

ZVAIŽŅOTĀ DEBĒS

2000
VASARA

* Kad SADURAS GALAKTIKAS

* Kādas KOSMISKO SAKARU SISTĒMAS BĒDĪGAIS GALS

* MĀRIS ĀBELE - CANDERA BALVAS LAURĒĀTS

* ASTRONOMIJAS un INFORMĀTIKAS OLIMPIĀDES -
UZDEVUMI un RISINĀJUMI

* KĀVU ROTĀLAS EIROPAS DEBĒS



Ziemeļblāzma Gēteborgā 6. aprīli 23^h11^m–23^h48^m:

1. plkst. 23^h11^m, redzams Lauvas zvaigznājs;
2. 23^h12^m;
3. 23^h14^m;
4. 23^h22^m, skats ZR virzienā;
5. 23^h25^m, skats Z virzienā;
6. 23^h48^m, skats DR virzienā. Uzņemta, kad sāka parādīties mākoņi. Gaismu varētu radīt lidostas apgaismojums.

Ģirta Barinova foto

(Sk. arī vāku 4. lpp. un žurnāla 88. lpp.)

Vāku 1. lpp.: Pēcpusdienas mākoņi Marsa atmosfērā. Attēlā redzami *Olympus*, *Ascraeus*, *Pavonis* un *Arsia* kalni, kā arī *Valles Marineris* – plašu aizu un ieleju sistēma. Fotografija iegūta ar *Mars Global Surveyor*.

MSSS/NASA attēls

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,
LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
ČETRAS REIZES GADĀ

2000. GADA VASARA (168)



Redakcijas kolēģija:

A. Alksnis, A. Andžāns (atbild. red. vietn.), **A. Balklavs** (atbild. redaktors), **M. Gills, R. Kūlis, I. Pundure** (atbild. sekretāre), **T. Romanovskis, L. Roze, I. Vilks**

Tālrunis 7034580
E-pasts: astra@latnet.lv
<http://www.astr.lu.lv/zvd>



Mācību grāmata
Rīga, 2000

SATURS

Pirms 40 gadiem "Zvaigžņotajā Debessī"

Kāda ir Zemes patiesā forma?
Meklē apdzīvotas planētas.....2

Zinātnes ritums

Galaktiku mijiedarbība. *Zenta Alksne, Andrejs Alksnis*....3
Planētas ārpus Saules sistēmas. *Zenta Alksne, Andrejs Alksnis*.....13

Jaunumi

Oriona objekti turpina uzdot mīklas.
Arturs Balklavs.....20

Kosmosa pētniecība un apgūšana

Iridium bēdīgais gals. *Jānis Jaunbergs*.....22

Zinātnieki apspriežas

Kāpiens stikla kalnā jeb atvadas no aizejošā
gadu tūkstoša. *Laimons Začs*.....24

Latvijas zinātnieki

Māris Ābele – Fridriha Candra balvas laureāts.
Arturs Balklavs.....30

Skolā

Ar kosmoloģiju uz tu: kosmoloģijas pamatprincipi
un Visuma modeļi. *Kārlis Bērziņš*.....33
Ostvalda pasaules formāta taisnstūri.
Tomass Romanovskis.....38
Rīgas 27. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde.
Māris Krastiņš.....42
Latvijas 13. informātikas olimpiāde.
Mārtiņš Opmanis.....45

Marsa tuvplānā

Marsa izpēte pēc MCO un MPL neveiksmēm.
Jānis Jaunbergs.....51
Konkurss lasītājiem. *Mārtiņš Gills*.....54

Amatieriem

Saules sistēmas planētu lielākie pavadoņi.
Viktors Ūstimenko.....56

Kosmosa tēma mākslā

Pirmie aktieri uz Marsa. *Gunta Vilka*.....63
Zvaigžņotais Visums mūsdienu latviešu ekslibrī.
Jēkabs Štrauss.....68

Atskatoties pagātnē

LU Mazās aulas cilņu stāsts. *Irēna Ondzule*.....73

Hronika

Astronomijas institūts 1999. gadā. *Arturs Balklavs*.....78

Kristietība un latviskā dievestība

Divējāda saule tek... (Par dvēseli kristietībā un
latvju dainās) *Irena Pundure*.....85

Zvaigžņotā debess 2000. gada vasarā

Juris Kauliņš.....90

KĀDA IR ZEMES PATIESĀ FORMA?

Jautājums par mūsu planētas formu ir ļoti sens. Dažādos vēstures laikmetos uz šo jautājumu ir dotas dažādas atbildes. Senos laikos, piemēram, Zemi iedomājās kā plakānu disku, kuru no visām pusēm apskalo mūžīgs okeāns. Lielie ģeogrāfiskie atklājumi savukārt nostiprināja uzskatu, ka Zemei ir lodes forma.

Tālākie mērījumi parādīja, ka Zeme nav lode, bet drīzāk elipsoīds, tātad – abu polu rajonos nedaudz saspiesta lode.

Taču arī šis uzskats nepastāvēja ilgi, jo vēl precīzāki mērījumi parādīja, ka nav tādas ģeometriskas figūras, kas tieši atbilstu visai sarežģītajai Zemes formai. Tāpēc šai formai tika dots speciāls nosaukums – ģeoidis. Jāatzīmē, ka Zemes formas noteikšana, izdarot mērījumus uz Zemes, ir ļoti grūts un sarežģīts uzdevums.

Novērojumi par Zemes mākslīgo pavadoņu (ZMP) kustību vēlreiz mudina pārskatīt un precizēt mūsu uzskatus par Zemes formu. Pavadoņu orbītu mērījumi ļauj piesaistīt Zemes formas noteikšanai teorētiskās mehānikas metodes, kamēr agrākie šīs formas pētījumi balstījās uz ģeometrijas metodēm. Novērojot ZMP kustību, precīzi mērot tā trajektoriju, varam noteikt masas sadalījumu, resp., iežu sadalījumu tām Zemes vietām, kurām pārlido ZMP, un, zinot masas sadalījumu, aprēķināt arī Zemes formu.

No šīs teorijas izriet, ka Zemes ģeoidam ziemeļpola rajonā ir plaša apjoma izcilnis, kura augstums ir apmēram 15 m, bet dienvidpola rajonā ir analogs iedobums. Vidējos platumā grādos ziemeļu puslodē ir ap 7,5 m dziļš iedobums, bet dienvidu puslodē analogs izcilnis.

Jāatzīmē, ka minētās formas īpatnības nevar izskaidrot ar nejaūšu smago iežu sakārtojumu noteiktos Zemes rajonos, jo rajoni ir ļoti plaši. Acīmredzot Zemes iekšējās uzbūves veidošanā darbojas kāda vēl nezināma likumība.

(Saisināti pēc A. Balklava raksta)

MEKLĒ APDZĪVOTAS PLANĒTAS

Mūsu dienās zinātnes attīstība ir tik strauja, ka dažkārt šķiet pat fantastiska. Izvirzās jaunas, neparedzētas problēmas. Viena no tādām ir doma par iespēju nodibināt sakarus ar citu planētu sistēmu domājotām būtnēm. Starpzvaigžņu sakariem paredzēts izmantot Amerikas Nacionālās radioastronomiskās observatorijas (NRAO) 25 m radioteleskopu ar speciāli šim nolūkam būvētu uztvērēju. Šo radioteleskopu vērsīs vispirms uz zvaigznēm τ Ceti un ϵ Eridani, kuras ir mums tuvākās Saulei līdzīgās zvaigznes. Domājams, ka tām apkārt riņķo planētas. Var būt, ka uz kādas no šīm planētām mīt arī augsti attīstītas būtnes, kas raida Visumā radiosignālus. Sagaidāms, ka tās savus signālus sūta uz 21 cm viļņa, jo šis viļņu garums Visumā ir ļoti izplatīts.

Saprātīgo būtnu raidītos signālus atšķirs no dabiskajiem kosmiskajiem radiosignāliem pēc sekojošām pazīmēm: 1) tos varēs uztvert tikai šaurā frekvenču joslā pretstatā kosmiskajiem trokšņiem, kas pārklāj plašu joslu, 2) tiem būs periodiska Doplera nobīde, jo raidītājas stacijas attālums vienmēr nedaudz mainīsies planētas rotācijas dēļ.

(Saisināti pēc N. Cimabovičas raksta)

ZENTA ALKSNE, ANDREJS ALKSNIS

GALAKTIKU MIJIEDARBĪBA

Galaktiku mijiedarbības apzināšana.

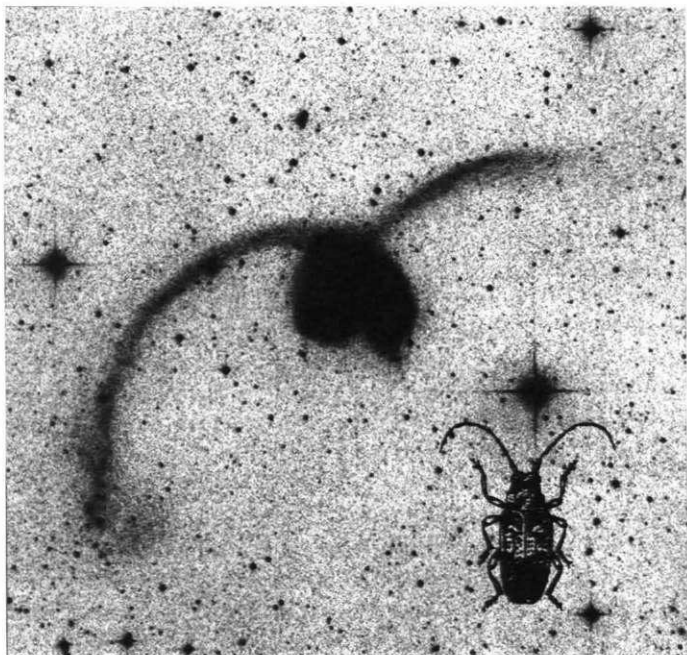
Tikai pirms 75 gadiem atklāja, ka pastāv daudzi zvaigžņu un gāzes kopumi, kas ir līdzīgi mūsu Galaktikai jeb Piena Ceļa sistēmai, bet atrodas tālu prom. Tolaik galaktikas uztvēra kā sava veida "salu pasaules", kas lēnām attīstās pilnīgā atšķirtībā cita no citas. Katrai galaktikai šķita piemētam noteikts veidols: vienvēdīgi eliptisks bez kāda zīmējuma, lēcveida ar bezdetāļu disku ap kodolu, spirālisks ar krāšņiem, zvaigžņotiem zariem apveltītu disku (sk. Z. Alksne. "Daudzveidīgā galaktiku pasaule" – *ZvD*, 1997/1998. g. ziema, 2.–12. lpp.).

Starp šīm pareizas formas "normālām" galaktikām, kas dominē skaita ziņā, astronomi

pamanīja arī dažas visai kroplīga, izkēmota skata galaktikas, kas parasti sastopamas pa pāriem. Krievu astronoms B. Voroncovs-Veljamiņovs pirmais izdarīja šādu galaktiku sistēmātiskus meklējumus, izmantojot Palomaras kalna observatorijā (ASV) sagatavoto ziemeļu debess fotogrāfisko apskatu. Savu "*Mijiedarbīgo galaktiku atlantu*", kurā ietilpa 356 savdabīgas galaktiku sistēmas, viņš publicēja 1959. gadā. Atlantā apkopotajās sistēmās bija skaidri redzamas vai nojaušamas divas un vairākas ciešā tuvumā esošas, kroplīgas galaktikas, kuru formas īpatnības papildināja garas astes un šauri saistoši tili (sk. 1. att.). Daudzas no minētajā atlantā ietilpinātām galaktiku sistēmām nofotografēja ASV

astronoms H. Ārps ar Palomaras kalna 5 metru teleskopu, tādējādi iegūstot attēlus ar labāku izšķirtspēju. 1966. gadā viņš tos publicēja "*Īpatnējo galaktiku atlantā*". Abos atlantos reproducētie savdabīgo galaktiku sistēmu attēli piesaistīja uzmanību, bet astronomu attieksme bija skeptiska. Mums vēl tagad atmiņā astronomu aprindās toreiz valdošā savdabīgo galaktiku

1. att. Galaktikas NGC 4038 un NGC 4039 atrodas mijiedarbībā. Saplūstošo galaktiku diskus papildina divi tievi gari veidojumi, kas atgādina kukaiņu ūsas jeb taustekļus. Tāpēc šīs galaktiku pāris guvis nosaukumu *The Antennae* – Taustekļi. (Attēlā ziemeļi ir pa labi.)



Visuma attīstībā. Tas ir attīstību vadošs mehānisms. Protams, ka satikties var dažādas masas galaktikas, sākot ar mazas galaktikas tuvošanos masīvai galaktikai, kura bez īpašām sekām "apris" mazo, un beidzot ar divu ļoti masīvu galaktiku sadursmi, kas, izejot cauri iespaidīgam mijiedarbības procesam, apvienosies vienotā jaunā veidojumā. Rezultāti būs atšķirīgi arī tad, ja galaktikas, tikai pa gabalu satikdamās, "pamās" viena otrai vai arī krustcelēs trieksies viena otrai "tieši krūtīs". Satikšanās un mijiedarbības kombinācijas var būt bezgalīgi dažādas, turklāt mainās ne tikai rezultāts, bet arī norises ilgums, kas var vilkties no simtiem miljonu līdz veseram miljardam un vairāk gadu. Lai izsekotu visu norises gaitu, nākas sameklēt mijiedarbībā nonākušu galaktiku raksturīgus piemērus, kas atbilst procesa dažādiem etapiem, un sakārtot tos secībā. Secības objektu pētīšana visā viļņu garumu diapazonā no gamma stariem līdz pat radiodiapazonam palīdz izsekot mijiedarbības izpausmēm.

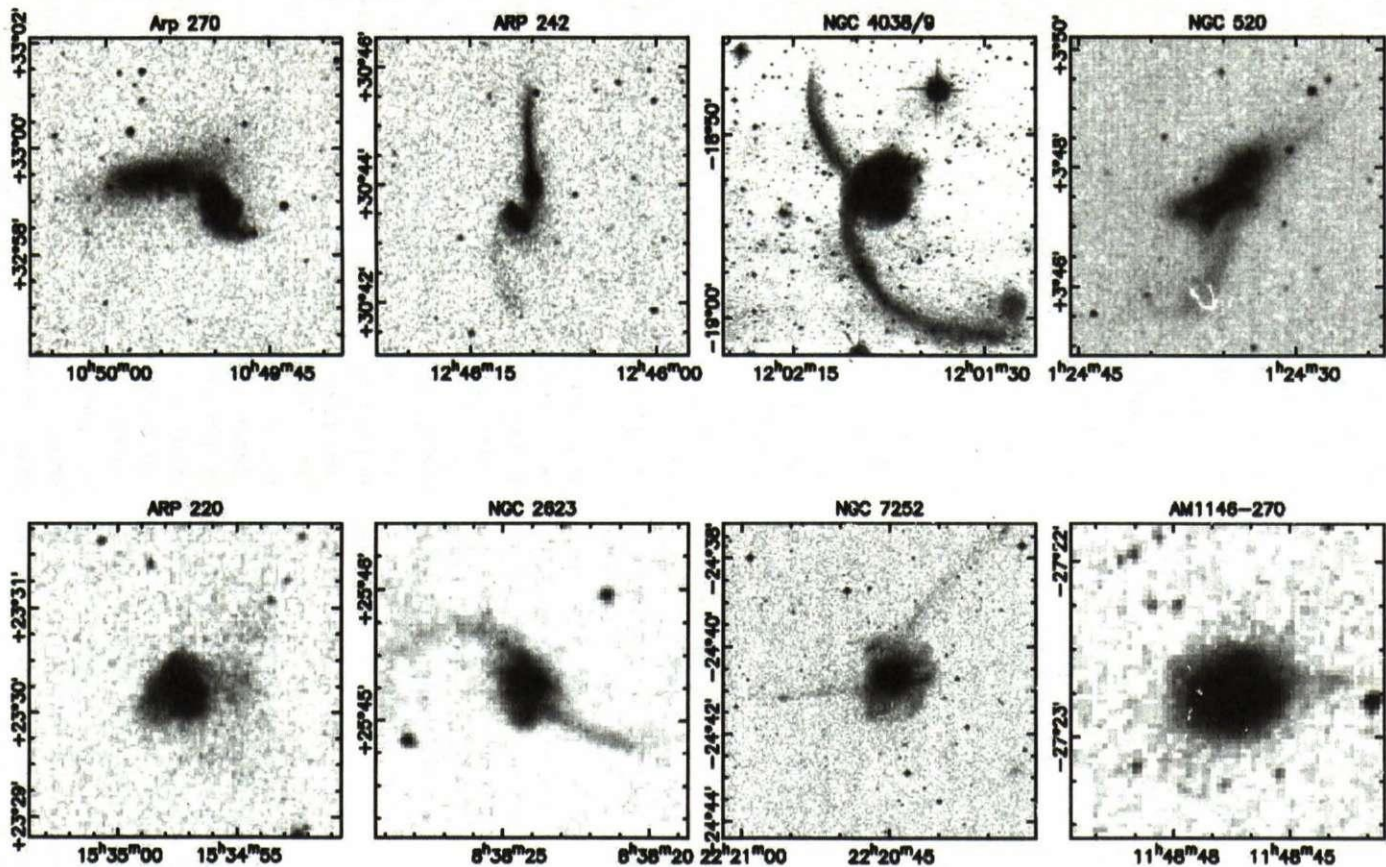
Galaktiku mijiedarbības piemēri. Iepazīsimies ar mijiedarbībā esošu un norises secībā sakārtotu galaktiku sistēmu optiskiem attēliem (*sk. 3. att.*). Šo secību sakārtājuši A. Rids (Vācija) un T. Ponmans (Anglija) ar mērķi pētīt mijiedarbības izpausmes rentgenstaros un salīdzināt tās ar izpausmēm citos viļņu garumos. Savu darbu viņi publicējuši 1998. gada vasarā Britu Karaliskās astronomijas biedrības žurnālā (*MNRAS*). Izvēlētajās galaktiku sistēmās sastapušās divas spirāliskās galaktikas, kuru masa ir aptuveni vienāda. Secība sākas ar Ārpa 270 un Ārpa 242 sistēmām, kurās vēl skaidri redzami abu kopā sanākušo galaktiku diski, bet gravitācijas spēku izsviestās astes un tilti jau veidojas. Interesanto Ārpa 242 sistēmu dēvē par "Peli". Seko iepriekš pieminētā klasiskā mijiedarbības sistēma NGC 4038/4039 jeb Taustekļu sistēma, kuras galaktikas ir sadūrušas un atrodas agrā saplūšanas stadijā. Līdzīgā stadijā atrodas NGC 520 sistēma, taču tā nav tik uzkrītoši īpatnēja kā Taustekļi. Nākamā, Ārpa 220 sistēma, ir pazīstama kā saplūdušu galaktiku prototips. Sistēmu Ārpa 220 un NGC 2623 optiskajā attēlā vairs nav atšķiramas divas galaktikas. Savukārt

NGC 7252 sistēma jau ir saplūdušu galaktiku pēctece jeb saplūšanas atlikums, par kuras notikumiem bagāto pagātni liecina astes. To mēdz dēvēt par galaktiku "Atoms mieram", norādot uz jaunatpušā eliptiskām galaktikām līdzīgā objekta samērā mierīgo dinamisko stāvokli pēc vētrainā saplūšanas procesa. Secību pabeidz sferoidāla galaktika AM1146–270, uz kuras saistību ar galaktiku izbijušu mijiedarbību norāda vairs tikai izplūdusi, spalvu kušķim līdzīga aste. Lai labāk varētu iztēloties mijiedarbības procesu varenumu, iepazīsimies tuvāk ar dažiem piemēriem.

Taustekļu sistēma atrodas debess dienvidu puslodē Kraukļa zvaigznājā, un pie mums nav redzama. Atrazdamies Zemes dienvidu puslodē, novērotājs 20 cm diametra teleskopā varētu apskatīt 11. zvaigžņlieluma galaktikas NGC 4038 un NGC 4039, bet ne garos, blāvos "taustekļus". Šī sistēma atrodas 80 miljonu gaismas gadu attālumā no mums, ļoti tālu ārpus Lokālās galaktiku grupas, kuras rādiuss ir tikai 3,3 miljoni g. g. Tomēr tā ir viena no vistuvākajām mijiedarbības sistēmām un tāpēc vispusīgi pētīta.

Ar Habla kosmisko teleskopu (HKT) ir iegūts lielisks, varētu pat teikt brīnišķīgs Taustekļu sistēmas centrālās daļas attēls (*sk. att. krāsu ielikuma 1. lpp.*). Šai attēlā vispirms pamanāmi sadūrušos galaktiku liesmojošie kodoli, kas atrodas tikai 20 000 g. g. attālumā viens no otra. Ap kodoliem ļoti plašā lokā izvērсуšies zilgani mirdzoši karstu zvaigžņu apgabali, kurus jo spožākus padara jonizētā ūdeņraža starojums zvaigžņu apkārtnē. Attēla centrālajā daļā vijas tumšas putekļu vērpētes, kas aizsedz pašu sadūšanās vietu.

Kas notiek Taustekļu sistēmā? Pasaules tēpā ir sadūrušās divas milzīgas, gāzes un zvaigžņu bagātas galaktikas. Galaktiku varenās masas ierosina graujošus gravitācijas spēkus, kuru ietekmē abu veco sistēmu struktūra šķīst un brūk. Iznicinošie spēki, pārkārtodami vielas sadalījumu, tomēr veicina arī pretējus, radošus, procesus. Gar abu galaktiku bijušo disku malām lielā lokā ap vēl palikušiem kodoliem veseliem čemuriem top jaunas zvaigznes. Par to



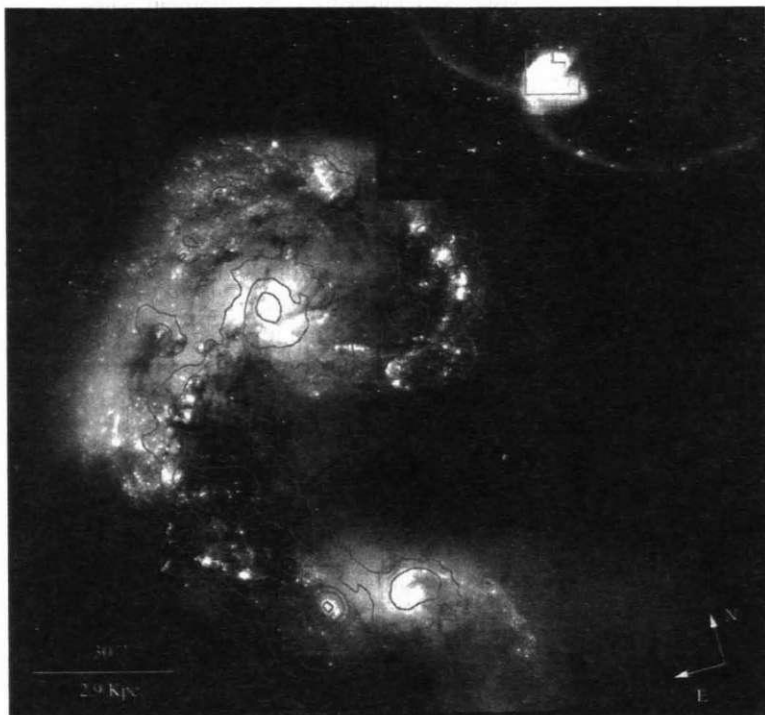
3. att. Mijiedarbīgo galaktiku sistēmas sakārtotas notikumu attīstības secībā: sākumā – tikko satikušās (Arp 270), beigās pilnīgi saplūdušās (AM1146–270) galaktikas. Attēli fotogrāfiskos staros.

pārliecinājušies ASV astronomi B. Vitmors un F. Šveicers, kuri 1995. gadā, ieguvuši izcili labu Taustekļu attēlu, ziņoja par 700 zilu, spožu gandrīz punktveida objektu atrašanu. Noteikuši šo objektu starjaudu, viņi prātoja, ka tie nevarētu būt vientuļas zvaigznes, bet drīzāk gan jaunas, ļoti kompakas zvaigžņu kopas. Aizdomas pārauga pārliecībā, kad dažiem objektiem izdevās noteikt rādīus ap 33 g. g. Vērtējumi liecināja, ka kopu vecums nav lielāks par 10 miljoniem gadu, tātad tās ir tikko tapušas. Kopas grupējas lielos kompleksos, kurus aptver plaši jonizēta ūdeņraža vainagi, jo jauno, karsto zvaigžņu ultravioletais starojums jau paguvjis gāzi jonizēt. Jonizētā ūdeņraža apgabali ir tik spoži, ka tos var novērot arī no Zemes.

Neapšaubāmi, Taustekļu sistēmā aktīvi notiek jaunu zvaigžņu tapšana. Šo procesu sekmē milzīgie molekulārās gāzes krājumi, kas atrasti, novērojot ar radioteleskopiem milimetru viļņu garumos. Pēc pašiem jaunākajiem vērtējumiem, molekulārā ūdeņraža masa pārsniedz 15 mil-

jardus Saules masu. Kā zināms, molekulārie mākoņi ir zvaigžņu tapšanas vietas, taču process ir jāierosina. Lūk, varenie gravitācijas spēki ir tie, kas pārvieto, bīda, stumj un grūž mākoņus, kamēr vietām molekulāro mākoņu vielu saspiež līdz tādām blīvumam, ka sākas zvaigžņu tapšanas process. Novērojumi liecina, ka molekulārā gāze izvietota ne tikai lokā ap abu galaktiku kodoliem, kur labi redzami zvaigžņu tapšanas apgabali. Vēl vairāk tās ir abu galaktiku disku sadursmes vietā, kur optiskajos staros zvaigžņu tapšanas aina nav manāma nemaz. Tas nebūt nenozīmē, ka zvaigžņu veidošanās tur nenotiek. Izrādās, ka tā notiek vēl aktīvāk nekā citur, bet bagātīgās putekļu vērpetes absorbē visu karsto zvaigžņu isviļņu starojumu, padarot zvaigznes neredzamas. Taču paši putekļi sakarst un pārstaro enerģiju infrasarkanos viļņos. Aplūkosim 4. attēlu, kurā Taustekļu sistēmas optiskais attēls ir savietots ar 5,5–16,5 μm viļņos iegūto ainu. Novērojumi izdarīti no Infrasarkanās kosmiskās observatorijas ISO, un par

tiem 1998. gadā ziņoja Francijas un Vācijas astronomu grupa, kuru vada I. Mirabels. Infrasarkanais starojums nāk no visiem optiski redzamajiem zvaigžņu tapšanas apgabaliem, taču sevišķi intensīvs un nevienmērīgs tas ir disku sastapšanās vietā. Visspožākais infrasarkanā starojuma mezgls atrodas 8000 g. g. uz austrumiem no NGC 4039 kodola, galaktiku sadursmes vietas dienvidu stūrī. Tur redzamas divas sevišķi



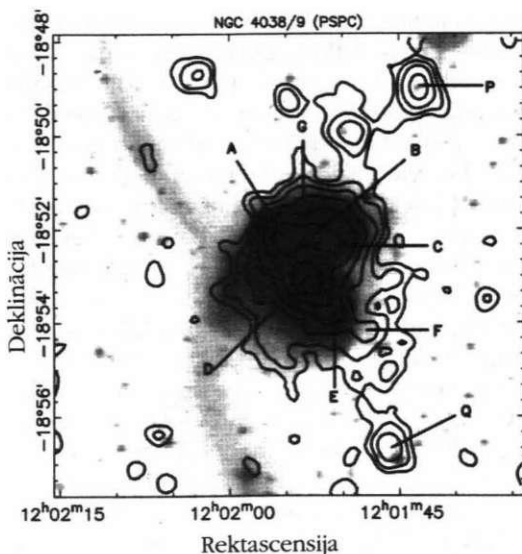
4. att. Taustekļu sistēmas infrasarkanā attēla vienādas intensitātes linijas – izofotas – savietotas ar optisko attēlu.

spožas infrasarkanā starojuma smailes, viena no tām ir pat spožāka par tuvējo NGC 4039 kodolu. Tādējādi infrasarkanos staros izdodas atklāt pašas aktīvākās zvaigžņu veidošanās vietas, kuras optiskajos staros nav saskatāmas.

Par procesu aktivitāti Taustekļu sistēmā liecina arī intensīvais rentgenstarojums, kuru rada sakarsēta gāze (*sk. 5. att.*). Lidz tādai temperatūrai, lai rastos rentgenstarojums, starpzvaigžņu gāzi sasilda gan molekulāro mākoņu nemitīgās sadursmes, gan jauno, masīvo zvaigžņu izdalītā enerģija. Tāpēc rentgenstarojums galvenokārt nāk no Taustekļu sistēmas centrālās daļas, kamēr garās astes to neizstaro nemaz. Uz ļoti dinamiskiem procesiem sistēmā norāda ziemeļrietumu un dienvidrietumu virzienā vērstie rentgenstaru avoti. Tie varētu atbilst divām no sistēmas izplūstošām vielas straumēm.

Kas attiecas uz Taustekļu sistēmas pašiem taustekļiem, tad tie ir sākuši veidoties pirms apmēram 150 miljoniem gadu, kad galaktiku diski sāka saplūst, un vēl pēc tāda paša laika sāks izzust, galaktiku vielai turpinot pārgrupēties. Mūsdienās redzami taustekļi no viena gala līdz otram stiepjas 20 loka minūtes jeb 500 000 g. g.

Visās galaktiku sistēmās, kurās notiek mijiedarbība, astes un tilti satur lielu daudzumu neitrāla ūdeņraža. Taustekļu sistēmas astēs koncentrēti 70% visa sistēmas neitrālā ūdeņraža. Šāds vielas sadalījums izveidojas tāpēc, ka neitrālais ūdeņradis aptver galaktiku diskus no ārpuses un ir vājāk saistīts ar galaktiku. Sadursmes triecienu laikā vāji saistītā gāze viegli atdalās no zvaigznēm un paisuma–bēguma spēki to sakārto astēs. Dažkārt gāzes ir pietiekami daudz, lai rastos jauni veidojumi. Tā I. Mirabels 1992. gadā uz dienvidiem vērstās astes galā saskatīja ķēditi jonizētā ūdeņraža mezglu, kurus varēja radīt tikai jauntapušanas, karstas zvaigznes. Tātad no Taustekļu sistēmas ir izmests tik daudz vielas, ka pat 300 000 g. g. attālumā no lielo galaktiku sagrūšanās centra top maza pundurgalaktika. Pundurgalaktikas ir atrastas arī pie citām mijiedarbības sistēmām. Pundurgalaktiku mūžs nevar būt ilgs – tās vai nu iekritis atpakaļ masī-



5. att. Taustekļu sistēmas izofotas rentgenstaros savietotas ar optisko attēlu. Starojuma sastāvdaļas A – G sakrīt ar milzīgiem jonizētā ūdeņraža apgabaliem. Rentgenstaru avoti P un Q atrodas no sistēmas izplūstošu vielas straumju galos.

vajās priekštecēs, vai arī tiks vienkārši sagrautas to gravitācijas spēka ietekmē.

Taustekļu sistēmas galaktikām saplūstot kopā, zvaigžņu tapšana turpināsies pieaugošā ātrumā, jo molekulārās gāzes krājumi ir milzīgi un tie tiek saspiesti arvien ciešāk. Lai apjaustu, kā izpaužas pilnīgas saplūšanas process, iepazīsimies ar vēl vienu mijiedarbības sistēmu no 3. attēlā atveidotās secības.

Ārpa 220 sistēma atrodas Ziemeļu Vainaga zvaigznājā, bet nav aplūkojama mazā teleskopā, jo pēc starjaudas optiskajos staros tā ir nedaudz vājāka par Taustekļu sistēmu un atrodas trīs reizes tālāk – 250 miljonu g. g. attālumā. Ja Ārpa 220 sistēma atrastos blakus Taustekļu sistēmai, tā izskatītos gandrīz tikpat varena, bet nebūtu tik iespaidīgi krāšņa. Ārpa 220 sistēmas galaktikas atrodas pilnīgas saplūšanas stadijā; vecās struktūras ir pavisam izjauktas, bet jaunais veidojums ir amorfs – bez kāda raksta, bez astēm (*sk. att. krāsu ielikuma 1. lpp.*). Tomēr

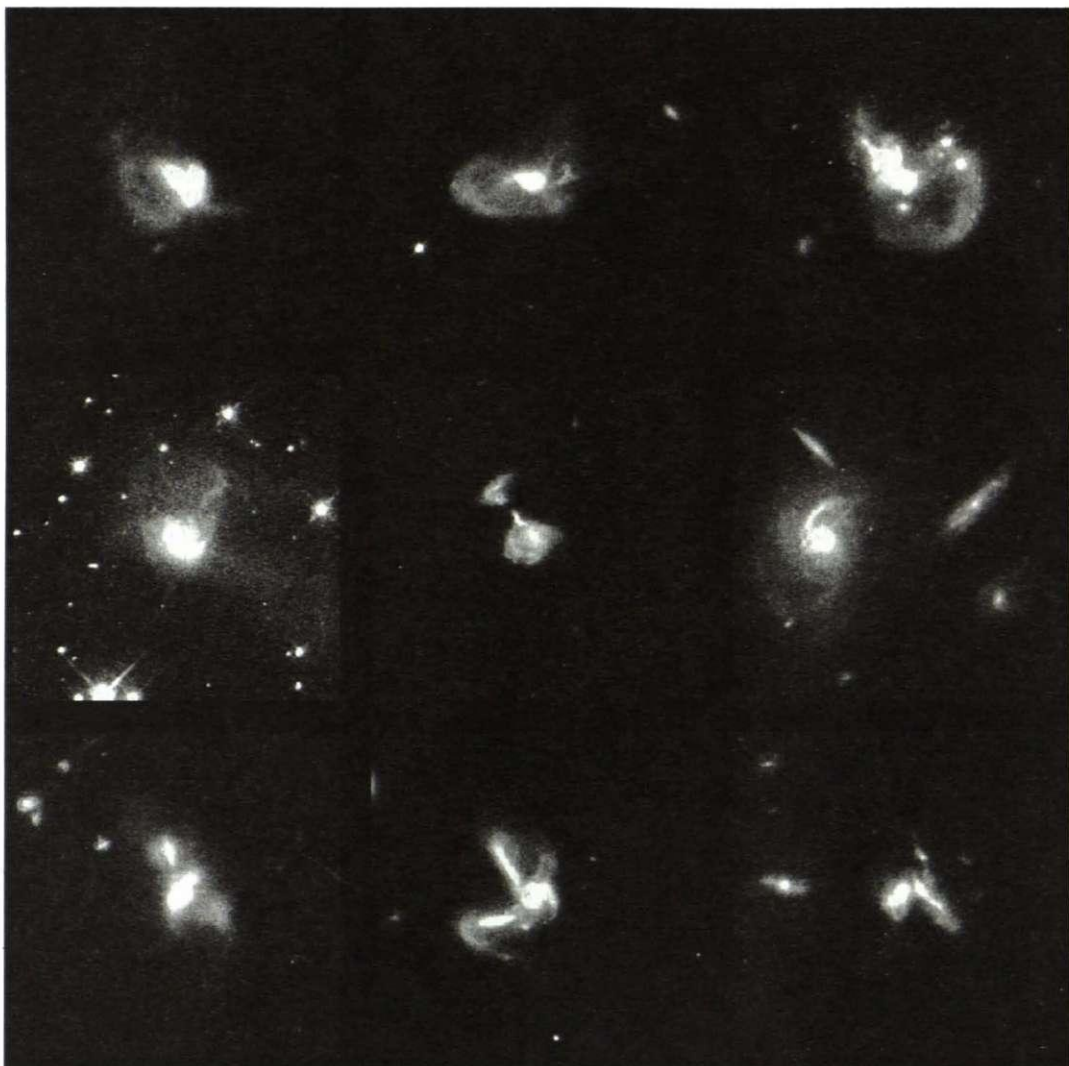
Ārpa 220 sistēmā vēl pastāv divi bijušo galaktiku kodoli, kas optiski gan nav redzami, jo tos aizsedz priekšā gulošās putekļu masas (*attēlā* kodoli iezīmēti ar zilām zvaigznītēm). Tā kā infrasarkanajos staros putekļi ir daļēji caurspīdīgi, tad parādās divi starojuma intensitātes maksimumi, kas identificējami ar diviem tikai vienu tūkstoši gaismas gadu attālinātiem kodoliem. Radionovērojumi mm viļņu garumos ap kodoliem rāda milzīgu un blīvu molekulārās gāzes koncentrāciju. Galaktikām pienākot ļoti tuvu vienai pie otras, gravitācijas radītu rotācijas momentu ietekmē to griešanās leņķiskais ātrums ievērojami samazinās. Tādējādi starp-zvaigžņu gāze ar lielu ātrumu traucas uz centrālo apgabalu. Ārpa 220 sistēmas centrā, pēc dažādiem vērtējumiem, atrodas no 10 līdz 20 miljardiem Saules masu gāzes, kas ir krietni vairāk nekā dažā parastā spirāliskā galaktikā, kur gāze ir sadalīta visā diskā.

Ārkārtējā gāzes blīvuma dēļ Ārpa 220 sistēmas centrā notiek spēja, brāzmaina, nevaldāma zvaigžņu veidošanās, kuras temps krietni pārspēj zvaigžņu tapšanas tempu Taustekļu sistēmā. Zvaigžņu rašanās ātrumu raksturo ar Saules masas vienībās izteiktu masas daudzumu, kas šim procesam patērēts viena gada laikā. Piena Ceļā un citās spirāliskās galaktikās zvaigznes top ar ātrumu 1–5 Saules masas gadā, turpretī Ārpa 220 sistēmā pēc pašiem pieticīgākajiem vērtējumiem – ar ātrumu 50–100 Saules masu gadā. Un šāds process, ko dēvē par zvaigžņu tapšanas uzliesmojumu, turpinās vismaz vairākus simtus miljonu gadu, līdz centrālā gāzes koncentrācija ir izsmelta. Tik tālā galaktiku sistēmā nav nekādas iespējas saskatīt atsevišķas jaunās zvaigžņu kopas vai to kompleksus, kā to var Taustekļu sistēmā. Taču apstiprinājumu aktīvam zvaigžņu rašanās procesam sniedz radionovērojumi. Ārpa 220 sistēmas centra tiešā tuvumā ir atrasti daudzi kompakti radioavoti. Tie varētu būt supernovu sprādzieni atliekas, jo masīvas zvaigznes savu iso mūžu (zvaigznes, kam masa ir lielāka par astoņām Saules masām, dzīvo mazāk par 50 miljoniem gadu, bet lielākas masas zvaigznes vēl daudz mazāk)

beidz, žilbinoši uzsprāgstot. Tātad Ārpa 220 liesmojošo zvaigžņu jūru ik pa brīdim papildus izgaismo supernovu sprādzieni, radot brīnumainu uguņošanas ainu.

Kā jau zinām, tie paši putekļi, kas liedz skatīt lielisko parādību, zvaigžņu izstarotās enerģijas milzīgo daudzumu pārstaro, un Ārpa 220 sistēmas infrasarkanais starojums ir neapvertami intensīvs – kā pusotrs triljons Saule. Tik intensīva infrasarkanā starojuma galaktikas sauc par ultrastarjaudīgām infrasarkanām galaktikām (*ULIS* galaktikām). To eksistenci 20. gs. 80. gados atklāja infrasarkanos staros ar pavadoņi *IRAS*. Ārpa 220 sistēma ir vistuvākā no *ULIS* galaktikām. Turpmākajos gados noskaidrojās, ka ap 90% visu pētīto *ULIS* galaktiku skaidri izpaužas mijiedarbības pēdas. Pastāv vispārpieņemts uzskats, ka *ULIS* galaktiku fenomēns atbilst sastapušos galaktiku saplūšanas fāzei. Dažkārt *ULIS* galaktikas ir tik savādi veidotas, ka to forma nevar būt radusies, sastopoties tikai divām galaktikām. Attiecīgās formas *ULIS* galaktiku simulācija arī rādīja, ka noteikti ir sastapušās vairākas galaktikas. Šis hipotēzes patiesīgumu tagad ir apstiprinājis ASV astronoms K. Borna ar kolēģiem, izmantojot Habla kosmisko teleskopu un iegūstot 123 *ULIS* galaktiku apskatu. 1999. gada novembrī Kosmiskā teleskopa zinātniskais institūts Internetā izplatīja vēsti par K. Borna grupas atklājumu, ka 30% aplūkoto *ULIS* galaktiku atrodas pa četrām piecām kopā tādās kā galaktiku "ligzdās" (*sk.* 6. *att.*). Tur acīmredzot notiek vairākkārtīgas sadursmes, kas vedina uz vienviet esošo galaktiku sabrukumu jeb saplūšanu kopā un sevišķi intensīva infrasarkanā starojuma rašanos.

Atgriezoties pie Ārpa 220 sistēmas, jāpiebilst, ka šajā sistēmā rentgenstarojums nāk ne tikai no centrālās daļas, bet arī no plašas apkārtnes (*sk.* 7. *att.*) ārpus optiskā attēla robežām. Šo rentgenstarojumu rada karstu gāzu apvalks ap sistēmu, kam gan ir zemāks blīvums un temperatūra nekā Ārpa 220 centrālajā daļā. Līdzīgs karsto gāzu izvietojums atrasts arī dažās citās saplūstošu galaktiku sistēmās.

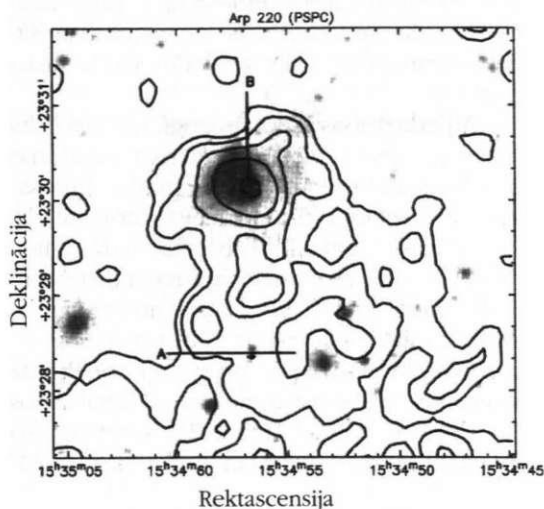


6. att. Ar Habla kosmisko teleskopu iegūstot ultrastarjaudīgo infrasarkanā galaktiku apskatu, atrastas galaktiku "ligzdas", kurās notiek četru piecu galaktiku kopāsabrukšana.

Kas sagaida Ārpa 220 sistēmu un citas pašreizējās *ULIS* galaktikas nākotnē? Šīm galaktikām galīgi saplūstot un molekulārās gāzes krājumam izsīkstot, brāzmainā zvaigžņu tapšana pierims un apstāsies. Būs novērojams vairs tikai galaktiku mijiedarbības atlikums, patiesībā jauns objekts. Mūsu aplūkojamā secībā (sk. 3. att.) tāds objekts ir NGC 7252.

Galaktika NGC 7252 atrodas dienvidu debess Dzērves zvaigznājā un, būdama no mums 300 miljonu g. g. attālumā, izskatās kā vājš spīdekļis. Galaktikas centrālā daļa aizņem $68\,000 \times 68\,000$ g. g. lielu laukumu (sk. 8. att.). Centrālo daļu līdz aptuveni 49 000 g. g. attālumam aptver lokiem līdzīgi veidojumi. Uz ziemeļiem stiepjas 420 000 g. g. gara aste, uz austrumiem – 200 000 g. g. gara

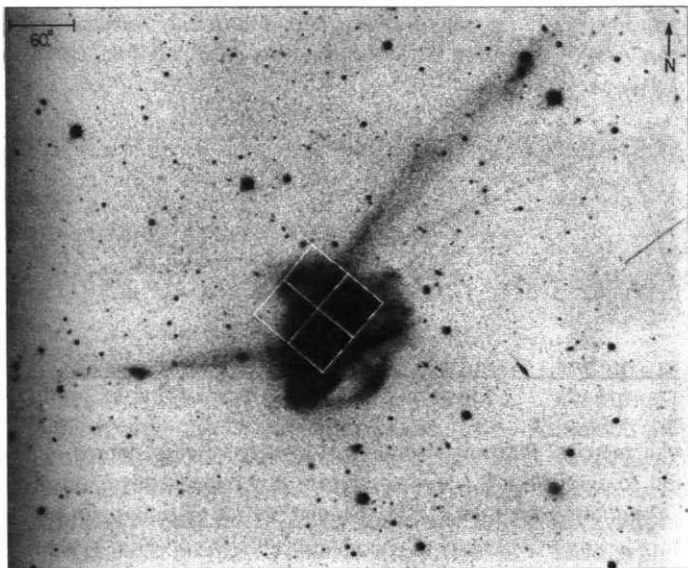
aste. Aste un loki liecina par priekšteču galaktiku kādreizējo mijiedarbību. Tagad priekšteču galaktikas ir pilnībā saplūdušas, neatstājot nekādas pēdas no savas agrākās struktūras. Jaunizveidojusies



7. att. Ārpa 220 rentgenstaru emisijas izokontūras savietotas ar optisko attēlu. Intensīvākā rentgenstarojuma avots B atrodas Ārpa 220 centrā. Starojuma avots A varētu būt tālas aizmugures galaktiku kopas radīts.

galaktika NGC 7252 tiek uzskatīta par saplūdušu galaktiku prototipu.

Galaktikai NGC 7252 nepiemīt intensīvs starojums ne infrasarkanos, ne rentgenstaros, un tas apliecina aktivitātes trūkumu. Toties tai piemīt dažas eliptisko galaktiku iezīmes. Pirmkārt, galaktikas iekšienē izveidojies gandrīz sferoidāls vielas sadalījums, kas līdzīgs eliptiskās galaktikās novērojamam. Otrkārt, galaktikā NGC 7252 un ap to ir atrasti vairāki simti objektu, kas pēc savas starjaudas, krāsas, izmēriem un sadalījuma līdzinās dažus simtus miljonu gadu vecām lodveida zvaigžņu kopām. Lodveida kopas ir cieši zvaigžņu spiedi, kuros ietilpst ap 100 000 zvaigžņu. Tik bagāti zvaigžņu sakopojumi varēja sākt veidoties galaktiku saplūšanas laikā, kad uz centru plūstošajā varenajā gāzu straumē radās atsevišķi īpaši augsta blīvuma apgabali. Ja tāda apgabala masa bija pietiekami liela, radās apstākļi, lai aizņemtos, augtu un izdzīvotu bagātas zvaigžņu kopas. Daudzu lodveida kopu klātbūtne ir tipiska eliptisko galaktiku īpašība. Daži pētnieki uzskata, ka, Taustekļu sistēmas saplūšanai turpinoties, vismaz daļa tur pastāvošo jauno ciešo kopu arī varētu pārtapt par zvaigznēm bagātām lodveida kopām.



Vienā ziņā NGC 7252 pētniekus tomēr pārsteidza. Taustekļu sistēmas pētnieks B. Vitmors un viņa kolēģi jau 1992. gadā pirmie sāka meklēt lodveida kopas pie NGC 7252. Ar Habla kosmisko teleskopu ieguvuši labus galaktikas uzņēmumus, viņi tās pašā centrā,

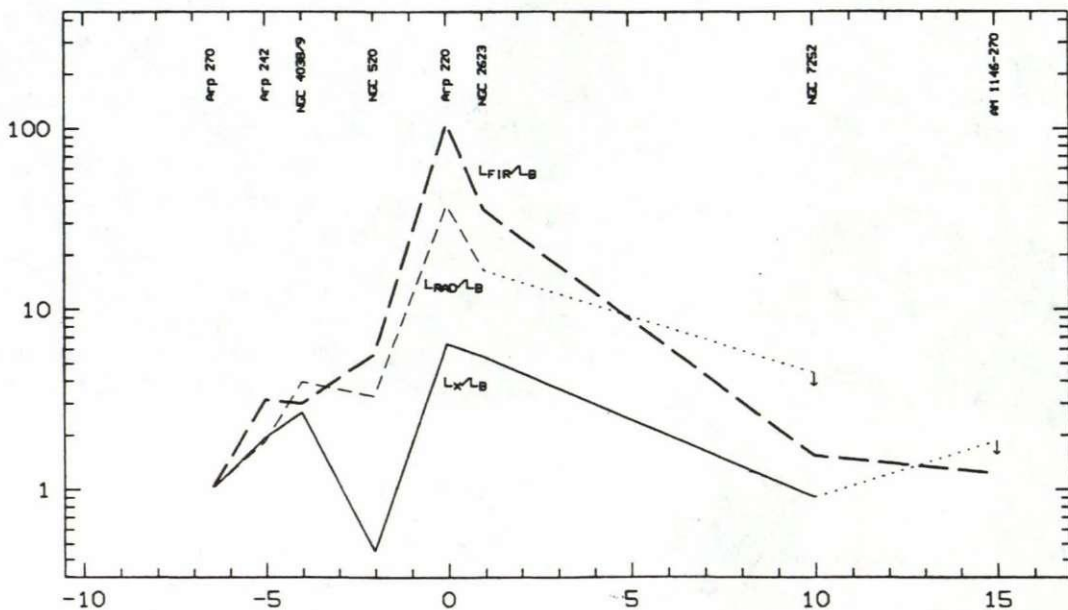
8. att. Galaktikas NGC 7252 attēls fotogrāfiskos staros. Centrālo daļu aptver ārēji loki un aste. Baltais režģis iezīmē ar HKT uzņemto apgabalu (sk. 9. att.).



kur eliptiskās galaktikās valda haotiska kustība, ieraudzīja spirāļu zarus (*sk. 9. att.*). Tas varētu nozīmēt, ka jaunā veidojuma centrā gāzes krājumi nav izsīkuši vai pat vēl papildinās. Radionovērojumi apstiprina molekulārās gāzes klātbūtni. Taču nav domājams, ka zvaigžņu tapšana izvērsīsies un sāks veidoties jauna diska galaktika.

Mijiedarbības laika mērogi. Cik ilgā laikā notiek piemēros aplūkotā galaktiku saduršanās un saplūšana? A. Rids un T. Ponnens, kuri sakārtoja *3. attēlā* redzamo secību, novērtējuši, ka sastapušos galaktiku sistēmas pilnu mijiedarbības ciklu varētu iziet aptuveni divos miljardos gadu (*sk. 10. att.*). Pēc viņu vērtējuma, satikušās galaktikas (Ārpa 270) sāk spēcīgi iedarboties viena uz otru un strauji nonāk līdz sadursmei, kas ierosina saplūšanas uzsākšanos (NGC 4038/4039 jeb Taustekļu sistēma). No galaktiku satikšanās līdz tam brīdim, kad saplū-

9. att. Galaktikas NGC 7252 pašā centrā (*8. attēlā* iezīmētā režģa apakšējā stūrī) redzami spirāļu zari. Tie ir samērā spoži līdz 5000 g. g. attālumam no centra, bet samanāmi arī 13 000 g. g. attālumā.



10. att. Galaktiku mijiedarbības laika mērogs. Redzamas starjaudas izmaiņas infrasarkanos, radio un rentgenstaros attiecībā pret starjaudu fotogrāfiskos B staros (*ordinātu ass*) mijiedarbības attīstības laikā (*abscisu ass, iedaļas vērtība – 100 miljoni gadu*). NGC 520 sistēmai piemīt īpatnības, un tā isti neiekļaujas starojuma izmaiņu secībā.

šana rit pilnā sparā, paiet tikai pusmiljards gadu. Pēc tam sekojošā sistēmas nomierināšanās un sakārtošanās viendabīgā veselumā (NGC 7252) notiek krietni lēnākā tempā – aptuveni miljards gados. Vēl kāds pusmiljards gadu vajadzīgs, lai taptu īstena eliptiskā galaktika (AM 12846–270).

10. attēlā parādītas arī mijiedarbības laikā notiekošās galaktiku sistēmas starjaučas izmaiņas infrasarkanos, radio un rentgenstaros attiecībā pret starjauču optiskos (šajā gadījumā fotogrāfiskos B) staros. Visas šīs vērtības ir dotas attiecībā pret pirmo secības sistēmu – Ārpa 270. Pašas jaunākās un pašas vecākās mijiedarbības sistēmas ievērojami mazāk staro gan rentgenstaros, gan infrasarkanajā un radiodiapazonā, salīdzinot ar tiešā saplūšanas stadijā esošām sistēmām, kurās notiek ļoti aktīvi procesi.

Novērojumi ar HKT un lielajiem uz Zemes novietotajiem teleskopiem liecina par tālā pagātnē biežāk notikušu galaktiku satikšanos un mijiedarbību. Kā piemēru apskatīsim Nīderlandes astronoma P. van Dokuma un viņa kolēģu pētījumu, kas publicēts 1999. gada augustā ASV iznākušajā žurnālā *"The Astrophysical Journal"*. Ar HKT uzņēmuši galaktiku kopu MS 1054–03, viņi ieraudzīja tajā daudz galaktiku, kas pēc izskata līdzīgas mijiedarbīgām. Lai pārbaudītu, vai šīs galaktikas tikai projicējas cita uz citas vai arī patiesi pastāv vienuviet, minētie pētnieki izmantoja otro no Keka observatorijas 10 metru

teleskopiem Havaju salās un noteica kopas galaktiku sarkano nobīdi z, tādējādi iegūstot ziņas par galaktiku attālumu un arī par to vecumu. Spriežot pēc z lielumu līdzības, pie šīs kopas pieder 81 galaktika, un starp tām ir 13 mijiedarbības sistēmas. Aplūkotā galaktiku kopa atrodas astoņus miljardus gaismas gadu tālu. Astronomi to tagad redz tādu, kāda tā bija pirms 8 miljardiem gadu, kad Visums bija sasniedzis trešdaļu no tagadējā vecuma. Salīdzinot mijiedarbīgu galaktiku skaitu tā laika kopā ar attiecīgu galaktiku skaitu tikai 3 vai 4 miljardus gaismas gadu attālās kopās, kuras redzam daudz vecākas, tālāk attīstījušās un vairāk nobriedušās, atrasts trīskārtīgs skaita sarukums. P. van Dokuma grupa spriež, ka vairākums viņu atrasto mijiedarbīgu galaktiku ar laiku pārtaps eliptiskās galaktikās, jo viņu pētītajā tālajā kopā eliptisko galaktiku ir maz, salīdzinot ar tuvās galaktiku kopās pastāvošajām.

Mijiedarbībā esošo galaktiku lielākam skaitam senātnē ir vienkāršs skaidrojums. Savā jaunībā Visums vēl nebija izpleties līdz tagadējiem apmēriem, galaktikas atradās ciešāk cita pie citas un biežāk satikās. Turklāt atsevišķu fragmentu jeb topošu galaktiku bija vairāk, kamēr, laikam ritot, daļa no tām pārcieta sastapšanās sekas – pievienojās masīvākām galaktikām vai, sastopoties ar līdzvērtīgu partneri, apvienojās vienā veidojumā. 🐦

ZENTA ALKSNE, ANDREJS ALKSNIS

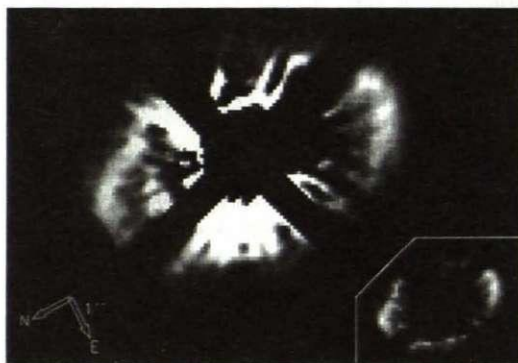
PLANĒTAS ĀRPUS SAULES SISTĒMAS

Kad zvaigznes veidojas no vielas sabiezējumiem, kādi atrodami molekulāros mākoņos, daļa šīs vielas paliek pāri neizmantota, un tā sakārtojas diskā. Nav nekādu šaubu, ka tieši šie diski ir planētu rašanās vieta, un tos dēvē par pirmsplanētu diskkiem. Taču pagaidām nav izdibinātas planētu rašanās likumības – nav zināms,

kad un kurā vietā diskā top planētas. Lai noskaidrotu planētu veidošanās apstākļus, tiek meklēti un pētīti pirmsplanētu diski ap dažāda vecuma zvaigznēm. Vēl interesantāk un svarīgāk ir atrast pašas planētas. Tās tiek meklētas ap zvaigznēm, kas radniecīgas mūsu Saulei, jo tādu zvaigžņu apkārtnē atrast kādu planētu ir

vislielākās cerības. Šāda darba galvenais jundītājs un dzinulis ir jautājums, vai eksistē Zemei līdzīgas planētas, kur varētu pastāvēt dzīvība.

Pirmsplanētu diski. Lai planētas varētu ne tikai veidoties, bet arī pastāvēt un attīstīties, tām jātop pie stabilām zvaigznēm, kuras ilgstoši saglabā nemainīgas īpašības – starjaudu, virsmas temperatūru un apmērus. Tādas ir zvaigznes, kuru trauksmainais tapšanas posms ir aiz muguras, kurās ir noregulējies ilgstošs un nemainīgs enerģijas avots. Pie tādām pieder Hercšprunga–Rasela (H–R) diagrammas galvenās secības B, A, F, G un K spektra klases zvaigznes. 20. gadsimta 80. gados noskaidrojās, ka līdz 20% B un A spektra klases zvaigžņu un līdz 50% Saulei līdzīgo G spektra klases zvaigžņu piemīt īpatnējs enerģijas sadalījums. Infrasarkanā spektra daļā tās izstaro krietni vairāk enerģijas, nekā sagaidāms saskaņā ar to virsmas temperatūru. Tādu divainību vispirms atrada A spektra klases zvaigznei Vegai, tāpēc citas tamlīdzīgas zvaigznes sāka saukt par Vegas tipa zvaigznēm (*Z. Alksne. "Vegas tipa zvaigznes un diski ap tām" – ZvD, 1997. g. pavasaris, 8.–11. lpp.*). Infrasarkanā starojuma pārpilnība jeb ekscess vedināja uz domām, ka



1. att. Diski ap zvaigzni HD 141569A redzams putekļu izkļiedētās centrālās zvaigznes gaismā. Diska mazajā attēlā, kas atrodas *apakšā pa labi*, ir nodzēstas zvaigznei tuvās un spožās neistās detaļas, padarot labāk saskatāmu 150 a. v. plato gredzenveida struktūru un atveri, kuras rādiuss ir 250 a. v.

to rada cietu daļiņu – kosmisko putekļu klātbūtne telpā ap Vegas tipa zvaigznēm, jo tieši putekļiem piemīt īpašība absorbēt centrālās zvaigznes optisko starojumu, sasilt un tad izstarot infrasarkanā diapazonā. Šī doma pirmo nopietno apstiprinājumu guva 1984. gadā, kad galvenās secības A5 spektra klases zvaigznei Gleznotāja Beta (β) novērotāji ieguva uzņēmumu, kurā ap zvaigzni saskatāms putekļu diski. Gleznotāja β pētījumi turpinās (*Z. Alksne. "Gleznotāja Betas priekšteces" – ZvD, 1997. g. vasara, 8.–11. lpp. un vēres*).

Pēdējos desmit gados, izmantojot dažādas novērošanas metodes un dažāda garuma viļņus, putekļainie pirmsplanētu diski atrasti arī pie citām zvaigznēm. Aplūkosim atrastos diskus to centrālās zvaigznes vecuma secībā. Jo jaunāka ir zvaigzne, jo pirmsplanētu diski atrodas agrākā planētu veidošanās stadijā.

Divām tikai desmit miljonu gadu vecām zvaigznēm disku attēlus putekļu izkļiedētās centrālās zvaigznes gaismā 1998.–1999. gadā ar Habla kosmisko teleskopu ieguvis franču astronomi Ž. Ožaro vadībā. Ap šīm zvaigznēm redzami gredzenveida diski, t. i., diski ar tukšu, no putekļiem tīru caurumu jeb atveri centrā. Raksturojot diskus, šeit un tālākā izklāstā par mērvienību izmantosim vidējo attālumu starp Zemi un Sauli jeb astronomisko vienību, kuru apzīmēsim ar a. v. Tas palīdzēs aplūkojamus diskus salīdzināt ar Saules sistēmu, paturot prātā, ka Neptūns atrodas 30 a. v., Plutons – 39,4 a. v. no Saules, bet aiz Plutona plešas komētu ķermeņu josla. Ap zvaigzni HD 141569A (B9,5 spektra klase) pastāv 150 a. v. plats gredzens, turklāt centrālās atveres rādiuss ir 250 a. v. (*sk. 1. att.*), bet ap zvaigzni HR 4796A (A0 spektrs) tikai 17 a. v. plats gredzens, kas atrodas 70 a. v. no zvaigznes. Disku vidūci varētu būt iztukšoti, putekļu daļiņām saduroties, salīpot, apvienojoties blūkos, koncentrējoties protoplanētu ķermeņos, beigu beigās pārtopot vienā vai vairākās planētās. Planētu masas objekti tomēr nav saskatīti, taču tas nav pārsteidzoši, jo abas zvaigznes atrodas vairākus simtus gaismas gadu tālu. Abiem gredzeniem ir viena radniecīga iezīme – krasi ap-

rauta, nogriezta iekšējā mala. Tas norāda uz vismaz vienas planētas klātbūtni. Tā kā HR 4796A gredzens ir asi norobežots arī no ārpusē, tad ap šo zvaigzni vajadzētu riņķot vēl kādai planētai. Tieši planētas varētu būt tās, kas gredzenus notur savās vietās. Šajā ziņā abu gredzenu pētnieki saskata līdzību ar Saturna gredzeniem, kur gar viena gredzena iekšējo un ārējo malu virzās divi mazi pavadoņi, darbojamies kā putekļu “gani”. Tomēr šķiet pārsteidzoši, ka planētas veidojušās tik tālu prom no centrālās zvaigznes. Jo tālāk no zvaigznes, jo mazāk ir daļiņu un lēnāk tās riņķo. Lidz ar to daļiņu sastapšanās biežums sarūk un planētas “būvēšana” notiek lēnāk. Rodas jautājums, kā gan tikai desmit miljonus gadu varēja tapt planētas, turklāt tālu no centrālās zvaigznes. Droša skaidrojuma astronomiem nav. Ja diskos nav planētas, kas tad tur pastāv? Vienīgā versija – diskus ietekmē brūnais punduris – vienlaikus ar zvaigzni tapis ķermenis, kas ir masīvāks par planētu, bet ne pietiekami masīvs, lai tajā sāktos kodoltermiskās reakcijas un tas būtu pieskaitāms pie starojošām zvaigznēm. Kaut pavisam sīku, bet istenu zvaigžņu masas objektu Habla kosmiskais teleskops būtu saskatījis, tomēr nav tādu reģistrējis.

Par putekļainu pirmsplanētu disku novērojumiem pie vecākām zvaigznēm 1998. gadā ziņoja liela grupa ASV un Anglijas astronomu, tai skaitā Veins Holands un Džeina Grīvsa no Havaju Apvienotā astronomijas centra. Novērojumus izdarīja Havaju salu Maunakea observatorijā ar 25 metru Klārka Maksvela submilimetru teleskopu un režģa bolometru, tādējādi iegūstot disku attēlus tālajā infrasarkanajā diapazonā (850 μm). Šajā diapazonā tiek uztverta nevis putekļu atstarotā zvaigznes gaisma, bet gan tieši pašu cietao daļiņu izstarotā siltuma enerģija. Novērotas četras Vegas tipa zvaigznes (*sk. 1. tabulu*), kas ir cita par citu vecāka, tomēr pat visvecākajai tālu nesasniedzot Saules vecumu.

Ap Gleznotāja β un Vegu (*sk. att. krāsu ielikuma 1. lpp.*) redzami uz zvaigzni centrēti, nepārtraukti iegareni diski. Gleznotāja β tā

1. tabula. Vegas tipa zvaigžņu salīdzinājums

Zvaigznes nosaukums	Attālums, g. g.	Spektra klase	Vecums, milj. gadu
Gleznotāja β	63	A5V	10–100
Fomalhauts	25	A3V	200
Vega	25	A0V	350
Eridanas ε	10,5	K2V	500–1000

izmērs ir aptuveni 420×210 a. v., bet Vegai – 180×160 a. v. Šo zvaigžņu diskos nav manāmi centrāli tukšumi. Par disku klātbūtni ap šīm divām zvaigznēm bija zināms jau agrāk. Taču jaunie novērojumi liecina par kādu neizskaidrojamu parādību tajos. Vegas diskā ap 70 a. v. no zvaigznes (gandrīz divreiz tālāk nekā Plutons no Saules) atrodas vientuļš, spožs plankums, bet Gleznotāja β diskā kaut kas līdzīgs atrodas krietni tālāk. Vai diskos varētu slēpties putekļu aizsegta liela planēta? Novērotāju grupa to apšaubā un plāno veikt papildnovērojumus ar Keka observatorijas 10 metru teleskopu (arī Havaju salās). Piedzot pašas zvaigznes attēlu un novērojot tās apkārtni infrasarkanos staros, vajadzētu ieraudzīt Vegas varbūtējo pavadoņi, ja tā masa nav mazāka par 12 Jupitēra masām.

Ap Fomalhautu jeb Dienvidu Zivs α (*sk. att. krāsu ielikuma 1. lpp.*) un Eridanas ε novērotāji atraduši gredzenveida diskus, turklāt abos diskos ir atveres ar rādiusu 30–35 a. v., kas līdzīgs Neptūna orbītas rādiusam. Kā jau stāstījām, disku centrālā daļa var iztukšoties planētu veidošanās gaitā. Tomēr nelieli centrālie tukšumi var rasties arī citādi. Piemēram, var iztvaikot tās daļiņas, kurās ir daudz ledu, savukārt sīkākās daļiņas var aizdzīt prom zvaigznes starojuma spiedienu. Fomalhautu aptver plašs maza blīvuma garens toroīds (baranka), kura lielā ass ir ap 300 a. v., bet mazā – ap 140 a. v. Putekļu daudzums tajā ir tikai ap pusotras Mēness masas. Eridanas ε aptver tikai 40 a. v. plats gredzens, bet putekļu masa tajā tiek vērtēta robežās no trim līdz 20 Mēness masām. Tāda masa aptuveni līdzinās Saules sistēmas iekšējās komētu joslas masai. Bez tam Eridanas

ε gredzena centrālā atvere nav gluži tukša. Tur var atrasties aptuveni tūkstošreiz lielāka putekļu masa nekā Saules sistēmas iekšienē ir tagad. Šie putekļi varētu būt apvienoti komēteveida ķermeņos. Tādā gadījumā Eridanas ε disks atgādinātu Saules sistēmu senā pagātnē, kad mūsu planētu sistēmas veidošanās pārpalikumi jeb "būvgruži", kuru masa līdzīga komētu un asteroīdu masai, šeit citīgi bombardēja jaunatapušo planētu virsmu, atstājot rētas krāteru veidā. Eridanas ε gredzens izskatās gabalains, vietām putekļus varētu būt savācis kopā topošo lielo planētu pievilksanas spēks. Aplūkojot Eridanas ε disku, iespējams, ka redzam Saules sistēmu, kāda tā izskatījās pirms kādiem četriem miljardiem gadu.

Atliek vēl pieminēt gredzenu ap Vegas tipa G0 spektra klases zvaigzni HD 207129, kas pēc vecuma ir Saules līdziniece. Šī zvaigzne ir viena no daudzām A–K spektra klases zvaigznēm, kas 100–200 μm viļņu garuma intervālā novērota no pavadoņa ISO. Pagaidām tikai par šīs vienas zvaigznes disku sīkākus datus publicējis Eiropas valstu astronomu grupa: M. Žurdēns de Mizons (*M. Jourdain de Muizon*) un citi. Lietotā novērošanas metode devusi tikai diska izstarotās enerģijas spektrālo sadalījumu. Tomēr pētniekiem ir izdevies secināt, ka ap HD 207129 pastāv gredzenveida disks, kam ir 200 a. v. liela rādiusa centrālais tukšums. Pats gredzens varētu būt ļoti plats (ap 500–1000 a. v.), bet ar niecīgu blīvumu, jo tā masa nepārsniedz 0,01 Mēness masu. Šā gredzena putekļu temperatūra ir ap 10–50 K, kamēr ap jaunām un karstām Vegas tipa zvaigznēm putekļu temperatūra ir ap 70 K un vairāk. Diska pētītāji uzskata, ka arī pie šīs zvaigznes jābūt vismaz vienai planētai, kas neļauj centrālam tukšumam piepildīties ar putekļiem no gredzena.

Lai gan apskatīto pirmsplanētu disku novērotās īpašības tiek tulkotas kā norādes uz planētu klātbūtni pie attiecīgām Vegas tipa zvaigznēm, kas turklāt ir dažāda vecuma, tomēr neviena planēta vēl tieši saskatīta nav. Tāpēc jo interesantāk pievērsties zvaigznēm, pie kurām planētas jau ir atrastas.

Saulei līdzīgu zvaigžņu planētas. Uz planētu atrašanu mērķētu pētījumu pamatā ir ļoti darbietilpīgs un precīzs darbs. Tāpēc novērošanas programmu sastādītāji izvēlas tās zvaigznes, pie kurām visdrīzāk var cerēt atrast planētas. No visām Vegas tipa zvaigznēm viscerīgākās, protams, ir Saulei līdzīgās zvaigznes. Saule ir dzeltēna H–R diagrammas galvenās secības G6 spektra klases zvaigzne. Par tai līdzīgām tiek uzskatītas F5–G0–G9 spektra klases zvaigznes. Pieņemot Saules masu par vienību, šo zvaigžņu masa ir robežās no 0,75 līdz 1,25 Saules masām. To vecums ir 4–5 miljardi gadu vai vairāk. Pagaidām programmās paredz novērot tikai tuvākās Saules tipa zvaigznes, kas atrodas no mums līdz apmēram 50 g. g., dažkārt arī līdz 100 g. g. tālu.

Planētu meklējumi izvērās 20. gs. 80. gadu beigās un 90. gadu sākumā. Pirmiem paveicās Šveices astronomiem M. Majoram un D. Kelozam, kuri 1995. gadā paziņoja par planētas atklāšanu pie zvaigznes Pegaza 51 (*sk. A. Alksnis. "Citu sauļu planētas" – ZvD, 1997. g. vasara, 12–13. lpp.*). Planētu meklējumus veic vairākas darba grupas, cenšoties aptvert visas tuvās debess ziemeļu un dienvidu puslodes Saulei līdzīgās zvaigznes. Piemēram, M. Majors un D. Kelozs kopā ar kolēģiem novēro gandrīz 1000 zvaigžņu. Dž. Mersijs no Lika observatorijas (ASV) un P. Batlers no Anglijas–Austrālijas observatorijas novēro ap 700 zvaigžņu, izmantojot bez Lika observatorijas teleskopa arī 3,9 metru Anglijas–Austrālijas teleskopu un Keka observatorijas 10 metru teleskopu Havaju salās. Eiropas astronomu grupa M. Kirstera vadībā strādā Eiropas Dienvidu observatorijā Čīlē ar 1,4 metru teleskopu.

Pēc mūsu rīcībā esošām ziņām, šie un vēl citi astronomi – novērotāji līdz 1999. gada beigām bija atklājuši 29 planētas ārpus Saules sistēmas. Precīzus datus varam sniegt par planētām pie šādām Saulei līdzīgām zvaigznēm (*sk. 2. tabulu*).

Sarakstā pārstāvētās planētas pieskaitāmas trim grupām ar atšķirīgiem orbītu raksturlielumiem. Lielākā ir planētu grupa, kuru sarakstā pārstāv septiņas centrālai zvaigznei pārsteidzoši

2. tabula. Saulei līdzīgu zvaigžņu planētu salīdzinājums

Zvaigzne	Apriņķošanas periods, dienas	Orbitas ekscentricitāte	Lielā pusass, a. v.	Masa, Jupitera masās
HD 187123	3,10	0,03	0,042	0,52
Vērša Dzinēja τ	3,31	0,066	0,045	3,7
HD 75289	3,5	–	0,047	0,42
Pegaza 51	4,23	0,01	0,051	0,45
Andromedas υ	4,61	0,10	0,056	0,65
Vēža ρ'	14,6	0,03	0,11	0,93
Ziemeļu Vainaga ρ	39,6	0,04	0,23	1,1
HD 114762	83,9	0,34	0,36	11,6
Jaunavas 70	116,6	0,40	0,47	6,8
Pulksteņa ι	320	0,16	0,92	2,26
Gulbja B 16	802	0,57	1,7	1,7
Lielā Lāča 47	1098	0,03	2,1	2,4

tivas planētas. To attālums no centrālās zvaigznes nepārsniedz 0,25 a. v., kamēr Saulei tuvākā planēta Merkūrs atrodas no tās 0,39 a. v. attālumā. Tās kustas pa gandrīz apļveida orbitām, jo ekscentricitāte e nepārsniedz 0,10 (Zemei $e = 0,016$), un apriņķošanas ilgums velkas no dažām līdz 40 dienām. Apstāklis, ka 0,4–3,7 Jupitera masas planētas, tātad visai masīvas planētas, riņķo tik cieši ap centrālām zvaigznēm, rada astronomos izbrīnu. Tas ir pretrunā ar planētu veidošanās teoriju, kāda ir izstrādāta saskaņā ar Saules sistēmas likumbām un kas paredz masīvu planētu veidošanos tālu prom no centrālās zvaigznes, protoplanētu disku ārējos aukstos apgabalos. Tikai tur var pastāvēt sasaluša ūdens un metāna ledus daļiņas, kas, pamazām nosēžoties uz planētas cietā embrija, pabeidz masīvas planētas veidošanos. Līdzīgs process šķiet neiespējams zvaigznes tuvumā, kur daļiņu temperatūra ir par augstu. Zvaigznes tuvumā masīvas planētas kodols varēja rasties tikai tad, ja pirmsplanētu disks būtu bijis klints drupačām un dzelzs putekļiem pārmēru bagāts, kas ir mazvarbūtīgi. Šķiet ticamāk, ka masīvās planētas veidojušās tālu no zvaigznes. Taču kā tās nonākušas tagadējā vietā? Tas saistāms ar pirmsplanētu disku vielas slidēšanu uz zvaigzni, piemēram, viskozitātes dēļ. Tas, ka vielas pārplūšana no diska uz zvaigzni patiešām notiek, astronomiem ir ļābi zināms. Disku viela savā

kustībā varētu būt vilkusi līdzī masīvās protoplanētas. Rodas cits jautājums – kāpēc tās nenokrita uz centrālās zvaigznes? Iespējams, ka protoplanētas kustību zvaigznes virzienā apturēja tukšums ap to, kas varēja rasties zvaigznes magnētiskā lauka ietekmē. Gar magnētiskā lauka līnijām viela varēja tikt gan izsviesta ārā no zvaigznei tuvākās apkārtnes, gan novadīta lejā uz zvaigzni. Ja planēta nonāca pie tāda tukšuma malas, tā nevarēja tālāk slidēt, bet apstājās un ieņēma savu paliekamo vietu. Šie varbūtējie tukšumi nav identificējami ar lielajām atverēm, par kurām runājām pirmsplanētu gredzenu sakarā.

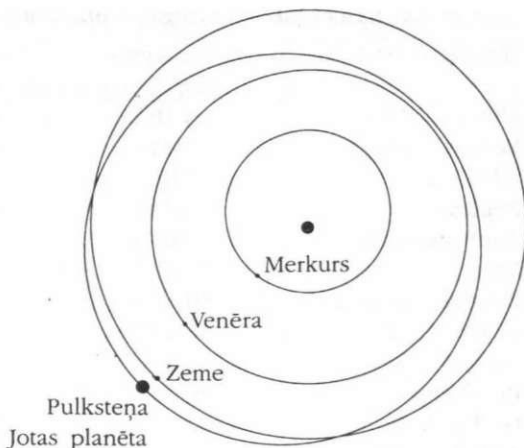
Saskaņā ar astronomu izteiktām prognozēm par šādu no zvaigznes tālāku planētu iespējamu eksistenci 1999. gada pavasari noskaidrojās, ka pie Andromedas υ pastāv triskārša planētu sistēma. Bez sarakstā norādītās tuvās planētas ap to riņķo planēta, kuras masa atbilst 2,11 Jupitera masām, orbitas lielā pusass ir 0,8 a. v. un apriņķošanas periods – 242 dienas, kā arī planēta, kuras masa ir 4,61 Jupitera masas, orbitas lielā pusass ir 2,3 a. v., bet apriņķošanas periods – 1200 dienu. Tātad bez Saules sistēmas patiešām pastāv arī citu Saulei līdzīgu zvaigžņu planētu sistēmas.

Citā grupā ietilpst trīs planētas, kas kustas pa negaidīti izstieptām eliptiskām orbitām ap zvaigznēm Gulbja B 16, Jaunavas 70 un HD 114762. Pie pēdējās zvaigznes atrasta tik masīva pla-

nēta, ka daži pētnieki apšaubā tās piederību pie planētveida objektiem. Ir izteikta hipotēze, kas sniedz norādes par planētas nokļūšanu orbitā, kuras ekscentricitāte pārsniedz Saules sistēmas planētu orbitu lielāko ekscentricitāti – Merkuram 0,205 un Plutonam 0,250. Plašā un blīvā pirmsplanētu diskā sākumā varēja rasties daudz masīvu protoplanētu, kuru gravitācijas spēks savstarpēji tik spēcīgi iedarbojās, ka orbītas mainījās, tuvojās un krustojās. Masīvās planētas nepārtraukti lingoja cita ap citu, līdz dažas ievirzījās izstieptās orbītās. Stāvoklis nostabilizējās tikai tad, kad vienas “liekās” pirmplanētas iekrita zvaigznē, bet citas aizdrāzās starpzvaigžņu telpā. Palika dažas masīvas planētas stabilās eliptiskās orbītās, cita citu vairs neietekmējot.

Taču pašas interesantākās ir divas planētas, kuru orbītas ir līdzīgas Zemes orbitai. Planēta pie Pulksteņa Jotas ir masīva Jupitera tipa planēta, kas kustas pa Zemes orbitai līdzīgu ceļu, apriņķodama savu zvaigzni 320 dienās (*sk. 2. att.*). Tā ir tāda kā paliela Zemes “māsīca”. Lielā Lāča 47 masīvās planētas orbīta vēl vairāk līdzinās aplocei, bet tās lielums aptuveni atbilst asteroīdu joslai Saules sistēmā. Pēc savas būtības neviena no šīm planētām nav Zemei līdzīga. Nevar cerēt, ka uz kādas no tām varētu dzīvot Zemes organismiem radniecīgas būtnes, jo uz Jupitera tipa planētām nav ne cietas, ne šķidrās virsmas. Tiek spriests par dzīvu organismu iespējamu klātbūtni uz šo planētu cietiem pavadoņiem – mēnešiem. Tālās planētas mēnesim būtu jābūt pietiekami masīvam, lai ilgstoši noturētu savu atmosfēru, un ar pietiekami spēcīgu magnētisko lauku, lai atmosfēru pasargātu no nevēlamas ārējās iedarbības.

Atsevišķi jāpiemin planēta, kas 1998. gada nogalē atrasta pie M spektra klases pundurzvaigznes, kurai masa ir trīsreiz mazāka nekā Saulei. Pārējām līdzīgā veidā pētītām 23 šāda tipa zvaigznēm planētas nav atrastas. Atrastās planētas orbītas lielā pusass ir 0,21 a. v., ekscentricitāte 0,27 un apriņķošanas periods 61 diena. Planētas masa ir 2,1 Jupitera masas. Šādas planētas klātbūtne pie mazas masas zvaigznes arī nav saskaņā ar pašreiz pieņemto planētu tap-



2. att. Ap zvaigzni Pulksteņa Jota riņķo Jupitera tipa planēta pa Zemes orbitai līdzīgu ceļu, brīžiem atradams ārpus Venēras orbītas, brīžiem ārpus Zemes orbītas.

šanas teoriju, bet liecina par Jupitera tipa planētu plašu izplatību pie Galaktikas dažādas masas zvaigznēm.

Planētu atrašanas iespējas. Vismaz pagaidām planētas ārpus Saules sistēmas tieši novērot nevar. Atšķirībā no zvaigznēm planētas pašas neražo enerģiju, un to virsmas temperatūra ir zema. Tāpēc planētas nemaz neizstaro redzamo gaismu, bet infrasarkanos starus izstaro ļoti, ļoti maz. Planētas spīd centrālās zvaigznes atstarotā gaismā, taču mazās virsmas dēļ nav spožas. Planētu vājo spīdumu nomāc centrālās zvaigznes spēcīgais starojums, tāpēc šo debess ķermeņu meklēšanai un novērošanai nākas izmantot netiešas metodes.

Līdz šim vislabākos rezultātus devusi metode, kas balstās uz centrālās zvaigznes radiālā ātruma mērījumiem. Radiālais ātrums raksturo zvaigznes kustību skata līnijas virzienā uz mums vai prom no mums. Ja kādai zvaigznei ir planēta, tā izraisa zvaigznes radiālā ātruma periodiskas izmaiņas, jo savstarpējo pievilkšanās spēku ietekmē abi ķermeņi nepārtraukti kustas ap kopējo masas centru. Tāpēc zvaigznes tuvošanās (vai attālināšanās) ātrums periodiski mainās, ja vien planētas orbītas plakne nav perpendikulāra skata līnijai uz zvaigzni. Doplera

efekta dēļ radiālā ātruma maiņas izpaužas kā spektra līniju viļņu garuma maiņas. Tā kā radiālo ātrumu svārstību amplitūdas ir mazas, pārlicinošu rezultātu iegūšanai mērījumi jāveic ļoti precīzi. Pašlaik radiālos ātrumus mēra ar precizitāti 5–10 m/s, un tas ir pietiekami, lai konstatētu radiālā ātruma maiņas, ko izraisa masīva planēta, kura atrodas tuvu zvaigznei. Sasniedzot mērījumu precizitāti 1 m/s, varēs konstatēt arī tālu no zvaigznes riņķojošu Zemes tipa planētu radītās radiālo ātrumu maiņas. Izmantojot šo metodi, nosaka planētas orbitas parametrus: apriņķošanas periodu un orbitas ekscentricitāti. Lai precīzi noteiktu orbitas lielās pusass garumu, jāzina orbitas nolieces leņķis, ko nevar noteikt ar šo metodi. Tāpēc var novērtēt tikai pusass minimālo garumu. Tā paša iemesla dēļ, zinot zvaigznes masu, var novērtēt tikai planētas minimālo masu, kas dota planētu parametru tabulā.

Lai šo aplūkotās metodes trūkumu mazinātu, ir lietderīgi papildus izmantot fotometrisku planētu meklēšanas metodi. Te runa ir par iespējām konstatēt niecīgu zvaigznes spožuma krišanos, kas rodas, planētai ejot pār zvaigznes disku. Tā kā šī parādība var notikt tikai tad, ja planētas orbitas plakne veido nelielu leņķi ar skata līniju, var precīzāk aprēķināt orbitas lielumu un līdz ar to planētas masu. Analizējot planētas pāriešanas novērojumu datus, iegūst ziņas arī par planētas rādiusu. Tad galu galā var novērtēt planētas blīvumu, smaguma spēka paātrinājumu uz planētas virsmas, otro kosmisko ātrumu. Ja fotometriski novēro zvaigzni, kuras planēta jau ir atklāta ar radiālā ātruma metodi, var aptuveni paredzēt gaidāmos zvaigznes diska pāriešanas brīžus. Taču, ja aplēsēs pieņemtais orbitas plaknes nolieces leņķis manāmi atšķiras no īstenā, pāriešanu var nesagaidīt. Planētas pāriešanai pār Pegaza 51 disku vajadzēja izraisīt zvaigznes satumsumu par zvaigžņlieluma desmitkārtstošo daļu, ja planētas orbitas plakne būtu gandrīz paralēla skata līnijai. Tomēr planētas pāriešanas izraisītais satumsums nav novērots. Taču metodes lietderību apstiprina citai zvaigznei gūtais pozitīvais rezultāts. Ar šo metodi var atklāt arī vēl nezināmas

planētas, ja ilgstoši veic izvēlēto zvaigžņu precīzus fotometriskus mērījumus.

Planētas izraisīto centrālās zvaigznes pārvietošanos var konstatēt ne tikai skata līnijas virzienā, bet arī pie debess sfēras kā zvaigznes koordinātu izmaiņas. Šo izmaiņu mērīšanai lieto astrometrijas jeb pozīciju astronomijas metodes, kuru precizitāte sasniedz 0,01 loka sekundi. Ja ir tāda precizitāte, var konstatēt masīvas planētas klātbūtni Saulei līdzīgai zvaigznei, kas atrodas simtiem gaismas gadu tālu no mums, bet Zemes tipa planētas var meklēt tikai pie Saules sistēmai tuvām zvaigznēm. Ar astrometrisko metodi iegūst pilnu planētas orbitas raksturojumu bez ierobežojumiem attiecībā uz masas noteikšanu. Šai darbā ir iesaistīti uz Zemes bāzēti teleskopi. Tomēr lielākās cerības tiek liktas uz NASA projektēto un 2004. gadā palaižamo pavadoni *FAME*, kas astrometriski kartēs visu debess sfēru. Piecu gadu laikā no tā paredzēts noteikt spožumu un ļoti precīzas koordinātas 40 miljoniem zvaigžņu, kas ļaus meklēt šo zvaigžņu planētas. Plānoti vēl arī citi no pavadoņiem veicami astrometriski novērojumi planētu meklēšanai.

Planētu meklēšanas iespēju apskatu beigsim ar kādu divainu metodi, kuru iesaka E. Rubinsteins un B. Šefers no Jeilas universitātes (ASV). Dažām Saulei līdzīgām zvaigznēm viņi ir novērojuši šausminošus uzliesmojumus – līdz miljoniem reižu spēcīgākus par Saulei novērotiem. Varētu būt, ka tādus uzliesmojumus izraisa zvaigznes un tai tuvas lielās planētas magnētisko lauku mijiedarbība, brīžiem lauka līnijas izstiepjot, savērpjot un samudžinot līdz tādai pakāpei, ka, laukam piepeši atgriežoties normālā stāvoklī, izdalās milzums enerģijas, radot drausmīgus uzliesmojumus. Pēc abu zinātnieku vērtējuma, tādi uzliesmojumi notiek gadsimtā reizi vienai Saules līdzinieci. Tāpēc šāda planētu meklēšanas metode nevar būt produktīva. Turklāt iespējamās planētas šādi sprādzieni pārāk ietekmētu. Varam justies laimīgi, ka Merkurs atrodas samērā tālu no Saules un nav apveltīts ar tik spēcīgu magnētisko lauku, lai izraisītu milzīgus uzliesmojumus. 🐦

ARTURS BALKLAVS

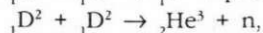
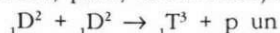
ORIONA OBJEKTI TURPINA UZDOT MĪKLAS

Oriona miglājs, kā jau “Zvaigžņotās Debess” (“ZvD”) lasītājiem ne vienu reizi vien ir atgādināts un tādēļ labi zināms, ir viens no interesantākajiem mūsu Piena Ceļa objektiem visiem tiem astrofiziķiem, kas nodarbojas ar zvaigžņu dzimšanas jeb veidošanās problēmu risināšanu. Veicot šā miglāja padziļinātus, detalizētākus novērojumus, tas atklājas kā arvien jaunu un jaunu pārsteigumu un mīklu avots (sk., piemēram, autora rakstu “ σ Orionis – jauni dati par jaunām zvaigznēm” – ZvD, 1999. g. rudens, nr. 165, 16–19. lpp.).

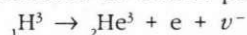
Viena no šādām mīklām saistās arī ar šajā miglājā paslēpušos objektu, kas ieguvis apzīmējumu *S Ori 47*. Šis objekts ir optiski ļoti vājš, nespodrs veidojums, taču tā rūpīgi novērojumi ar Tenerifes salā (Kanāriju salu arhipelāga lielākā sala) esošās observatorijas 1,5 m reflektoru, ko veikusi astronomu grupa M. Zapatero Osorijas vadībā (*Maria R. Zapatero Osorio*, Kanāriju Astrofizikas institūts, Spānija), ir ļāvuši novērtēt šā objekta masu. Tā izrādījusies tikai ap 1,5% no Saules masas $M_{\odot} = 1,99 \cdot 10^{33}$ g, t. i., ap $3 \cdot 10^{31}$ g, kas ir apmēram 15 Jupiteram līdzīgu planētu masa.

Zvaigžņu modeļu aprēķini liecina, ka šādas masas gāzu–putekļu sakopojumos jeb kamolos pašgravitācijas izraisītās kontrakcijas (sarusšanās) gaitā, kinētiskajai enerģijai transformējoties siltuma enerģijā, temperatūra kamola kodolā vai centrā galvenokārt nepietiekamā vielas blīvuma dēļ tomēr nespēj sasniegt pat 10^6 K. Šāda temperatūra nepieciešama, lai sāktos tur nelielos daudzumos esošā stabilā ūdeņraža izotopa, proti, pirmatnējā deitērija, faktiski, deiterona ${}_1^2\text{D}^2$ degšana (${}_1^2\text{D}^2 = {}_1^2\text{H}^2$, bet ar ${}_1^1\text{H}^1$ tiek apzīmēts ūdeņradis).

Šīs pirmās zvaigžņu vielas kodoltermiskās pārvērtības, proti, kodolreakcijas

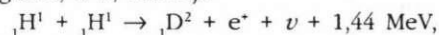


kur ${}_1^3\text{T}^3$, ${}_2^3\text{He}^3$, p un n ir attiecīgi tritījs (otrs ūdeņraža izotops), hēlija izotops, protons un neitrons, kā arī līdzīgas reakcijas ar pirmatnējā nukleosintēzē producētajiem litija (${}_3^7\text{Li}^7$), berilija (${}_4^9\text{Be}^9$) un bora (${}_5^10\text{B}^{10}$) atomiem, kas iesākas apmēram 10^6 K temperatūrā un ko var sasniegt tikai pietiekami masīvu protozvaigžņu kodolos (modeļu aprēķini rāda, ka, lai protozvaigzne nonāktu uz galvenās secības un kļūtu par istu zvaigzni, tās masai ir jābūt lielākai par $0,05 M_{\odot}$ vai apmēram $0,1 M_{\odot}$), rit ātri un ātri izbeidzas, jo minēto komponentu koncentrācijas starpzvaigžņu vidē ir ļoti niecīgas. Arī liela daļa no šo reakciju produktiem nav stabili. Tā, piemēram, smagais ūdeņraža izotops tritījs (${}_1^3\text{T}^3 = {}_1^3\text{H}^3$), kas sastāv no viena p un diviem n, ir nestabils un sabrūk pēc shēmas



ar 12,3 gadu pussabrukšanas periodu (e – elektrons, ν^- – antineitrīno).

Šajos kodolpārvērtību procesos, līdzīgi kā gāzu–putekļu masām gravitatīvi saraujoties, arī izdalās enerģija, tomēr tās kopējais daudzums (tāpat kā jau iepriekš minētā niecīgā šo kodolelementu koncentrācija) ir neliels un, lai arī zināmu laiku veicina protozvaigznes spīdēšanu, nedod vērā ņemamu ieguldījumu gāzu–putekļu masas kodola temperatūras paaugstināšanai līdz $\approx 10^7$ K, kad sākas zvaigžņu kodolreakciju pamatcikls – ${}_1^1\text{H}^1$ degšana, t. i., reakcija



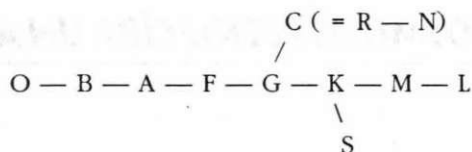
ko uzskata par istas ilgstoši starojošas zvaigznes dzimšanas momentu (e^+ – pozitrons, ν – neitrīno). Saulei šis process norit ap $15 \cdot 10^6$ K tempe-

ratūrā, ja vielas blīvums tās kodolā ir apmēram 100 g/cm^3 .

Šādi tumši, tikai gravitācijas kontrakcijās ģenerētās termiskās enerģijas no iekšpuses uzsildītie un nedaudz izgaismotie objekti tiek pieskaitīti pie Dž. Kirkpatrika ar kolēģiem (*J. D. Kirkpatrick*, Kalifornijas Tehnoloģiskais institūts, ASV) nesēn jaunievietās L spektrālās klases objektiem, kas turpina līdz šim definēto spektrālo klasifikāciju (O, B, A, F, G, K, M) aiz M, t. i., uz vēl zemākas starjaudas un virsmas temperatūras (ap 2000–1500 K) pusi (*sk. att.*).

Par pieredīgiem L spektrālajai klasei var uzskatīt arī brūnos pundurus (b. p.), kuru viena no raksturīgākajām iezīmēm ir izteikta litija klātbūtne to atmosfērās (otra pazīme, kas ļauj objektu identificēt kā b. p., ir metāna (CH_4) līniju konstatēšana (reģistrēšana) to spektros).

Niecīgais spožums un mazā masa, kā arī smagie elementi (titāns, vanādijs, dzelzs u. c.), kas konstatēti šo nelielo objektu atmosfēru starojuma spektros un liecina par to veidošanos no iepriekšējās zvaigžņu paaudzes dzīves laikā



Attēlā parādīta zvaigžņu spektru jeb tā sauktā Hārvarda spektrālā klasifikācija (izstrādāta Hārvarda universitātē, ASV, 1890.–1924. g.). Šī klasifikācija pēc būtības ir zvaigžņu atmosfēru temperatūru klasifikācija, kas mainās no apmēram 40 000 K (O spektrālās klases zvaigznēm) līdz 2500 K (M spektrālās klases zvaigznēm) un 2000–1500 K – jaunievietās L spektrālās klases veidojumiem.

ar šiem elementiem bagātinātas (mēdz teikt arī – piesārņotas) starpzvaigžņu vides, ļauj astrofizikājiem diskutēt par to, vai šādus L spektrālās klases objektus uzlūkot par b. p., t. i., nedzimušām zvaigznēm, vai varbūt par milzu planētām, kuras atrāvušās un aizbēgušas no savām saulēm un tagad vientuļas klaiņo kosmosa plašumos. 🐼

JAUNUMI ĪSUMĀ 🐼 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐼 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐼 JAUNUMI ĪSUMĀ

Galaktikai *Centaurus A* ir gāzes apvalks. Novērojumi ar Eiropas Dienvidu observatorijas (zviedru) submilimetru teleskopu, kura “šķīvja” diametrs ir 15 metru, parāda, ka eliptisko galaktiku *Centaurus A* aptver gāzes apvalki, kuros konstatēta oglekļa oksīda (CO) molekulu klātbūtne. Tas ir diezgan negaidīts atklājums, jo gāzu diski, kuros veidojas jaunas zvaigznes, raksturīgi spirālveida galaktikām. Domājams, ka gāze varētu būt atliekas no kādas mazākas galaktikas, kuru “privatizējusi” milzu eliptiskā galaktika *Centaurus A*. Tomēr aprēķini rāda, ka galaktiku apvienošanās procesā gāze zaudē enerģiju un gravitācijas ietekmē krīt smaguma centra virzienā, izraisot strauju jaunu zvaigžņu veidošanās procesu. Tātad difūzai gāzei *Centaurus A* tuvumā nebūtu jābūt! Pētījuma autori domā, ka izskaidrojums varētu būt gāzes lokalizācija nevis milzīgos retinātos mākoņos, bet gan relatīvi blīvos (vairāk nekā 1000 molekulu uz kubikcentimetru) veidojumos, kādi raksturīgi arī mūsu pašu Galaktikai – Piena Ceļam. Modelēšana rāda, ka šādi mākoņi uzvedas savādāk nekā difūza gāze. Pietiekami lielā attālumā no milzu galaktikas centra tiem ir izredzes saglabāties.

L. Z.

JĀNIS JAUNBERGS

IRIDIUM BĒDĪGAIS GALS

Masu mediju gandrīz neievērots, 2000. gada martā beidzās viens no 20. gadsimta lielākajiem tehnoloģiskajiem fiasko. *Iridium* globālā pavadoņtelefonu tīkla bankrots neizcēlās ar cilvēcisko drāmu kā “*Titānika*” nogrimšana vai ar nodokļu maksātāju naudas izkūpēšanu gaisā – kā *Challenger* eksplozija.

Tiešā veidā cietuši ir tikai tie bankieri un uzņēmēji, kas investēja grandiozu 6 miljardu dolāru kapitālu 66 pavadoņu palaišanai (sk. J. Simanovičs. “*IRIDIUM pavadoņi*” – *ZvD*, 1998./99. g. ziema, 69–72. lpp.). Tagad palikuši bez īpašniekiem, *Iridium* pavadoņi divu gadu laikā tiks novākti no orbītas un sadedzināti Zemes atmosfērā, jo to 780 km augstās orbītas citādi būtu stabilas vēl simtiem gadu un investoriem par šā orbitālā īpašuma vērtību būtu jāmaksā lieli nodokļi.

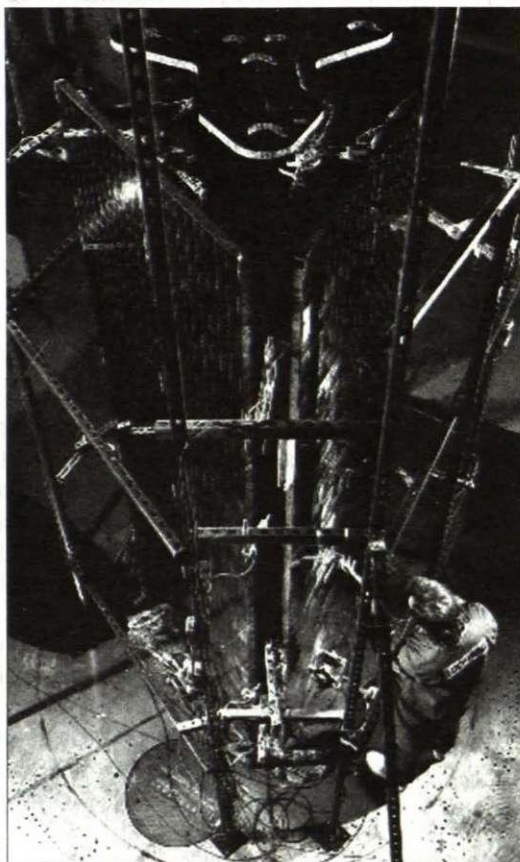
Kamēr *Motorola* nodarbojas ar *Iridium* sistēmas likvidēšanu, biznesa analītiķi diskutē, kāpēc tehnoloģiski lieliskais *Iridium* pasākums piedzīvoja tik nožēlojamu komerciālu neveiksmi.

Investīciju vai tehnoloģijas trūkums noteikti nav vainojams, jo aiz *Iridium* stāvēja mobilo telekomunikāciju milzis *Motorola* un aerokosmiskās rūpniecības spēcīgākās kompānijas. Augstā pakalpojumu cena, ko noteica pašreizējo nesējraķešu nesamērīgās izmaksas, ir tikai daļējs izskaidrojums, kāpēc gaidīto miljonu abonentu vietā *Iridium* pirmā gada laikā izdevās piesaistīt tikai 50 tūkstošus.

Trīs tūkstošu dolāru dārgie *Iridium* pavadoņtelefonu, protams, nevarēja sacensties ar divdesmit reīzu lētākajiem un lietošanā ērtākajiem parastajiem uz Zemes bāzētajiem mobilajiem telefoniem. *Iridium* iecerētā tirgus niša bija šaurāka – ceļojoši biznesmeņi, tūristi, jūmieki, kalnračī un visi pietiekami turīgi cilvēki vai orga-

nizācijas, kam nepieciešami telefonsakari ārpus parasto mobilo telefonu “nosegtajām” pilsētām.

Jau no paša sākuma bija apšaubāmi, vai tik specializēts tirgus varēs apmaksāt 6 miljardu dolāru sistēmu. Situāciju vēl vairāk pasliktināja nežēlīgā sacensība ar citām pavadoņsakarņu sis-



Iridium montāžas laikā.

tēmām, gan ar 80. gadu *Inmarsat*, gan arī ar pavisam jauno *Globalstar* tīklu, ko varētu salīdzināt ar stipri samazinātu un lētāku *Iridium* versiju. *Loral* sakaru pavadoņu firmas finansētais *Globalstar* jau pirms *Iridium* bankrota aktīvi pārvilināja *Iridium* abonētus ar speciālām atlaidēm. *Globalstar* kompānijas attieksme pret mārketingu un klientu pievilināšanu ir tikpat nopietna kā pret projekta tehnisko pusi, tāpēc šobrīd *Globalstar* izredzes uz komerciāliem panākumiem šķiet diezgan reālas.

Vēl citādu pieeju attīsta *Orbital Sciences* kompānija, kurai pieder īstenībā pirmais sakaru pavadoņu tīkls zemās orbitās. *Orbcomm* astoņu 44 kg smago mikropavadoņu sistēma nevar pārraidīt telefonsarunas vai lielus datu apjomus, toties tās izmaksas veido tikai pāris procentu no *Iridium* projekta grandiozās cenas.

Orbital nemēģināja atrast tirgu jaunai tehnoloģijai, bet attīstīja lētu, efektīvu pakalpo-

jumu, kas atbilst jau eksistējošam pieprasījumam. *Orbcomm* sistēma specializējas uz īsiem, vienkāršiem elektroniskā pasta ziņojumiem, kas nepieciešami tālbraucējiem šoferiem, nomāju naftas un gāzes urbumu automātiskai uzraudzīšanai, kravu sekošanai dzelzceļa tīklā, elektrības skaitītāju automātiskai nolasišanai un tamlīdzīgiem lietišķiem uzdevumiem.

Zīmīgi, ka šī necilā, bet uz veselo saprātu balstītā stratēģija triumfē pār iespaidīgo, bet komerciāli nepārdomāto *Iridium* sistēmu. *Iridium* šajā ziņā kļuva par ļoti dārgu, bet vērtīgu mācību stundu uzņēmējdarbībā visiem tiem, kurus reizēm vairāk vada skaista un aizraujoša ideja, nevis tirgus izjūta. Mums, pārējiem, tikmēr vēl ir iespēja vērot pēdējos žilbinošos Saules atspidumus *Iridium* pavadoņu lielzīmēra antenās. Šis vienreizējais skats, citiem pavadoņiem nākotnē kļūstot arvien kompaktākiem, var nekad vairs neatkārtoties.

WWW adreses: *www.iridium.com* – *Iridium* kompānija; *www.globalstar.com* – *Globalstar*; *www.orbcomm.com* – *Orbcomm* sistēma; *www.beavens-above.com* – *Iridium* zibšņu prognozes. 🐦

KOSMOSA IZPĒTE PIRMS 40 GADIEM

- 1960. gada 22. jūnijs.** ASV palaiž 19 kg smagu pavadoni atmosfēras augšējo slāņu izpētei. Orbitas augstums ir no 596 līdz 935 km.
- 1960. gada 23. jūnijs.** PSRS valdība uzdod izstrādāt lieljaudas nesējraķetes ar 2000 tonnu lielu starta masu, no kurām 80 tonnu būtu derīgā krava. Viens no mērķiem – cilvēka nogādāšana uz Mēness.
- 1960. gada 4. jūlijs.** TASS ziņo, ka iepriekšējā mēnesī noticis kosmiskā aparāta veiksmīgs starts, kura laikā viens trusis un divi suņi nogādāti 200 km augstumā.
- 1960. gada 28.–29. jūlijs.** NASA rīko konferences, kurās izziņo par plāniem iesaistīt amerikāņu rūpniecību *Apollo* programmas realizēšanā.
- 1960. gada 28. jūlijs.** Pusminūti pēc starta eksplodē PSRS būvētā nesējraķete *Vostok 1K* – pilotējamā kuģa prototips, kurā bija suņi Čaika un Ļisička.
- 1960. gada 10. un 18. augusts.** ASV palaiž militāros pavadoņus, kuru uzdevums ir pārbaudīt nolaižamo kapsulu pārtveršanas mehānismu.
- 1960. gada 12. augusts.** ASV palaiž balona tipa pavadoni (masa – 76 kg), kas tiek izmantots kā pasīvais retranslators TV un balss sakariem. Perigejs – 966 km, apogejs – 2157 km.
- 1960. gada 19. augusts.** PSRS veic otro pilotējamā kuģa prototipa *Vostok 1K* izmēģinājumu. Vienu dienu ilgušā lidojumā kosmosā atradās divi suņi – Strelka un Belka, kā arī trusis, žurkas, peles, daži augi un sēklas. Kosmiskā kuģa masa – 1440 kg, orbitas perigejs – 281 km, apogejs – 340 km.

LAIMONS ZAČS

KĀPIENS STIKLA KALNĀ JEB ATVADAS NO AIZEJOŠĀ GADU TŪKSTOŠĀ

Lai arī laika ritumā gadsimtu un gadu tūkstošu mija objektīvi nekādā veidā nav iezīmēta, tomēr (vismaz) Zemes civilizācijai šis moments ir ļoti nozīmīgs. 2000. gada 1. janvāra pompozā sagaidīšana uz Saules sistēmas trešās planētas par to liecināja visai pārlicinoši. Es nezinu, ko par mums šajā sakarā nodomāja "mazie zaļie cilvēciņi" no civilizācijas Andromedas miglājā? Bet lai jau. Viņiem tā domāšana jau arī nevārētu būt īsti cilvēcīga! Ja nopietni, tā nu iegājies, ka vairākums ļaužu sagaida katru Jauno gadu (kur nu vēl gadu tūkstoti!), izvērtējot iepriekš paveikto, parasti ar mērķi "sākt jaunu dzīvi". Arī astronomu aprindās pēdējā laikā aktivizējušās diskusijas par aizejošā gadsimta kosmosa zinātņu svarīgākajiem sasniegumiem, neatrisinātajām problēmām un perspektīvām. 1999. un 2000. gadā norisinājās virkne zinātnisku

pasākumu, kuri vismaz daļēji pildīja šādas funkcijas. Dažos no tiem bija izdevība piedalīties arī man.

Viesos pie Baldones Šmita lielākā "brāļa"

No 1999. gada 10. līdz 12. martam Vācijas pilsētiņā Tautenburgā (*sk. 1. att.*) notika starptautisks kolokvijs "Apzvaigžņu matērijas optiskā un infrasarkanā spektroskopija", ko organizēja Tautenburgas observatorija (*Thüringer Landessternwarte Tautenburg*). Interesanti ir tas, ka Tautenburga atrodas netālu no Jēnas, kur ir Baldones Šmita teleskopa dzimtā vieta. Turklāt Tautenburgas observatorijā atrodas pasaules lielākais Šmita sistēmas teleskops ar 2 metrus lielu spoguļa diametru (*sk. 2. att.*), tātad Latvijas Šmita teleskopa brālis. Izrādījās, ka Tautenburgas "Šmits" ir mans vienaudzis (1960) un abiem šogad ir apaļa jubileja. Jāpiebilst gan, ka Tautenburgas teleskops nav klasisks "Šmits", jo



1. att. Vācijas pilsētiņā Tautenburgā, kas atrodas pārdesmit kilometru attālumā no Jēnas, norisinājās starptautisks kolokvijs "Apzvaigžņu matērijas optiskā un infrasarkanā spektroskopija".

L. Zača foto



2. att. Tautenburgas observatorijas (*Thüringer Landessternwarte Tautenburg*) universālā 2 m Šmita teleskopa paviljons.

L. Zača foto

tam ir arī Kasegrēna un Kudē fokuss. Bet brāļi jau arī ir dažādi, kā latviešu pasakās. Tiesa, Tautenburgas universālais teleskops ir daudz labāk aprikots novērojumu veikšanai, jo tam Šmita fokusā ir uzstādīta liela izmēra CCD – uztvērējs (2048×2048), kas ļauj iegūt vienlaikus 40×40 loka minūtes lielu debess apgabala uzņēmumu, fiksējot zvaigznes, kas 15 miljonu reižu vājākas, nekā saredzams ar neapbruņotu aci. Tas vācu astronomiem ļauj salīdzinoši tālu ielūkoties Visuma dziļēs. Detalizētai debess spīdekļu pētīšanai kalpo Ešellē spektrogrāfs, kas izvietots Kudē fokusā. Sadarbībā ar Heidelbergas Maksas Planka astronomijas institūtu izveidots multiobjektu spektrogrāfs, kas ļauj vienlaikus iegūt līdz 35 zvaigžņu spektrus. Jāuzsver, ka pēdējos gados, pateicoties nozīmīgām investīcijām infrastruktūrā, notikusi būtiska observatorijas modernizācija, ieskaitot jauna laboratoriju korpusa celtniecību (*sk. 3. att.*). Pašreizējais observatorijas vadītājs profesors Jozefs Zolfs (*Josef Solf*), kura pētījumi augsti novērtēti astronomu sabiedrībā, ir pulcinājis ap sevi kolektīvu, kuru caurstrāvo radošs gars un veselīga konkurence.

Tautenburgas kolokvija tematika pirmajā acu uzmetienā šķiet salīdzinoši šaura, taču patiesībā tā nebija, jo apskatāmo objektu loks bija



3. att. Tautenburgas observatorijas jaunais laboratoriju korpus.

L. Zača foto

visai plašs. Patiešām, matērija ap zvaigzni raksturīga gan jaunām (dzimstošām) zvaigznēm, gan veciem Visuma objektiem. No otras puses, spektroskopija kā pētniecības metode ir ļoti informatīva, jo dod iespēju iegūt ļoti detalizētu ainu par pētāmo objektu. Šī vispusība bija labi izjūtama visā kolokvija gaitā, kurā piedalījās apmēram 70 dalībnieku (*sk. 4. att.*). Viens no konferences vadmotīviem bija "jaunu tendenču meklējumi optiskajā un infrasarkanajā spektroskopijā". Pirmajā dienā galvenā vērība tika veltīta zvaigznēm agrīnās attīstības stadijā: ap-



4. att. Tautenburgas starptautiskā kolokvija dalībnieki pie viesnīcas, kur norisinājās pasākums. Otrajā rindā no kreisās (ar brillēm) profesors Jozefs Zolfs (Tautenburga), Verners Pfau (Jēna) un (aiz V. P.) Ervīns Sedlmaijers (Berlīne). Priekšplānā no kreisās Tomass Gerens (Mīnhene) un Otomārs Štāls (Heidelberga).

LOC foto

zvaigžņu diskiem, gāzes strūklām (džetiem) un citām apzvaigznes matērijas formām gan novērojumu, gan teorētiskajā aspektā. Otrajā dienā referātos tika diskutēti arī par zvaigznēm, kuras atrodas evolūcijas beigu stadijā. Jāuzsver ļoti saturīgais Tomasa Heninga (*Thomas Henning*) pārskata referāts, kurā tika konfrontēti starpzvaigžņu putekļu novērojumu un laboratorijas pētījumu rezultāti. Jēnas universitātes profesors Verners Pfau (*Werner Pfau*) diskutēja par tā saucamo difūzo absorbcijas joslu problēmu, kas ir viena no visvecākajām joprojām neatrisinātajām miklām astronomijā. Šai problēmai bija veltīts arī mans ziņojums. Vēl jāatzīmē Ervina Sedlmaijera (*Erwin Sedlmayer*) pārskata referāts par putekļu formēšanos kosmiskajā telpā un Detlefa Šonbernera (*Detlef Schönberger*) interesantais stāstījums par planetāro miglāju formēšanos un evolūciju. Trešajā dienā galvenā vēriība tika pievērsta spektroskopistu darba instrumentiem, diskutējot gan par jau darbošos aparāturu, gan par nākotnes izstrādēm, gan par datu apstrādes problēmām. Noteikti jāatzīmē Gintera Videmana (*Gunter Wiedemann*) referāts par augstas izšķirtspējas infrasarkanā spektrogrāfu, kuru plānots uzstādīt uz Eiropas Dienvidu observatorijas jaunā teleskopa *VLT*.

“Rokas stiepiena” attālumā no Briseles

No 5. līdz 8. jūlijam Lježas universitātes (Beļģija) Astrofizikas un ģeofizikas institūtā (sk. 5. att.) norisinājās 35. starptautiskais astrofizikas kolokvijs, kurš bija veltīts Galaktikas zvaigžņu ķīmiskā sastāva analīzei un rezultātu interpretācijai. Kolokvija prezidents bija ievērojamais astrofizikā Iko Ībens (*Icko Iben*) no Ilinoisas universitātes (sk. 6. att.). Saietā piedalījās vairāk nekā 120 zinātnieku no visas pasaules, tajā skaitā tādas autoritātes kā Džordžs Vallersteins (*George Wallerstein*) no Vašingtonas universitātes, Pols Nisens (*Poul Nissen*) no Orhūsas universitātes, Kristofers Snidens (*Christopher Sneden*) no Teksasas universitātes Ostinā, Rafāels Gratons (*Raffaelle Gratton*) no Padujas Astronomiskās observatorijas (Itālija) un citi. Patīkams pārsteigums bija tikšanās ar latviešu izcelsmes jauno astronomi no Kanādas Inesi

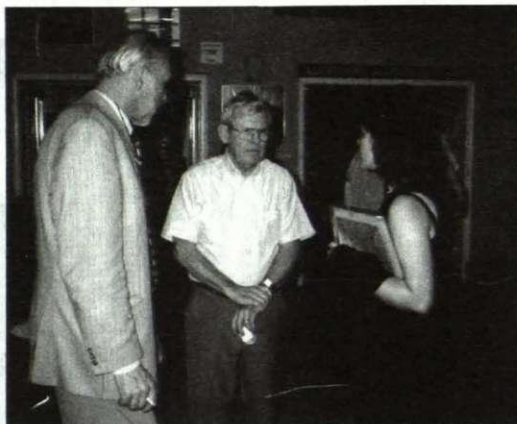


5. att. Lježas universitātes (Beļģija) Astrofizikas un ģeofizikas institūta ēka, kur notika starptautiskais astrofizikas kolokvijs, kas veltīts Galaktikas zvaigžņu ķīmiskajam sastāvam.

L. Zača foto

Ivans, kura pašreiz studē Teksasas universitātē (sk. 7. att.).

Kolokvijā diskutēto jautājumu tematika pašreiz ir ļoti aktuāla, jo nesenie zvaigžņu ķīmiskā sastāva pētījumi lodveida kopās dod visai miklainus rezultātus, konstatētas pārsteidzoši lielas ķīmiskā sastāva atšķirības dažādās zvaigznēs. Joprojām nav noskaidrots sakars (mijiedarbība) starp mūsu Galaktikas sfēriskās populācijas



6. att. Lježas starptautiskā kolokvija prezidents Iko Ībens (centrā) sēžu starplaikā diskutē pētījumu rezultātus ar saieta dalībniekiem.

L. Zača foto



7. att. Latviešu izcelsmes astronome Inese Ivans (puķainā blūzē) kuluāru diskusijās ar Kristoferu Snidenu (Teksasas universitāte).

L. Zača foto

(halo) zvaigznēm un lodveida kopām. Vai un kā notiek pašbagātināšanās ar nukleosintēzes produktiem lodveida kopās? Parādoties arvien jaudīgākiem teleskopiem, šo jautājumu risināšanai paveras jaunas iespējas. Šie un citi jautājumi tika nosacīti sadalīti un diskutēti piecās kolokvija plenārsēdēs: 1. Agrīnā nukleosintēze Visumā; 2. Nukleosintēze metālnabadzīgās zvaigznēs; 3. Galaktikas metālnabadzīgo zvaigžņu komponente; 4. Lodveida kopu H-R diagramma; 5. Lodveida kopu ķīmiskā un dinamiskā evolūcija. Otrās sadaļas ietvaros prezentēju savu pētījumu, kas tapis sadarbībā ar Polu Nisenu, Viljāmu Šusteru (Meksika), un Mireku Šmitu (Polija), par dažām metālnabadzīgām zvaigznēm ar paaugstinātu s – procesa elementu saturu (sk. 8. att.).

Brīvajā laikā izdevās iepazīties ar Lježu, kas ir Beļģijas franciski runājošās daļas (Valonijas) galvaspilsēta. Kolokvija rīcības komiteja bija sarīkojusi pieņemšanu pilsētas rātsnamā, kur uzrunu teica pilsētas galva (grūti iedomāties šādu notikumu Rīgas Domē!). Jāpiemin neliels kuriozs. Vispārējā svinīgajā atmosfērā, runājot pilsētas galvam, pārpilnajā pieņemšanas zālē strauji sasīlušas, cita pēc citas korķus “pašrocīgi” izšāva uz galda izvietotās šampanieša pudeles.

Tas izraisīja vētrainus smieklus, mudinot no runām ātrāk pāriet pie darbiem. Ļoti interesants bija Lježas kosmiskā centra (*Centre Spatial de Liege*) apmeklējums. Vispār pilsētā cieņā ir augstās tehnoloģijas un centrs ir tikai viens piemērs valstiski tālredzīgai politikai. Izrādās, ka Lježas kosmisko pētījumu centram ir līgumi gan ar Eiropas Kosmosa aģentūru (*ESA*), gan *NASA*. Šeit ekstremālos apstākļos veikta daudzu kosmisko aparātu pārbaude pirms šo ļoti dārgo iekārtu starta. Piemēram, Lježā testēta Infra-sarkanā kosmiskā observatorija (*ISO*), kura, kā zināms, godam veica savu misiju. Specifisku piegaršu šim apmeklējumam piešķīra apstākļi, ka centra apskate notika īpašos kombinezonos (sterili apstākļi!), kas publiku pārvērta līdz nepazīšanai, radot asociācijas varbūt ne gluži ar citplanētiešiem, bet ar pingviniem noteikti.

Eiropas Ziemeļu observatorijā

Iestājoties drēgnajam un lietainajam Latvijas rudenim, manas domas lēnām dreifēja dienvidu virzienā, kur netālu no Āfrikas krastiem atrodas teiksmainās Kanāriju salas. Cik man zināms, Visuma pētniecības sakarā šeit jau iepriekš viesojies gan bijušais Saeimas deputāts Berķa



8. att. Raksta autors beidzot aci pret aci ticies ar vienu no saviem “virtuālajiem” sadarbības partneriem un līdzautoriem Viljāmu Šusteru (*UNAM, Meksika*).

kungs, gan Latvijā vienīgais lielo kosmosa struktūru speciālists Kārlis Bērziņš. Tāpēc droši spēru soli melnā kontinenta virzienā. No 4. līdz 8. oktobrim Tenerifē (Kanāriju salu arhipelāga lielākajā salā) notika pēc kārtas vienpadsmitā Kembridžas konference “*Aukstās zvaigznes, zvaigžņu sistēmas un Saule*”, kas bija visai labi apmeklēta – apmēram 250 pētnieku no visas pasaules.

Tradicionāli Kembridžas konferenču tematika ir ļoti plaša un pamatideja ir savstarpējo saikņu meklējumi starp Saules, kā mums tuvākās zvaigznes, un pārējo zvaigžņu fiziku. Šoreiz konferences vadmotīvs bija “izaicinājums jaunajam gadu tūkstošam”, un zinātnisko pētījumu rezultāti tika diskutēti piecās plenārsēdēs: 1. Zvaigžņu un planētu formēšanās; 2. Progress Saules fizikā; 3. Ķīmiskais sastāvs un zvaigžņu struktūras diagnostika; 4. Ar zvaigžņu aktivitāti saistītās neatrisinātās problēmas; 5. Kosmisko misiju loma auksto zvaigžņu izpētē. Papildus plenārsēdēm notika vairākas diskusijas. Kopumā zinātniskā sabiedrība tika iepazīstināta ar apmēram 300 pētījumu rezultātiem. Ir skaidrs, ka kaut isumā aprakstīt konferences darba gaitu raksta ierobežotā apjoma dēļ nav iespējams. No vienas puses, šādi milzīgi saieti šķiet nedaudz amorfi, taču šeit varēja gūt vispusīgu priekšstatu par ļoti plašu jautājumu loku. Arī iespējas satikt kādu autoritāti un (vai) domubiedru bija lielas. Es personīgi koncentrējos uz pētījumiem, kas veltīti zvaigžņu ķīmiskā sastāva diagnostikas problēmām, kur saistošus pārskata referātus nolasīja Deivids Lamberts (*David Lambert*) no Teksasas universitātes, Bengts Gustavsons (*Bengt Gustafsson*) un Martins Asplunds (*Martin Asplund*) no Upsalas universitātes, un kosmisko misiju devumu auksto zvaigžņu pētniecībā. Profesors Lamberts galveno vērību veltīja AGB zvaigznēm kā ķīmisko elementu sintēzes vietai, akcentējot arī neatrisinātās problēmas. “Post – AGB” zvaigznēm atmosfēras ķīmiskais sastāvs gāzes (un putekļu) akrēcijas iespaidā var tikt “izkropļots”, bet daļa no pekulārājam dubultzvaigznēm varētu būt arī vientuļas zvaigznes, kurās pulsācijas veicina “nesankcionētu” sajaukšanos. Martins

Asplunds ziņoja par progresu konvekcijas fenomena izpētē, kas ilgstoši bija lielākais izaicinājums zvaigžņu astrofizikā. Konvekcijas efekti zvaigznēs pētīti, izmantojot reālistiskus trīsdimensiju modeļus, kā arī novērtēta konvekcijas ietekme uz spektrālīniju profiliem un ķīmiskā sastāva modelēšanu.

Paralēli zinātniskajām sēdēm konferences rīcības komiteja organizēja vairākus pasākumus, no kuriem interesantākie bija ekskursijas uz Teides observatoriju (*sk. 9. att.*) un *Roque de los Muchachos* observatoriju, kuras kopā ar Lalagunas Astrofizikas institūtu veido Eiropas Ziemeļu observatoriju. Vairāk nekā trīsdesmit institūtu no divpadsmit Eiropas valstīm šeit izvietojusi savus astronomiskos instrumentus.

“Revolucionāra situācija” astronomijā

Ieejot jaunā gadsimtā, ir nobriedusi “revolucionāra situācija” vienā no vecākajām zinātņu nozarēm – astronomijā. Tas ir rezultāts nopietnākajām jebkad veiktajām investīcijām astronomiskajos instrumentos un aparatūrā, apzināts un tālredzīgs industriāli attīstītāko pasaules valstu solis. Aizgājušā gadsimta pieredze rāda, ka latvieši vienmēr ir bijuši naski cīnītāji par idejām (nereti svešām). Informācijas un globalizācijas laikmetā, kad zudušas nacionālās robežas zinātnē un biznesā, kad zinātniskos novērojumus (eksperimentus) otrā Zemeslodes pusē iespējams veikt no savas laboratorijas (perspektīvā – dzīvokļa) un sadarbības partneris nebūt nav



9. att. Teides observatorijas panorāma, kas iegūta no vertikālā Saules teleskopa torņa.

L. Zača foto

jāsatiek fiziski, paveras cita alternatīva. Vai mēs būsīm tai gatavi, atkarīgs tikai no pašiem! Šajā sakarā kā nelielu kuriozu (varbūt laikmeta likumsakarību?) es gribu minēt fakti, ka vienu no saviem pašreizējiem sadarbības partneriem (ar kuru pirmā kopējā zinātniskā publikācija nāca klajā pirms sešiem! gadiem) es tā arī fiziski neesmu sastapis. Es ceru, ka tas nav robots (dators)?

Jaunā gadu tūkstoša sākums iezīmējies ar ievērojamu tehnisko iespēju progresu optiskajā un infrasarkanajā viļņu garumu diapazonā. Divi Keka teleskopu, katrs ar spoguļa diametru 10 m, jau pilnībā veic savas funkcijas. Jau tagad iespējams veikt zinātniskus novērojumus ar pirmajiem diviem (8 m) Eiropas Dienvidu observatorijas VLT teleskopiem ANTU un KUEYEN. JEBKURAM! Vajadzīgas tikai smadzenes. Pēdējie testēšanas darbi notiek līdzīgas klases SUBARU un GEMINI teleskopiem. Tas nozīmē, ka gandrīz vienlaikus Zemes civilizācija iegūst savā rīcībā vairākus ļoti jaudīgus 8–10 metru klases instrumentus, kas dod iespēju izvirzīt un risināt principiāli jaunus Visuma pētniecības uzdevumus. Jau sākušās diskusijas par iespējām radīt optiskos teleskopus, kuru (spoguļa) virsmas diametrs būtu 30–100 metru. Briti paziņojuši par savu nodomu Paranalas kalna observatorijā līdz 2004. gadam uzstādīt 4 metru teleskopu VISTA

(Visible and Infrared Survey Telescope) ar platleņķa kamerām un efektīviem uztvērējiem, kurš specializēsies “dziļu” debess apskatu veikšanā vairākās spektra joslās (ieskaitot infrasarkanā). Nedaudz ātrāk (2002. g.) ESO turpat plāno uzstādīt 2,6 m VST (VLT Survey Telescope) ar līdzīgām funkcijām. Šie instrumenti pildīs Šmita sistēmas teleskopu lomu, kas savu misiju godam paveikuši, tai skaitā “mērķu” atlasī jaudīgajiem 8–10 m “lielgabaliem”. Parāleli tam notiek darbs pie jauniem radioteleskopiem (piemēram, ALMA – Atacama Large Millimeter Array) un kosmiskajiem projektiem (piemēram, NGST – Next Generation Space Telescope). Stājoties ierindā šiem jaunākās paaudzes teleskopiem, neapšaubāmi notiks praktiski visu astrofizikas virzienu strauja attīstība. “Neizbēgama” un revolucionāra. Visbūtiskākais progress ir gaidāms Visuma kā vesela evolūcijas izpratnē, kā arī jaunu pasaļu (planētu) izpētē. Diezgan droši var apgalvot, ka jauni revolucionāri atklājumi astronomijā veicinās arī radniecīgo zinātņu nozaru attīstību. Visums ar ekstremālajiem apstākļiem (visaugstākās temperatūras, enerģijas un blīvumi, visintensīvākie elektriskie un magnētiskie lauki, vislielākie laika periodi un attālumi, vismazākie blīvumi un tml.) jīs un būs vispateicīgākā “eksperimentālā laboratorija”.

KĀ ABONĒT “ZVAIGŽŅNOTO DEBESI” 2000. GADAM?

To var veikt trīs veidos:

- abonēšanas centrā “Diena” Rīgā un tā filiālēs;
- apgādā “Mācību grāmata” Rīgā, Zeļļu ielā 8, personīgi, vai arī
- Latvijas Pasta nodaļās, ieskaitot naudu “Mācību grāmatai”, reģ. Nr. LV 50003107501, kontā PNS 1000096214 ar norādi “Par žurnālu “Zvaigžņotā Debess””, atzīmējot piegādes periodu, pasūtāmo eksemplāru skaitu, kā arī uzrādot precīzu un salasāmu piegādes adresi.

Abonēšanas cena gadam Ls 3,20, vienam numuram – Ls 0,80.

Neko vēl neesat nokavējuši: žurnālu visam 2000. gadam var abonēt jebkurā 2000. gada mēnesī! Uzziņas pa tālruni 7 615 695.

Izmantojiet retu izdevību: **abonējot “Zvaigžņoto Debesi” otrās tūkstošgades pēdējam gadam, iegūsiet Astronomisko kalendāru trešās tūkstošgades pirmajam gadam!**

Redakcijas kolēģija

ARTURS BALKLAVS

MĀRIS ĀBELE – FRĪDRIHA CANDERA BALVAS LAUREĀTS

Šā gada 18. februārī Latvijas Zinātņu akadēmijas (LZA) kārtējā pilnsapulcē svinīgos apstākļos LZA Frīdriha Candera balvu astronomijā saņēma Latvijas Universitātes Astronomijas institūta (LU AI) vadošais pētnieks *Dr. phys.* **Māris Ābele** par darbu kopu “*Astrometrisko instrumentu konstruēšana un automatizācija*”, kas atspoguļoja viņa daudzu gadu zinātniskās pētniecības darba rezultātus šajā nozarē.

M. Ābele (latvietis, dzimis Rīgā 1937. gada 27. aprīlī, beidzis Rīgas Republikānisko neklātienes vidusskolu, jo jau agrā jaunībā vajadzēja strādāt, 1955. gadā iestājies un 1960. gadā beidzis LU Fizikas un matemātikas fakultāti fizikas specialitātē, 1964. gadā M. Lomonosova Maskavas Valsts universitātes Fizikas fakultātē aizstāvējis disertāciju “*Fotokamera ar ātruma kompensāciju Zemes mākslīgo pavadoņu novērošanai*”, iegūdamas fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta zinātnisko grādu, 1993. gadā ar LU Habilitācijas un promocijas padomes lēmumu nostrificēts par Latvijas Republikas (LR) fizikas doktoru (*Dr. phys.*), kopš 1960. gada strādā LU Astronomiskajā observatorijā (AO, pēc 1997. gada 1. jūlija – LU AI), precējies, ir dēls un divi mazbērni) ir ļoti labi pazīstams starptautiskās astronomu aprindās un ievērojama autoritāte starp astronomisko instrumentu būves speciālistiem (Starptautiskās Astronomu savienības biedrs kopš 1973. gada). Jau kopš 50. gadu beigām, kad sākās Zemes mākslīgo pavadoņu (ZMP) novērojumi, konstruējis (pats un vadījis grupu) daudzus ZMP novērojumiem paredzētus augstas precīzijas instrumentus – fotogrāfiskās kameras un lāzerteleskopus jeb lāzertālmērus, no kuriem vairāk nekā **divi sim-**



M. Ābele kopā ar profesori A. Masēviču un kolēģi M. Diriķi pie savas ZMP fotografēšanas kameras *TAFO AL – 75* Rīgā (1963).

ti (!) ir tikuši gan atsevišķi, gan sērijveidā ieviesti un izmantoti kā bijušās PSRS, tā arī vairāku citu valstu (**Ēģipte, Francija, Kuba, Bulgārija, Polija, Bolīvija, Čada, Mali, Vācija, Indija, Japāna** u. c.) ZMP novērošanas stacijās un devuši izcilu ieguldījumu ar ZMP novērojumiem saistīto fundamentālo un lietišķo pētījumu attīstīšanā un uz tiem bāzēto tehnoloģiju progresā.



M. Ābele (*vidū*) ar bulgāru kolēģiem un lāzerteleskopu *ULIS* Stara Zagora rūpnīcā Bulgārijā (1987).

Te var atcerēties un atgādināt, ka tieši LU AO tika radītas pirmās PSRS speciāli ZMP novērošanai paredzētās fotokameras **UFISZ-25** un **UFISZ-60**, taču M. Ābeles konstruēto instrumentu klāstā kā sevišķu ievēribu guvušu jānosauc gan drīz vai leģendārā, t. i., savulaik visplašāk izmantotā un pazīstamā kamera **AFU-75**, kas ievērojami pārspēja visus tālaika ārzemju analogus. Ar pēdējo saistās arī kāds interesants gadījums, kas raksturo gan tā perioda, kā tagad mēdz teikt, gaisotni, gan arī M. Ābeli. Toreiz, šķiet, 1972. gadā, grupai padomju, galvenokārt Maskavas, zinātnieku par darbu kopumu, kas saistījās ar ZMP novērojumiem, tika piešķirta PSRS Valsts prēmija, bet M. Ābele – šo darbu instrumentālās bāzes galvenais izveidotājs, sava nepretenciozā, delikātā rakstura dēļ diemžēl apbalvojamo skaitā netika iekļauts. Ļoti iespējams, ka šādu lēmumu veicināja arī tas, ka M. Ābele nāca no “provinces” – Latvijas.

M. Ābele ir publicējis vairāk nekā **30** zinātnisku rakstu, taču lielākā daļa no viņa galvenajiem sasniegumiem ir fiksēti ap **30** autorapliecībās, no kurām vairākas bijušās PSRS laikos bija apzīmētas ar grifu “slepeni”. Divas reizes M. Ābelem par darbu kopumu tika piedāvāts aizstāvēt disertāciju fizikas un matemātikas zinātņu doktora grāda iegūšanai (lidzvērtīga pašreiz LR noteiktajam habilitēta fizikas zinātņu doktora – *Dr. habil. phys.* – zinātniskajam grā-

dam). Pirmo reizi to piedāvāja viena no Maskavas kara akadēmijām jau 1975. gadā, otru reizi Kijevas astronomi, taču izvirzītie *blakus* vai *papildu* noteikumi M. Ābelem nav bijuši pieņemami, un tā otra augstākā zinātniskā grāda iegūšana ir palikusi neīstenota. Lielā mērā par iemeslu ir bijis arī tas, ka M. Ābele vispār savas laika bilances sadalīšanā vienmēr dod priekšroku konkrētam zinātniskajam darbam vai izstrādnei, atliekot formālu procedūru pildīšanu, kāda ir arī disertāciju rakstīšana, nepieciešamo dokumentu noformēšana un aizstāvēšana, vēlāk, kad, domājams, būs vairāk laika. Bet, tā kā M. Ābelem darba nekad nav trūcis, tad šis “vairāk laika” parasti neatrodas.

Taču noteikti jāuzsver, ka arī vismodernāko šodienas tehnoloģiju laikā M. Ābeles konstruētie lāzerteleskopi **LS-105** vēl *joprojām ir pasaulē labāko* šāda tipa astronomisko instrumentu skaitā un veic ZMP lāzerlokāciju starptautiski koordinētu pētījumu programmu ietvaros ne tikai **Latvijā** (viens), bet arī **Vācijā** (viens), **Somijā** (viens) un **Ukrainā** (seši, bet novērojumus veic četri, jo divi savulaik iegādātie **LS-105** līdzekļu trūkuma dēļ vēl nav uzstādīti), apgādājot šīs programmas ar pagaidām pasaulē visaugstākās sasniegtās precizitātes novērojumu datiem.

Pie M. Ābeles nopelniem jāpieskaita arī viņa veiktā Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra radioteleskopa RT-32 vadības sistēmas atjaunošana uz mūsdienīgu tehnisku risinājumu bāzes. Tādējādi šis Krievijas specdienestu bez



Jarogadi, Austrālijā, 1995. gadā pie *PSLR* teleskopa.

zinātniskas izmantošanas iespējām atstātais, var teikt, paralizētais mehānisms ir kļuvis par augstas precīzijas astronomisku instrumentu, kam vismaz no uzvadišanas un sekošanas novērojamiem objektiem precizitātes viedokļa ir izpildīti visi priekšnoteikumi, lai varētu iekļauties globālajā VLBI (*Very Long Baseline Interferometry* – ļoti garas bāzes interferometrija, faktiski, radiointerferometrija) tīklā, ļaujot Latvijas astronomiem veikt šīs dienas prasībām atbilstošus zinātniskās pētniecības projektus.

Attiecībā uz zinātniskās pētniecības projektiem, pie kuru izstrādes M. Ābele strādā šobrīd un kas joprojām saistīti galvenokārt ar lāzertālmēru jeb lāzerteleskopu konstrukciju



M. Ābele (*pirmais no kreisās*) ar ukraiņu kolēģiem un lāzerteleskopu TPL – 1 Ļvovā 1997. gadā.



M. Ābeles spoguļattēls topošā lāzerteleskopa 1 m diametra sfēriskajā spogulī.

Foto no M. Ābeles personiskā arhīva

pilnveidošanu un mērījumu precizitātes paaugstināšanu, tomēr sevišķi gribas pievērst uzmanību viņa uzsāktajam darbam Baldones Riekstakalna Šmita teleskopa modernizācijā, lai pielāgotu tā gaismas uztveršanas sistēmu arī lādiņsaītes jeb CCD matricu izmantošanai, kas vairākkārt palielinātu šā lieliskā instrumenta observācijas potences. Jāuzsver, kas tas ir visai sarežģīts uzdevums Šmita teleskopu īpatnējās optiskās sistēmas, lielā redzes lauka un vismaz pagaidām pieejamo CCD matricu visai nelielo izmēru dēļ, kas neļauj kā citu optisko sistēmu teleskopiem samērā viegli un tieši aizstāt astrofotoplati vai filmu ar CCD matricu. Taču, ņemot vērā M. Ābeles apskaužamās zināšanas, lielo pieredzi un izdomas spējas, ir pamats cerēt, ka arī šis uzdevums tiks sekmīgi atrisināts.

Un, beidzot šo "*Zvaigžņotās Debess*" lasītāju pirmo un ne pārāk izvērsto iepazīstināšanu ar M. Ābeli un viņa zinātnisko veikumu, tomēr gribas piebilst vēl arī to, ka ar M. Ābeli ir ne tikai ļoti efektīvi strādāt kopā kā ar erudītu speciālistu, bet arī patīkami kontaktēties kā ar ļoti sirsnīgu, atsaucīgu, izpalīdzīgu un citām pievilcīgām rakstura īpašībām bagātīgu apveltītu cilvēku. 🐦

KĀRLIS BĒRZIŅŠ

AR KOSMOLOĢIJU UZ TU: KOSMOLOĢIJAS PAMATPRINCIPI UN VISUMA MODEĻI

Par kosmoloģisko priekšstatu vēsturisko attīstību lasiet iepriekšējos šā žurnāla numuros (*sk. K. Bērziņš. "Ar kosmoloģiju uz tu: kosmoloģisko uzskatu attīstība" – ZvD, 1999. g. vasara, 42.–49. lpp.; rudens, 47.–48. lpp.; ziema, 36.–42. lpp.; 2000. g. pavasaris, 30.–36. lpp.*). Šajā rakstā pastāstīsim par modernajām Visuma teorijām – gan par tām, kuras ir spēlējušas lielu lomu kosmosa izpētē, bet šobrīd zaudējušas savu nozīmi, gan it īpaši par tām, kuras joprojām atrodas uz zinātniskās skatuves. Lielu uzmanību pievērsīsim pamatprincipiem, kas tiek pieņemti, veidojot teorijas. Sūtiet savus jautājumus un ierosinājumus raksta autoram uz žurnāla redakciju vai arī e-pastu berzins@erthling.net.

1. TEORIJAS PAMATPRINCIPI

Mūsdienu zinātniskās teorijas tiek veidotas uz aksiomu – šķietami pareizu un par neapgāžamu pieņemtu atzinumu – pamata. Neraugoties uz to, ka 1931. gadā austriešu-amerikāņu matemātiķis Kurts Gēdels (*Kurt Gödel*, arī *Goedel*; 1906–1978) pierādīja, ka nav iespējams izveidot uz aksiomām vien balstītu loģiski pilnīgu matemātikas un līdz ar to arī jebkuru citu deduktīvu teoriju, tas joprojām ir un, jādomā, diezgan ilgi (ja ne vienmēr!) būs loģiski precīzākais lietojamais zinātniskais paņēmiens. No aksiomām ar precīzām izveduma metodēm iespējams iegūt jaunus rezultātus, kurus sauc par teorēmām. Rezultātus ir iespējams prognozēt, izsakot hipotēzes. Ja tās izdodas pierādīt,

tās pārvēršas par teorēmām, kuras var izmantot attiecīgās teorijas tālākai "patiesību" atklāšanai. Taču, ja sākuma aksiomas izrādās nepareizas vai arī ir neveiksmīgi izvēlētas, tad rodas problēmas visai izveidotajai teorijai, kura var būt nekorekta vai arī ļoti nepilnīga.

Viss iepriekšteiktais liecina, ka eksaktās zinātnes, tai skaitā arī kosmoloģija, patiesībā nav absolūtas. Šo domu varam ilustrēt arī ar piemēru. Par vienu no klasiskās mehānikas pamatpostulātiem ir jāuzskata Ņūtona gravitācijas likums, kas apgalvo, ka pievilksnās spēks F starp diviem ķermeņiem, kuru masas ir m_1 un m_2 , ir tieši proporcionāls to masām un apgriezti proporcionāls attāluma r kvadrātam starp tiem:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad (1)$$

kur proporcionalitātes koeficients G ir gravitācijas konstante. Tā kā katram reālam mērījumam ir sava kļūda (kas vienmēr lielāka par nulli!), tad eksperimentālā veidā vien nav iespējams pierādīt, ka šī (un arī jebkura cita) formula ir tieši tāda un ne savādāka. Mēs, piemēram, nevaram būt droši, ka G tik tiešām ir konstante, ka daba nav ar mums izspēlējusi joku un attāluma pakāpe nav vis precīzs kvadrāts, bet ir, piemēram, 2,0000000001. Tiesa, mums tomēr ir pamats uzskatīt, ka apskatītā formula Ņūtona fizikas ietvaros ir pareiza.¹ Pareiza savā ierobežotā pielietojamības apgabalā. Tā kā jebkurš ķermenis, vadoties no mūsu ikdienas pieredzes, izjūt Zemes gravitāciju, tad izteiksme (1) vai arī kāda no tās pārveidotajām

formām (piemēram, diferenciālā) tiek plaši izmantota, sastādot ķermeņu kustības, kā arī stāvokļa (materiāla deformāciju) vienādojumus, kuru pareizība tātad ir atkarīga no vienādojuma (1) pareizības. Piebildīsim, ka formulu (1) dažkārt nekorekti dēvē par vispasaules gravitācijas likumu, bez pamatojuma pieņemot šā likuma universalitāti jebkurā Visuma punktā. Ar relativitātes teoriju Alberts Einšteins pierādīja, ka Ņūtona fizika ir pietiekami precīza tikai mazu masu, vāju gravitācijas lauku un ne pārāk lielu kosmoloģisku attālumu gadījumā. Vispārīgās relativitātes fizikā vienādojums (1) zaudē savu jēgu, jo gravitācija vairs netiek apskatīta kā spēks, bet gan kā telpas īpašība.

Ne tikai humanitārās zinātnes, bet arī dabaszinātnes tātad nav absolūtas. No šā apgalvo-

¹ Ņūtona gravitācijas likuma elektriskais analogs ir Kulona likums: elektriskais pievilksnās spēks F starp diviem lādiņiem q_1 un q_2 ir tiem tieši proporcionāls un apgriezti proporcionāls attāluma kvadrātam starp tiem, t. i.,

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}.$$

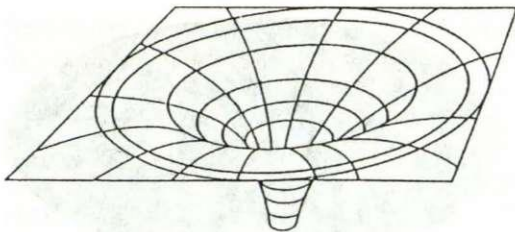
No tā izriet vācu zinātnieka Kārļa Frīdriha Gausa formulētā teorēma, ka elektriskā lauka intensitātes vektoru pilnā plūsma caur jebkuru noslēgtu virsmu ir proporcionāla šajā tilpumā norobežoto lādiņu algebriskajai summai un tā nav atkarīga no virsmas formas un tās laukuma izmēriem. Ja Kulona likumā r pakāpes rādītājs nebūtu tieši 2, tad aprēķinos r^2 nesaīsinātos un Gausa teorēma nebūtu spēkā. Tā kā principā ir iespējams veikt eksperimentu, kurā tiek saskaitīti visi lādiņi, kuri atrodas kādā noteiktā tilpumā, tad, eksperimentāli pārbaudot šo teorēmu, ir iespējams pārbaudīt arī Kulona likumu. Tiesa, vispārīgā gadījumā tas ir sarežģīti, jo telpas topoloģija var izrādīties liekta, t. i., ja spēkā ir neeiklīda ģeometrija.

Analoģiskā veidā būtu iespējams pārbaudīt arī gravitācijas likuma pareizību. Tā kā elektrība nav šā raksta temats, iepazīšanās ar izklāstītā detaļām, kā arī pieminētajiem terminiem tiek atstāta ieinteresētu lasītāju pašu ziņā (sk., piemēram, J. Platacis. "Elektrība" – "Zvaigzne", Rīga, 1974, 44.–71. lpp.).

juma nekādā gadījumā nevajag baidīties! Interesanti, ka šis slēdziens izriet arī no tā, ka pati daba nav absolūta, tāda vismaz ir mūsu izpratne par to. No astronomijas skolas kursa mēs labi zinām, ka planētas apriņķo Sauli pa elipsēm. Bet vai tas tā patiešām ir? Nē, absolūti precīzi tas nav, skan atbilde. Pirmkārt, jau pat Ņūtona fizikas ietvaros mēs noliedzam šo faktu, ņemot vērā, ka perturbāciju ietekmē ideālā elipse ik mirkli tiek mainīta uz citu. Klasiskās fizikas Keplera likums par eliptiskajām orbitām būtu pareizs, ja Saules sistēma sastāvētu tikai no centrālās zvaigznes un vienas planētas (diviem ķermeņiem), taču realitāte, kā zināms, ir citāda. Tātad *katram fizikas likumam ir sava pielietojamības robeža*, un citi fizikāli apstākļi var apskatāmo dabas procesu ietekmēt "pēc sava prāta".² Otrkārt, Einšteina relativitātes teorija apgalvo, ka masas ietekmē pati telpa ir deformējusies (sk. 1. att.), un līdz ar to planētas kustas tajā, aprakstot spirālveida (nenoslēgtu!) līkni. Mēs zinām, ka citos apstākļos (piemēram, Visuma rašanās sākumā, melnā cauruma tuvumā u. tml.) savu nozīmi zaudē arī relativitātes teorija un rodas nepieciešamība pēc vēl vispārīgākas un precīzākas fizikas (par relativistisko kosmoloģiju lasiet nākamajos šīs sērijas rakstos).

Tagad ir pienācis brīdis noskaidrot, uz kādiem pamatprincipiem tiek būvētas **kosmoloģijas teorijas**, kuru mērķis ir izskaidrot un aprakstīt Visuma rašanos, evolūciju un uzbūvi tādu, kādu mēs to novērojam. Vispirms (tāpat kā jebkurā cita dabas zinātnē) tiek akceptētas visas esošās matemātikas teorijas, kuras apšaubīt, protams, nav nekāda pamata (vēl vairāk – dažādu fizikālu problēmu risināšana tiešā veidā sekmē matemātikas attīstību), kā

² Šis ir arī viens no vispārīgiem dabas zinātnu pamatprincipiem – procesa modelēšanā jācenšas ievērot visus nozīmīgākos faktoros un vienkāršības labad atnest nebūtiskākos. Grūtākais, protams, ir pareizi izprast un novērtēt dažādo faktoru ietekmes lielumu uz apskatāmo procesu, iepriekš to precīzi neizrēķinot.



1. att. Vispārīgās relativitātes teorijas ietvaros gravitācijas ietekmē telpa nav vis plakana, bet gan liekta. Jo lielāka ir ķermeņa masa, jo lielāku telpas deformāciju tā izraisa. Zīmējumā atainots divdimensiju analogs telpas deformācijai, kuru izraisa liela centrā novietota masa (melns caurums). Līdzīgi telpa ir liekta ap jebkuru citu masu. Pietiekami lielā attālumā no tās divdimensiju virsma pārvēršas plaknē. Arī planētu apriņķojumu varam vispārīgās relativitātes teorijas ietvaros aprakstīt kā kustību pa Saules masas gravitācijas izliektu virsmu (tāad kustība vairs nenotiek plaknē!), turklāt to orbītas ir nenoslēgtas līknes. Planētas ļoti lēni, bet spirālveidīgi tuvojas Saulei.

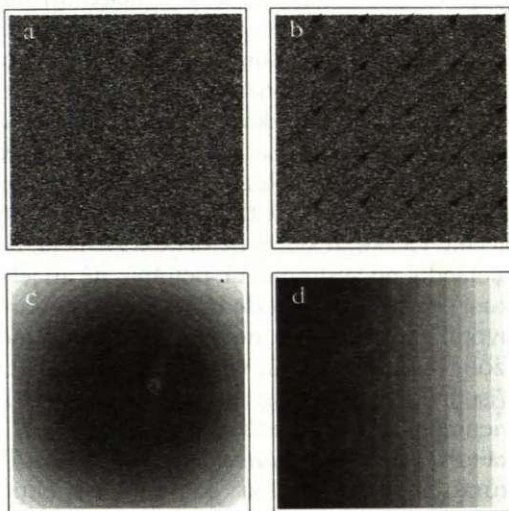
arī tiek izmantota dabas zinātņu uzkrātā pieredze. Patī galvenā modernās kosmoloģijas teorijas aksioma ir tā saucamais **kosmoloģiskais princips**, kas skan šādi: "Jebkuram novērotājam, neatkarīgi no viņa/viņas atrašanās vietas, visas Visuma daļas izskatās līdzīgi." Citiem vārdiem sakot, mēs neatrodamies Visumā kādā īpašā vietā. No šā principa izriet divas (nepieciešamas un pietiekamas) fizikālas Visuma īpašības: tam ir jābūt homogēnam (viendabīgam) un izotropam (tādam, kam piemīt fizikālo īpašību neatkarība no virziena). Svarīgi ir izprast šo divu jēdzienu atšķirības – vide novērotājam var būt vienlaikus (sk. 2. att.):

- a) **homogēna un izotropā**, vienkārši iedomāties lielos mērogos viendabīgu Visumu;
- b) **homogēna un anizotropā**, piemēram, iedomāts homogēns Visuma modelis, kuru caurstrāvotu lielizmēra anizotropu magnētiskais lauks;
- c) **nehomogēna un izotropā**, piemēram, Visuma modelis ar topoloģiskiem defektiem (sk. raksta turpinājumā nākamajā

žurnāla numurā), tāpat arī īpašs Visuma modelis, kura centrā mēs atrastos. Mazāku mērogu analogijas piemērs ir zvaigzne – tās fizikālās īpašības izmainās aptuveni sfēriski simetriski virzienā no centra;

- d) **nehomogēna un anizotropā**, piemēram, Visuma modelis, kura masas blīvums pieaug vienā virzienā.

Piebildīsim, ka svarīgi ir novērtēt arī homogenitātes un izotropijas pakāpi, t. i., cik lielas lokālas novirzes būtu jāuzskata par pieļaujāmām (iedomājieties, piemēram, kristālisku režģi ar defektiem). Mēs redzam, ka Visums ir ļoti izotropš. Tāad novērojumi viennozīmīgi nepieļauj b un d gadījumus. Mēs nevaram iedomāties nevienu reālistisku anizotropu Visuma modeli, kas nezina kādu iemeslu dēļ izskatītos

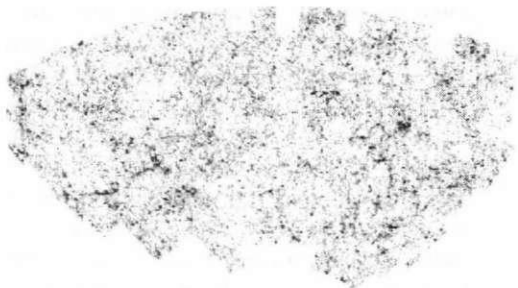


2. att. Visuma modeļu īpašību piemēri, kur ar dažādu intensitāti attēloti dažāda blīvuma apgabali.

a – homogēns un izotropš, dotajā piemērā pakļaujas Puasona sadalījumam;

b – homogēns un anizotropš, kur bultiņas simbolizē lielizmēra konstanta magnētiskā lauka intensitātes līnijas. Piebildīsim, ka lielākie novērotie magnētisko lauku mērogi mūsu Visumā ir salīdzināmi ar galaktiku kopu izmēriem;

c – nehomogēns un izotropš, ja atrodamies centrā;
d – nehomogēns un anizotropš.



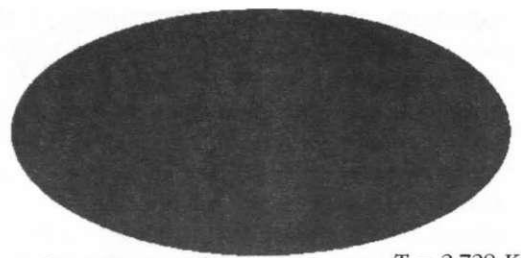
3. att. Šajā debess dienvīdu puslodes 4080 kvadrātgrādus lielajā sakombinētajā attēlā ir atainots apmēram 2 miljoni galaktiku.

(Maddox et al. 1990 attēls)

izotropas, ja nu vienīgi mēs patiesi neatrodamies kādā pavisam īpašā vietā Visumā. Taču abi izotropas telpas gadījumi a un c principā ir vienlīdz interesanti.

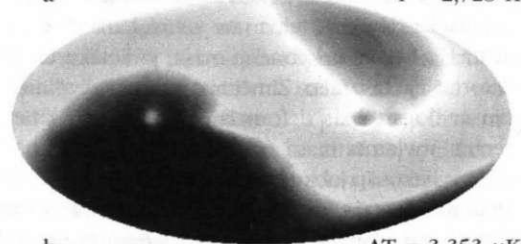
Kas liecina par Visuma izotropiju? Apskatot galaktiku divdimensionālo sadalījumu pie debessim, jāsecina, ka tās izkārtotas apmēram vienādi jebkurā virzienā. Lai arī kurā virzienā mēs pavērtos, ieraugām līdzīgu Visuma liela mēroga struktūru (sk. 3. att.), t. i., mēs nenovērojam lielāku galaktiku skaitu ne debess ziemeļos, ne dienvidos, ne austrumos, ne rietumos, ne arī jebkurā citā izvēlētajā puslodē. Arī tālu rentgenstaru avotu izveidotā fona novērojumi liecina par izotropu telpu vismaz Visumā ap mums. Bet Visuma izotropijas vissvarīgākais pierādījums ir vienmērīgais kosmiskais mikroviļņu fons jeb kā to vēl dēvē – *reliktais starojums* (sk. tālāk), kura absolūti melna ķermeņa spektra $2,73 \pm 0,01$ K temperatūra ir gandrīz pilnīgi vienāda visos virzienos ar niecīgām (apmēram $1/100\,000$) fluktuācijām³ (sk. 4. att.)! Iedomājieties kontinentālu līdzenumu, kurš konstanti paceļas 3 m virs jūras līmeņa, turklāt tā augstākie kalni – lielākie veidojumi – sniedzas tikai milimetra simtdaļu augstumā... Vienkāršākais veids, kā izskaidrot novērojamā Visuma izotropiju, ir pieņemt, ka tas ir arī homogēns.

³ Fluktuācija ir kāda fizikālā lieluma gadījuma novirze no vidējās vērtības.



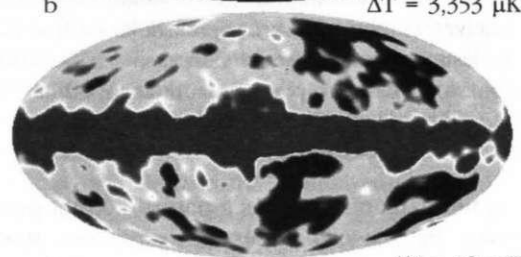
a

$T = 2,728$ K



b

$\Delta T = 3,353$ μ K



c

$\Delta T = 18$ mK

4. att. Kosmiskā mikroviļņu fona karte, kas izveidota no COBE satelīta iegūtajiem datiem. Reālā kartes izšķiršanas spēja ir apmēram 7 grādi, tātad mazākām detaļām nevajag pievērst uzmanību. Izmantota galaktiskā koordinātu sistēma, kur Piena Ceļš aizņem ekvatoriālo apgabalu.

a – kosmiskā mikroviļņu fona starojums ar absolūti melna ķermeņa spektra temperatūru $T = 2,73$ K. Parādīts temperatūras intervāls 0–4 K; kā redzams, starojums ir ļoti izotropas;

b – atņemot no novērotajiem datiem iegūto absolūti melna ķermeņa temperatūru, skaidri saskatāma tā saucamā dipola (divu polu) anizotropija, kura parāda mūsu relatīvo kustību attiecībā pret reliktā starojuma koordinātu sistēmu (karstāks tajā virzienā, kurā mēs kustamies, aukstāks – diametrāli pretējā), t. i., mēs pārvietojamies Hidras/Centauro zvaigznāju ($l = 268^\circ$, $b = 27^\circ$) virzienā ar ātrumu apmēram 600 km/s;

c – datu apstrādē iegūtā reliktā starojuma karte.

Bet jāuzsver, ka patiesībā tas ir un paliek, kaut arī ļoti loģisks, tomēr tikai pieņēmums.

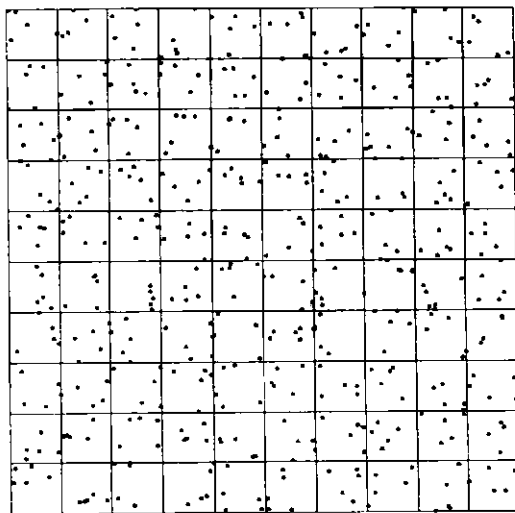
Pārbaudīt *kosmoloģiskā principa* pareizību nebūs iespējams, kamēr cilvēki nenesūtīs kosmisko laboratoriju pietiekami tālu no mūsu Galaktikas vai arī nebūs nodibinājuši kontaktus ar citu civilizāciju, t. i., citādā veidā nevar pamatot pieņēmumu, ka mēs neatrodamies īpašā vietā un līdz ar to nenovērojam īpašu Visuma ainu. Strikti runājot, pierādīt *kosmoloģiskā principa* pareizību vispār nav iespējams, jo arī divas un vairāk vietas Visumā var būt "īpašas" un vienādas. Taču, ja izdotos pamanīt, ka kādā citā Visuma apgabalā redzamā aina ir pilnīgi savādāka, nekā novērojot no mūsu Galaktikas, tad tas pierādītu pretējo. Tātad par mērķi ir jāizvirza meklēt nevis *kosmoloģiskā principa* pierādījumus, bet gan pretrunas. Pagaidām mums nav pamata apšaubīt šā principa pareizību, taču, kā jau teikts iepriekš, netiek noraidīta arī pretējā iespēja.

Patiesībā *kosmoloģiskā principa* prasība pēc homogēna un izotropa Visuma nav pilnīgi precīza. *Nelielos mērogos mēs it visur redzam nehomogēnu un anizotropu telpu* – acu priekšā mums šobrīd atrodas šis žurnāls, kuru lasām, bet, ja mēs pavērtos pa labi vai pa kreisi, mēs redzētu gluži citu ainu. Ari Saules sistēma, Galaktika, galaktiku kopa nav homogēni veidojumi. Kāpēc tad kosmologi runā par Visuma homogenitāti? – jūs jautāsiet. Atcerieties – līdzīgi ir jebkurā citā sistēmā – arī homogēnais un izotropais gāzes maisījums kļūst nehomogēns un anizotrops, ja to apskatām molekulārā līmenī. Tāpēc gan homogēnas, gan izotropas sistēmas definīcijā ir izteikta prasība pēc makroskopiski lieliem izmēriem (*sk. 5. att.*). Uz to varam raudzīties arī ar cita piemēra palīdzību, proti, patiesībā lokālie novērošanas apstākļi dažādās Visuma vietās tik tiešām ir dažādi. Piemēram, novērotājam, kas atrodas Galaktikas centrālajā apgabalā, debess fona spožums apkārtejo zvaigžņu dēļ traucēs veikt astronomiskos (konkrēti, fotometriskos) novērojumus. Mēs arī redzam atšķirīgus skatus, novērojot Visumu no Zemes ar neapbruņotu aci dienas

laikā, kad spoži pie debesīm spīd Saule, un nakts laikā, kad mūsu skatienam paveras zvaigžņu pasaule. Tātad kosmoloģiskais princips lokāli nav spēkā!

Pateicoties Visuma evolūcijai un ierobežotajam gaismas izplatīšanās ātrumam, reālais homogēnais Visums vienmēr un visur tiks novērots kā šķietami nehomogēns, bet izotrops (*saldziniet pēc būtības 2. a un 2. c attēlu*). Tā kā gaismas ātrums ir ierobežots, tad jo tālāk Visumā mēs skatāmies, jo tālāk laikā atpakaļ mēs redzam. Tā kā Visums izplešas, tad tā vidējais blīvums samazinās. Līdz ar to, no mūsu redzes viedokļa, tālāko Visuma novērojamo apgabalu blīvums tiks novērots lielāks (tāds, kāds tas bija agrāk) nekā šajā acumirkli. Tātad evolūcija ir tas traucējošais faktors, kas mums nelauj pārbaudīt Visuma homogenitāti.

Pareizi vai nepareizi, bet (pateicoties izotropijai) mums ir pamats uzskatīt, ka Visums lielos



5. att. Piemērs, kurā uzskatāmi redzams, ka nelielos mērogos (katrā rūtiņā) punktu izkārtojums ir nehomogēns, taču lielos reģionos tas kļūst homogēns. Katrā rūtiņā ir ievilkta tieši 5 punkti. Ja apskatām pietiekami lielus vienādu izmēru apgabalus, tad punktu skaits jebkurā no tiem ir vienāds. Tātad, aplūkojot pietiekami lielus reģionus, to vidējais blīvums ir konstants, un līdz ar to vide ir homogēna.

mērogos ir homogēns. Mēs joprojām skaidri nezīnām, kāds ir mazākais attālums, ar kuru sākot, telpa kļūst homogēna, taču tas viennozīmīgi ir lielāks par ~100 Mpc, jo lielākā šobrīd novērotā lineārā struktūra – tā saucamā galaktiku Liela Siena – sasniedz apmēram 120 Mpc izmērus.

No iepriekš teiktā redzam, ka *kosmoloģiskā principa* pieņēmums nebūt nav tik triviāls, kā sākumā var šķist, un sava svarīguma dēļ, tas ir ieguvis *principa* nosaukumu⁴. Liela nozīme šeit ir filozofiskam skatījumam uz pasaules uzbūvi. Būtu grūti izprast un aprakstīt tādu pasauli, kur fizikas likumi un nosacījumi strauji mainītos no vietas uz vietu... Taču filozofiski mēs varam raudzīties uz šo problēmu arī no otras puses. Visuma īpašības (mijiedarbības) ir *tieši tādas*, lai mēs šodien varētu šeit pastāvēt, novērot, uzdot jautājumus un meklēt atbildes, tādas, lai jūs šobrīd varētu lasīt šo rakstu... Mēs nonākam pie kosmoloģiskajam principam pretējā – tā saucamā **antropā⁵ kosmoloģiskā principa** (no angļu val. – *anthropic principle*) jeb vienkārši *antropā principa*. Ja Visuma sā-

⁴ Piebildīsim, ka 1935. gadā angļu astronoms Eduards Artūrs Milns (*Edward Arthur Milne*, 1896–1950) bija tas, kurš ieviesa frāzi "*Einšteina kosmoloģiskais princips*" jeb isāk – "*kosmoloģiskais princips*", ar to apzīmējot Visuma lielāko mērogu homogenitāti.

⁵ *Anthrōpos* (grieķu val.) – cilvēks.

TOMASS ROMANOVSKIS

OSTVALDA PASAULES FORMĀTA TAISNSTŪRI

Ostvalds – "Pagātnes bruņinieks vai nākotnes kalējs?"

Ridzīnieks Vilhelms Ostvalds ir pasaulslavens ķīmiķis, kurš 1909. gadā izpelnījis augstāko pasaules apbalvojumu dabaszinātnēs – Nobeļa prēmiju. Pateicoties akadēmiķa J. Stradiņa publikācijām, par V. Ostvalda dzīvi un darbību Rīgā un vēlāk Vācijā varam uzzināt

kuma nosacījumi būtu bijuši nedaudz atšķirīgi no tiem, kādi tie ir, tad struktūra (galaktiku kopas, galaktikas, arī zvaigznes) nebūtu paguvušas vēl izveidoties un, iespējams, vispār neizveidotos, līdz ar to nepieļaujot dzīvības iespējas (vismaz tādas, kā mēs to iztēlojamies), vai nu arī Visums būtu beidzis pastāvēt kolapsējot – līdzīgi melnajam caurumam. Saule, būdama tipiska zvaigzne gan pēc masas, gan izmēriem, gan temperatūras, ar savu 5 miljardu gadu vecumu atrodas tieši pusmūžā. Šādas ir nejaušas sakritības brīdi, kad uz Zemes dzīvo cilvēks. Turklāt dabiskā veidā mēs varam eksistēt tikai nelielā telpas tilpumā – dažus km biezā slānī virs Zemeslodes virsmas, kur tiek nodrošināts mums pietiekams skābekļa daudzums un temperatūra. Tas viss neviļus vedina uz domām – bet ja nu tas viss nemaz nav tik nejaušs, ja nu Visums ir radīts tieši cilvēkam? Tai pašā laikā šis arguments, protams, nenoliedz citu civilizāciju eksistenci Visumā, kuras ar samērā lielu intensitāti, kaut arī pagaidām bez panākumiem, tiek meklētas *SETI* (*Search for Extra-Terrestrial Intelligence* – ārpuszemes saprāta meklējumu) projekta ietvaros.

Turpmāk šajā rakstā par pareizu uzskatīsim kosmoloģisko principu, jo vispārīgā gadījumā antropo principu iespējams uzlūkot arī kā ar to nekonfliktējošu. Otrādi uzskatīt nevar, jo tas, līdzīgi kā seku un cēloņsakarību nepareizs formulējums, var novest pie nekorektiem secinājumiem.

(Turpinājums sekos)

daudz. Grāmatas "*Cilvēki, eksperimenti, idejas*"¹ nodaļā ar intriģējošu nosaukumu "*Pagātnes bruņinieks vai nākotnes kalējs?*" aprakstīta arī V. Ostvalda kā zinātnes organizatora darbība:

¹ J. Stradiņš. "*Cilvēki, eksperimenti, idejas. Dažu slaveno fizikokīmiku darbības apceres*" – ZA izdevniecība, Rīga, 1964.

“Ostvaldam bija raksturīgs gluži neparasts sistēmātika un klasificētāja talants (kāds laikabiedrs sacījis, ka Ostvalds nevarot izdzert pat kausu alus, neticis iepriekš skaidrībā par šā notikuma sakaru ar pasaules kārtību). Daļu no Nobeļa prēmijas V. Ostvalds novēlēja zinātniskā darba organizēšanas biedrības “*Brücke*” (“*Tilts*”) dibināšanai. Šīs biedrības mērķis bija aizkavēt enerģijas zudumu zinātniskajā darbā un paaugstināt zinātniskā darba lietderību, atbrīvojot zinātniekus no mehāniska un tehniska darba veikšanas. Biedrība izstrādāja iespaidrakstu sistēmu un vienotu zinātnisko darbu papīra formātu (11,5cm×16,5cm), ko nodēvēja par pasaules formātu. Šo formātu biedrības “*Brücke*” vadītāji centās ieviest ne tikai grāmatām un žurnāliem, bet arī bibliotēku rakstāmgaldiem, telpu izmēriem utt. V. Ostvalds šajā formātā iespieda savas grāmatas, žurnālus, vizītkartes. Pat savu divāna spilvenu, galdautu un divieli viņš licis izgatavot pasaules formātā.” Ostvalda ideja par pasaules formātu grāmatā tiek uzskatīta par kuriozu. Kā tas ir mūsdienās? Jau 1926. gadā Vācijā Ostvalda ieteiktais pasaules formāts tika iemiesots lietvedības papīra formāta normēšanā *DINA0*, *A1*, *A2*, *A3*, *A4*, ... (*DIN – Deutsche Industrie Normen* – vācu industrijas normas).

taisnstūri (garāko malu) uz pusēm, jāiegūst matemātiski līdzīgs taisnstūris, t. i., lielākās malas attiecībai pret mazāko jābūt tādai pašai: $a/b = b/(a/2)$. Šā vienādojuma atrisinājums ir

$a/b = \sqrt{2} = 1,4141356$. Pārbaudīsim šo vienādojumu vispopulārākajam datorpapīra formātam *A4* ($a = 297$ mm, $b = 210$ mm): $297/210 = 1,41428$. Redzam, ka racionālais skaitlis $297/210$

sakrīt ar iracionālo $\sqrt{2}$ četrās zīmēs aiz komata (*malu attiecību citiem formātiem sk. tabulā*).

Sakarā ar papīra formāta *A* visaptverošo izplatību vācu matemātiķis J. Flahsmeyers (*Flachsmeyer*) no Greifswaldes universitātes ieteica taisnstūrus ar malu attiecību $a/b = \sqrt{2}$ nosaukt par Ostvalda taisnstūriem.²

Matemātiskos ķermeņos Ostvalda taisnstūri atrodam kuba diagonālajā šķērsgrīzumā.

Ostvalda taisnstūra īpašības

Vispirms jau jāatzīmē neparastais trīsstūris, kuru veido Ostvalda taisnstūra malas un diagonāle (*sk. 1. att.*). Ja Ostvalda taisnstūri mazākā mala ir vienu vienību liela, tad diagonāle

būs $\sqrt{3}$ un taisnleņķa trīsstūra malas attiecas kā $\sqrt{1} : \sqrt{2} : \sqrt{3}$.

Papīra formāts	Īsā mala, mm	Garā mala, mm	Laukums, mm ²	Malu attiecība (garā pret īso)
DIN A0	841	1189	999949	1,414
DIN A1	594	842	500148	1,417
DIN A2	420	594	249480	1,414
DIN A3	297	420	124740	1,414
DIN A4	210	297	62370	1,414

Šodien *A4* formātu pazīst simtiem miljonu cilvēku uz pasaules, kas savos rakstu darbos lieto datorizdruku. Simtos miljonos ierīču: kopētājos, printeros, ploteros (zīmētājos), skeneros tiek izmantots pasaules formāts. Tā kā no šā viedokļa rīdzinieks Vilhelms Ostvalds bija nākotnes kalējs.

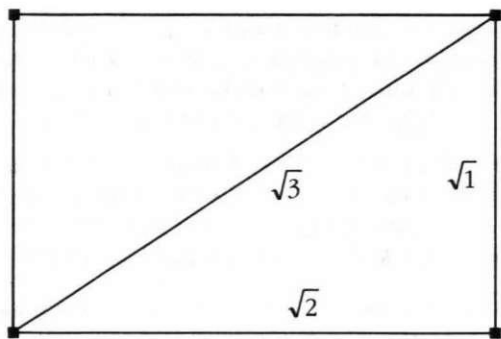
Pasaules formāts un ģeometrija

Ostvalda ideja pasaules formāta izveidošanā ir tīri matemātiska. Proti, dalot pasaules formāta

Ostvalda taisnstūris un fraktāles struktūra

Kā izriet no pamatdefinīcijas, pārlokot Ostvalda taisnstūri, piemēram, *A0* lapu, pa garāko malu uz pusēm, iegūstam līdzīgu taisnstūri ar divreiz mazāku laukumu jeb izmēru *A1*. Tas pats notiks, atkārtējot locīšanu un iegūstot

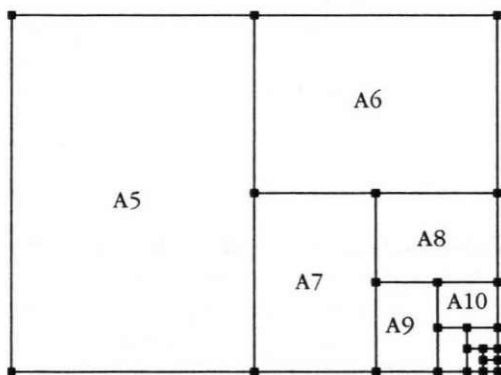
² J. Flachsmeyer. “*Kniffliges am Ostwaldschen und goldenen Rechteck. Didaktik der Mathematik*” – 18. Jg., H. 2, 1990, 90–105.



1. att. Ostvalda pasaules formāta taisnstūrī veidojas trīsstūris, kura malas attiecas kā $\sqrt{1} : \sqrt{2} : \sqrt{3}$. taisnstūrī ar izmēru A2, A3 utt. Saliekot kopā A1 + A2 + A3 + ..., iegūsim bezgalīgas virknes (ģeometriskas progresijas) summu A0. Šī īpašība ir spēkā jebkuram virknes loceklim:

$$A_n = \sum_{k=1}^{\infty} A_{n+k}$$

Var teikt, ka pasaules formāta taisnstūrim piemīt fraktāles īpašība. Pārlokot Ostvalda taisnstūrī, iegūst ne tikai sev līdzīgu taisnstūrī, bet katra nākamā dalījumu bezgalīgā summa ir vienāda ar sākuma taisnstūra laukumu, neatkarīgi no tā, cik tālu mēs būtu veikuši dalīšanu. Tātad, ja mēs izpildām bezgalīgu pārlocīšanu jebkurā no



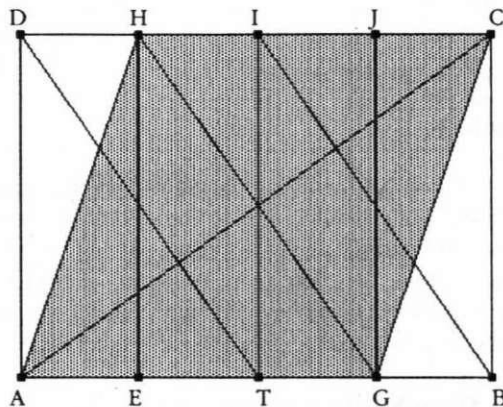
2. att. Pārlokot A4 izmēra lapu, iegūst A5 izmēra lapu. Turpinot locīšanu, iegūstam A6, A7 utt. izmēra lapas. Attēlā uzskatāmi redzams, ka bezgalīgas virknes A6 + A7 + A8 + ... summa (laukums) ir vienāda ar A5, savukārt A6 = A7 + A8 + A9 + ...

sākotnējā taisnstūra virknes taisnstūriem A4, A5, A6, A7..., tad iegūsim bezgalīgu režģi, kas atkārto sevi jebkurā palielinājumā (samazinājumā). Latviešiem šis vienkāršs un skaistās ģeometriskās struktūras, kas pati sevi atkārto samazinājumā vai palielinājumā, atpazīstamas puzuros.

Tas, ka bezgalīgas virknes summa var būt galīga, nebija skaidrs senajiem grieķiem, kas labi redzams t. s. Zenona aponijā, kurā tiek apgalvots, ka cilvēks nekad nevar apsteigt bruņurupuci, ja bruņurupucis cilvēkam ir priekšā kādā attālumā s. Pieņemsim, ka šā attāluma veikšanai cilvēkam nepieciešams laiks t . Skatoties uz cilvēka vienmērīgo pārvietošanos no malas, redzam, ka stars, kas savieno novērotāju ar cilvēku, vienādos laikos nokļāj vienādu laukumu. Tāpēc laiku ģeometrijā var izteikt kā laukumu. Izteiksim šo laiku ar Ostvalda taisnstūrī A4 : $t = A4$. Pieņemot, ka cilvēks pārvietojas divreiz ātrāk par bruņurupuci, laiks, kurā cilvēks panāks bruņurupuci, izsakāms ar bezgalīgas virknes A5 + A6 + A7 + ... summu. *Otrajā attēlā* uzskatāmi redzams, ka šo laiku summa ir A4. Tātad cilvēks panāks bruņurupuci pēc laika, kas ir divreiz lielāks nekā laiks, kas nepieciešams, lai veiktu sākotnējo attālumu starp cilvēku un bruņurupuci.

Ģeometriskās konstrukcijas ar Ostvalda pasaules formāta lapas locīšanu

Pārlokot A4 lapu pa garāko malu divreiz uz pusēm, iegūstam locījuma līnijas EH, IF, JG, kas



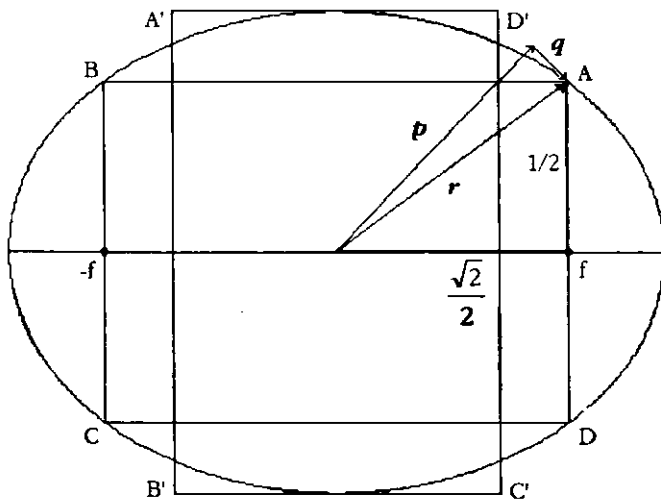
3. att. Ģeometriskās konstrukcijas Ostvalda taisnstūrī, lietojot lapas locīšanu.

taisnstūri sadala četrās vienādās daļās. Savienojot punktus H ar G, locījumā iegūstam taisnstūra diagonāli AC. Pārlokot pa AH un GC, iegūstam rombu AGCH. Pārlokot pa IB un DF, iegūstam taisnstūra diagonāles dalījumu trīs vienādās daļās.

Ostvalda taisnstūra vispārinātās koordinātas

Pagriežot Ostvalda taisnstūri ap ģeometrisko centru par 90 grādiem, iegūstam "krustu", kurš sastopams arī latviešu rakstos (sk. 4. att.). Šim krustam piemīt tādas pašas simetrijas īpašības kā kvadrātam. Krusta stūros ir mazi kvadrāti. Ja šo kvadrātu viduspunktus savieno ar sākotnējā taisnstūra centru, tad nav grūti ievērot, ka taisnstūra virsotnes uzdodamas ar

4. att. Ostvalda taisnstūris kā elipses daudzstūris. Virsotne A ir vektoru \mathbf{p} un \mathbf{q} summa. Pārējās virsotnes iegūstamas kā šo abu vektoru summa, ja \mathbf{q} pagriež par 90 (180 un 270) grādiem pulksteņrādītāja virzienā, bet \mathbf{p} pretējā virzienā par tādu pašu leņķi.



Elipses daudzstūru īpašības aprakstītas "Zvaigžņotās Debess" 1990. gada rudens numurā.

Ostvalda taisnstūris ir elipses taisnstūris ar galvenajām asīm

$$a = p + q = 1 \text{ un } b = p - q = \frac{\sqrt{2}}{2}.$$

Elipses asu attiecība ir tāda pati kā Ostvalda taisnstūrim, proti $\sqrt{2}$. Šis elipses ekscentricitāte ir vienāda ar taisnstūra malu un elipses galveno asu attiecību (b/a)

$$\epsilon = 2 \sqrt{\frac{pq}{p+q}} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

diviem vektoriem $\mathbf{r} = \mathbf{p} + \mathbf{q}$, starp kuriem ir

$$\text{taisns leņķis, } p = \frac{2 + \sqrt{2}}{4} \text{ un } q = \frac{2 - \sqrt{2}}{4}.$$

Pagriežot vektoru \mathbf{p} par 90, 180, 270 grādiem pulksteņrādītāja virzienā, bet \mathbf{q} pretēji tam, summas vektors rādis nākamās virsotnes. Virsotņu koordinātas būs:

$$x_n = (p + q)\cos(p \cdot n/4),$$

$$y_n = (p - q)\sin(p \cdot n/4), \text{ kur } n = 1, 2, 3, 4.$$

Ostvalda taisnstūra malas iet cauri elipses fokusiem $-f$ un f .

Autors izsaka cerību, ka šeit ilustrētā Ostvalda pasaules formāta realizēšana papīra izmēru standartā un Ostvalda taisnstūra interesantās īpašības kļūs par pamatu, lai ridznieka Vilhelma Ostvalda vārds ienāktu arī skolas matemātikā. 🐦

RĪGAS 27. ATKLĀTĀ SKOLĒNU ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE

1999. gada 16. un 17. aprīli Latvijas Universitātes Astronomijas institūts (LU AI) sadarbībā ar Rīgas Skolu valdi rīkoja Rīgas 27. atklāto skolēnu astronomijas olimpiādi. Tās pirmā kārtā norisinājās LU Fizikas un matemātikas fakultātes telpās Zeļļu ielā 8. Starp 40 olimpiādes dalībniekiem visvairāk (12) bija Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas skolēnu. Pārējie dalībnieki pārstāvēja šādas mācību iestādes: Zolitūdes ģimnāziju (6 skolēni), Jūrmalas Kauguru vidusskolu (4 skolēni), Cēsu pilsētas ģimnāziju, Ķeguma komercnovirziena vidusskolu, Priekuļu vidusskolu, Ventspils 6. vidusskolu (katru pa 2 skolēniem), Cēsu 2. vidusskolu, Daugavpils 1. ģimnāziju, Liepājas Raiņa 6. vidusskolu, Livānu 2. vidusskolu, Āgenskalna Valsts ģimnāziju, Japāņu valodas un kultūras vidusskolu, Rīgas 44. vidusskolu, 69. vidusskolu, 89. vidusskolu un 95. vidusskolu (katru pa vienam skolēnam).

Olimpiādes ievaddaļā tās dalībniekiem panākumus novēlēja LU AI zinātniskais sekretārs Ilgonis Vilks un Rīgas Skolu valdes pārstāvis Guntis Svabadnieks. Pirmajā kārtā olimpiādes dalībnieki atbildēja uz 20 testa jautājumiem un risināja 5 uzdevumus, kas šoreiz bija samērā vienkārši, jo uzdevumu sastādītāji bija ļoti centušies, lai neatkārtotos iepriekšējās olimpiādes bēdīgie rezultāti (*sk. M. Krastiņš. "Rīgas 26. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde" – ZvD, 1999. g. pavasaris, 45.–50. lpp.*). Daži skolēni šādu labvēlību veiksmīgi izmantoja. Ļoti labi rezultāti bija testā – dalībnieku vidējais sniegums bija 7–9 punktu (no 10 iespējamiem) robežās. Tomēr ar uzdevumu risināšanu skolēniem tik labi vairs neveicās. Tikai desmit dalībnieku sniegums bija visnotaļ atzīstams. Vissarežģītākais bija izrādījies trešais uzdevums par pavadoni pie horizonta, kuru pareizi atrisināja tikai divi skolēni. Tiesa, paši olimpiādes dalībnieki par visgrūtāko atzina uzdevumu par Marsa sakaru pavadoni. Vērtējot uzdevumu atrisinājumus, diezgan uzkrītoši bija redzams, ka dažkārt

olimpiādes dalībnieki nebija izpratuši uzdevumus, bet centušies manipulēt ar visdažādākajām formulām cerībā iegūt skaitlisku rezultātu.

Pēc pirmās kārtas, iegūstot 58 punktus no 60 iespējamiem, vadībā izvirzījās Linards Kalvāns no Priekuļu vidusskolas. Viņš pilnīgi pareizi bija atrisinājis visus uzdevumus. No lidera nedaudz atpalika Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas pārstāvji Kārlis Goba (51 punkts) un Jānis Simanovičs (48).

Olimpiādes otrajā kārtā, kas tradicionāli tika rīkota Frīdriha Candra muzejā, piedalījās 33 skolēni. Viņiem bija mutiski jāatbild uz trim teorētiskiem jautājumiem. Atbildes vērtēja I. Vilks, Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra pārstāvis Kārlis Bērziņš, Rīgas 62. vidusskolas skolotāja Iveta Murāne un LU Fizikas un matemātikas fakultātes studenti Mārtiņš Gills, Dmitrijs Docenko, Aivis Meijers un šo rindu autors. Izcilas zināšanas nodemonstrēja Inga Začeste no Ķeguma komercnovirziena vidusskolas un Sergejs Glaskovs no Jūrmalas Kauguru vidusskolas – abu dalībnieku sniegums tika novērtēts ar maksimālo punktu skaitu (40). Diemžēl arī otrajā kārtā daudzi skolēni lielu uzmanību pievērsa teorētiskiem faktiem, cenšoties atcerēties visdažādākos skaitļus, bet neminot būtiskas lietas, kas liecinātu par jautājumu izpratni.

Kopvērtējumā, salīdzinot ar pirmo kārtu, lideru trijotne palika nemainīga. Par uzvarētāju ar 91 punktu kļuva L. Kalvāns. Otrajā vietā ierindojās K. Goba (88 punkti), bet trešajā – J. Simanovičs (84). Atzinība tika izteikta Danielam Jeļisējevam no Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas un I. Začestei (abiem pa 79 punktiem).

Olimpiādes noslēgumā dalībnieki saņēma olimpiādes organizatoru un Jāņa Jaunberga sarūpētās balvas. I. Vilks skolēniem novēlēja panākumus arī turpmākajos ar izglītību un zinātni saistītos pasākumos un vienmēr atcerēties bezgalīgos Visuma plašumus, ko ikvienam paver astronomija.

Tālāk doti olimpiādes uzdevumi un to atrisinājumi.

1. 1999. gada 11. augustā Rīgā būs novērojams daļējs Saules aptumsums. Cik šajā dienā lec un riet Saule? Cik liels ir Saules leņķiskais augstums un azimuts aptumsuma maksimālās fāzes brīdī plkst. 13^h54^m pēc vasaras laika? Uzdevuma atrisināšanai izmantojiet grozāmo zvaigžņu karti!

Atrisinājums. Saule 11. augustā atrodas uz Vēža un Lauvas zvaigznāju robežas. Tā lec plkst. 4^h36^m un riet plkst. 19^h26^m pēc vietējā laika, kas ir attiecīgi plkst. 6^h00^m un plkst. 20^h50^m pēc 2. joslas vasaras laika. Vietējais laiks aptumsuma maksimālās fāzes brīdī ir 12^h30^m, Saules leņķiskais augstums ir aptuveni 50°, bet azimuts – aptuveni 8°.

2. 2019. gada 16. aprīlī galīgajā orbitā ap Marsu tiks ievadīts pirmais areostacionārais pavadoņš *Mars Transmitter 1*. Pašlaik tas atrodas eliptiskā orbitā ap Sarkanā planētu. Orbitas pericentra augstums ir vienāds ar Marsa areostacionārās orbitas augstumu, un pavadoņa ātrums šajā punktā $v_p = 2000$ m/s. Kāda būs pavadoņa masa pēc manevra veikšanas, ja tā sākotnējā masa $m_s = 3276$ kg, gāzu izplūdes ātrums no dzinēja $v_g = -1900$ m/s, degviela ir pietiekamā apjomā un pavadoņa rotācijas virziens un plakne netiek mainīta? Marsa masa $M_M = 0,642 \cdot 10^{24}$ kg, gravitācijas konstante $G = 6,672 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg², Marsa rotācijas periods $T_M = 24^h37^m$.

Atrisinājums. Lai pārietu no eliptiskas orbitas uz riņķveida, kosmiskajam aparātam ir jāizmaina savs ātrums par $v_i = v_p - v_s$, kur v_s ir tā ātrums areostacionārā (riņķveida) orbitā. Ja kosmiskais aparāts ap planētu kustas pa riņķveida orbitu, uz to darbojas centrālās spēks $F_c = ma$, kur m – pavadoņa masa, a – centrālās spēka paātrinājums. Centrālās spēka paātrinājumu apraksta šāda mehānikas formula:

$$a = \frac{4\pi^2 R}{T^2},$$

kur R – orbitas rādiuss, T – apriņķošanas periods. Uz pavadoņiem darbojas arī gravitācijas spēks

$$F_g = \frac{GM_M \cdot m}{R^2}.$$

Attiecībā pret pavadoņiem šie spēki ir līdzsvarā, t. i., $F_c = F_g$, no kurienes iegūstam pavadoņa areostacionārās orbitas rādiusu

$$R = \sqrt[3]{\frac{GM_M T_M^2}{4\pi^2}} = 20425 \text{ km}.$$

Pavadoņa ātrums šajā orbitā

$$v_s = \frac{2\pi R}{T_M} = 1448 \text{ m/s}.$$

Lai kosmiskais aparāts, eliptiskās orbitas pericentrā pārejojot riņķveida orbitā, varētu izmainīt ātrumu par $v_i = 552$ m/s, tam ir jāsadedzina degvielas daudzums, kura masa $m_i = m_s - m_b$, kur m_b ir kosmiskā aparāta masa pēc manevra veikšanas. Ātruma un degvielas izmaiņas saista formula

$$v_i = -v_g \ln \frac{m_s}{m_b},$$

no kuras iegūstam pavadoņa masu pēc manevra veikšanas:

$$m_b = m_s e^{\frac{v_i}{v_g}} = 2450 \text{ kg}.$$

3. Novērotājam uz Zemes tās mākslīgais pavadoņš, kas atrodas riņķveida ekvatoriālā orbitā, pie horizonta izskatās divas reizes mazāks nekā zenītā. Atrast šā pavadoņa orbitas rādiusu un noteikt minimālo fotogrāfiju skaitu, kas nepieciešams, lai no pavadoņa iegūtu visa Zemes ekvatora attēlu! Vai uz šīm fotogrāfijām būs redzama Rīga? Refrakciju neievērot!

Atrisinājums. Apzīmēsim pavadoņa attālumus no Zemes virsmas ar $x = CA$ (sk. 1. att.). Tādā gadījumā no taisnleņķa trīsstūra OAB izriet, ka

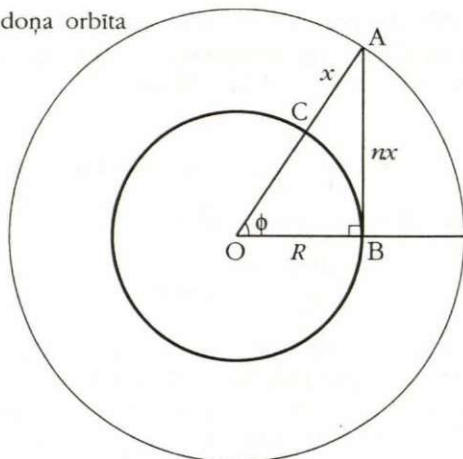
$$x = \frac{2R}{n^2 - 1} \Big|_{n=2} = \frac{2}{3} R,$$

kur $R = OB = OC$ ir Zemes rādiuss. Pavadoņa orbitas rādiuss ir vienāds ar

$$a = R + x = \frac{5}{3} R.$$

No pavadoņa var nofotografēt Zemeslodes apgabalu, kura maksimālais ģeogrāfiskais platumus

Pavadoņa orbīta



1. att. Pavadoņa orbīta ap Zemi.

uz ziemeļiem no ekvatora ir vienāds ar ϕ . No

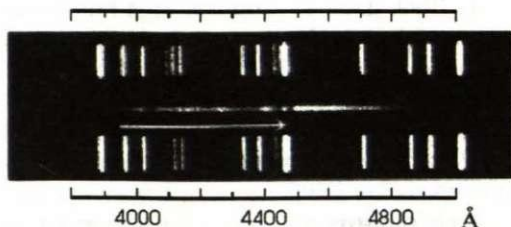
vienādības $\cos \phi = \frac{R}{a} = \frac{3}{5}$ iegūstam $\phi \approx 53^\circ$.

Minimālo fotogrāfiju skaitu m , kas jāiegūst pavadonim, lai tajās būtu redzams viss Zemes ekvators, atrod no nevienādības $2\phi m \geq 360^\circ$ jeb $m \geq 3,4$. No šīs nevienādības secinām, ka pavadonim, lai nofotografētu visu Zemes ekvatoru, jāiegūst četri fotouzņēmumi. Rīga (ģeogrāfiskais platumus $\phi = 57^\circ$) šajās fotogrāfijās nebūs redzama.

4. Palomāras observatorijas astronomi ar 5 m diametra Heila (*Hale*) teleskopu novēroja galaktiku Vēršu Dzinēja galaktiku kopā un ieguva tās spektrālo uzņēmumu attiecībā pret laboratorijas spektru (sk. 2. att.), kur ar bultiņu attēlota sarkanā nobīde identificētajām Ca II H un K spektrālajām līnijām. Viņi arī noteica, ka galaktikas spožums $m = 18,0$. Aprēķināt, cik reižu vairāk gaismas šī galaktika izstaro salīdzinājumā ar Sauli!

Habla konstante $H = 50 \text{ km/s}\cdot\text{Mpc}$, Saules absolūtais zvaigžņlielums $M_\odot = 4,8$ un gaismas ātrums $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Atrisinājums. 2. attēlā redzams, ka spektrāllīnijas viņa garums laboratorijā $\lambda_l = 3950 \text{ \AA}$, bet galaktikas spektrāllīnijas viņa garums



2. att. Galaktikas spektrs (vidū) un laboratorijas spektrs (attēla augšējā un apakšējā daļā).

$\lambda_g = 4470 \text{ \AA}$. Izmantojot šos datus, var aprēķināt sarkano nobīdi

$$z = \frac{\lambda_g - \lambda_l}{\lambda_l} = 0,13.$$

Ātrums, ar kādu galaktika attālinās no novērotāja, ir vienāds ar $v = c \cdot z = 0,39 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Attālums līdz šai galaktikai

$$R = \frac{v}{H} = 780 \text{ Mpc}.$$

Galaktikas absolūtais zvaigžņlielums

$$M = m + 5 - 5 \lg R = -21,5,$$

bet galaktikas starждаuda, izteikta Saules starждаudas vienībās, ir vienāda ar

$$L = 10^{0,4(M_\odot - M)} = 10^{10,52} = 3,3 \cdot 10^{10} L_\odot.$$

Tātad galaktika izstaro $3,3 \cdot 10^{10}$ reižu vairāk gaismas nekā Saule.

5. Ievietot tekstā trūkstošos vārdus un skaitļus (iespiesti kursīvā)!

1610. gadā itāļu astronoms *G. Galilejs* veica pirmos debess novērojumus ar teleskopu. Viņš apstiprināja poļu astronoma *N. Kopernika* heliocentrisko pasaules uzbūves teoriju, novērojot Venēru pilnā fāzē. Nākamo reizi pilnu fāzi planēta sasniedza pēc 584 dienām. Zinot, ka planētas *sinodiskā* apriņķošanas perioda apgrieztā vērtība ir vienāda ar planētas *side-riskā* apriņķošanas perioda apgrieztu vērtību, no kuras atņemta Zemes sideriskā apriņķošanas perioda apgrieztā vērtība, viņš aprēķināja, ka Venēra apriņķo Sauli 225 dienās. Viņš arī novēroja kalnus uz *Mēness*, atklāja *Jupitera* pavadoņus un konstatēja, ka *Piena Ceļš* sastāv no daudzām zvaigznēm.

LATVIJAS 13. INFORMĀTIKAS OLIMPIĀDE

Šā gada 27. un 28. martā Rīgā notika Latvijas 13. informātikas olimpiādes finālsacensības, uz kurām bija ieradušies valsts 80 labākie skolēni. Katru dienu četru stundu laikā bija jāatrisina divi žūrijas sagatavotie uzdevumi (jāuzraksta datorprogrammas valodā *Pascal, C vai Basic*). Datorprogrammu testēšanai tika izmantoti testi. Kopsummā bija iespējams iegūt 200 punktus (50 punktus par katru uzdevumu). Pēc nolikuma finālsacensībās startē 10.–12. klašu audzēkņi, tomēr daudzu jaunāko klašu skolēnu spožais starts olimpiādes rajona (pilsētas) kārtā pamudināja organizācijas komiteju uzaicināt uz finālsacensībām arī vairākus 8.–9. klašu skolēnus. Finālsacensībās visi skolēni sacentās vienā grupā.

Vislabāk šogad startēja un zelta medaļu ieguva **Vladimirs Redjko** (Rīgas 40. vsk., 11. kl., skolotājs Vladimirs Ļitvinskis, 143 punkti). Sudraba godalgas izcīnīja Konstantīns Hamidullins (Rīgas 96. vsk., 12. kl., Olga Sokolova, 120) un Ervins Bebris (Rīgas Valsts 1. ģimn., 11. kl., Aija Lūse, 119). Bronzas godalgas saņēma trīs dalībnieki: Romāns Maļinovskis (Rīgas Valsts 1. ģimn., 12. kl., Aija Lūse, 109), Viesturs Zariņš (Rīgas Valsts 1. ģimn., 12. kl., Aija Lūse, 109) un Guntis Zariņš (Ventspils 1. ģimn., 12. kl., Aivars Žogla, 107). Pilno rezultātu tabulu un citus olimpiādes materiālus iespējams atrast Internetā Latvijas informātikas olimpiāžu mājas lapā (<http://vip.latnet.lv/lto>).

Pēc olimpiādes rezultātu apkopošanas kļuva skaidrs, ka otrās sacensību dienas uzdevumi ir izrādījušies pārāk grūti. Ja pirmajā sacensību dienā trīs dalībniekiem izdevās uzdevumus atrisināt pilnībā un iegūt 100 punktus, tad otrās dienas raksturīgākie rezultāti bija 10 punktu apkaimē.

Pirmās sacensību dienas (2000. gada 27. marts) uzdevumi.

1. uzdevums. "Kava".

Uz galda atrodas kaudze, kurā viena otram virsū sakrautas n kartītes. Katrai kartītei vienā pusē uzrakstīts naturāls skaitlis, bet otra puse

ir tukša. Uz augšējās kartītes uzrakstīts 1, uz nākamās 2, ..., uz pašā apakšā esošās kartītes uzrakstīts skaitlis n . Sākumā visas kartītes kaudzē ir novietotas tā, ka skaitļi atrodas virspusē. Arčibalds izdara m gājienus. Arčibalds i -tajā gājienu paņem virsējās k_i kartītes, turot visas kopā, apgriez tās otrādi un noliek atpakaļ kaudzes virspusē. Uzrakstiet programmu, kas nosaka, kurā vietā kaudzē kura kartīte atradīsies pēc Arčibalda veiktajiem m gājieniem!

Ievaddati

Teksta faila KAVA.DAT pirmajā rindā dotas divu naturālu skaitļu n (kaudzē esošo kartīšu skaits, $n \leq 100\,000$) un m (izdarīto gājienu skaits, $m \leq 1000$) vērtības, kas atdalītas ar tukšumsimbolu. Katrā no nākamajām m rindām dots pa vienam naturālam skaitlim – attiecīgajā gājienu apgriezto kartīšu skaitam k_i ($1 \leq k_i \leq n$).

Teksta faila KAVA.TST pirmajā rindā dota naturāla skaitļa s ($s \leq 10\,000$) vērtība – to kartīšu skaits, kuru vieta un novietojums kaudzē beigās jānoskaidro. Katrā no faila nākamajām s rindām dots pa vienam naturālam skaitlim – uz kartītes, kuras vieta kaudzē beigās jānoskaidro, uzrakstītais skaitlis.

Izvaddati

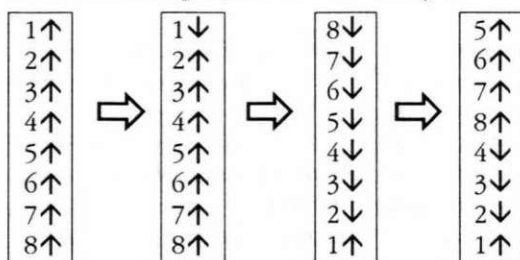
Teksta failam KAVA.REZ jāsaturs tieši s rindas. Katrā rindā jābūt vienam veselam skaitlim. Ja beigās uz p -tās kartītes, skaitot no kaudzes augšas, ir uzrakstīts skaitlis, kas dots faila KAVA.TST ($i + 1$) rindā, tad izvaddatu faila i -tajā rindā jāizvada

- **+p**, ja kartīte vērsta ar skaitli uz augšu, vai
- **-p**, ja kartīte vērsta ar skaitli uz leju.

Piemērs

Ievaddati	Izvaddati	
Fails KAVA.DAT	Fails KAVA.TST	Fails KAVA.REZ
8 3	5	- 5
1	4	+ 4
8	8	+ 8
4	1	+ 1
	5	- 7
	2	

Piezīme: kartiņu secība un orientācija mainās šādi (↑ norāda, ka kartīte kavā atrodas ar skaitli uz augšu, bet ↓ – ka uz leju):



Atrisinājums

Lai novērstu iespējamus pārpratumus, jāpiebilst, ka šeit un turpmāk tiks tikai ieskicēta atrisinājuma ideja. Atrisinājuma datorprogrammu pilnos tekstus meklējiet olimpiāžu mājas lapā.

Uzdevuma autors ir LIO žūrijas loceklis Artūrs Žogla.

Višvienkāršākais uzdevuma risināšanas variants ir šāds: no faila KAVA.TST ielasām kārtējo kartītes, kuras vieta kavā jānoskaidro, numuru, izpildām visas apgriešanas un rezultātu ierakstām rezultātu failā. Programmas koda fragments, kas veic šīs darbības, valodā *Pascal* izskatās tā (masīvā *komanda* iepriekš ielasīts katrā gājiēnā apgriežamo kartiņu skaits):

```

Readln(ftest, n); {Ielasa parbaudamo kartiņu skaitu}
for i: =1 to n do
begin
  Readln(ftest, x);
  {Izpilda griesanas}
  uz_augsu := true;
  for j: =1 to komanda_skaits do
  begin
    if komanda[j]> x {Jarekina tikai tad, ja
    kartina pietiekami augstu}
    then
      begin
        uz_augsu := not uz_augsu;
        x := komanda[j] - x + 1;
      end;
  end;
end;
if uz_augsu then writeln(frez, '+', x) else
writeln(frez, '-', x);
end;

```

Šo uzdevumu iespējams risināt arī citos, tehniski sarežģītākos, veidos.

2. uzdevums. "Skaitļu rēbuss".

Ja pareizā divu naturālu skaitļu saskaitīšanas izteiksmē daļa no cipariem tiek aizstāta ar *, tad veidojas *skaitļu rēbuss*. Tā, piemēram, ja sākotnējā izteiksme (saskaitīšana tiek veikta "stabiņā") bija

$$\begin{array}{r} 9334 \\ + 789 \\ \hline 10123, \end{array}$$

tad tai atbilstoši skaitļu rēbusi ir:

$\begin{array}{r} *3*4 \\ + 78* \\ \hline 10123; \end{array}$	$\begin{array}{r} 9**4 \\ + **9 \\ \hline ****; \end{array}$	$\begin{array}{r} **** \\ + *** \\ \hline ****, \end{array}$
---	--	--

kā arī daudzi citi.

Uzrakstiet programmu, kas dotam skaitļu rēbusam atrod sākotnējo izteiksmi! Ja šādas izteiksmes ir vairākas, tad jāatrod viena no tām.

Zināms, ka katram dotajam rēbusam ir vismaz viens atrisinājums un sākotnējā izteiksmē ne saskaitāmo, ne summas pirmais cipars nevar būt 0.

Ievaddati

Teksta fails REBUSS.DAT satur trīs rindas. Katra rinda satur simbolu virkni, kas sastāv no cipariem un *. Nevienas simbolu virknes garums nepārsniedz 20 simbolus. Faila pirmajā un otrajā rindā dotās simbolu virknes atbilst saskaitāmajiem, bet trešajā rindā dotā – summai.

Izvaddati

Teksta failam REBUSS.REZ jāsaturs tieši trīs rindas, kas atbilst sākotnējai izteiksmei. Katrā no tām jāizvada viena naturāla skaitļa vērtība. Faila pirmajā un otrajā rindā jābūt saskaitāmajiem, kas atbilst dotā rēbusa attiecīgi pirmajam un otrajam saskaitāmajam, bet trešajā rindā – summas vērtībai.

Piemērs

Ievaddati (REBUSS.DAT) Izvaddati (REBUSS.REZ)

*3*4	9334	
78*	789	
10123	10123	

Atrisinājums

Vienkāršs, bet acimredzami neefektīvs risināšanas ceļš ir pārbaudīt pēc kārtas visus attie-

cīgā garuma skaitļus, un šablona un summas sakrišanas gadījumā atrisinājums būs atrasts.

Lai "uztaustītu" labāku risināšanas ceļu, pietiek atcerēties, kā notiek saskaitīšana "stabiņā", ja abi saskaitāmie ir zināmi. Tā tiek veikta no labās puses uz kreiso pa ciparam pēc kārtas. Lai summēšana tiktu veikta pareizi, nepieciešams izpildīt divas darbības:

1) aprēķināt attiecīgā summas cipara vērtību (kā attiecīgo saskaitāmo ciparu un iespējamās pārneses summas pēdējo ciparu),

2) noskaidrot, vai nav pārneses.

Turklāt ievērosim, ka viena ciparu stabiņa atrisināšana no pārējiem ciparu stabiņiem ir atkarīga tikai ar pārneses esamību vai neesamību.

Arī tagad rīkosimies līdzīgi. Ja parastā saskaitīšanas piemērā viss ir stingri noteikts, tad rēbusa apstākļos * piešķir izvēles iespēju. Bet no iepriekš teiktā ir skaidrs, ka visu izvēli iespējams ierobežot ar diviem būtiskiem variantiem – vai attiecīgajā brīdī pārnese veidojas vai ne. Mēģināsim risināt rēbusu no labās puses uz kreiso, rīkojoties tā, lai rēbusa atrisinātā (labā) daļa ir nepretrunīga. Aplūkosim, kādi varianti katrā ciparu stabiņā ir iespējami (*sk. tab.*).

Tabula

Variants	1	2	3	4	5	6	7	8
1. saskaitāmajā	cipars	cipars	cipars	cipars	*	*	*	*
2. saskaitāmajā	cipars	cipars	*	*	cipars	cipars	*	*
Summā	cipars	*	cipars	*	cipars	*	cipars	*

1. variantā pietiek pārbaudīt, vai dotā ciparu kombinācija (ņemot vērā pārnesi) ir pareiza. Ja nav, tad kļūda ir radusies iepriekšējo stabiņu aizpildīšanas gaitā un jāatgriežas atpakaļ.

2. variantā zvaigznītei atbilstošā cipara vērtība aprēķināma viennozīmīgi (parastā saskaitīšanas piemērā visi stabiņi ir tieši šādi).

3. un 5. variantā jānoskaidro, vai zvaigznītes vietā var būt cipars (ņemot vērā pārnesi), to, vai šis cipars ir vai nav pirmais skaitlī)

a) $summas_cipars - zināmais_saskaitāmā_cipars$;

b) $10 + summas_cipars - zināmais_saskaitāmā_cipars$.

4. un 6. variantā nezināmā saskaitāmā cipara vietā pietiek ievietot

a) 9 (pārnese, ja tāda vispār ir iespējama, būs);
b) 0 vai 1 (atkarībā no tā, vai dotais cipars ir pirmais savā skaitlī).

Ja pārnese ir vienmēr (zināmais saskaitāmā cipars ir 9 un ir pārnese), tad b) variants nemaz nav jāmēģina.

7. variantā pietiek aplūkot divus gadījumus, par pirmo ciparu izvēloties $summas_cipars/2$ vai $(10 + summas_cipars)/2$ un tālāk rīkojoties tāpat kā 3. variantā.

8. variantā pietiek aplūkot divus gadījumus 1+1 (pārnese neveidojas) un 9+9 (pārnese ir). Tālāk jārikojas kā 2. variantā.

Kā redzams, nevienā no variantiem aplūkojamo gadījumu skaits nepārsniedz 2, kas kopumā 20 ciparu skaitļiem var prasīt ne vairāk kā 2^{20} dažādu variantu aprēķināšanu. Šāds aprēķinu apjoms pilnībā iekļaujas testam atvēlētajā laikā.

Otrās sacensību dienas (2000. gada 28. marts) uzdevumi.

1. uzdevums. "Baseins".

Senos laikos baseinu būve notika šādi: tika izbrīvēts taisnstūrveida zemes laukums ar izmēriem m un n metri. Šo laukumu sadalīja 1×1 metru lielās rūtiņas, tādējādi iegūstot $m \times n$ rūti-

ņas. Pēc tam katrā rūtiņā tika nolikts vai nu viens ideāli noslipēts granīta kubs ar šķautnes garumu 1 metrs, vai arī šādu ideālu kubu tornis.

Kubi bija noslipēti tik precīzi, ka pietika diviem kubiem saskarties kaut vai tikai ar šķautni, lai ūdens šajā vietā cauri netecētu.

Lietum listot, šādā "kubu sistēmā" varēja uzkrāties zināms daudzums ūdens.

Uzrakstiet programmu, kas nosaka, kāds lielākais ūdens daudzums kubikmetros var uzkrāties šādā baseinā!

Ievaddati

Teksta faila BASEINS.DAT pirmajā rindā doti divi naturāli skaitļi m un n, kas nosaka taisnstū-

ra laukuma malu garumus metros ($0 < m, n \leq 100$).

Nākamajās m faila rindās katrā doti n naturāli skaitļi.

Faila $(i+1)$ -ās rindas j -tais skaitlis norāda laukuma i -tās rindas j -tajā rūtiņā novietotā kubu torņa augstumu (kubu skaitu). Zināms, ka katrā rūtiņā novietots vismaz viens kubs un nevienā rūtiņā novietotā kubu torņa augstums nepārsniedz 10 000.

Izvaddati

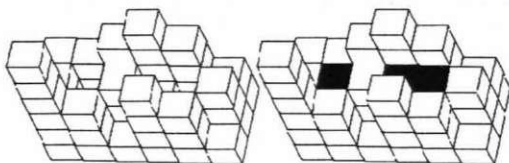
Teksta faila BASEINS.REZ vienīgajā rindā jāizvada viena vesela skaitļa vērtība – lielākais ūdens daudzums kubikmetros, kāds var uzkrāties dotajā baseinā.

Piemērs

Ievaddati (BASEINS.DAT) Izvaddati (BASEINS.REZ)

3 6	5
3 3 4 5 4 2	
3 1 3 2 1 3	
6 3 1 4 3 1	

Zīmējumā parādīts tukša un maksimāli piepildīta dotā baseina skats no augšas.



Atrisinājums

Šis uzdevums tika risināts Polijas informātikas olimpiādē. Labāko man zināmo risināšanas algoritmu ieteica LIO žūrijas loceklis Kristis Boitmanis. Aplūkosim visas laukuma rūtiņas un noskaidrosim, par kurām no tām ir zināms šajā rūtiņā novietotā kubu torņa augstums pēc tam, kad baseins būs maksimāli piepildīts. Sākumā tās ir visas ārējā kontūra rūtiņas (uz tām ūdens nevar uzkrāties, tāpēc torņa beigu augstums sakrītis ar sākuma augstumu). Kā piemēru aplūkosim uzdevuma nosacījumos doto baseinu. Katrai rūtiņai atzīmēsim sākotnējais_torņa_augstums/beigu_torņa_augstums. Ja beigu torņa augstums vēl nav zināms, tad tā vietā atzīmē "?". Sākumā aina ir šāda:

3/3	3/3	4/4	5/5	4/4	2/2
3/3	1/?	3/?	2/?	1/?	3/3
6/3	3/3	1/1	4/4	3/3	1/1

Vieta, pa kuru ūdens, baseinam piepildoties, var aizplūst visātrāk, ir tur, kur kubu tornis ir viszemākais. Aplūkosim pēc kārtas tās rūtiņas, kurām beigu torņa augstums ir zināms šo torņu augstumu pieaugšanas secībā.

Ja par kārtējā torņa blakus torni (pamata rūtiņām ir kopīga mala) nav zināms tā beigu augstums, tad to iegūsim tagad. Iespējami divi gadījumi:

a) zināmā_torņa_beigu_augstums \leq nezināmā_torņa_sākotnējais_augstums

(šajā gadījumā nezināmā torņa beigu augstums sakrītis ar sākotnējo, jo uz tā ūdens uzkrāties nevar);

b) zināmā_torņa_beigu_augstums $>$ nezināmā_torņa_sākotnējais_augstums

(šajā gadījumā nezināmā torņa beigu augstums sakrītis ar zināmā torņa beigu augstumu).

Apskatot visas zināmās rūtiņas, kurās beigu torņa augstums ir 1, iegūsim (jau aplūkotās rūtiņas apzīmētas ar "+"):

3/3	3/3	4/4	5/5	4/4	2/2
3/3	1/?	3/3	2/?	1/?	3/3
6/3	3/3	1/1+	4/4	3/3	1/1+

Pēc rūtiņu ar kuba torņa augstumu 2 un 3 apskatīšanas:

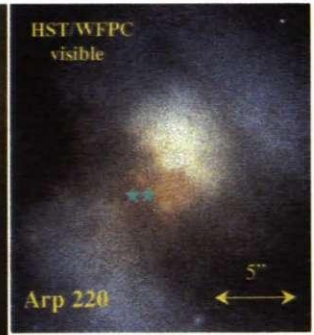
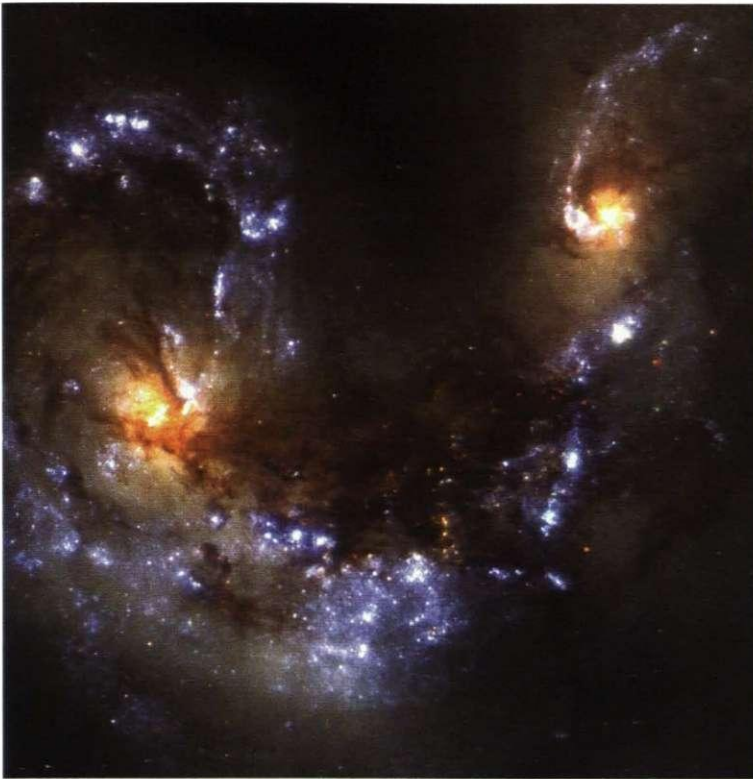
3/3+	3/3+	4/4	5/5	4/4	2/2+
3/3+	1/3+	3/3+	2/3+	1/3+	3/3+
6/3+	3/3+	1/1+	4/4	3/3+	1/1+

Istenībā jau šajā brīdī (kad visām rūtiņām ir zināms to beigu augstums) var aprēķināt kopējo baseinā uzkrātā ūdens daudzumu, summējot pa visām rūtiņām starpību starp kubu beigu un sākuma augstumiem. Aplūkotajā piemērā tas ir 5 kubikmetri.

Tehniski sarežģītākais risinājuma laikā ir izvēlēties un izveidot tādu datu struktūru, kas ļautu ātri atrast kārtējo, vēl neapskatīto, rūtiņu ar mazāko beigu kubu torņa augstuma vērtību.

2. uzdevums. "Māju būve".

Neveiksmju salas celtniecības kompānijai ir dots pasūtījums uzbūvēt L vienādas dzīvojamās mājas. Katras mājas uzcelšanai nepieciešami X

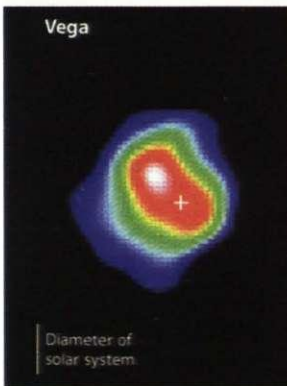


Mijiedarbības sistēma Ārpa 220 vizuālos staros. Centrālo daļu aizsedz putekļi. Vizuālos staros neredzami saplūstošo galaktiku kodoli, kurus atdala tikai 1000 gaismas gadu, iezīmēti ar zilām zvaigznītēm.

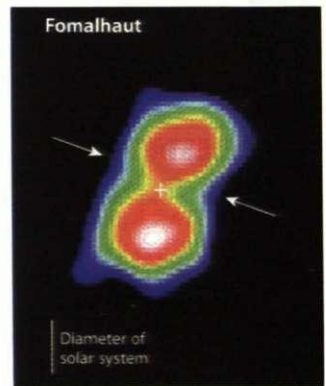
Habla kosmiskā teleskopa attēli

Taustekļu galaktiku sistēmas centrālās daļas attēls optiskos staros (vizuālā un infrasarkanā attēla kombinācija). Galaktikas NGC 4038 kodols atrodas uz ziemeļiem (*attēlā pa kreisi*) no galaktikas NGC 4039 (*attēlā pa labi*). Kodoli atrodas 20 000 gaismas gadu attālumā viens no otra, tātad tuvāk nekā Saule no mūsu Galaktikas centra.

Sk. Z. Alksnes, A. Alkšņa rakstu "Galaktiku mijiedarbība".



Novērojot submilimetru viļņu garumos, diski ap zvaigznēm redzami putekļu termiskajā starojumā. Centrālā zvaigzne atzīmēta ar krustiņņu. Salīdzināšanai parādīts Saules sistēmas diametrs. *Pa kreisi* redzams Vegas iegarenais disks. Vai spožais plankums diskā liecina par planētas klātbūtni, nav noskaidrots. *Pa labi* redzams Fomalhauta gredzenveida disks. Bultiņas norāda uz diska centrālo atveri, kas varēja rasties, planētām veidojoties.



Sk. Z. Alksnes, A. Alkšņa rakstu "Planētas ārpus Saules sistēmas".



Jupitera pavadoņu – Ganimēda, Jo, Kallisto un Eiropas ārējais izskats un izmēru salīdzinājums. NASA/JPL



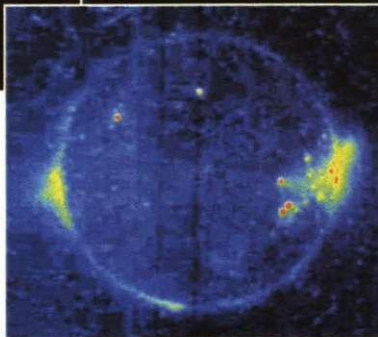
Tritona – Neptūna lielākā pavadoņa ārējais izskats. NASA



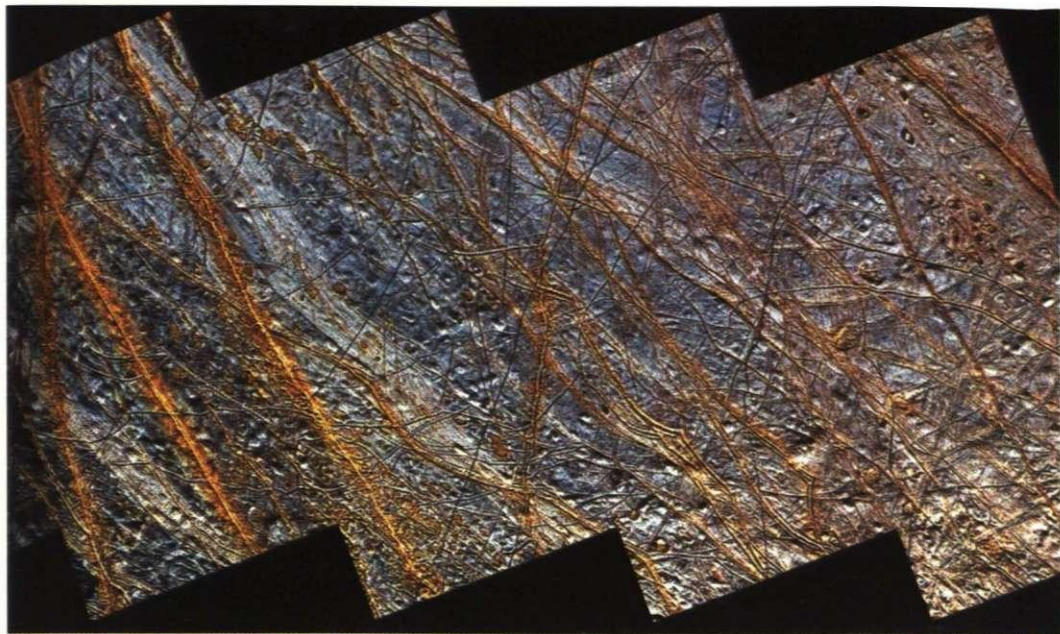
Zemes pavadoņa Mēness ārējais izskats. NASA/JPL

Blakus – Saturna lielākā pavadoņa Titāna ārējais izskats. NASA

Pa labi – pavadonis Jo Jupitera ēnā. Labi redzami darbojošos vulkānu rajoni pēc to spilgtajiem plankumiem, redzami arī gāzes izplūdumi no pavadoņa. NASA/JPL



Sk. V. Ustimenko rakstu "Saules sistēmas planētu lielākie pavadoņi".



Eiropas virsma. Sarežģītās rievu struktūras "arhitekts" ir bijusi siltuma plūsma, kas nākusi no pavadoņa dzīlēm.

NASA

Sk. V. Ustimenko rakstu "Saules sistēmas planētu lielākie pavadoņi".



Attēli no filmas "Zvaigžņu kari. 1. epizode. Ļaunu vēstošā ilūzija": telpu un kosmosa kuģa dizains filmā (pa kreisi), Nabū karaliene Amidala vienā no saviem unikālajiem tērpiem (pa labi).

Sk. G. Vilkas rakstu "Pirmie aktieri uz Marsa".



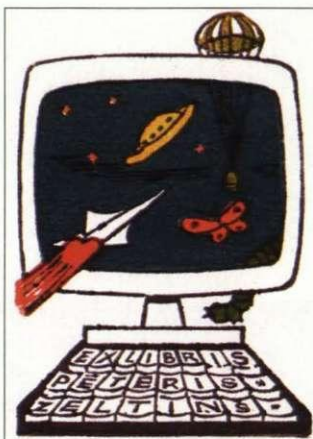
Elita Viliama, 1990, C3/col



Elita Viliama, 19296, C3/col



Anita Jansone-Zirnīte, C3



Andrejs M. Eizāns, 1991, X3/5



Valentinas Ajauskas, S/4



Elita Viliama, 1993, C3/col



Elita Viliama, 1999, C3/col

Sk. J. Štrausa rakstu "Zvaigžņotais Visums mūsdienu latviešu ekslibri".

dēļi un zemes gabals salas vienas laukuma vienības lielumā. Pasūtījuma realizācijai ir piešķirta apbūves platība tieši L salas laukuma vienības.

Kompānijai jau pieder 10 dēļu izgatavošanas darbnīcas citā salas rajonā. Lai ātrāk izpildītu pasūtījumu, var rasties nepieciešamība pēc papildu darbnīcām. Katras darbnīcas uzcelšanai nepieciešami Y dēļi un zemes gabals salas vienas laukuma vienības lielumā. Tā kā salas valdība nav ar mieru piešķirt papildu zemi darbnīcu būvei, tad vienīgā iespēja ir izmantot pasūtījuma izpildei piešķirto zemes gabalu un nepieciešamības gadījumā vēlāk šīs darbnīcas nojaukt.

Katra darbnīca vienā dienā izgatavo 10 dēļus. Visu darbnīcu izgatavotie dēļi ir pilnīgi vienādi.

Tie dēļi, kuri to saražošanas dienā nav izmantoti kādai būvei, neglābjami sabojājas – tos pa nakti sagrauz mazie zaļie dēļgrauži. Arī nojaukto darbnīcu dēļus šā iemesla dēļ atkārtoti izmantot nevar.

Vienas dienas laikā kompānijas strādnieki var veikt **vienu** no trim darbiem:

- uzbūvēt jebkuru skaitu darbnīcu, ja tajā dienā strādājošās darbnīcas izgatavo nepieciešamo dēļu skaitu un vēl neapbūvētā platība ir pietiekami liela;
- uzbūvēt jebkuru skaitu māju, ja tajā dienā strādājošās darbnīcas izgatavo nepieciešamo dēļu skaitu un vēl neapbūvētā platība ir pietiekami liela;
- nojaukt jebkuru skaitu darbnīcu.

Uzbūvētas darbnīcas var sākt darbu (izgatavot 10 dēļus dienā), sākot no nākamās dienas.

Uzrakstiet programmu, kas kompānijas vadītājam palīdz izrēķināt mazāko dienu skaitu, kāds nepieciešams pasūtījuma izpildei.

Ievaddati

Teksta faila BUVE.DAT pirmā rinda satur naturālu skaitli L ($L \leq 2500$), kas ir pasūtīto māju skaits. Otrā rinda satur naturālu skaitli X ($X \leq 255$) – dēļu skaitu, kas nepieciešams vienas mājas uzcelšanai. Trešā rinda satur naturālu skaitli Y ($Y \leq 255$) – dēļu skaitu, kas nepieciešams vienas darbnīcas uzcelšanai.

Izvaddati

Teksta faila BUVE.REZ vienīgajā rindā jāizvada vesels skaitlis – mazākais dienu skaits, kāds nepieciešams pasūtījuma izpildei.

Ja dotajiem ievaddatiem pasūtījumu izpildīt nav iespējams, failā jāizvada skaitlis 0.

Piemērs

Ievaddati (BUVE.DAT) Izvaddati (BUVE.REZ)

50 12

30

10

Viens no iespējamiem veidiem, kā pasūtījumu veikt 12 dienās, ir šāds:

Sākumā [mājas:0, darbnīcas:10, brīvā vieta:50]

1. diena: Uzceļ 10 darbnīcas [0, 20, 40]
2. diena: Uzceļ 10 darbnīcas [0, 30, 30]
3. diena: Uzceļ 10 mājas [10, 30, 20]
4. diena: Uzceļ 10 mājas [20, 30, 10]
5. diena: Uzceļ 10 mājas [30, 30, 0]
6. diena: Nojauc 15 darbnīcas [30, 15, 15]
7. diena: Uzceļ 5 mājas [35, 15, 10]
8. diena: Uzceļ 5 mājas [40, 15, 5]
9. diena: Uzceļ 5 mājas [45, 15, 0]
10. diena: Nojauc 5 darbnīcas [45, 10, 5]
11. diena: Uzceļ 3 mājas [48, 10, 2]
12. diena: Uzceļ 2 mājas [50, 10, 0]

Atrisinājums

Šā uzdevuma autors ir LIO žūrijas loceklis Renārs Gailis.

Aplūkosim stāvokļu diagrammu, kur horizontālā virzienā atliksim apbūves gabalā uzbūvēto darbnīcu, bet vertikālā – uzbūvēto māju skaitu:

Katrā rūtiņā ierakstīsim dienu skaitu, kas nepieciešams, lai šādu situāciju sasniegtu, un šajā dienā vēl māju būvei izmantojamo dēļu skaitu. Sākumā “atrodamies” rūtiņā (0; 0) un nav nekādu dēļu uzkrājumu. Beigās jānonāk rūtiņā (0; L).

Svarīgi ievērot: ja vispār vajadzēs celt darbnīcas, tad to ir vērts darīt tikai pašā sākumā (pirms māju celšanas). To iespējams pamatot šādi. Pieņemsim, ka nepieciešams nonākt no punkta (d_1, m_1) uz (d_2, m_2) , kur $d_1 < d_2$ un $m_1 < m_2$, ko iespējams paveikt divējādi:

1) vispirms būvējot mājas un tad darbnīcas $(d_1, m_1) \rightarrow (d_1, m_2) \rightarrow (d_2, m_2)$, vai arī

		Darbnīcas							
		0	1	2	3	4	L
Mājas	0	0/0							
	1								
	2								
	3								
	.								
	.								
	.								
	L								

2) vispirms būvējot darbnīcas un tad mājas (d_1, m_1) – \rightarrow (d_2, m_1) – \rightarrow (d_2, m_2).

Kā vienu, tā otru ēku būves tempus nosaka darbnīcu skaits būvēšanas laikā. Līdz ar to darbnīcu skaita palielināšana no d_1 uz d_2 abos gadījumos prasa vienādu dienu skaitu. Savukārt māju būve otrajā gadījumā ir iespējama vismaz tikpat ātri vai ātrāk nekā pirmajā variantā.

Šķita, ka uzdevums ir jau gandrīz atrisināts – aizpildām šo stāvokļu diagrammu un nolāsām rūtiņā (0; L) ierakstīto dienu skaitu. Tā tiešām būtu, ja ne uzdevumā minētā L vērtība, kas var sasniegt 2500. Tas padara neiespējamu šādas divdimensiju tabulas glabāšanu datora atmiņā.

Izrādās, ka iespējams iztikt ar viendimensiju masīvu, kurā tiek glabāta informācija par kārtējo dienu.

Vispirms aizpilda šo masīvu gadījumam, kad uzceltas 0 mājas – aprēķina, cik dienās iespējams uzcelt i darbnīcas katram $i \leq L$. Tā, piemēram, ja darbnīcas uzcelšanai būtu nepieciešami 50 dēļu,

tad šā masīva sākuma fragments izskatītos šādi: 0/0 1/0 1/0 2/0 2/0 3/0 3/0 4/0 4/0 4/0

Tālākajos soļos atliek analizēt divas iespējamās darbības – māju būvi (iegūst no šīs pašas rūtiņas) un darbnīcu nojaukšanu (iegūst no rūtiņām, kas masīvā ir tālāk). Tāpēc masīvs katrā nākamajā solī jāanalizē, sākot no beigām. Jāizvēlas tā darbība, kura ļauj attiecīgo situāciju sasniegt agrāk. Katrā solī masīva garums, salīdzinot ar iepriekšējo soli, jāsamazina par vienu (kopējās izmantotās platības lielums nevar pārsniegt L).

Ja mājas būvei nepieciešami 60 dēļu, tad masīva, kas atbilst vienai uzbūvētai mājai, sākums būtu šāds:

1/40 2/50 2/60 3/70 3/80 4/90 4/100 5/120 5/130

Savukārt masīvs, kas atbilst divām uzbūvētām mājām, būtu:

2/40 3/40 2/0 3/10 3/20 4/30 4/40 5/60

Tā turpinot analizēt, beigās nonāk līdz vēlāmajam rezultātam – mazākajam dienu skaitam, kādā iespējams uzcelt L mājas. 🐦

JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ

Kosmiskā tematika markās. ASV nākusi klajā jubilejas marku sērija, kas veltīta ievērojamajam astronomam Edvinam Hablam (1889–1953). Veicot galaktiku pētījumus ar Vilsona kalna (Kalifornijā) 100 collu teleskopu, viņš konstatēja Visuma izplešanos. Markās attēlotas brīnišķīgas ainas, kas iegūtas ar Habla kosmisko teleskopu. Jāatzīmē, ka pašai kosmiskajai observatorijai 24. aprīlī apritēja desmit gadu.

L. Z.

JĀNIS JAUNBERGS

MARSA IZPĒTE PĒC MCO UN MPL NEVEIKSMĒM

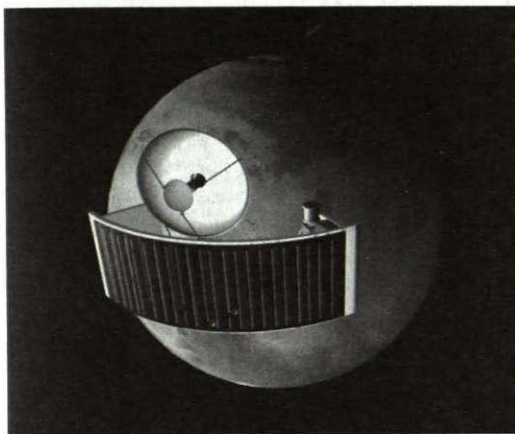
Mars Climate Orbiter un *Mars Polar Lander* zaudējums 1999. gada nogalē deva smagu triecienu NASA Marsa izpētes programmai. Vienkāršā navigācijas kļūda, kura pazudināja MCO, un nepietiekami pārbaudītie kontaktsensori, kas MPL nolaišanās dzinējus priekšlaicīgi izslēdza augstu gaisā pirms Marsa virsmas sasniegšanas, – varētu šķīst, ka šīs problēmas nākotnē ir viegli labojamas. MCO un MPL neveiksmju dziļākie iemesli tomēr ir nopietnāki.

Atšķirībā no tehniski orientētās un zinātniski pieticīgās *Mars Pathfinder* misijas 1997. gadā MCO un MPL pētnieciskās ambīcijas tuvojās apjomīgajām 1976. gada *Viking* misijām, attiecīgi iegūstot arī diezgan sadrumstalotu un izplūdušu organizatorisko struktūru. Simtiem pienākumu neskaidrā sadale, nepietiekams kontakts starp dažādām inženieru un zinātnieku grupām, gandrīz nereāli īsie termiņi un pieticīgais, nesta-

bilais finansējums – tie visi ir primārie iemesli, kāpēc *Jet Propulsion Laboratory (JPL)* tuvu stāvoši žurnālisti jau pirms MPL pazušanas šīs misijas izredzes vērtēja tikai ap 60%.

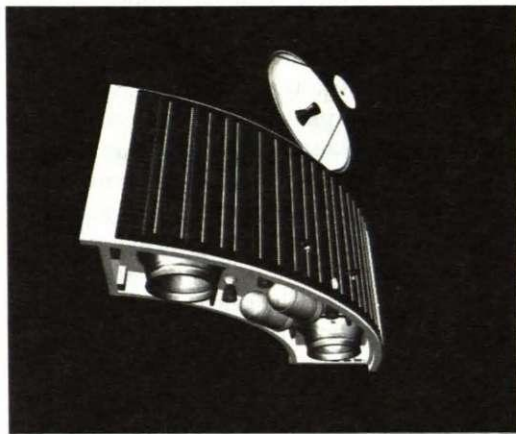
Pastāvīgi sarūkošais NASA budžets nepieļauj iespēju atgriezties pie milzīgajām *Galileo* un *Cassini* mēroga misijām, un pat pēc MPL neveiksmes ir skaidrs, ka mazākas un ātrākas programmas dod labākus un daudzveidīgākus rezultātus. Tāpat arī jāsamierinās ar to, ka kosmisko aparātu avārijas ir maksā par efektivitāti – nav jēgas misijā ieguldit divreiz vairāk naudas, ja veiksmes iespēja tādēļ pieaugtu, teiksim, no 60% līdz 80%.

Tomēr no MCO un MPL neveiksmēm var un vajag daudz ko mācīties. Kosmiskā aparāta veidotāju un misijas kontroles komandai ir jābūt pēc iespējas kompaktai un saliedētai – līdzīgi, kā tas bija *NEAR*, *Lunar Prospector* un



Marsa mikropavadonis.

NASA attēls



Marsa mikropavadonis.

NASA attēls

Pathfinder programmās. Turpmākajās Marsa misijās acimredzot vairāk uzmanības tiks pievērsts tehniskajiem aspektiem – navigācijai, sakariem un sistēmu daudzpusīgai testēšanai. Šā iemesla dēļ līdz 2003. gadam tiks atlikts *Mars Surveyor 2001* nolaižamā aparāta, kas pamatā ir gandrīz identisks avarējušajam *MPL*, lidojums.

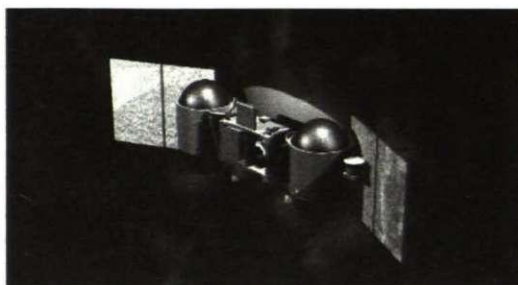
Gadījumā, ja *MPL* līdzīgs negadījums atkārtotos, mums nākamreiz būs daudz precīzāka informācija par tā ceļoņiem, jo turpmāk nolaižamie aparāti nosēšanās fāzē raidīs telemetrijas datus un pat attēlus uz Marsa orbītā esošajiem pavadoņiem. Tiek apsvērta arī iespēja izmantot “melnās kastes”, kas misijas inženiertehnisko informāciju spētu pārraidīt pat pēc avārijas.

Tam nepieciešamais sakaru pavadoņu tīkls ap Marsu ir ideja, kas pēc *MCO* un *MPL* zaudējuma ir ieguvusi jaunu popularitāti. *Mars Global Surveyor* šobrīd ir vienīgais aktīvais pavadoņš Marsa orbītā, bet 2001. gadā tam pievienosies līdzīgais *Mars Surveyor 2001* pavadoņš. 2003. gadā Marsu sasniegs *Mars Surveyor 2003*, *ESA Mars Express* un japāņu *Nozomi*. Visi šie pavadoņi tomēr būs pielāgoti pirmām kārtām Marsa pētišanai, nevis citu misiju datu retranslācijai.

Problēmu labi ilustrē visnotaļ sekmīgais *Mars Pathfinder* aparāts, kas varēja noraidīt datus uz Zemi tikai noteiktās diennakts stundās ar visai pieticīgu ātrumu. Daži vienkārši, standartizēti sakaru pavadoņi varētu desmitiem reižu paplašināt datu plūsmu starp Marsu un Zemi.

Sakaru infrastruktūra ap Marsu tāpēc būtu ļoti noderīgs un efektīvs ieguldījums Marsa izpētes nākotnē. Šobrīd iecerētā *JPL Mars Network* programma paredz veidot veselu tīklu no 220 kg pilnās masas (80 kg bez degvielas) mikropavadoņiem zemā Marsa orbītā, ko vēlāk varētu papildināt ar 1 līdz 3 lielaudas sakaru pavadoņiem Marsa stacionārajā orbītā.

Marsa mikropavadoņi liktu pamatu Marsa Internetam – tie sūtītu un saņemtu datu “paketes” savā starpā, sazinātos ar robotiem un vēlāk arī ar cilvēkiem uz Marsa virsmas un noraidītu iegūto informāciju uz Zemi. Brīva datu plūsma

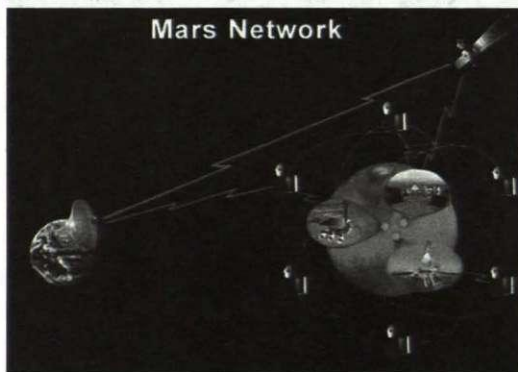


SpaceDev firmas mikropavadoņa variants.

SpaceDev attēls

no pētnieciskiem robotmobiļiem, Marsa baloniem un bezpilota lidmašīnām uz Zemi ir būtisks šādu misiju priekšnoteikums.

Pirmie mikropavadoņi varētu ierasties Marsa orbītā 2003. gadā kā *JPL* tehnoloģijas eksperiments. Eiropas Kosmiskā aģentūra šim nolūkam jau ir atvēlējusi *Ariane 5* nesēja raketē, ar kuru nelieli mikropavadoņi varētu startēt bez maksas kā sekundārā krava vienlaikus ar komerciāliem Zemes sakaru pavadoņiem. Pēc ievadīšanas ģeostacionārajā pārejas orbītā kopā ar primāro komerciālo kravu mikropavadoņi ar patstāvīgu (aptuveni 3 km/s) raķešmanevru ieietu trajektorijā uz Mēnesi, ar kura gravitācijas paātrinājuma palīdzību uzsāktu pusgadu ilgu ceļu uz Marsu. Aerobremzēšanas manevrs izmantotu Marsa atmosfēras augšējo slāņu pretestību ieešanai orbītā un aprīņošanas perioda samazināšanai līdz divām stundām. Šāda zema



Marsa Interneta shēma.

NASA attēls



Marsa izpētei no balona būtu nepieciešami datu retranslācijas pavadoņi.

NASA attēls

Marsa orbīta ļautu vieglāk sazināties ar pētnieciskajiem robotiem uz Marsa virsmas un brīvajā laikā uzņemt vērtīgus attēlus un vākt citus datus.

Vēlāk, ap 2007. gadu, Marsa stacionārajā orbītā paredzēts ievadīt lielāku, ap tonnu smagu sakaru pavadoņi, līdzīgu komerciālajiem sakaru pavadoņiem Zemes stacionārajā orbītā. Lielu saules bateriju paneļu darbināti jaudīgi raidītāji reālā laikā no robotmobiļiem vai Marsa baloniem retranslētu digitālus videosignālus uz Zemi.

Areostacionāro sakaru pavadoņu iespāids uz Marsa izpēti šobrīd ir tikai aptuveni nojaušams. Robusta sakaru infrastruktūra Marsa misijas pārvērtīs no dārga, riskanta un bieži vien nepateicīga lielo kosmisko aģentūru pasākuma par kaut ko līdzīgu bezrūpīgai klejošanai starpplanētu Internetā. Komerciālas kompānijas, astronomiska un tehniska rakstura klubi, pat privātpersonas varēs būvēt savus miniatūrus robotus, kas rāpos, ložņās vai brauks pa Marsa virsmu, varbūt pat lidos Marsa atmosfērā un raidīs savus piedzīvojumus uz tuvāko starpplanētu Interneta serveri kaut kur Marsa orbītā.

Nākamās paaudzes Marsa robotiem nevajadzēs sarežģītas navigācijas un sakaru iekārtas, šiem nolūkiem pietiks ar kaut ko līdzvērtīgu portatīvam GPS uztvērējam un mobilā telefona raidītājam.



Nomad robots Antarktīdā lietoja jaudīgus pavadoņsakarus. Ne mazāks sakaru apjoms tam būtu nepieciešams arī uz Marsa.

NASA attēls



Nomad robots Atakamas tuksnesī. Uz Marsa tam vajadzētu jaudīgus pavadoņsakarus.

NASA attēls

Vai miniatūru robotu aktivitātes un virtuālajā klātbūtne uz Marsa un citur Saules sistēmā ļaus starpplanētu Internetam attīstīties no skaistas NASA ieceres par komerciāli patstāvīgu un neatkarīgu sakaru tīklu, kā tas ir noticis ar Pentagona savulaik izgudroto Zemes Internetu? Atbilde lielā mērā ir atkarīga no Zemes sabiedrības intereses par apkārtējo izplatījuma telpu un no Saules sistēmas apgūšanas entuziastiem, ieskaitot "Zvaigžņotās Debess" lasītājus. Ja pietiekami liela publikas daļa būs gatava maksāt par starpplanētu Interneta piedāvāto izklaidi un informāciju, Zemes sakaru tīkla izplešanās kosmosā ir neizbēgama.

Ar rakstu saistītas interneta adreses:

MCO un MPL avārijas izmeklēšanas slēdzieni
Mars Surveyor 2001
ESA Mars Express
Mars Network mājas lapa
Komerčiāli Marsa mikropavadoņi (SpaceDev)

<http://mars.jpl.nasa.gov/msp98/news/reports.html>
<http://mars.jpl.nasa.gov/2001/index.html>
<http://sci.esa.int/missions/marsexpress/>
<http://marsnet.jpl.nasa.gov/>
<http://www.spacedev.com/Products/CommercialDeepSpaceMissions.htm>
<http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/project/lri-13/www/atacama-trek/>
<http://bongo.jpl.nasa.gov/>

Nomad robots Atakamas tuksnesī

Starpplanētu interneta pētniecības grupa NASA

KONKURSS LASĪTĀJIEM

1. *Fobosa orbīta lēnām tuvojas Marsam, bet Deimosa orbīta attālinās no Marsa. Tas ir saistīts ar paisuma spēkiem, bet kā tieši? Kā Jūs domājat, kāds gals gaida Fobosu, orbītai sarūkot tālāk?*

2. *Jūsu kosmosa kuģis ir noenkurojies uz Fobosa (kāpēc nepieciešams enkurs?). Jūs atritināt trosi lejup Marsa gravitācijas laukā, līdz sasniedzat Marsa atmosfēru. Ar kādu ātrumu troses gals pārvietojas atmosfērā? Kam šāda trose varētu būt noderīga?*

Atbildes ar norādi "Marsa konkurss" "ZvD" redakcijas kolēģija (Raiņa bulv. 19, Rīgā, LV-1586) gaidīs **līdz 4. augustam**.

Iepriekšējā konkursa rezultāti

"Zvaigžņotās Debess" 2000. gada pavasara numurā (63.–64. lpp.) nodaļā "Marss tuvplānā" izsludinātais konkurss lasītājiem piepulcināja lielāku dalībnieku loku nekā pirmajā reizē – šoreiz tajā piedalījās jau četri mūsu žurnāla lasītāji.

Pirmais jautājums "Kas tas ir?" bija uzdevums izpētīt divus attēlus un pastāstīt, kas, lasītājamprāt, varētu būt uz Marsa reģistrētie veidojumi. Pareiza atbilde ir – smilšu kāpas. Tās ir fotografētas ģeogrāfiski atšķirīgās vietās un laikos. Kreisajā pusē redzamajā attēlā kāpas ir lokveida. Lasītājs Edgars Šimanovičs (Rēzekne) bija precīzi uztvēris līdzību ar uz mūsu planētas esošajiem veidojumiem – barhaniem –, kuriem ir pusmēness vai sirpja forma ar garu slipumu vēja pusē, bet pretējā – isa, stāva nogāze. Otrā attēlā ir lēzenākas kāpas tuvāk Marsa polārajiem rajoniem, kuras ziemā klāj vietējā sniega-sarmas kārtā, bet pavasarī gaišais oglekļa dioksīda un ūdens ledus slānis kūst, iztvaiko un tiek pamazām atsegta Marsa zeme, kas attēlā redzama kā tumšāku laukumu virknītes. Kā uztvēra lasītāja Inga Začeste, tam ir zināma līdzība ar Zemes apstākļos novērojamo parādību, kad pavasarī uz neapēnota lauka kūst sniegs: "Bez acīm redzama iemesla vietām sniegs izkūst ātrāk nekā citviet, lai gan nekāda saules siltuma aizturējuma nav."

Otrais jautājums bija par orientēšanos uz Marsa ar zvaigžņu palīdzību (ar tādu situāciju varētu saskarties Marsa pētnieki, kuriem kādu iemeslu dēļ ir sabojājušās navigācijas ierīces). Uz Zemes ziemeļu virzienu var viegli noteikt pēc Polārsvaigznes, kuru savukārt var diezgan vienkārši atrast, gar Lielā Lāča zvaigznāji esošā kausa malu velkot iedomātu līniju, līdz tā nonāk pie samērā spožas zvaigznes – Polārsvaigznes. Marsa rotācijas ass ziemeļpols nesakrīt ar no Zemes novērojamo debesu ziemeļpolu, tādēļ aktuāls ir jautājums, kā pēc iespējas vieglāk atrast ziemeļu virzienu. Visi lasītāji, ieskaitot Borisu Redkinu (Rīga) un Kārli Skrastiņu, iepriekšējā konkursa uzvarētāju, bija norādījuši, ka Marsa debesu ziemeļpols ir meklējams, novelkot iedomātu līniju no Deneba (Gulbja α) uz Cefeja θ

(vai arī Cefeja Θ), un aptuveni vidusdaļā atrastos mūsu meklētais punkts. Savukārt dienvidpols atrastos Buru zvaigznājā. Tā vieglākai atrašanai var vilkt iedomātu līniju starp Buru α un Buru θ .

Vispareizāk uz abiem jautājumiem atbildēja un balvas saņēma **Edgars Šimanovičs** (grāmatu "The Case for Mars") un **Inga Začeste** (grāmatu "Destination Mars"). Patecamies par iesūtītajām atbildēm un ikvienu aicinām piedalīties arī turpmākajos konkursos!

Mārtiņš Gills

Interesanti attēli



Attēla pa kreisi, ko 1999. gada 3. augustā ieguva kosmiskais aparāts Mars Global Surveyor, redzami veidojumi ir sasalušas Marsa dienvidpola rajonā. Siera caurumiem līdzīgie riņķi ir padziļinājumi attiecībā pret aptuveni 4 metrus augsto sasalušā slāni, kurš, visticamāk, sastāv no oglekļa dioksīda un ūdens. Šādi veidojumi ir novēroti tikai dienvidpola rajonā.

Apgaismojums nāk no augšējā kreisā stūra. Attēla šaurākā mala atbilst 3 kilometriem uz Marsa virsmas.

Augšējā attēlā redzami veidojumi ir bedres Marsa dienvidpola rajonā. To īstā izcelsme vēl nav zināma, bet iespējams, ka zem ledus slāņa ir radušies iedobumi un tas ir iebrucis vai arī ledus šajā apgabalā kaut kādu iemeslu dēļ ir ticis saspīests. Apgaismojums nāk no augšējā kreisā stūra. Attēls parāda 3x3 kilometrus lielu apgabalu. Tas iegūts 1999. gada 3. novembrī.

NASA/JPL/MSSS attēli

M. G.

VIKTORS USTIMENKO

SAULES SISTĒMAS PLANĒTU LIELĀKIE PAVADOŅI

Šobrīd Saules sistēmā ir zināmi 64 dabiskie planētu pavadoņi. No tiem septiņi pēc saviem izmēriem ievērojami pārsniedz pārējos pavadoņus, kā arī Plutonu, asteroīdus un komētas. Par šiem septiņiem pavadoņiem arī pieejama plašāka informācija (sk. 1., 2. tab.).

Planētu lielākie dabiskie pavadoņi ir Jupitera Galileja pavadoņi **Jo**, **Eiropa**, **Ganimēds** un

Kallisto, kas ārēji ir ļoti atšķirīgi cits no cita; **Mēness**, Zemes pavadoņi, kurš pēc saviem galveniem raksturlielumiem atrodas starp Jo un Eiropu; **Titāns**, Saturna pavadoņi, kam ir slāpekļa atmosfēra, kura ir biežāka nekā Zemei, un tālā Neptūna pavadoņi **Tritons**, pārklāts ar pankūkveida ledus slāni, kas atgādina ledu Zemes aukstajās jūrās (sk. att. krāsu ielikuma 2. lpp.).

1. tabula. Lielākie Saules sistēmas planētu pavadoņi

Planēta	Pavadoņi	Simbols	Atklāšanas datums	Atklājējs	Valsts
Zeme	Mēness	☾	—	—	—
Jupitera	Jo	♃ I	07. 01. 1610	G. Galilejs S. Mariuss	Itālija Vācija
Jupitera	Eiropa	♃ II	07. 01. 1610	G. Galilejs S. Mariuss	Itālija Vācija
Jupitera	Ganimēds	♃ III	07. 01. 1610	G. Galilejs S. Mariuss	Itālija Vācija
Jupitera	Kallisto	♃ IV	13. 01. 1610	G. Galilejs S. Mariuss	Itālija Vācija
Saturns	Titāns	♄ VI	03. 1655	K. Heigenss	Holande
Neptūns	Tritons	♆ I	10. 10. 1846	V. Lasels	Anglija

2. tabula. Pavadoņu orbītu raksturlielumi

Pavadoņi	Vidējais orbītas rādiuss, 10 ³ km	Apriņķošanas periods, diennaktis	Vid. attālums no Saules, milj. km	Vid. attālums no Saules, a. v.
Mēness	384,4	27,3217	149,6	1,0
Jo	421,6	1,769	778,3	5,203
Eiropa	670,9	3,551	778,3	5,203
Ganimēds	1070	7,155	778,3	5,203
Kallisto	1883	16,689	778,3	5,203
Titāns	1221,85	15,945	1427,0	9,54
Tritons	354,3	5,877 *	4496,6	30,158

* – pretējā virzienā, salīdzinot ar vairākumu pavadoņu.

VISPĀRĪGIE RAKSTURLIELUMI

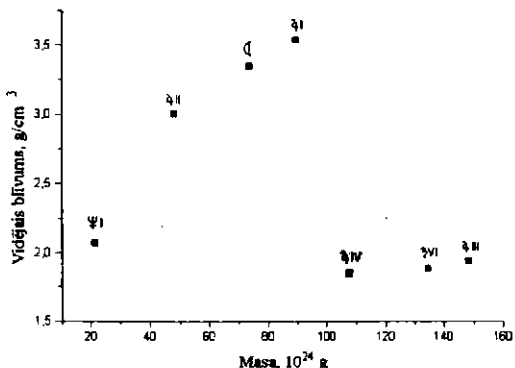
Visu septiņu pavadoņu masu vērtības atrodas starp Merkura un Plutona masām (sk. 3. tab.).

To diametri ir no 5268 km **Ganimēdam** – Saules sistēmas lielākajam pavadonim – līdz 2704 km **Tritonam**. Visi šie pavadoņi ir lielāki par Plutonu, bet mazāki par Marsu.

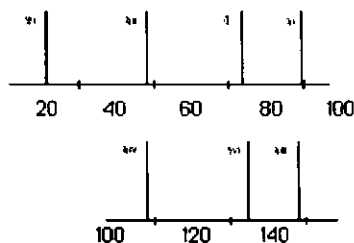
Jo, Mēness un **Eiropas** vidējie blīvumi ir 3,53–3,0 g/cm³, bet **Ganimēda, Titāna** un **Kallisto** – 1,94–1,85 g/cm³. **Tritona** blīvums atbilst apmēram vidējai vērtībai starp šiem lielumiem.

Masas un vidējā blīvuma diagrammā šie seši pavadoņi veido divus zarus, pa trim objektiem katrā (sk. 1. att.), kuros vidējais blīvums samazinās, samazinoties objekta masai. Tritons uz šīs diagrammas nepieder nevienam no zariem.

Interesanti, ka masu skalā (sk. 2. att.) intervāli starp masu vērtībām Ganimēdam, Titānam un Kallisto ir gandrīz identiski intervāliem starp Jo, Mēnesi un Eiropu, t. i., Ganimēda, Titāna, Kallisto masa ir par (59–61)·10²⁴ g lielāka nekā attiecīgi Jo, Mēness un Eiropas masa. Uz masu skalas Tritons atrodas gandrīz tikpat tālu no Eiropas, kā Eiropa atrodas no Mēness.



1. att. Masas un vidējā blīvuma diagramma lielākajiem Saules sistēmas planētu pavadoņiem.



2. att. Saules sistēmas lielāko planētu pavadoņu masu sadalījums.

3. tabula. Pavadoņu raksturlielumi

Pavadoņš	Vidējais diametrs, km	Tilpums, 10 ⁹ km ³	Masa, 10 ²⁴ g	Vidējais blīvums, g/cm ³	Albedo	Virsmas temperatūra, maks./min. (°C)	Virsmas krāsa	Virsmas sastāvs
Ganimēds	5268	76,55	148,186	1,936	0,34	-125 -190	Rozā	Netīrs ledus
Titāns	5150	71,5	134,6	1,88	0,14 ^a	-179 ^a	Brūna ^a	?
Kallisto	4806	58,123	107,593	1,851	0,15	-110 -190	Rozā	Netīrs ledus
Jo	3642,6	25,307	89,316	3,529	0,54	-120 -190	Gaiši dzeltēna	Sērs, sēra dioksīds
Mēness	3474,8	21,99	73,483	3,341	0,18 ^b 0,05 ^c	+130 -170	Pelēka	Silikāti
Eiropa	3130	16,1	47,998	3,0	0,73	-135 -190	Rozā	Ledus
Tritons	2704	10,35	21,4	2,07	0,95 ^d 0,62 ^e	-236	Pelēka, sarkana	Ledus

^a atmosfēra, ^b kontinenti, ^c jūras, ^d polārā cepure, ^e pārējā virsma

Ir jāatceras, ka iepriekšminētie objekti riņķo ap planētām, kuru orbītu izmēri stipri atšķiras savā starpā.

IEKŠĒJĀ UZBŪVE

Ganimēda, Titāna un Kallisto vidējo blīvumu vērtības ir ļoti tuvas – tās atšķiras mazāk nekā par $0,085 \text{ g/cm}^3$. Trim pietiekami lieliem Saules sistēmas ķermeņiem tas ir mazs lielums. Iespējams, ka to dzīlēm ir līdzīga uzbūve.

Ganimēda, Titāna un Kallisto iekšējās uzbūves pirmos modeļus 1970. gados piedāvāja G. Dž. Konsolmanjo un Dž. S. Lūiss. Izpētei turpinoties, modeļi tiek precizēti.

No tā, ka Ganimēdam ir magnētiskais lauks, izsecināts, ka tā centrā ir dzelzs kodols. Kallisto un Eiropai zem ledus garozas atrodas visu pavadoņi aptveroši sālsūdens okeāni (noteikts pēc Jupitera magnētiskā lauka izmaiņām šo pavadoņu virsmas tuvumā).

Pastāv hipotēze, ka Ganimēdam ir daudzslāņaina iekšējā struktūra: centrā atrodas dzelzs kodols, to aptver silikātiežu mantija, augstāk atrodas vairāku simtu kilometru bieza ūdens (ledus?) mantija, ko klāj ap 100 km bieza ledus garoza. Titāna uzbūve varētu būt līdzīga Ganimēda uzbūvei (*sk. 3. att.*).

Iespējams, ka Kallisto iekšienē zem 100–150 km biezās ledus garozas līdz pašam centram atrodas jaukta ledus un silikātiežu masa. Tomēr iespējams arī Titānam līdzīgas uzbūves modelis. Nesen uz Kallisto bija atklāts zemvirsmas globālais okeāns. Tas nozīmē, ka Kallisto arī ir daudzslāņu uzbūve.

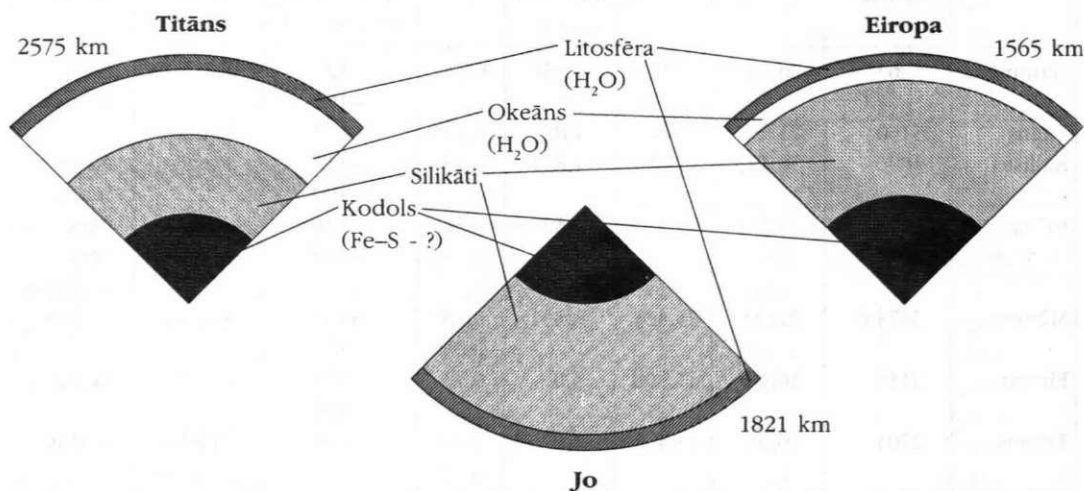
Ganimēda, Titāna un Kallisto zemais vidējais blīvums norāda uz ūdens krājumu bagātību. Iespējams, ka katrā no šiem dabiskajiem pavadoņiem ir ūdens krājumi, kas apmēram 40 reizi pārsniedz Zemes ūdens krājumus.

Jo un Mēness vidējais blīvums ir samērā augsts – attiecīgi $3,53$ un $3,54 \text{ g/cm}^3$, to izmēri ir mazāki nekā Ganimēdam, Titānam un Kallisto. Jo un Mēness ir silikātiežu debess ķermeņi ar kodolu, kas sastāv no dzelzs un piemaisījumiem. Arī garoza tiem veidota no silikātiežiem.

Eiropa un Tritons sastāv no silikātiežiem, centrā ir dzelzs kodols. Starp ledus garozu 5–30 km biezumā un silikātu mantiju atrodas globālie sālsūdens okeāni: 100 km dziļš okeāns uz Eiropas un 150 km – uz Tritona.

PAVADOŅU VIRSMA

Saules sistēmas planētu lielāko dabisko pavadoņu virsma sastāv no dažādiem materiāliem. Lie-



3. att. Titāna, Eiropas un Jo iekšējā uzbūve.

lākai daļai tas ir ūdens ledus ar dažādu netīrības pakāpi, tikai Jo un Mēnesim virsma nav no ledus.

Ledus virsmu reljefa augstums ir relatīvi neliels – līdz 1 km (*sk. 4. tab.*): smago pavadoņu gravitācijas dēļ ledus neiztur daudzu kilometru bieza reljefa smagumu. Liela nozīme ir garozas biežumam, kas var būt neliels, pavadoņu dziļu temperatūrai un to iespējamam seismiskumam. Reljefa augstums uz pavadoņiem ar silikātiem garozu – Jo un Mēness – attiecīgi sasniedz 9–12 km. Silikātiem garozai ir jābūt pietiekami biežai augstu kalnu rajonā.

Jo virsma ir pārklāta ar sēru un sēra dioksīda sniegu. Tas, ka uz Jo nav triecienkrāteru, norāda uz virsmas ātru mainīgumu iekšējo procesu iedarbībā. Uz Jo ir atklāts sēra vulkānisms. Lielu un mazi izvirdumi ir labi pamanāmi arī no liela attāluma (*sk. att. krāsu ielikuma 2. lpp.*). Lielu virsmas laukumu aizņem līdzenumi, kas galvenokārt atrodas pavadoņa ekvatora zonā. Ir saskatāmi veidojumi, kas līdzīgi zem cieta sēra slāņa gulošiem ezeriem. Tuvāk poliem Jo reljefs kļūst izteiksmīgāks – augstumu starpība tur sasniedz 9 km. Polu apvidū virsma ir tumšāka, bet atrodami arī gaiši ar sēra dioksīdu apsarmoti apgabali.

Viens no enerģijas avotiem Jo virsmas vulkāniskās darbības uzturēšanai var būt Jo paisumvilņa svārstības ar amplitūdu līdz 100 m. Gadījumos, kad Jo ir konjunkcijā ar kaimiņpavadoņiem Eiropu un Ganimēdu, Jo orbitai rodas uzspiesta ekscentricitāte. Tad attālums starp Jo un Jupiteru, kura gravitācijas lauks izraisa milzīgu paisumvilni, nedaudz mainās. Bet pat ļoti mazas šā attāluma izmaiņas izraisa pavadoņa dziļes milzīgu enerģijas izdalīšanos.

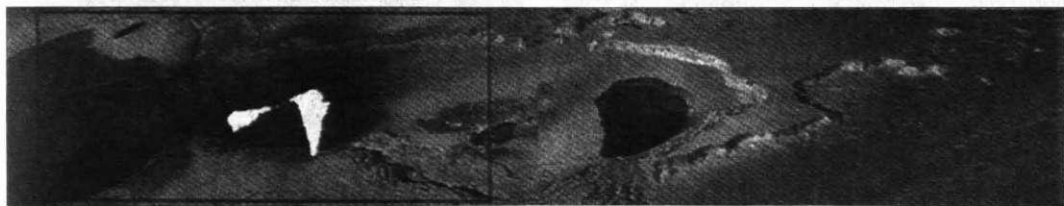
4. tabula. Virsmas reljefs

Pavadoņi	Galvenie virsmas veidojumi	Maksimālais reljefa augstums, km
Ganimēds	Krāteri, rievās	0,7
Titāns	?	?
Kallisto	Krāteri	1,0
Jo	Līdzenumi, augstienes	9,0
Mēness	Krāteri, līdzenumi	12,0
Eiropa	Rievās	0,3
Tritons	Pankūkveida formas ledus veidojumi	1,0

Mēness pēc diametra ir nedaudz mazāks par Jo. Tā virsma sastāv no silikātiem. Apmēram 1/6 daļu no Mēness virsmas aizņem tumšie zemie līdzenumi (tā sauktās jūras). Tie gandrīz visi atrodas ekvatoriālos rajonos uz Mēness redzamās puses. Šie līdzenumi izveidojušies pirms apmēram 2,5 miljardiem gadu. Virsmas pamatdaļu aizņem senas, krāteriem noklātas augstienes, kur augstumu kritumi var sasniegt 12 km. To vecums ir lielāks par 4 miljardiem gadu. Starp reljefa formām ir arī triecienizcelsmes “baseini” ar vairākiem gredzeniem.

Uz Mēness virsmas ir atrasti nelieli gāzes izvirdumi, bet pie poliem – ūdens sarma.

Gaišā **Eiropas** virsma sastāv no ledus un tajā ir maz triecienkrāteru. Lielākā reljefa daļa ir šķērsota ar “rievām”, kuru kores mijas ar ieplakām (*sk. 5. att.*). Tās šķērso arī cita citu un stiepjas milzīgos attālumos. Eiropas virsma lēni deformējas, veicinot šo reljefa formu veidošanos. Deformāciju cēloņi var būt okeāna zemvirsmas plūsmas un Eiropas paisumvilņa svārstības, tiesa, daudz mazākos mērogos nekā uz Jo, jo attālums līdz masīvajam Jupiteram ir



4. att. Vulkaniskais rajons *Zamama* uz pavadoņa Jo virsmas. Gaišais plankums – vulkāna izvirduma rajons. NASA/JPL foto

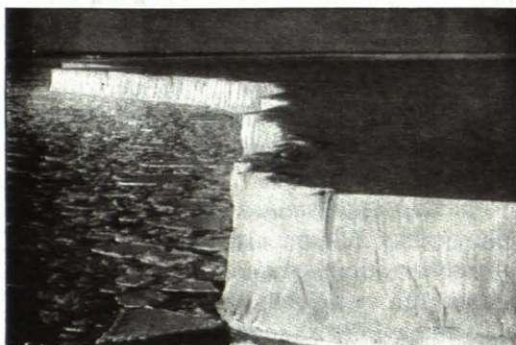


5. att. Eiropas virsma. To šķērso triju tipu "rievas": senā "rievotā" virsma ir sašķelta ar jaunākām tumšām "rievām", kuras savukārt šķērso gaišas jaunas "rievas" (augšā) ar gaišiem vaļņiem malās.

lielāks. Paisumviļņa svārstību iemesls ir tāds pats kā uz Jo – Eiropas orbītas uzspiestā ekscentricitāte tās konjunktiju dēļ ar kaimiņiem Jo un Ganimēdu.

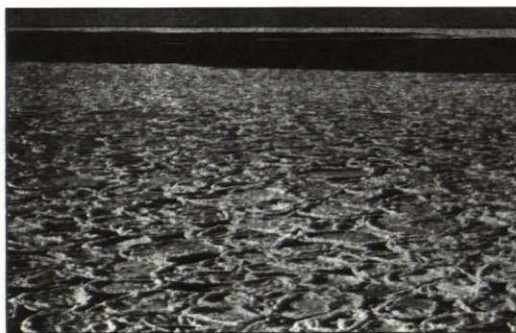
Jaunākie "rievotās" virsmas apgabali ir tumšāki, tie stiepjas vairākus simtus kilometru un no liela attāluma līdzinās jaunām plaisām gaišā ledū. Viens no tumšo "rievu" nokrāsas iespējamiem iemesliem ir šāds. Paaugstināta virsmas vielas siltumvadāmība paaugstina virsmas temperatūru pie jaunās "rievas", kas liek ledum lēni iztvaikot. Rozā tumšā viela, kas ietilpst ledus sastāvā, neiztvaiko, tādējādi sakrājoties uz virsmas un mainot tās krāsu. Eiropas virsmu šķērso arī visjaunākie veidojumi – garas šauras rievas ar gaišiem vaļņiem malās, kur virsmas sašķelšanās gaitā no pavadoņa iekšienes plūstošais ūdens tvaiku formā kondensējās uz plaisas malām, tā veidojot gaišus sniega vaļņus.

Dažos Eiropas rajonos var ieraudzīt haotiskas reljefa formas, kas ir dažu desmitu kilometru lielas (sk. att. krāsu ielikuma 3. lpp.). Iespējams, ka tās ir veidojušās, kūstot ledus garozai virs karstiem silikātiem mantijas rajoniem. Garoza plaisāja, nelieli bloki izkusa, lielākie pārvietojās (sk. att. krāsu ielikuma 3. lpp.), bet vēlāk ūdens sasala. Šie ledus bloki no ārpuses ir ļoti līdzīgi Antarktīdas jūru galdveida aisbergiem (sk. 6. att.), kas nošķeļas no šelfa ledāja.

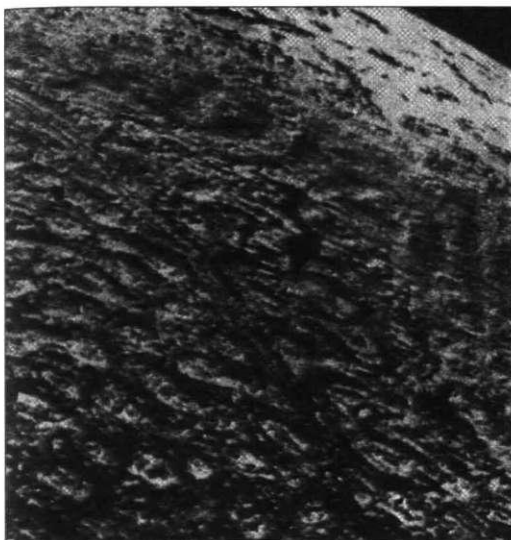


6. att. Ledus barjeras mala Antarktīdā. Šelfa peldošo ledāju augstums ir ap 50 metru virs jūras līmeņa.

Tritona – Neptūna pavadoņa – virsmas lielāko daļu aizņem veidojumi, kas ir līdzīgi plaknāi sasaluša ledus kārtai, kura atgādina pankūkas formu. Uz Zemes šāds ledus veidojas, kad ūdens neviendabīgi sasilst un ir neliels viļņojums un straumes, kuru dēļ ledus gabali beržas cits gar citu (sk. 8. att.). Uz Tritona šie veidojumi sa-



7. att. Pankūkveida formas ledus antarktiskajās jūrās veidojas, ūdenim sasilstot viļņošanās laikā.



8. att. Tritona virsmas apgabals, kas atgādina uz Zemes sastopamo pankūkveida ledu. NASA/JPL foto

sniedz vairākus kilometrus diametrā. Iespējams, Tritona virsmas veidošanās posmā (vairāk nekā pirms miljarda gadu) tam bija izstieptāka orbīta. Šis efekts izraisīja paisumviļņa svārstības zemvirsmas okeānā, kuru dēļ ledus garoza periodiski saplaisāja un notika ledus "pankūku" berzēšanās savienojumu vietās (sk. 7. att.).

Tritona virsmu šķērso garās "rievas" ar augstiem vaļņiem to malās, kas līdzinās Eiropas virsmas veidojumiem.

Dienvīdu polāro apgabalu, kas tagad ir vērsti pret Sauli, klāj gaiša "cepure", kura sastāv no slāpekļa sarmas. Tur atrodas geizeri, kuru strūkļas sasniedz 8 km augstumu. Vēji, kas pūš pavadoņa atmosfērā, aizpūš izvirdumu produktus simtiem kilometru tālu no avota, atstājot uz virsmas tumšas svītras.

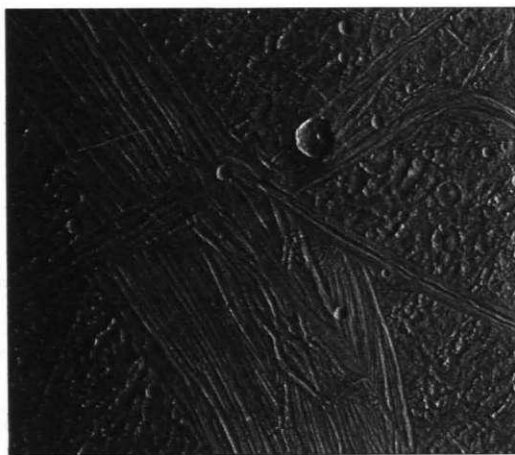
Ganimēda virsma sastāv no netirā ūdens ledus. Uz tās ir redzami divu tipu apgabali – tumšie un gaišie.

Tumšie reģioni ir noklāti ar triecienkrāteriem, to vecums ir lielāks par 4 miljardiem gadu (sk. 9. att.). Tie ir vecākie apgabali uz Ganimēda virsmas; lielākais apgabals, ko sauc *Galileo Regio*, ir 1500 km liels.



9. att. Apgabala *Galileo Regio* senā krāteriem klātā virsma. NASA/JPL foto

Starp tumšiem reģioniem atrodas gaišākie, ko, līdzīgi kā uz Eiropas, šķērso "rievas". Tie ir jaunāki – to vecums ir "tikai" 1 miljards gadu (sk. 10. att.). Triecienkrāteru skaits ir neliels. Dažās vietās virsma ir nosēdusies un pieplū-



10. att. Daudz jaunākā, plaisām klātā Ganimēda virsma.

dusi ar ūdeni no pavadoņa dzilēm. Ūdens sasalis, veidojot līdzenu reljefu.

Cita Jupitera pavadoņa – **Kallisto** – virsma ir tumša, līdzīgi kā Ganimēda vecākajos rajonos. Tā sastāv no ūdens ledu, kas ir piesāpots ar silikātiem, ir konstatēts sausais ledu un sērs (sk. 11. att.).

Kallisto reljefa formas līdzinās Mēness formām – tie ir trieciencrāteri un “baseini” ar vairākiem reljefiem gredzeniem. Lielākais no tiem – Valhalla – ir 1500 km liels.

Par **Titāna** – Saturna lielākā pavadoņa – virsmu gandrīz nekas nav zināms; to ieskauj neauredzami mākoņi un dūmaka.



PAVADOŅU ATMOSFĒRAS

Mēnesim praktiski nav atmosfēras. Relatīvais Mēness tuvums Saulei un mazā masa neļauj atmosfērai veidoties.

Jupitera pavadoņiem, kas atrodas tālu no Saules, ir ļoti retināta atmosfēra (sk. 5. tab.).

5. tabula. Pavadoņu atmosfēras

Pavadonis	Atmosfēras sastāvs	Atmosfēras spiediens uz virsmas, bar	Atklāšanas gads	Atmosfēras atklājējs
Ganimēds	Skābeklis (O ₂)	?	1993	R. Spensers M. Kalvins
Titāns	Slāpekļis (N ₂) Metāns (CH ₄)	1,5	1944	Dž. Koipers
Kallisto	Oglekļa dioksīds (CO ₂)	7,5·10 ⁻⁹	1997	R. Karlsons
Jo	Sēra dioksīds (SO ₂)	?	1979	<i>Voyager – 1</i>
Mēness	—	—	—	—
Eiropa	Skābeklis (O ₂)	1·10 ⁻⁷	1994	T. Halls
Tritons	Slāpekļis (N ₂) Metāns (CH ₄) Tvana gāze (CO)	(20–45)·10 ⁻⁶	1989	<i>Voyager – 2</i>

Saturna pavadonim **Titānam** ir unikāla slāpekļa atmosfēra, kurā ir daudz piemaisījumu un ķīmisku savienojumu. Tās spiediens pie virsmas ir 1,5 atmosfēras, bet masa ir 10 reižu lielāka par Zemes atmosfēras masu. Dūmaka un mākoņi Titāna atmosfērā veido ne mazāk kā trīs slāņus, kas sarežģī virsmas izpēti elektromagnētiskā spektra redzamajā diapazonā. Vēji, kas pūš atmosfērā, veido vāji redzamas mākoņu joslas un

11. att. Kallisto senā, krāteriem klātā virsma. zonas, kā arī vairākus mākoņu virpuļus, kas ir saskatāmi uz pavadoņa diska fona.

Neptūna pavadoņa – **Tritona** – atmosfēra ir ļoti retināta. Tā sastāv no slāpekļa ar metāna CH₄ un tvana gāzes CO piemaisījumu. Iespējams, atmosfēru nepārtraukti papildina geizeru izvirdumu produkti.

Tritona atmosfērā ir dūmaka un viegli mākoņi. Šobrīd Jupitera pavadoņi tiek pētīti ar automātisko starpplanētu staciju (ASPS) *Galileo*, ko palaida NASA un ESA. Tiek plānota arī tālāka Jupitera sistēmas izpēte.

Saturna virzienā kustas *Cassini*, ko palaida NASA un ESA. *Cassini* pētīs Saturna pavadoņu sistēmas, pirmām kārtām – Titānu. Tā sasniegs Saturnu 2004. gada vidū. 🐼

GUNTA VILKA

PIRMIE AKTIERI UZ MARSA

1999. gads kinopasaule bija zīmīgs ar pasaules gala tēmu – šai tēmai bija veltītas filmas “Pasaules gals”, “Stigma” un “Dogma”. Toties jaunu kosmiski astronomisku filmu bija maz un tās pašas bija tikai daļēji atbilstošas tēmai. Un tomēr. Fantastikas cienītāji sagaidīja iznākam uz ekrāniem leģendārā režisora Džordža Lukasa filmu “Zvaigžņu kari. 1. epizode. Ļaunu vēstošā ilūzija” (“Star Wars. Episode 1. The Phantom Menace”), bet vai rezultāts bija ap šo filmu saceltās ažiotažas vērts?.

Te mazliet jāatskatās pagātnē. 1977. gadā Džordža Lukasa filma “Zvaigžņu kari” (“Star Wars”) pamatīgi satricināja līdz tam pierastos fantastikas filmu standartus un stilu. Tā bija filma visiem – gan lieliem, gan maziem; līdz šim tik plašai mērķauditorijai radītu darbu nebija. Sižets savos pamatos bija bezgala vienkāršs, kā jebkurai pasakai vai teiksmai. Tas arī atbilstoši sākās: “Senos laikos, tāltālā galaktikā...” Filmas galvenā varone princese Leja bija nokļuvusi briesmās.



Gangans Džardžārs Binks no planētas Nabū. Attēls no filmas “Zvaigžņu kari. 1. epizode. Ļaunu vēstošā ilūzija”.

Viņu steidza glābt jaunais ideālists Luks, kuram palīgā nāca draugi – jautrais un pārgalvīgais pirāts Hans un gudrais Džedaju skolotājs Obivans. Viņiem pretī stājās bijušais Džedaju bruņinieks, kas pārgājis ļauno pusē – Darts Veiders, kurš izrādījās mūsu varoņa Luka tēvs (šīs attiecības veido filmas intrigu). Un, kā katrā pasakā, arī šeit bija pārdabiskā vara – tas ir Spēks, ko varoņi piesauc: “Un lai Spēks ir ar tevi!” Bet tika arī uzsvērts, ka Spēks vien bez prāta un sirds nav neko vērts. Jāuzmanās no Spēka tumšās puses, jo pie tās var pāriet pavisam viegli, vajag tikai ļauties dusmām. Vēl viena filmas priekšrocība bija vizuālais noformējums – līdz tam specefekti nevienā filmā nebija spēlējuši tik lielu lomu. Principā tas bija pirmais tā saucamais *blokbasters* (lielbudžeta filma), līdz tam šāda veida filmas neuzņēma. Arī mode veidot filmu turpinājumus sākās tieši ar “Zvaigžņu kariem”.

Filma “Zvaigžņu kari” bija seriāla ceturtnā daļa, jo Lukass, kurš bija visa sižeta autors,



Nabū valdnieces pils. Attēls no filmas “Zvaigžņu kari. 1. epizode. Ļaunu vēstošā ilūzija”.

nolēma sākt filmēt stāstu no vidus. 1980. gadā cits režisors – Irvins Keršners (viņa mātes dzimtas saknes, starp citu, saistītas ar Latviju) uzņēma piekto daļu *“Impērijas pretsitieni”* (*“Empire Strikes Back”*). 1983. gadā režisors Ričards Markands pabeidza seriālu ar sesto daļu *“Dzēdāja atgriešanās”* (*“Return of the Jedy”*). Šī savādā numerācija savulaik radīja problēmas un jucekli padomju pilsoņiem, kad parādījās video “ūķi”, kur varēja noskatīties agrāk nepieejamās ārzemju filmas.

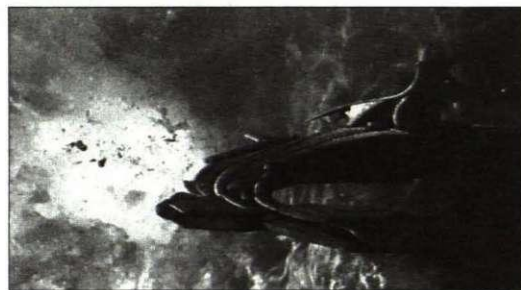
Pagāja divdesmit gadu, un Lukass, kurš patiesībā fantastikas jomā bija uzņēmis tikai šo vienu filmu, bet tomēr bija kļuvis par leģendu, nolēma uzņemt prikvelu (ja sikvels ir turpinājums, tad par prikvelu Holivudā sauc kāda notikuma priekšvēsturi). Tā nu tapa *“Zvaigžņu kari. Pirmā epizode”*. Šī filma ne tuvu nav iznākusi tik ģeniāla kā vecā, jo tai vairs nebija pirmreizīguma efekta – nekā neredzēta jaunajā filmā nebija. Vienīgais reālais sasniegums bija nepārspētie specefekti. Ja filmā *“Armagedons”* (sk. Gunta Vilka. *“Pasaules gals Holivudas gaumē”* – *ZvD*, 1999. g. pavasaris, 66.–69. lpp.) bija 500 ar datoru veidotu specefektu, tad šeit to bija 2000. Diemžēl ar efektiem vien nepietiek, lai piesaistītu skatītājus. Vajadzīgi arī pievilcīgi varoņi un ticami atveidoti ļaundari. Izņemot jauno karalieni Amidalu, pārējie tēli bija tādi

pabāli, neraugoties uz to, ka filmā bija iesaistīti ievērojami aktieri. Viņiem pietrūka aizrautības, viegluma... Galu galā tā taču bija pasaka! Toties karalienes tērpi bija veidoti kā neatkārtojami mākslas darbi (sk. att. *krāsu ielikuma 3. lpp.*).

Neskaitot grandiozos *“Zvaigžņu karus”*, 1999. gadā ASV uz lielajiem ekrāniem iznāca seriāla *“Zvaigžņu ceļš”* kārtējā sērija *“Sacelšanās”* (*“Star Trek: Insurrection”*). Pie mums filma ir pieejama videonomā, tikai, vai vērts to skatīties. Filma domāta vai nu pavisam maziem bērniem, vai uzticamajiem seriāla faniem. Pat daudz kritizētajā filmā *“Armagedons”* nebija tādu pseidozinātnisku blēņu, kādas gvelza kosmosa kuģa *“Enterprise”* kapteinis uz komandtiltiņa!

Arī šim seriālam ir samērā interesanta vēsture. Viss sākās ar parastu TV seriālu sešdesmitajos gados. Cilvēku atsaucība bija milzīga, un tas kļuva par vienu no ilglaicīgākajiem un populārākajiem seriāliem ASV. Slavas zenītā seriāls atradās no 1966. gada līdz 1969. gadam. Vairāku sēriju scenāriju bija rakstījuši ievērojami fantastiskās literatūras autori, labas idejas seriāla veidotājiem bija iesūtījuši paši skatītāji. Divaini, ka mūsu televīzijas skatītājiem ir bijusi iespēja noskatīties gandrīz visus slavenākos Rietumu seriālus – gan *“Dallasu”*, gan *“Slepenās lietas”*, vienīgi *“Zvaigžņu ceļu”* ne.

1979. gadā režisors Roberts Vaizs uzņēma pirmo šā seriāla filmu lielajam ekrānam. Arī šādu precedentu agrāk nebija, ka populārs televīzijas seriāls tiek “pārvietots” uz kino ekrāna.



Tāds ir kosmosa kuģa *“Enterprise”* jaunākais dizains. Attēls no filmas *“Zvaigžņu ceļš. Sacelšanās”*.

Lidojošais tirgotājs Gardulahars no planētas Tatuins. Attēls no filmas *“Zvaigžņu kari. 1. epizode. Ļaunu vēstošā ilūzija”*.

Tagad tā ir jau pierasta parādība, un pēdējā "Zvaigžņu ceļa" filma bija vai nu astotā, vai devītā pēc kārtas. Bet arī televīzijas seriāls joprojām turpinās! Tiesa, kuģa komanda nu jau ir pilnīgi nomainījusies, jo kapteinis Kirks ar katru gadu kļūva apalīgāks, viņa draugs Spoks pārgāja režijas darbā, bet viens otrs aktieris vienkārši aizgāja pensijā.

Dažus vārdus vērts bilst par filmās attēlotajiem kosmisko kuģu vadīšanas paņēmieniem. Seriālā "Kosmosa reindžeri" ("Space Rangers"), mani izbrīnīja, ka pilots kuģi vada guļus uz vēdera un kloķišus regulē, izstiepjot rokas uz priekšu – tam taču jābūt šausmīgi neērti! Toties neko tādu es neesmu redzējis nevienā citā filmā. Arī kapteinis Kirks no "Zvaigžņu ceļa" savu kosmosa kuģi vada ārkārtīgi neracionāli – viņš sēž vadības kabīnes aizmugurē pie maza galdiņa un dod komandas navigatoram, pilotam un citiem. Tie savukārt viņam atbild, kas notiek un ko viņi dara. Pa šo plāpāšanas laiku avārijas situācijā kosmosa kuģis sen būtu pagalam.

2000. gada sākumā Latvijā beidzās "Slepeno lietu" ("The X-Files") seriāla demonstrēšana, kaut arī filmas uzņemšana ASV turpinās. Seriāla nobeigumā mēs redzējām, ka aģents Malders šķīvišiem vairs netic, toties tiem sākusi ticēt viņa partnere Skallija. Jaunas spožas idejas par citplanētiešiem neparādījās, vienīgi sīkāk tika paskaidrots, kā uz Zemes nonāca ārpuszemes būtne "melnās eļļas" izskatā. Tā tika atvesta no Marsa ar iežu paraugiem un atdzīvojās, kad paraugi tika pārzāgēti. Ideja nebija slihta, tikai nepārliciecināša, vai tā "eļļa", kas gadsimtiem gulēja pārakmeņojusies, varēja tā uzreiz atdzīvoties.

Par līdzīgu tematu režisors Stjuarts Gordons 1995. gadā uzņēma filmu "Smilšu karaļi" ("Outer Limits: Sandkings"). Filmas sižets īsumā ir šāds. Kādas laboratorijas darbinieks nozog saujiņu no Marsa atvesto iežu un mikroorganismu un novieto tos savas mājas terārijā smiltiņās. Tur piedzimst termītiem līdzīgi radījumi, kas uzbūvē interesantus smilšu veidojumus, bet beigās kļūst agresīvi. It kā parasta šausmu filma, bet atmiņā paliekoša, efektīga.

Vēl mūsu televīzija rādīja 1987. gadā uzņemto filmu "Baterijas nav pievienotas" ("Batteries not included"). Tā bija tāda labsirdīga filma par kosmisko robotiņu ģimeni, kas nonāk kādā Ņujorkas namā un iesaistās mājas iemītnieku problēmu risināšanā. Bet pati labākā no televīzijā rādītajām vecajām filmām, manuprāt, bija slavenā parodiju meistara Mela Bruksa 1987. gada darbs "Kosmiskās olas" ("Spaceballs"). Te nu režisors bija uz nebēdu apsmējis "Zvaigžņu karus" un citas mazāk slavenas gadu kosmiskās filmas, turklāt saglabājot "Zvaigžņu kariem" raksturīgo pasakas sižetu un tēlus un vēl šo to "piesviežot" no savas puses klāt.

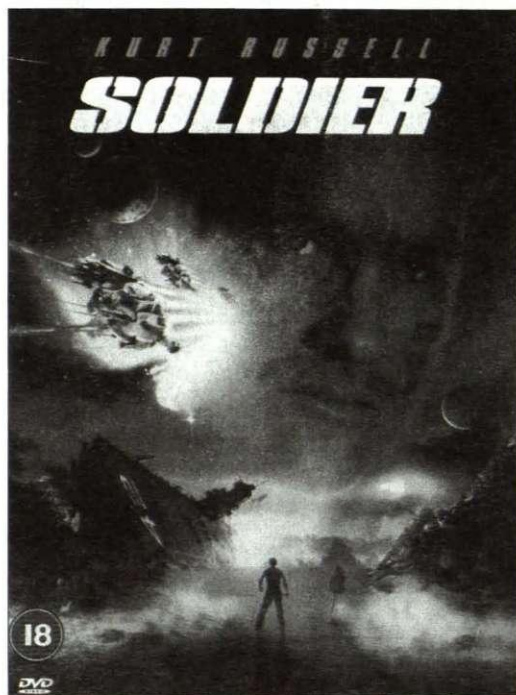
Videonomā ir pieejama režisora Rodžera Donaldsona 1995. gadā veidotā filma "Suga" ("Species"). Varētu teikt, ka tā uzņemta pēc astrofiziķa F. Hoila un rakstnieka Dž. Eliota fantastiskā romāna "Andromeda" motīviem, stipri banalizējot romāna filozofiskās un cilvēciskās idejas un to visu aizstājot ar parastu šausmu filmu, lai arī kopumā ne sliktāko. Bet 1998. ga-



Skaistā, bet nāvīgā citplanētu būtne. Attēls no filmas "Suga".

dā režisora Pitera Medaka uzņemtais filmas turpinājums jau bija pavisam vājš. Ja filmas pirmās daļas komercpanākumi nebija slikti, tad otrā daļa, kā jau bieži gadās, izgāzās pilnīgi.

Vēl viena videonomā "atrasta" filma bija 1998. gadā uzņemtais "*Kareivis*" ("*Soldier*"). Režisora Pola Andersona bagāžā ir vairākas labas kosmiskās filmas, bet šī nu gan viņam nebija izdevusies – tā pārāk atgādināja Rolanda Emehriha filmu "*Zvaigžņu vārti*", kas apvienota ar pašu sliktāko Silvestra Stallones "*Rembo*" sēriju. Vesela jūra klišeju un visai maz loģikas. Kāpēc kosmisko atkritumu izgāšanai jāizmanto norma, dzīvošanai derīga planēta? Filmā sākumā atkritumu vedējs nolaižas līdz pašai planētas virsmai, it kā zinādams, ka mēslos vēl kāds ir palicis dzīvs. Ja atkritumi tiktu izmesti no liela augstuma, tad sižets būtu pagalam reizē ar galveno varoni. Kad planēta ir kārtīgi piegānīta, bez iepriekšējas izlūkošanas no kosmosa to nolemj kolonizēt elitāra armijas vienība. Kolo-



Filmā "*Kareivis*" reklāmas plakāts.

nizācija, protams, neizdodas, jo vienībai stājas preti varonīgais kareivis, kuru atveido aktieris Kurts Rasels. Filmā ar daudzu miljonu dolāru budžetu varēja sacerēt kaut ko ticamāku. Tiem, kam patīk ģimju dauzišana, filma varētu šķist normāla, jo zināms stils tai piemita.

No jaunākajām kinofilmām jāpiemin idejiski līdzīgās filmas "*Virus*" un "*Astronauta sieva*". Filmu "*Virus*" ("*Virus*") 1999. gadā uzņēma Džons Bruno – "*Terminatorā*" un citu ievērojamu filmu specefektu meistars. Filma sākas ar to, ka saprātīgs starojums, kas nāk no kosmosa, ielaužas daudzcietaušajā stacijā "*Mir*", iznīcina to un sakaru seansa laikā pārvietojas uz Krievijas kosmisko sakaru staciju – kuģi "*Akadēmiķis Vladislavs Volkovs*". Rezultāts – tiek sagrauts arī kuģis... Nabaga krievu tehnika, kā tā tracina amerikāņus! Ļaunais radījums, kas cilvēku uzskata par kaitīgu vīrusu, okupē kuģa datorus un sāk būvēt robotus, dzelžiem pievienojot bijušo komandas locekļu ķermeņa daļas. Kaut arī filmā filmējušies labi aktieri, iznākusi triviāla šausmu filma, kurā nav no kā baidīties.

Otra filma – "*Astronauta sieva*" ("*The Astronaut's Wife*") ir labāka. Kaut arī filmas režisors ir iesācējs, iznākums ir nopietnāks, jo ne jau specefektu filmā ir galvenie. Ārpuszemes substance iemājo divos astronautos, kas atklātā kosmosā remontē pavadoņa antenu. Astronauti atgriežas uz Zemes, un pēc kāda laika abu astronautu sievas jau gaida bērnus, kas apveltīti ar neparastām spējām. Šajā filmā citplanētu būtne nav tik klaji ļauna un nekādus momentānus cilvēces likvidēšanas plānus nekaļ. Bet kā trilleris šī filma noteikti ir biedējošāka par "*Virusu*". Filmā trūkums ir tas, ka tā pārāk klaji kopē slaveno 1968. gada Romāna Polaņska filmu "*Rozmarijas bērns*". Abām varonēm šķiet, ka apkārtējie cilvēki nav tie, par ko uzdodas, ka kaut kas nav kārtībā ar bērnu, tikai vienas filmas varonei bērns ir no sātana, bet otrai – no ciplanētieša. Tie, kam gadījies redzēt veco filmu, pamanīs faktu, ka abām varonēm ir identiskas frizūras, līdzīga figūra un plastika...

Bet 2000. gadu Holivuda ir nolēmusi veltīt Marsam. Pirmā filma "*Misija uz Marsu*" ("*Mission*

Aktieris Vladimirs Steklovs, kurš gatavojās, bet tā arī nenokļuva kosmosā.

Šis ērmais salātu trauks ir Marsa kosmiskā stacija. Attēls no filmas "Mistja uz Marsu".



to Mars") jau ir iznākusi uz ekrāniem, to veidojis slavenais trilleru meistars Braians de Palma. Kritiķi izteicās par filmu visai nievājoši, taču skatītājiem filma patika. Pāris nedēļu ASV kinoteātros ienākumu ziņā tā turējās pirmajā vietā. Filmas sižets īsumā ir šāds. Pirmais pilotējamais lidojums uz Marsu beidzas ar noslēpumainu katastrofu. 2020. gadā kosmosā tiek sūtīta vēl viena astronautu komanda, kurai jānoskaidro avārijas iemesli un jāmeklē dzīvi palikušie.

Otras filmas nosaukums būs "Marss" ("Mars") vai "Sarkanā planēta" ("Red Planet") un to uzņem režisors Antonijs Hofmans (raksta tapšanas laikā filma vēl nebija iznākusi uz ekrāniem). Pēc kritiķu domām, šo filmu tikpat labi varētu saukt

arī "Robinsons Krūzo uz Marsu". Trīs astronauti, kas 2050. gadā nonāk uz Marsa, konstatē, ka valdība viņus ir pametusi. Divi no viņiem drīz ir pagalam, bet trešais vienatnē cīnās par izdzīvošanu uz Sarkanās planētas.

Iespējams, ka tiks uzņemts arī trešais Marsam veltītais projekts – režisors Džeimss Kameron gatavojas filmēt TV trilģiju pēc rakstnieka Kima Stenlija Robinsona novelēm "Marss", "Za-

lais Marss" un "Zilais Marss".

2000. gada sākumā tika daudz runāts par aprīļa sākumā gaidāmo krievu aktiera Vladimira Steklova lidojumu uz staciju "Mir", kur bija paredzēts uzņemt filmas "Pēdējais ceļojums" ("The Final Journey") epizodes. Filma stāsta par kosmonautu, kurš atsakās atgriezties uz Zemes un paliek orbitālajā stacijā. Gatavošanās uzņemšanai un lidojumam bija liela, jo filmai jau gada beigās bija jābūt gatavai, taču finansiālu nesaskaņu dēļ starp filmas veidotājiem un Krievijas Kosmosa aģentūru Steklova lidojums tika atlikts uz nezināmu laiku.

Tie tad nu arī būtu visi pagaidām zināmie kosmiskā kino jaunumi. 🐦

ZVAIGŽŅOTAIS VISUMS MŪSDIENU LATVIEŠU EKSLIBRĪ

Kopš neatminamiem laikiem cilvēks ir skatījies debesis, skatījies un domājis, kas un kā ir tur augšā, naktīs – miljardiem zvaigžņu nosētajā mirdzošajā bezgalībā – un dienā – Saules apspīdētajā plašumā.

Laikam jau vienam vairāk, otram mazāk, Dullā Daukas sindroms mums visiem ir iedzimts mantojums, jo kurš gan sava mūža laikā kaut vai domās nav gribējis nokļūt aiz horizonta, kur vakaros Saulīte noriet un ritos atkal uzlec, pārvarēt Zemes pievilksanas spēku un ceļot uz zvaigznēm, citām planētām un galaktikām un sajaut bezsvara stāvokļa vienreizību un neatkarotamību.

Vienam otram izredzētajam ir laimējies redzēt mūsu Zemi no tiem "Dieva augstumiem" un pat pastaigāties pa Mēness virsmu, novērot bezgalības objektus spēcīgos teleskopos un priecāties par Visuma attēliem, kas iegūti ar mūsdienu sarežģīto tehnoloģiju palīdzību.

Visiem pārējiem ir iespēja ceļot sapņos, fantāzijā un modernās tehnikas radītajā virtuālajā pasaulē, bet tas nav nemaz tik maz. Vēl jo vairāk tad, ja šīs fantāzijas materializējas un to atspoguļojums pārtop mākslas darbos – muzikā, tēlotājmākslā, literatūrā, cilvēka ķermeņa kustībā, kino un video mākslā utt.

Rodas apburtais loks – meistarīgi radīts mākslas darbs stiprina vēlmi un rada nepārvaramu tieksmi nokļūt tur – aiz Zemes gravitācijas spēka robežām. Pat tādā miniatūrā mākslas darbiņā, kāds ir ekslibris jeb grāmatzīme, tās autoram, īpašniekam, kolekcionāram un vienkārši interesentam ir neierobežota iespēja ceļot izplatījumā – mākslinieka fantāzijas pasaulē.

Pārskatot un kārtojot ekslibru kolekciju, attiecīgo literatūru un katalogus, raksta autora uzmanību piesaista liels grāmatzīmju skaits, kurās mākslinieki ir izmantojuši zvaigznes, Sauli, Mēnesi, komētas, Zemeslodi un dažādus kosmiskos lidaparātus.

Visas iepriekšminētās parādības zīmju īpašnieki ir "pagērejuši" un darbu autori ir "apspēlējuši" 3 veidos.

Pirmkārt – **pragmatiski**. Tie ir ekslibri precīzo jeb eksakto profesiju pārstāvjiem – astronomiem, kosmonautiem, navigatoriem, lauksaimniekiem u. c. izteikti nopietniem ļaudīm, kuru zīmēs precīzi attēloti debess spīdekļi un citi profesiju raksturojoši objekti.

Otrkārt – **emocionāli**. Grāmatzīmes romantiskiem un sapņotājiem, personām un personībām, kuru raksturošanai ir piemērota tēlainība, simbolika un alegorija. Tas attiecināms arī uz iepriekšminēto profesiju pārstāvjiem, ja viņu vēlmes un raksturs atbilst šai klasifikācijai.

Treškārt – **kritiski**. Tās ir zīmes, kurās to autori ir vērsušies pie potenciālajiem īpašniekiem ar humora (nereti melnā) un satīras palīdzību, paķerot tos "uz zoba" viņu slimīgās sapņainības, iedomu, hipertrofēto interešu un tieksmju dēļ. Šādu domu parasti izpelnās tie, par kuriem mēdz teikt – "*viņš jau saulesdūrienu ķēris*", "*staigā kā mēnessērdzīgs*" vai arī "*tā jau slimo ar zvaigžņu slimību*" utt.

Pa lielāku daļu šīs grāmatzīmes nekļūst par to "varoņu" īpašumu, jo tādiem ļaudīm trūkst humora izjūtas, bet ir arī patīkami izņēmumi. Šos darbus parasti var apskatīt nekomerciālās izstādēs un īpašos kolekcionāru krājumos.

Ekslibru mākslā un mākslas zinātnē ir trīs galvenie ekslibru kompozīcijas un klasifikācijas veidi – heraldiskās, šrifta un sižetiskās grāmatzīmes. Iespējams arī visu veidu apvienojums vienā darbā, īpaši mūsdienās, kad stilu un žanru tīrībai nav noteicošā vērtība mākslas darbā. Modernais ekslibris ietver sevi kompozīcijas paņēmieni, dažādu stīlu, manieru un modes tendenču sintēzi, tā radot autoram neierobežotu domas lidojumu.

Šai klasifikācijai pakļaujas arī aplūkojamās tēmas grāmatzīmes.

HERALDISKIE EKSLIBRI

Pirmās grāmatzīmes mūsdienu izpratnē (ielēmjamās estampa¹ lapiņas grāmatas vāka iekšpusē) radās Vācijā 15. gs. līdz ar grāmatu iespiedšanas attīstību un pamazām izplatījās visā pasaulē.

Pirmais zināmais ekslibris bija heraldiskā grāmatzīme (1460. g.) un piederēja Švābijas bruņiniekam Bernhardam fon Rorbaham. Tajā bija attēlots aristokrāta dzimtas vapenis.

Laika posmā no 15. līdz 19. gs. grāmatzīmes ar dzimtas vai personiskajiem (piešķirtajiem par nopelniem) ģerboņiem bija ļoti pieprasītas

un izplatītas, jo tas bija muļžniecības un “augsti” skolotu cilvēku, kas ieņēma zināmu stāvokli sabiedrībā, laiks. Tā kā grāmatas bija ļoti dārgas, tad tās iegādāties un ekslibrus sev pasūtīt varēja tikai ļoti bagāti un maksāspējīgi ļaudis.

Pētot šos darbus, bieži sastop ģerboņus ar dažādu formu un veidu **zvaigznēm**² – visbiežāk piecstarainas un sešstarainas, piemēram, Augsburgas kanoniķa J. G. Verdenšteina ap 1569. gadu X1/col³ tehnikā darinātajā grāmatzīmē un amerikāņu mākslinieka O. T. Blekbema radītajā MINNESOTA ALPHA OF PHIDELTA THETA ekslibrī; **ar Sauli** – franču zinātnieka Žila Menāža



¹ estamps – grafikas darba novilkums, kad visus procesus – klišeju un iespiedformu izgatavošanu un darba iespiedšanu – ir veicis pats mākslinieks.

² zvaigznes – ar 3, 4, 5, 6, 7, 8 utt. stariem; staru dažādība – no īsiem smagnējiem līdz tieviem, gariem un gracioziem.

³ grafisko tehniku apzīmējumi, ko plaši izmanto ekslibru apzīmējumos pasaulē:

Augstspiedes tehnikas

X1 – kokgriezums

X2 – kokgrebums

X3 – linogriezums

X6 – plastikātgriezums

X10 – kontroforts, oforta

iespiedforma drukāta augstspiedē

P1 – svītras klišeja

Gludspiedes tehnikas

P7 – ofsets

P8 – fotogrāfija

S – serigrāfija jeb sietspiede

XR – kserokss

L – litogrāfija

Dobspiedes tehnikas

C2 – vara grebums

C3 – oforts, asējums

C5 – oforts, akvatinta

.../2, /3, /5 – krāsu skaits iespieddarbā (katrai krāsai sava iespiedforma)

.../col – krāsains, iekrāsots (iekrāsošana veikta uz vienas iespiedformas vai uz novilkuma ar roku)



1692. gadā C2 tehnikā darinātā ekslibrī un mediķa Laurensija Heistera 18. gs. C2 tehnikā radītajā zīmē ar trim saulītēm; **ar Mēnesi** – Pētera I ārsta Roberta Areskina 1700. gadā C3 tehnikā radītajā piederības zīmē un ar retāk sastopamiem šo simbolu apvienojumiem – J. S. Ohša fon Ohšenšteina 1740. gadā C2 tehnikā taisītajā ekslibrī ar Sauli un zvaigznēm un ungāru ārsta D. S. Madai ap 1750. gadu C2 tehnikā radīto zīmi ar Mēnesi un zvaigznēm. Šādu piemēru ir samērā daudz gan Eiropā, gan pasaulē.

Neviļus rodas jautājums, kāpēc šie debesu spidekļi visplašāk izmantoti tieši “gaišo prātu” vapeņu grāmatzīmēs?

Atbilde rodama pašu simbolu nozīmē: **zvaigznes** simbolizē garīgo gaismu, kas caurvij tumsu. Tas ir augstāko, pat neaizsniedzami augsto ideālu simbols. **Polārzvaigzne** – pasaules naba. **Rīta** un **vakara zvaigzne** ir gaišā planēta Venēra. Rīta zvaigzne (**Auseklis**) kā jaunas dienas ievadītāja simbolizē nemitīgu atjaunotni un gaismas uzvaru pār tumsu. **Saule** – jauna iesākuma vēstnese, augšāmcelšanās, tainīguma simbols un visa labā izpausme, jo spīd pār visiem. Zelts. **Mēness** – mūžīgi mainīgais – dzimšana, tapšana, attīstība, auglība, izžušana. Sudrabs.⁴

Līdz ar buržuāzijas nostiprināšanos politikā un ekonomikā 19. gs. aristokrātija zaudēja gan

varu un ietekmi, gan dominanti kultūrā un izglītībā, tādēļ ir izskaidrojams arī heraldiskās grāmatzīmes pieprasījuma, prestiža un mākslinieciskuma zudums un pagrimums, kas savu regresa apogeju sasniedza 20. gs.

Mūsdienās gerboņu ekslibrus pasūta konservatīvi karaļnami (Apvienotā Karaliste u. c.), stingri seno tradīciju garā audzinātā aristokrātu jaunā paaudze, zvērīnāti heraldikas piekritēji, pētnieki un dzimto vietu patrioti, kā arī, par nožēlu, ļaudis, kam piemīt “zilo asiņu tīrības” mānija.

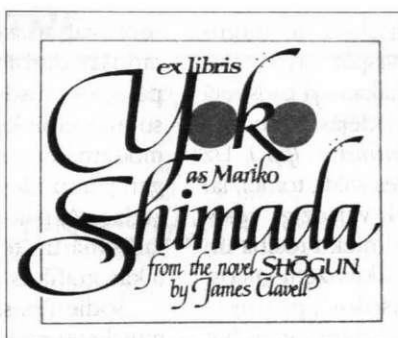
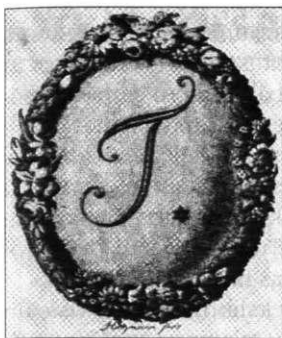
Tomēr šis interesentu loks ir samērā šaurs, un modernajā ekslibru mākslā heraldiskās grāmatzīmes ir reti sastopamas. Latvijā šo mākslas lauciņu sekmīgi un neatlaidīgi kopj grafiķis Imants Ozoliņš. Viņa gvašas zīmējumā darinātās un P1 un XR tehnikās pavairotās grāmatzīmes fascinē un saista kolekcionāru uzmanību ar grafisko šarmu, perfektu zīmējumu un kompozīcijas uzbūvi. Piemēram minamas zvaigžņotas heraldikas zīmes Pārslai Pētersonei, Līvijai Štālai, igauņu ekslibru radītājam un kolekcionāram Heiki Lahi (*sk. att.*) u. c.

ŠRIFTA EKSLIBRI

Vēl retāk sastopamas nekā heraldiskie ekslibri ir šrifta grāmatzīmes.

Parādījušās un attīstījušās apmēram vienlaikus ar heraldiskajām, burtu zīmes tādu pieprasījumu un piekrišanu nekad nav guvušas,

⁴ Šiem simboliem iespējamas arī citas nozīmes, bet šie skaidrojumi vistiešāk atbild uz uzdoto jautājumu.



nemaz nerunājot par to masveidīgu izplatību.

Tam ir divi izskaidrojumi. Pirmkārt, šrifta ekslibri nav tik grezni, atraktīvi un uzmanību saistoši kā heraldiskās un sižetiskās zīmes. Otrkārt, nav nemaz tik daudz mākslinieku, kas pievērsušies šrifta ekslibru radīšanai, jo tam ir vajadzīgs īpašs talants un izredzētība. Tautā saka, ka mazs cinitis gāžot lielu vezumu. Domu transformējot, varētu teikt, ka nieka burtu raksts neizskaidrojamā veidā gāž pasaulslavenus māksliniekus. Mūsdienās ārzemēs rīkotajos ekslibru konkursos īpašu vērību pievērš šriftam, tādēļ nereti izcili mākslinieku šedevri nemākulīgo un neveiklo burtu dēļ tiek izmesti no aprites.

Pieredzes bagāti meistari teic, ka burtu mākslā var strādāt cilvēki, kas no dabas ir apveltīti ar perfektu ritma un šrifta rakstības izjūti. Kompozīciju var iemācīties, bet ritma izjūta vai nu ir, vai arī tās nav.

Tā kā šrifta zīmes ir ļoti retas, tad arī debess spīdekļus tajās var atrast vēl retāk. Viena no tādām ir iniciālzīme, kuras īpašnieka vārds sākas ar burtu "T", kura fonā ir zvaigzne (*sk. att.*). Nekas tuvāk par ekslibra pasūtītāju nav zināms. Darbs ir radīts 1800. gadā C3 tehnikā, un tā autors ir mākslinieks H. F. Holcmans. Grāmatzīme pašlaik atrodas Maskavas Universitātes zinātniskās bibliotēkas Rietumeiropas ekslibru kolekcijā.

Mūsdienās lielāko šrifta ekslibru skaitu var atrast somu šrifta mākslinieka Hannu Paalasmaa radītajā grāmatzīmju klāstā. Te jāmin ekslibri somiem Ellei Kullai un Jormam Latvus (*sk. att.*),

kur abus darbus papildina piecstaru zvaigžņu rinda, grāmatzīme latviešu māksliniecei Elitai Viliamai, kas radīta 1983. gadā un latentā veidā risina trīszvaigžņu motīvu – burtu "i" vainagojošos punktus nomainot ar zvaigznītēm, ekslibris bijušajam Izraēlas valsts darbiniekam Meناهemam Beginam, kuru rotā viens no Izraēlas simboliem, ko tautā nereti nepareizi dēvē par "Dāvida zvaigzni", un zīme japāņu grāmatmilim Joko Šimadam (*sk. att.*), kura ir saistoša ar to, ka īpašnieka vārda abi "o" burti ir rādīti kā Japānas karoga saulītes, u. c.

SIŽETISKIE EKSLIBRI

Šīs klasifikācijas grāmatzīmes ir pasaulē visizplatītākās un īpašnieku un kolekcionāru pieprasītākās miniatūras.

Tāpat kā heraldiskās un šrifta grāmatzīmes tās ir radušās 15. gs., attīstījušās turpmākajos gadsimtos un savu augstāko attīstības, meistarīguma un mākslinieciskuma pakāpi sasniegušas 20. gs. Savu triumfa gājumu tās turpinās 21. gs., jo to radītāji ir iedvesmas un apņēmības pilni radīt jaunas mākslinieciskās koncepcijas, attīstīt senās, aizmirstās grafikas tehnikas un radīt jaunas, izmantot vēl nebijušus tēlainības radīšanas paņēmienus, kādi nebija iespējami aizvadītajos gadsimtos.

Izcilo pasaules ekslibru meistarību A. Bruhovska (Slovākija), V. Cvīra, L. Strika (Holande), M. Verholanceva (Krievija), Ž. M. Bertrāna (Francija) un citu ģēniju pieredzi pārmanto

jaunie, nākamā gadsimta autori. (Ļoti žēl, ka Latvija neiekļaujas šajā kontekstā, jo mums jaunās ekslibristu paaudzes vispār nav.)

Pasaules ekslibru mākslā nākamajā gadsimtā Latvija ieies ar vecākās un vidējās paaudzes devumu (*sk. att. krāsu ielikuma 4. lpp.*). Uz kopējā fona mēs neizskatāmies slikti, tomēr, lai māksla plauktu un attīstītos, ir vajadzīga veselīga konkurence, jauno mākslinieku rosība un strādātgrība, kas aizrautu un aktivizētu vecos, varētu teikt – “uz lauriem dusošos”, pilārus.

Zvaigžņu tēma sižetiskajā ekslibri varētu būt viena no pateicīgākajām un atraktīvākajām tēmām, lai rosinātu un atmodinātu šo mazliet stagnātisko mūsdienu latviešu ekslibru mākslinieku paaudzes apmierinātību un pašprietiekamību.

Lai noskaidrotu mūsu nākotnes izredzes ekslibru mākslas pasaulē, ielūkosimies un pavērtēsim pagājušo gadu devumu, kas, objektīvi vērtējot, ir stiprs pamats nākamā gadsimta grāmatzīmei. Bet ar stipru pamatu vien nepietiek – ir vajadzīga arī stipra virsbūve.

Latviešu ekslibru māksla balstās uz stabiliem reālisma pamatiem, kas liecina par labu skolu, un, paldies Dievam, tas māksliniekiem paver iespējas tālāk attīstīt un pilnveidot savas dotības.

Ar to es negribu teikt, ka visi Latvijā strādājošie grāmatzīmju mākslinieki ir reālisti. Mūsu autoru darbos var saskatīt gan reālisma, klasicisma, simbolisma, baroka un sirreālisma, gan jaunāko laiku “-ismu” – kubisma, ekspresionisma, popārta, abstrakcionisma u. c. stilu un manieru iezīmes.

Labā skola to visu tikai papildina un ir liela bagātība un pamatu pamats, lai tālāk celtu un veidotu iepriekšminēto virsbūvi.

Latviešu mākslinieku darbos katrs interents var atrast savai gaumei tikamāko autora radošās darbības izpausmi, bet, salīdzinot ar pasaules mūsdienu labāko autoru darbiem, mūsu māksliniekiem pietrūkst mūsdienīgāka jeb modernāka un drosmīgāka fantāzijas lidojuma gan jaunu ideju ģenerēšanā, autora skatījuma atklāsmē, gan jaunu kompozīcijas paņēmieni radīšanā un tēla interpretācijā, gan piemērotākās grafikas tehnikas izvēlē.

Šodien pasaules ekslibru modē ir viss, un mūsdienu mākslinieku talants un varēšana tiek vērtēta pēc prasmes izmantot šīs bezgalīgās iespējas, protams, ar vienu noteikumu – darbam ir jābūt profesionālam. Tas nozīmē, ka nevarība kompozīcijā un zīmējumā un “netīrība” jeb neveiklība grafiskajā izpildījumā netiek piedota.

Nereti esam bijuši liecinieki tam, ka autors savu brāķi un defektu skatītājam ir mēģinājis “iesmērēt” kā efektu. Ir pienācis laiks atteikties no plaģiāta un tēvu tēvu atklājumu nebeidzamas “zelēšanas”, ko mūsdienās Latvijā mēģina pasniegt kā “iešanu dziļumā un plašumā”.

Modē ir būt katram pašam ar savu ideju, koncepciju un uztveri. Katrs mākslinieks ir personība mākslā, nevis personība bez mākslas – tie laiki jau ir pagājuši.

Tādi mēs izskatāmies uz pasaules mākslas zvaigžņu fona, bet kādi tad mēs esam kā zvaigžņu tēmas interpreti sižetiskajā ekslibri? Ko un kā mūsdienu latviešu mākslinieki šajā jomā ir radījuši?

Šo plašo tēmu varētu sadalīt vairākās apakštēmās – zvaigznes, zvaigznāji, Mēness, Mēness un Saule, Saule un Zeme.

(Turpinājums sekos)

Internetā ir pieejami visu “Zvaigžņotās Debess” laidienu satura rādītāji un vāku attēli:

<http://www.astr.lu.lv/zvd/saturs.htm>

Ja vēlaties iegādāties iepriekšējo gadu (1980–1996) laidienus, dariet to zināmu pa tālruni 7 034 580 (Irenai Pundurei) vai uz adresēm: e-pasts: astra@latnet.lv; Raiņa bulv. 19, Rīga, LV-1586.

Redakcijas kolēģija

IRĒNA ONDZULE

LU MAZĀS AULAS CIĻŅU STĀSTS

Baltijas jūras piekrastes zemju teritorijas izdevīgās ģeogrāfiskās situācijas nozīmīgums un Rīgas vispusīgās attīstības iespējas Eiropas mērogā bieži vien ir bijušas par cēloni pašas pilsētas un tās kaimiņu valstu sarežģītajai un notikumiem bagātajai vēsturei.

Rīga dzima un auga kā svarīga Baltijas jūras ostas un tirdzniecības pilsēta, kura vienlaikus veidoja vārtus no Austrumeiropas uz Rietumeiropu. Tādējādi Rīga līdz ar Latvijas teritoriju vienmēr ir bijusi ierauta visos lielajos politiskajos un militārajos konfliktos, kas skāruši Eiropu, tāpēc šajā zemē vairākkārt ir mainījušās politiskās virsvaras.

1710. gadā Krievijas cars Pēteris I iekaroja Rīgu, "izcērtot logu" uz Eiropu savai milzīgajai lielvalstij. Laikā no 1710. gada līdz 1795. gadam visa Latvijas teritorija tika iekļauta Krievijas impērijā.

19. gadsimtā Rīga no tipiskas daudz nacionālas tirdzniecības pilsētas ar izdevīgo ģeogrāfisko izvietojumu un satiksmes ceļu tīklu sāka veidoties par pilsētu, kura vēlāk kļuva par visas lielās cariskās Krievijas impērijas vienu no nozīmīgākajiem ekonomiskās, sociālās, politiskās un kultūras dzīves centriem. 1861. gadā Krievijas valstī tika atcelta dzimtbūšana, kas veicināja Baltijas guberņu straujāku vispārējo daudzpusīgās saimniecības dzīves uzplaukumu. Rīgā palielinājās iedzīvotāju skaits, tātad līdz ar to radās darbaspēks rūpniecībā, tirdzniecībā un dzelzceļu būvē. 19. gadsimta otrajā pusē Rīgas pilsēta "nometa" vecos cietokšņa aizsargnocietnījumus. Nojaucot vaļņus, Rīgai pavēras apbūves, saimnieciskās un teritoriālās darbības tālākas izvēršanas plašumi. Rīga no sena cietokšņa

Historia magistra vitae (Vēsture ir dzīves skolotāja)

un tirdzniecības pilsētas izauga par modernu 19. gs. otrās puses Baltijas guberņu lielpilsētu ar kompleksi attīstītu daudznozaru rūpniecību, tirdzniecības, satiksmes un sakaru saimniecību. Tā kļuva par trešo lielāko un svarīgāko pilsētu tūlīt pēc Maskavas un Pēterburgas visas milzīgās cariskās Krievijas impērijas mērogā. Ja kādreiz par senās Romas impērijas ziedu laikiem teica, ka visi ceļi ved uz Romu, tad 19. gs. otrajā pusē Baltijas guberņās droši varēja apgalvot, ka visi ceļi ved uz Rīgu.

Baltijas guberņu saimnieciskais uzplaukums prasīja tam atbilstošu skaitu izglītotu dabaszinātnieku un tehnisko speciālistu. Tieši tas arī veicināja jaunas augstākās izglītības institūcijas izveidošanu Baltijas guberņu centrā – Rīgā. Tāpēc loģisks ir fakts, ka ierosinājums dibināt augstskolu, kas sagatavotu plašajai daudzpusīgās saimniecības dzīvei nepieciešamos speciālistus, nāca no Rīgas tirdznieciskajām un rūpnieciskajām organizācijām. Krievijas cars Aleksandrs II šo ierosmi akceptēja 1861. gada 16. maijā, tātad tieši tajā gadā, kad impērijā tika atcelta dzimtbūšana. Mūsu pirmās tehniskās augstskolas, savā būtībā jau tehniskās universitātes, dibināšana notika interesantā laikmetā, kuru pamatoti varētu nosaukt par dabas un tehnisko zinātņu uzplaukuma laikmetu, par šo zinātņu nozaru pavasari. Visu cilvēces materiālo kultūru pārsvarā ir veidojusi progresīvā tehnika, kas pasaulē 19. gadsimta otrajā pusē, apvienojoties ar zinātņi, kļuva par radošo ieroci dabas materiālu izmantošanā, pārveidošanā un piemērošanā, bez kā nākotnē tikpat kā nebūtu iespējami jauni atklājumi. Dabas izpēte un tehnika

kļuva par nešķiramām integrējošām zinātnes daļām. 1862. gadā Rīgā darbu sāka Rīgas Politehnikums – pirmā augstākā mācību institūcija, kas gatavoja tehniskās inteligences kadrus Baltijas guberņās. 1896. gadā Rīgas Politehnikumu pārveidoja par Rīgas Politehnisko institūtu (RPI). Ar laiku RPI izveidojās un kļuva par vienu no ievērojamākajām šāda veida augstskolām – izglītības, zinātnes un kultūras centriem – Krievijā. Uz Rīgu brauca mācīties jaunieši ne vien no daudzām tuvākajām un tālākajām Krievijas guberņām, bet arī no ārzemēm, īpaši no Eiropas. Augstskolas popularitāte un sniegtās izglītības kvalitāte palielināja tās studentu skaitu. RPI vajadzībām sākotnēji noirētās pagaidu telpas kļuva krietni vien par šaurām un nepiemērotām plaukstošajai augstskolai.

Viens no daudzajiem tā laika izcilākajiem darbiniekiem un zinātniekiem, kuri nešķirami saistīti ar RPI tapšanu, veidošanu, izaugsmi un slavu, bija šīs augstskolas ēkas cēlētājs, arhitekts un profesors Gustavs Hilbigis (1822–1887). Viņa vadībā laikā no 1866. gada līdz 1869. gadam tika uzcelta pirmā tieši RPI prasībām un vajadzībām atbilstošā ēka Rīgā, Troņmantnieka bulvārī (tagadējā Raiņa bulvārī) 19. Celtnu kompleksa vecākajā ēkā līdz šai dienai ir saglabājušās ļoti interesantas un greznas telpas – sava laika sabiedrības sadzīves liecinieces.

Viena no tām ir vecā RPI svētku zāle – aula. No 1919. gada līdz 1935. gadam šo zāli vēl dažkārt dēvēja par Veco aulu. Pēc 1935. gada telpu sāka saukt par Mazo aulu, jo bija uzcelta vēl viena ēka ar Jauno jeb Lielo aulu. Raksturojot Mazās aulas bagātīgos rotājumus, var teikt, ka tajos vēsture ir savijusies ar zinātni un mākslu, kura runā vēl tad, kad sen jau aplūsušas dziesmas un legendas. Īpaši tas attiecas uz zāles sienu dzegā veidoto cilņu stāsta tēmu, kuras informatīvi vēstošais saturs par savu laikmetu saistoši izteikts ar senu mitoloģisku tēlu palīdzību. Ne velti viens no cilvēces kultūrdarbības veidiem, kas vienmēr pievērsis sev vislielāko sabiedrības uzmanību, ir māksla. Tā saista un vieno cilvēkus ne mazāk kā valoda. Māksla un tehnikas progress, māksla un izglītība, māksla

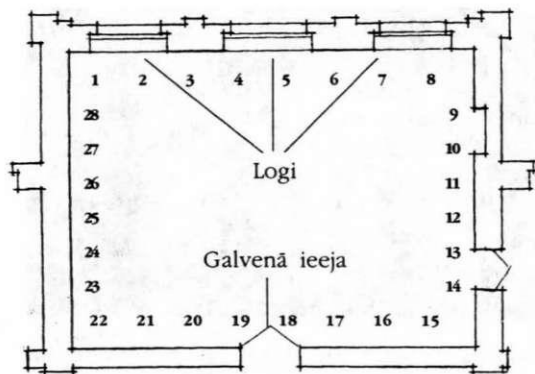
un zinātne, māksla un cilvēces vēsture ir cieši saistīti jēdzieni, ko apliecina arī Mazās aulas rotājumos izmantoto cilņu stāsts.

Svētku zāles dekoratīvā iecere balstās uz figurālo cilņu izmantošanu, kuri konkrētās ēkas telpu padara mākslinieciski bagātu un vienlaikus apmierina arī sava laikmeta stāstam atbilstošās sīzētiskās un alegoriskās prasības. Cilņu vēstījumā, izmantojot vienas no pasaulē visvecākajām pilsētām – mūžīgās Romas (latīniski – *Roma aeterna*) – leģendāros tēlus, tiek raksturots 19. gadsimta otrās puses laikmets Rīgā – tās uzplaukums un nākotnes ceļu meklējumi. Vērojot cilņus, kas mums stāsta par senās Romas leģendāro vēsturi, mēs domās velkam paralēles ar mūsu Rīgu, kura, kā liecina latviešu tautas teika, vēl nav gatava. Līdzīgi mūžīgajai un savā darbībā pilnīgi praktiskajai Romai arī Rīga 19. gs. otrajā pusē kļuva par svarīgu lielpilsētu cariskās Krievijas impērijā. Ne velti cilņi ar šādu saturu rotā kādreizējo vecā RPI svētku zāli. RPI cēla līdzīgi Romai kā mūžīgo gaismas pili, kurā iegūtās zināšanas kalpotu valstij. RPI bija dabaszinātņu un tehnisko zinātņu apgūšanas augstskola, kuras mācību profilu noteica sava laika daudznozaru saimnieciskās dzīves uzplaukums Krievijas impērijas Baltijas guberņās. Arī antikās Romas attīstībā praktisko zināšanu prioritāti pār teorētiskajām noteica tas, ka galvenā vēriba tika pievērsta nevis vārdiem, bet rīcībai un darbiem, kas stiprināja valsts varenību. Jaunā tehniskā augstskola, kura ap sevi pulcināja visus pēc izglītības alkstošus jauniešus bez tautību, ticību un kārtu izšķirības, ieņēma īpašu vietu un nozīmi Rīgas dzīvē. Savā laikā Senā Roma politisku apsvērumu dēļ Panteonā uzņēma daudzo pakļauto tautu dievus, līdz ar tiem koncentrēja sevi dažādus kultus, tādējādi nostiprinot sevi nākotnē kā itāļu kultūras centru. Pozitīvi Romas valsti vērtējams bija tas, ka tā varmācīgi nesalauza iekaroto tautu kultūru un ierasto dzīves stilu, bet respektēja to. Romas pilsēta bija kā tautas vienotības un konsolidācijas centrs, kā vieta, kura vadīja valsts saimniecības uzplaukumu, stiprināja valdnieka varu ap svētnīcām un dievu kultiem.

Romiešu reliģija dzima kopā ar Romas valsti un mainījās kopā ar to, attīstoties no pašām primitīvākajām formām uz augstākajām. Turklāt augstākās pakāpes neapstrīdēja un nenoliedza zemākās, bet saglabāja un pārmantoja tās. Pēcteču interesi par Seno Romu saista tās bijusī varenība, lielums, sabrukums un bojāeja, kurā daudzi saskata noteiktu "laika robežu", grandiozā vēsturiskā laikmeta beigās. Interese par Romas ziedu laikiem un norietu sevišķi spilgti izpaužas cilvēces vēsturiskās attīstības pagriezieni un lūzuma brīžos. Piemēram, Rīgas un Baltijas guberņu daudzpusīgās saimniecības dzīves uzplaukums un cilvēku praktiskās darbības saliedēšanās ar zinātņi 19. gs. otrajā pusē. Mūsdienās pēc atgūtās valstiskās neatkarības, mēs Latvijā ilgojamies pēc kārtības un harmonijas savas valsts dzīvē. Eiropas Savienība savā lokā mūsu tautu vēlas redzēt ar augsti attīstītu izglītības, zinātnes un kultūras limeni.

Bijušā RPI svētku zāles sienu dzega ir kā telpas griestu noapaļojuma noslēgums. Tās skaistie ciļņi pa visu dzegas perimetru sakārtoti hronoloģiskā un loģiskā attēlotās tēmas izklāsta secībā. Zāles sienu dzegā dubultos smailloka un pusloka arkas veida panno ietvaros ir izvietoti ciļņi, kuros ievijas akanta, palmu, paparžu, ziedu un citu augu stilizēts rotājums. Ciļņi veidoti no stuka, mākslīga materiāla, kuru iegūst, sajaucot labi apdedzinātu, smalki saberztu ģipša masu un kaļķu masu ar piedevām. Pavisam zāli rotā 28 panno, kuru smailloka arku augšdaļā iezīmēts krāsains ornaments, bet pusloka arkās iekļauto ciļņu fons ir zeltīts. Reljefs ciļņos spilgti izpaužas putnu, dzīvnieku un cilvēku figūrās, kuru atsevišķo ķermeņa daļu bareljefa veidojums dažviet pāraug apaļskulptūrā. Ciļņos atveidotās seno romiešu dievības attēlotas kā puscilvēki – pusaugi, kuru ķermeņi izaug no stilizēta akanta lapu un ziedu vijuma. Visas dzegas apakšējā mala ir dekorēta ar stilizētu akanta lapu rotājumu.

Ar seno romiešu leģendām saistītais ciļņu stāsta izklāsta sākums ir zāles sienu dzegas kreisajā stūrī virs logiem, skatoties no galvenās ieejas telpā (sk. LU Mazās aulas plānu ar dze-



LU Mazās aulas plāns.

gas panno izvietojuma numerāciju). Ciļņos atspoguļota Romas dibināšana, tās impērijas ziedu laiki un jaušamās pārmaiņas tālākajā nākotnē. Senās Romas impērija bija vienīgā valsts cilvēces vēsturē, kurai nebija tautas vai teritorijas, bet pilsētas nosaukums. Pilsētas nosaukums bija piešķirts ne vien milzīgajai antikajai impērijai, bet pati Romas pilsēta faktiski arī valdīja visu lielo un mazo valstu, pilsētu un tautu kopumu, kas tai bija pakļauts. Arī pašas lielvalsts pilsoņu nosaukums "romieši" cēlies no Romas pilsētas vārda. Romas pilsēta pārdzīvoja Romas impēriju, līdz 1871. gadā kļuva par Itālijas galvaspilsētu. Tālā pagātnē un leģendās slēpjas Romas rašanās un mūžs – bagāts ar slavu un cilvēces cieņu, mūžs – pagātnes vēstures glabātājs. Ne velti Roma ir nosaukta par mūžīgo pilsētu (latīņu valodā – *Urbs aeterna*), bet, lai stāsta ciļņu tēli ...

1. panno. Ļoti sirmā senatnē Albalongas pilsētai bija valdnieks Numitors, kuru viņa brālis Amūlijs, varaskāres pārņemts, gāza no troņa. Numitora meitu Reju Silviju jaunais uzurpators piespieda kļūt par Vestas priesterieni, lai viņa nedrīkstētu precēties. Jauno priesterieni iemīlēja pats kara dievs Marts (Marss). No šīs dieva mīlestības priesterienei piedzima dviņi, kurus cilni mēs redzam attēlotus, sēžot ziedkausus zem aizbildniecībā izplestajiem stārķa spārnem. Jaundzimušos zēnus apvij olīvzari. Viens no zēniem ar rociņu norāda uz stārķi. Šis putns



senajiem romiešiem bija bērnu pateicības un pienākuma simbols pret saviem vecākiem. Stārķis bija arī mīlestības un dzīves alku simbols, gājputns, kas atgriežas dzimtajā vietā. Abi zēni vēlāk, kā vēsta leģenda, neaizmīrsa savus pienākumus pret vecākiem, jo uzvarēja Amūliju un tronī atkal cēla savu vectēvu, likumīgo valdnieku Numitoru.

2. panno. Senajiem romiešiem visapkārt bija dievības, kuras noteica pilnīgi visas cilvēka dzīves un saimnieciskās darbības norises: bērna dzimšanu, viņa pirmo elpas vilcienu, barošanu, runāšanu, labības sēšanas laiku, ražas novākšanas dienu utt. Daudzo dievību pārdabiskā spēka aizbildniecību un to norādījumus romieši saskatīja un saklausīja it visur: vēja šalkās, viļņu čalā, putnu lidojumā, koku lapu augšanā... Tā tas bija itin visās antīko romiešu dzīves jomās. Visas dievības bija bezpersoniskas. Romietis pat neuzdrošinājās pārliecinoši apgalvot, ka viņš zina dievības īsto vārdu vai ka spēj atšķirt, kurš ir dievs, kura dieviete. Lūgšanās un upurēšanā



viņš ievēroja lielu piesardzību. Uzrunājot lūgšanā savu galveno dievu, romietis teica: "*Jupiter Visžēlīgais, Visaugstais, vai nu tu vēlies, ka tevi sauc kādā citā vārdā,*" bet upurējot viņš sacīja: "*Vai tu esi dievs vai dieviete, vīrietis vai sieviete.*" Vēl līdz mūsdienām ir saglabāties ziedoklis, uz kura nav minēts neviens noteikts vārds, tikai lasāma izvairīga formula: "Dievam vai dieviete, vīrietim vai sievietei." Dievībām pašām vajadzēja izšķirt, kurai no viņām pienācās uz šā altāra ziedotie upuri un dāvanas. Arī cilni mēs redzam attēlotus divus jaunus zēnus, kuri veic ziedošanas rituālu. Starp zēniem ir ķiploks. Viens zēns, tērpts vieglās drānās, virs ķiploka tur mazu cilvēciņu. Otrs zēns ar bruņucepuri galvā un apmetni pār plecu no upurtrauka lej nemirstības ūdeni pār mazo cilvēciņu. Iespējams, ka šis rituāls tiek veikts par godu diviņu piedzimšanai, lai iegūtu viņiem dievību aizbildniecību. Ķiploku parasti ziedoja krustceļu dievei Hekatei. Asās smaržas dēļ uzskatīja, ka ķiploks atbaida ļaunos garus, nes veiksmi vecākiem, dodot daudz bērnu. Upurtrauks bija nemirstības dzēriena saturētāja simbols. Iespējams, ka dievi šo ziedošanu pieņēma labvēlīgi, jo tālākais jaundzimušo diviņu liktenis arī bija labs, neraugoties uz viņu ienaidnieku ļaunajiem nolūkiem. Taču zīmīgi, ka cilvēciņš ir viens, bet piedzimuši bija divi bērni. Cīļņa rotājumā izmantotas magoņu galviņas – aizmirstības un miega simbols. Arī ziedu motīvs cilni liecina par simbolisku nepastāvību un iznīcību. Iespējams, ka tā izpaudās seno romiešu dievu dotā zīme par likteni, kurš sagaida vienu no diviņu brāļiem tālākajā nākotnē.

3. panno. Par diviņu piedzimšanu uzzināja ļaunais Amūlijs. Viņš tos lika noslīcināt Tibras upē. Dievi bija labvēlīgi jaunpiedzimušajiem brāļiem, jo Tibras ūdeņi grozu ar diviņiem aiznesa līdz pašam Palatīna (latīņu valodā – *Palatium*) pakalnam, kur auga viģes koks. Grozs atdūrās pret koka stumbru un palika uz vietas, līdz Tibras upē beidzās pali. Bērni bija izsalkuši un raudāja. Mazuļu izmisuma pilnās raudas sadzirdēja vilcēne un atnāca viņus pabarot ar savu pienu. Katru dienu vilku māte nāca zidīt cilvēk-



bērnus, lai gan vilceni bija jābaro arī pašas mazie vilcēni. Cilnī attēlots šis brīdis, kad viģes koka lapu vijumā vilku māte baro divus mazus cilvēkbērnus. Šo brīnumu slepus novēroja gans Faustuls. Viņš sagaidīja brīdi, kamēr vilcene aiziet projām, tad paņēma abus puisīšus un aiznesa uz savu māju. Gana būdā Faustula un viņa sievas Akkas gādībā abi valdnieka dēli izauga par spēcīgiem, brašiem jaunekļiem un kļuva par savu vienaudžu barvežiem. Viņi bija ļoti strādīgi, kareivīgi, enerģiski, kustīgi un dzīvespriecīgi.

4. panno. Senajā Romā visas zināšanas par dieviem būtībā aprobežojās ar to, kā tie godināmi un kādā brīdī piesaucami. Sīki un precīzi bija izstrādāta visa seno romiešu reliģiskā dzīve, jo vismazākā kļūda lūgšanā padarīja visu dievkalpojumu par nederīgu. Romietis pastāvīgi izjuta bailes, ka viņš savas neprecizitātes dēļ var izpelnīties dieva dusmas. Raksturīga romiešu reliģijas iezīme ir morālo jēdzienu, cilvēcisko jūtu u. tml. daudzās personifikācijas. Senajiem romiešiem dievi bija abstrakti tēli, kuri

mita pilnīgi visur un ietekmēja visu, kas bija apkārt.

Gana Faustula atrastie zēni bija diviņu brāļi. Diviņi parasti veido duālu identitāti, tie simboliski pauž cilvēku iekšējos pretstatus, nesašaušanas, konfliktus, harmoniju vai līdzsvaru. Diviņi izsaka kustību, kas ir ikkatras attīstības pamatā. Cilnī attēlota simboliska diviņu cīņa. Viņu rokās ir vāles – varas simboli. Tā ir simboliska pretstatu cīņa starp vīrišķo un sievišķo. Par to liecina tas, ka vienai zēna figūriņai rokā ir bruņurupuča vairogs – auglības, ilga mūža un pasaules balsta simbols, bet otrai zēna figūriņai rokā ir gliemežvāka vairogs, kas simbolizē Venēru, kaislību un atjaunotni. Abas zēnu figūriņas ir veidotas kā puscilvēki – pusaugi. Lietišķie romieši galvenokārt pievērsās mācībam, kas veicināja vīrišķības, valstiskuma un tikumiskās lepības garu. Būtībā tās bija rūpes par jaunatnes fizisko audzināšanu.

(Turpinājums sekos)

Kur var iegādāties gadalaiku izdevumu "Zvaigžņotā Debess"?

Pēdējo gadu *"Zvaigžņoto Debess"* vislētāk var iegādāties apgādā *"Mācību grāmata"*, kas atrodas Rīgā, Zeļļu ielā 8, apgāda veikalā Katrinas dambī 6/8 un grāmatgaldā LU galvenajā ēkā (Raiņa bulvārī 19, 1 stāvā), kā arī izdevniecības *"Zinātne"* grāmatnīcā Akadēmijas laukumā 1 Zinātņu akadēmijas Augstceltnē.

Jaunākos numurus tirgo Rīgā – Grāmatu nams *"Valters un Rapa"* (Aspazijas bulvārī 24), Jāņa Rozes grāmatnīca (Krišjāņa Barona ielā 5), karšu veikals *"Jāņa sēta"* (Elizabetes ielā 83/85), LU Akadēmiskā grāmatnīca (Basteja bulvārī 12) un, ceram, arī vairākās novadu grāmatnīcās.

Redakcijas kolēģija

ARTURS BALKLAVS

ASTRONOMIJAS INSTITŪTS 1999. GADĀ

1999. gadā Latvijas Universitātes (LU) Astronomijas institūtā (AI) zinātniskās pētniecības darbs notika piecos zinātniskās pētniecības projektos un vienā programmā, kuru izpildi nodrošināja Latvijas Zinātnes padomes (LZP) piešķirtais, respektīvi, valsts budžeta finansējums, divos līgumdarbos, kuru izpildi nodrošināja atsevišķs, nevis LZP, finansējums, un pie 11 starpinstitūtu un starptautiskiem projektiem, kuru finansēšana tāpat kā iepriekšējā gadā (sk. A. Balklavs. "Astronomijas institūts 1998. gadā" – *ZvD*, 1999. g. vasara, nr. 164, 76.–79. lpp.) notika uz iekšējo resursu rēķina. Pievērsisim uzmanību dažiem svarīgākajiem rezultātiem, kas sasniegti veikto pētījumu un darbu gaitā.

Projekts – "Astrometriskā pavadoņa HIPPARCOS novērojumu datu apstrāde un vēlo spektra klašu zvaigžņu pētījumi starptautiskā Auksto oglekļa zvaigžņu vispārējā kataloga pilnveidošanai" (vadītājs prof., Dr. phys. A. Balklavs-Grīnhofs).

Galaktikas auksto oglekļa zvaigžņu vispārējā kataloga – *GCCGCS (General Catalogue of Cool Galactic Carbon Stars)* pilnveidošanai pēc publicētiem datiem par desmit gadu (1989–1999) ilgu laika posmu atlasītas un *GCCGCS* iekļautas 987 jaunatklātas oglekļa (C) zvaigznes. Zvaigžņu ekvatoriālās koordinātas reducētas uz 2000. gada ekvinokciju, un ir aprēķinātas šo zvaigžņu galaktiskās koordinātas.

Balstoties uz 298 *HIPPARCOS* katalogā ietvertajām C zvaigznēm, izdarīta šo zvaigžņu trigonometrisko paralakšu un fotometrisko novērojumu datu analīze, kurā konstatēts, ka C zvaigžņu izvietojums Hercšprunga–Rasela (H–R) diagrammās (observacionālajā un teorētiskajā) kopumā atbilst no zvaigžņu evolūcijas teorijas iz-

rietošajiem paredzējumiem. N spektrāltipa C zvaigznes izvietojas H–R diagrammas apgabalā, kas atbilst asimptotiskajam milžu zaram, kur atrodas zvaigznes ar dubultu, t. i., ar ūdeņraža (H) un hēlija (He) degšanas čaulveida enerģijas avotu, bet R un CH spektrāltipa C zvaigznes – sarkano milžu zaram, kur atrodas zvaigznes ar vienu, t. i., ar H degšanas čaulveida avotu. Abas šīs grupas attiecīgā krāsu indeksu diagrammā ir atdalītas ar izteiktu spraugu. Tā kā teorētiskie apsvērumi neparedz C zvaigžņu veidošanos sarkano milžu fāzē, tad iepriekšminētais fakts izskaidrojams, uzskatot **visas** CH un R tipa zvaigznes par ciešām



1999. gada 27. aprīlī pagāja 30 gadu kopš Astrofizikas observatorijas (bijušās LZA Radioastrofizikas observatorijas) dibinātāja fizikas un matemātikas zināņu doktora Jāņa Ikaunieka nāves dienas. Pulciņš Observatorijas darbinieku piemiņas brīdī pie J. Ikaunieka kapa Baldones Riekstukalnā. (Sk. arī A. Balklavs. "LZA FTZN sēde Jāņa Ikaunieka dzimšanas dienā" – *ZvD*, 1999. g. rudens, 62., 63. lpp.)

I. Pundures foto

dubultzvaigznēm, kuras ieguvušas savu pekulāro atmosfēru sastāvu masas pārneses rezultātā no otras komponentes, kad tā atradās C zvaigznes fāzē, bet tagad ir neredzams baltais punduris. Par CH zvaigznēm no šo zvaigžņu radiālo ātrumu periodisko variāciju konstatējumiem jau agrāk bija iegūtas šādas liecības.

Pēc spektriem, kas iegūti ar Birakanas Astrofizikas observatorijas (Armēnija) 2,6 m teleskopu (dispersija 101 un 136 angstrēmi/mm), balstoties uz AI Astrofizikas observatorijā (Riekstukalnā) izstrādāto metodiku, klasificētas 247 C zvaigznes.

Ar Baldones Šmita teleskopu 1999. gadā iegūti 86 fotometriskie uzņēmumi, galvenokārt R (0,64 μm, 1 μm = 1 mikrometrs = 10⁻⁶ m) joslā, kā arī B (0,44 μm) un I (0,81 μm) caurlaidības joslās, neparasta mainīguma C zvaigžņu pētījumiem un 48 uzņēmumi B joslā – Andromedas galaktikas (M 31) novu pētīšanai. Sadarbībā ar Štemberga Valsts Astronomijas institūta (Maskava, Krievija) darbiniekiem atklātas trīs novas un izpētīts sešu 1998. gadā M 31 uzliesmojušu novu spožuma mainīgums.

Izpildītāji – profesori *Dr. phys.* A. Alksnis, A. Balklavs-Grīnhofs, U. Dzērvītis, vadošais pētnieks *Dr. phys.* I. Eglītis un asistenti O. Paupers un I. Pundure.

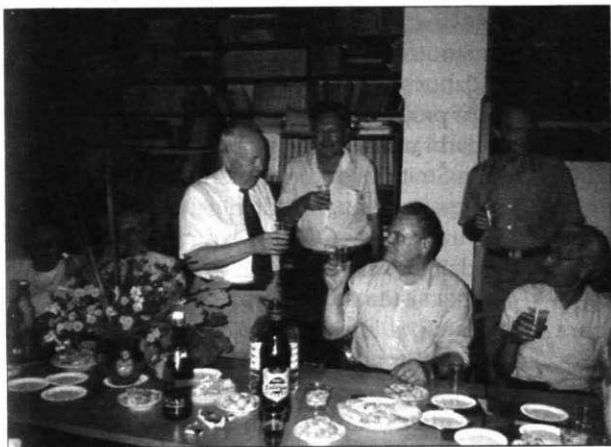
Iegūtie rezultāti atspoguļoti piecos ārņemju izdevumā un starptautiskā žurnālā publicētos rakstos.

Projekts “*Vēlo evolūcijas stadiju zvaigznēs, Saulē un starpzvaigžņu vidē notiekošo fizikālo procesu pētījumi: nestacionārās parādības un ķīmiskā sastāva izmaiņas*” (vadītājs *Dr. phys.* I. Šmelds).

Balstoties uz Saules radiostarojuma polarizācijas novērojumiem, kas izdarīti ar vienas stundas intervālu, veikti Saules vainaga magnētiskā lauka virs aktīvā apgabala aprēķini. Iegūtas šā lauka magnetogrammas, kas ar augstu telpisko (ap 15 000 km uz Saules) un laika (vienu stunda) izšķirtspēju ļauj pētīt Saules koronu (*Dr. phys.* B. Rjabovs).

Teorētiski pētīti pārnovas sprādzienā zvaigznes apvalkā ģenerētie triecienviļņi (tv), virs kuriem vielas optiskais blīvums ir nepietiekams, lai ekranētu parametru lēciena apgabalu. Parādīts, ka šādā tv ir iespējami divi režīmi – pirmskritiskais, kad izotermiskais skaņas ātrums aiz tv frontes ir mazāks par gāzes ātrumu, un pēc-kritiskais, kad šis ātrums ir lielāks par gāzes ātrumu. Izpētītas abu šo režīmu īpašības un noteikti eksistences apgabali atkarībā no tv ātruma, vielas blīvuma un enerģijas zudumiem (*Dr. phys.* E. Grasbergs).

Izpētīta analītiskā sakarība starp polarizēta starojuma lauku, ko rada punktveida izotropas starojuma avots bezgalīgā izotropā vidē, un starojuma lauku, kuru rada spīdoša sfēriskā čaula. Šis rezultāts ļauj izprast starojuma pārneses



1999. gada 22. jūnijā Astronomijas institūts atzīmēja 125. gadadienu kopš savas darbības sākuma. Attēlā – šim notikumam par godu sarīkotā zinātniskā semināra otrās – saviesīgās – daļas laikā: (*no kreisās*) pensionētie astronomi zinātņu doktori Leonora Roze un Leonids Roze (viņš savā laikā arī precīzā laika sargs Latvijā), astronomijas vēsturnieks Jānis Klētnieks, zinātnisko projektu vadītāji zinātņu doktori Māris Ābele, Kazimirs Lapuška, raksta autors (un institūta direktors), pensionēts mazo planētu pētnieks zinātņu doktors Linārs Laucenieks. (*Sk. arī I. Pundure. “Pirms Jāņiem” – ZvD, 1999. g. rudens, 63.–65. lpp.*)

I. Pundures foto

vienādojuma sfēriski simetrisko Grīna funkciju (*Dr. phys.* J. Freimanis).

Izmantojot agrāk izstrādāto programmu paketi, veikti starpzvaigžņu gāzes–putekļu mākoņa ķīmiskā sastāva aprēķini. Būtiski uzlaboti programmā izmantotie ķīmiskās kinētikas vienādojumu risināšanas un fotoķīmisko reakciju ātrumu noteikšanas algoritmi. Programmu pakete prezentēta starptautiskajā konferencē “*The Universe of Gamow: Original Ideas in Astrophysics and Cosmology*” (“*Gamova Visums: oriģinālas idejas astrofizikā un kosmoloģijā*”), kas notika Ukrainā, Odesā (I. Šmelids, J. Freimanis).

Šajā projektā veikto pētījumu rezultāti atspoguļoti arī četrās zinātniskās publikācijās starptautiskos žurnālos un divu starptautisku konferenču tēžu izdevumos.

Projekts “*Satelītu sistēmu izmantošana precīzā laika, ģeodēzisko un ģeodinamisko pamatlīdzību noteikšanai starptautisko zinātnisko programmu sastāvā*” (vadītājs *Dr. phys.* K. Lapuška).

Turpināti ar starptautiskām programmām noteiktie darba uzdevumi par astrometrisko datu katalogu veidošanu starptautiskajos datu centros. Šo uzdevumu ietvaros veikti sistematiski Zemes mākslīgo pavadoņu jeb satelītu augstas precizitātes optiskas lāzerlokācijas mērījumi, iegūto mērījumu datu pirmapstrāde un nosūtīšana datu uzkrāšanas un sadales centriem Eiropā un pasaulē, satelītu radiometriskie novērojumi un mērījumi, kā arī gruntsūdeņu līmeņa izmaiņu mērījumi gravimetrijas programmas ietvaros.

Optisko mērījumu programmas sadaļā 162 naktīs un krēslas stundās izdarīti 13 satelītu (GFO, ERS–1, ERS–2, TCH, LAG2 u. c.) 474 848 lāzermērījumi un iegūtie rezultāti nosūtīti uz Eiropas datu centru Minhenē.

Radiometrisko mērījumu programmas sadaļā mērījumi veikti visa gada, t. i., 365 diennakšu, garumā. Kopējais mērījumu datu apjoms arhivētā formā pārsniedz 190 MB (megabaitu), un dati operatīvi nosūtīti uz Eiropas Ziemeļu ģeodēziskās komisijas (NKG) datu apstrādes centru Onsālas observatorijā, Zviedrijā.

Gravimetrisko mērījumu programmas sadaļā 312 diennakšu periodā izdarīti gruntsūdeņu līmeņa svārstību mērījumi, izmantojot šim nolūkam izveidotu speciālu urbumu. Mērījumu rezultāti tiks izmantoti ar absolūto gravimetru veikto gravimetrisko mērījumu redukcijai uz vienotu laika momentu (epohu).

Iegūtie rezultāti ir atspoguļoti divos starptautiskos astrometrisko datu elektroniskajos katalogos, kā arī divās “*Konference Latvijas Universitātei – 80*” nolasīto referātu tēžu publikācijās. Izpildītāji – vad. pētnieks K. Lapuška, pētnieki V. Lapoška – un A. Pavēnis un inženieris I. Abakumovs.

Projekti “*Ventspils radioteleskopa RT–32 pozicionēšanas datorvadība*” un “*Attāluma mērīšanas iekārtas ar enerģētiskā centra noteikšanu izstrādāšana un izgatavošana*” (vadītājs *Dr. phys.* M. Ābele).

Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra (VSRC) radioteleskopam RT–32 izgatavota, uzstādīta un noregulēta no galvenā spoguļa reflektētā 11–12 GHz diapazona radiostarojuma savākšanas iekārta – rupors, kas iestiprināts teleskopa fokusā un ar viļņvada pāreju pievienots maztrokšņa pastiprinātājam. Ar šīs iekārtas palīdzību veikti tālu kosmisku objektu novērojumi, kuri parādīja, ka sistēmai ir pietiekami augsta jutība, lai strādātu interferometrijas režīmā, kā arī augsta izšķirtspēja un uzvadišanas precizitāte, kas pierādījās, veicot gan Saules radiostarojuma kartēšanu, gan Saules daļējā aptumsuma novērojumus augustā (vad. pētnieki M. Ābele un B. Rjabovs un inženieris G. Ozoliņš).

Šā projekta ietvaros kopā ar A. Alksni veikti arī darbi un pētījumi, lai modernizētu Riekstukalna Šmita teleskopu, piemērojot to novērojumiem ar jauna, mūsdienīga, augstjutīgu gaismas uztvērēja – CCD jeb lādiņsaites matricas – palīdzību. Tam nolūkam aprēķināta speciāla optiska sistēma teleskopa redzes lauka palielināšanai, ja kosmiskā objekta attēla iegūšanai tiek izmantota CCD matrica. Nepieciešamo optisko papildlēcņu parametri saskaņoti ar rūpnīcas standartiem, nepasliktinot teleskopa optiskās

sistēmas parametrus, un izstrādāta CCD matricas turētāja konstrukcija kasetes veidā, kas ievietojama esošajā kasetes turētājā, pēdējo nepārbūvējot, t. i., atstājot iespēju veikt novērojumus ar teleskopu arī klasiskajā, fotogrāfiskajā veidā, kā gaismas uztvērējus izmantojot astroplates vai filmas. Izvēlēta arī konstrukcija fotometrisko gaismas filtru operatīvai maiņai.

Otrā M. Ābeles vadītā projekta izstrādes gaitā ir izveidota shēma lāzera diodes barošanai, lai imitētu cietvielu lāzera darbību pavadoņu attālumu mērīšanai, un ar samērā vienkāršiem līdzekļiem, izmantojot parastā pointera lāzera diodi, panākt gaismas impulsa garums 1,5–2,0 nanosekundes. Jau pirmie eksperimentālie rezultāti laboratorijas apstākļos parāda, ka impulsa enerģētiskais centrs ir mazāk atkarīgs no ārējiem kļūdu avotiem (impulsa amplitūdas maiņa, atmosfēra, fluktuācijas uztvērējā) nekā impulsa priekšējā fronte, kura tradicionāli tiek izmantota lāzerlokācijas mērījumos. Lietojot šo metodi reālos novērojumos, gadījuma kļūdu izdosies samazināt 1,5–2 reizes.

Zinātnisko pētījumu programmā “*Latvijas krasta zonas un pazemes hidrodinamisko procesu modelēšana*” iekļautās apakšprogrammas “*Latvijas ģeoīda precizēšana un tā sasaiste ar Ziemeļvalstu ģeoīdu, izmantojot satelīaltimetrijas metodes*” (apakšprogrammas vadītājs Dr. habil. phys. J. Žagars) galvenais mērķis ir precizēt Latvijas ģeoīdu, t. i., pasaules okeāna vidējai virsmai atbilstošu Zemes gravitācijas lauka ekvipotenciālo virsmu Latvijas teritorijā, un piesaistīt šo ģeoīdu Ziemeļvalstu ģeoīdiem. Ģeoīda pētījumiem ir patstāvīga ģeofizikāla vērtība, jo tie satur informāciju par masas sadalījumu Zemes iekšienē un procesiem, kas tur notiek, kā arī tie ir praktiski izmantojami ģeoloģijā un ģeodēzijā.

Darbs tika organizēts, galvenokārt lai iegūtu papildu mērījumus Irbenes (Ventspils raj.) ģeodīnamiskajā poligonā, tiem piedaloties starptautiskās mērījumu programmās. Šim nolūkam tika nepārtraukti turpināti GPS (*Global Positional System* – Globālā pozicionēšanas sistēma) mērījumi ar augstākās precizitātes klases ģeofi-

zikālo GPS aparatūru *Turbo Rogue SNR-8 000*, kas ļauj iegūt ap 3000 precīzu koordinātu mērījumus diennaktī, kuri tiek izvietoti Čalmeras Tehnoloģiskās universitātes serveri.

Ar Dānijas Nacionālā mērniecības un kadastra centra (DNMKC), Norvēģijas “*Staten Kartverk*” un Bergenas universitātes sarūpēto aparatūru un iznomāto *Air Greenland* lidmašīnu augustā–septembrī tika veikti mērījumi ar aerogravimetru, diviem GPS uztvērējiem, kā arī ar radaraltimetriem un lāzeraltimetriem. Notiek šo mērījumu materiāla pirmapstrāde.

Bez tam 1999. gada septembrī, kopā ar Latvijas Republikas Valsts Zemes dienesta Nacionālo mērniecības centru un DNMKC speciālistiem Dānijas un Latvijas valstu sadarbības



1999. gada 11. augustā grupa Astronomijas institūta darbinieku piedalījās Saules aptumsuma novērojumos Balatona ezera krastā Ungārijā. *Attēlā* – institūta zinātniskais sekretārs Dr. paed. Ilgonis Vilks tver pašu svarīgāko momentu – Mēness aizkļāto Sauli. (Sk. arī G. Vilka, M. Gills, I. Vilks. “*Divi tūkstoši kilometru divu minūšu dēļ*” – *ZvD*, 1999./2000. g. ziema, 57–65. lpp.)

I. Pundures foto

sektorprogrammas *"Latvijas augstuma tīklu analīze un modernizācija"* ietvaros tika veikti GPS mērījumi 40 speciāli iekārtotos valsts līmeņošanas tīkla punktos vienlaikus ar sešiem GPS uztvērēju komplektiem, realizējot 4–24 stundu ilgas mērījumu sesijas. Izpildītāji – vad. pētnieks J. Žagars, pētnieki V. Lapoška un K. Salmiņš, ģeofiziķis J. Kaminskis, kā arī Astronomijas institūtā nestrādājošais Valsts zemes dienesta speciālists R. Forsbergs.

Projekta izstrādē gūtie rezultāti atspoguļoti divās starptautiskos izdevumos ievietotās publikācijās un vienā Latvijas zinātniskā žurnālā publicētā rakstā.

Astronomijas institūtā 1999. gadā izstrādātie abi K. Lapuškas vadītie līgumdarbi bija: *"Satelītu lāzerlokācija starptautiskajā programmā ERS-1, ERS-2"* un *"LR ģeodēziskās koordinātu sistēmas nullpunkta uzturēšana fundamentālajās ģeocentriskajās koordinātu sistēmās"*. Pirmā līgumdarba ietvaros veikti sistemātiski augstas precizitātes satelītu lāzermērījumi, datu pirmapstrāde un nosūtīšana datu uzkrāšanas un sadales centriem. Satelītam ERS-2 daudzos (208) vijumos izdarīti 87 596 attāluma mērījumi, no kuriem aprēķināti 4336 tā sauktie normālpunkti. Rezultāti nosūtīti uz Eiropas datu centru Minhenē. Otrā līgumdarba ietvaros tika veikti: regulāri speciālo ģeodēzisko satelītu lāzermērījumi, iegūto datu pirmapstrāde, analīze un rezultātu nosūtīšana uz datu savākšanas centriem Eiropā un ASV, regulāri GPS satelītu sistēmas satelītu radiomērījumi, iegūto datu noformēšana un operatīva nosūtīšana uz datu savākšanas un apstrādes centriem u. c. novērojumi un pētījumi.

Starpinstitūtu un starptautiski zinātniskās pētniecības un tehniskās sadarbības projekti, kuros 1999. gadā bija iesaistīti LU AI līdzstrādnieki, nesāņemot par to atsevišķu finansējumu un atalgojumu, bija šādi: *"Novu atklāšana un to fotometrisko raksturlielumu izpēte galaktikā M 31"* (A. Alksnis kopā ar Šternberga Valsts Astronomijas institūtu, līdz 1999. gada 1. aprīlim); *"Starppzvaigžņu vides ķīmiskā sastāva aprēķins"* (I. Šmelds, zinātniskās pētniecības programmas *"Astronomija"* ietvaros, Krievija);

"Piedalīšanās projektā "Low Frequency VLBI Network" (Zemas frekvences ļoti garas bāzes interferometrijas tīkls, I. Šmelds kopā ar VSRC); *"Rupora izveide radioteleskopam RT-32"* (M. Ābele kopā ar VSRC); *"Precīza impulsa lāzergeneratora izveide satelītu lāzerlokācijai"* (K. Lapuška kopā ar firmu *"Eksperimentālie lāzēri"* Viļņā, Lietuva); *"Virszemes atbalsts zemas frekvences ļoti garas bāzes radiointerferometrijai"* (I. Šmelds kopā ar Krievijas ZA Fizikas institūta Astrokosmisko centru); *"Lāzertālmēra LS-105 modernizācija"* (K. Lapuška kopā ar Somijas Ģeodēzijas institūtu Helsinkos); *"Lāzertālmēra LS-105 noskaņošana"* (K. Lapuška kopā ar Ļvovas Valsts universitātes observatoriju, Ukraina); *"Dažu speciālo Zemes mākslīgo pavadoņu (Zeija, Vestpac) lāzerlokācija"* (K. Lapuška kopā ar Krievijas Precīzo mērīinstrumentu zinātniskās pētniecības institūtu); *"Latvijas augstumu tīklu analīze un modernizācija"* (J. Žagars kopā ar Nacionālo mērniecības un kadastra centru Dānijā un Valsts zemes dienestu Latvijā); *"Projekts "Baltijas jūras līmenis"* (J. Žagars kopā ar Somijas Ģeodēzijas institūtu Helsinkos).

Starptautiskās sadarbības ietvaros AI līdzstrādnieki E. Grasbergs, K. Lapuška, A. Pavēnis, B. Rjabovs, K. Salmiņš un I. Šmelds ilgāku vai īsāku laiku ir bijuši 11 komandējumos ārzemēs (Krievija, Anglija, Somija, Vācija, Ukraina), gan lai uzstātos konferencēs ar ziņojumiem par veiktā darba rezultātiem, gan lai strādātu pie kopējiem pētījumiem.

Īpaši tomēr gribētos atzīmēt AI ieguldījumu VSRC darbības atjaunošanā, nodrošināšanā un attīstībā. Bez jau ļoti zināmā veikuma LVP finansētajā un M. Ābeles vadītajā projektā, kas padarīja RT-32 – Padomju armijas bez vadības iespējām atstātu un paralizētu metāla konstrukciju – par zinātniski izmantojamu instrumentu ar modernu vadības sistēmu, kura nodrošina visas šodien ļoti augstās precizitātes prasības, kā arī iepriekš pieminētās šā paša projekta ietvaros izpildītās apstarotāja sistēmas, proti, centimetra diapazona (2,73–2,5 cm garu viļņu jeb 11–12 GHz) elektromagnētiskā starojuma



Institūta darbinieki saulainā 1999. gada septembra dienā pie Latvijas Universitātes galvenās ieejas LU-80 pasākumu ietvaros.

Foto no I. Pundures personiskā arhīva

uztveršanai piemērota rupora realizācijas, ir jāmin arī otras apstarotāja sistēmas – plakana atstarotāja un četru ceturtdaļviļņa dipolu izgatavošana un uzstādīšana, kas paredzēta decimetru viļņu diapazonā esošā 92 cm gara viļņa (326 MHz) uztveršanai. Šī sistēma ļāva īstenot Latvijā pirmo uz ļoti garas bāzes radiointerferometrijas metodiku balstīto novērošanas seansu, respektīvi, demonstrēja RT-32 spēju iekļauties globālajā VLBI tīklā, kas ir viens no pašiem svarīgākajiem un perspektīvākajiem šā instrumenta darbības virzieniem (sk. arī I. Šmels. "Pirmie lielas bāzes interferometrijas novērojumi Latvijā" – *ZvD*, 2000. g. pavasaris, nr. 167, 76.–79. lpp.). Arī šai apstarošanas sistēmai nepieciešamie materiāli, galvenokārt krāsaino metālu sagataves, bez maksas tika doti no AI krājumos esošajām rezervēm. Tāpat jāpiemin VSRC instrumentālās bāzes modernizācijā un novērojumu programmu realizācijā gan pilnīgi, gan daļēji iesaistītie AI darbinieki – zinātnu doktori M. Ābele, J. Ozols, B. Rjabovs, Z. Sika (pamatdarbā LZA Fizikāli enerģētiskajā institūtā), I. Šmels, I. Vilks, J. Žagars, pētnieki V. La-

poška, A. Pavēnis un K. Salmiņš, kas ievērojami pārsniedz paša VSRC zinātnisko potenciālu (VSRC, kā rāda LZP iesniegtās atskaites, pamatdarbā strādā tikai divi zinātnu doktori un četri tehniskie speciālisti, neskaitot, protams, saimnieciskos darbiniekus un apsargus) un šobrīd lielā mērā uztur un nodrošina šā centra kā zinātniskas pētniecības iestādes funkcionēšanu.

Savu darbu un veikumu kontā AI atkal var ierakstīt "*Zvaigžņotās Debess*" ("*ZvD*") 1999. gada četru laidienu, kā arī "*Astronomiskā kalendāra 2000*" sagatavošanu un izdošanu, lekcijas un eksāmenu pieņemšanu studentiem (A. Alksnis, A. Balklavs, M. Ābele, *Dr. paed.* I. Vilks, J. Žagars), bakalaura un maģistra darbu izstrādes vadišanu (K. Salmiņš, I. Vilks, J. Žagars), darbu ar skolēniem – AI Jauniešu astronomijas pulciņa nodarbību dalībnieku konsultēšanu un Rīgas 27. atklātās astronomijas olimpiādes organizēšanu un norises vadišanu (I. Vilks), astronomijas pasniegšanu Rīgas Franču licejā, Brīvās izglītības centra skolā, Jūrmalas Alternatīvajā skolā (I. Vilks), Baldones vidusskolas vakara nodaļā (O. Paupers), darbu Latvijas sko-

lēnu zinātniskās konferences žūrijā (I. Vilks), darbu ar skolotājiem – divi Astronomijas skolotāju asociācijas semināri un trīs priekšlasījumi skolotājiem par astronomijas elementu iekļaušanu skolas kursā (I. Vilks), viena mācību materiāla un ap 60 populārzinātnisku rakstu sagatavošanu un publicēšanu, Latvijas izglītības informatizācijas sistēmas ietvaros realizēto projektu “*Astronomija tīklā*”, kurā uzveidotas un Internetā ievietotas 200 lappuses ar materiāliem par astronomiju (autori I. Vilks (viņš arī projekta koordinators) un V. Lapoška, recenzents A. Balklavs, projekta materiālu adrese – <http://www.liis.lv/astron/>) un Interneta lappuse, kurā regulāri tiek publicēti Latvijas teritorijas jaunākie uzņēmumi no kosmosa (V. Lapoška, adrese <http://www.lanet.lv/~satim>), vairāk nekā desmit uzstāšanās Latvijas televīzijā un radio par dažādiem astronomijas jautājumiem (A. Alksnis, A. Balklavs, D. Docenko, I. Pundure, I. Šmels, I. Vilks, J. Žagars) un vairākas intervijas gan Latvijas laikrakstos un žurnālos, gan avīzē “*Wall-street Journal*” (A. Alksnis, K. Lapuška, I. Vilks, J. Žagars).

Tāpat kā iepriekšējā gadā var atzīmēt līdzdalību starptautiskajās organizācijās: Starptautiskajā Astronomu savienībā (*IAU*; A. Alksnis, A. Balklavs, I. Šmels, J. Žagars, I. Vilks), Eiropas Astronomu biedrībā (*EAS*; A. Alksnis, A. Balklavs, I. Eglītis, B. Rjabovs, I. Šmels, J. Žagars), Starptautiskajā Amatieru un profesionāļu fotoelektriskās fotometrijas biedrībā (*I. A. P. P. P.*; A. Balklavs), Eiropas Ģeofizikas biedrībā (*EGS*; J. Žagars), Eiropas Astronomijas izglītības asociācijā (I. Vilks), Eirāzijas Astronomijas biedrībā (A. Alksnis, I. Eglītis, I. Šmels), Klusā okeāna Astronomijas biedrībā (I. Eglītis), kā arī Latvijas Astronomu biedrībā, darbu Latvijas Zinātnes padomes (LZP) ekspertu komisijā (A. Balklavs, J. Žagars), VSRC Starptautiskajā konsultatīvajā padomē (A. Balklavs, J. Žagars), darbu zinātnisko žurnālu “*Latvijas Zinātņu Akadēmijas Vēstis*” un starptautiskā žurnāla “*Baltic Astronomy*” redakcijas kolēģijās (A. Balklavs), ekskursiju vadīšanu AI Astrofizikas observatorijā

Baldones Riekstukalnā (1114 ekskursantu 34 grupās), ekskursantu iepazīstināšanu ar AI un zvaigžņotās debess demonstrējumus AI Astrofiziskajā tornī LU ēkā, Raiņa bulv. 19 (ap 1200 interesentu 58 grupās), ekskursiju vadīšanu F. Candra memoriālajā muzejā (10 ekskursantu grupas) un vēl citas aktivitātes.

Kā svarīgi notikumi 1999. gadā jāatzīmē arī J. Žagara sekmīgi aizstāvētā disertācija habilitēta fizikas zinātņu doktora grāda (*Dr. habil. phys.*) iegūšanai, LZA Goda doktora (*Dr. astron. b. c.*) diploma piešķiršanu A. Alksnim un LZA un a/s “*Aldaris*” 1999. gada Goda diploma piešķiršana raksta autoram par nozīmīgu ieguldījumu astronomijas attīstībā un zinātnes popularizēšanā Latvijā.

1999. gadā LU AI zinātniskās pētniecības un citus darbus veica ap 33 darbinieki, starp tiem 15 zinātņu un viens habilitēts zinātņu doktors, no kuriem 11 strādāja pamatdarbā, bet 4 – kā blakus darbā.

Kopējais finansējums, ko LZP 1999. gadā bija piešķirusi LU AI zinātniskās pētniecības, infrastruktūras uzturēšanas un citu vajadzību nodrošināšanai, tātad finansējums no Latvijas budžeta līdzekļiem, sadalījās šādi: zinātniskās pētniecības projektiem un programmām – Ls 42 327, Astrofizikas observatorijas Baldones Riekstukalnā infrastruktūras darbības nodrošināšanai – Ls 15 400, populārzinātniskā žurnāla “*ZvD*” izdošanai – Ls 5500.

Diemžēl gada beigās, sākot ar oktobri, lai samazinātu valdības neveiksmīgās ekonomiskās politikas dēļ radušos budžeta deficītu, jau tā mūsu, no Baltijas valstīm visnabadzīgākais, zinātnes finansējums tika samazināts vēl par 10–13% šajos trijos mēnešos jeb par 2,5–3,3% gadā, tā izcili nodemonstrējot pašreizējo valdošo aprindu gan sapratni, gan attieksmi pret vienu no vissvarīgākajiem sabiedrības funkcionēšanu un attīstību veicinošajiem faktoriem – zinātnei un līdz ar to arī izglītību.

Informāciju par LU AI var gūt arī Interneta mājas lappusēs: <http://www.astr.lu.lv> un <http://www.lza.lv/inst/in06.htm>. 🐦

KRISTĪTĪBA UN LATVISKĀ DIEVESTĪBA

IRENA PUNDURE

DIVĒJĀDA SAULE TEK...

(Par DVĒSELI KRISTĪTĪBĀ un LATVJU DAINĀS)

Kristietība māca, ka cilvēks ir Dieva radība, kas sastāv no dvēseles un miesas, un ka Dievs radīja cilvēka dvēseli, iedvešot cilvēka miesā nemirstīgu garu. **Kas ir cilvēka dvēsele?** Cilvēka dvēsele ir nemirstīgs gars, apdāvināts ar prātu un brīvu gribu. (1*, 16. lpp.)

Cilvēka dzimšanu un rašanās noslēpumu gleznaini pauž dainas. Rašanās noslēpums ir lielākais dabas brīnums, caur kuru dzīvā cilvēkā apvienojas vienkopus gars un matērija. (2*, 87. lpp.)

*No debesu nosalaižu
Ar sudraba virvītēm
Mīļas Māras šūpuli,
Māmuliņas klēpīti.*

LD 1156, 1

Mūsu senči ticēja, ka cilvēks ir Dieva laists radījums, kam ir Dvēsele, Velis^{*)} un Augums, kas radīts, lai apkalpotu Dvēseli, kamēr tā vienojas pa Māras zemi. No tā, ko Augums, kuram ir acis un ausis, pasniedz Dvēselei, tā mēlojas, top pilnīgāka un uzceļ ar laiku savu Pašpasauli, kas paliek pāri, Augumam bojā ejot. Dvēsele ir cilvēka dievīgā daļa. No Dieva debesīm kā zvaigzne tā iekrīt līgavas klēpī, lai iedzimtu vielā, dzīvotu Šajā Pasaulē un pēcāk pieredzējumu un pārdzīvojumu bagāta atkal atgrieztos, no kurienes nākusi. (2*, 89., 90. lpp.)

^{*)} Velis saista kopā Augumu un Dvēseli, jo paši tie ir pārāk dažādi un nespēj apvienoties. Cilvēkam dzīvam esot, Velis ir saaustrs vienkopus ar Augumu un īpaši nekur neparādās. Tāpēc nekad dainas nerunā par dzīva cilvēka veli, bet gan tikai par Veli, kas palicis pāri, Augumam satrūdot. (2*, 91. lpp.)

*Kā zilīte piesaķēru
Pie Dieviņa kamanām:
Ar Dieviņu ielīgoju
Dvēselišu namiņā.*

LD 27599, 1

Cilvēka pieredze un pārdzīvojums būs nepilnīgs, ja viņš būs piedzīvojis tikai labas dienas vien. Dainas māca neatsacīties no Mūža dienām Zemes virsū, kādas tās arī būtu, un censties dzīvot tā, lai Dvēsele iegūtu dziļus un saderīgus pārdzīvojumus. (2*, 60. lpp.) Ciešanas un nelaimes tikpat nepieciešamas mūsu Dvēselei, kā prieks un laime. (4*, 101. lpp.)

*Divas dienas Mūžiņā:
Viena laba, otra ļauna.
I labo, i ļauno,
Abas divas jādzīvo.*

F 1178, 396

Dvēsele ir dievišķākais, tirākais, labākais cilvēkā. Tā negrib aptraipīties ar netirumiem, ļaunumu un nelabumu. Maza bērna Dvēsele ir tīra, neaptraipīta. Arī pieaugušie cilvēki apzinās, ka Dvēsele jāuztur tīra, balta. (3*, 62. lpp.)

*Puišam mutes es nedevu,
Vainadziņu valkādama;
Tīra mana Dvēselīte
Kā tērauda gabaliņš.*

LD 10551

Mainoties dzīves videi, mainās arī cilvēka izturēšanās, kas rāda, ka ārējiem apstākļiem – gan labiem, gan ļauniem – ir liela ietekme uz cilvēka Dvēseli. Taču dainas apliecina, ka Dvēselei ir iespējams arī pretoties sliktiem iespaidiem, apstākļiem un palikt tīrai un neaptraipītai. (3*, 63. lpp.)



*Spoža zvaigzne notecēja
Pie līgavas namdurvīm:
Tā nebija spoža zvaigzne,
Tā bērniņa Dvēselīte.*

LD 1127

Guntas Jakobsones zīmējums.

*Ko tie ļaudis man darīja,
Ko manam Augumam?
Dzelzīs kalta man miesiņa,
Tēraudiņa Dvēselīte.* LD 31388

Dvēsele necieš traipus un ilgojas tīrības: nelāga dzīvojot, Dvēsele var sagandēties tā, ka ar grūtībām tā nokļūst līdz *Dieva namdurvīm*. Augums ir dots, lai darītu Dvēseli pilnestīgu. Ar Auguma spēkiem mēs kārsinām savu Dvēseli: lūk, kāpēc Auguma vara ir visa jāizlieto Šajā Saulē Dvēseles labad. (2*, 90., 99. lpp.)

*Aiz ko mana Dvēselīte
Drīz pie Dieva nenogāja?
Ni svētīja svētdienīņas,
Ni Saulītes noejot.* LD 27593

Cilvēks dzīvo Šai Saulē, lai no pieredzējumiem un pārdzīvojumiem izveidotu savu iekšējo pasauli Dvēselei, kas pastāvēs arī tad, kad Augums būs miris un acis vairs ārējo pasauli neredzēs. Nav vienalga, kā cilvēks dzīvo Šai Saulē, jo, nepareizi dzīvojot, veidojas aplama Viņsaules dzīve un samaitā to uz mūžīgiem laikiem. Ar nelabumu apraipītai, Dvēseles atgriešanās pie Dieva ir apgrūtināta. (3*, 63. lpp.)

*Dzīvo labi Šai Saulē,
Viņas Saules bīdamies;
Šī Saulīte viesiem laba,
Viņa laba Mūžiņam.* LD 27759, 1

*Rijeniēka Dvēselīte
Pusi gaisa lidināja,
Kam tas pēra kūlējiņus
Bez Saulītes vakarā.* LD 31609

Vai cilvēka dvēsele mirst? Cilvēka dvēsele nekad nemirst, – tā ir viena no svarīgākajām kristīgās ticības patiesībām. (1*, 13., 17. lpp.)

Dvēseles galvenā īpašība ir **dzīvība**. Tamdēļ dainas *dzīvības* vietā pastāvīgi saka *dvēsele*. Bet ne *dvēsele*, ne *dzīvības* būtība vēl nav izdibināta, un tāda arī paliks uz mūžiem, lai kā arī nopulētos mūsu zinātnieki un prātnieki, – spriež Brastiņu Ernests senlatviešu dievestības apcerējumā. (2*, 90. lpp.)

*Pirtītē ieiedama,
Zelta sviedu gredzentiņu:
Ņem, Dieviņ, zelta ziedu,
Neņem manu Dvēselīti.* LD 1096

*Jūrā gāju naudas gūt,
Saujā nesu Dvēselīti:
Balta bija jūras nauda,
Dārga mana Dvēselīte.* LD 30760

*Uz ūdeņa iziedams,
Dievam devu Dvēselīti:
Ne pie koka pieķerties,
Ne saukt tēva, māmuliņas. LD 30888*

Latviešu dievestība uzskata, ka katram cilvēkam sava Dieva dotā Dvēsele ir **mūžīga**. (3*, 64. lpp.) Dvēseles atnāk Šajā Saulē, iemiesojas te augumos, dzīvo Zemes mūžu. Mūžs iesākas Šajā Saulē un turpinās Viņā Saulē. (2*, 58. lpp.)

*Divējāda Saule tek,
Tek kalnā, tek lejā:
Divējāds mans Mūžiņš
Ar to vienu Dvēselīti. LD 27271*

*Šai Saulē, Šai Zemē,
Viesiem vien padzīvoju;
Viņa Saule, Viņa Zeme
Tā visam Mūžiņam. LD 27760*

Tālākais Mūžs Viņā Saulē norit vēl neizdibinātos apstākļos, un, salīdzinot ar laicīgo Zemes dzīvi, tas ir mūžīgs. Tamdēļ Mūža dzīvošana Šajā Pasaulē tiek dēvēta par ciemošanos, kas nekad nav ilga. Bet šajās Zemes viesībās Dvēsele iegūst kukuļam visa sava turpmākā Mūža saturu, jo Šiszemes Mūžā tiek uzcelti pamati aizkapa Mūžam. (2*, 58. lpp.)

*Ne suniti kājām spēru,
Ne degošu pagalīti:
Šai Saulē gana labi,
Viņu Sauli nezināj'. F 565, 154*

*Nebūs labi, nebūs labi
Tur Viņā Saulītē,
Kas tin vārpsu vakarā,
Abi gali skalām deg. LD 27594, 4*

Cilvēka dzīve virs Zemes beidzas ar nāvi. Nāve ir dvēseles atšķiršanās no miesas. **Kas notiek ar cilvēka dvēseli pēc nāves?** Cilvēka dvēsele pēc nāves tūlīt stājas Dieva tiesas priekšā, – brīdina kristietībā. (1*, 26. lpp.)

Mirstot Augums, Velis un Dvēsele šķiras, un Dvēsele pazaudē tos lodziņus, caur kuriem tā raudzījies Pasaulē. Taču tā nav nekāda nelaime, jo Dvēselei paliek pāri Atmiņu Pasaule jeb Pašpasaule. (2*, 92. lpp.)

*Vedat mani dziedādami,
Nevedat raudādami,
Lai iet mana Dvēselīte
Pie Dieviņa dziedādama. LD 27614*

*Nevajaga Dvēselei
Trepju kāpt debesīs:
Mīļš Dieviņš trepes cēla,
Dvēseliņu gaidīdams. LD 27609*

*Dieviņš veda Dvēselīti
Pliku, kailu debesīs;
Te palika miežu lauki,
Te mantiņa, bagātība. LD 27595*

Mūža galā Dvēsele aiziet pie Dieva *plika, kaila*, taču jau ar to nemantīgo "bagāžu", ko tā ar Auguma palīdzību iemantojusi Šai Saulē. Dieva dota un atkal saņemta, Dvēsele ir katras Dieva laistās radības mūžības simbols. Latviešu dievestības uztverē Dvēsele mūža galā aiziet atpakaļ pie Dieva, nevis pāriet citā augumā. (3*, 64. lpp.)

*Māci mani, māmuliņa,
Jele vienu Dievadziesmu,
Ko dziedās Dvēselīte,
Dieva duru dagājusi. LD 16*

Dainas atklāj svarīgu patiesību: cilvēka Mūžs, kura ritumu Barontēvs ņēmis par pamatu visu tautasdziesmu sakārtojuma un kam īsti piemērota vārda nav citu tautu valodās, nebeidzas ar dzīvi zem Šis Saules, bet iesākas ar Dieva dotu Dvēselīti, kuras veidošanā (kārsināšanā) jāpiedalās cilvēkam pašam (*Kas var zvaigznes izskaitīt, kas Mēnesi aiztecēt? Kas var manu dvēselīti pie Dieviņa aizrunāt? LD 27603*), un turpinās mūžībā Aizsaulē.

Tumsa ir Saules šūpulis. Lai redzētu zvaigžņu mirdzumu, ir vajadzīga tumša nakts. Ir vajadzīgs augumam pārvērsties un mirt, lai dzīvotu tas, kas mūsos ir radniecīgs Saulei un zvaigznēm, lai dzīvotu mūžīgā Dvēsele, – tā Braстиņu Ernests (4*, 101. lpp.).

Vēres:

- 1* Īss katehisms. Sakopojis dek. A. Piebalgs. *Rīgas Metropolijas kūrīja*, 1999.
- 2* *Braстиņu Ernests*. Dievturu Cerokslis jeb Teoforu Katķisms tas ir senlatviešu dievestības apcerējums. *Latvijas Dievturu sadraudzes izdevums*, Rīga, "Grāmatu Draugs", 1932.
- 3* *Marģers Grīns*. Latviešu senā dievestība un tās atjaunojums – dievturība. *Māra*, 1998.
- 4* *Braстиņu Ernests*. Dievturu bedības. – "Mūža godi", Rīga, *Latvijas Universitāte*, 1991. 🐦

NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM ☞ NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM ☞ NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM

Ziemeļblāzmas vērojumi Aizputē 6. 04. 2000. Ceturtdien, 6. aprīlī, bija saulains, bet vējains un auksts laiks. Plkst. 22 man piezvanīja astronomijas interesents Gunārs Virbulis un paziņoja, ka esot redzama ziemeļblāzma. Tūlīt ar dēlu izgājām savas mājas pagalmā Lažas ielā 1^b un bijām ārkārtīgi pārsteigti par neparasti skaisto un lielisko ainu. Visa debess ziemeļu pusē bija gaiša, tur blāzmoja mainīgi zaļgani un dzeltenīgi stari. Ziemeļaustrumos bija diezgan plats gaiši sārts stars. Blāzma turpinājās līdz zenītam, tā kā ietvēra Lielā Lāča zvaigznāju, kura δ bija grūtāk saskatāma.

Novērojumus turpināju no laukuma Zvaigžņu ielā, kur ir laba redzamība. Debess pamalē bija neregulāra tumša josla apmēram 5° līdz 20° augstumā no horizonta. Virs tās sākās gaišais mirgojums ar stingri iezīmētām robežām rietumos cauri Dviņu zvaigznājam pa līniju α–μ, austrumos ietverot Bootes zvaigznāju ar spožo zvaigzni Arkturu. Uz gaišā fona ziemeļu pusē vāji iezīmējās Kasiopejas zvaigznājs. Tad debess gaišums aptvēra apmēram 150° horizonta līnijas.

Pēc pusstundas atgriezos savas mājas pagalmā un turpināju novērojumus kopā ar dēlu Tāli Saveljevu. Plkst. 23 parādība bija visspilgtākā un vistālāk izplatīta caur zenītu arī dienvidu virzienā, daļēji ietverot Lauvas zvaigznāju. Paplašinājās arī stingri iezīmētās rietumu un austrumu robežas. Tādējādi ziemeļblāzma aizņēma vismaz pusi debess velves, ja ne vēl vairāk.

Zenītā, kur satikās staru smailes, bija saskatāmas neregulāras formas un virpuļi. Tur norisinājās arī visātrākās formu izmaiņas. Vislielākais brīnums – plats tumši sarkans laukums ZR pusē, ļoti spilgts un noturīgs, pat baigs. Tas atgādināja tāla ugunsgrēka atblāzmu un pastāvēja vairākas minūtes. Arī ziemeļaustrumos bija sārts, bet ne tik iespaidīgs veidojums. Skaitīju arī atsevišķos starus. Plkst. 23¹⁵ to bija 14. Novēroju nepārtraukti līdz plkst. 24.

Vēlāk sarunā ar Virbuļu ģimeni noskaidroju, ka viņi sākuši novērojumus 6. aprīlī pirms desmitiem vakarā un ar pārtraukumiem sekojuši parādības norisei līdz pulksten trijiem 7. aprīlī. Tad gan starojums bijis stipri bāls. Ziemeļblāzmu bija vērojuši daudzi aizputnieki un interesējās par parādībām, kas saistās ar Saules aktivitātes izpausmēm.

Rota Saveljeva

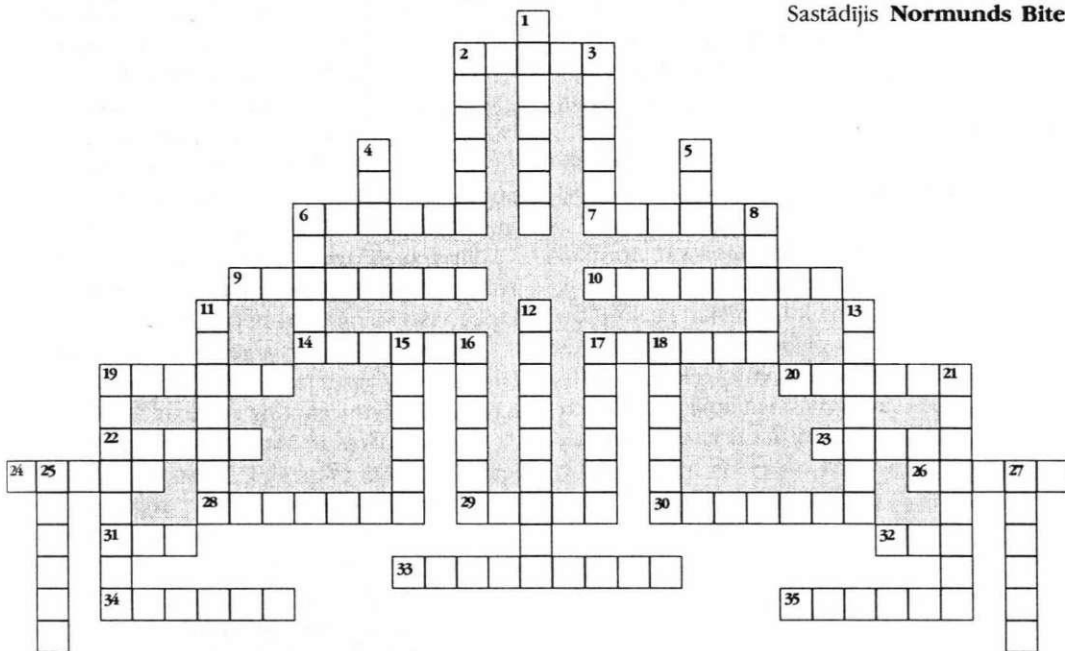
(Sk. arī att. vāku 2. un 4. lpp.)

KRUSTVĀRDU MĪKLA

Limēniski: 2. Dienvidu puslodes zvaigznājs. 6. Saules sistēmas planēta. 7. Jupitera pavadonis. 9. Grieķu alfabēta burts. 10. Pegaza γ. 14. Lielā Suņa zvaigzne. 17. Mēness krāteris, kas nosaukts nīderlandiešu astronoma vārdā. 19. Planētu sistēma, kurā mēs atrodamies. 20. Vedēja zvaigznāja latīniskais nosaukums. 22. Saturna tēvs (*no mitoloģijas*). 23. Lielā Suņa zvaigzne. 24. Komētas nosaukums. 26. Zinātnieks, kurā vārdā nosaukts komētu mākonis. 28. Lielā Suņa α. 29. Zemei tuvākā zvaigzne. 30. Viens no zvaigznes raksturlielumiem. 31. Vērša zvaigznāja latīniskais nosaukums (*saisināti*). 32. Strēlnieka zvaigznāja latīniskais nosaukums (*saisināti*). 33. Meteoru plūsma Lūša zvaigznājā. 34. Oriona β. 35. Lielā Lāča zvaigzne.

Stateniski: 1. Sietiņa spožākā zvaigzne. 2. Zvaigžņu kopas tips. 3. Pazīstams krievu astronoms. 4. Vienradža zvaigznāja latīniskais nosaukums (*saisināti*). 5. Vēršu Dzinēja zvaigznāja latīniskais nosaukums (*saisināti*). 6. Asteroīds. 8. Jaunavas γ. 11. Zvaigžņu karšu komplekts. 12. Debess ķermeņu savstarpēja aizklāšanās vai apēnošana. 13. Meteoru plūsma Liras zvaigznājā. 15. Gulbja α. 16. Urāna pavadonis. 17. Jupitera pavadonis. 18. Viduslaiku matemātiķa vārdā nosaukts Mēness krāteris. 19. Skulptora zvaigznāja latīniskais nosaukums. 21. Viena no augstākajām virsotnēm uz Zemes. 25. Šveices astronoms, fiziķis (1707–1783). 27. Saules vainags.

Sastādījis **Normunds Bite**



Pavasara laidienā publicētās krustvārdu mīklas atbildes

Limēniski: 5. Alfa. 7. Auns. 8. Fekda. 9. Saļut. 11. Scorpius. 15. Afēlijs. 16. Astron. 17. Kvazāri. 18. Austrumeiropas. 20. Marts. 21. Antena. 22. Astroklimats. 24. Diennakts. 26. Aresibo. 27. Celostats. 29. Scout. 31. Jupiters. 32. Saturns. 34. Oktants. 37. Nectaris. 38. Ara. 39. Cae. 40. Suns.

Stateniski: 1. Teleskops. 2. Montējums. 3. Encelads. 4. Spikulas. 6. Astrofizika. 7. Azimutālais. 10. Planēta. 12. Ret. 13. Per. 14. Azimuts. 19. Parseks. 20. Mēness. 23. Kulminācija. 25. Neuzlecošie. 28. Saturn. 30. Cefejs. 33. Ser. 34. Oph. 35. Akcents. 36. Firmiks.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 2000. GADA VASARĀ

Vasaras saulgrieži un astronomiskās vasaras sākums 2000. gadā būs 21. jūnijā plkst. 3^h46^m, kad Saule ieies Vēža zodiaka zīmē (♋). Tātad patiesā Jāņu nakts šogad būs no 20. uz 21. jūniju.

4. jūlijā Zeme atradīsies vistālāk no Saules (afēlijā). Tad attālums būs 1,0167 astronomiskās vienības.

Rudens ekvinokcija un astronomiskās vasaras beigas būs 22. septembrī plkst. 19^h24^m. Šajā brīdī Saule ieies Svaru zodiaka zīmē (♎), diena un nakts tad būs aptuveni vienādi garas.

Vasaras pirmajā pusē redzamas tikai pašas spožākās zvaigznes un par debess dziļu objektu novērošanu nevar būt pat runas. Tad orientēties var pēc dažām spožākajām zvaigznēm – Vegas (Liras α), Deneba (Gulbja α) un Altaira (Ērgļa α), kuras veido t. s. vasaras trijstūri. Vēl vairākas spožas zvaigznes ir Skorpiona zvaigznājā, bet tas mūsu platuma grādos ir grūti novērojams, jo pat kulminācijā atrodas ļoti zemū pie horizonta.

Turpretī vasaras otrajā pusē var aplūkot Čūsku, Herkulesu, Ziemeļu Vainagu, Čūsknesi, Bultu, Lapsiņu, Strēlnieku, Mežāzi, Delfinu un Mazo Zirgu. Siltās un pietiekami tumšās naktis tad ir labvēlīgas debess dziļu objektu novērošanai: Herkulesa zvaigznājā var aplūkot lodveida zvaigžņu kopas M13 un M92; Čūskas un Čūskneša zvaigznājos lodveida kopas M5, M10 un M12; Liras zvaigznājā planetāro miglāju M57; Lapsiņas zvaigznājā planetāro miglāju M27; Strēlnieka zvaigznājā miglājus – M8, M17 un M20.

Zvaigžņotās debess izskats kopā ar planētām vasaras naktis redzams 1.–3. attēlā.

Vasaras naktīs ziemeļu pusē krēslas segmenta zonā šad tad novērojami sudrabainie mākoņi. Tie ir paši augstākie (80–85 km) un caurspīdīgākie no atmosfēras mākoņiem.

Jūlija beigas un augusta pirmā puse ir ļoti piemērota meteoru novērojumiem. Tad pavisam neilgā laikā var cerēt ieraudzīt kādu no "kritošajām zvaigznēm".

PLANĒTAS

Vasaras sākumā un jūlija pirmajā pusē **Merkurs** nebūs redzams, jo 6. jūlijā atradīsies apakšējā konjunktijā ar Sauli (starp Zemi un to).

27. jūlijā tas nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (20°). Tāpēc jūlija beigās un augusta sākumā to varēs mēģināt ieraudzīt īsu brīdi pirms Saules lēkta ļoti zemū pie horizonta ziemeļaustrumu pusē. Tā spožums 1. augustā būs –0^m,4.

22. augustā Merkurs atradīsies augšējā konjunktijā ar Sauli (aiz tās), tāpēc augusta otrajā pusē un septembra sākumā tas nebūs redzams.

Pašās vasaras beigās Merkura austrumu elongācija pārsniegs 22°. Tomēr arī šajā laikā tas nebūs novērojams, jo rietēs gandrīz reizē ar Sauli.

2. jūlijā plkst. 8^h Mēness paies garām 3° uz augšu, 29. jūlijā plkst. 19^h 1° uz augšu un 29. augustā plkst. 24^h 3° uz augšu no Merkura.

Vasaras sākumā, jūlijā un augustā, **Venēra** atradīsies mazā leņķiskā attālumā no Saules, tāpēc visu šo laiku tā nebūs redzama.

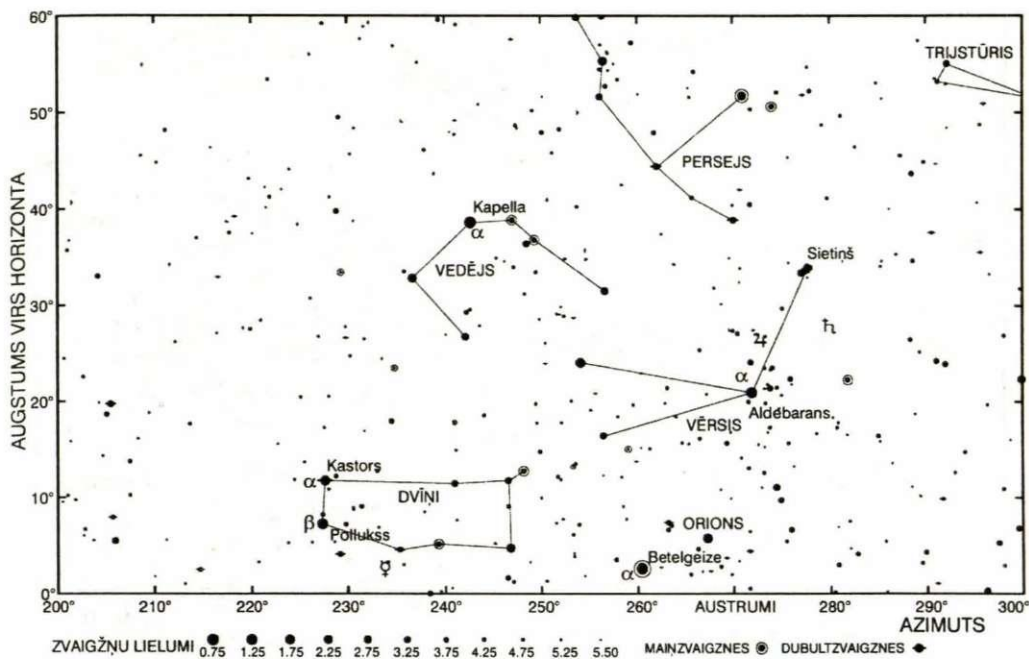
Septembrī Venēras austrumu elongācija pārsniegs 25°. Tomēr arī šajā laikā tā nebūs novērojama, jo rietēs gandrīz reizē ar Sauli.

2. jūlijā plkst. 8^h Mēness paies garām 2° uz leju, 1. augustā plkst. 4^h 1° uz augšu no Venēras un 31. augustā plkst. 1^h 4° uz augšu no tās.

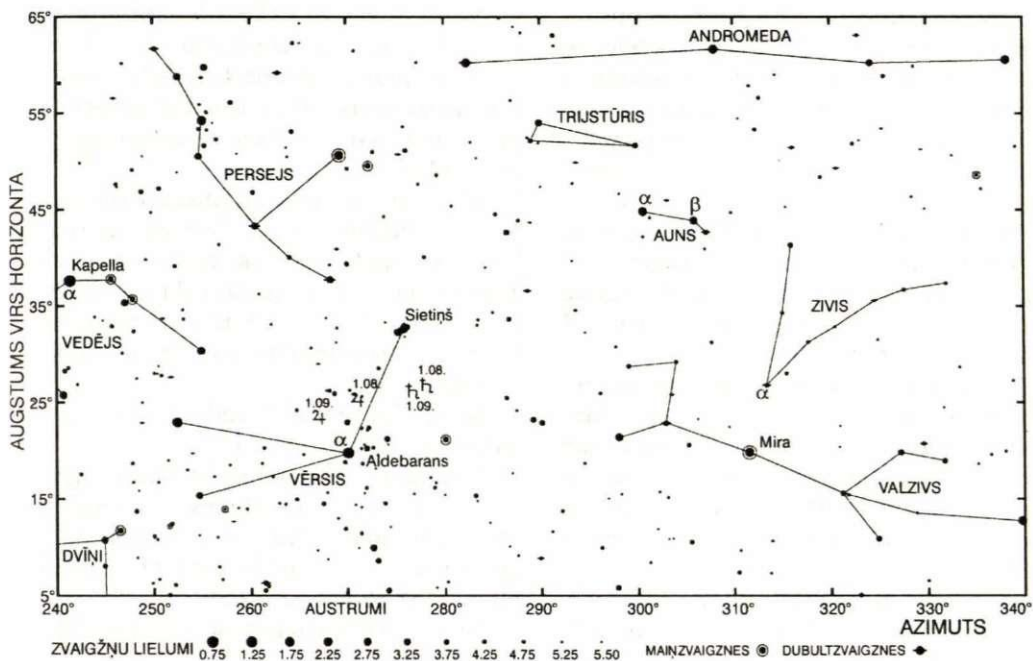
1. jūlijā **Marss** atradīsies konjunktijā ar Sauli, tāpēc vasaras pirmajā pusē un lielāko daļu augusta tas nebūs redzams.

Septembrī Marsa rietumu elongācija pārsniegs 20°, tāpēc augusta beigās un septembrī to varēs novērot no rītiem zemū pie horizonta ziemeļaustrumu, austrumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs +1^m,8, un tas atradīsies Lauvas zvaigznājā.

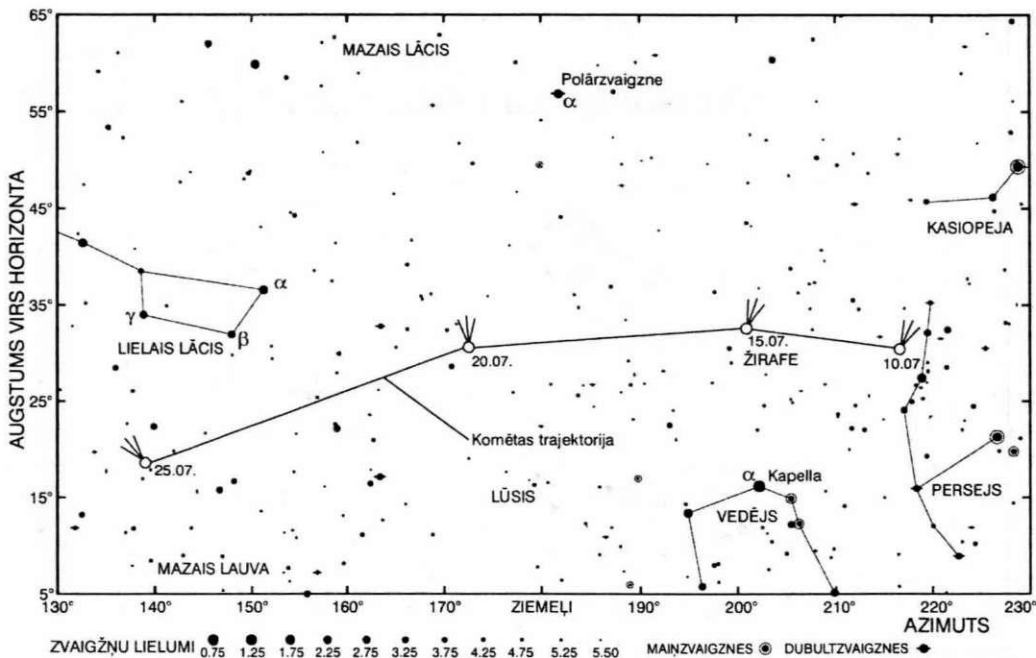
1. jūlijā plkst. 21^h Mēness paies garām 2° uz leju, 30. jūlijā plkst. 14^h 1° uz leju un 28. augustā plkst. 5^h 1° uz augšu no Marsa.



1. att. Merkurs, Jupiters un Saturns 1. augustā plkst. 3^h10^m.



2. att. Jupiters un Saturns 1. augustā plkst. 3^h00^m un 1. septembrī plkst. 1^h00^m.



3. att. Komēta C/1999 S4 (LINEAR) 10. jūlijā plkst. 0^h30^m un 24. jūlijā plkst. 23^h30^m.

Vasaras sākumā un jūlijā **Jupiters** būs redzams rīta stundās kā $-2^m,1$ spožuma spīdekļis. Augustā tā redzamības intervāls būs nakts otrā puse, bet septembrī Jupiters būs ļoti labi novērojams lielāko nakts daļu, izņemot pirmās vakara stundas (sk. 3. att.). Šajā laikā tā spožums būs $-2^m,5$.

Visu vasaru Jupiters atradīsies Vērša zvaigznājā.

29. jūnijā plkst. 3^h Mēness paies garām 4° uz leju, 26. jūlijā plkst. 22^h 3^o uz leju, 23. augustā plkst. 12^h 3^o uz leju un 19. septembrī plkst. 21^h 2^o uz leju no Jupitera.

Vasaras sākumā un jūlijā **Saturns** būs redzams no rītiem kā $+0^m,3$ spožuma spīdekļis. Augustā tā redzamības intervāls būs nakts otrā puse (sk. 3. att.). Septembrī Saturns jau būs ļoti labi novērojams nakts lielāko daļu, izņemot vakara stundas. Tā spožums šajā laikā sasniegs jau $0^m,0$.

Visu vasaru Saturns atradīsies Vērša zvaigznājā.

28. jūnijā plkst. 22^h Mēness paies garām 3° uz leju, 26. jūlijā plkst. 11^h 2^o uz leju, 22. au-

gustā plkst. 21^h 2^o uz leju un 19. septembrī plkst. 3^h 2^o uz leju no Saturna.

Pašā vasaras sākumā **Urāns** būs novērojams gandrīz visu nakti, izņemot vakara stundas. Tomēr šajā laikā un jūlija pirmajā pusē traucēs ļoti gaišās nakts.

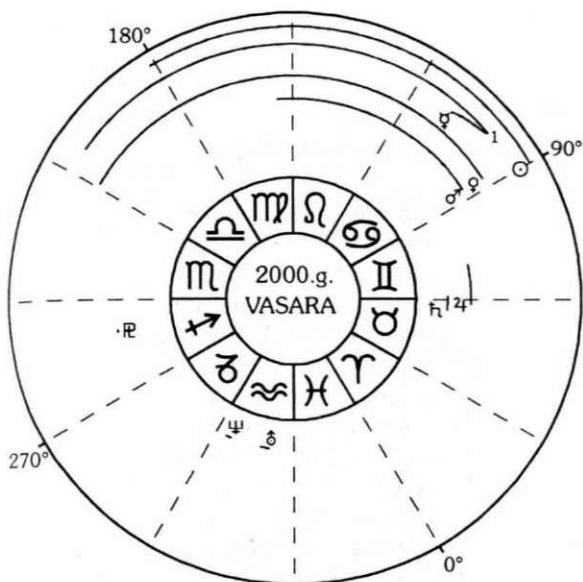
11. augustā Urāns atradīsies opozīcijā ar Sauli, tāpēc jūlija otrajā pusē un augustā tas būs novērojams praktiski visu nakti. Turklāt augustā netraucēs arī gaišās nakts. Urāna spožums šajā laikā būs $+5^m,7$, tā atrašanai un aplūkošanai nepieciešams vismaz binoklis un zvaigžņu karte.

Septembrī Urāns būs redzams gandrīz visu nakti, izņemot rīta stundas.

Visu vasaru tas atradīsies Mežāža zvaigznājā.

21. jūnijā plkst. 14^h Mēness paies garām 2° uz leju, 18. jūlijā plkst. 18^h 2^o uz leju, 14. augustā plkst. 22^h 1^o uz leju un 11. septembrī plkst. 4^h 1^o uz leju no Urāna.

Saules un planētu kustību zodiaka zīmēs sk. 4. attēlā.



4. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

☉ – Saule – sākuma punkts 21. jūnijā plkst. 0^h, beigu punkts 23. septembrī plkst. 0^h (Šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

- ☿ – Merkurs
- ♂ – Marss
- ♄ – Saturns
- ♆ – Neptūns
- ♀ – Venēra
- ♃ – Jupiters
- ♅ – Urāns
- ♇ – Plutons

1. – 17. jūlijs 15^h.

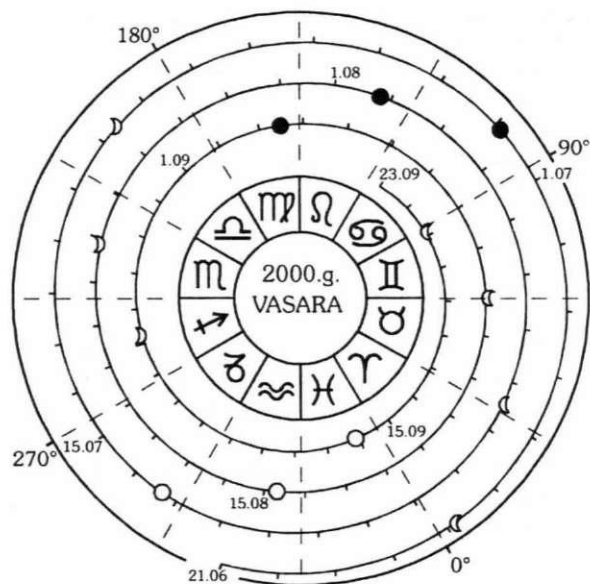
KOMĒTAS

C/1999 S4 (LINEAR) komēta.

Ši 1999. gada septembrī atklātā komēta šogad 26. jūlijā nonāks perihēlijā un visai tuvu Zemei, tāpēc šovasar to būs iespējams novērot ar binok-

ļiem un pat ar neapbruņotu aci. Turklāt gandrīz līdz jūlija beigām tā būs nenorietoša (sk. 3. att.). Komētas efemerīda ir šāda (0^h U. T.):

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
20. 06.	2 ^h 19 ^m	+37°36'	1,383	1,031	7,8
25. 06.	2 25	+39 52	1,209	0,972	7,3
30. 06.	2 34	+42 53	1,028	0,917	6,7
5. 07.	2 50	+47 07	0,846	0,869	6,0
10. 07.	3 21	+53 17	0,666	0,828	5,3
15. 07.	4 41	+61 44	0,503	0,796	4,5
20. 07.	8 16	+63 08	0,392	0,775	3,9
25. 07.	11 01	+41 06	0,385	0,765	3,8
30. 07.	11 56	+18 36	0,488	0,769	4,3
4. 08.	12 19	+5 13	0,648	0,784	5,0
9. 08.	12 30	-2 31	0,827	0,811	5,7
14. 08.	12 36	-7 22	1,009	0,848	6,3
19. 08.	12 39	-10 39	1,188	0,894	6,9
24. 08.	12 41	-13 03	1,359	0,946	7,4
29. 08.	12 43	-14 53	1,522	1,003	7,9
3. 09.	12 44	-16 23	1,675	1,063	8,4

Mēness perigejā un apogejā.Perigejā: 2. jūlijā plkst. 0^h; 30. jūlijā plkst. 9^h; 27. augustā plkst. 16^h.Apogejā: 15. jūlijā plkst. 17^h; 12. augustā plkst. 0^h, 8. septembrī plkst. 14^h.**Mēness ieiešana zodiaka zīmēs (sk. 5. att.).**22. jūnijā 9^h52^m Zivis (♈)24. jūnijā 19^h56^m Aunā (♈)27. jūnijā 2^h19^m Vērsī (♉)29. jūnijā 5^h00^m Dviņos (♊)1. jūlijā 5^h10^m Vēzī (♋)3. jūlijā 4^h38^m Lauvā (♌)5. jūlijā 5^h20^m Jaunavā (♍)7. jūlijā 8^h47^m Svaros (♎)9. jūlijā 15^h49^m Skorpionā (♏)12. jūlijā 2^h06^m Strēlniekā (♐)14. jūlijā 14^h28^m Mežāzī (♑)17. jūlijā 3^h27^m Ūdensvirā (♒)19. jūlijā 15^h44^m Zivis22. jūlijā 2^h10^m Aunā24. jūlijā 9^h44^m Vērsī26. jūlijā 14^h02^m Dviņos28. jūlijā 15^h30^m Vēzī30. jūlijā 15^h24^m Lauvā1. augustā 15^h28^m Jaunavā3. augustā 17^h32^m Svaros5. augustā 23^h05^m Skorpionā8. augustā 8^h31^m Strēlniekā10. augustā 20^h44^m Mežāzī13. augustā 9^h43^m Ūdensvirā15. augustā 21^h42^m Zivis18. augustā 7^h44^m Aunā20. augustā 15^h31^m Vērsī22. augustā 20^h55^m Dviņos25. augustā 0^h00^m Vēzī27. augustā 1^h17^m Lauvā29. augustā 1^h56^m Jaunavā31. augustā 3^h33^m Svaros2. septembrī 7^h56^m Skorpionā4. septembrī 16^h09^m Strēlniekā7. septembrī 3^h47^m Mežāzī9. septembrī 16^h45^m Ūdensvirā12. septembrī 4^h34^m Zivis14. septembrī 14^h01^m Aunā16. septembrī 21^h06^m Vērsī19. septembrī 2^h23^m Dviņos21. septembrī 6^h16^m Vēzī

5. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs. Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

- Jauns Mēness: 1. jūlijā plkst. 21^h20^m; 31. jūlijā plkst. 4^h25^m; 29. augustā plkst. 12^h19^m.
- ♃ Pirmais ceturksnis: 8. jūlijā plkst. 14^h53^m; 7. augustā plkst. 3^h02^m; 5. septembrī plkst. 18^h27^m.
- Pilns Mēness: 16. jūlijā plkst. 15^h55^m; 15. augustā plkst. 7^h13^m; 13. septembrī plkst. 21^h37^m.
- ♄ Pēdējais ceturksnis: 25. jūnijā plkst. 3^h00^m; 24. jūlijā plkst. 13^h02^m; 22. augustā plkst. 20^h51^m; 21. septembrī plkst. 3^h28^m.

METEORI

Jūlija otrajā pusē un augustā ir novērojamas vairākas meteoru plūsmas. Īpaši minamas divas no tām.

1. **Dienvidu δ Akvarīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 12. jūlija līdz 19. augustam. 2000. gadā maksimums gaidāms 27. jūlijā plkst. 20^h, kad vienas stundas laikā var cerēt ieraudzīt līdz 20 meteoriem. Ap to pašu periodu aktīvas ir vēl dažas vājākas plūsmas. Tāpēc reāli novērojama meteoru skaits var būt vēl lielāks, vienīgi tie visi nepiederēs pie Dienvidu δ Akvarīdu meteoru plūsmas.

2. **Perseidas.** Pieskaitāma pie pašām aktīvākajām plūsmām. Tās aktivitātes periods ir no 17. jūlija līdz 24. augustam. 2000. gadā maksimums gaidāms 12. augustā laikā no plkst. 7^h līdz plkst. 12^h. Tad intensitāte var sasniegt pat 120–160 meteoru stundā.

APTUMSUMI

Daļējs Saules aptumsums 1. jūlijā.

Šā aptumsuma maksimālā fāze būs 0,48. Tas būs redzams Klusā okeāna dienvidu daļā, arī Čīles un Argentīnas pašos dienvidos. Latvijā nebūs novērojams.

Pilns Mēness aptumsums 16. jūlijā.

Šā aptumsuma laikā Mēness ļoti dziļi ieies Zemes ēnā – maksimālā fāze būs 1,77. Tas būs novērojams Austrālijā, Klusajā okeānā un Dienvidaustrumāzijā. Latvijā nebūs redzams.

Daļējs Saules aptumsums 31. jūlijā.

Šā aptumsuma maksimālā fāze būs 0,60. Tas būs redzams Ziemeļu Ledus okeānā, Sibīrijas un Kanādas ziemeļos, Aļaskā. Latvijā nebūs novērojams. 🐼

PIRMO REIZI “ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ”



Jēkabs Štrauss (dzimis 1954. gadā Rīgā) – beidzis Jaņa Rozentāla Rīgas Mākslas vidusskolu un Latvijas Mākslas akadēmijas grafikas nodaļu. Strādā dažādās mākslas jomās, ir izstāžu dalībnieks Latvijā un ārzemēs. Latvijas Mākslinieku savienības biedrs. Rakstīšanas tieksme radusies kosmisko vētru un “zvaigžņu” slimības ietekmē. Publicējies Latvijas Grāmatu draugu biedrības izdevumos un avīzē “EX-LIBRIS”, žurnālos “*Latvijas Lauksaimnieks*” un “*Grāmatu Apskats*”.

Viktors Ustimenko (dzimis 1957. gadā Jūrmalā) – beidzis Rīgas 20. vakarskolu, strādā Jūrmalas Autotransporta uzņēmumā. No jaunības interesējas par astronomiju, īpaši par Saules sistēmu. Astronomijas amatieris, patstāvīgi izgatavojis Ņūtona–Dobsona sistēmas teleskopu ar spoguļa diametru 165 mm.



CONTENTS

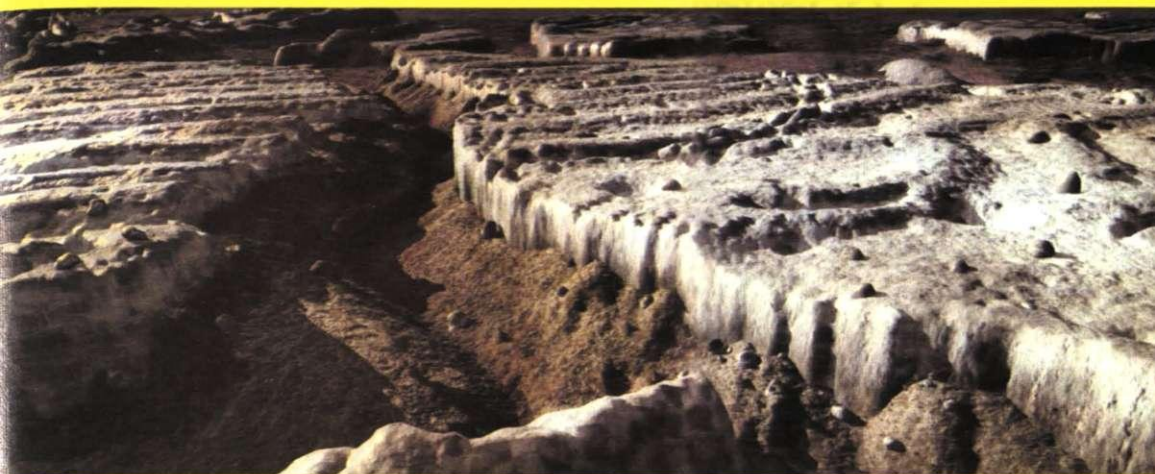
“ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO “What is Real Shape of the Earth?” by *A. Balklavs* (abridged). **“Searching for Inhabited Planets”** by *N. Cimahoviča* (abridged). **DEVELOPMENTS in SCIENCE** Interaction of Galaxies. *Z. Alksne, A. Alksnis*. Planets Outside the Solar System. *Z. Alksne, A. Alksnis*. **NEWS** The Objects of *Orionis* Continue to Puzzle. *A. Balklavs*. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** The Sad End of *Iridium*. *J. Jaunbergs*. **SCIENTISTS ARE DISCUSSING** Challenges for the New Millenium. *L. Začs*. **LATVIAN SCIENTISTS** Māris Ābele – Winner of the Frīdrihs Canders Prize. *A. Balklavs*. **At SCHOOL** On Friendly Terms with Cosmology: Basic Principles and Models of the Universe. *K. Bērziņš*. Ostwald’s World Format for Rectangulars. *T. Romanovskis*. Rīga 27th Open Olympiad of Astronomy for School Youth. *M. Krastiņš*. Latvia 13th Olympiad of Informatics. *M. Opmanis*. **MARS in the FOREGROUND** New Approaches to Exploration of Mars. *J. Jaunbergs*. Competition for Readers. *M. Gills*. **FOR AMATEURS** Largest Satellites of the Solar System Planets. *V. Ustimenko*. **SPACE THEME in ART** First Actors on Mars. *G. Vilka*. Starry Universe in Contemporary Latvian Book-Plate (*Ex-Libris*). *J. Štrauss*. **FLASHBACK** The Story of the Reliefs of the Small Hall of the University of Latvia. *I. Ondzule*. **CHRONICLE** The Institute of Astronomy of the University of Latvia in 1999. *A. Balklavs*. **CHRISTIANITY and LATVIAN NATIONAL RELIGION** *Two Suns Shine for Me...* (Soul in Christianity and Latvian Dainas). *I. Pundure*. **The STARRY SKY in the SUMMER of 2000**. *J. Kauliņš*.

СОДЕРЖАНИЕ

В “ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД “Какова истинная форма Земли?” (по статье *А. Балклавса*). “Поиски обитаемых планет” (по статье *Н. Цимаховича*). **ПОСТУПЬ НАУКИ** Взаимодействие галактик. *З. Алксне, А. Алкснис*. Планеты вне Солнечной системы. *З. Алксне, А. Алкснис*. **НОВОСТИ** Объекты в Орионе продолжают задавать загадки. *А. Балклавс*. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** Досадная кончина “*Iridium*”. *Я. Яунбергс*. **УЧЁНЫЕ СОВЕЩАЮТСЯ** Вызов новому тысячелетию. *Л. Зачс*. **УЧЁНЫЕ ЛАТВИИ** Марис Абеле – лауреат премии имени Фридриха Цандера. *А. Балклавс*. **В ШКОЛЕ** Будем с космологией на ты: основные принципы и модели Вселенной. *К. Берзиньш*. Всемирный формат Оствальда для прямоугольников. *Т. Романовскис*. 27-ая Рижская открытая олимпиада по астрономии для школьников. *М. Крастиньш*. 13-ая Латвийская олимпиада по информатике. *М. Опманис*. **МАРС ВБЛИЗИ** Новые подходы к исследованию Марса. *Я. Яунбергс*. Конкурс для читателей. *М. Гиллс*. **ЛЮБИТЕЛЯМ** Самые большие спутники планет Солнечной системы. *В. Устименко*. **КОСМИЧЕСКАЯ ТЕМА в ИСКУССТВЕ** Первые актёры на Марсе. *Г. Вилка*. Звёздная Вселенная в современном латышском экслибрисе. *Е. Штраусс*. **ОГЛЯДЫВАЯСЯ на ПРОШЛОЕ** Рельефы Малого зала Латвийского Университета рассказывают. *И. Ондзуле*. **ХРОНИКА** Астрономический институт Латвийского Университета в 1999 году. *А. Балклавс*. **ХРИСТИАНСТВО и ЛАТЫШСКАЯ РЕЛИГИЯ** *Два Солнца светят мне...* (о Душе в христианстве и латышских дайнах). *И. Пундуре*. **ЗВЁЗДНОЕ НЕБО летом 2000 года**. *Ю. Каулиньш*.

THE STARRY SKY, SUMMER 2000
Compiled by *Irena Pundure*
“Mācību grāmata”, Rīga, 2000
In Latvian

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 2000. GADA VASARA
Sastādījusi *Irena Pundure*
© Apgāds “Mācību grāmata”, Rīga, 2000
Redaktore *Dzintra Auziņa*
Datortālis *Jānis Kuzmanis*



Mākslinieka skatījums – Jupitera pavadoņa Eiropas virsmas panorāma rajonā *Conumara Chaos*. Gigantiski ledāju bloki atgādina galdveida aisbergus no šelfa ledājiem atlauztās antarktiskajās jūrās.

Sk. V. Ustimenko rakstu "Saules sistēmas planētu lielākie pavadoņi"



2000. gadā akciju sabiedrība "Aldaris" ir kļuvusi par populārzinātniskā periodika izdevuma "Zvaigžņotā Debess" izdošanas finansiālu atbalstītāju. Izvēloties "Aldara" produkciju, arī Tu atbalstīsi Latvijas rūpniecību un kultūru!



VICHY
Classique

ŪDENS TAVAI DZĪVEI

LU bibliotēka
100009236

ZVAIGŽNOTĀ DEBĒS



Ziemeļblāzma Gēteborgā 6. aprīlī 23^h24^m, skats ZR virzienā.

Latvijas Astronomijas biedrības biedra **Ģirta Barinova** fotografētā ziemeļblāzma 2000. gada 6. aprīlī Gēteborgā, Zviedrijā. Fotoaparāts *Minolta Vectis-S1, APS*. Objektīvs V22-80, diametrs 49 mm, relatīvais atvērums 1/4-1/5,6. *Kodak ISO 200* filma. Ekspozīciju ilgums no 20 līdz 30 sekundēm. Par ziemeļblāzmu autors uzzinājis no *NASA News* e-pasta biļetena. Kā stāsta pats autors, ziemeļblāzma bijusi redzama pat pilsētas centrā, sarkanā krāsa bijusi sarkana arī dabā (tiesa, ne tik spoža), bet zaļā praktiski nav bijusi redzama – spožākajos brīžos tā izskatījies zilgana.

Citas ziemeļblāzmas fotogrāfijas var apskatīt internetā:

<http://www.cbe.chalmers.se/~girts/pictures/aurora/aurora.html>

(Sk. arī vāku 2. lpp. un žurnāla 88. lpp.)

M. G.