness kustību, ir liela nozīme, lai saprastu dāņu un igauņu bedrīšu zīmju tradīciju izcelsmi. Var arī konstatēt, ka kalnainos apvidos lielākā ģeogrāfiskajā platumā ir vienkāršāk izprast Mēness kustības cikliskumu.

Baltijas jūras zemēs senais Saules kalendārs palika neskarts līdz vēsturiskajam laikposmam. Šī iemesla dēļ vēlākā, tā sauktā eiropēiskā, kalendāra izcelsmi var un vajag pamatot ar šo senāko Saules kalendāru.

Vecākais eiropēiskās cilmes kalendārs vispār pazīstams kā skandināvu kalendārs. Tam ir

vismaz trīs būtiskas pazīmes: 1) gads sadalīts četros ceturkšņos, 2) tam ir piecu dienu nedēļa, un 3) nedēļas tiek skaitītas. Šī senā kalendāra paliekas ir atrastas plašā apgabalā no Silēzijas līdz Somijai.

Skandināvu kalendāra visinformatīvākā īpatnība, kā liekas, ir tā, ka gads sadalīts ceturkšņos jeb gadalaikos. Četru gadalaiku sākums ir fiksēts vecos skandināvu, igauņu un somu kristiešu kalendāros. Tajos uzrādīts, ka gadalaiki sākas trīs nedēļas vēlāk nekā atbilstošais saulgriežu (solstīcijas) vai ekvinokcijas laiks. Piemēram, ziemas ceturkšņa sākums iekrit 13. vai 14. janvārī. Šī novirze dod iespēju aprēķināt eiropēiskā kalendāra rašanās laiku, pieņemot, ka, kalendāram izveidojoties, gadalaiku sākumiem vajadzēja sakrist ar atbilstošo solstīcijas vai ekvinokcijas dienu un ka eiropēiskā kalendāra aprēķināšanai lietots tāds pats algoritms kā Jūlija kalendāram. Nedēļas iedalījums piecās dienās līdz kristietības ieviešanai liecina par labām aritmētiskas zināšanām, kas varēja veicināt kalendāra laika noteikšanas precizitāti. Ja četru gadsimtu laikā eiropēiskais kalendārs novirzījās par trim dienām no Jūlija kalendāra, tad var aprēķināt, ka eiropēiskais kalendārs sākts lietot 2,5 vai 3,0 tūkst. gadu pirms mūsu ēras, tas ir, apmēram tajā pašā laikā, kad sāka darboties sākotnējā Stounhendžas observatorija.



2. att. Lartetas plāksnes augšējās daļas labās puses fotoattēls, kas parāda iegravēto zīmju izkārtojumu, atšķirības atsevišķo zīmju lielumā, ieskrāpējumu dziļumu un leņķa, kā arī ritma maiņu.

<sup>5</sup> Eelsalu H., Liventhal N. — Astr. Tidskrift, 1979, N 2.

<sup>6</sup> Burl A. Rings of Stone. London, 1979.

Otra svarīgākā eiropēiskā kalendāra relikvija ir tā sauktais ķeltu kalendārs. Kristiešu kalendārā tā gadalaikus svin 1. maijā, 1. augustā. 1. novembrī un 1. februārī. Folkloristiskais pamatojums, ka šīs dienas bijušas veltītas Saules un uguns kultam, neapšaubāmi liecina, ka to izcelsme ir saistīta ar gadalaikiem. Šī vienkāršā iemesla dēļ nevar nepieļaut iespēju, ka ķeltu kalendārs ir daudz vecāks eiropēiskā kalendāra variants nekā iepriekš minētais skandināvu un Stounhendžas kalendārs. Gadalaiku novirzes liecina, ka ķeltu kalendārs izveidojies vairāk nekā 5 tūkstošus gadu pirms mūsu ēras. Jebkurā gadījumā ķeltu kalendāram vajadzētu būt senākam par megalitiskās astronomijas ērā izveidoto kalendāru. Megalitiskās astronomijas ērā, domājams, radusies nepieciešamība koriģēt senāko eiropēiskā kalendāra sistēmu sakarā ar lielajām novirzēm. Tāpēc paleoastronomijā var runāt par Stounhendžas kalendāra reformu.

Iespējams, ka Maršaka konstatētā kalendāra izzušana ir saistīta ar pirmatnējās aritmētikas rašanos, kas devusi iespēju sagatavot ceļu algoritmisko kalendāru izveidošanai. Iespējams arī, ka pirmatnējās aritmētikas attīstība nav šķirama no kalendāra veidošanās procesa. Paleomatemātikai, tāpat kā paleoastronomijai, ir nepieciešama starpzinātņu pētniecības pieeja, lai izprastu evolucionāros procesus.

Kas attiecas uz astronomiskajiem rituāliem, kuri praktizēti megalitiskajā ērā, kā viens no daudzsološākajiem to izpētes virzieniem ir I. Rabinoviča izteiktais konstatējums, ka senie rituāli laika gaitā pamazām ieguvuši rotaļu jēgu. Viņš izskaidroja vairāku latviešu folklorā minēto rotaļu astronomisko rituālu saturu un secināja, ka daži no šiem rituāliem varētu būt praktizēti pirmajā gadu tūkstotī pirms mūsu ēras.<sup>7</sup>

Astronomijas un matemātikas elementi, kas sastopami latviešu folklorā, ir samērā labi reģistrēti un sistematizēti, jo galvenais latviešu tautasdziesmu krājējs Kr. Barons bija studējis šīs disciplīnas Tartu universitātē 1856.—1860. gadā.

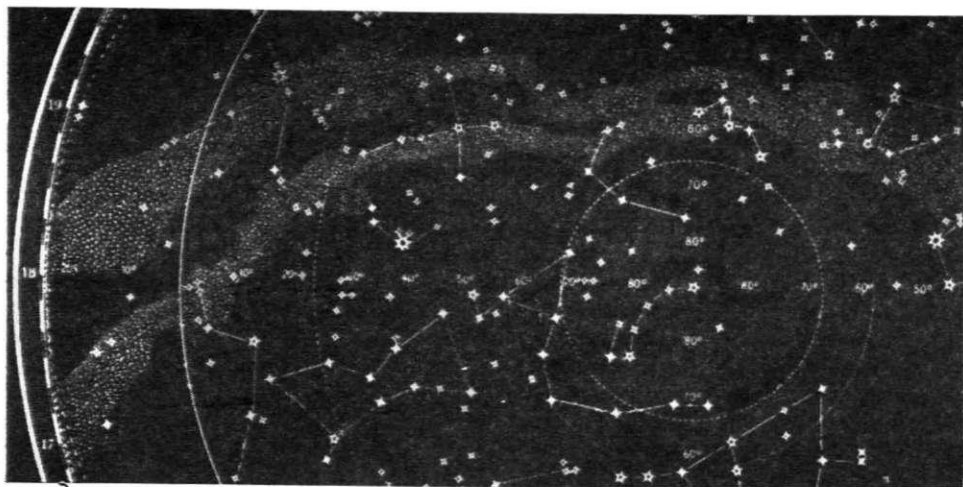
<sup>7</sup> Rabinovičs I. Kas tā ir — Saules meita? — Zvaigžņota debess, 1966. gada ziema, 36.—39. lpp.

Maršaka atklātā lunārā kalendāra rašanos pirms vairāk nekā 30 tūkst. gadiem var interpretēt no tolaik Eiropā valdošā ledus laikmeta viedokļa. Ledus laikmets maksimumu sasniedza apmēram pirms 25 tūkstošiem gadu. Klimata pastāvīgā pasliktināšanās acimredzot likusi pirmatnējiem cilvēkiem kritiski novērot visu, kas notiek debesis Saules ceļa apkārtnē. Mitoloģija sniedz diezgan daudz pieturas punktu ledus laikmeta astrognostikas izpratnei, kurus var datēt, izmantojot precesijas hronoloģiju.

Tajā pašā laikā, kad radies Maršaka konstatētais lunārais kalendārs, acimredzot izveidojies arī ekliptikas jēdziens. Patiešām, tolaik Zivs zvaigznājs atradās vizzemākajā iespējamā pozīcijā. Tas nebūtu dabūjis savu nosaukumu, ja šajā laikā nebūtu atradies tuvu horizontam.

Pirms apmēram 25 tūkstošiem gadu Saule vasaras vidū (solsticijā) atradās Vērša zvaigznājā. Mits par Vērša nogalināšanu ir izplatīts daudzās Eiropas tautās, un, kā zināms, šis rituāls vēl joprojām saglabājies Spānijā un Dienvidfrancijā. Bez tam Vērsis droši vien bijis prototips Sātanam, kas tiek izraidīts no debesīm. Ledus laikmeta sākums sakrīta ar Vērša zvaigznāja grimšanu, resp., deklinācijas samazināšanos. Tāpēc ledus laikmeta katastrofu pirmatnējie cilvēki saistīja ar Vērša zvaigznāja stāvokļa izmaiņu. Vērša grimšanu pie debesīm mītos aprakstīja kā nonāvēšanu vai izdzišanu no debesīm.

Liekas, ka somu folklorā ir visvecākais pieejamais avots šī mīta pētīšanai. Tur atrodams īpašs apraksts par Vērsi. Tam bijuši tik plati ragi, ka bezdelīgai vajadzējis dienu lidot no viena raga līdz otram, bet vāverei veselu mēnesi bijis jāskrien pa vērsa muguru, lai sasniegtu astes galu. Pēc šī mīta var spriest, ka Piena Ceļš uzskatīts par Vērša asti. Somu folklorā un eposā «Kalevala» sniedz arī ziņas par vērsa nonāvētāju, nosaucot to par Melno vīru, kas iznīris no ūdens. Melnais vīrs vizuāli pie debesīm identificējams tikai ar melno svitru starp Piena Ceļa bifurkāciju (sadališanos divos zaros). Šai identifikācijai par labu runā trīs argumenti. 1. Melnais vīrs atrodas pretim Vērša zvaigznājam, tā ka viņš tiešām varēja iznīrt no ūdens. 2. Melno vīru apņēm nāvējoša rakstura



3. att. Melnsais vīrs — tumšais apgabals starp Piena Ceļa zariem, kurā nav redzamas spožas zvaigznes.

nosaukuma zvaigznāji — Strēlnieks, Skorpions, Čūska un Čūsknesis. 3. Vērša nonāvēšanai ir krasi izteikta līdzība ar grieķu mītu, kur Orionu, kas atrodas tieši zem Vērša zvaigznāja, nonāvē Skorpions.

Iespējams, ka somi nav šīs senās astronomiskās informācijas sākotnējie īpašnieki. Viņi noietās uz dzīvi Baltijas jūras rajonā tikai pirms dažiem tūkstošiem gadu, ieceļojot šeit no dienvidaustrumiem. Iespējams arī, ka Baltijas somi šos senos mītus pārņēma no lapiem, kas pēc ledāju atkāpšanās apdzīvoja ziemeļu teritorijas kopā ar dažām citām indoeiropiešu etnosa ciltīm. Tās varētu arī būt sākotnējā eiropēiskā kalendāra izplatītājas.

Ir konstatēts, ka skandināvu teiksma par Grotes dzirsnām vai «Kalevalas» Sampo dzirsnām, kas kādreiz sagruvušas, apraksta kādu no kosmoloģiskiem notikumiem, kas norisinājušies pirms 8,5 tūkstošiem gadu.<sup>8</sup> Tie varētu būt — Litorīnas jūras rašanās<sup>9</sup>, debess pola iegrimšana Herkulesa zvaigznāja  $\tau$  zvaigznes apkaimē un gigantiskā Tromso meteorīta nokri-

šana, kura krāteris Norvēģijā tika atklāts 1970. gada sākumā. Arī citu tautu folklorā piemin vairākas astronomiskas katastrofas, kas notikušas ledus laikmetā. Faetonta iekrišanu Ēridanā var mēģināt identificēt ar milzīgā Tremorgio meteorīta iekrišanu Po upes iztekas baseinā apmēram pirms 20—50 tūkstošiem gadu. Herkules, kuram ir somu dubultnieks — Ilmarinens, devis savu nosaukumu attiecīgajam zvaigznājam pirms kādiem 9—10 tūkstošiem gadu (vai arī pirms 35 tūkst. g.), kad debess pils atradās tā apkārtne.

Saskaņā ar vairāku eģiptologu secinājumiem, senās apokatastāzes (pasaules notikumu loks) ilgums tiek vērtēts ar aptuveni 30 tūkstošiem gadu. Šis laika sprādis samērā labi atbilst precesijas pilnajam periodam jeb t. s. platoniskā gada garumam, kas ir 26 tūkst. gadi. Pēc tā var spriest, ka aizvēsturiskajiem novērojumiem varētu būt bijušas nepārtraukta rakstura tradīcijas, aptverot visu apokatastisko periodu. Kā jau iepriekš bija minēts, iespējams, ka pēdējo 10 tūkstošu gadu laikā astronomiskie novērojumi bijuši saistīti ar iegūtajām zināšanām aritmētikā un tāpēc seno eģiptiešu rīcībā bija diezgan daudz informācijas, lai veiktu kvantitatīvas ekstrapolācijas.

<sup>8</sup> Eelsalu H. — Astr. Tidskrift, 1980, N 4.

<sup>9</sup> Šī Baltijas jūra šajā veidošanās fāzē tā nosaukta pēc moluska *Litorina litorea*, ko atrod tās krastos.



## SENO CELTŅU ORIENTĀCIJA

GUNĀRS ERDMANIS,  
ALEKSANDRS JANSONS

Pastāv uzskats, ka senās celtnes ir orientētas pret noteiktām debespusēm. Vai tā tas tiešām ir? Vai celtņu virzienu orientēšanā izmantoti arī astronomiskie paņēmieni? Uz šiem jautājumiem atbildi var rast, apsekojot seno celtņu novietojumu un pētot agrāko laiku celtniecības tradīcijas.

Senākās celtnes, kas saglabājušās Latvijas teritorijā, ir vācu iekārotāju piļu drupas un kulta vajadzībām būvētās baznīcas. Jautājums par šo celtņu orientējumu dabā pilsētībūvniecības un arī praktiskās astronomijas vēsturē līdz šim nav noskaidrots. Vai tās ir orientētas pret kādu noteiktu debespusi? Ja tas droši apstiprinātos, gribētos uzzināt, kādi gan praktiskās astronomijas paņēmieni tolaik izmantoti šo būvju virzienu noteikšanai dabā. Vai arī šīs būves orientētas, vadoties tikai no pilsētībūvniecības apstākļiem?

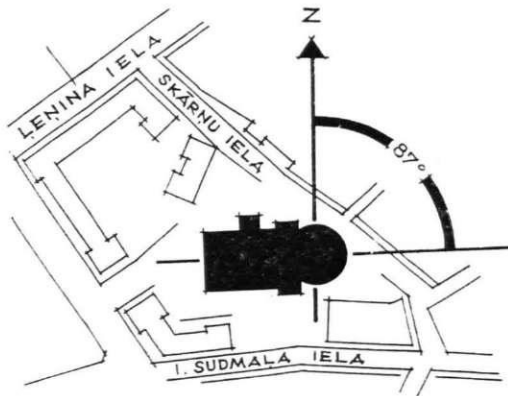
Viennozīmīgi uz šiem jautājumiem atbildēt nevar. Dažādos vēsturiskajos periodos un atšķirīgās situācijās būvētās celtnes orientētas dažādi. Piemēram, Rīgas vecāko baznīcu — Doma un Pētera — virziens atšķiras par  $15^\circ$ , turklāt pirmā ir vērsta par  $12^\circ$  uz dienvidiem no austrumu virziena (1. att.), bet otrā — par  $3^\circ$  uz ziemeļiem (2. att.). Pilsētā šādas atkāpes varētu izskaidrot ar kādiem pilsētībūvniecības apstākļiem, bet izrādās, ka tādas pašas atkāpes vērojamas arī lauku apvidos, kur baz-

niņu orientāciju it kā nekas nevarēja ietekmēt. Piemēram, Cīravas baznīca Liepājas rajonā celta ar  $7^\circ$  novirzi uz dienvidiem no austrumu virziena, Talsu rajona Dundagas baznīcas virziens praktiski sakrīt ar austrumu virzienu, bet Āraišu baznīca Cēsu rajonā, savukārt, pavērsta par  $16^\circ$  uz ziemeļiem. Tātad Cīravas un Āraišu baznīcu virziens atšķiras par  $23^\circ$ . Tās droši vien nav galējās novirzes, jo pagaidām apsekotas tikai 43 baznīcas un piļu kapelas.

Lai izskaidrotu seno celtņu orientācijas atšķirības, jāpēta senās arhitektūras un celtniecības tradīcijas. Pirmās ziņas par tām sastopamas senās Romas arhitektūrā. Marks Vitrūvijs, Jūlija Cēzara un imperatora Augusta arhitekts un inženieris, 1. gs. p.m.ē. otrajā pusē uzrakstījis «Desmit grāmatas par arhitektūru», vienīgo līdz mūsdienām pilnībā saglabājušos tālaika traktātu, kurā skarts jautājums par tempļu orientāciju. IV grāmatas 5. nodaļā Vitrūvijs raksta: «... Debespuses, pret kurām jābūt pavērstiem tempļiem, kas veltīti nemirstīgiem dieviem, nosaka šādā veidā: ja nav šķēršļu



1. att. Rīgas Doma baznīcas (13. gs. sākums) orientācija. Azimuts  $102^\circ$ .



2. att. Rīgas Pētera baznīcas (13.—15. gs.) orientācija. Azimuts  $87^\circ$ .

un ir brīva izvēle, tad templim kopā ar dievības tēlu jābūt novietotam pret rietumiem, lai pie altāra ejošo skati būtu vērsti pret debesu austrumu daļu un pret templi novietoto tēlu un tādā veidā zvērestu devēji skatītu templi un debesu austrumu pusi. Tad liksies, ka dievību tēli nāk no austrumiem. [...] Ja tempļus ceļ pie upēm, piemēram, Ēģiptē abās pusēs Nilai, tiem jābūt pavērstiem pret upju krastiem. Tāpat, ja tempļus ceļ pie braucamiem ceļiem, tiem jāstāv tā, lai garāmejošie varētu pagriezties un paklanīties pret tiem.<sup>1</sup>

Antīkās pasaules arhitektūras teorija nebija aizmirsta arī agrajos viduslaikos. Pavisam saglabājušies gandrīz 80 Vitrūvija darba noraksti, no kuriem 39 uzrakstīti pirms 1416. gada. Pat Kārļa Lielā (742—814) celtnieks Einhardss kādā vēstulē atsaucas uz Vitrūviju.<sup>2</sup> Piebildisim, ka līdz 420. gadam apsīda (pusapaļš, dažreiz daudzstūrveida ēkas nobeigums) ar altāri kristiešu baznīcās atradusies rietumu daļā, tikai pēc tam austrumos<sup>3</sup>, domājams, lai atšķirtos no antīkās pasaules tempļiem.

Renesanses laikā Romā pieauga interese par antīko arhitektūru. 1565. gadā Daniels Barbaro (?—1569) sadarbībā ar ievērojamo celtniecības un arhitektūras teorētiķi Palladiju (1508—1580) izdeva minēto Vitrūvija darbu ar saviem komentāriem.<sup>4</sup> Tajos lasāms: «..Tātad tempļu fasādēm jābūt pavērstām pret rietumiem. No tā izriet, ka altāriem un elkiem jāapskaidro lūdzēju prāti līdzīgi uzlēcošai saulei.»

No teiktā var secināt, ka pastāvējusi sena tradīcija brīvi stāvošus dievnamus celt austrumu—rietumu virzienā, bet tas nav vienmēr stingri ievērots, un, ja to prasījuši vietējie apstākļi, baznīcas orientācija mainīta.

Apsēkojot 21 vecāko Latvijā celto baznīcu (sk. tabulu), var konstatēt, ka līdz pat 17. gs. tās visas nosacīti orientētas austrumu virzienā,

<sup>1</sup> Vitruvius M. Über die Baukunst. Essen, 1938.

<sup>2</sup> Ricken H. Der Architekt. Berlin, 1977, S. 27.

<sup>3</sup> Demmin A. Handbuch der bildenden und gewerblichen Künste. Leipzig, 1877—1878, Th. 1, S. 263.

<sup>4</sup> Барбаро Даннеле. Комментарий к десяти книгам об архитектуре Витрувия. М., 1938, с. 155.

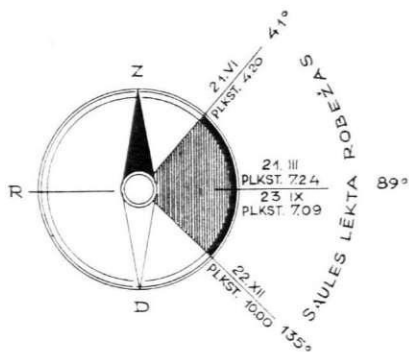
Celšanas laiks	Baznīcas nosaukums vai atrašanās vieta	Orientācija, azimuts	Saules lēkts baznīcas orientējuma virzienā	
			vasaras pirmajā pusē	vasaras otrajā pusē
1206.	Krimuldā, Rīgas raj.	94°	15. III	30. IX
1211.	Doma baznīca Rīgā	102°	—	11. X
1283.	Simāņa baznīca Valmierā	71°	16. IV	28. VIII
XIII gs.	Jēkaba baznīca Rīgā	97°	—	5. X
XIII gs.	Āraiso, Cēsu raj.	74°	10. IV	2. IX
XIII—XV gs.	Pēteru baznīca Rīgā	87°	23. III	21. IX
XIV gs.	Marijas-Magdalēnas baznīca Rīgā	85°	25. III	18. IX
1596.	Umurgā, Limbažu raj.	75°	6. IV	5. IX
XVI gs.	Priedulā, Saldus raj.	96°	—	3. X
1648.	Mežmuižā, Dobeles raj.	96°	—	3. X
1650.	Elkšnos, Daugavpils raj.	65°	24. V	20. VIII
1651.	Durbē, Liepājas raj.	89°	20. III	23. IX
1658.	Gaiķos, Saldus raj.	73°	14. IV	1. IX
1686.	Matīšos, Valmieras raj.	81°	29. III	14. IX
1688.	Burtņiekos, Valmieras raj.	80°	1. IV	12. IX
XVII gs.	Ilmajā, Liepājas raj.	89°	20. III	23. IX
1750.	Lēnos, Kuldīgas raj.	96°	24. III	20. IX
1765.	Bīkerniekos, Rīgā	80°	1. IV	12. IX
1766.	Dundagā, Talsu raj.	91°	18. III	24. IX
1772.	Vilānos, Rēzeknes raj.	76°	4. IV	6. IX
1780.	Cīravā, Liepājas raj.	97°	—	5. X

parasti gan ar zināmu novirzi uz ziemeļiem. Baznīcu virzienu azimuti, leņķis starp ziemeļu virzienu un celtnes garenasi, atrodas robežās starp 65 un 102 grādiem. No tā izriet, ka šo baznīcu virzieni iekļaujas 37° platā horizonta sektorā, kurš attiecībā pret austrumiem nedaudz pavērsts uz ziemeļiem.

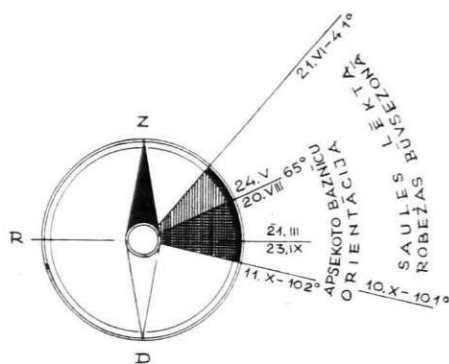
Sādas orientācijas novirzes rada jautājumu: vai tās izskaidrojamas ar baznīcas orientācijas nosprašanas kļūdām vai, ja ne, kāds tad tām cēlonis? Šķiet, ka tik lielas novirzes nevarēja rasties, celtnes orientācijas nosprašanai izmantojot gnomonu vai kompasu.<sup>5</sup>

Seno baznīcu virzienu plašais diapazons un novirze uz ziemeļiem liek domāt, ka baznīcu orientācija dabā nosprausta, vadoties tieši pēc Saules lēkta virziena. Mūsu platuma grādos Saules lēkta galējais azimuts vasaras saulgrie-

<sup>5</sup> Klētņieks J. Saules pulksteņi Latvijā. Rīga, 1983, 95. lpp.



3. att. Saules lēkta azimuta maiņa.



4. att. Saules lēkta azimuti būvsezonā un apsekoto baznīcu orientācija.

žos sasniedz  $41^\circ$ , bet ziemas saulgriežos —  $135$  grādos. Saule lec tieši austrumos, kad azimuts ir  $90^\circ$ , divas reizes gadā — pavasara un rudens ekvinokciju laikā (3. att.).

Par būvsezonu, kad ir optimāli labākie laika apstākļi celtniecības darbiem un kad praktiski varēja arī tikt nosprausta dabā nākamā baznīca, ar zināmu tuvinājumu pieņemot laikposmu starp 21. martu un 10. oktobri, redzams, ka Saules lēkta azimuts šajā laikā ir robežās starp  $41$  un  $101$  grādu. Tieši šādam horizonta sektoram arī atbilst to līdz 17. gs. celto baznīcu virziens, kuras it kā nav ietekmējuši nekādi pilsētībūvniecības apsvērumi (4. att.).

Domu, ka baznīcas nospraustas tieši pēc Saules lēkta un ka tas noticis baznīcas pat-

rona — kāda svētā — dienas rītā, izteikuši vairāki padomju zinātnieki.<sup>6</sup> Vispār šāds baznīcu plānojuma nospraušanas paņēmieni pilnībā atbilst baznīcas rituālu misticisma garam un kristīgās reliģijas pasaules uzskatam.

Tomēr jāuzskata, ka baznīcu plānojuma nospraušana dabā lielākoties nav tikusi izvēlēta kāda īpaša diena. Vācot datus par baznīcu būvēšanas sākumu, vairākos gadījumos atrastas ziņas, kad tām likti pamatakmeņi. Tomēr pamatakmeņa likšana un baznīcas atrašanās vietas nospraušana dabā nav viens un tas pats. Baznīcas plānojuma nospraušana dabā jau pati par sevi ir diezgan darbietilpīgs process, bet līdz pamatakmeņa likšanai vēl bija jāizrok būvbedre, jāpieved materiāli un jāveic arī citi priekšdarbi. Tikai pēc tam varēja izziņot pamatakmeņa likšanas ceremoniju. Ir zināms, ka Zviedrijā un Vidzemē 17. gs. par baznīcas iesvētīšanu draudzei bijis jāpaziņo vismaz astoņas dienas iepriekš.

No visa teiktā pagaidām var izdarīt divus secinājumus. Pirmkārt, līdz pat 17. gs. baznīcas ir nosacīti orientētas ar altāri austrumu virzienā un to virziens noteikts tieši pēc Saules lēkta. Izņēmums ir viduslaikos būvēto piļu kapelas. Piļu orientāciju kopumā nosacīja vietējie reljefa apstākļi un aizsardzības apsvērumi, tādēļ korpuss, kurā varēja iekārtot kapelu, ne vienmēr bija vērsti austrumu virzienā. Piemēram, Dundagas piļu kapela sākumā atradās ziemeļrietumu korpusā, bet 17. gs. jaunā kapela tika uzbūvēta pie kādreizējā priekšpils apkārtmūra un orientēta ziemeļaustrumu virzienā. Ēdoles piļu kapela bijusi pils korpusā, kas orientēts dienvidaustrumu, bet Rīgas piļu — ziemeļaustrumu virzienā.

Tas pats sakāms par Jāņa un kādreizējo Jura baznīcu Rīgā, kuru virzienu nosacīja sākotnējo biskapa un ordeņa piļu plānojumi un pilsētas nocietinājumu mūra virziens.

Otrkārt, kopš 18. gs. baznīcu orientāciju galvenokārt nosacījuši dažādi pilsētībūvniecības apsvērumi, un celtņu virziens bieži vien krasi atšķiras no austrumu—rietumu virziena.

<sup>6</sup> Шевелев И. Логика архитектурной гармонии. М., 1973, с. 102.



### CILVĒKS IEIET KOSMOSĀ

Zemes cilvēks pacēlās kosmosā 1961. gada 12. aprīlī. Kopš tā laika kosmosā pabijis vairāk nekā simts cilvēku. Kosmonauti ir strādājuši atklātā kosmosā, ilgstoši darbojušies orbitālā lidojuma apstākļos, ir staigājuši pa Mēnesi. Kosmisko lidojumu bioloģiskie aspekti allaž atspoguļoti presē, tomēr ne vienmēr mēs izsekojam preses materiāliem, dažkārt tie paliek neizlasīti. Tāpat laika gaitā vairs nepatūram prātā kosmisko eksperimentu kopsakaru un secību. Tāpēc ar interesi izlasīsim bioloģes Intas Beldavas populārzinātnisko grāmatu<sup>1</sup>, kur iztirzāti apstākļi, kādos nonāk cilvēka organisms kosmiskajā lidojumā un raksturota dažādu organisma sistēmu atbilde uz šiem apstākļiem. Ar kosmiskajiem lidojumiem saistīto

<sup>1</sup> Beldava I. Cilvēks kosmosā. R., Zinātne, 1983, 104 lpp.



fizioloģisko un medicīnisko problēmu aplūkojumā izmantoti interesanti piemēri no padomju un amerikāņu kosmonautu pieredzes.

Grāmatu veido četras nodaļas: «Cilvēks orbitā ap Zemi», «Darbs atklātā kosmosā vairākus simtus kilometru virs Zemes», «Pirmie cilvēki uz Mēness» un «Starplanētu lidojumi». Šāda nodaļu secība ataino kosmosa apgūšanas vēsturiskās pakāpes un arī cilvēka organismam uzliktās slodzes pakāpenisko pieaugumu. Bet nav jau tikai tas vien. Autore pratusi arī parādīt Zemes cilvēka psihi noslogojumu, virkni mums neparastu apstākļu, kam ir tik svarīga nozīme kosmiskajā lidojumā. Piemēram, sensoriskais bads mūsdienu informācijas pārbagātajā laikmetā varētu šķist pat kārdinošs, taču ārpus Zemes, lidojumā kosmonautam ir vajadzīgs liels garīgais un fiziskais spēks, lai tukšajā un mēmajā Visumā, kur nav daudzveidīgo Zemes skaņu un šalku, saglabātu savu «es».

Iesniegdamies aizvien dziļāk kosmosā, cilvēks ne vien īsteno savu mūžseno izziņas tieksmi, bet arī attīsta garīgās un fiziskās potences, kas lieti var noderēt nezināmās nākotnes gatavotajos pārbaudījumos. Jau tagad gaisa piesārņojuma pakāpe dažviet uz mūsu dzimtās planētas ir tik liela, ka arvien aktuālāka kļūst nepieciešamība projektēt cilvēkam plašāku dzīves telpu ar kondicionētu vidi. Tad apstākļi uz Zemes, kā minēts grāmatas ceturtajā nodaļā, būs līdzīgi apstākļiem, kādos iecerēts radīt kosmiskajās apmetnēs uz citām planētām vai orbitās ap tām. Tā cilvēks pakāpeniski kļūs par kosmisku būtni. Tad mūsu sugas bioloģiskais apzīmējums *homo sapiens* — «saprātīgais cilvēks» (kas mūsdienās ne vienmēr atbilst patiesībai) būs jāaizstāj ar *homo cosmicus* — «kosmiskais cilvēks». Intas Beldavas grāmata nopietni un saistoši ievada lasītāju šo problēmu lokā.

N. C i m a h o v i č a

## DIDAKTIKAS DEVA ASTRONOMIJAS STUNDĀM

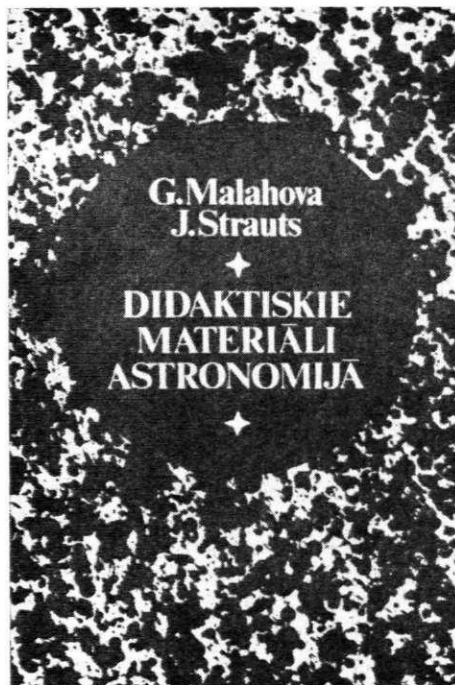
Vidusskolu astronomijas skolotāju vajadzībām nācis klajā mācību palīglīdzeklis ar pārbaudes un kontroles darbiem skolēnu zināšanu pārbaudei visās astronomijas kursa tēmās.<sup>1</sup> Krājumā ievietotie uzdevumi sakārtoti pa nodaļām atbilstoši vidusskolas astronomijas mācību grāmatas<sup>2</sup> vielas izklāstam. Par pārbaudes darbiem nosauktie uzdevumi ietver viena vai divu mācību grāmatas paragrāfu vielu, un to atrisināšanai plānotas 10—15 minūtes. Kontroles darbi, kuru risināšanai nepieciešama visa mācību stunda, aptver noteiktu mācību grāmatas tēmu. Krājumā katrai tēmai ir pa kontroldarbam ar paaugstinātu grūtības pakāpi. Turklāt ir divi kopsavilkuma kontroldarbi, kuros atkārtošanai ietverts viss vidusskolas astronomijas kurss.

Krājuma sastādītāji ir domājuši arī par programmētās apmācības elementu ieviešanu astronomijas stundās. Piemēram, tēmai «Saules sistēmas uzbūve» veltīti divi kontroldarbi ar atbildes izvēli. Mācību līdzekļa jebkurā iedalījumā ir 4—6 līdzvērtīgu uzdevumu varianti, bet kontroldarbos ar atbildes izvēli doti pat 17 varianti. Lielākajai daļai krājumā ietvertu uzdevumu dotas atbildes ar komentāriem. Sniegts astronomijas kursa stundu plānojuma variants ar pārbaudes un kontroldarbu izmantošanu.

Šāda veida mācību palīglīdzeklis vidusskolu astronomijas kursam nāk klajā pirmo reizi, tādēļ darba autori un izdevuma veidotāji latviešu valodā (tulk. L. Roze) rēķinās ar neiz-

<sup>1</sup> Malahova G., Strauts J. Didaktiskie materiāli astronomijā. R., Zvaigzne, 1983, 64 lpp.

<sup>2</sup> Voroncovs-Veljaminovs B. Astronomija vidusskolām. R., Zvaigzne, 1978, 160 lpp.



bēgamiem trūkumiem un nepilnībām. Izdevēji ar pateicību pieņems visus aizrādījumus.

Aplūkotā uzdevumu krājuma prasmīga lietošana, cerams, veicinās astronomijas kursa apgūšanas efektivitāti. Atsevišķus uzdevumus varētu izmantot arī ārpusklases darbā, piemēram, skolēnu olimpiādēm un viktorinām.

Krājuma uzdevumos ietverts daudz kas no mūsdienu kosmiskās ēras problemātikas, tāpat arī jautājumi, kas saistīti ar astronomijas attīstības vēstures nozīmīgākajām parādībām un materiālistiskā pasaules uzskata veidošanos.

Leonids Roze



*Par A. Zalstera rakstu  
«Akmens kuģi un debespušes»*

*«Zvaigžņotās debess» 1983. gada pavasara numurā A. Zalsters raksta par to, kāda ir arheoloģisko «akmens kuģu» jēga. Starp citu, šādi kuģi atrasti ne tikai Kurzemē un Skandināvijā, bet arī Sāmsalā (Sāremā). Dienvidzvidrijā Skones piekrastē atrasta megalītiskā observatorija «Ales akmeņi». C. Roslunds*

*(Forskning och Framsteg, 1979, N 5, 6.—11. lpp.) raksta, ka Ales struktūra sastāv no divām parabolām (un viziera akmeņa). Tās it kā veido kuģa kontūru, kura orientēta apmēram ZR—DA virzienā. Es esmu izteicis pieņēmumu (Keel ja Kirjandus, 1981, N 9, 548.—550. lpp.), ka Ales observatorija ir «akmens kuģu» prototips.*

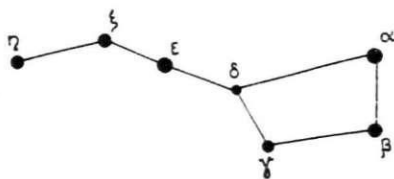
*Heino Ēlsalu,  
Tartu Astrofizikas observatorija*



## ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS 1984. GADA VASARĀ

1984. gada astronomiskā vasara sākas 21. jūnijā 8<sup>h</sup>02<sup>m</sup> pēc Maskavas dekrēta laika. Saule šajā momentā atrodas vasaras saulgriežu punktā Dvīņu zvaigznājā un tai ir vislielākā iespējamā ziemeļu deklinācija (+23°27'). 3. jūlijā 9<sup>h</sup>32<sup>m</sup> Zeme atrodas afēlijā (vistālāk no Saules), attāums — 152,1 miljons kilometru.

Vakaros pēc Saules rieta debess dienvidu pusē atkal ir redzami raksturīgie vasaras zvaigznāji Lira, Gulbis un Ērglis un vasaras trijstūris, ko veido šo zvaigznāju spožākās zvaigznes Vega, Denebs un Altairs. Taču debess ir tik gaiša, ka nepieredzējušam novērotājam nav viegli tās indentificēt. Tādā gadījumā iepazīšanos ar zvaigžņoto debesi vislabāk ir sākt ar Lielo Lāci — šo unikālo zvaigznāju, kuru visi pazīst un kurš visos gadalaikos ir vienlīdz labi redzams. Tam raksturīgais «kauss» vasaras vakaros atrodas debess rietumu pusē. Novelkot taisni caur  $\gamma$  un  $\delta$  un turpinot to uz augšu, nonāksim pie spožākās ziemeļu puslodes zvaigznes Vegas Liras zvaigznājā. Spožā zvaigzne pa kreisi no tās ir Denebs, bet Altairs atrodas tuvāk apvārsnim. Trijstūra dienvidu smaile ar Altairu virsotnē vērsta Mežāža zvaigznāja virzienā un norāda uz tā zvaigznēm  $\alpha$  un  $\beta$ . Altairam tuvu blakus katra savā pusē atrodas divas zvaigznes — Ērgļa



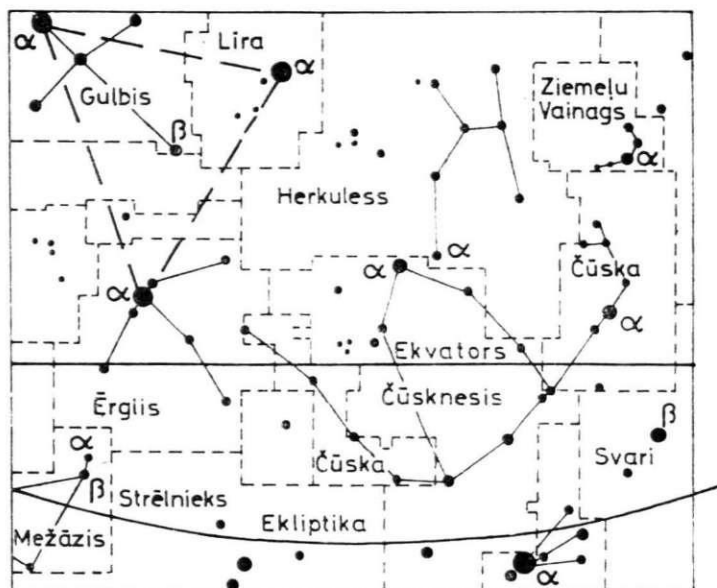
1. att. Lielā Lāča «kauss».

Vasaras zvaigznāju spožākās zvaigznes

Nr. p. k.	Zvaigznes nosaukums	Spožums (lieluma klase)	Spektrs
1.	Vega	0,04	A0 V
2.	Altairs	0,77	A7 IV—V
3.	Antares	0,92	M1 Ia+B4
4.	Denebs	1,26	A2p Ia
5.	Rasalhags	2,09	A5 III

$\beta$  un  $\gamma$ . Visas trīs kopā tās atgādina Oriona jostu un atvieglo Altaira identificēšanu. Starp citu, šī zvaigžņu trijotne norāda virzienu uz Dienvidu Zivs  $\alpha$  jeb Formalhautu, spožu, bet mūsu ģeogrāfiskajā platumā grūti saskatāmu zvaigzni. Vislabākie tās novērošanas apstākļi ir rudenī. Turpinot uz leju Gulbja krusta garāko šķērskoku, nonāksim pie Čūksneša  $\alpha$  jeb Rasalhaga. Pa labi no tā par veselu zvaigžņu lieluma klasi vājāka mirgo Herkulesa  $\alpha$  jeb Rasalgets. Virzoties pa taisni Denebs—Rasalhags līdz apvārsnim, atradīsim spožāko Skorpiona zvaigzni Antaresu. Pie tā var nonākt arī, novelkot taisni caur Lielā Lāča  $\epsilon$  un  $\zeta$  un turpinot to līdz apvārsnim. Zinot spožo zvaigžņu atrašanās vietu, nav grūti atrast arī vājākās zvaigznes.

Tā sauktos vasaras zvaigznājus visērtāk novērot vasarā, taču tie redzami arī citos gadalaikos: pavasaros no rītiem debess austrumu pusē un rudenos pēc Saules rieta rietumos. Vega un Denebs mūsu ģeogrāfiskajā platumā ir nenorietošas zvaigznes un saskatāmas pat ziemā debess ziemeļpusē zemu pie apvārsņa.



2. att. Vasaras zvaigznāji.

## PLANĒTAS

**Merkurs** gandrīz visu vasaru nav redzams. Iespējams novērot tikai septembra vidū, kad tas saskatāms no rītiem pirms Saules lēkta debess austrumu pusē zemu pie apvāršņa (14. septembrī atrodas vislielākajā rietumu elongācijā —  $17^\circ$  no Saules). Uz septembra beigām redzamība strauji pasliktinās.

Venēra vasaras mēnešos nav redzama.

**Mars**s redzams vakaros. Līdz 15. augustam atrodas Svaru, pēc tam Skorpiona, bet vasaras beigās — Čūskneša zvaigznājā. 20. jūnijā uzsāk tiešo kustību un strauji attālinās no Zemes. Tā spožums samazinās no  $-0,9$  vasaras sākumā līdz  $+0,4$  vasaras beigās.

Mēness paiet gar Marsu 7. jūlijā un 4. augustā  $4^\circ$  virs tā, bet 2. septembrī —  $2^\circ$  virs tā.

**Jupiters** 29. jūnijā nonāk opozīcijā ar Sauli. Vasaras pirmajā pusē gandrīz visu nakti, bet vasaras beigās vakaros redzams Strēlnieka zvaigznājā. Tā spožums mainās no  $-2,2$  jūnija beigās līdz  $-1,8$  septembra beigās.

Mēness paiet gar Jupiteru 11. jūlijā  $3^\circ$  zem tā, 8. augustā un 4. septembrī —  $2^\circ$  zem tā.

**Saturns** atrodas Svaru zvaigznājā un redzams vakaros nedaudz augstāk par Marsu. 14. jūlijā sākas tā tiešā kustība. Spožums vasaras mēnešos mainās no  $+0,6$  līdz  $+0,9$ .

Mēness paiet gar Saturnu 7. jūlijā  $0,06^\circ$ , 3. un 31. augustā attiecīgi  $0,2^\circ$  un  $0,4^\circ$ , 27. septembrī  $0,8^\circ$  zem tā.

**Urāns** atrodas Čūskneša zvaigznājā.

## MĒNESS

### ☾ (pēdējais ceturksnis)

21. jūnijā pl. 14<sup>h</sup>11<sup>m</sup>  
21. jūlijā „ 7 02  
19. augustā „ 22 41  
18. septembrī „ 12 32

### ☾ (jauns Mēness)

29. jūnijā pl. 6<sup>h</sup>19<sup>m</sup>  
28. jūlijā „ 14 52  
26. augustā „ 22 26  
25. septembrī „ 6 11

### ☾ (pirmais ceturksnis)

6. jūlijā pl. 0<sup>h</sup>05<sup>m</sup>  
4. augustā „ 5 34  
2. septembrī „ 13 30  
2. oktobrī „ 0 53

### ☾ (pilns Mēness)

13. jūlijā pl. 5<sup>h</sup>21<sup>m</sup>  
11. augustā „ 18 44  
10. septembrī „ 10 02  
10. oktobrī „ 2 59

Ā. A l k s n e

## PIRMO REIZI «ZVAIGŅNOTAJĀ DEBESĪ»



**Gunārs ERDMANIS** — inženieris celtnieks, LPSR Kultūras ministrijas Kultūras pieminekļu restaurēšanas kantora grupas vadītājs. Interesējas par viduslaiku celtniecības tradīcijām.



**Inguna GAISA** — Ogres vidusskolas matemātikas skolotāja. 1983. gadā beigusi Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultāti.



**Aleksandrs JANSONS** — vēsturnieks. Kopš 1968. gada strādā Rīgas arhitektūras pieminekļu aizsardzības inspekcijā. Publikācijas Latvijas kultūras vēsturē.



**Venjamins MOŽERINS** — astronoms, Krimas Astrofizikas observatorijas zinātniskais sekretārs. Galvenais zinātnisko pētījumu virziens — tālu kosmisko objektu stāvokļa noteikšana ar teleskopu elektroniskajām spožuma pastiprinājuma ierīcēm.



**Vjačeslavs PIĻIPENKO** — PSRS ZA O. Šmita Zemes fizikas institūta jaunākais zinātniskais līdzstrādnieks. Pēti procesus Zemei tuvajā kosmiskajā telpā: ģeomagnētiskās pulsācijas, Alvēna viļņu ģenerāciju un izplatīšanos magnetosfērā un jonosfērā, plazmas nestabilitātes. Pēdējos gados pastiprinātu uzmanību veltī seismisko procesu un jonosfēras parādību mijiedarbības un savstarpējās saistības pētījumiem.



**Oļegs POHOTELOVS** — fiziķis, kosmiskās fizikas speciālists, fizikas un matemātikas zinātņu doktors, PSRS ZA O. Šmita Zemes fizikas institūta plazmas ģeofizikas laboratorijas vadītājs. Galvenās zinātniskās intereses saistās ar magnetosfēras plazmas fiziku, plazmas stabilitātes teoriju, nelineārajiem procesiem plazmā, vadāmās kodolsintēzes problēmām. Pievērsies jautājumiem par stipro zemesriču prognozēšanu, izmantojot kosmiskos aparātus; 1981. gadā, risinādams šo problēmu, strādājis ASV kosmisko lidojumu centrā Godarā.



**Dace RIEKSTIŅA** — Anrī Barbisa Rīgas 11. vidusskolas matemātikas skolotāja. 1983. gadā beigusi Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultāti.



**Vilnis STINKULIS** — vēsturnieks, Republikāniskā Zinību nama direktora vietnieks un LPSR Zinību biedrības dabas sekcijas loceklis.



**Ieva ZLAKOMANOVA** — fiziķe, Zinatniski tehniskās informācijas inženiere LPSR ZA Radioastrofizikas observatorijā.

## JAUNUMI ĪSUMĀ ★ JAUNUMI ĪSUMĀ ★ JAUNUMI ĪSUMĀ

★★ Pēc gadu ilga modernizācijas perioda sesto lidojumu (devīto programmas «Space Shuttle» ietvaros) no 1983. gada 28. novembra līdz 9. decembrim veicis amerikāņu kosmoplāns «Columbia», paceļot orbitā un nogādājot atpakaļ uz Zemes 15 t smago Rietumeiropas kosmisko laboratoriju «Spacelab». Kosmoplāna un laboratorijas apkalpē ietilpa komandieris Dž. Jangs (sesto reizi kosmosā!) un pilots B. So, tehniskie speciālisti O. Geriots (otro reizi kosmosā) un R. Pārkers, zinātnieki B. Lihtenbergs (visi iepriekš minētie — ASV) un U. Merbolds (VFR). Tādējādi pirmo reizi vienā kosmiskajā lidaparātā strādāja veseli seši cilvēki, turklāt, sadalījušies divās maiņās, — augu diennakti. Laboratorijā bija uzstādītas 4,5 tonnas zinātniskās aparatūras — pavisam 38 iekārtas 70 dažādu eksperimentu veikšanai Zemes dabas resursu izpētes, atmosfēras un kosmiskās telpas fizikas, astronomijas, medicīnas, bioloģijas un kosmiskās tehnoloģijas jomās; no tiem 57 bija sagatavoti Rietumeiropā, 12 — ASV un viens — Japānā.

★★ Šā gada sākumā amerikāņu kosmonauti veikuši pirmreizīgus eksperimentus atklātā kosmosā. Pirmkārt, 7. un 9. februārī Brūss Makandless un Roberts Stjuarts brīvi lidoja izplatījumā, nekādi nesaistīti ar savu kuģi — kosmoplānu «Challenger». Otrkārt, 11. aprīlī Džeimss van Hoftens un Džordžs Nelsons, strādājot kosmoplāna atvērtaajā kravas telpā, izremontēja Saules izpētes pavadoni SMM.



## СОДЕРЖАНИЕ

ПОСТУПЬ НАУКИ. А. Балклавс. Представления современной науки о материи (окончание). Э. Мукин. Системы планетных колец. ЗЕМЛЯ И БЛИЖНИЙ КОСМОС. О. Похотелов, В. Пилипенко. Электромагнитные предвестники бурь. НОВОСТИ. З. Алксне. Сверхзвезда, ядро скопления или объект нового типа? А. Балклавс. Новые возможности регистрации гравитационных волн. В. Можжерин. Магнитосфера Земли пульсирует в ритме Солнца. М. Дирикис, И. Злакоманова. Новые малые планеты. ОСВОЕНИЕ КОСМОСА. Э. Мукин. В космосе — гражданин Индии. Э. Мукин. Современные космические телескопы. 1. В НАШЕЙ РЕСПУБЛИКЕ. В. Стинкулис. Двадцать звездных лет. Г. Озолиньш. Семьдесят лет назад полоса полного солнечного затмения пересекла Ригу. В ШКОЛЕ. И. Гайша. Математические игры с вероятностными стратегиями. Д. Риекстыня. Магические графы. ОГЛЯДЫВАЯСЬ В ПРОШЛОЕ. Б. Биедриньш, Ю. Бирзвалкс. Ретроаспекты гравитации и Шекспир. Х. Ээлсалу. Изучение европейской палеоастрономии с точки зрения стыка наук. Г. Эрдманис, А. Янсонс. Ориентация древних построек. НОВЫЕ КНИГИ. Н. Цимахович. Человек входит в космос. Леонид Розе. Дидактический вклад в уроки астрономии. НАША ПОЧТА. Х. Ээлсалу. О статье А. Залстера «Каменные корабли и страны света». А. Алксне. Звездное небо летом 1984 года.

## CONTENTS

RECENT DEVELOPMENTS IN SCIENCE. A. Balklavs. The concept of matter in contemporary science (conclusion). E. Mūkins. Systems of planet rings. EARTH AND ITS CLOSE SPACE. O. Pohotelov, V. Pilipenko. Electromagnetic pre-messengers of underground storms. NEWS. Z. Alksne. Superstar, core of cluster or the object of a new type? A. Balklavs. New possibilities of gravitation wave detection. V. Možerin. Earth magnetosphere pulses in solar rhythm. M. Dirikis, I. Zlakomanova. New minor planets. SPACE EXPLORATION. E. Mūkins. Space flight of a citizen of India. E. Mūkins. Modern space telescopes. 1. IN OUR REPUBLIC. V. Stinkulis. Twenty stellar years. G. Ozoliņš. The total solar eclipse path crosses Riga seventy years ago. AT SCHOOL. I. Gaiša. Mathematical games with probabilistic strategies. D. Riekstiņa. Magic graphs. FLASHBACK. B. Biedriņš, J. Birzvalks. Shakespeare and retrospects of gravitation. H. Eelsalu. Investigation of European palaeoastronomy. G. Erdmanis, A. Jansons. Orientation of ancient buildings. NEW BOOKS. N. Cimahoviča. Man enters space. Leonids Roze. Didactics for astronomy. OUR POST. H. Eelsalu. On A. Zalster's article «Stone ships and the cardinal points». A. Alksne. Starry sky in summer 1984.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО, ЛЕТО 1984 ГОДА

Издательство «Зинатне». Рига 1984

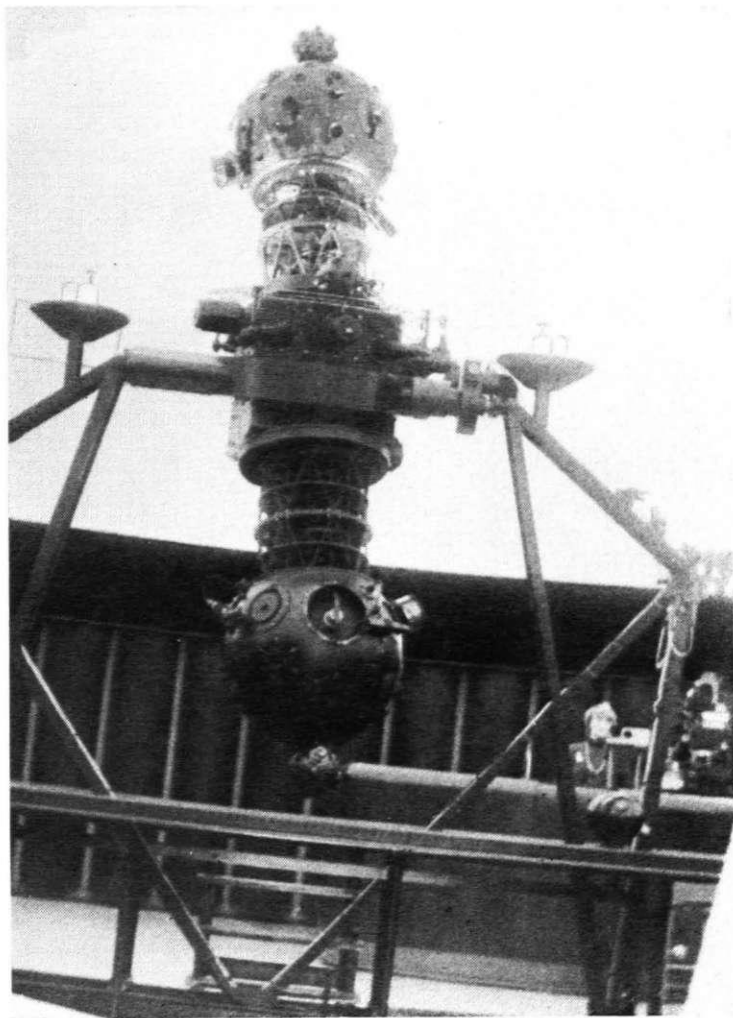
На латышском языке

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 1984. GADA VASARA

Redaktore *Z. Kļaviņa*. Mākslinieciskais redaktors *V. Kovaļovs*. Tehniskās redaktores *I. Zaļaiskalne*,  
*Z. Pilādze*. Korektore *L. Vancāne*.

ИБ № 02195

Nodoša salikšanai 07.02.84. Parakstīta iespiešanai 04.05.84. JT 05115. Formāts 70×90/16. Tipogr. papīrs  
Nr. 1. Literatūras garnitūra. Augstspiedums. 4,75 fiz. iespiedl.; 5,56 uzsk. iespiedl.; 6,72 uzsk. kr. nov.;  
6,72 izdevn. I. Metiens 2500 eks. Pasūt. Nr. 101726. Maksā 35 k. Izdevniecība «Zinātne», 226530 PDP,  
Rīgā, Turgeņeva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdz-  
niecības lietu komitejas Rīgas Paraugtipogrāfijā, 226004 Rīgā, Vienības gatvē 11.



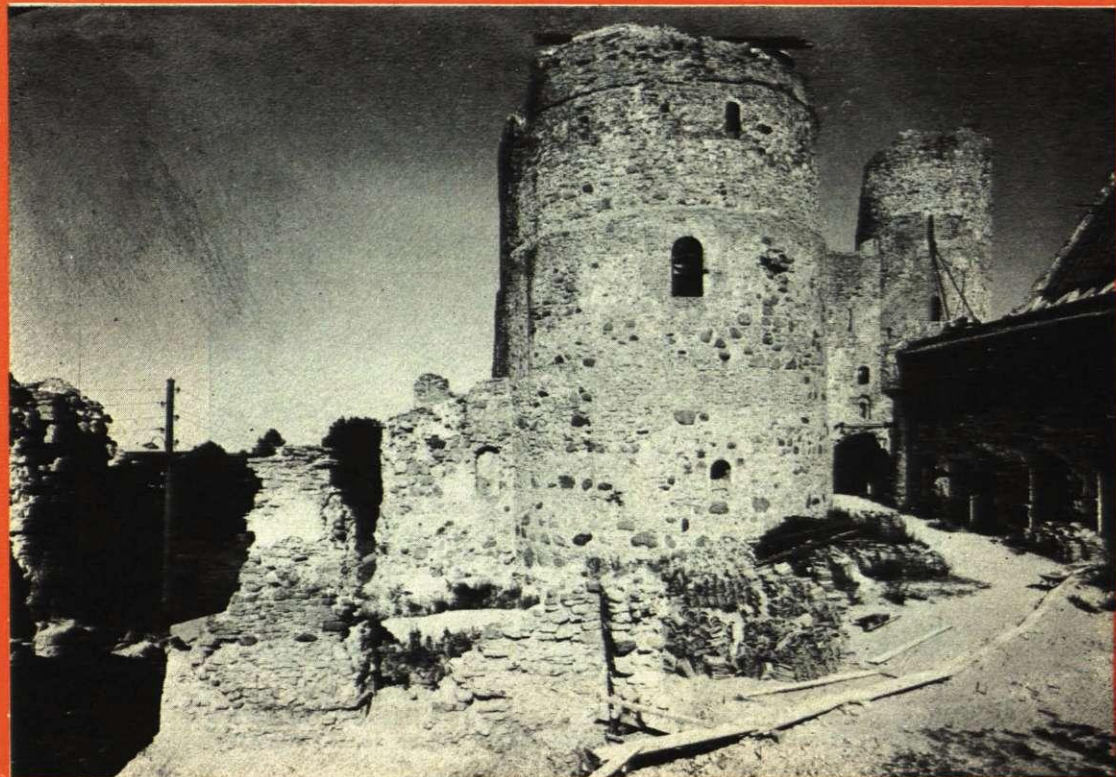
Rīgas planetārija universālais debess spīdekļu projektors — «Lielais Ceiss», kas ražots Tautas uzņēmumā «Carl Zeiss, Jena» (VDR).

LU bibliotēka



220062576

● Republikas nozīmes vēstures pieminekļa — Bauskas pilsdrupu fotogrammetriskais attēls. Uzņēmums iegūts Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas zinātniskās ekspedīcijas laikā 1983. gada vasarā, kad pilsdrupās tika veikti plaši stereofotogrammetriskie uzņēmumi. Priekšplānā redzami Kurzemes hercogu 16. gs. otrajā pusē būvētās pils sienu fragmenti; labajā pusē — šīs pils atjaunotā daļa.



● Attēla dziļumā skatāma Livonijas ordeņa 15. gs. otrajā pusē būvētās pils austrumu sienu ar diviem masīvajiem pils vārtu aizsardzības torniem. Vēstures pieminekļa fotogrammetriskie un stereofotogrammetriskie attēli sniedz vērtīgu vizuālo un metrisko informāciju, kas nepieciešama pieminekļu arhivēšanai, dažādiem pieminekļu aizsardzības uzdevumiem un restaurācijas projektu izstrādāšanai.