

ZVAIGŽNOTĀ DEBĒS

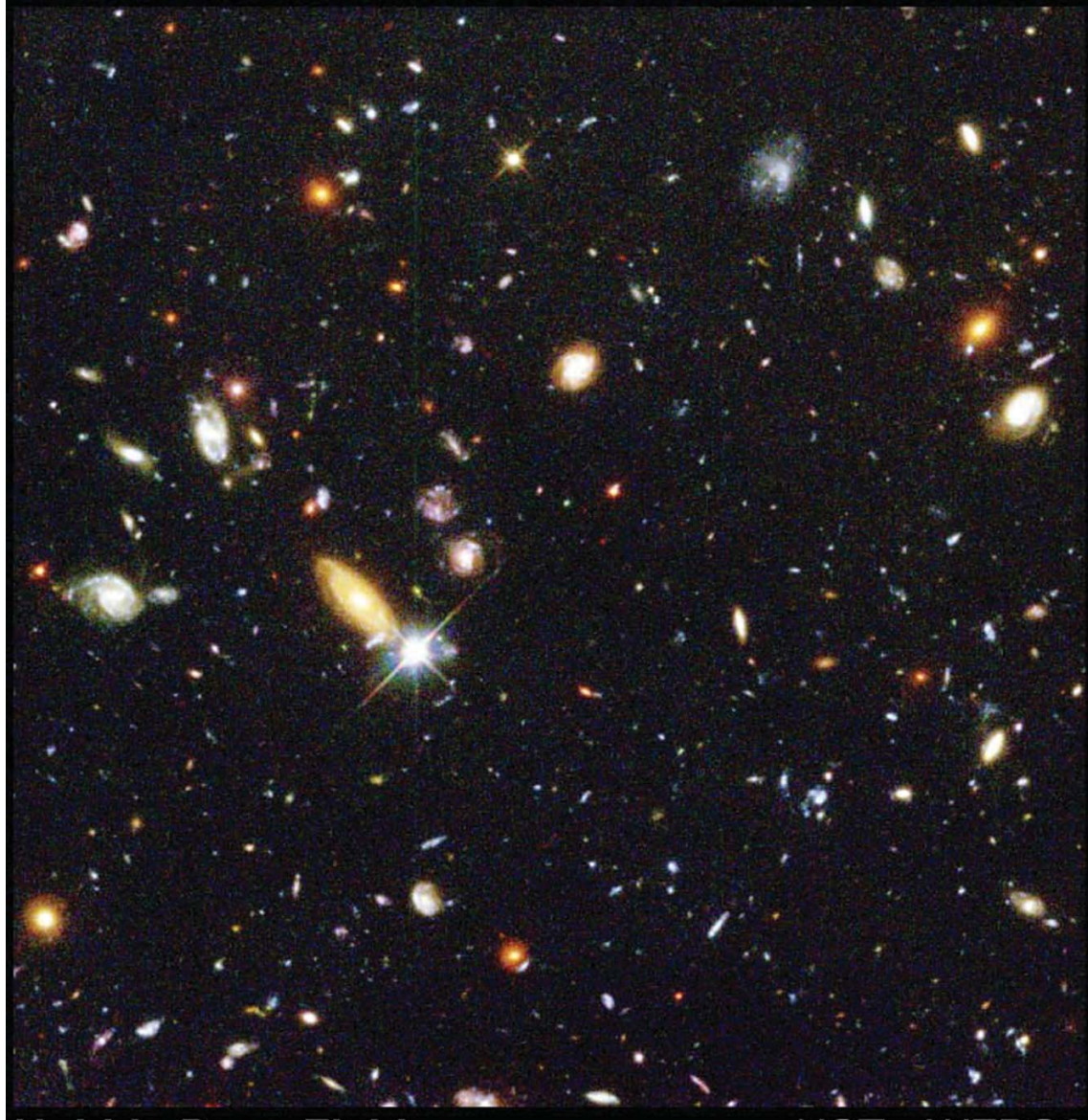
2001
RUDENS

- ★ Vai DINOZAURU PAVĒNĪ būtu ATTĪSTĪJIES INTELEKTS?
- ★ PIENA CEĻŠ “APRIJ” SĪKAS KAIMĪNGALAKTIKAS



- ★ Kā NEAR Shoemaker NOLAIDĀS uz EROSA
- ★ NEAIZMIRSTAMĀKĀ NEDĒĻA DENISA TITO MŪŽĀ
- ★ Par RADIOASTRONOMIJAS SĀKUMU LATVIJĀ
- ★ Kā IZVEIDOT SAULES PULKSTENA ČIPARNĪCU?

Pielikumā -
ASTRONOMISKAIS
KALENĀRS 2002



HKT kā caur mazitiņu atslēgas caurumu ir ielūkojies ļoti dziļi kosmiskajā telpā un līdz ar to ļoti tālā pagātnē. Attēlā redzamas ap 1500 galaktikas dažādās attīstības stadijās. Lielākā daļa galaktiku ir neregulāras un pundurgalaktikas. Vairākums no galaktikām ir ļoti vājas – ap 30^m jeb apmēram $4 \cdot 10^9$ reižu vājākas par tiem kosmiskajiem objektiem, kuri vēl saskatāmi ar cilvēka aci. Dažas no tām ir redzamas tādas, kādas tās bijušas pirms vairāk nekā 10^9 gadu.

Sk. A. Balklava rakstu “Pundurgalaktiku pētījumu aktualitātes”.

Vāku 1. lpp.:

Tuvas nākotnes aina. Aptuveni tā izskatīsies Starptautiskā orbitālā stacija pēc visu moduļu nogādāšanas kosmosā un montāžas darbu pabeigšanas.

ESA zīmējums

Sk. I. Vilka rakstu “Kosmiskie lidojumi. Gandrīz kā ikdienu (1973–2000)”.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,
LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
ČETRAS REIZES GADĀ

2001. GADA RUDENS (173)



Redakcijas kolēģija:

A. Alksnis, A. Andžāns (atbild.
red. vietn.), **A. Balklavs** (atbild.
redaktors), **K. Bērziņš,**
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, 2001

SATURS

Pirms 40 gadiem "Zvaigžņotajā Debess"

Radiolokatori pēti Saules sistēmu.
Atrasta pirmā radiozvaigzne.....2

Zinātnes ritums

Zinātne, dinosauri un evolūcija: kā kosmiskie spēki ietekmē dzīvi uz Zemes. *Jānis Aboliņš*.....3

Jaunumi

Mūsu Galaktika "aprij" savas kaimiņienes.
Zenta Alksne, Andrejs Alksnis.....8

Jauni dati par masīviem objektiem galaktiku kodolos. *Arturs Balklavs*.....13

Pundurgalaktiku pētījumu aktualitātes.
Arturs Balklavs.....16

Agrinā Visuma pirmatņejo šķiedru tīkls.
Zenta Alksne.....18

Kosmosa pētniecība un apgūšana

NEAR misija sekmīgi pabeigta. *Māris Gertāns*.....21

Kosmiskie lidojumi: gandrīz kā ikdiena (1973–2000) (*nobeigums*). *Ilgonis Vilks*23

Denisa Tito lieliskais piedzīvojums kosmosā.
Jānis Jaunbergs, Dace Meldere32

Astronomija Latvijā

Radioastronomija Latvijā. Kā tas notika.
Natālija Cimaboviča, Arturs Balklavs35

Latvijas Universitātes mācību spēki

Pirmajam LU *Dr. math.* fizikā profesoram Reinhardam Siksnam – 100. *Jānis Jansons*46

Apcerot 100 gadu gājumu. *Mirdzas Krastiņas atmiņas par tēvu*.....61

Skolā

Latvijas 51. matemātikas olimpiādes 3. kārtas uzdevumi. *Agnis Andžāns*67

Baltijas valstu 7. informātikas olimpiāde *BOI2001*.
Mārtiņš Opmanis68

Marss tuvplānā

Marsa polu ledus un putekļu hronika.
Jānis Jaunbergs, Dace Meldere.....73

Mākslīgā gravitācija lidojumus uz Marsu.
Tams Zariņš.....76

Konkurss lasītājiem: jautājumi, rezultāti.
Jānis Jaunbergs, Mārtiņš Gills79

Amatieriem

Saules pulksteņi visai Latvijai (*nobeigums*).
Aleksandrs Nikolajevs80

Pie Ilumetsas meteorītu krateriem (*fotoreportāža*).
Mārtiņš Gills.....84

Jauniešu astronomijas klubā

Zvaigznāji rudens pusnaktī. *Inga Začeste*.....88

Atskatoties pagātnē

Astronoms un karavīrs Indriķis Arturs Brikmāns.
Ilga Daube.....89

Maiju kultūra un observatorija Cičenicā. *Ilze Loze*.....92

Zvaigžņotā debess 2001. gada rudenī. *Juris Kauliņš*96

Pielikumā: Astronomiskais kalendārs 2002 (32 lpp.)

PIRMS 40 GADIEM "ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ"

RADIOLOKATORI PĒTĪ SAULES SISTĒMU

Radiolokācija savu pirmo pielietojumu astronomijā atrada tūlīt pēc Otrā pasaules kara 1946. gadā, kad ASV un Ungārijā uztvēra no Mēness atstarotos radiolokatoru signālus. Taču, lai uztvertu no Venēras atstarotu radiolokatoru signālu, vajadzēja ilgi gaidīt, līdz kamēr 1958. gadā tas izdevās Masačūsetsas Tehnoloģiskā institūta Linkolna laboratorijas līdzstrādniekiem Milstounhilā (ASV).

Straujā signāla stipruma samazināšanās, pieaugot attālumam, tad arī ilgu laiku bija nepārkāpjams sliekšnis citu planētu radiolocēšanai. Tikai pēdējos gados, kad ierindā stājušās lielas antenas, ārkārtīgi jutīgi uztvērēji un ļoti lielas jaudas raidītāji, Saules sistēmas ķermeņu radiolokācijā gūti jauni panākumi.

Astronomisko vienību, t. i., vidējo attālumu starp Sauli un Zemi, līdz šim noteica ar dažādām optiskām metodēm, taču visas šīs metodes nedeļa pietiekamu precizitāti kosmonautikas vajadzībām. Optiskie mērījumi deva vidējo Saules–Zemes attālumu ap 149 500 000 kilometriem, turklāt iespējamā kļūda bija vairāki simti tūkstoši kilometru. Jaunie padomju radara novērojumi precizēja šo skaitli, dodot 149 457 000 kilometru lielu astronomisku vienību, turklāt iespējamā kļūda ir mazāka par 5000 km. Jaunā astronomiskās vienības vērtība ievērojami uzlaboja starpplanētu kuģu trajektoriju aprēķinus.

Amerikāņu un angļu Venēras radiolokācijas eksperimentos uztvertie signāli bija pārāk vāji, lai varētu konstatēt planētas griešanās izraisīto Doplera efektu. Jaunajā padomju eksperimentā, izmērot Doplera novirzi, noskaidrojās, ka Venēras atsevišķa atstarojošo apgabalu radiālo ātrumu starpība ir ap 80 m/s. Ja pieņem, ka Venēras griešanās ass ir perpendikulāra virzienam Zeme–Venēra, var secināt, ka Venēras apgriešanās periods ir tuvs 11 Zemes diennaktīm.

Tuvākajos gados varam sagaidīt jaunus sasniegumus Saules sistēmas radiolokācijā, tajā skaitā Mēness redzamās daļas radara kartes sastādīšanu, ziņas par Saules koronas dinamiku, Venēras un Marsa virsmu pētījumus.

(Saisināti pēc G. Ozoliņa raksta, 6.–13. lpp.)

ATRASTA PIRMĀ RADIOZVAIGZNE

Pats spēcīgākais debess radiostarojuma avots ir mums tuvākā zvaigzne – Saule. Tādēļ dabiski, ka jau tad, kad radioastronomija vēl tikko spēra pirmos soļus, astronomi centās uztvert radiosignālus arī no pārējām tuvākajām zvaigznēm. Diemžēl šie mēģinājumi beidzās neveiksmīgi: zvaigznes "klusēja", toties izdevās atrast vairākus debess apgabalus, no kuriem nāca intensīvi radioviļņi.

Kalifornijas Tehnoloģiskā institūta atrastais radioavots ZS – 48 ir tuva zvaigzne. To izdevies nofotografēt arī redzamajā gaismā ar Palomara kalna lielo 5 metru teleskopu. Fotoplate rāda, ka objektu ZS – 48 ietver vājš spīdošs mākonis. Tādēļ pastāv iespēja, ka tas ir kādas pārnovas atlieka. Uzņemts arī spektrs, kas izrādījies ļoti ipatnējs. Tajā pavisam nav udeņraža līniju, toties ir intensīvas neitrālā un jonizētā hēlija līnijas. Tas liek domāt, ka šī radiozvaigzne ir samērā vecs objekts, kas visu savu udeņraža krājumu jau pārvērtusi hēlijā. Sagaidāms, ka līdz ar jaunu spēcīgu radioteleskopu stāšanos ierindā izdosies atklāt radiostarojumu arī no citām tuvākajām zvaigznēm.

(Saisināti pēc U. Dzērviša raksta, 18.–19. lpp.)

JĀNIS ĀBOLIŅŠ

ZINĀTNE, DINOZAURI UN EVOLŪCIJA: KĀ KOSMISKIE SPĒKI IETEKMĒ DZĪVI UZ ZEMES

Pie lielajiem 20. gadsimta atklājumiem, neskaitot kvantu mehāniku, kas atvēra izpētei mikropasauli un ar ko neapzinoties tika likts pamats ģenētiskā koda atšifrēšanai, un kontinentu dreifa atklāšanu, kas likusi no jauna pārvērtēt mūsu priekšstatus par pasauli, kurā paši dzīvojam, jāmin arī to apstākļu noskaidrošana, kādos pirms 65 miljoniem gadu iznīruši dinozauri. Atklājot kosmisko saikni ar dzīvo formu attīstību uz Zemes, tie liek pārvērtēt mūsu priekšstatus par evolūcijas dzinējspēkiem un mūsu vietu tās vēsturiskajā gaitā.

Šie pēdējie minētie atklājumi aizvadija gadsimta 80. gados mums pagājuši nepamanīti, jo bijām aizņēmti ar sociālajām pārbūvēm un politiskajām pārmaiņām. Arī pasaules prese 90. gadu sākumā vairāk interesējās par notikumiem Padomju Savienībā, nevis par to, kas tad isti noticis pirms 65 miljoniem gadu. Varbūt tādēļ Luisa un Valtera Alvarezu hipotēzes [1] apstiprinājums pēc 10 gadu diskusijām un meklējumiem [2] 1991. gadā palika bez pelnītās ievēribas, bet varbūt iemesls ir, ka no tā izrietošie secinājumi neglaimo mūsu sugas pašapziņai un apgāž ierastos priekšstatus par pasaules kārtību un nenovēršamo virzību uz progresu.

Kas tad noticis pirms 65 miljoniem gadu tāds, ka dinozauri, kuri 140 miljonus gadu dominēja dzīvnieku pasaulē uz planētas (*sk. att. vāku 4. lpp.*), pēkšņi izzuda, atstājot ekoloģiskās nišas tad vēl sīkajiem zidītājiem? Uz šo jautājumu neviens nebija pat mēģinājis nopietni atbildēt. Darvina evolūcijas teorijas postulāts par to, ka izdzīvo labāk piemērotie,

nevarēja izskaidrot, kāpēc tie, kas 140 miljonus gadu bijuši labāk pielāgotie, pēkšņi pārstājuši tādi būt.

Paleoģeologs Valters Alvarezs arī nemeklēja atbildi uz šo jautājumu, kad 70. gadu beigās, apsekodams Apenīnu kalnos labi redzamo robežu starp krīta un terciārā perioda nogulām, paņēma paraugu no samērā plānā māla starpslāniša. Parauga analīze, kas tika veikta Kalifornijas universitātē (Laurensa laboratorijā), uzrādīja paaugstinātu irīdija koncentrāciju, kas deva pamatu hipotēzei par slāniša nogulu kosmisko izcelsmi, jo irīdiju satur meteorīti. Pieņemot, ka meteorīta masa tikusi izkliedēta planētas atmosfērā, no kurienes pamazām izgulsnējusies uz tās virsmas, tam vajadzēja būt spēcīgam triecienam un neapšaubāmi atstāt par sevi arī citas liecības, pirmām kārtām – meteorīta krāteri.

Meteorītu krāteri ir redzami uz Marsa un īpaši labi uz Mēness, kur nav atmosfēras un nedarbojas mehānismi, kas tos nolidzinātu, kā tas notiek uz Zemes. Lielāku meteorītu atstātie krāteri ir zināmi arī uz mūsu planētas. Viens no pazīstamākajiem un vairāk izpētītajiem ir meteorīta krāteris Arizonā (ASV). Pēc hipotēzes par to, ka krīta un terciārā perioda nogulu robeža (saukta par K–T robežu) saistīta ar liela meteorīta triecienu, radās interese par krāteru vecuma precīzāku noteikšanu. Izrādījās, ka Arizonas krātera un K–T robežas veidošanās vecums nesakrīt.

Meteorīta hipotēze izraisīja vētrains diskusijas 80. gados. Ģeologi to uzņēma skeptiski, iespējams tādēļ, ka to bija izvirzījis nevis

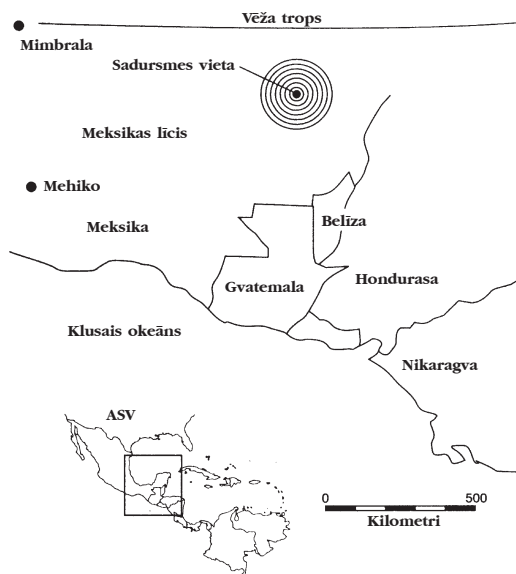
ģeologs, bet fiziķis. Luisam Alvarezam pārmeta, ka viņš iejaucas svešā nozarē, taču šie pārmetumi nekādi neizskaidroja, no kurienes K–T robežā veidotā nogulu slānīti radies irīdijs. Astronomi un astrofizikā arī pievienojās diskusijai un hipotēzi atbalstīja. Sākās intensīvi pazudušā krātera meklējumi un rūpīga K–T robežas izpēte visos kontinentos. Tā apstiprināja irīdija saturošo nogulu klātbūtni arī citās vietās. Šajās nogulās atklāja arī citas meteorīta trieciena pēdas – mikroskopiskas pārkausēta kvarca daļiņas un kvarca kristāliņus ar deformētu režģi. Par to, ka Zemei pirms 65 miljoniem gadu uzdrāzies meteorīts, vairs šaubu nebija, taču trieciena vieta vai krāteris vēl joprojām nebija atrasti. Tas, protams, nenozīmēja, ka meteorīta sadursme ar Zemi nebija notikusi; meteorīta krišanas vieta varēja būt paslēpta zem ūdens, tāpēc dažādi aprēķini un meklējumi turpinājās.

K–T robežas nogulas liecināja, ka sadursme visdrīzāk notikusi uz cietzemes. To sastāvā bija atrodama gan meteorīta viela, gan triecienā no kontinenta virsmas izsviestais materiāls. Dažādi aprēķini par iespējamo meteorīta lielumu un sadursmju varbūtību nebija pretrunā ar hipotēzi.

Lieli meteorīti, kuru veidoto krāteru diametri pārsniedz 100 km, skar Zemi reizi 100 miljonos gadu [3]. Salīdzinot šos aprēķinu rezultātus (*sk. tabulu*) ar to, ka pēdējo 600 miljonu gadu laikā notikušas 5 lielas sugu izmiršanas, tika izteikta hipotēze, ka tās izraisījuši lielo meteorītu triecieni.

Tabula. Meteorītu triecienu biežums atkarībā no radītā krātera lieluma

Krātera diametrs, km	Vidējais laiks starp triecieniem, gadi
virs 10	110 000
virs 20	400 000
virs 30	1 200 000
virs 50	6 200 000
virs 60	12 500 000
virs 100	50 000 000
virs 150	100 000 000



Att. Jukatanas krātera vieta Meksikā.

Kad beidzot 1996. gadā [4] noskaidrojās, ka meklētais meteorīta krāteris atrodas Jukatanas pussalā (*sk. att.*), tas kļuva par pagaidām vienīgo neapstrīdamo apstiprinājumu hipotēzei par lielo izmiršanu saistību ar kosmiskajām katastrofām.

Interesanta un savā ziņā pamācoša ir atklājuma vēsture. Tā esamību konstatēja 60. gados, kad Jukatanas pussalā meklēja naftu un izdarīja dziļurbumus, bet krāterim nepievērsa nekādu uzmanību, jo krāteros naftas nav. Gadījuma pēc saglabājušos urbumu serdeņu paraugus sameklēja tikai 1997. gadā. Tirgus ekonomikas un konkurences apstākļos vērtīga informācija (izpētes urbumi ir dārgi) bieži vien nonāk glabāšanā pie tiem, kam korporatīvās intereses dominē pār zinātniskajām vērtībām.

Jukatanas krātera (*sk. att. 49. lpp.*) un K–T katastrofas atklājuma nozīme astronomijā vai fizikā nav ne tuvu tik liela, kāda tā ir bioloģijā, īpaši mūsu priekšstats par dzīvības un sugu evolūciju uz Zemes. Tas liek pārvērtēt mūsu līdzšinējos priekšstatus par katastrofisko faktoru nozīmi Zemes ģeoloģiskajā vēsturē,

to ietekmi uz sugu mainību un dabisko atlasī. Tas neapgāž un nemazina Darvina sugu mainības teoriju, drīzāk papildina to un apstiprina, ka dabiskās atlasī mehānisms nav nepieciešami saistīts ar progresu. Arī intelekta attīstība ir tikai nejaušas apstākļu sakritības rezultāts, un kosmiskā katastrofa, kurai sekoja dinozauru masveida izmiršana, ir tikai viens no apstākļiem, kas padarījis iespējamību par īstenību.

Protams, būtu naivi domāt, ka dinozaurus nogalinājis tiešs meteorīta trieciens vai trieciena izraisītais plūdu vilnis, kaut arī ne viens vien no tiem dabūjis galu šādā veidā. Dinozauri un daudz citu sugu līdz ar viņiem neaizgāja bojā vienā dienā vai pat vienā gadā. Lielā K-T izmiršana varēja ilgt desmitus un simtus vai pat tūkstošus gadu pēc katastrofas brīža. Gadu tūkstotis ir tikai mirklis ģeoloģiskā laika mērogā.

Sugu masveida izmiršanas īstais cēlonis ir meteorīta trieciena izraisītais pēkšņs globāls klimata izmaiņas. Spriežot pēc Jukatanas krātera lieluma, ko vērtē robežās no 170 līdz 300 km, meteorīta diametrs bijis ap 10 km. Sadursmes ātrums varēja svārstīties robežās no 11 km/s līdz 80 km/s. Tas nozīmē, ka sadursmē izdalītā enerģija vidēji varēja būt bijusi ar kārtu 10^{31} cgs vienību, kas ir ekvivalenta desmittūkstoškārtējai pasaules kopējai kodollādiņu enerģijai.

Trieciena radītā spiediena un augstās temperatūras ietekmē lielākā daļa meteorīta un kontinentālās garozas masas no sadursmes vietas tika iztvaicēta un izkliedēta atmosfērā, kur tās sīkie putekļi vairākus gadus ievērojami samazināja Saules starojuma plūsmu uz planētas virsmas. Līdz ar to samazinājās vai pat tika pārtraukta fotosintēze, atstājot visu dzīvo radību bez pārtikas. Tādos apstākļos lielākas izredzes un iespējas izdzīvot bija sīkāko dzīvnieku sugām, kuras pie ierobežotiem resursiem varēja uzturēt lielāku populāciju. Lielajiem dinozauriem šo izdzīvošanas priekšrocību vairs nebija, un viņu izmiršana kļuva neizbēgama.

Te atgādināsim, ka sugas izdzīvošanas iespējas balstās uz diviem faktoriem – nodro-

šinājuma ar resursiem (teritorija, pārtika) un spēju pielāgoties apstākļu maiņai. Pēdējā ir atkarīga no sugas ģenētiskās daudzveidības jeb genofonda, kuru nosaka sugas īpatņu skaits. Katras nākamās paaudzes ģenētiskās kombinācijas veido materiālu dabiskai atlasī – sugu turpina tie īpatņi, kuru ģēnu kombinācijas dod iespēju labāk pielāgoties apstākļiem. Galvenie ir klimatiskie apstākļi, konkurence par resursiem un dabiskie ienaidnieki jeb tiešie nākamie konsumenti barošanās (trofiskajā) ķēdē. Parasti noteicošie ir divi pēdējie. Konkurencē par ekoloģisko nišu (resursu) beigās to aizņem tikai viena suga. Tās, kuras tiek atstumtas, ja nevar pārslēgties uz citu resursu izmantošanu (atrast citu nišu), izmirst. Vidējais dabiskais dzīves ilgums kādai sugai* ir ar kārtu 4 miljoni gadu, un tas varētu būt saistīts ar to, ka vidēji 4 miljonu gadu laikā vai nu dažādu faktoru dēļ izsīkst sugas ģenētiskais fonds, vai arī, lēnītēm pielāgojoties mainīgajiem apstākļiem, izveidojas jauna suga.

Pasaulē ir pazīstamas arī ilgdzīvotājas sugas, kas saglabājušās desmitu miljonu gadu gaitā un vēl ir tālu no savas dabiskās izmiršanas robežas. Par dinozauriem gan šai ziņā drošu datu nav. No fosilajām paliekām ir zināms, ka dzīvojušas ļoti daudz šo lielo ķirzaku sugu, kas aizpildījušas gandrīz visas ekoloģiskās nišas juras un krīta periodā 145 miljonu gadu garumā. Putnus uzskata par tiešiem dinozauru pēctečiem. Domā, ka arī zīdītāju priekšteči meklējami kādā dinozauru sugā.

Nav pamata uzskatīt, ka dinozauri būtu jau izsmēlušī savu bioloģisko potenciālu pirms 65 miljoniem gadu krīta perioda beigās, turklāt vēl tik pēkšņi pazudušī dabiskās atlasī ceļā. Dinozauru pēkšņo izmiršanu var izskaidrot tikai katastrofiski straujas klimatiskās izmaiņas, kādas varēja radīt, piemēram, liela meteorīta trieciens.

Jāpiemin, ka asteroīdi, protams, nav vienīgais faktors, kas var izraisīt globāla mēroga

* veiksmīgai sugai, kura pastāvējusi pietiekami ilgi, lai atstātu par savu eksistenci kādu liecību – fosiliju.

katastrofas. Līdzīgas sekas un pietiekami straujas klimatiskās izmaiņas rada arī vulkāniskie izvirdumi, kad atmosfērā tiek izmests milzums sīku putekļu, kas ekranē Saules starojumu – padara planētas virsmu vēsāku, samazina fotosintēzi, izmaina metabolismu biosfērā.

Arī krita perioda beigu posms un terciāra sākums sakrīt ar vienu no lielākajiem un ilgstošākajiem vulkāniskajiem izvirdumiem, kura pēdas palikušas Indijā, kas tad vēl nebija savienojusies ar Āzijas kontinentu (*sk. karti*), un pastāv uzskats, ka tieši tas ir īstais dinosauru laikmeta norieta vaininieks [5]. Taču, kā liecina ar irīdiju bagātinātais slānis starp bazalta kārtām, šis izvirdums sācies pirms kosmiskās katastrofas un turpinājies arī pēc tās. Protams, šī sakritība, kas pastiprināja katastrofālās klimatiskās izmaiņas, dinosauru likteni padarīja tikai neizbēgamāku, papildinot atmosfēras piesārņojumu vēl ar vulkāniskajiem izmešiem. Salīdzinot ar meteorīta izraisīto seku pēkšņumu, vulkāniskā darbība notiek lēnāk, bet pietiekami strauji, lai sugām ar ilgstošāku paaudžu nomaiņas periodu nedotu iespēju pielāgoties samērā krasai apstākļu maiņai.

Katastrofas pārtrauc parasto dabiskās atlasēšanas procesu, ko nosaka apstākļu maiņas un sugas īpatņu reproducēšanās tempu samēri. Tajās izdzīvošanas priekšrocības ir pieticīgākajām sugām – tām, kam populācijas uzturēšanai pietiek ar mazākiem resursiem.

Līdzīgas priekšrocības gūst visēdāji, kam, salīdzinot ar zālēdājiem un plēsējiem, ir plašāka barības bāze un tāpēc labāk nodrošināta izdzīvošana sezonāla pārtikas resursa stresa (sausuma, aukstas, sniegotas ziemas) apstākļos. Šī bioloģiskā īpašība kopā ar divkājību ir tie nosacījumi, kas cilvēku sugai līdz ar klimata pavēsināšanos kvartāra periodā pavērusi iespēju attīstīt intelektu un izveidoties par daudzskaitlīgāko lielāko plēsēju sugu uz planētas, bet tas ir jau cits stāsts.

Šo stāstu nobeidzot, pievērsīsimies jautājumam, *vai*, saglabājoties dinosauru noteicošajai lomai dzīvnieku pasaulē, *bitu attīstīties intelekts*. Savu noliedzošo atbildi paleologs

Golds [6] pamato ar apsvērumu, ka, iztikuši bez intelekta 140 miljonus gadu, dinosauri bez tā iztiktu arī vēl tos 65 miljonus gadu, kas apritējuši kopš tā laika, ja krita periods nebūtu noslēdzies ar šo lielāko mums zināmo kosmisko katastrofu Zemes vēsturē. Pēc Golda domām, dinosauru bioloģiskā struktūra ir galvenais šķērslis intelekta attīstībai, jo ar putniem, kas ir dinosauru tiešie pēcteči, nekas tāds nav noticis. Dinosauru pavēni zīdītāji tā arī paliktu savā ekoloģiskajā nišā kokos līdz mūsu dienām, un te nebūtu ne rakstītāju, ne lasītāju, ne “*Zvaigžņotās Debess*”.

Lūkojoties tālajā nākotnē, jāsecina, ka cilvēces un dzīvības likteņi uz planētas ir atkarīgi no tā, cik stiprā mērā un kā tos ietekmēs intelekts. Ar cilvēka ienākšanu planētas dzīvībā pasaulē pirms 5 miljoniem gadu ir sākusies, vēl turpinās un pieņemas plašumā sestā lielā sugu izmiršana pēdējo 600 miljonu gadu laikā. Iepriekšējās piecas izraisījušās kosmiskās katastrofas – planētas sadursmes ar asteroīdiem vai gigantiski vulkāniskie izvirdumi, taču pēdējās cēlonis ir cilvēka sugas globālā ekspansija [8], kas sasniegusi jau tādus apmērus, ka apdraud pati savas eksistences un izdzīvošanas bioloģiskos pamatus.

Var dažādi traktēt cilvēku sugai raksturīgās iekšējās kolizijas, no kurām sastāv turpat vai visa rakstītā civilizācijas vēsture. No bioloģiskā viedokļa, jāsliecas domāt, ka tās ir simptomātiskas pārpopulācijai, jo visi kari taču notikuši un notiek par resursiem, par teritoriju pārvaldīšanu. Protams, ar veselo saprātu konfliktus un problēmas varētu atrisināt civilizēti, apmierināt arī 6 miljardu pasaules iedzīvotāju vitālās vajadzības, taču pasaules politiku vada intereses, alkatība, varas kāre un daudz kas cits, tikai ne veselais saprāts. Kā citādi lai izskaidro, ka jau 2000 gadu garumā nav izdevies panākt, lai kristīgā pasaule savstarpējās problēmas risinātu atbilstoši kristīgās mācības normām? Pa šo laiku, neraugoties uz savstarpējiem slaktiņiem, cilvēku sugas populācija uz planētas augusi eksponenciāli un turpina augt, divkāršojoties ik 40 gados.

Kaut arī pašreiz pasaulē saražo pietiekami daudz pārtikas, lai nodrošinātu iztiku visiem iedzīvotājiem, apmēram trešdaļai pasaules iedzīvotāju pienācīgas pārtikas trūkst. Citu resursu jau sen ir par maz, lai visiem nodrošinātu tādu dzīves līmeni un komfortu, kāds atbilst Rietumeiropas un Ziemeļamerikas standartiem. Tirdzniecība ekonomika, ko vada ne saprāts, bet peļņas gūšana, šīs problēmas nav varējusi un nevar atrisināt.

Tas viss, kopā ņemot, pastiprina aizdomas, ka ne dabā, ne cilvēku sabiedrībā vismaz līdz šim nekādas nepieciešamas virzības uz intelekta attīstību nepastāv. Tā rašanās uz Zemes ir nejašu sakrītību rezultāts, un pretēji ticībai, ka citas civilizācijas sūta NLO mūs novērot, un mūsu optimistiskajām cerībām, ka tādas kaut kur ir, mēs varam izrādīties vienīgie Visumā.

Ja evolūcijas virzību noteikušas katastrofas, kurās izdzīvo nevis labāk pielāgotie, bet tie, kam palaimējas, un citu nejašu apstākļu kopums, tad mūsu intelekts arī ir tikai kosmiskās laimes spēles un debess dāvana, ko jāprot saglabāt, nosargāt un vairot. Par to, ka dabā nepastāv nekāda nepieciešama vai mērķtiecīga virzība uz intelekta attīstību, liecina arī cilvēces līdzšinējā sociālā pieredze, kam pie-

mērus tāpat var atrast aizvadītā gadsimta vēstures notikumos. Zinātne un veselais saprāts, Karla Sagāna teikto [8] pieminot, vēl arvien ir kā „..sveces gaismā tumsā”.

Izmantotie literatūras avoti:

- [1] Alvarez L. W. *Science*, vol. 208, 1095–1108 (1980).
- [2] Hildebrand A. R. *Geology*, vol. 19, 867–871 (1991).
- [3] Raup D. M. “Extinction: Bad Genes or Bad Luck?” – *Norton: New York*, 1992.
- [4] Smit J. *Geological Society of America Special Paper*, vol. 307, 151–182 (1996).
- [5] Vincent Courtillot. “Evolutionary Catastrophes” – *Cambridge University Press*, 1999.
- [6] Wim Kayzer. “A Glorious Accident” – *W. H. Freeman & Co: New York*, 1999, 86. lpp.
- [7] Richard Leakey, Roger Lewin. “The Sixth Extinction” – *Anchor Books*, 1995.
- [8] Carl Sagan. “The Demon – Haunted World” – *Ballantine Books: New York*, 1996.

Ieteicamā literatūra:

- Walter Alvarez. “T. rex and the Crater of Doom” – *Princeton University Press*, 1997.
- James Lawrence Powell. “Night Comes to the Cretaceous” – (*Freeman*, 1998), *Harvest*, 1999. 🐦

Kur var iegādāties gadalaiku izdevumu “Zvaigžņotā Debess”?

“Zvaigžņoto Debesi” vislētāk var iegādāties apgāda “Mācību grāmata” veikalos Rīgā, LU galvenajā ēkā **Raiņa bulvārī 19** (1. stāvā), **Zeļļu ielā 8** un **Katrīnas dambī 6/8**, kā arī izdevniecības “Zinātne” grāmatnīcā **Zinātņu akadēmijas Augstceltnē**.

Jaunākos numurus tirgo Rīgā – Grāmatu nams “*Valters un Raņa*” (**Aspazijas bulvārī 24**), Jāņa Rozes grāmatnīca (**Krišjāņa Barona ielā 5**), LU Akadēmiskā grāmatnīca (**Basteja bulvārī 12**), karšu veikals “*Jāņasēta*” (**Elizabetes ielā 83/85**), Rēriha grāmatu veikals (**A. Čaka ielā 50**) u. c.

Prasiet arī novadu grāmatnīcās!

Visērtāk un lētāk – abonēt. Uzziņas pa tālr. **7615695**.

Redakcijas kolēģija

ZENTA ALKSNE, ANDREJS ALKSNIS

MŪSU GALAKTIKA “APRIJ” SAVAS KAIMIŅIENES

Bieža galaktiku satuvināšanās, gravitacionāla mijiedarbība un pilnīga saplūšana ir galaktiku pasaules raksturīga iezīme (*sk. Z. Alksne, A. Alksnis. “Galaktiku mijiedarbība” – ZvD, 2000. g. vasara, 3.–13. lpp.*). Šādi procesi izdara vērienīgas izmaiņas attiecīgo galaktiku struktūrā. Domājot par mūsu pašu Galaktiku – Piena Ceļu, tāda notikumu gaita šķiet nepieņemama. Piena Ceļš liekas pamatīgs, simetrisks un stabils – brīnišķīgs veidojums, kas uzbūvēts, sakārtots un pabeigts uz visiem laikiem. Kā rāda pēdējā desmitgadē veiktie pētījumi, tā nepavisam nav, jo Piena Ceļš, varētu teikt, turpina pats sevi būvēt, pievienojot arvien jaunus zvaigžņus un citas vielas krājumus. Tas pamazām pievelk sev un pēc tam pilnīgi uzņem sevī jeb “aprij” sīkas kaimiņgalaktikas.

Piena Ceļš ir gāzes, putekļu un zvaigžņu veidojums, kura sastāvdaļas sakārtotas divās galvenajās uzbūves komponentēs: plakanā diskā ar 50 000 gaismas gadu (g. g.) rādiusu un nedaudz saplacinātā, taču plašākā halo, kura rādiuss ir ap 130 000 g. g. Šīs komponentes aptver ievērojami lielāks tumšas neredzamas vielas halo. Tumšo vielu, pēc pašreizējiem priekšstatiem, pārstāv gan labi pazīstamie atomu protoni un neitroni, gan pagaidām nepazīstamas daļiņas, kuras fiziķi cenšas identificēt. Tumšās vielas masa ir galvenā Piena Ceļa masas daļa. Piena Ceļa kopējo masu leš uz 300 līdz 900 miljardiem Saules masu. Iespaidīgās masas dēļ Piena Ceļam piemīt ļoti spēcīgs un plašs gravitācijas lauks, kas liktenīgi iedarbojas uz mazmasīvām kaimiņgalaktikām, ja tās nokļūst šā lauka iedarbības zonā. “Savos valgos noķertu” sīku galaktiku Piena Ceļa

gravitācijas lauks piespiež nerimtīgi riņķot ap Piena Ceļu pa vairāk vai mazāk izstieptu orbītu. Tad sīkā galaktika ir kļuvusi par Piena Ceļa pavadoni. Uz pavadoņiem mūsu Galaktikas gravitācijas spēks nenovēršami iedarbojas divos galvenajos veidos. Pirmkārt, tas velk un rausta pavadoņa ārējos slāņus, līdz izirdina tos tiktāl, ka pavadoņa paša iekšējais gravitācijas spēks vairs nevar saturēt savas zvaigznes. Tās cita pēc citas pavisam pamet pavadoņgalaktiku, un galaktikas uzbūve pārveidojas. Otrkārt, virzoties cauri pat Piena Ceļa halo attāliem apgabaliem, berzes dēļ pavadoņa kustības ātrums samazinās, un tas lēnām, bet neizbēgami tuvojas Piena Ceļa centrālajam apgabalam, šim procesam paātrinoties. Beigu beigās pavadoņa atlikušās zvaigznes nonāk Piena Ceļa zvaigžņu tiešā tuvumā un iejaucas to barā. Pavadonis beidz pastāvēt kā patstāvīgs debess ķermenis – tas ir Piena Ceļa “apritis”, bet Piena Ceļš guvis gan masas, gan zvaigžņu skaita papildinājumu. Asimilējot pavadoņus vēl un vēl, Piena Ceļa disks kļūst arvien biežāks un platāks.

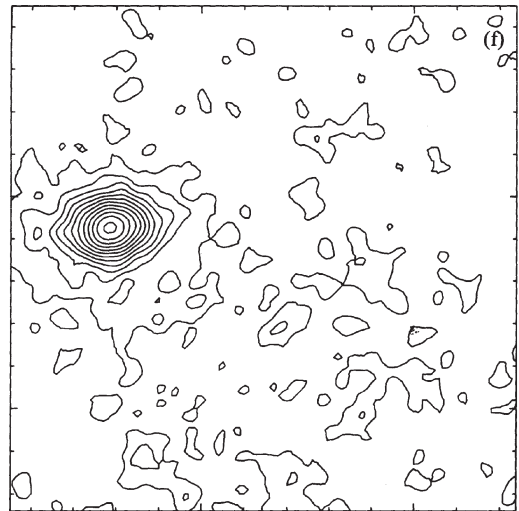
Lielākie un pazīstamākie Piena Ceļa pavadoņi ir Lielais un Mazais Magelāna Mākonis (LMM un MMM) (*sk. Z. Alksne. “Magelāna Mākoņi tuvplānā” – ZvD, 1998. g. rudens, 5.–12. lpp.*). MM ir neregulāras galaktikas, kuru masa attiecīgi ir 20 miljardu un divi miljardi Saules masu. Visas trīs galaktikas veido gravitacionālas mijiedarbības sistēmu. Šajā sistēmā valdošais tomēr ir Piena Ceļa gravitācijas spēks, kas liek MM riņķot ap Piena Ceļu pa stipri izstieptu orbītu, te pienākot tam tuvāk, te attālinoties no tā. Pilnu apriņķojumu MM veic 1,5 miljardus gadu, un pašlaik tie atrodas

vistuvāk Piena Ceļam. Attālums līdz LMM ir 163 000 g. g., bet līdz MMM – 196 000 g. g. Laika posmos, kad visas trīs galaktikas nonāk cita citai vistuvāk, gan MM viens otram, gan tie abi Piena Ceļam, notiek lielas pārmaiņas MM uzbūvē. Piemēram, vienas tādas “sanāksmes” iznākumā MMM tika stipri izstiepts un vēl papildus no tā atdalījās vielas plūsma, kuru dēvē par Magelāna Straumi. Tālā nākotnē MM, saplūstot ar Piena Ceļu, beigs pastāvēt.

Bez MM ap mūsu Galaktiku vērpijas vēl deviņu sīku galaktiku saime. Šīs galaktikas sauc tā zvaigznāja vārdā, kura virzienā tās redzamas: Kuģa Ķilis, Pūķis, Krāsns, Lauva I, Lauva II, Tēlnieks, Sekstants, Mazais Lācis un Strēlnieks. Lai iepazītu sīkās galaktikas, raksturosim dažas no tām. Vistālākie un sīkākie Piena Ceļa pavadoņi ir abas Lauvas galaktikas. Lauvas I galaktika atrodas 800 000 g. g. tālu, un tās masa ir tikai trīs miljoni Saules masu, bet 700 000 g. g. tālās Lauvas II masa ir 14 miljoni Saules masu. Vismasīvākā ir 300 000 g. g. tālā Sekstanta galaktika, jo tās masa līdzīga 440 miljoniem Saules masu. Visi Piena Ceļa sīkie pavadoņi tiek dēvēti par sferoidālām pundurgalaktikām, taču sfērai kaut cik līdzīga ir tikai abu Lauvas galaktiku forma, kamēr pārējo galaktiku forma atgādina dažādas pakāpes saspieduma elipsoidus. Visvairāk saspiesta elipsoida forma piemīt 200 000 g. g. tālajai un tikai 19 miljonus Saules masu saturošajai Mazā Lāča galaktikai. Visi minētie dati ņemti no Anglijas astronoma M. Ērvina un Grieķijas astronoma D. Hatzidimitriou sferoidālo pundurgalaktiku plaša pētījuma, kuru viņi publicēja 1995. gadā (astronomi neapskatīja vienīgi Strēlnieka pundurgalaktiku, kura šā darba izpildes laikā vēl nebija atklāta). Šie pētnieki parādīja, ka sferoidālo pundurgalaktiku uzbūvi nosaka gandrīz tikai Piena Ceļa gravitācijas spēks, pašas galaktikas pievilkšanas spēkam atstājot niecīgu lomu. Tās tik tikko spēj saturēt cieši kopā pundurgalaktikas centrālās daļas zvaigznes, kamēr ārējās daļas zvaigznes pakļaujas Piena Ceļa gravitācijas spēkam un izklist arvien

vairāk. Par šādu notikumu gaitu abi pētnieki pārliecinājās, veidojot pētāmo pundurgalaktiku spožuma sadalījuma kartes un savienojot tajās vienāda spožuma apgabalus. Piemēram, Tēlnieka pundurgalaktikas centrālās daļas izofotas ir aploces, bet ārmaļā tās kļuvušas eliptiskas (*sk. 1. att.*). M. Ērvins un D. Hatzidimitriou novērtējuši, ka Tēlnieka un Sekstanta pundurgalaktikām draud drīza pilnīga iziršana.

Taču jau tagad ir zināma viena sferoidāla pundurgalaktika, kura ne tikai neglābjami jūk un brūk, bet ir tik tuvu Piena Ceļam, ka praktiski saplūst ar to. Tā ir Strēlnieka pundurgalaktika, kuru tikai 1994. gadā atklāja Kembridžas Astronomijas institūta darbinieki R. Aibeito, Dž. Džilmors un jau pieminētais M. Ērvins (*sk. U. Dzērvītis. “Strēlnieka galaktika – mūsu tuvākais kaimiņš Visumā” – ZvD, 1998. g. vasara, 13.–15. lpp.*). Skatoties no Saules, Strēlnieka pundurgalaktika atrodas Piena Ceļa pretējā malā viņpus tā centra. Tāpēc Strēlnieka galaktiku mūsu skatam slēpj biezi putekļu mākoņi, un to ir ļoti grūti pētīt. Strēl-



1. att. Tēlnieka pundurgalaktikas spožuma sadalījuma karte, $3,5 \times 3,5$ grādu liels laukums. Galaktikas centrālajā daļā izofotas ir aploces, bet pie malām kļūst eliptiskas.

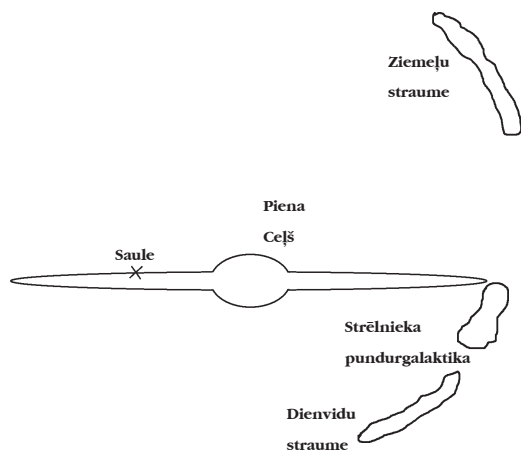
nieka galaktiku izdodas saskatīt tikai pa atsevišķiem labākas caurredzamības “logiem” Piena Ceļa putekļu slāni. Kopš atklāšanas aizriņķētajos gados ir noskaidrots, ka Strēlnieka pundurgalaktika ir ievērojami plašāka, nekā šķita sākumā. Līdz ar to ir audzis galaktikas kopējās masas vērtējums, sasniedzot miljardu Saules masu, lai gan Ženēvas observatorijas astronomi domā, ka šajā galaktikā tumšās vielas ir maz, un tādā gadījumā kopējā masa varētu būt mazāka. Tomēr pati svarīgākā Strēlnieka galaktikas īpatnība ir tās tuvums Piena Ceļam. Strēlnieka galaktika tagad atrodas tikai 81 000 g. g. attālumā no Saules un tikai 52 000 g. g. attālumā no Piena Ceļa centra. Tā ir Piena Ceļa centram vistuvākā sferoidālā pundurgalaktika. Ženēvas observatorijas astronomi ir izskaitļojuši, ka Strēlnieka pundurgalaktika riņķo pa izstieptu orbītu, pienākot līdz 49 000 g. g. tuvu un attālinoties līdz 230 000 g. g. no Piena Ceļa centra. Tas nozīmē, ka jau kādus piecus miljardus gadu Strēlnieka galaktikas orbīta atrodas Piena Ceļa plašā halo iekšienē un ir pakļauta spēcīgai gravitācijas ietekmei. Agrāk galaktika esot bijusi vairāk koncentrēta, kamēr tagad ir ļoti izstiepta.

Amerikas Astronomijas biedrības 2001. gada janvāra sanāksmē apsprieda iespējamo Piena Ceļa un pavadoņa saplūšanu. Tur H. Morrisons no Keisas universitātes vēstīja jaunas ziņas par Strēlnieka pundurgalaktiku. Viņš kopā ar kolēģiem atklājis, ka Strēlnieka pundurgalaktika ir vēl vairāk saplosīta, izkaisīta un izstiepta, nekā bija agrāk zināms. Tās sastāvdaļas stiepgas pār debesi milzīgā lokā, veidojot ziemeļu un dienvidu straumes uz abām pusēm no Piena Ceļa plaknes (sk. 2. att.). Ja uz Piena Ceļu skatītos no malas, tad šīs straumes varētu būt pamanāmas kā blāvas astes. Garas astes ir raksturīgas galaktiku saplūšanas ainai. Salīdzinot ar tām grandiozajām astēm, kādas rodas, saplūstot divām varenām galaktikām, Strēlnieka pundurgalaktikas straumes ir tikai tādas miniatūras astītes. Pēc H. Morrisona domām, Piena Ceļam ir jābūt pilnam ar

šādām straumēm jeb astēm, ko atstājušas pundurgalaktikas, ieplūzdamas Piena Ceļā. Z. Ivezičs šajā pašā sanāksmē pavēstīja, ka viņš ar kolēģi patiešām ir uz pēdām vēl vienai straumei. A. Vaivasa un R. Zinns no Jeilas universitātes esot Piena Ceļa halo atraduši Liras RR tipa maiņzvaigžņu pudurus, kas arī varētu būt Piena Ceļā sen ieplūdušu sīku galaktiku pārpalikumi. Pēc sanāksmes izplatījās ziņa, ka Strēlnieka pundurgalaktikas ziemeļu straumes rajonā varētu būt atrastas vēl kādas asimilētas galaktikas atliekas.

Pēdējo gadu pētījumi rāda, ka Piena Ceļā varētu būt saglabājušās dažu agrāk piepūcinātu sferoidālo pundurgalaktiku maz ietekmētas centrālās daļas. Tās tagad novērojamas kā lodveida zvaigžņu kopas. Lodveida kopas ir lieli, blīvi, apaļi zvaigžņu sakopojumi, kas sastopami daudzās galaktikās. Arī Piena Ceļā ir zināms pusotrs simts lodveida kopu, kuru īpašības ir samērā vienveidīgas. Taču lodveida kopa Centaura ω (Centaura Omega) to vidū izceļas ar dažām uzkrītošām savdabībām.

Centaura Omega lodveida kopa atrodas tikai 17 000 g. g. tālu no mums un ir tik spoža, ka redzama pat ar neapbruņotu aci kā 3,7. zvaigžņ-

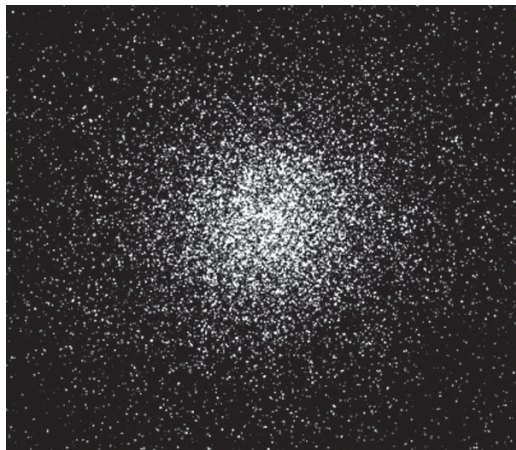


2. att. Strēlnieka pundurgalaktikas zaudēto zvaigžņu veidotās straumes (*sbematisks attēls*). Straumes stiepgas abpus Piena Ceļa centrālās plaknes.

lieluma miglaina zvaigzne. Apzīmējumu Omega tai deva zvaigžņu karšu sastādītājs Johans Bajers 17. gs. sākumā. Latvijas platuma grādos tā nav redzama, jo atrodas dienvidu puslodes debess plašajā Centaura zvaigznājā, netālu no Krusta zvaigznāja. Ar 75 mm tālskati to varētu redzēt kā izplūdušu disku ar robainām malām. Centaura ω diska caurmērs ir 200 g. g., bet tikai kopas centrālā daļa ir blīvi zvaigžņu apdzīvota (*sk. 3. att.*). Šī lodveida kopa izskatās nedaudz saspiesta atšķirībā no pārējām, izteikti apaļām kopām. Otra tās īpatnība ir neparasti lielā masa – 4–5 miljoni Saules masu, kas ir salīdzināma ar sikāko sferoidālo pundurgalaktiku masu. Trešā īpatnība attiecas uz ķīmisko elementu sastāvu kopas zvaigžņu atmosfērās: tas nav visām zvaigznēm vienāds. Atkarībā no tā, kāds zvaigžņu atmosfērās ir smagāko elementu (metālu) daudzums, salīdzinot ar ūdeņraža daudzumu, astronomi runā par metāliem nabagām vai bagātām zvaigznēm. Kopas zvaigžņu ķīmiskā neviendabība bija atklāta jau 20. gs. 70. gados, taču rūpīgāka pētišana, šķirojot zvaigznes metāliem nabagās un bagātās, notika tikai 90. gados. Toreiz atklāja vēl ceturto kopas īpatnību – metāliem nabagās zvaigznes

riņķo ap kopas centru, kamēr metāliem bagātām zvaigznēm šāda kustība nepiemīt. Itālijas astronomu grupa ar Elēnu Pančino priekšgalā, meklējot īpatnību skaidrojumu, 2000. gada sākumā izteica hipotēzi, ka kopa kādreiz ir sagūstījusi un ietvērusi sevī kādu līdz tam neatkarīgu zvaigžņu sistēmu. Tā varētu būt bijusi, piemēram, cita lodveida kopa. Čīles astronomi M. Hilkers un T. Rihtlers 2000. gada nogalē ziņoja par jaunu īpaši detalizētu Centaura ω kopas zvaigžņu ķīmisko elementu sastāva pētījumu. Viņi atraduši, ka kopas vecākā zvaigžņu paaudze ir metāliem nabaga un šīs paaudzes zvaigznes sastopamas visā kopā. Aptuveni 1–3 miljardus gadu jaunākas paaudzes zvaigznes ir jūtami metāliem bagātākas, un tās ir koncentrētas ap kopas vidu. Zvaigžņu paaudze, kas ir vēl kādus 3 miljardus gadu jaunāka, jau īsti ir metāliem bagāta. Šīs paaudzes zvaigznes izvietotas asimetriski pret kopas centru un biežāk sastopamas uz dienvidiem no tā. Abi pētnieki uzsver, ka sarežģītās ķīmiskā sastāva variācijas norāda uz komplicētāku zvaigžņu tapšanas vēsturi nekā pārējām lodveida kopām. Tāpēc viņi ierosināja pavisam citu, daudz pievilcīgāku skaidrojumu Centaura ω kopas īpatnībām.

Pēc M. Hilkeru un T. Rihtlera domām, Centaura ω lodveida kopa ir kādreizējas sferoidālas pundurgalaktikas kodols, kas saglabāties pēc senatnē notikušas saplūšanas ar Piena Ceļu. Sferoidālām pundurgalaktikām raksturīga sarežģīta zvaigžņu tapšanas norise. Apskatāmajā gadījumā zvaigžņu tapšanu varēja nodrošināt vairākkārtīga masas ieplūšana no galaktikas perifērijas. Pēc masas ieplūšanas sākās strauja zvaigžņu tapšana. Masīvākās no jauntapušajām zvaigznēm drīz vien sasniedza attīstības galapunktu un eksplodēja kā supernovas. Tā kā to iekšienē ūdeņradis bija pārtapis smagākos elementos, tad sprādzienos šī metāliem bagātinātā viela tika izmesta telpā. Taču sprādziena viļņi bagātināto vielu tūlīt aizpūta prom, izdzināja uz malām. Zvaigžņu tapšana apstājās līdz brīdim, kad no perifērijas ieplūda jaunas gāzes porcijas un sablīvējās,

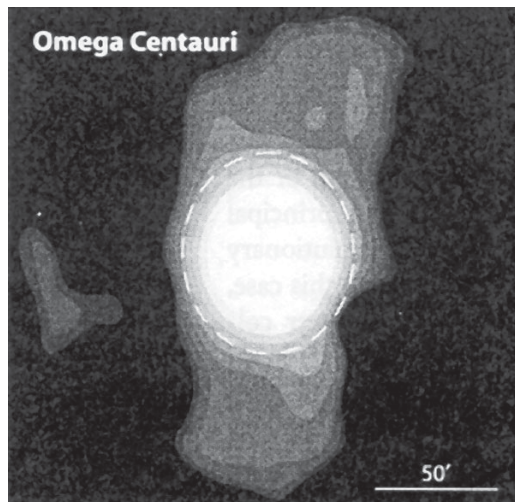


3. att. Piena Ceļa lodveida kopas Centaura ω centrālā daļa.

ESO Dānijas 1,5 metru teleskopa uzņēmums

iespējams, nedaudz citā galaktikas vietā. Cikliskā vielas ieplūde radija vairākus zvaigžņu metāliskuma lēcienveida pieauguma periodus. Radās arī atšķirības dažāda metāliskuma zvaigžņu telpiskā sadalījumā un kustībās. Kamēr vielas ieplūdes periodi sekmēja zvaigžņu tapšanas periodus, tikmēr nezināmā pundurgalaktika, nokļuvusi Piena Ceļa gravitācijas ietekmē, riņķoja ap Piena Ceļu un, līdzīgi kā Strēlnieka galaktika tagad, arvien vairāk tuvojās Piena Ceļa centram. Šajā laikā tā zaudēja ārējo slāņu zvaigznes un, domājams, arī divas savas lodveida kopas – NGC 362 un NGC 6779. Tā zaudēja arī lielas gāzes masas, un tāpēc vielas pieplūde centrāliem apgabaliem vairs nenotika, un jaunas zvaigznes vairs neradās. Pamazām kādreizējā pundurgalaktika savu gāzi un savas zvaigznes zaudēja tādā pakāpē, ka pāri palika tikai zvaigznēm bagātais kods. Taču tas jau bija asimilēts Piena Ceļa ķermenī, un tagad tas redzams kā Piena Ceļa lodveida zvaigžņu kopa. Atrazdamās pašā Piena Ceļā, Centaura ω kopa nepaliek gravitācijas spēku iedarbības neskarta. S. Leons kopā ar kolēģiem 2000. gada vasarā ziņoja par ļoti vājām astēm, kas veidojas no zaudētām zvaigznēm un velkas līdz Centaura ω kopai tās kustībā cauri Piena Ceļam (*sk. 4. att.*).

Ideja par pundurgalaktiku nonākšanu Piena Ceļa pavadoņu lomā, kas noslēdzas, saplūstot ar Piena Ceļu, nav svaiga. Tā tikai guvusi nopietnu apstiprinājumu. Piemēram, L. Sirls un R. Zinns (ASV) jau 1978. gadā izteica domu, ka pašreizējās sferoidālās pundurgalaktikas ir tikai paliekas no kādreizējā daudz lielākā Piena Ceļa pavadoņu skaita. Britu astronomi M. Unavane un Dž. Džilmors un R. Vaize no ASV 1996. gadā publicēja iespējamo saplūšanas gadījumu pētījumu. Viņi secināja, ka Piena Ceļa halo apgabalā laika gaitā varētu būt ieplūduši desmiti pundurgalaktiku. Šāds secinājums labi saderas ar pašlaik pieņemto galaktiku veidošanās modeli, kas norāda uz ļoti liela daudzuma sīku galaktiku tapšanu pirmsākumā. Saskaņā ar šo modeli Lokālajā galaktiku grupā, kuras masīvākās



4. att. Ap lodveida kopas Centaura ω centru, kas iezīmēts ar pārtrauktu līniju, redzamas zaudēto zvaigžņu veidotās astes.

galaktikas ir Piena Ceļš un Andromedas Miglājs, vajadzētu atrasties simtiem sīku galaktiku. Pēc slavenā galaktiku pētnieka S. van den Berga 2000. gada aprīli apkopotajiem datiem, bez divām minētajām masīvākajām galaktikām Lokālajā galaktiku grupā ietilpst tikai 34 mērenas un mazas masas galaktikas. Kur palikušas pārējās? Kaut gan pastāv arī citi skaidrojumi, tomēr pieņemamākais norāda uz sīko galaktiku saplūšanu ar masivajām, audzējot tās vēl lielākas.

Jau minētajā Amerikas Astronomijas biedrības sanāksmē tika apspriests jautājums par senākām un varenākām saplūšanām Piena Ceļa pagātnē, kas varēja lielā mērā ietekmēt Piena Ceļu. R. Vaize un kolēģi secina, ka pirms 10 miljardiem gadu ir notikusi saplūšana ar diezgan masīvu galaktiku. Šis process it kā “uzcubinājis” Piena Ceļa disku, izkustinot zvaigznes no vietas un novirzot tās gan uz vienu, gan otru pusi no centrālās plaknes. Spriežot par nākotni, tika pamatota varbūtība, ka trīs miljardu gadu laikā Piena Ceļš un Andromedas Miglājs tuvosies viens otram un saplūdis. 🐼

JAUNI DATI PAR MASĪVIEM OBJEKTIEM GALAKTIKU KODOLOS

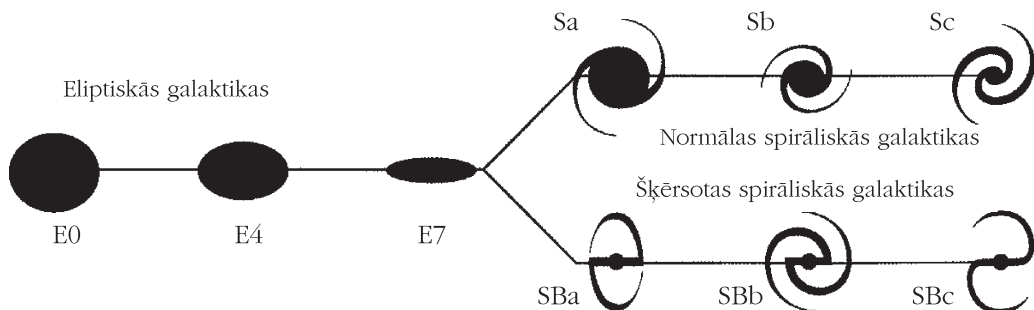
Visintriģējošākie galaktiku (*g.*) struktūrelementi ir to kodoli (*k.*), kurus zināmā mērā var salīdzināt gan ar atomu, gan šūnu *k.*, jo, kā atomu un šūnu *k.* nosaka atomu uzbūvi un šūnu funkcionēšanu, tā arī *g. k.*, to masa, blīvums, rotācijas ātrums u. c. parametri daudzējādā ziņā ir atbilstīgi par galaktikas struktūras veidošanos, par šīs struktūras īpatnībām un izmaiņām, par *g.* zvaigžņu dinamiku, par *g.* aktivitāti dažādu izstarojumu ģenerēšanā, par *g.* evolūciju un citām norisēm. Tas arī izskaidro to neatslābstošo uzmanību, kādu astrofizikā velta *g. k.* pētījumiem un šo pētījumu izvēršanai. Šajā ziņā jaunie astronomiskie, kā tradicionālie, tā kosmiskajās orbitās ievadītie, instrumenti, modernās attēlu un citu datu savākšanas un apstrādes tehnoloģijas ir pavērušas agrāk nebijušas iespējas iegūt jaunus un ļoti svarīgus datus ne tikai par *g.* redzamo izskatu jeb morfoloģiju, bet, izsekojot dažādiem mijiedarbību procesiem *k.* apkaimē, arī par *g. k.* dabu, neraugoties uz to, ka parasti šie *k.* ir slēpti blīvu, skatam necaurredzamu gāzu–putekļu apvalku dzīlēs.

Pēdējā laikā šajā jomā ir veikti ļoti interesanti pētījumi, piemēram, par eliptiskajām, spirāliskajām un lēcveida *g.*, taču, lai labāk saprastu, par ko ir runa, nedaudz atcerēsimies,

ka E. Habls savulaik atklātās *g.* sašķiroja četros pamattipos: eliptiskajās (apzīmē ar simbolu *E*, no angļu vārda – *elliptical*), lēcveida (*SO*), spirāliskajās (*S*) un neregulārajās (*Irr*) (*sk. 1. att.*). Statistika parādīja, ka tā saucamās agrīnā tipa jeb *E g.* (tostarp arī sfēriskās *g.*) ir visai izplatīts *g.* paveids, veidojot ap 25% no izpētīto *g.* kopskaita.

G. klasifikācijas sākumperiodā, sašķirojot tās pēc to formas izmaiņas jeb pārejas no sfēriskajām līdz spirāliskajām un ņemot vērā, ka *S g.* tomēr vajadzēja sadalīt divos lielos zaros, proti, normālās *S g.* (*sk. 2. un 3. att. 50. lpp.*) un *g.* ar šķērsi (*sk. 4. att. 51. lpp.*), radās vajadzība ieviest vēl vienu *g.* tipu, kas būtu it kā šis pēdējais pārejas posms no *E* uz *S g.* To nosauca par Habla kamertoni, un šī sākotnēji hipotētiskā *g.* tipa apzīmēšanai tika ieviests simbols *SO*, ar to saprotot tā sauktās lēcveida *g.* bez izteiktām spirāļu zaru pazīmēm. Vēlāk izrādījās, ka lēcveida *g.* (*sk. 3. un 5. att. 50. lpp.*) ir visai izplatīts *g.* tips, veidojot ap 20% no visām mūsu Piena Ceļa tuvumā novērojamām galaktikām.

Attiecībā uz tā saukto Habla *g.* klasifikāciju, kuru plaši izmanto arī mūsdienās, tomēr nepieciešams piebilst, ka šī klasifikācija saprotamu iemeslu, proti, tā perioda teleskopu un gaismas uztvērēju ierobežoto iespēju, dēļ balstījās galve-



1. att. Habla galaktiku klasifikācijas shēma.

nokārt uz mūsu Piena Ceļam samērā tuvu izvietotu *g.* novērojumu datiem, taču tagad jāņem vērā, ka jaunākie novērojumu dati ar ārpusatmosfēras paceltajiem astronomiskajiem instrumentiem, it sevišķi jau ar Habla kosmisko teleskopu jeb *HST* (*sk. 6. att. un 7. att. 51. lpp.*) un lielajiem modernajiem virszemes teleskopiem, visai argumentēti liek apšaubīt savulaik uz Habla klasifikācijas interpretāciju balstīto un no tās it kā visai dabiski izrietošo *g.* evolūcijas scenāriju no *E* uz *S* un *Irr g.*, par ko nedaudz būs runa turpmāk.

E g. gan formas, gan struktūras, gan zvaigžņu sastāva un to kustību ziņā ir it kā visvienkāršākās. Tajās nav atklāti pārmilži, un visspožākās zvaigznes tur ir sarkanie milži. Virsmas spožums šīm *g.* samazinās vienmērīgi un apmēram apgriezti proporcionāli attāluma kvadrātam no kodola, pakāpeniski saplūstot ar apkārtējo debess fonu. Savukārt spektrālnovērojumos konstatētais spektra līniju paplašinājums liecina, ka zvaigznes šajās *g.* kustas visdažādākajos virzienos un ar visai ievērojamu, ap 200 km/s lielu, ātrumu. Šāds liels ātrums izraisa to, ka zvaigžņu sadalījums visos radiālajos virzienos attiecībā pret *g.* centru ir ar apmēram vienādu varbūtību un tādējādi izskaidro šo zvaigžņu sistēmu formu, kas ir vairāk vai mazāk tuva sferoidālai.

E g. pēc to redzamās formas novirzes jeb atšķirības no sfēriskās, t. i., pēc to saspieduma (elipsoidālītātes), tiek sadalītas septiņās apakšgrupās un apzīmētas ar simboliem, sākot ar *EO* (sfēriskās *g.*) un beidzot ar *E7* (diskveida *g.*, bet bez iezīmētiem spirāļu zariem).

Pārējās *g.* ir diskveida, un starp tām visizplatītākās, apmēram 50%, ir *S* galaktikas. Pēdējās izceļas ar ļoti lielu struktūras daudzveidību, kurā galvenais elements ir divi vai vairāki spirāļu zari.

Bet atlikušos 5% no tuvo *g.* kopskaita veido *Irr g.*, taču, kā rāda pēdējo gadu novērojumi, jau vidēji dziļā laukā, t. i., līdz attālumam, ko raksturo sarkanā nobīde $z \approx 0,5$, *Irr g.* skaits ievērojami pieaug. Tas arī ir viens no iemesliem, kas liecīs apšaubīt sākotnēji uz Habla klasifikācijas skaidrojumiem balstītos secinājumus par *g.* evolūciju no *E g.* uz *S g.*,

faktiski it kā apvēršot to pat pilnīgi pretējā virzienā (*detalizētāk šis jautājums ir iztirzāts Z. Alksnes un A. Alkšņa rakstā "Habla galaktiku klasifikācijas sistēma novecojusi" – ZvD, 2000./2001. g. ziema, nr. 170, 5–13. lpp.*).

Līdz šim valdīja uzskats, ka *E g.*, kā arī *S g.* blidumi (*bulge*) veidojas pēc klasiska scenārija, t. i., šo *g.* centrālo daļu matērijai pašgravitācijas dēļ pakāpeniski sablīvējoties un šī kolapsa gaitā pārdzīvojot zvaigžņu dzimšanas uzliesmojumus. Taču jaunākie novērojumu dati, it sevišķi jau ar *HST* iegūtie tā sauktie dziļie lauka apskati, kas pie lielām sarkanās nobīdes *z* vērtībām, respektīvi, jau ļoti agrā Visuma attīstības etapā, atklāja daudz *Irr* un tuvu izvietotu *g.*, kā arī matemātiskā modelēšana parādīja citas, tā sauktās hierarhiskās klasterizācijas (pudurošanās) scenārija iespējamību. Pēc šā scenārija *E g.* un *S g.* blidumi veidojas, saduroties un saplūstot divām diska *g.*, jo, kā jau piebilsts, pie lieliem *z*, kad Visuma tilpums bija daudz mazāks par pašreizējo un matērijas (tātad arī *g.*) blīvums bija liels, arī *g.* sadursmju varbūtība bija daudz lielāka. Jāpiebilst, ka arī statistiskas aplēses,



6. att. Interessants *HST* attēls – galaktiku menuets. Tajā redzamas četras galaktikas, kas pazīstamas kā Hiksona kompakta grupa. *NASA attēls*

kas balstās uz visas debess apskatiem, runā par labu šim scenārijam.

Jaunākie novērojumi un pētījumi rāda, ka visai ievērojamā daļā *g.* ar lielu zvaigžņu sferoidālo komponenti centrā atrodas masīvs tumšs objekts (*m. t. o.*), ļoti varbūtīgi, ka melnais caurums (*m. c.*) vai kvazārs, t. i., ļoti aktīvs *g.* kodols, kura aktivitātes cēlonis arī visdrīzāk ir *m. c.*, respektīvi, daudzveidīgi ar gravitatīvo mijiedarbību saistīti procesi to apkaimē. *M. t. o.* iespējamās masas aizņem ļoti plašu diapazonu – no $10^8 M_{\odot}$ līdz pat $2 \cdot 10^{10} M_{\odot}$.

Liecības par *m. t. o.* pirmo reizi novērtēja Dž. Kormendijs (*J. Kormendy*) un D. Ričstouns (*D. Richstone*) 1995. gadā, un tas viņus uzvedināja uz domām, ka kinemātiski karstās *E* un *SO* tipa *g.*, kuras raksturīgas ar visai ātrām zvaigžņu kustībām, centrālā objekta masa $M_{m.t.o.}$ korelē ar zvaigžņu karstās sfēriskās komponentes jeb tā saucamā bliduma masu M_{sf} . Veicot attiecīgus pētījumus, viņi atklāja, ka attiecībai $x = \lg(M_{m.t.o.}/M_{sf})$ ir Gausa sadalījumam atbilstoša forma, kuram vidējā vērtība $x_0 = -2,5$, kas nozīmē, ka zvaigžņu sfēriskās komponentes masa, kas ir vairāk vai mazāk labi novērojama un izvērtējama, ir apmēram 300 reizu lielāka nekā *m. t. o.* masa.

Vēlākos 1998. gadā veiktos pētījumos, kurus izdarīja Dž. Megorriens (*J. Magorrian*) ar kolēģiem, izmantojot gan ar *HST* iegūtos augstas leņķiskās izšķirtspējas fotometriskos, gan uz Zemes bāzēto teleskopu spektroskopiskos datus par 36 *E* un *SO* tipa *g.*, tika konstatēta līdzīga korelācija, proti, ka $x_0 = -2,28 \pm 0,5$. Šo rezultātu apstiprināja arī 1999. gadā P. Saluči (*P. Salucci*) ar līdzstrādniekiem veiktie pētījumi, kas aptvēra 30 *g.* lielu objektu izlasi un parādīja, ka $x_0 = -2,6 \pm 0,3$, kas jau ļāva runāt par visai fundamentāla rakstura sakarību starp *g. k.* slēptā, neredzamā masīvā objekta un to aptverošo, novērojamo un tādējādi izmērāmo un novērtējamo zvaigžņu masām.

Ļoti interesantus rezultātus, veicot tā saukto vēlinā tipa, t. i., *S g.*, pētījumus, ieguva un 2000. gadā publicēja jau minētā P. Saluči vadītā zinātnieku grupa. Viņi parādīja, ka *m. t. o.*

masām šajās *g.* ir jābūt vismaz 10–100 reizu mazākām, nekā tas ir *E* tipa galaktikās. Tas nozīmē, ka, vadoties pēc šobrīd izplatītiem uzskatiem un pieņemot, ka *m. t. o.* ir palieka no bijušā kvazāra aktivitātes, kuru savukārt, pēc šiem pašiem uzskatiem, saista ar masīvu *m. c.*, tad šā iespējamā *m. c.* ieguldījums kvazāra spožuma aktivitātes fāzē vēlinā tipa *S g.* ir ārkārtīgi niecīgs un ir jāmeklē cits ar *m. c.* nesaistīts mehānisms vai skaidrojums. Tas ir visai intriģējošs secinājums un norāda uz zināma pavērsiena nepieciešamību mūsu līdzšinējos uzskatos par vismaz dažu *g.* grupu vai tipu *k.* un to aktivitātes iespējamo dabu.

Runājot par *m. t. o.*, ļoti interesanti ir arī pavisam nesen Anglijas Karaliskās Astronomiskās biedrības žurnālā (*sk. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, vol. 320, No. 1, 1 January 2001, p. 124–130*) publicētie E. Pignatelli, P. Saluči un L. Danezes (*E. Pignatelli, P. Salucci, L. Danese*) veikto pētījumu rezultāti par klasisku *SO* tipa *g.* NGC 4350. Tā ir novērojama gandrīz no sāniem, un šajā *g.* zvaigznes sagrupējamās divās komponentēs – eksponenciālā diska komponentē, kas dod apmēram 27% no *g.* kopējā starojuma, un sferoidālajā komponentē, kas dod ap 73% no šā starojuma. Ņemot vērā to, ka *SO* un agrinā tipa diska *g.* ir novērojams masīvs blidums, to var uzlūkot kā ļoti varbūtīgu kvazāra atrašanās vietu.

Detalizēti fotometriski un kinemātiski mērījumi liecina, ka *m. t. o.* masa šajā *g.* ir apmēram $(1,5 \div 9,7) \cdot 10^8 M_{\odot}$, kas, izrādās, ir $(0,3 \div 2,8)\%$ no zvaigžņu sferoidālās komponentes masas. Svarīgs šā pētījuma rezultāts ir tas, ka modeļi bez *m. t. o.*, kā izrādījās, nav spējīgi reproducēt *g.* sfēriskās komponentes iekšējo, t. i., *k.* tuvāko, zvaigžņu kustības īpatnības, kā arī *k.* apjomā ietvertās gāzes ātro rotāciju.

Tas viss liecina, ka pastāv kāda fundamentāla, bet līdz šim maz izpētīta saistība starp *g.* blidumu un tās iekšienē paslēpto varbūtīgo *m. c.*, kā arī, ka šīs saistības tālāka izpēte var pavērt jaunu un dziļāku ieskatu *g. k.* grūti pieejamos noslēpumos. 🐼

PUNDURGALAKTIKU PĒTĪJUMU AKTUALITĀTES

Galaktiku (*g.*) rašanās, *g.* struktūru veidošanās, *g.* evolūcija u. c. ar *g.* saistīti jautājumi pēdējā laikā ir kļuvuši par īpaši intensīviem astronomisko pētījumu virzieniem. Tas saistīts ne tikai ar šādu pētījumu izcilo astrofizikālo nozīmību, bet arī vai pat galvenokārt ar to, ka astronomu rīcībā šobrīd ir nonākuši šo jautājumu risināšanai nepieciešamie līdzekļi – gan jaudīgi liela izmēra optiskie teleskopu uz Zemes, gan satelītos uzstādītas dažāda diapazona kosmiskā elektromagnētiskā starojuma uztveršanai piemērotas ļoti jutīgas ierīces ar lielu leņķisku izšķirtspēju, kuras arī var saukt par attiecīgā diapazona teleskopiem. Viens no galvenajiem faktoriem, kas iezīmēja ievērojamo progresu šajā pētījumu jomā, ir tas, ka šie jaunie liela izmēra instrumenti ir ļāvuši vairākās pat ļoti tālās *g.* atšķirt atsevišķas zvaigznes un, novērtējot to absolūtos spožumus jeb starjaudas (par ko nedaudz turpmāk), noteikt attālumus līdz šim *g.*, kas dod iespēju argumentēti risināt ar *g.* fizikālo dabu vai evolūciju saistītos jautājumus.

Šajā ziņā īpaši var atzīmēt lielo ieguldījumu, ko devis Habla kosmiskais teleskops (HKT), it sevišķi tā veiktie dziļā lauka apskati, kuros atklājās ļoti daudz neregulāru maza izmēra *g.* (*sk. attēlu vāku 2. lpp.*), liekot apšaubīt uz Habla *g.* klasifikācijas sistēmu balstītos evolucionāros secinājumus, par ko jau ir bijušas publikācijas vairākos “Zvaigžņotās Debess” iepriekšējos laidienos (*sk., piemēram, Z. Alksne, A. Alksnis. “Habla galaktiku klasifikācijas sistēma novecojusi” un “Habla kosmiskā teleskopa pirmā desmitgade” – attiecīgi ZvD, 2000./2001. g. ziema, nr. 170, 5.–13. lpp. un 2001. g. pavasaris, nr. 171, 3.–12. lpp.*).

Šīs jaunās iespējas ir aktualizējušas vāju un pat ļoti vāju jeb tā saukto zema virsmas spožuma pundurgalaktiku (*z. v. s. pg.*) pētījumus, kas ir ļoti nozīmīgi, jo jāņem vērā, ka

pg. ir skaitliski vislielākā *g.* klase. Tā, piemēram, Vietējā jeb Lokālajā *g.* grupā no 36 šobrīd apzinātām *g.* 30 ir *z. v. s. pg.* Tas visai viennozīmīgi norāda, ka tieši šo *g.* pētījumi var dot atslēgu tādu fundamentālu astrofizikālu problēmu atšifrēšanai kā *g.* zvaigžņu sastāva veidošanās, *g.* struktūras rašanās un tās izmaiņas laika gaitā, *g.* ķīmiskā evolūcija, tumša matērija utt. Runājot par *pg.* un to lomu, tomēr jāpievērš uzmanība nesen veiktajam P. Augusto un P. Vilkinsona (*P. Augusto, P. N. Wilkinson*) pētījumam (*sk. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, vol. 320, No. 3, 21 January 2001, L40–L44*) par Habla dziļā lauka apskatā atklātajām *pg.*, kuru sarkanās nobīdes *z* ir robežās $0,3 < z < 0,5$, kas parādīja, ka tās, lai gan patiešām ir daudzskaitlīgākas nekā milzu *g.*, taču to masa veido tikai ap 16% no kopējās šajā apgabalā esošo *g.* masas.

Jāpiebilst, ka interese un pētījumi par ļoti *z. v. s.*, ļoti maza izmēra un masu *pg.* ir aizsākušies jau visai pasen – 1938. gadā, kad tām pievērsa uzmanību H. Šeplijs (*H. Shapley*), atklājot divas difūzas zvaigžņu sistēmas Tēlnieku Darbnīcas (*Sculptor*) un Ķīmiskās Krāsns (*Fornax*) zvaigznājos, kuras izrādījās piederīgas Vietējai grupai. 1950. gadā *z. v. s. pg.* meklējumi ārpus Vietējās grupas sekmējās ar vairāku šādu *z. v. s.* objektu atklāšanu grupās M81 un M101.

Šie novērojumu dati jau bija pietiekami, lai van den Bergs (*van den Bergh*) 1959. un 1966. gadā izveidotu visu līdz tam zināmo *pg.* klasifikāciju pēc to morfoloģiskajiem tipiem un spožumiem. Bija arī citi mēģinājumi sastādīt *pg.* katalogus, jo tās sāka piesaistīt pietiekami daudzu astronomu uzmanību. Līdz ar to nepārtraukti auga jaunatklāto *pg.* skaits ar atšķirīgām īpašībām, kas neļāva tās viennozīmīgi iekļaut jau izveidotajās shēmās vai sistē-

mās. Tas liecināja, ka ir nobriedusi vajadzība pēc jauna, vairāk aptveroša un pilnīgāka *z. v. s. pg.* kataloga.

Šāda kataloga izveides darbu uzņēmās V. Karačenceva un M. Šarina (*V. Karachentseva, M. Sbarina*), un 1988. gadā iznāca *Apvienotais zema virsmas spožuma pundurgalaktiku katalogs*, kurā bija aptvertas visas līdz 1987. gadam atklātās šāda tipa *g.* Par *pg.* tika uzskatītas *g.*, kuru absolūtais zvaigžņlielums ir vājāks par -16^m , ar virsmas spožumu, kas ir tikai daži procenti no nakts debess spožuma, un ar zemu jeb mazu virsmas spožuma gradientu, t. i., ar visai vienmērīgu spožuma sadalījumu pa *g.* attēlu.

Pēc morfoloģiskajām pazīmēm *z. v. s. pg.* tika iedalītas piecās grupās: *dIm* – Magelāna Mākoņiem līdzīgi neregulāri objekti, kuros pilnīgi vai daļēji var izšķirt zvaigznes un zvaigžņu–gāzu kompleksus (burts *d* ir no angļu vārda *dwarf* – punduris); *dSm–dIm* – *g.* ar sagrautas spirāliskās struktūras pazīmēm; *dIr* – neregulāri amorfi objekti bez pietiekami labi redzamām spožām sablīvējuma pazīmēm; *dE* – eliptiski punduri, kuriem ir simetriski veidots un ar ievērojamu gradientu raksturīgs virsmas spožuma sadalījums, un *dSpb* – objekti, kas atšķiras no *dE* ar mazu virsmas spožumu un tā gradientu.

Šis *pg.* klasifikācijas sistēmas parametri tātad ir ne tikai *g.* morfoloģiskais tips, bet arī tā forma, virsmas spožums, virsmas spožuma gradients, centrālā zvaigžņveida sabiezējuma esamība vai neesamība un atsevišķu zvaigžņu izšķiršanas pakāpe. Šāda daudzparametru sistēma ļāva izveidot algoritmu un klasifikācijas darbā izmantot datorus, kas ir ļoti nozīmīgi sakarā ar arvien straujāku jaunu *pg.* novērojumu datu pieaugumu. Te gan jāpiebilst, ka atklāt *g.* ar zemu un ekstremāli *z. v. s.*, kas tikai par dažiem procentiem pārsniedz nakts debess fona spožumu, nav viegls uzdevums – aprēķini rāda, ka *z. v. s. pg.* var atklāt, ja attālums līdz tām nepārsniedz 20–30 megaparsekus (Mps), taču to piederība pie pundursistēmām, balstoties uz šo daudzparametru

klasifikāciju, ir nosakāma pietiekami droši.

Lai sniegtu zināmu priekšstatu par *pg.* pētījumu apjomu un rezultātiem, var atzīmēt, ka, izmantojot jaunās novērošanas iespējas, V. Karačencevai un I. Karačencevam pēdējos gados ir izdevies Lokālajā Superkopā 216 *g.* apkārtņē atklāt 260 jaunus *pg.* kandidātus ar leņķiskiem izmēriem, kas lielāki par $0',5$. 77 jaunas *pg.* ir atklātas arī tā sauktajā Talli Lokālajā Tukšumā.

Ļoti svarīgs uzdevums ir attāluma noteikšana līdz atklātajiem objektiem. Tas ir nepieciešams, lai uzzinātu to patieso (absolūto) starjauđu, lineāros izmērus un varētu kvantitatīvi pētīt tajos ritošos fizikālos procesus, risināt ar *g.* evolūciju saistītās problēmas u. c. jautājumus. Ne mazāk svarīgi ir tas, ka masveidīga *g.* attālumu noteikšana dod iespēju precizēt Metagalaktikas struktūru un kosmoloģiskos parametrus, it īpaši Habla konstanti.

Attālumu noteikšanai līdz *pg.* izmanto dažādas metodes. Tā, piemēram, ja *g.* nav izšķiramas atsevišķas zvaigznes, tad attāluma noteikšana, kas gan, protams, šajā gadījumā ir visai aptuvena, notiek pēc tās morfoloģiskā tipa, attāluma kalibrāciju balstot uz atbilstoša tipa tuvumā esošu *g.*, līdz kurām attālums nosakāms pēc noteikta tipa zvaigžņu absolūtajiem lielumiem, summārās starjauđas novērtējuma.

Neregulārajās *pg.* parasti novēro jaunas zvaigznes, zvaigžņu dzimšanas apgabalus un ievērojamus neitrālā udeņraža krājumus, kas tuvākajās *g.* ir visai labi izpētīti veidojumi un arīdzan noder attālumu novērtēšanai. Ja šis *g.* ir pietiekami tuvu, lai saskatītu atsevišķas spožākās zvaigznes – sarkanos vai zilos pārmilžus –, tad attālumus var noteikt samērā precīzi, jo astronomiem ir labi zināmi šādu zvaigžņu absolūtie lielumi. Tā, piemēram, attālumu moduļi līdz 20 tuvām neregulārām *g.* ir noteikti ar precizitāti, kas nav zemāka par $0^m,4$.

Sferoidālās *g.* turpreti pārsvarā ir evolūcijā jau tālu aizgājušas (vecas) zvaigznes, galvenokārt sarkanie milži, un attālumu noteikša-

nai var izmantot sarkano milžu zaru objektu labi zināmos absolūtos lielumos, kas vispār ir viena no šobrīd precizākajām kosmisko attālumu noteikšanas metodēm.

Progresu *pg.* fotometrisko attālumu noteikšanā un šo *g.* pētījumu aktualitāti var raksturot ar to, ka pirms apmēram 20 gadiem bija zināmas 179 samērā tuvas šādas *g.*, t. i., *g.* ar attālināšanās ātrumiem, kas mazāki par apmēram 500 km/s, no kurām tikai 8% bija zināmi attālumu fotometriski novērtējumi. Tagad ir

zināmas 310 *pg.*, un fotometriskie attālumi ir noteikti 90% ziemeļu un 40% dienvidu puslodes debesis redzamajām galaktikām.

Kā zināms, par vienu no 20. gs. ievērojamākajiem zinātnes sasniegumiem tika uzskatīta zvaigžņu evolūcijas teorijas izstrādāšana. Iespējams, ka 21. gs. par vienu no šādiem sasniegumiem tiks uzskatīta *g.* evolūcijas teorija, pie kuras tiek intensīvi strādāts un kuras izveidošana nav iedomājama bez plaši izvērstiem *pg.* novērojumiem un pētījumiem. 🐦

ZENTA ALKSNE

AGRĪNĀ VISUMA PIRMATNĒJO ŠĶIEDRU TĪKLS

Jau daudzkārt esam stāstījuši par galaktiku nevienmērīgo sadalījumu Visuma telpā. Galaktiku sadalījums līdz vairākiem miljardiem gaismas gadu (*g. g.*) no Piena Ceļa galaktikas ir izpētīts detalizēti. Visos virzienos ir atrasti milzīgi galaktiku sakopojumi jeb kopas un vēl varenāki galaktiku kopu sakopojumi jeb superkopas. Bieži vien no vienas galaktiku kopas uz citu kopu stiepjas garas un plānas galaktiku sienas. Visi šie galaktiku sakopojumi šķiet aptveram Visuma dažāda lieluma tukšumus, kuros galaktiku tikpat kā nav. Taču pareizāk ir uzlūkot galaktiku sakopojumus kā Visuma tukšumā peldošus veidojumus. Mūsdienā galaktiku pasaules uzbūve katrā ziņā ir uztverama kā gabalaina.

Kopš 20. gs. pašām beigām astronomi jau spējuši saskatīt tādas galaktikas, kuru attālums mērāms desmit un vairāk miljardos *g. g.* Te ir jāatgādina, ka, iedziļinoties Visuma dzīlēs, astronomi vienlaikus ieskatās Visuma senā pagātnē. Starojums, kas neiedomājami tālās galaktikas pametis pirms miljardiem gadu, tagad mums atnes ziņas par galaktiku stāvokli tajā neatminamajā laikā. Ja atzīstam, ka mūsu Visums nav mūžīgs, bet gan radies Lielajā Sprādzienā pirms gadu skaita, kuru vērtē vienlīdzīgu 12–16 miljardiem, tad 10 miljardu un

vairāk gadu sena pagātne ir tas laiks, kad Visums atradās agrā jaunībā. Ko astronomi saskata agrīnajā Visumā? Pašiem par lielu pārsteigumu, viņi atkal atrod galaktiku sakopojumus (*sk. Z. Alksne, A. Alksnis. "Galaktiku grupēšanās Visuma jaunībā" – ZvD, 1999. g. vasara, 3.–10. lpp.*). Galaktiku pētnieki nekādi nebija domājuši, ka Visuma tik agrā jaunībā galaktikas jau ir sakārtojušās kopās un citos veidojumos. Viņi uzskatīja, ka šādas uzbūves tapšanai ir vajadzīgs ilgs laiks. Tagad astronomiem nākas meklēt skaidrojumu faktam, ka Visuma agrā jaunībā galaktikas jau bijušas sagrupējušās.

Kā astronomiem veicas ar šīs problēmas risināšanu, vēsti Eiropas Dienvidu observatorijas (EDO) 2001. gada 18. maija ziņojums presei. Pirmie savu risinājumu ir piedāvājuši teorētiķi, kuriem ir pieejami ātrdarbīgi un jaudīgi superdatori. Pieņemot dažādus sākumnosacījumus, kādi varēja būt pastāvējuši drīz pēc Lielā Sprādziena, viņi savos datoros vēroja mākslīgi simulēta Visuma veidošanos tā pastāvēšanas pirmajos miljardos gadu. Visi datoros iegūtie modeļi sniedza visai līdzīgu sākotnējā Visuma virtuālo ainu: agrīnajā Visumā veidojas garas vielas šķiedras, kuru gali vietumis savienojas sava veida "mezglos" (*sk. 1. att. 49. lpp.*).

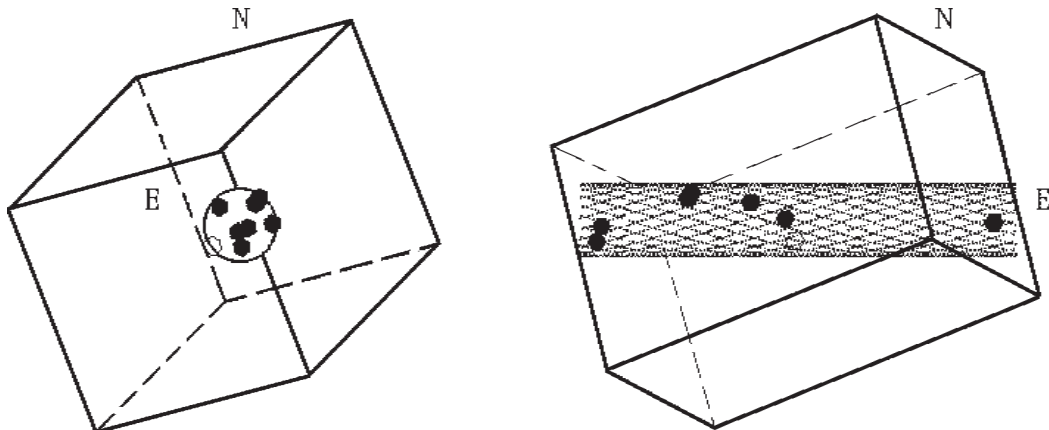
Aina kopumā atgādina telpisku (trīsdimensiju) zirneklū tiklu. Savukārt tikla pavedienos jeb šķiedrās rodas nelieli sabiezējumi – galaktiku aizmetņi. To vielai sabrukot vienkopus (kolapsējot), tiek veicināta pirmo zvaigžņu strauja rašanās un aizmetņu pārtapšana galaktikās. Topošo galaktiku starojums izgaismo arī pārējās, agrāk neredzamās šķiedru daļas. Tikla katra šķiedra atgādina kreļļu virteni, pa kuru krelles – tikko radušās galaktikas – laikam ritot, neatlaidīgi slid, slid un slid “mezglu” virzienā, līdz ieplūst tajos. “Mezglus” vienkopus sapulcējušās galaktikas radija tos veidojumus, kurus pazīstam kā galaktiku kopas. Šim procesam ritot tālāk, pamazām notika Visuma uzbūves būtiskas pārmaiņas: no šķiedrainas tā kļuva gabalaina, galaktiku kopām mijoties ar tukšumiem. Blīvāko šķiedru atliekas pārtapa galaktiku sienās. Sapulcējušās kopās, arī pašas jaunradušās galaktikas nepalika bez pārmaiņām. Tās savstarpēji mijiedarbojas, bieži saplūda kopā un arvien vairāk sāka līdzināties mūsdienu galaktikām. Šī visai sakarīgā agrinā Visuma attīstības aina tomēr ir tikai datorā radīta. Lai to pārbaudītu, bija jāiegūst agrinā Visuma šķiedrainās struktūras apstiprinājums novērojumu ceļā.

To ir izdevies izdarīt EDO astronomiem P. Melleram un J. Finbo kopā ar B. Tomsenu no Dānijas Fizikas un astronomijas institūta. Plānojot novērojumus, viņi pamatojās uz to, ka tūlīt pēc Lielā Sprādziena pats izplatītākais ķīmiskais elements agrinajā Visumā bija ūdeņradis. Galaktiku aizmetņi līdzinājās pamatīgām ūdeņraža mākoņu gubām, kurās tapa pirmās zvaigznes. Apkārtējais ūdeņradis, kas vēl nebija pārtapis zvaigznēs, absorbēja pirmo zvaigžņu ultravioleto starojumu un drīz vien sāka kvēlot, izstarojot galvenokārt 121,6 nm viļņu garumā – Laimana alfa emisijas līnijā. Šī līnija atrodas spektra ultravioletajā daļā un tāpēc cauri Zemes atmosfērai nemaz nav novērojama. Taču tā kā tagad novērojamie ūdeņraža bagātie galaktiku aizmetņi atrodas ārkārtīgi tālu, sarkanā nobīdē ir tik liela, ka Laimana alfa līnija to spektrā saskatāma zilajā, zaļajā

vai pat sarkanajā daļā, atkarībā no konkrētā aizmetņa attāluma. Līdz ar to šī ūdeņraža līnija ir novērojama no Zemes virsmas.

Minētā astronomu grupa novērojumus sāka 1998. gadā, kad ar EDO 3,6 m Jaunās tehnoloģijas teleskopu ieguva kvazāra Q1205-30 apkārtnes attēlu. Bija zināms, ka šā kvazāra sarkanā nobīdē ir $z = 3,04$. Ikviens astronomisks objekts ir pakļauts Visuma izplešanās likumam, un sarkanā nobīdē raksturo ātrumu, ar kādu šis objekts iekļaujas izplešanās straumē. Izplešanās ātrums savukārt likumsakarīgi pieaug līdz ar attālumu un tāpēc ļauj noteikt apskatāmā objekta (šoreiz tas ir kvazārs Q1205-30) attālumu. Izrādās, ka šis kvazārs atrodas ap 13 miljardu g. g. tālu, un tāpēc to redzam tādu, kāds tas izskatījās pirms 13 miljardiem gadu jeb tikai divus miljardus gadu pēc Lielā Sprādziena (darba autori ir pieņēmuši Visuma vecumu 15 miljardus gadu). Novērotāju vēlēšanās bija saskatīt tikpat vecus vai, pareizāk sakot, tikpat jaunus galaktiku aizmetņus, kas izstaro ūdeņraža Laimana alfa līniju. Viņi aprēķinājuši, ka, starojuma avotiem atrodoties tikpat tālu kā minētajam kvazāram, Laimana alfa līnija būs nobīdīta uz spektra zaļo daļu un staros 490 nm viļņu garumā. Novērotāji ieguva vienu kvazāra apkārtnes debess attēlu caur ļoti šauras caurlaidības optisko filtru ar centrējumu uz šo viļņu garumu, kā arī citus attēlus caur platakas caurlaidības joslas filtriem spektra zilajā un sarkanajā daļā. Kombinējot visus attēlus, pētnieki ieguva novērotā debess laukuma ainu, kurā izdalās mazi, intensīvi zaļas krāsas objekti – meklētie Laimana alfas līnijas izstarotāji jeb agrinā Visuma galaktiku aizmetņi (*sk. 2. att. 49. lpp.*). Pavisam izdevies saskatīt astoņus vājus un tālus Laimana alfas līnijas starotājus, kurus turpmāk dēvēsim vienkārši par Laimana alfas galaktikām.

Lai apzinātu visu atrasto Laimana alfas galaktiku īsteno izvietojumu telpā, vajadzēja noteikt to attālumu. Tāpēc nācās iegūt katras galaktikas spektru ar EDO 8,2 metru teleskopu *Antū* Paranalas observatorijā, un



3. att. Laimana alfas līnijas starotāju jeb galaktiku aizmetņu izvietojuma telpiskā karte apliecina to atrašanos pirmatnējās vielas šķiedrā, kas attēlota kā dobs cilindrs pretstatā (*pa kreisi*) un sānskatā (*pa labi*). Apkārtējais paralēlskalnis (tā izmēri aptuveni ir 8,8×8,8×13,3 miljoni g. g.) iezīmēts, lai palīdzētu uztvert trīsdimensionālo telpu.

ESO – PR attēls

to izdarīja 2000. gada martā. Apstrādājot iegūtos galaktiku spektrus, izdevās noteikt galaktiku sarkano nobīdi z un precīzi uzzināt to attālumu. Sastādot galaktiku izvietojuma trīsdimensiju karti (zināmas divas pozīcijas koordinātas un trešā – attālums), kļuva redzams, ka visas saskatītās Laimana alfa galaktikas telpā ir sakārtotas tā, ka iekļaujas it kā dobtā šaurā cilindrā (*sk. 3. att.*), kuru droši var identificēt ar īsu Visuma pirmatnējās šķiedras nogriezni. Tādā kārtā P. Melleram un viņa kolēģiem pirmajiem patiešām ir izdevies saskatīt tik tikko pāris

miljardus gadus vecā Visuma kaut mazu, taču pilnīgi reālu pirmatnējās šķiedras gabaliņu, kuru iezīmē tajā ieslēgtie galaktiku aizmetņi jeb Laimana alfa galaktikas. Ir gūts datoros izskaitļotā Visuma pirmatnējo šķiedru tīkla esamības apliecinājums!

P. Mellers un viņa kolēģi ir priecīgi, ka atraduši metodi tālo un vājo Laimana alfas galaktiku sekmīgai novērošanai, un ir gatavi strādāt tālāk, lai veiktu Visuma modelēto un reālo pirmatnējo šķiedru plašāku un detalizētāku salīdzinājumu. 🐦

Zvaigznāji rudens pusnaktī (*sk. 88. lpp.*)

(1) Andromedas galaktika, (2) Pegazs, (3) Persejs, (4) Algols, (5) zvaigžņu kopa, (6) Perseidas, (7) radiants, (8) Zivis, (9) pavasars, (10) precesijas, (11) Ūdensvīrs, (12) spirālveida, (13) Auns, (14) Mira, (15) Ķirzaka, (16) Fomalhauts.

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

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

Ja vēlaties iegādāties iepriekšējo gadu (1980–1996) laidienus, dariet to zināmu pa tālruni 7 034580 (Irenai Pundurei) vai pēc adresēm: “ZvD”, Raiņa bulv. 19, Rīga, LV-1586 vai e-pasts: astra@latnet.lv.

Redakcijas kolēģija

KOSMOSA PĒTNIECĪBA UN APGŪŠANA

MĀRIS GERTĀNS

NEAR MISIJA SEKMĪGI PABEIGTA

Par ASV kosmiskā projekta *NEAR* mērķiem un pirmajiem rezultātiem “*Zvaigžņotās Debesis*” slejās jau ir ticis rakstīts vairākkārt (*sk., piem., M. Gills. “Ceļā uz mazo planētu” – ZvD, 1996. g. rudens, 15.–16. lpp.*), taču tikai 2000. gada februārī – vairāk nekā 4 gadus pēc starta no Zemes – tika sekmīgi sasniegts galamērķis Eros un varēja sākties pētījumi no orbītas.

Atgādināsim, ka *NEAR* tika palaists ar nesējraķeti *Delta* 1996. gada 17. februārī ar mērķi sasniegt Zemei tuvo Amoru grupas asteroīdu Nr. 433 – Erosu, ieiet orbītā ap to un veikt zinātniskus pētījumus. Tika izmantota iespēja trajektoriju izplānot tādā veidā, ka 1997. gada jūlijā zonde palidotu tikai dažu tūkstošu kilometru attālumā no tumša galvenās joslas C tipa asteroīda – 253 Matilde. Lidojuma pirmās fāzes noritēja bez lielām problēmām, pa ceļam veicot veiksmīgu Matildes pārlidojumu, iegūstot kārtējās mazās planētas attēlus tuvplānā (*sk. M. Gertāns. “Galvenās joslas asteroīds 253 Matilde tuvplānā” – ZvD, 1997. g. rudens, 23.–25. lpp.*).

Taču šoreiz pārlidojuma beigu stadijā neiztika bez kļūmēm. 1998. gada 20. decembrī, kad *NEAR* vajadzēja veikt nepieciešamo bremzēšanās manevru ieiešanai orbītā ap Erosu, tas tehnisku iemeslu dēļ izpalika, sakari ar lidaparātu pārtrūka, kaut arī nākamajā dienā tie tika atjaunoti, galvenais notikums – ieiešana orbītā bija jāatliek uz gadu. *NEAR* palidoja Erosam garām, iegūstot pirmos Erosa attēlus no dažu tūkstošu km attāluma, un tad attālinājās.

1999. gada janvārī noskaidrojās, ka kosmiskais aparāts tomēr ir pilnīgā darba kārtībā,

un tika veikti nepieciešamie manevri, lai aptuveni pēc gada – 2000. gada februārī – tas atkal satuvotos ar šo kosmisko ķermeni.

2000. gada 14. februārī (zīmīgi, ka tieši Valentīna dienā), atrodoties apmēram 258 miljonus km no Zemes, *NEAR* iegāja orbītā ap Erosu, un pētījumu galvenā fāze varēja sākties. Sākotnēji, riņķojot ap asteroīdu, *NEAR* atradās 200 km aptuvenā apļveida orbītā. No šāda attāluma tika uzsākta regulāra mazās planētas fotografēšana dažādos rakursos. Erosam rotējot (ar periodu 5^h 13^m), mainījās arī tā apgaismotās daļas izskats, uzskatāmi izceļot stipri neregulāro formu (*sk. 1. att.*).



1. att. Eross tuvplānā.

NASA attēls

Lielu daļu no zinātniskajiem instrumentiem vēl nebija paredzēts darbināt šajā pētījumā fāzē, tam bija jānotiek vēlāk, kad orbītas rādiuss tiktu samazināts līdz 100 km (aprīļa otrajā pusē), taču tostarp rentgenfluorescences spektrometrs varēja nodemonstrēt savas iespējas jau 2. martā, kad, pateicoties spēcīgam uzliesmojumam uz Saules, arī no 212 km attāluma *NEAR* analizators konstatēja Mg, Fe, Si (iespējams, arī Al, Ca) esamību Erosa iežu sastāvā.

Erosa attēli tuvplānā parādīja krāteriem bagāti klātu virsmu. Ķermenim atbilstošais izmērs ir aptuveni 13×13×33 km, taču jāpiebilst, ka tā forma ir ļoti neregulāra. Erosa aprakstot kā trīsas elipsoīdu, tā garākā pusas ir gandrīz divreiz garāka par abām pārējām.

2000. gada martā zonde tika pārdēvēta par *NEAR Shoemaker*, par godu izcilajam komētu atklājējam un pētniekam netaisnīgi J. Šumeikeram.

Kopš 3. marta stacija atradās aptuveni 205 km apļveida orbītā.

2000. gada 1. aprīlī *NEAR Shoemaker* iedarbināja dzinēju uz 36 sekundēm, ieejot pārejas trajektorijā uz 100 km orbītu, kurā bija jāieiet 11. aprīlī.

2000. gada 30. aprīlī tika veikts vēl viens, jau sestais kopš 14. februāra, manevrs, kurš ievadīja *NEAR Shoemaker* apļveida 50 km orbītā. Dzinējs darbojās 2 minūtes 20 sekundes. Orbītas plakne bija orientēta tā, ka aparāts lidoja virs Erosa poliem (tā bija faktiski polāra orbīta). Vairākums pētniecisko instrumentu arī bija konstruēti Erosa pētīšanai tieši no šāda attāluma.

Samazinoties zondes attālumam no Erosa, tās orbīta kļuva jutīgāka pret asteroīda gravitācijas lauka neregularitātēm, jo šī kosmiskā ķermeņa forma stipri atšķiras no sfēras un līdz ar to pavērās iespēja konstatēt gan masas sadalījuma nevienmērības ķermenī, kā arī pētīt gravitācijas lauku matemātiski aprakstošā izvīzījuma augstāku locekļu ietekmi (tie pavājinās līdz ar attāluma pieaugumu daudz straujāk nekā sfēriskā pamatkomponente). Turklāt šādā gravitācijas laukā orbīta principā nav noslēgta līkne (to vispār neaprapsta konisks šķēlums).

Pastāvēja arī iespēja konstatēt varbūtējo Erosa magnētisko lauku, taču tas nenotika.

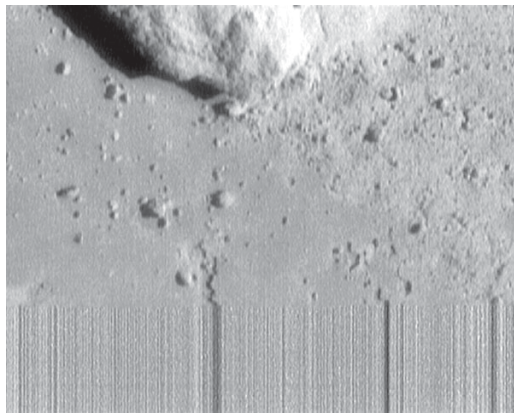
2000. gada jūnija beigās no ēnas iznira Erosa dienvidpola apkārtnē, un primārā Erosa virsmas kartēšana tika pabeigta, izveidojot pilnīgu globālu mozaiku. Līdz ar to tālāk zinātniskā grupa varēja ķerties pie interesantāko virsmas veidojumu detalizētākas pētniecības.

Pirmā nozīmīgā tuvošanās šā debess ķermeņa virsmai notika 2000. gada 25.–26. oktobrī, kad orbītas parametru maiņas dēļ *NEAR* veica pārlidojumus tikai 3 km augstumā virs asteroīda virsmas. Tika konstatēts, ka uz virsmas bez dažādu izmēru krāteriem ir arī daudz akmeņu, turklāt mazu izmēru krāteru skaits ir mazāks, nekā bija gaidīts. Acīmredzot mazie krāteri pazuduši kāda veida erozijas procesu ietekmē, piemēram, termiskās “šūdes” dēļ (asteroīdam sezonāli sasilstot un atdziestot) vai mikrometeorītu bombardēšanas procesā. Tāpat iegūtie dati uzrādīja, ka krāteru dibeni ir ļoti gludi – pārklāti ar regolīta nogulumslāņiem, kuri turklāt ir pilnīgi horizontāli – lokālā mērogā pieskaņoti pie “eroīda” (ģeoida analoga Erosa gadījumā), tādējādi atgādinot šķidrumu. Iespējams, ka tādas šķidrumu atgādināšas kustības regolītā varēja rasties meteorītu triecienu radīto seismisko svārstību ietekmē. Analizējot iegūtos attēlus, tika secināts, ka Erosa virsmai pašreizējo izskatu ir piešķirušī ārējas izcelsmes spēki, nevis iekšējie procesi (pamatā neskaitāmi meteorītu triecieni). Tik neliela ķermeņa gadījumā tas, protams, ir likumsakarīgi, tāpat kā arī magnētiskā lauka trūkums. Tāpat tika konstatēts, ka Erosa acīmredzot nav bijis pakļauts iežu diferenciācijas procesam, kas arī nepārsteidz.

2000. gada nogalē sākās gatavošanās misijas noslēdzošajam posmam, kura beigās tika paredzēta iespēja ar lidaparātu pat veikt mikstu nosēšanos uz Erosa. Labvēlīgā gadījumā kontakta brīdī ar asteroīda virsmu *NEAR Shoemaker* ātrums varēja būt < 4 m/s. Tiesām, pēc vairākiem manevriem laikā no 2000. gada decembra līdz 2001. gada februārim 2001. gada 12. februārī tika veikta sekmīga lēna nolai-

šanās uz mazās planētas virsmas, kuras gaitā tika pārraidīti virsmas attēli no aizvien tuvākas distances ar pieaugošu izšķirtspēju. Pēdējais attēls tika pārraidīts no 120 m augstuma, parādot virsmas apgabalu apmēram 6 m diametrā (*sk. 2. att.*). Tā apakšējā daļa tika “aprauta”, jo datu pārraides brīdī zonde saskārās ar asteroida virsmu ar ātrumu 1,5–1,8 m/s. Taču sakari ar lidaparātu nepārtrūka pavisam, tie turpinājās arī, *NEAR Shoemaker* atrodoties uz šā debess ķermeņa virsmas, jo aparāta orientācija bija šādai pārraides iespējai labvēlīga. Šajā pētījumu fāzē galvenais darbināmais instruments bija gamma spektrometrs, kura efektivitāte ievērojami pieauga, atrodoties uz virsmas, turklāt tā darbības zona sniedzās jau 10 cm dziļumā zem virskārtas, kā arī ievērojami uzlabojās savākto datu statistika, jo, ilgstoši mērot, samazinās statistiskā kļūda. Magnetometrus nolaišanās vietā nekonstatēja iespējamus magnētiskā lauka lokālus efektus.

2001. gada 28. februārī sakari ar *NEAR* tika pārtraukti. *NEAR Shoemaker* arī tagad atrodas nedaudz uz dienvidiem no seglveida veidojuma, kurš Erosa virsmas nomenklatūrā ir



2. att. Pēdējais attēls, ko pārraidīja *NEAR Shoemaker* – uzņemts no 120 m augstuma. Attēla apakšējā daļa aprauta, jo vēl datu pārraides brīdī zonde saskārās ar asteroida virsmu. NASA attēls

iekļauts ar nosaukumu *Himeros*. Misija beidzās veiksmīgi, īpaši apstiprinot “*faster, cheaper, better*” saukļa pēdējo vārdu. Arī projekta *NEAR* vadītājs R. Farkvars (*R. Farquhar*) atzīmēja, ka ir sasniegts daudz vairāk, nekā sākotnēji bija plānots. 🐦

ILGONIS VILKS

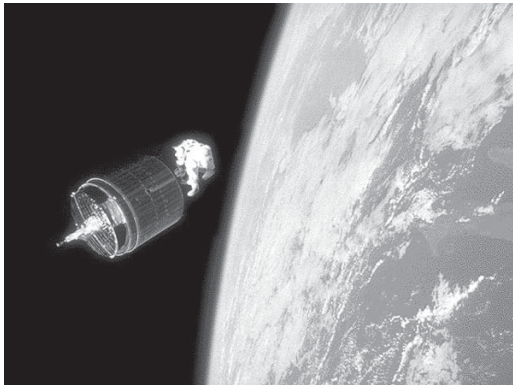
KOSMISKIE LIDOJUMI. GANDRĪZ KĀ IKDIENA (1973–2000)

(*Nobeigums*)

Kosmoplāni. 2001. gada 12. aprīlī apritēja ne tikai 40 gadu kopš cilvēka pirmā lidojuma kosmosā, bet arī 20 gadu kopš ASV kosmoplāna *Space Shuttle* pirmā lidojuma. *Space Shuttle* ekspluatācijas sākumu var uzskatīt par kosmonautikas attīstības pusceļu. Bet var sacīt arī citādi – ka tas bija uz komerciāliem un lietišķiem pamatiem balstītas modernās kosmonautikas sākums, jo kosmoplāns radikāli atšķīrās no iepriekšējiem kosmosa kuģiem. Pirmkārt, kompleksa lielākā daļa bija daudzkārt izmantojama. Otrkārt, kos-

molāns vairāk izskatījās pēc lidmašīnas un nolaišanās posmā arī “uzvedās” kā lidmašīna.

Pirmais izmēģinājuma lidojums notika 1981. gada 12. aprīlī, un to veica kosmoplāns *Columbia*, taču kosmoplāna projektēšana sākās krietni agrāk – 1972. gadā. Pavisam tika uzbudvētas četras orbitalās lidmašīnas *Columbia*, *Challenger*, *Discovery* un *Atlantis*, kas devās kosmosā pārmaiņus. To regulāra ekspluatācija sākās 1982. gada novembrī, un līdz 2000. gada vidum kosmoplāni bija veikuši 95 sekmīgus reisus.



Pavadoņa remonts kosmosā.



Kosmoplāna vadības telpa līdzinās lidmašīnas pilotu kabinei.



Orbitālā lidmašīna gatavojas nosēsties.

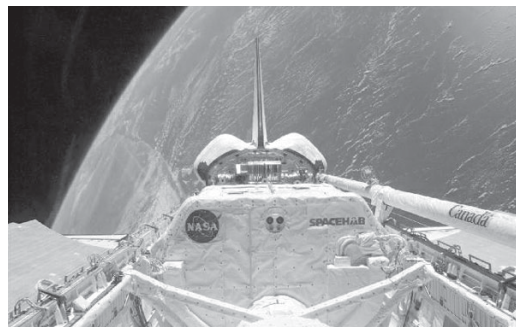
Visi – NASA foto

Kādas tad ir kosmoplāna priekšrocības, salīdzinot ar parastu nesējraķeti? Tas spēj satvert un remontēt pavadoņus orbītā vai arī nogādāt tos remontam uz

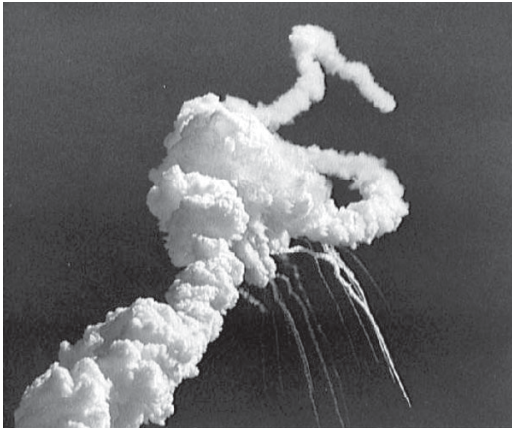
Zemes. Šādi tika remontēts kosmiskais teleskops *HST* un citi pavadoņi. Darbam ar pavadoņiem kosmoplānā uzstādīts garš manipulators – “robotroka”.

Kosmoplāns var nogādāt orbītā atdalāmas vai neatdalāmas pētnieciskas platformas un orbitālās laboratorijas, kas lidojuma beigās tiek nogādātas uz Zemes un tāpēc var doties lidojumā daudzkārt. Vairākos kosmoplāna lidojumos tā kravas telpā bija uzstādītas orbitālās laboratorijas *Spacelab* un *Spacelab*, kas ar tuneļa pāreju bija savienotas ar kosmoplāna kabīni. Laboratoriju blokveida struktūra ļauj tās viegli pārveidot konkrētā lidojumā paredzētu eksperimentu veikšanai. Plašākie astronomiskie novērojumi no kosmoplāna notika 1991. un 1995. gadā, kad tā kravas telpā darbojās ar vairākiem ultravioletajiem teleskopiem apgādātais modulis *Astro*.

Vairākumam lidojumu ir lietišķs vai zinātnisks raksturs, tikai salīdzinoši neliela lidojumu daļa saistīta ar slepenu militāru kravu nogādāšanu kosmosā. Kosmoplānu apkalpēs pirmo reizi tika iekļauti ne tikai profesionāli kosmonauti, bet arī derīgās kravas speciālisti, kuru uzdevums bija rīkoties ar konkrētu iekārtu un pavadoņi. Daudzi speciālisti cītīgi strādāja ar savām iekārtām, bet četri cilvēki šādā veidā guva iespēju “pavizināties” kosmosā. Tie bija ASV senators, ASV kongresmenis, kāds Meksikas pilsonis un Sauda Arābijas princis. 1984. gada 7. februārī astronauti izmēģināja individuālo reaktīvo lidiekārtu, ar kuru pirmo reizi tika veikts brīvs lidojums kosmosā līdz 100 m attālumam bez sasaites ar kosmosa kuģi.



Kosmoplāna kravas telpā novietotā laboratorija *Spacehab*.
NASA foto

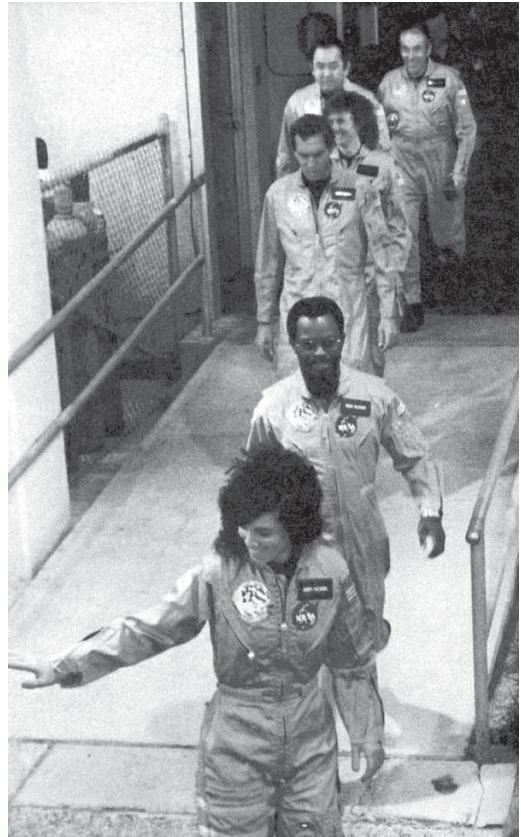


Kosmoplāna *Challenger* katastrofa.

NASA foto

Kosmoplāna ekspluatācija bija iegājusi stabilā ritmā, tāpēc par lielu traģēdiju kļuva *Challenger* katastrofa. 1986. gada 28. janvārī, lidojuma 72. sekundē starta paātrinātāja bojājuma dēļ kosmoplāns uzsprāga un visi septiņi astronauti – Frānsiss Skobijs, Maikls Smits, Džūdita Reznika, Gregorijs Džārviss, Elisons Onidzuka, Ronalds Maknērs un Krista Makolifa gāja bojā. Tā bija lielākā katastrofa kosmonautikas vēsturē. Rūgta likteņa ironija bija tā, ka neprofesionālā astronaute koledžas skolotāja Krista Makolifa bija uzvarējusi konkursā par tiesībām doties kosmosā.

Šī katastrofa izraisīja gandrīz divus gadus ilgu kosmoplāna ekspluatācijas pārtraukumu. Pēc tam tā atsākās, taču ne tik plašā apjomā, kā bija plānots. Arī kosmoplāna izmantošanas lietderīgumu nevis specializētu kravu, bet parastu pavadoņu un starpplanētu zondu pacelšanai kosmosā var apšaubīt. Bojā gājušo *Challenger* 1992. gadā aizstāja jauna orbitālā lidmašīna *Endeavour*. *Space Shuttle*



Kosmoplāna *Challenger* apkalpe vēl nenojauš, ar ko beigsies viņu lidojums.

No žurnāla “*Ciel & espace*”

programma atguva savu jēgu, kad sākās lidojumi uz kosmisko staciju *Mir*. Kosmoplāni vairākkārt sakabinājās ar staciju un tad kādu laiku stacijā uzturējās liela starptautiska apkalpe. Lidojumos ar kosmoplānu devās ne tikai amerikāņi, bet arī japāņi un daudzu Eiropas valstu astronauti. Ar kosmoplānu

Tabula. Kosmoplāna *Space Shuttle* lidojumi (1981–2000)

Gads	Reisu skaits	Gads	Reisu skaits	Gads	Reisu skaits	Gads	Reisu skaits
1981	2	1986	1	1991	6	1996	5
1982	3	1987	-	1992	8	1997	8
1983	4	1988	2	1993	8	1998	5
1984	5	1989	5	1994	7	1999	3
1985	10	1990	6	1995	7	2000	5

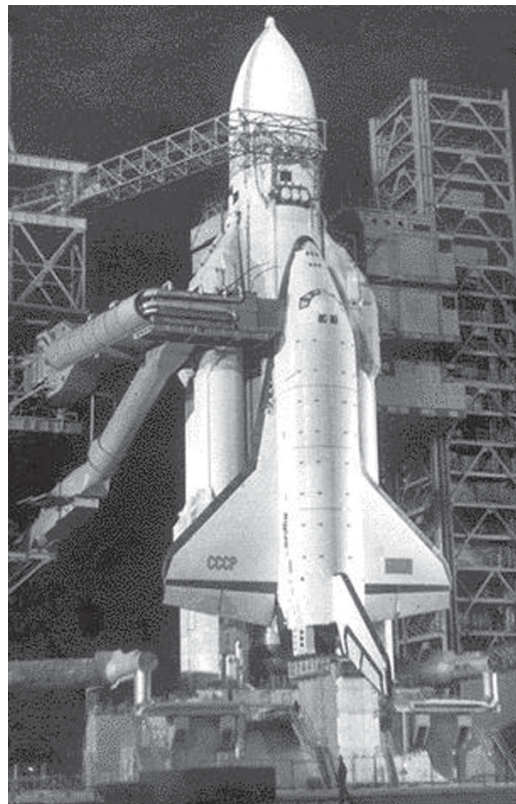
uz staciju *Mir* vairākkārt tika nogādāti Krievijas kosmonauti. Tuvākajā nākotnē kosmoplāns tiks izmantots kā svarīgs transportlīdzeklis Starptautiskās orbitālās stacijas būvē, apgādē ar kravu un apkalpēm.

Ari Krievija mēģināja izveidot savu kosmoplānu. 1988. gada 15. novembrī savā vienīgajā bezpilota izmēģinājuma lidojumā devās Krievijas kosmoplāns *Buran*, kas izskatījās tieši tāpat kā kosmoplāns *Space Shuttle*. Vienīgā principiālā atšķirība bija tā, ka *Buran* aizmugurē bija uzstādīti tikai manevrēšanas dzinēji, bet ASV kosmoplānam tur atrodas arī galvenie raķešdzinēji. *Buran* devās orbitā "jašus" uz jaudīgās Krievijas nesējaķeretes *Energija*, kas spēj pacelt zemā orbitā ap 100 t kravas. Taču Krievijas ekonomiskās un politiskās krīzes dēļ *Buran* turpmākie lidojumi nenotika. Ari 80. gadu vidū izvirzītais Eiropas valstu kosmoplāna *Hermes* projekts palika nerealizēts.

Starptautiskā orbitālā stacija. 1998. gada 20. novembrī sākās jau diezgan sen plānotās Starptautiskās orbitālās stacijas (*International Space Station*) būvdarbi (sk. vāku 1. lpp.). Tā ir ista 21. gadsimta kosmiskā būve, kurā tiek izmantoti jaunākie zinātnes un tehnoloģijas sasniegumi. Projekta realizācijā piedalās ASV, Krievija, Eiropas Kosmiskā aģentūra, kas pārstāv Eiropas valstis, Kanāda un Japāna.

Kā pirmais ar nesējaķereti *Proton* tika palaists Krievijā izgatavotais funkcionālais bloks *Zarja*. Tas ir aprīkots ar dzinējiemkārtām un degvielas tvertnēm, orientācijas sistēmu, energosistēmu un sakabināšanās mezglu. Mēnesi vēlāk ar kosmoplānu *Space Shuttle* orbitā tika nogādāts ASV izgatavotais modulis *Unity*. Tam ir vairāki sakabināšanās mezgli un bloki, kas nepieciešami, lai savietotu krievu un amerikāņu nedaudz atšķirīgās iekārtu sistēmas.

2000. gada 12. jūlijā notika dzīvojamā moduļa *Zvezda* starts. Krievijā būvēto 19 t smago moduli, kas lielā mērā līdzinās *Mir* bāzes modulim, nogādāja orbitā nesējaķerete *Proton*. Modulis *Zarja* ir apgādāts ar dzīvības nodrošināšanas sistēmu, datorvadības un lidojuma vadības iekārtām, tam ir sava dzinējiemkārtā. Lai veiktu Zemes novērojumus un sekotu citu moduļu piekabināšanai, modulim ir 14 iluminatori. Ari katra apkalpes locekļa guļamnodalījumā ir individuāls iluminators. 2000. gada oktobrī ar kosmosa kuģi *Sojuz TM* stacijā ieradās



Krievijas kosmoplāns *Buran*, kas piestiprināts pie nesējaķeretes *Energija*. No NASA arhīva

pirmā apkalpe, kurā ietilpa amerikāņu astronauti Viljams Šeperds un krievu kosmonauti Jurijs Gidzenko un Sergejs Kriķaļovs. Pirmās ekspedīcijas ilgums bija 5 mēneši.

2001. gada februārī stacijai tika pievienots vēl viens, šoreiz ASV būvēts 16 t smags un 8,5 m garš modulis *Destiny*, kuru nogādāja orbitā kosmoplāns *Space Shuttle*. Modulis paredzēts dažādu eksperimentu un pētījumu veikšanai un veidots pēc moduļu principa, lai viegli varētu nomainīt zinātnisko aparātūru.

2005. gadā, kad stacijai vajadzētu būt pilnīgi gatavai, tās garums sasniegs 110 m, masa – 400 t, bet hermētisko telpu tilpums būs aptuveni 1200 m³. Tā sastāvēs vairāk nekā no 10 moduļiem un laboratorijām, un tajā vienlaikus varēs uzturēties un strādāt 7 cilvēki, bet tajā



ASV kosmosa kuģa *X-38* izmēģinājums.

NASA foto

laikā, kad stacijai būs pievienots kosmoplāns *Space Shuttle*, iemītnieku kopējais skaits varēs sasniegt pat 15 cilvēkus. Lai stacijas blokus nogādātu kosmosā, plānoti 47 reisi no Zemes. Tos veiks galvenokārt Krievijas nesējraķetes *Proton*, *Sojuz* un ASV kosmoplāns *Space Shuttle*. Neskaitot Krievijas kosmosa kuģi *Sojuz TM*, stacijai pastāvīgi būs pievienots arī otrs pilotējamais kosmosa kuģis. Tas būs ASV eksperimentālais kosmosa kuģis *CRW (Crew Return Vehicle)* jeb *X-38*, kura pirmais starts paredzēts 2005. gadā un kurš nepieciešamības gadījumā varēs evakuēt visus apkalpes locekļus.

Stacijas darbības galvenais mērķis ir veikt regulārus pētījumus materiālu zinātnēs, bioloģijā un medicīnā gandrīz pilnīga bezsvara apstākļos. Pētījumi materiālu zinātnēs dos iespēju izveidot metālus, plastmasas un kompozitmateriālus ar uzlabotām īpašībām. Sagaidāms arī tehnoloģisks izrāviens sakaru un transporta industrijā. Neliela vieta tiks atvēlēta arī astronomiskajiem pētījumiem. Viss "kosmiskais ciemats" izmaksās aptuveni 30 miljardus dolāru. Paredzēts, ka Starptautiskā orbitālā stacija darbosies vismaz līdz 2015. gadam.

Kosmosa lielvalstis. Par trešo valsti pēc PSRS un ASV, kas palaidusi savu pavadoni, 1965. gadā kļuva Francija. Piecus gadus vēlāk savus pavadoņus palaida arī Japāna un Ķīna, gadu vēlāk tām pievienojās Lielbritānija. Par kosmosa lielvalsti sauc valsti, kas spējusi palaist pavadoni ar pašas izstrādātu nesējraķeti, t. i., realizē pilnvērtīgu kosmisko programmu. Līdz ar to pie kosmosa lielvalstīm var pieskaitīt arī Indiju un Izraēlu, taču šajās valstīs raķešu

starti notiek neregulāri, tāpēc par istām kosmosa lielvalstīm, pēc autora domām, uzskatāmas ASV, Krievija, Japāna, Ķīna un Eiropas Kosmiskā aģentūra (*European Space Agency, ESA*), kas pārstāv Rietumeiropas valstu intereses.

Jāteic, ka kosmiskās lielvalsts jēdziens zināmā mērā zaudē savu jēgu, jo arvien vairāk paplašinās starptautiskā sadarbība nevis valstu, bet atsevišķu uzņēmumu limenī. Piemēram, līdz 2000. gada jūlijam trīs veiksmīgi komerciālu raķešu starti veikti no platformas *Sea Launch*, kuru kopīgiem spēkiem izveidojušas kompānija *Boeing*, kosmiskā firma *Ennergija* un citi partneri. *Sea Launch* ir pārbūvēta



Raķetes starts no peldošā kosmodroma *Sea Launch*.

Boeing foto



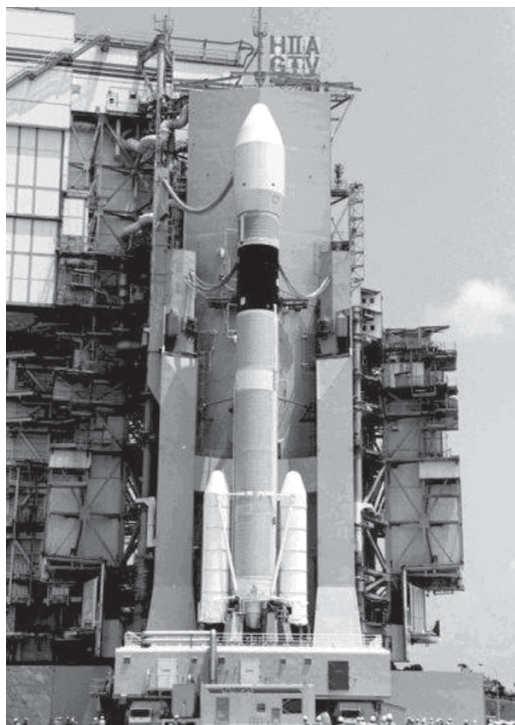
Kosmiskā raķete *Pegasus* zem lidmašīnas spārna. Salīdzinājumā ar lidmašīnu tā šķiet neliela.

NASA foto

naftas urbšanas platforma, kas atrodas tieši uz ekvatora Klusajā okeānā (rietumu garums 154°). Derīgās kravas nogādāšanai kosmosā tiek izmantota Krievijas nesējraķete *Zenit 3L*.

Mazinās arī stacionāro kosmodromu nozīme. Raķetes palaiž kosmosā ne tikai no sauszemes un jūras, bet arī no zemūdenēm un lidmašīnām. Piemēram, viens eksperimentāls Izraēlas pavadoņs tika palaists no Krievijas zemūdenes, kas atradās Barena jūrā. Savukārt ASV nelielu kravu nogādāšanai kosmosā jau kopš 1990. gada izmanto lidojošo kosmodromu, kura sastāvā ietilpst stratosfērā lidojoša lidmašīna un samērā neliela raķete *Pegasus*.

Japāna savu kosmisko aparātu palaišanai izmanto vairākas gan ar šķidro, gan cieto degvielu darbināmas nesējraķetes. 1986. gadā pirmo reizi tika palaista raķete *H-1*, kas spēja nogādāt ģeostacionārā orbītā 0,5 t kravas. Tas bija par maz, lai šo raķeti varētu piedāvāt citu valstu ģeostacionāro pavadoņu palai-



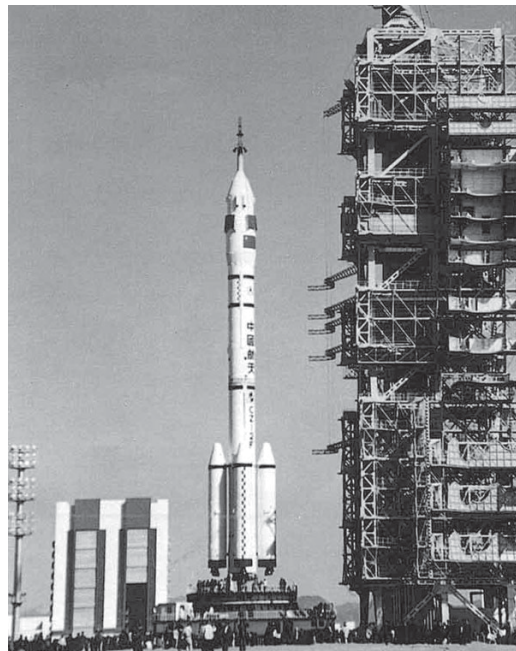
Japānas jaudīgākā nesējraķete *H-2*.

NASA foto

šanai, turklāt raķetē bija izmantoti pēc ASV licencēm ražoti elementi, kurus noteikumi aizliedza izmantot konkurēšanai ar ASV, tāpēc Japāna ķērās pie jaudīgākas un pilnīgi patstāvīgi izgatavotas nesējraķetes *H-2* veidošanas, kas spēja nogādāt pārejas trajektorijā uz ģeostacionāro orbītu 3 t kravas. Šī raķete uzsāka lidojumus 1994. gadā. Japānai ir arī vairākas citas nesējraķetes un divi kosmodromi.

Japāna piedalās arī Starptautiskās orbitālās stacijas būvē: izgatavoto moduli *JEM (Japanese Experimental Module)* ar nosaukumu *Kibo* ("Cerība") plānots pievienot stacijai 2003. gadā. Stacijas apgādei ar kravu paredzēts izveidot transportkuģi *HTV (H-2 Transfer Vehicle)*.

Ķīna savu pavadoņu palaišanai izmanto nesējraķetes *CZ-1, 2, 3, 4* un to modifikācijas. Ķīnas nesējraķetes ir samērā jaudīgas. Piemēram, raķete *CZ-2* spēj pacelt zemā orbītā gandrīz 9 t kravas. 1986. gadā ar raķeti *CZ-3* tika palaists pirmais Ķīnas ģeostacionārais sakaru pavadoņs. 1990. gadā ar ārvalstu pavadoņa *Asiasat* palaišanu Ķīna iesaisti-



Ķīnas raķete *CZ-2F*, ar kuru paredzēts veikt pilotējamus lidojumus. *No NASA arhīva*

jās starptautiskajā kosmisko pārvadājumu komerc-tirgū. Pēdējos gados ārvalstu pavadoņu palaišana ar Ķīnas raķetēm notiek arvien biežāk.

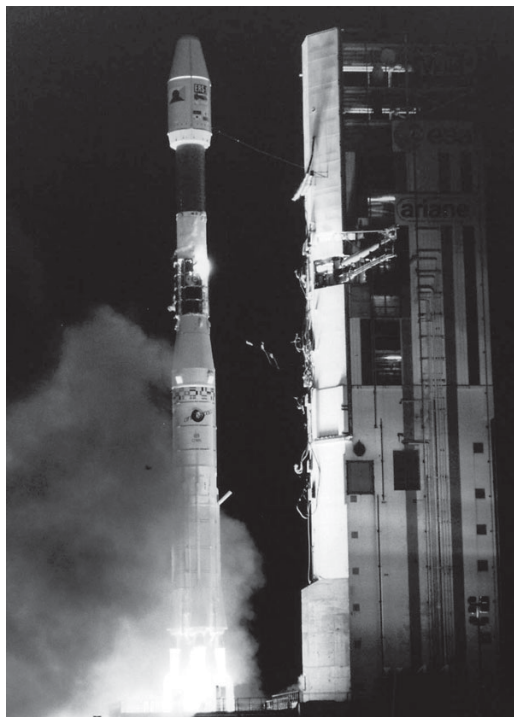
Iespējams, ka tuvākajā laikā Ķīna realizēs savu pirmo pilotējamo lidojumu. 1999. gada novembrī ar raķeti CZ – 2 tika palaists Ķīnas bezpilota kosmosa kuģis, kas 14 reizi apriņķoja Zemi un sekmīgi nolaidās Mongolijā. Kuģis bija veidots uz Krievijas kosmosa kuģa *Sojuz* bāzes. Atklātībai tika paziņoti divu potenciālo Ķīnas kosmonautu vārdi. Tie ir Vu Ce un Li Cintlungs, kas veica treniņus Kosmonautu sagatavošanas centrā Krievijā. Tomēr, pēc pēdējām ziņām, pirmais ķīniešu kosmonauta lidojums nenotiks ātrāk par 2002. gadu.

Eiropas valstis savus pūliņus kosmiskās telpas apgūšanā mēģināja apvienot, jau sākot ar 1964. gadu. Diemžēl to izstrādātā nesējraķete *Europa* visos pilnas konfigurācijas izmēģinājuma lidojumos cieta neveiksmi. Par veiksmīgas sadarbības sākumu var uzskatīt 1975. gadu, kad tika izveidota Eiropas Kosmiskā aģentūra. Sākotnēji tajā iesaistījās Anglija, Beļģija, Dānija, Francija, Īrija, Itālija, Lielbritānija, Nīderlande, Rietumvācija, Šveice un Zviedrija. Šobrīd ESA dalībvalstu skaits ir pieaudzis līdz 15, dažās ESA programmās piedalās arī Kanāda.

Eiropas Kosmiskās aģentūras galvenais darba virziens ir lietišķas ievirzes pavadoņu izstrādāšana un palaišana kosmosā. Tai ir savi meteoroloģiskie, sakaru, navigācijas un cita veida pavadoņi. 1979. gada 24. decembrī no aģentūrai piederošā Kuru kosmodroma, kas atrodas Franču Gvajānā, Dienvidamerikā, startēja nesējraķete *Ariane – 1*. Kaut arī sākumā gadījās daži neveiksmīgi starti, kopumā raķete darbojās itin sekmīgi. Tai sekoja raķetes modifikācijas *Ariane – 2, 3, 4*, kas spēja pacelt pārejas trajektorijā uz ģeostacionāro orbītu 3–4 t kravas. Projektējot raķeti, apzināti netika izmantotas visjaunākās tehnoloģijas, tāpēc, kaut arī raķete ir nedaudz smagāka par līdzīgām ASV raķetēm, tā ir lētāka. Jāteic, ka šī pieeja ir attaisnojusi, jo 20. gadsimta beigās ESA izvirzījās par līderi pasaules kosmosa transporta tirgū. Ar tās raķetēm palaiž daudzus valstu, tai skaitā arī ASV, pavadoņus.

1996. gada 4. jūnijā no Kuru kosmodroma startēja jaunas paaudzes nesējraķete *Ariane – 5*, kurai ir divi cietās degvielas starta paātrinātāji un ar šķidru ūdeņradi un skābekli darbināma galvenā pakāpe. Šīs raķetes kravnesība minētajā trajektorijā ir aptuveni 7 t. Pirmajā startā tika piedzīvota neveiksme un raķeti nācās uzspriecināt, taču nākamie starti bija sekmīgi. Līdz 2000. gada februārim dažādas raķetes *Ariane* modifikācijas veikušas 126 lidojumus, ar tām palaisti 216 pavadoņi, no tiem 199 veiksmīgi.

Eiropas Kosmiskā aģentūra strādā arī pie pilotējamiem lidojumiem. Tās komandā šobrīd ir 16 dažādu Eiropas valstu astronauti. Daļa no viņiem veikuši lidojumus ar *Space Shuttle* vai *Sojuz*, daļa gatavojas doties uz Starptautisko orbitālo staciju. Staciju apgādei ESA veido automātisko transportkuģi *ATV (Automated Transfer Vehicle)*, kuram jābūt gatavam 2003. gada sā-



Viens no pirmajiem nesējraķetes *Ariane* startiem.
ESA foto

kumā un kuru palaidīs ar raķeti *Ariane – 5*. Visai plaša ir arī *ESA* planētu pētījumu un astronomisko novērojumu programma, taču par 2004. gada beigās stacijai plānots pievienot to pastāstīsim šīs sērijas nākamajā rakstā. Eiropā izgatavoto moduli *Columbus*.

Par rakstā aplūkotojām tēmām žurnāla “*Zvaigžņotā Debess*” nodaļā “*Kosmosa pētniecība un apgūšana*” laikā no 1980. līdz 2000. gadam ir publicēti šādi raksti:

SAJUT

Kosmiskā tehnoloģija “*Salūta – 6*” (*pēc padomju preses materiāliem*). 1980. gada pavasaris (87)
Ceturtnā ekspedīcija “*Salūta – 6*”. 1. (*pēc TASS ziņojumiem*). 1980./1981. gada ziema (90)
Ceturtnā ekspedīcija “*Salūta – 6*”. 2. (*pēc TASS ziņojumiem*). 1981. gada pavasaris (91)
Piektā ekspedīcija “*Salūta – 6*” (*pēc TASS ziņojumiem*). 1981. gada rudens (93)
Piektā ekspedīcija “*Salūts – 6*” (*pēc TASS ziņojumiem*). 1981./1982. gada ziema (94)
“*Salūta – 6*” ilgaus mūžs. *H. Titovs*. 1982. gada pavasaris (95)
Darba ierindā “*Salūts – 7*” (*pēc TASS ziņojumiem*). 1982./1983. gada ziema (98)
“*Salūts – 7*”: darbs orbitā turpinās (*pēc TASS materiāliem*). 1983. gada pavasaris (99)
Beigusies pirmā ekspedīcija uz “*Salūtu – 7*” (*pēc TASS ziņojumiem*). 1983. gada vasara (100)
Otrā ekspedīcija uz “*Salūtu – 7*” (*pēc TASS ziņojumiem*). 1984. gada pavasaris (103)
Jaunākais kosmosa transportā. *E. Mūkins*. 1984. gada pavasaris (103)
Kosmosā – Indijas pilsonis. *E. Mūkins*. 1984. gada vasara (104)
“*Salūts – 7*” salīdzināmā ar priekštečiem (*pēc TASS ziņojumiem*). 1984. gada rudens (105)
Trešā ekspedīcija uz “*Salūtu – 7*” (*pēc TASS ziņojumiem*). 1984. gada rudens (105)
Turpinās trešā ekspedīcija “*Salūta – 7*” (*pēc TASS ziņojumiem*). 1984./1985. gada ziema (106)
Montāžas operācija kosmosā (*pēc padomju preses materiāliem*). 1984./1985. gada ziema (106)
Beigusies trešā ekspedīcija uz “*Salūtu – 7*” (*pēc TASS ziņojumiem*). 1985. gada pavasaris (107)
Visilgāko lidojumu atceroties (*pēc padomju preses materiāliem*). 1985. gada rudens (109)
Kosmosa transporta hronika. *E. Mūkins*. 1985. gada vasara (108)
“*Salūta – 7*” atkal apkalpe (*pēc padomju preses materiāliem*). 1985./1986. gada ziema (110)
Ceturtnā ekspedīcija uz “*Salūtu – 7*” (*pēc TASS ziņojumiem*). 1986. gada pavasaris (111)
“*Salūta*” apkalpes virišķība. *K. Feoktistovs*. 1986. gada pavasaris (111)
Beigusies ceturtnā ekspedīcija uz “*Salūtu – 7*” (*pēc TASS ziņojumiem*). 1987. gada vasara (112)
Ekspedīcija uz orbitālajām stacijām “*Mir*” un “*Salūts – 7*” (*pēc TASS ziņojumiem*). 1986./1987. gada ziema (114)
Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, V (*pēc padomju preses materiāliem*). 1991. gada rudens (133)
Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, VII (*pēc ārzemju preses materiāliem*). 1992. gada pavasaris (135)
Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, VII (*pēc ārzemju preses materiāliem*). 1992. gada vasara (136)
Atklātāk par kosmonautikas vēsturi, X. *E. Mūkins*. 1993. gada pavasaris (139)

MIR

Orbitālā stacija “*Mir*” (*pēc padomju preses materiāliem*). 1986. gada rudens (113)
Ekspedīcija uz orbitālajām stacijām “*Mir*” un “*Salūts – 7*” (*pēc TASS ziņojumiem*). 1986./1987. gada ziema (114)
800 darba dienas. *J. Semjonovs*. 1987. gada vasara (116)
Otrā ekspedīcija uz orbitālo staciju “*Mir*” (*pēc padomju preses materiāliem*). 1987./1988. gada ziema (118)
Turpinās otrā ekspedīcija orbitālajā stacijā “*Mir*” (*pēc padomju preses materiāliem*). 1988. gada pavasaris (119)
Apkalpes maiņa orbitālajā stacijā “*Mir*” (*pēc padomju preses materiāliem*). 1988. gada rudens (121)
Trešā ekspedīcija orbitālajā stacijā “*Mir*”. 1989. gada rudens (125)
Beigusies ceturtnā ekspedīcija orbitālajā stacijā “*Mir*”. 1989./1990. gada ziema (126)
Orbitālā stacija “*Mir*” atkal apdzīvota (*pēc padomju preses materiāliem*). 1990. gada rudens (129)
Orbitālās stacijas “*Mir*” hronika (*pēc padomju preses materiāliem*). 1991. gada pavasaris (131)
Orbitālās stacijas “*Mir*” hronika (*pēc ārzemju preses materiāliem*). 1992. gada vasara (136)
Pilotējamo lidojumu hronika. *A. Zariņš*. 1993. gada pavasaris (139)
Ceļā uz jauno orbitālo staciju. *M. Gills*. 1996. gada pavasaris (151)
“*Mir*” turpina darbu. *M. Gills*. 1997./1998. gada ziema (158)

SPACE SHUTTLE

Pirmā kosmoplāna izmēģinājums (*pēc ārzemju preses ziņām*). 1981. gada rudens (93)

Jauni kosmosa transportlīdzekļi. *E. Mūkins*. 1982. gada rudens (97)
 "Space Shuttle" izmēģinājuma lidojumi. *E. Mūkins*. 1982./1983. gada ziema (98)
 Kosmosa transportlīdzekļi – veiksmes un likstas. *E. Mūkins*. 1983. gada rudens (101)
 Jaunākais kosmosa transportā. *E. Mūkins*. 1984. gada pavasaris (103)
 Pavadoņi remontē orbitā. *E. Mūkins*. 1984./1985. gada ziema (106)
 Sievietes apgūst kosmosu. *E. Mūkins*. 1985. gada pavasaris (107)
 Kosmosa transporta hronika. *E. Mūkins*. 1985. gada vasara (108)
 "Skylab", "Spacelab" – bet kas tālāk? *E. Mūkins*. 1986. gada pavasaris (111)
 Kosmosa transports 80. gadu vidū. *E. Mūkins*. 1986. gada vasara (112)
 Kosmoplāna "Challenger" katastrofa. *E. Mūkins*. 1986. gada rudens (113)
 Par "Challenger" katastrofas cēloņiem. *E. Mūkins*. 1987. gada pavasaris (115)
 Par "Space Shuttle" likteni. *E. Mūkins*. 1988. gada pavasaris (119)
 Lielas pārmaiņas kosmosa transportā. *E. Mūkins*. 1989. gada vasara (124)
 Kosmoplāni šodien un rit. *E. Mūkins*. 1989./1990. gada ziema (126)
 Pārmaiņas kosmosa transportā pierimst. *E. Mūkins*. 1990. gada vasara (128)
 Kosmosa transports – solis atpakaļ? *E. Mūkins*. 1992. gada vasara (136)
 Pilotējamo lidojumu hronika. *A. Zariņš*. 1993. gada pavasaris (139)
 Kosmonautika 1992. gadā. *E. Mūkins*. 1993. gada vasara (140)
 1995. gada "Space Shuttle" misiju apskats. *E. Reinverts*. 1996. gada rudens (153)
 Sieviešu lidojumi "Space Shuttle" kosmoplānos. *M. Gertāns*. 1996./1997. gada ziema (154)
 "Space Shuttle" lidojumi 1996. gadā. *E. Reinverts*. 1997. gada vasara (156)
 "Space Shuttle" lidojumi 1996. gadā (*nobeigums*). *E. Reinverts*. 1997. gada rudens (157)

BURAN

Lielas pārmaiņas kosmosa transportā. *E. Mūkins*. 1989. gada vasara (124)
 Kosmoplāni šodien un rit. *E. Mūkins*. 1989./1990. gada ziema (126)
 Kosmosa transports – solis atpakaļ? *E. Mūkins*. 1992. gada vasara (136)

EIROPAS KOSMOSA AGENTŪRA

Jauni kosmosa transportlīdzekļi. *E. Mūkins*. 1982. gada rudens (97)
 Kosmosa transportlīdzekļi – veiksmes un likstas. *E. Mūkins*. 1983. gada rudens (101)
 Rietumeiropa un pilotējamie kosmiskie lidojumi. *E. Mūkins*. 1984. gada rudens (105)
 Kosmosa transporta hronika. *E. Mūkins*. 1985. gada vasara (108)
 Kosmosa transports 80. gadu vidū. *E. Mūkins*. 1986. gada vasara (112)
 Pārmaiņas kosmosa transportā. *E. Mūkins*. 1987. gada vasara (116)
 Lielas pārmaiņas kosmosa transportā. *E. Mūkins*. 1989. gada vasara (124)
 Kosmoplāni šodien un rit. *E. Mūkins*. 1989./1990. gada ziema (126)
 Kosmosa transports – solis atpakaļ? *E. Mūkins*. 1992. gada vasara (136)
 Kosmiskā astronomija Eiropā. *A. Alksnis*. 1995. gada rudens (149)

CITAS VALSTIS

Pārmaiņas kosmosa transportā. *E. Mūkins*. 1987. gada vasara (116)
 Lielas pārmaiņas kosmosa transportā. *E. Mūkins*. 1989. gada vasara (124)
 Kosmosa transports – solis atpakaļ? *E. Mūkins*. 1992. gada vasara (136)
 Kosmonautika 1992. gadā. *E. Mūkins*. 1993. gada vasara (140)

NESĒJRAKETES UN KOSMODROMI

Kosmosa transports 80. gadu vidū. *E. Mūkins*. 1986. gada vasara (112)
 Pārmaiņas kosmosa transportā. *E. Mūkins*. 1987. gada vasara (116)
 Nesējraķete "Enerģija". *E. Mūkins*. 1987./1988. gada ziema (118)
 Lielas pārmaiņas kosmosa transportā. *E. Mūkins*. 1989. gada vasara (124)
 Pārmaiņas kosmosa transportā pierimst. *E. Mūkins*. 1990. gada vasara (128)
 Ar spārniem uz orbitu un atpakaļ. *E. Mūkins*. 1991. gada vasara (132)
 Kosmosa transports – solis atpakaļ? *E. Mūkins*. 1992. gada vasara (136)
 Eiropas valstu nesējraķete "Ariane – 5". *A. Alksnis*. 1995. gada rudens (149)
 Kosmiskā osta "Ariane – 5" nesējraķetēm. *A. Alksnis*. 1995./1996. gada ziema (150)
 "Ariane – 5" neveiksmīgā debija. *M. Gills*. 1996./1997. gada ziema (154) 🐦

DENISA TITO LIELSKAIS PIEDZĪVOJUMS KOSMOSĀ

Deniss Tito ir cilvēks ar sapni. Lidojums kosmosā nav neparasts sapnis, lai arī ārkārtīgi grūti sasniedzams. Tomēr Tito stāsts ir īpašs. Sešdesmit gadu vecumā nevar cerēt uz astronauta karjeru. Tito arī nav īpašu sakaru *NASA* aprindās kā kongresmenim Bilam Nelsonam vai senatoriem Džeikam Gārnām un Džonam Glennam, kuri devās *Space Shuttle* lidojumos politisko viesu lomā. Tomēr Tito ir nenoliedzama priekšrocība – sava lidojuma izmaksas viņš spēj segt no personīgajiem līdzekļiem.

Deniss Tito septiņdesmito gadu sākumā, pēc aiziešanas no darba *JPL (Jet Propulsion Laboratory)* – Reaktīvā dzinējspēka laboratorija, kur viņš plānoja agrīno *Mariner* sērijas Marsa un Venēras misiju trajektorijas) pievērsās finansu tirgum. Inženiera metodiskā pieeja un analītiskā domāšana viņam ļāva kļūt par istu Volstritas “haizivi” – Tito personīgais kapitāls pašlaik sasniedz 200 miljonus dolāru, un arī citi plaši izmanto viņa ieviestās biržas analīzes metodes.

Veiksmīgā baņķiera karjera tomēr nespēja aplāpēt sapni par kosmosu. Bez jebkādam cerībām lidot ar *Space Shuttle* deviņdesmito gadu sākumā Tito pievērsās vienīgajai alternatīvai – Krievijas *Soyuz* (sk. attēlus 52. lpp.).

Krieviem viesu vizināšana ar *Soyuz* nav nekāds jaunums. Astoņdesmitajos gados tie bija politiskie viesi no Varšavas pakta sociālistiskajām pavadoņvalstīm. Vēlāk uz *Mir* staciju devās japāņu telekompānijas apmaksāts žurnālists Tohiro Akijama un britu TV konkursa uzvarētāja Helēna Šermēna. Denisam Tito *Soyuz* raķetes 20 miljonu cena noteikti bija pa kabatai, tāpēc lidojums uz *Mir* likās visnotaļ iespējams.

2000. gadā Tito nolēma iziet pilnu kosmonauta treniņkursu. Nevienš, izņemot pašu Tito un viņa personīgo grāmatvedi nezina, precīzi cik naudas un kādiem nolūkiem tika izdots,

taču 2000. gada beigās Tito bija pilnībā sagatavots lidojumam gan no medicīniskā, gan tehnisko zināšanu viedokļa. Tito komandas biedri komentēja, ka astoņu mēnešu apmācību laikā Tito ne reizi nelika manīt savu spēju par personīgajiem līdzekļiem nopirkt visu Krievijas kosmisko aģentūru. *Soyuz* komandieris Talgats Musabajevs ļoti atzinīgi izteicās par Tito prasmi iekļauties apkalpē kā līdzvērtīgam un visnotaļ kompetentam kosmonautam.

Izrādījās, ka *NASA* ir pavisam citādās domās. Amerikāņu kosmosa funkcionāru “skābā” attieksme pret *Mir* komercializēšanu pārvērtās atklātā naidā, kad pēc *Mir* nogremdēšanas Klusajā okeānā krievi Tito lidojumu pārcēla uz Starptautisko orbitālo staciju.

Abpusēji saasinoties konfliktam, kļuva skaidrs – kas grib lidot kosmosā, meklē iespējas, bet, kas negrib pieļaut šādu lidojumu, meklē ieganstus. Nemaz nerunājot par savu līdztiesīgā partnera statusu, Krievijas puse uzsvēra, ka Tito ir pieaudzis cilvēks un nekādas muļķības orbitālajā stacijā nesastrādās.

NASA sākotnējie argumenti par Tito nekompetenci un nespēju orientēties amerikāņu laboratorijas modulī ieguva interesantu pavērsienu martā, kad *Soyuz* komanda – Musabajevs, Baturins un Tito ieradās uz obligāto vienas nedēļas apmācību Džonsona kosmiskajā centrā Hjūstonā. Paredzot konfrontāciju, Tito bija sagādājis miesassargu un žurnālistu eskortu. Džonsona kosmiskajā centrā viņš netika ielaists, un kopā ar saviem komandas biedriem atgriezās viesnīcā. Musabajevs un Baturins šajā incidentā izrādīja pilnīgu solidaritāti ar Tito, toties *NASA* amerikāņu presē saņēma visai ironiskus un negatīvus komentārus.

Lieki teikt, ka nedēļu ilgā lidojuma laikā Tito neko nesalauza, bet gan atbilstoši savām iecerēm klausījās operas mūziku, baudīja bez-

svaru un fotogrāfēja Zemi. Neskaitot īslaicīgu nelabumu pašā lidojuma sākumā, Tito atceras savu fantastisko piedzīvojumu kā vispatīkamāko un neaizmirstamāko nedēļu mūžā. *“Es labprāt būtu palicis kosmosā vairākus mēnešus, ja vien man būtu tāda iespēja,”* viņš apgalvoja. *“Es gulēju kā zidainis, un skats uz mūsu planētu ir neapraķstāms.”*

Vērojot pēclidojuma interviju populārajā Deivida Lettermana šovā, Tito acīs bija redzams kaut kas no tās īpašās liesmiņas, ar kuru no Mēness atgriezās Nils Ārmstrongs un citi astronauti. Tā ir neparasta kvēle, ko nes cilvēki, kuri trauslās un primitīvās kapsulās lidojuši tālu aiz atmosfēras robežām un ieguvuši dievu perspektīvu uz melno tukšumu un tajā peldošo Zemi. Tito atgriezās ar daudz vairāk nekā tikai patukšotu maku un divdesmit piefotografētām fotofilmīnām. Kosmiskā lidojuma pieredze, pēc viņa vārdiem, būtu visu 200 miljonu vērtā, pat ja vēlāk nāktos nomirt nabadzībā.

Interesanti, ka amerikāņu publika Starptautisko orbitālo staciju tā īsti ievēroja tikai saistībā ar Tito lidojumu. Tito simbolizē “amerikāņu sapni” – kā nabadzīgu imigrantu dēls, kurš saviem spēkiem ir sasniedzis pārticību un ir spējīgs realizēt savas vispārdrōšākās ieceres. Lai gan tikai katrs simtais amerikānis ir miljonārs, izredzes kļūt par valdības astronautu ir burtiski viens no miljona.

Faktiski Tito “noziegums” pret NASA ir līdz šim izteikti gloricētā astronauta tēla iedragāšana. Sabiedrībai zināmā mērā ir vajadzīgi mītiski varoņi, un astronauti šajā lomā labi iederas. Plašākai sabiedrībai nav īpašas izpratnes par kosmisko lidojumu zinātniskajiem aspektiem, vairākums cilvēku atbalsta NASA vienīgi kā nacionālā lepnuma simbolu. Pēc Tito lidojuma nodokļu maksātājiem ir tiesības vaicāt: *“Kāpēc gan katrs Space Shuttle lidojums valsts kasei izmaksā 600 miljonus dolāru, ja jau pavecs bankēris kosmisko staciju ir varējis apciemot par nēka 20 miljoniem?”*

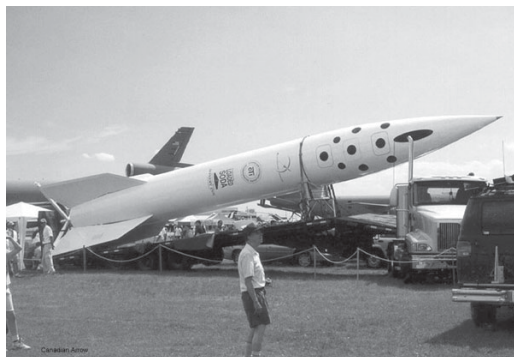
NASA labi jūt, ka Tito demonstrētais kosmiskais kapitālisms ir nopietns drauds līdz šim

praktizētajai – pēc būtības sociālistiskajai – *Space Shuttle* programmai. Tito lidoja ar tās pašas sērijas nesējraķeti, ar ko Gagarins pirms 40 gadiem. *Soyuz* raķetes joprojām ir lētākais un drošākais cilvēku lidojumiem sertificētais kosmiskais transportlīdzeklis – šis fakts ir brēcoša pretrunā mītam par kosmonautiem un astronautiem kā tehnoloģiskā progresa simboliem.

Ja saprotam komerciālās sacensības lomu tehnikas attīstībā, tad kosmiskās tehnoloģijas stagnācija ir viegli izskaidrojama. Pēdējo divdesmit gadu laikā gan brīvajā tirgū pārdotie datori ir kļuvuši tūkstoškārt jaudīgāki, gan automašīnas ir kļuvušas drošākas, ērtākas un ekonomiskākas. Lai turpmāko divdesmit gadu laikā notiktu kaut cik būtiska attīstība kosmiskajā transportā, būtu nepieciešams radīt kosmiskā tūrisma tirgu.

Tāpēc Tito lidojums ir ārkārtīgi nozīmīgs notikums. Gandrīz droši, ka viņa pēdās sekos citi, piemēram, Džeimss Kamerons, *“Terminator”*, *“Aliens”* un *“Titanic”* filmu pazīstamais kinorežisors, ir izrādījis nopietnu interesi. Kamerons varētu iegādāties *Soyuz* kuģi neatkarīgam, ar kosmisko staciju nesaistītam lidojumam, kura laikā viņš izietu atklātā kosmosā un uzņemtu dokumentālu filmu.

Soyuz tomēr ir diezgan vecs, neērts un dārgs kuģis, kuru var atļauties tikai daži –



Privātās *“Canadian Arrow”* suborbitālās raķetes pilna mēroga makets.

Space.com attēls

bagātākie un fanātiskākie kosmiskie tūristi. Pirmo *Soyuz* tūristu pieredze aerokosmiskajai rūpniecībai dos svarīgu impulsu konstruēt tūristiem optimālus lidaparātus, kā arī maksātspējīgajai publikai reklamēs kosmiskos piedziņojumus.

Grūti paredzēt, vai kāda no apmēram divdesmit kosmiskā tūrisma kompānijām spēš piesaistīt investīcijas specializētu tūristu raķešu būvēšanai. Daudzi no šiem projektiem pašlaik ir iesaldēti līdzekļu trūkuma dēļ. Suborbitāli lidojumi paraboliskā trajektorijā līdz 100 km augstumam varētu būt tā robeža, kura jau tuvākajos gados varētu būt sasniedzama pat ar ļoti minimālu, dažu miljonu dolāru lielu kapitālu.

Tāpat kā pārgalvīgi aviācijas entuziasti reizēm savās garāžās uzbūvē lidmašīnas – arī

pilotējamās suborbitālās raķetes šobrīd ir ļoti pievilcīgs un varbūt pat reāls mērķis vairākām nopietnām amatieru grupām, kuras šobrīd sacenšas par ASV Sentluī pilsētas uzņēmēju nodibināto 5 miljonu dolāru X-balvu, kas pieaugusi līdz 10 miljoniem dolāru. X-balva ir paredzēta pirmajai privātajai organizācijai, kuras pilotējamā raķete sasniegs 100 km augstumu. Līdzīgi kā 20. gadsimta sākuma aviācijas veicināšanas balvas rosināja pārgalvīgu aviatoru centienus šķērsot Atlantijas okeānu, X-balva ir spēcīgs kosmiskā tūrisma katalizators. Tikai laiks rādīs, kādai jābūt pareizajai naudas, tehnoloģijas un entuziasma kombinācijai, lai skafandros ģērbušies “anarhisti” pa istam izaicinātu lielvalstu valdību monopoli un uz visiem laikiem mainītu kosmisko lidojumu militarizēto kultūru.

Interneta adreses:

<http://www.wilshire.com/> – Denisa Tito kompānija *Wilshire Associates, Inc.*

<http://www.friends-partners.org/mwade/craft/soyuztm.htm> – informācija par *Soyuz* pilotējamo kapsulu.

<http://www.spaceadventures.com/> – *Space Adventures* kosmiskā tūrisma kompānija.

<http://www.space-frontier.org/COMMSPACE/> – jauno kosmosa apgūšanas kompāniju pārskats.

<http://www.xprize.org/~Xprize/home/default.htm> – X-balva pirmajai pilotējamai suborbitālai raķetei. 🐼

ŠORUDEN SVINAM 🐼 ŠORUDEN SVINAM 🐼 ŠORUDEN SVINAM 🐼 ŠORUDEN SVINAM

Pirms **75 gadiem** – 1926. gada 6. decembrī Rīgā dzimusi **Natālija Cimahoviča**, Latvijas baltkrievu tautības radioastronome, Saules fizikas speciāliste, *Dr. phys.* (1970, nostrificēta 1992). Beigusi LVU (1952), LZA Radioastrofizikas observatorijas zinātniskā līdzstrādniece (1955–1982), Saules fizikas tēmas vadītāja (1961–1981). Piedalījies Saules radiodienesta organizēšanā un tā tiešajā darbā. Pētījusi galvenokārt Saules radiouzliesmojumus un to saistību ar ģeofizikāliem procesiem. Publicējusi vairākus desmitus zinātnisku rakstu, monogrāfiju par Saules lielajiem radiouzliesmojumiem (krievu val., 1968), populārzinātniskas grāmatas “*Raida kosmosā*” (1961), “*Saule un mēs*” (1978), “*Kad tiekas planētas*” (1982) un ļoti daudz populārzinātnisku rakstu. “*Zvaigžņotās Debess*” redakcijas kolēģijas (1964–1993) un Latvijas Astronomijas biedrības aktīva locekle. Labu veiksmi turpmākajā darbā!

Pirms **50 gadiem** – 1951. gada 5. novembrī Kijevā dzimis Latvijas krievu tautības astronoms **Boriss Rjabovs**, Saules fizikas speciālists, *Dr. phys.* (1984, nostrificēts 1994). Rīgā dzīvo kopš 1958. gada. Pēc Ļeņingradas Valsts universitātes beigšanas (1974) ir LZA Radioastrofizikas observatorijas līdzstrādnieks, no 1997. gada LU Astronomijas institūta pētnieks. Specializējies Pulkovas observatorijā (1974–1979). Izmantojot radiostarojuma novērojumus, pētījis Saules magnētisko lauku saistībā ar procesiem, kas notiek Saules vainagā. Publicējis ap 50 zinātnisku rakstu. Daudz aktīva darba gadu un panākumus uzsāktajos pētījumos arī turpmāk!

I. D.

NATĀLIJA CIMAHOVIČA, ARTURS BALKLAVS

RADIOASTRONOMIJA LATVIJĀ. KĀ TĀS NOTIKA

Starptautiskās sadarbības gadā – 1959. gadā – Čihhē izdotajā “*The Quarterly Bulletin on Solar Activity*” (sk. 1. att.) daudzu pasaules observatoriju datu vidū parādījās arī rindiņas, kas iesākās ar “*Rig 215*”. Tie bija Rīgas tuvumā esošās Baldones Riekstukalna observatorijas Saules radioviļņu plūsmas novērojumu dati 215 MHz frekvencē ($\lambda = 142,86$ cm). Tas bija Latvijas topošo radioastronomu pirmais ieguldījums lielā kopīgā pasākumā – Saules nepārtrauktajos jeb dienesta novērojumos. Saule ir nemitīgi mainīga zvaigzne, un tikai nepārtrauktu novērojumu gaitā ir iespējams izsekot un izprast tās aktīvos procesus.

Taču radioastronomijas pats sākums Latvijā meklējams agrāk – 1952. gadā, kad nākamās Latvijas Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorijas (LZA RO) pamatlicējs Jānis Ikaunieks (sk. 2. att.) toreizējā Fizikas un matemātikas institūta Astronomijas sektora darba plānā ieteica iekļaut pētījumus arī radioastronomijā, jo jaunās observatorijas topošais kolektīvs par sava darba pamatvirzienu bija izvēlējies zvaigžņu evolūcijas problēmu. Tās risinājumā bija nepieciešams meklēt saikni starp procesiem zvaigznēs un apkārtējās kosmiskās vides struktūru un īpašībām. Zvaigžņu pētījumiem šim nolūkam laika gaitā tika iegādāts atbilstošs optisks instruments – Šmita sistēmas teleskops, bet kosmiskās vides pētījumiem bija nepieciešamas radioastronomiskas metodes un tam piemēroti instrumenti – radioteleskopi vai radiointerferometri.

No. 127 International Astronomical Union July/September 1959
QUARTERLY BULLETIN ON SOLAR ACTIVITY
 Published by the Eidgen. Sternwarte in Zürich
 with financial support from UNESCO

IV. SOLAR RADIO EMISSION

CO-OPERATING OBSERVATORIES

Details relating to the contributors to the third quarter of 1959 are as follows:-

<u>OBSERVING STATION</u>	<u>ABBREVIATION</u>	<u>FREQUENCIES</u> <u>USED</u>	<u>NORMAL OBSERVING PERIOD</u> (Hours U.T.)	
National Committee for I.G.Y., Ulitza Chkalova 64, Moscow 4, U.S.S.R.				
	Abastumani	Aba	209	06 - 12
	Bjurakan	Bju	203	06 - 09
	Cracow	Cra	810	07 - 12
	Gorky	Gor	9375	06 - 12
			19000	06 - 12
	Irkutsk	Irk	209	02 - 09
	Kislovadek	Kis	178	07 - 12
	Moscow	Mos	208	06 - 12
			545	06 - 12
	Riga	Rig	215	12 - 15
	Simferopol	Sim	208	09 - 12
			3000	09 - 12
	Ussuriisk	Uss	208	21 - 24
	Vorushilov	Vor	208	21 - 03

1. att. Starptautiskā zinātniskā izdevuma “*The Quarterly Bulletin on the Solar Activity*” 1959. gada jūlija–septembra numura, kurā pirmo reizi parādījās arī Riekstukalna observatorijā veikto Saules radiostarojuma novērojumu dati, vāka un 184. lappuses fragments.



2. att. LZA Radioastrofizikas observatorijas dibinātājs Jānis Ikaunieks (1912–1969).

Tas saistīts ar to, ka ar optiskām metodēm ir iespējams novērot tikai ap 1/10 daļu no starpzvaigžņu gāzes, t. i., tikai tos apgabalus, kuri atrodas karsto zvaigžņu tuvumā, ir jonizēti un izstaro redzamo gaismu. Pārējās gāzu masas parasti ir novērojamas tikai radioviļņos. Starpzvaigžņu vides struktūras un it sevišķi sīkstruktūras pētījumiem radioviļņos ir nepieciešamas iekārtas ar iespējami lielu atvērumu jeb apertūru, kas dotu labu leņķisko izšķirtspēju. Lai izvairītos no milzīgu antenu būves, radioastronomijā tiek plaši lietotas interferometriskās sistēmas – divas vai vairākas elektroniski saistītas antenas. Tāpēc Riekstukalna radioastronomi pievērsās radiointerferometra projektēšanas jautājumiem un problēmām.

Tika izvērtēti dažādi radiointerferometru varianti, un par optimālu tika izvēlēta piecu antenu sistēma ar vienu nekustīgu antenu centrā un diviem savstarpēji perpendikulāriem sliežu ceļiem, pa kuriem vajadzēja pārvietoties pārējām četrām (2 un 2) interferometra antenām. Visas piecas antenas bija iecerētas paraboliskas, ar 30 m diametru. Vietu, kur vajadzēja atrasties radiointerferometram, tad arī sāka dēvēt par “*Krustu*”.

Radiointerferometra veidošana ritēja trijos virzienos: pirmkārt, starpzvaigžņu vides, it īpaši – kosmisko molekulu radiostarojuma iespēju analīze, ar ko nodarbojās Milda Zepe, otrkārt, ar radiointerferometru iegūstamo reģistrogrammu izvērtējuma metodes, kas bija Artura Balklava-Grīnhofa (turpmāk – Balklavs) ziņā, un, treškārt, tehniskā risinājuma izstrāde, ko vadīja Edgars Bervalds. Šais virzienos tad arī laika gaitā radās minēto kolēģu galvenie zinātniskie darbi.

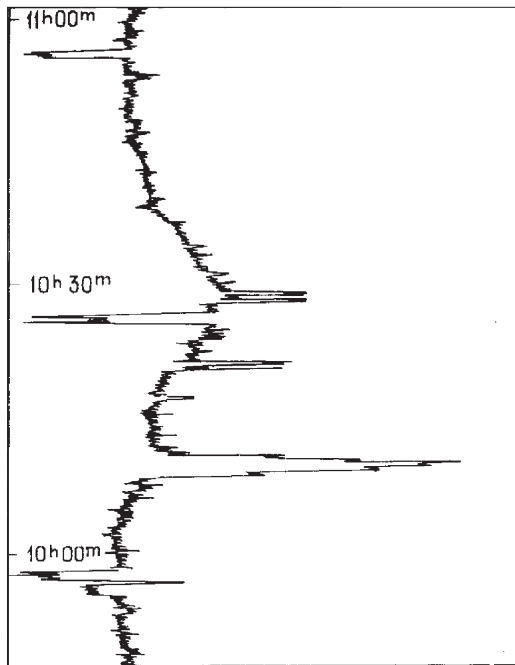
Projektējot “*Krustu*” un tā antenu parametrus, bija svarīgi precizēt vairāku kosmisko molekulu izstaroto radiolīniju garumus. To paveica M. Zepe, aprēķinot OH un OD molekulu starojuma frekvences, kas izceļas pārejā starp rotācijas pamatlīmeņa komponentēm, ja šīs molekulas atrodas elektronu un svārstību kustības pamatstāvoklī. Tika iegūti šādi lielumi: OH molekulai – 1651 MHz un 4761 MHz (attiecīgi $\lambda = 18,17$ un $6,36$ cm), bet OD molekulai – 310 MHz un 3094 MHz (attiecīgi $\lambda = 96,78$ un $9,70$ cm).

A. Balklavs izstrādāja matemātisku risinājumu radiointerferometriskajos novērojumos iegūto reģistrogrammu interpretācijai, kas nepieciešams laukumveida kosmiskā objekta divdimensionālās struktūras jeb radioattēla sintēzei un izpratnei.

Tādējādi radioastronomiskas antenas, radiointerferometri, radiostarojuma uztvērēji jeb radiometri un uztverto radioviļņu “šifrogrammas” pašrakstītajos kļuva par astronomijā neierastiem darbības virzieniem. Lai Riekstukalna topošie radioastronomi ātrāk šo jomu apgūtu, J. Ikaunieks izmantoja tā laika (vēl to varēja dēvēt par pēckara) situāciju, kad astronomi visā pasaulē sāka nodarboties ar armiju norakstītām radiolokācijas iekārtām, izmantojot to samērā lielās antenas un pēc zināmas pārbūves arī uztvērējus. Padomju Savienības astronomi tādā ceļā saņēma amerikāņu kādreizējās radiolokācijas stacijas SCR 527. J. Ikaunieks panāca vienas šādas stacijas saņemšanu arī Riekstukalnā, un 1955. gada pavasarī sākās šīs stacijas apgūšana.

To ļoti veicināja divi būtiski apstākļi: pirmkārt, darbā observatorijā iesaistījās arī šīs stacijas operators Vladimirs Peļipeiko, kas ar to bija strādājis dienesta laikā Padomju armijā. Viņš demobilizējās un sāka nodarboties ar uztverošās aparatūras piemērošanu radioastronomiskajām vajadzībām. Otrkārt, šī stacija bija pilnīgā darba kārtībā, un pilnībā saglabāts bija arī stacijas tehniskais apraksts – vesels sējumu komplekts. Darbā tika pieņemts vēl viens tehniskais speciālists – Vilis Vilks. Šis tandēms – V. Peļipeiko un V. Vilks – tad arī paveica stacijas apgūšanas pamatdarbu, un 1958. gadā sākās eksperimentāli intensīvākā kosmiskā radiostarojuma avota – mūsu pašu Saules – radionovērojumi. Uz pašrakstītāja lentēm parādījās pirmie Saules izstarotās radioplūsmas pieraksti (*sk. 3. att.*).

Tā Baldones Riekstukalnā iesākās radioastronomija, precīzāk – Saules radioastrono-



3. att. Uz Riekstukalna observatorijas radioteleskopa pašrakstītāja lentes reģistrēts Saules radiostarojuma uzliesmojums.

mija. Tās darbības joma gan bija ļoti ierobežota, jo to noteica stacijas SCR 527 antenas visai necilie parametri. Bija divas sinfāzu antenas, kas bija konstruētas darbam uz 1,5 m gara viļņa. Katra bija 20 m² liela. Saliekot tās kopā, tika iegūts tikai 40 m² liels uztverošās virsmas laukums, kas ļāva sasniegt ne sevišķi lielu jutību apstākļos, kad kosmisko radiostarojuma avotu izstarotās plūsmas blīvumi ir mazāki par 10⁻²² W/m²·Hz (*sk. 4. att.*). Arī antenas apertūras nēcīgie izmēri ļāva sasniegt tikai ap 2° lielu leņķisko izšķirtspēju. Pie šādiem nosacījumiem observatorijas tehniskie speciālisti bija spiesti laipot it kā starp Scillu un Haribdu – starp vēlēšanos paplašināt uztveramo frekvenču joslu, lai saņemtu pēc iespējas lielāku radioviļņu plūsmu, un nepieciešamību šo joslu sašaurināt, lai samazinātu blakus trokšņu līmeni. Tāpēc ar radīto instrumentu bija iespējams uztvert tikai divu pašu intensīvāko kosmiskā radiostarojuma avotu, proti, mums vistuvākā šāda avota, t. i., Saules un no Kasiopejas zvaigznājā kādreiz eksplodējušās pārnovas nomestās čaulas nākošo radiostarojumu. Saprotams arī, ka ar šo instrumentu varēja reģistrēt tikai starojumu no visas Saules kopā, t. i., tās integrālo plūsmu. Atsevišķu aktivitātes centru novērojumiem un to īpašību pētījumiem būtu vajadzīga daudz lielāka leņķiskā izšķirtspēja, tātad arī daudz lielākas antenas. Tomēr, sakarā ar to, ka Saule ir nemitīgi mainīgs radioviļņu avots, arī tās

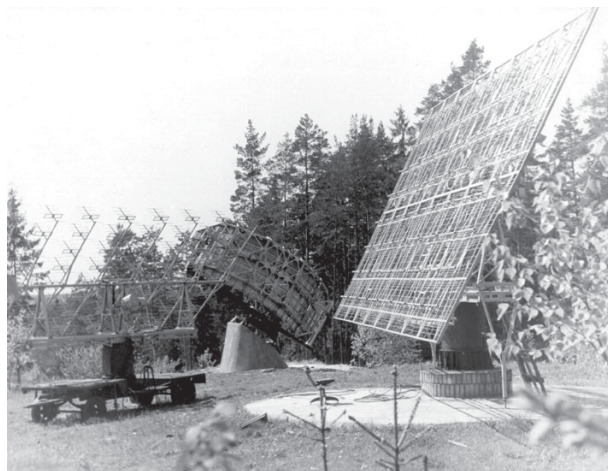


4. att. Pirmais Riekstukalna observatorijas Saules radioteleskops. Foto no ZA Observatorijas arhīva

integrālā mainīguma saistība ar optiski novērojamām aktivitātes izpausmēm un šo procesu iespaidu uz dažādām norisēm uz Zemes deva un vēl šodien dod pamatinformāciju ļoti interesantas kā tīri zinātniskas, tā arī praktiskas problēmas – *Saules–Zemes sakaru* – pētījumiem.

Tāpēc Riekstukalna radioastronomi tūlīt iesaistījās *Starptautiskā ģeofizikas un Sadarbības gadu (SĢ un SG, 1957–1959)* pētījumu programmās, sūtot ik dienas uz 1,5 m vilni iegūtos Saules integrālās radioplūsmas novērojumu datus uz Pasaules datu centru Maskavā, no kurienes tie nonāca arī starptautiskajā apritē, tostarp tika publicēti iepriekš jau pieminētajā Čirihē iznākošajā žurnālā “*The Quarterly Bulletin on Solar Activity*”. Balstoties uz šo darbu un panākumiem, nākamajā starptautiskajā pasākumā “*Mierīgās Saules gads*”, kas ritēja 1964.–1965. gadā, Riekstukalna radioastronomiem jau tika uzticēta Saules novērojumu datu vākšana pa visu PSRS reģionu.

Līdztekus regulārai datu vākšanai radioastronomiskie procesi uz Saules tika pētīti arī saistībā ar ģeofiziskajām perturbācijām. Šie pētījumi pamatojās lielā darbā – visu PSRS Saules radiodienestu datu apkopojumā par *SG*

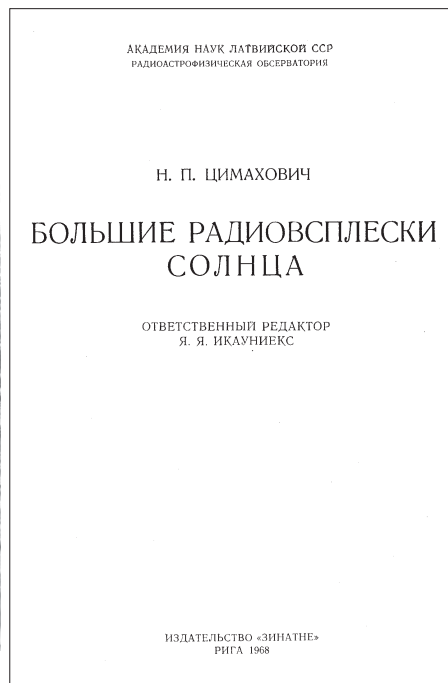


5. att. Saules radioteleskopu komplekss Riekstukalna observatorijā, kas darbojas līdz RT-10 nodošanai ekspluatācijā.

Foto no ZA Observatorijas arhīva

un *SG* laiku. Pētījuma galvenais uzdevums bija atrast pazīmes, pēc kurām var spriest par Saules aktivitātes procesu ģeoeftektivitāti. Uzliesmojumos ģenerētās protonu plūsmas nonāk līdz Zemei ne ātrāk kā stundu, bet parasti vienas vai pat pāris dienu laikā pēc kompleksā procesa Saules atmosfērā. Tāpēc, uztverot un reģistrējot praktiski tūlītējo, tikai par apmēram 8 min aizkavējušos signālu, par radiouzliesmojumu, t. i., laika sprīdi, kāds nepieciešams, lai šis signāls pārvarētu attālumu starp Sauli un Zemi, ir iespējams brīdināt gan ģeofiziskos dienestus, gan orbitālās stacijas.

Pētījumā tika izmantoti kā Riekstukalna observatorijas (*sk. 5. att.*), tā arī Krimas Astrofizikas observatorijas, Gorkijas Radiofizikas zinātniskās pētniecības institūta un Maskavas Zemes magnētisma un radioviļņu izplatīšanās institūta Saules radioplūsmas novērojumu dati. Iegūtie rezultāti tika publicēti monogrāfijā (*sk. 6. att.*). Viens no interesantākajiem secinā-



6. att. N. Cimahovičas monogrāfijas titullapa.

jumiem bija tas, ka Saules radioastronomiskie novērojumi spēj nodrošināt kontroli pār Saules aktīvajiem procesiem arī bez optisko dienestu piedalīšanās, kas ir ievērojamas priekšrocības Saules novērošanas iespēju ziņā.

Taču zīmīgi, ka šajā laikā, kad Riekstukalna radioastronomu uzmanība bija pievērsta Saules aktīvo norišu sekām, J. Ikaunieks skubināja raudzīties dziļāk, respektīvi, meklēt Saules radiostarojuma pašu aktīvāko procesu – uzliesmojumu – pirm pazīmes. Tai laikā tas šķita gaužām pārdroši, kaut arī vilinoši.

Radioastronomu pamatspēki tomēr bija grupēti ap “*Krustu*”. 1966. gadā Riekstukalna observatorijā tika nodibināts Speciālais konstruēšanas tehnoloģiskais birojs, kura vadība tika uzticēta E. Bervaldam. E. Bervalda mēlējumi lielo antenu konstruktīvam risinājumam izkristalizējās pētījumā par jaunām iespējām antenu stiprības aprēķinos. Lielās paraboliskās antenas ir augstas precizitātes konstrukcijas. Novērojumu laikā tās tiek pakļautas dažādām deformācijām. Līdz ar to antenu stiprības problēma kļūst par sistēmtehnikas problēmu. Izrādījās, ka ir iespējams noteikt nesošo konstrukciju pamatipašību saistību ar deformāciju potenciālās enerģijas minimumu.

Kritiski tika izvērtēti dažādi radiointerferometru varianti, kādi bija radušies pēdējos gados. Ievērojot A. Balklava pētījumos iegūtos rezultātus apertūras sintēzes metodes izstrādē, par optimālu tika atzīts divu antenu mainīgas bāzes instruments, kas darbotos apertūras sintēzes režīmā, sākot ar 5 cm garu vilni. Tādā veidā, ja plānoto mainīgas bāzes radiointerferometra dzelzceļa sliežu trasu garums ir ap 2 km, bija iespējams iegūt samērā labu leņķisko izšķirtspēju – ap 5 loka sekundes ($5''$). Šo projektu pilnībā pabeidza 1969. gadā. Taču šis gads izrādījās kritisks visai Riekstukalna astronomu saimei – mūžībā aizgāja Riekstukalna observatorijas dibinātājs un pirmais tās direktors, pavisam nesen arī fizikas un matemātikas doktora grādu ieguvušais J. Ikaunieks. Viņa sirds neizturēja daudzo gadu intensīvo degsmi. 1969. gada 18. martā viņš pēdējo reizi

vadīja observatorijas Zinātniskās padomes (ZP) sēdi, bet 27. aprīlī viņa jau vairs nebija.

Nākamo ZP sēdi 13. maijā, kā arī ZA astronomus kopumā jau vadīja A. Balklavs, kas bija pirmais Riekstukalna observatorijas speciālists, kam zinātņu kandidāta diplomā pēc tā laika klasifikācijas bija rakstīta specialitāte “*Radioastronomija*”. Viņa teorētiskais pētījums par radiointerferometrisko novērojumu realizāciju, iegūto datu apstrādi un interpretāciju bija svarīgs ieguldījums plānoto kosmisko objektu novērojumu īstenošanā. Tomēr nedz A. Balklava, nedz pārējo speciālistu teorētisko darbu nozīmīgie rezultāti nespēja atsvērt arvien pieaugošās praktiskās grūtības. Galvenais – pietrūka J. Ikaunieka daudzu gadu erudīcijas un pieredzes birokrātisku sastrēgumu pārvarēšanā un likvidēšanā. Zinātņu akadēmijas (ZA) vadība 1970. gadā pieņēma lēmumu par lielā radiointerferometra būves finansēšanas pārtraukšanu. Observatorijas vadībai tomēr izdevās pārliecināt ZA vadību nesamazināt algu fondu, kas ļāva saglabāt speciālistu kolektīvu un, lai gan pavēršot citā virzienā, tomēr turpināt radioastronomiskus pētījumus. Tad arī 1970. gada 10. novembrī ZP sēdē tika nolemts īstenot J. Ikaunieka ieteikumu Saules pētījumu jomā – meklēt radiostarojumā Saules protonu uzliesmojumu priekšvēstnešus.

Šis pētījumu virziens bija sācis veidoties vairākviet pasaulē. Latvijas radioastronomu uzmanību saistīja Gorkijas radioastronomu sāktais Saules radiostarojuma kvaziperiodisko svārstību jeb fluktuāciju pētījums. Gorkijas zinātnieki bija konstatējuši, ka Saules elektromagnētiskajā starojumā centimetru viļņu diapazonā dažkārt parādās it kā periodisku svārstību virknes. Tā kā Saules cm viļņu radiostarojums rodas tās hromosfērā, tad tas liecināja par tur notiekošām kaut kādām isāku vai garāku laika sprīdi ilgstošām regulārām Saules plazmas svārstībām. Riekstukalna radioastronomi savukārt bija daudz maz iepazinuši norises Saules vainagā jeb koronā, kur tiek ģenerēti radiostarojums metru viļņu diapazonā. Tāpēc kopā ar Gorkijas radioastronomiem

profesora Mihaila Kobrina vadībā tika izstrādāts plāns pētījumiem decimetru viļņu diapazonā, t. i., ļoti interesantā un tolaik maz izpētītā pārejas slāni starp hromosfēru un koronu, lai noskaidrotu šajos fizikāli atšķirīgajos slāņos notiekošo procesu saistību. Šim nolūkam tika iegādāta 10 m diametra paraboliska antena (*sk. 7. att. 56. lpp.*) un izveidoti jutīgi un stabili radiometri 755 MHz, 612 MHz un 326 MHz (atbilstoši $\lambda = 39,74$ cm, 49,02 cm un 92,02 cm) diapazonos. Un 1972. gadā Riekstukalnā sākas Saules radiostarojuma kvaziperiodisko fluktuāciju novērojumi un pētījumi decimetru viļņu diapazonā.

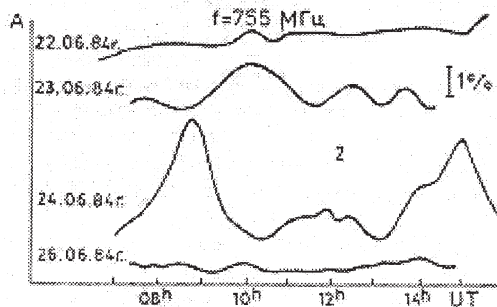
Līdztekus tam, lai labāk izprastu radioastronomiskajos novērojumos iegūtos datus, tika veikti arī teorētiski pētījumi Saules fizikas jomā. Tā kā par galveno pētījumu virzienu Saules fizikas jomā Riekstukalna radioastronomi bija izvēlējušies procesus Saules aktivitātes centros, jaunās, nu jau plašās Saules fizikas daļas speciālisti – Andrejs Spektors, Vladislavs Locāns un Dzintars Blūms – pievērsās vairāku tādu Saules atmosfērā notiekošo aktivitāšu fundamentāliem pētījumiem kā korpuskulu jeb daļiņu un siltuma ģenerācijas un pārneses mehānismi, Alfvēna un magnetoakustisko viļņu ģenerācija, rezonanse un interference koronālajās arkās, Saules vēja izplatīšanās likumsakarības starplanētū telpā u. c. B. Rjabovs, izmantojot Pulkovas observatorijā paša iegūtos novērojumu datus, izstrādāja metodi Saules aktivitātes centru magnētisko lauku struktūras noteikšanai.

Radioteleskopa uztverošajai aparatūrai kvaziperiodisko fluktuāciju drošai detektēšanai bija vajadzīgi papildu uzlabojumi. To īstenoja Saules novērojumos jau pieredzējušie inženieri Guntis Ozoliņš un Modris Eliass.

Meklējamās kvaziperiodiskās svārstības nepārsniedz 1% (!) no Saules integrālās radioplūsmas pamatlīmeņa, kas izvirzīja ļoti augstas prasības attiecībā uz radiometru jutīgumu un darbības stabilitāti. Tāpēc līdztekus nemīgiem uztverošās aparatūras uzlabojumiem nācās arī gūt pieredzi šo fluktuāciju paziņānā,

atšķirot tās no kopīgā plūsmas izmaiņu fona. No vienas puses, vajadzēja atrast laiku, kad plūsmu nenoklāj sīki uzliesmojumi, no otras puses, mierīgas Saules apstākļos taču nav ko meklēt uzliesmojumu priekšvēstnešus. Pēc daudziem novērojumu seansiem, kuru laikā tika apgūts, kā atšķirt tālākiem pētījumiem piemērotos reģistrogrammu posmus no šim nolūkam nederīgiem, labas kvalitātes dati tika iegūti Saules aktivitātes maksimumā 1979. un 1980. gadā.

Darbs, kā jau minēts, tika koncentrēts 755 MHz, 612 MHz un 326 MHz frekvencēs. Tā kā Saules vainagu raksturo ļoti liela dinamiska nestabilitāte, vainagam atbilstošā 326 MHz un daļēji arī 612 MHz plūsma bija pārāk bagāta ar dažādiem “izsitieniem” un “piķiem”, kas stipri apgrūtināja pamatplūsmas lēno izmaiņu meklējumus. Rūpīgai apstrādei tika pakļautas tikai 755 MHz reģistrogrammas. Šī frekvence jau atbilst hromosfēras–koronas pārejas slānim. Tādējādi tika konstatēts, ka tiešām pirms protonu uzliesmojumiem Saules radioviļņu plūsmā parādās nelielas, bet raksturīgas gandrīz periodiskas svārstības. To amplitūda bija 1–2,5% no plūsmas pamatlīmeņa; pulsāciju periodi bija intervālā no 40 līdz 160 min (*sk. 8. att.*). Tas liecināja, ka radioviļņu plūsmā iespējams konstatēt pirmsuzliesmojumu procesus Saules aktivitātes centros. Lai šīs pazīmes varētu izmantot par pamatu drošai prognožu metodikai, bija vajadzīgi vēl krietni



8. att. Viduvēti Saules radiostarojuma pieraksti 755 MHz frekvencē 1984. gada 22.–26. jūnijā.

ilgāki novērojumi, lai veiktu to statistisku apstrādi. Novērojumi tika turpināti līdz 1986. gadam, izmantojot arī datus 612 MHz frekvencē. Kvaziperiodisko svārstību meklējumu, apstrādi un interpretāciju – visu šo lielo darbu – veica Jeļena Averjaņihina, Māra Paupere un Gaļina Rakitko.

Varēja jau droši apgalvot, ka Saules radioviļņu plūsmas pamatlīmeņa fluktuācijas var izmantot uzliesmojumu un citu aktivitātes centros noritošo procesu prognozei. Vienu stundu un dažkārt pat divas dienas pirms liela uzliesmojuma parādās 5–20 min ilgas kvaziperiodiskas fluktuācijas, bet vienu stundu pirms uzliesmojuma notiek islaicīgas fluktuāciju amplitūdu izmaiņas. Tajos gadījumos, kad plūsmas fluktuācijām nesekoja uzliesmojums, uz Saules bija notikuši cita veida aktīvi procesi – veidojās jauns aktīvs apgabals, un uzpeldēja spēcīga magnētiskā plūsma. Izmantojot šo procesu pavadošā radiostarojuma plūsmas pulsāciju novērojumus, protonu uzliesmojumu prognozēšanā izdevās sasniegt ļoti augstu – ap 85% – ticamību.

Pirmsuzliesmojumu pazīmes mēģināja atrast arī Saules vainaga radioplūsmas neregulārajos, islaicīgajos “piķos”, kurus ar RT–10 novēroja 326 MHz frekvencē. Pēc speciālas kārtulas katrai dienai tika aprēķināts plūsmas mainīguma indekss, tādejādi iegūstot raksturlielumu vainaga dinamikas kvantitatīvai novērtēšanai. Analizējot iegūtos datus, tika ievērots, ka mainīguma indeksa palielināšanās bieži vien saistās ar kāda plankuma laukuma pieaugumu, īpaši plankuma parādīšanās sākumposmā, kad fotosfērā iznirst jauns magnētiskais centrs un hromosfērā ielaužas svaiga magnētiskā plūsma.

Tātad, analogi kā kvaziperiodisko fluktuāciju parādīšanās gadījumā, radiostarojuma plūsmas mainīgums pieauga, veidojoties jaunam aktivitātes centram. Taču, kurā vietā uz Saules diska tas notika, palika nezināms, jo RT–10 savāca radioplūsmu no visa Saules diska kopumā un atkal kļuva aktuāla sākotnējā vajadzība, t. i., vajadzība pēc lielāka

radioteleskopa ar lielāku apertūru, kas dotu lielāku leņķisko izšķirtspēju.

Savu vislielāko uzplaukumu radioastronomija Latvijā piedzīvoja 80. gadu beigās, kad ZA Radioastrofizikas observatorijā (RO) aktīvi un sekmīgi darbojās Saules fizikas daļa, izvēršot gan teorētiskus pētījumus par jau pieminētajiem dažādiem svārstību, korpuskulu un enerģijas ģenerācijas un pārneses procesiem Saules atmosfērā, gan par Saules magnētiskā lauka struktūru, gan par Saules vēja izplatīšanos starpplanētu telpā, gan arī par iepriekš nedaudz detalizētāk iztīrātajām kvaziperiodiskajām fluktuācijām Saules hromosfērā un to izmantošanu protonu uzliesmojumu prognozēšanai. Par šiem jautājumiem tika publicēti daudzi gan zinātniski, gan apkopojosa rakstura raksti.

Šo pētījumu attīstību ļoti lielā mērā sekmēja tas, ka tajos, bet it sevišķi Saules protonu uzliesmojumu prognostikas metožu izstrādāšanā bija ieinteresēts PSRS militāri rūpnieciskais komplekss – šie pētījumi saistījās ar kosmisko aparātu un kosmisko kuģu ar kosmonautu ekipāžām lidojumu drošības nodrošināšanu, jo šādu uzliesmojumu laikā lidojumi notiek daudzkārt pastiprinātas jonizējošas radiācijas apstākļos. Šos radioastronomisko pētījumu lietišķos aspektus līgumdarbu veidā finansēja Maskavas Valsts hidrometeoroloģijas Lietišķās ģeofizikas institūts, un to veikšanai piešķirtie līdzekļi ļāva izvērst arī fundamentālus Saules atmosfēras fizikas pētījumus.

1989. gada nogalē ZA Radioastrofizikas observatorijā (RO) strādāja 76 darbinieki, to skaitā 10 zinātņu kandidāti (1994. gadā nostrificēti par zinātņu doktoriem), no kuriem 20 (tostarp 3 zinātņu kandidāti) bija iesaistīti Saules fizikas daļā veicamajos pētījumos.

Pētījumus Saules radioastronomijā kopš paša sākuma – 1955. gada – līdz 1981. gadam vadīja N. Cimahoviča, pārvarot daudzas ar jauna pētījuma virziena organizēšanu un nostiprināšanu vienmēr saistītas grūtības un sarežģījumus. Īsākus laika periodus šos pētījumus vadīja arī A. Spektors, V. Locāns un I. Šmēlds.

90. gadu sākumā sakarā ar PSRS sabrukumu, ko veicināja arī Latvijas neatkarības centieni un aktīvi atbalstīja lielākā daļa Latvijas zinātnieku, tostarp astronomu, lai cik tas liktos nelogiiski un absurdi, dramatiski savu sabrukumu piedzīvoja arī Latvijas zinātnieki, jo valdība, kā jau tas ir raksturīgi valdībām, kuras nav orientētas uz ilglaicīgu darbību, krasi samazināja zinātnes uzturēšanai nepieciešamo finansējumu. Tas, protams, skāra arī LZA astronomus – kā optiskos, tā radioastronomus.

1992. gadā, lai arī stipri sašaurināti, pētījumi Saules radioastronomijas jomā vēl tika turpināti, taču 1993. gada martā, kad no Latvijas Augstākās Padomes apstiprinātā 1993. gada valsts budžeta kļuva skaidrs, ka zinātniekiem atvēlētie 0,7% līdzekļu turpinās iesākt zinātnes sagraušanas procesu, RO bija jāpieņem ļoti sāpīgs, bet neizbēgams lēmums par strukturālām pārmaiņām. Izvēle nebija liela – tika pārtraukti pētījumi Saules radioastronomijā, un to noteica divi apstākļi. Pirmkārt, Lietišķās ģeofizikas institūts finansējuma samazināšanas dēļ bija spiests vispār atteikties dotācijas RO veiktajiem Saules radiostarojuma mainīguma pētījumiem, otrkārt, lielākā daļā RO zinātniskā potenciāla (9 zinātņu doktori) bija saistīti ar pētījumiem optiskās astronomijas jomā, kuros bija gūti starptautiski augsti novērtēti panākumi vēlo spektrālo klašu zvaigžņu ar pekulāru ķīmisko sastāvu, it īpaši oglekļa zvaigžņu, izpētes jomā. Līdz ar to faktiski noslēdzās RO kā radioastrofizikas centra pastāvēšana, kura tika izvērsti gan no lietišķās, gan no fundamentālās zinātnes viedokļa intensīvi, produktīvi un ļoti perspektīvi pētījumi kādā no plaši sazarotās radioastronomijas virzieniem, lai gan nosaukums tika saglabāts līdz pat 1997. gadam, daļēji pamatojoties arī uz to, ka ierobežotus pētījumus Saules fizikā, balstoties uz citu, t. i., ārzemju, observatoriju radioastronomisko instrumentu izmantošanu, turpināja veikt RO pētnieks B. Rjabovs.

Taču 1993. gads Latvijas astronomiem sagādāja ne tikai dramatiskus zaudējumus, bet arī cerīgus pārsteigumus. Pēdējie saistījās ar

to, ka RO vadības rīcībā nonāca informācija par sevišķi slepena bijušās PSRS Aizsardzības ministrijas objekta, tā sauktā Kosmiskā sakaru centra (k/d 51429 jeb “*Zvujzdočka*”), antenām. Šā centra, kas atradās Ventspils rajona Ances ciema teritorijā pie Irbenes upes, rīcībā, kā atklājās, bija divas – 32 m un 16 m diametra – paraboliskas, augstas virsmas precizitātes un visos virzienos grozāmas antenas, kuras varētu izmantot zinātniskiem, respektīvi, radioastronomiskiem kā fundamentālas, tā lietīšķas ievirzes pētījumiem. Un tālākais stāsts tad arī būs par to, kā šīs antenas nonāca radioastronomu rīcībā, ļaujot saglabāt radioastronomiju kā Latvijai joprojām raksturīgu zinātniskās pētniecības virzienu.

1993. gada vasarā, kad par šo sevišķi slepeno Krievijas armijas objektu ar nosaukumu “*Zvaigzņite*” jau varēja runāt atklāti, RO vadība tam pievērsa arī toreizējā LZA prezidenta akademiķa Jāņa Lielpētera uzmanību, un tika panākts viņa principiāls atbalsts mēģinājumiem iegūt šīs antenas zinātnieku pārziņā un rīcībā. J. Lielpēters parakstīja RO direktora sagatavotu vēstuli Krievijas ZA prezidentam akademiķim J. Osipovam ar aicinājumu apsvērt iespējas par šā objekta tālāku izmantošanu abu valstu un pasaules zinātnes vajadzībām. Akademiķa J. Osipova atbilde bija pozitīva, un ar to aizsākās pūliņi un pasākumi šīs ieceres īstenošanai, kas galvenokārt saistījās gan ar Krievijas, gan Latvijas visdažādāko birokrātisko šķēršļu pārvarēšanu.

Viens no galvenajiem un pats kritiskākais no šiem pasākumiem bija pārliecināt Latvijas zinātnieku sabiedrību, konkrētāk, tās pārstāvniecību – Latvijas Zinātnes padomi (LZP) – krasi izteiktā kopīgā zinātnes budžeta deficīta apstākļos, kad bija sabrukušas (lasi – sagrautas) daudzas zinātniskas skolas, virzieni un centri ar starptautisku skanējumu un slavu, tomēr neatteikt jauna zinātniskās pētniecības centra organizēšanas atbalstīšanu, jo skaidrs, ka šādā situācijā katra jauna pretendenta uz jau tā niecīgo zinātnieku atvēlēto līdzekļu pārdali parādīšanās un pieteikšanās tiek uzlūkota,

maigi izsakoties, ļoti atturīgi. Šo jau tā labilo situāciju sarežģīja arī tas, ka pat starp Latvijas astronomiem šai iecerei nebija nedalīta atbalsta un pret to galvenokārt jau vairākkārt pieminētā ārkārtīgi trūcīgā astronomijas finansējuma dēļ iebilda vairāki Latvijas Universitātes (LU) un arī RO astronomi. Tomēr entuziastu grupa RO direktora vadībā no sava nodoma neatkāpās, un tā īstenošanai tika sagatavota arī sabiedriskā doma – presē parādījās vairākas ar šo jautājumu un tieši šim jautājumam veltītas publikācijas, kurās tika skaidrota gan astronomisku, gan radioastronomisku pētījumu nozīme un nepieciešamība sabiedrības normālas attīstības nodrošināšanai.

No šā viedokļa, par vēsturisku var uzskatīt 1994. gada 12. aprīļa LZP sēdi, kurā RO direktors, lai sniegtu akadēmiskajai sabiedrībai korektu informāciju, kā arī, lai novērstu dažādu baumu ģenerēšanās un izplatīšanās iespējas, uzstājās ar ziņojumu par eventuālo Ventspils 32 m radioteleskopa (RT-32) galvenajiem inženiertehniskajiem raksturlielumiem un iespējamajiem zinātnisko pētījumu virzieniem, kuros šis radioteleskops varētu tikt izmantots. Lai gan ziņojumam bija informatīvs raksturs un LZP šajā jautājumā nekādu lēmumu nepieņēma, izdevās radīt ļoti labvēlīgu vispārīgo gaisotni, un tas deva stabilu pamatu ieceres īstenošanas turpināšanai.

Pēc šīs izšķirīgās idejas aprobācijas sākās intensīvs un grūts tās realizēšanas darbs, ko galvenokārt veica RO vadība: oficiālu vēstuļu projektu sagatavošana dažādām Latvijas un ārzemju institūcijām un personām, ko parakstīja J. Lielpēters un viņu vēlāk amatā nomainījušais LZA prezidents akadēmiķis Tālis Millers, individuāla sarakste ar ārzemju kolēģiem, kuri varētu sniegt ieguldījumu idejas atbalstam savās zemēs un institūcijās, dažādu tikšanos un pasākumu plānu sagatavošana, pētniecības projektu pieteikumu izstrādāšana utt.

Visu veikto pasākumu iespaidā, lai arī pēc visai dramatiskām kolizijām, 1994. gada 22. jūlijā, Krievijas armijai atstājot “*Zvaigznītī*” un parakstot nodošanas–pieņemšanas aktu, ob-

jekts ar abām antenām Ls 1 071 465 vērtībā beidzot nonāca Latvijas zinātnieku pārziņā (sk. 11., 12. att. 56. lpp.).

Ieceri par starptautiska radioastronomiska centra izveidi uz 32 m radioteleskopa bāzes no Latvijas puses atbalstīja ne tikai LZA prezidenti J. Lielpēters un T. Millers. Lielu palīdzību sniedza un aktīvu līdzdalību ņēma arī Fizikāli enerģētiskā institūta (FEI) direktors, LZA Fizikas un tehnisko zinātņu nodaļas vadītājs un LZA viceprezidents akadēmiķis Juris Ekmanis. Var teikt, ka Ventspils Starptautiskais radioastronomijas centrs (VSRC) lielā mērā ir RO un FEI radīts un izauklēts bērns. Sevišķi tas izpaudās šā centra pastāvēšanas sākumperiodā, kad vajadzēja organizēt centra apsardzi, lai pasargātu to no izlaupišanas, kā arī apgūstot un labojot, kā vēlāk izrādījās, tišām un mērķtiecīgi sabojātos antenu mehānismus un sistēmas. Pie pēdējām aktivitātēm sevišķi jāuzteic patiesi izcilais darbs, ko bez jebkādas tehniskās dokumentācijas, kurai Krievijas puse bija uzlikusi grifu “*slēpenti*” un tādēļ Latvijai nenodeva, paveica FEI speciālistu grupa profesora Zigurda Sikas vadībā, soli pa solim, kabeli pa kabelim, ierīces un mašīnas pa ierīci un mašīnai apsekojot un atjaunojot 32 m antenas kustības jeb pagriešanas funkcijas.

Īpaši jāuzsver arī LZA ārzemju locekļa, Lundas observatorijas (Zviedrija) profesora Daiņa Draviņa ieguldījums VSRC tapšanā, jo, tieši pateicoties D. Draviņa aktivitātēm, autoritātei un plašajiem starptautiskajiem sakariem, VSRC izveidei ļoti kritiskos momentos izdevās gūt vairāku ļoti svarīgu ārzemju institūciju atbalstu, kam bija izšķirīga loma Ventspils antenu nodošanai Latvijas zinātnieku rīcībā (sk. 9. att.).

Viens no imesliem LZP labvēlīgai attieksmei pret jaunā un ekspluatācijā neapšaubāmi dārgā instrumenta eventuālo iesaistīšanu Latvijas zinātnes aprītē bija iniciatīvas grupas, galvenokārt A. Balklava un E. Bervalda, informācija, ka Latvijas astronomi labi apzinās LZP finansiālās iespējas (respektīvi, LZP nespēju piešķirt instrumenta funkcionēšanas nodro-



9. att. Onsalas Kosmiskās observatorijas direktors profesors R. Būzs un Lundas observatorijas profesors D. Draviņš apseko topošā starptautiskā radioastronomijas centra 32 m antenas virsmu.

Foto no "ZvD" arhīva

šināšanai nepieciešamos līdzekļus), ka šā instrumenta izmantošanā ir ieinteresēta starptautiskā astronomu sabiedrība, jo tas paliecinātu globālā radiointerferometriskā tīkla jeb tā sauktā VLBI (**V**ery **L**ong **B**ase **I**nterferometry – ļoti garas bāzes interferometrija) sistēmas potences, un solījums neapgrūtināt LZP ar lūgumiem un prasībām par tā finansēšanu, pārdaļot jau tā absolūti nepietiekamos zinātnes uzturēšanai piešķirtos naudas resursus, bet nepieciešamos līdzekļus piesaistot no tā izmantošanā ieinteresētajām ārvalstu institūcijām un iestādēm. Jāsaka gan, ka vēlākā VSRC vadība atrada par iespējamu šo solījumu atzīt par nesaistošu un to neievērot.

Pirmie soļi šajā virzienā bija visai cerīgi. Ieinteresētību un atbalstu apsolīja gan bijušā antenu īpašniece – Krievija, gan Zviedrija. Notika trīs pušu sarunas (Latvija–Krievija–Zviedrija) ar nodomu protokolu parakstīšanu, taču drīz vien Krievijas puse, neskatoties uz savu zinātnieku ieinteresētību un atbalstu, no tiešas finansēšanas atteicās. Šajā situācijā ļoti vajadzīgu (arī finansiālu) atbalstu sniedza Karaliskā Zviedrijas Zinātņu akadēmija (jau pirmajā, t. i., 1995. gadā šis atbalsts bija 110 000 SEK), ar kuru LZA 1996. gada 12. februārī parakstīja speciālu nolīgumu jeb vienošanos.

1996. gadā, lai informētu starptautisko astronomu sabiedrību par Ventšpils eventuālo radioteleskopu RT–32 un RT–16 novērošanas potenciem (sk. 11. un 12. att. 56. lpp.), galvenokārt par šo instrumentu teorētiski iespējamo jutību un leņķisko izšķirtspēju, tika sagatavotas arī pirmās publikācijas.

1996. gada 24. aprīlī LR Ministru kabinets izdeva rīkojumu (nr. 131, prot. nr. 23, 1. paragr.) par Valsts zinātniskās bezpeļņas organizācijas sabiedrības ar ierobežotu atbildību "Ventšpils Starptautiskais radioastronomijas centrs" nodibināšanu. VSRC iegūst pilnīgu neatkarību un patstāvību. Par tās direktoru tika iecelts inženierzinātņu doktors E. Bervalds (sk. 10. att. 56. lpp.).

1997. gada 30. jūnijā tā sauktās zinātnes reformas un ar to saistītās integrācijas rezultātā ar LU savu pastāvēšanu kā neatkarīga juridiska persona beidza LZA Radioastrofizikas observatorija, ar 1. jūliju ieejot jaunās zinātniskās iestādes – LU Astronomijas institūta (AI) – sastāvā kā viena no tās pamatstrukturām, t. i., kā AI Astrofizikas observatorija ar savu galveno instrumentu – Šmita sistēmas teleskopu – Baldones Riekstukalnā.

Kā starp bijušo LZA RO un jaunveidojamo VSRC tā tapšanas procesā, tā arī starp jaunorganizēto LU AI un jau pastāvošo VSRC visu laiku ir bijusi un turpinājās cieša sadarbība. Gan RO, gan AI vadošie zinātnieki (zinātņu doktori Māris Ābele, A. Balklavs, B. Rjabovs, Ivars Šmelde, Juris Žagars) ir tikuši iesaistīti kā VSRC Zinātniskās padomes, tā arī šā centra Starptautiskās konsultatīvās komisijas darbā un devuši ieguldījumu VSRC darbības organizēšanā un nostiprināšanā. Jau pieminēts FEI profesora Z. Sikas vadītās grupas ieguldījums VSRC antenu kustības spēju atjaunošanā. Līdzīgi vērtējams arī M. Ābeles vadītās grupas (Andris Pavēnis, Jānis Ozols, Ilgonis Vilks) ieguldījums 32 m antenas vadības spēju atjaunošanā, t. i., izveidojot pilnīgi jaunu datorvadāmu un ļoti precīzu sistēmu (oriģinālo sistēmu Krievijas armija, atstājot "Zvaigznīti", bija pilnībā sabojājusi) kā antenas uzvadišanai uz novērojamo kosmisko objektu, tā arī seko-

šanai šim objektam, kompensējot tā diennakts kustību pa debess sfēru. Tikai pēc šo spēju atgūšanas abas antenas ptiēšām varēja saukties par radioteleskopiem RT-32 un RT-16. Ar M. Ābeles, B. Rjabova, I. Šmelda un J. Žagara līdzdalību ir tikuši veikti arī pirmie Saules un VLBI novērojumi ar RT-32, un tas jau deva pamatu teikt, ka radioastronomija Latvijā nav izzudusi.

Tādējādi, izejot cauri brīžiem visai dramatiskām, galvenokārt ar trešo Atmodu saistītajām kolizijām, kas noveda Latvijas zinātni pie sabrukuma robežas, pateicoties nelielas Latvijas astronomu grupas pārliecībai, entuziasmam un sīkstumam, Latvijā ir ticis saglabāts viens no mūsdienīgākajiem, rezultatīvākajiem un perspektīvākajiem astronomisko pētījumu virzieniem – radioastronomija. Saglabāts arī tas stāvoklis, kuru 1946. gadā iedibināja J. Ikaunieks un kuru visu savu darbības laiku konsekventi ir centies aizstāvēt un realizēt arī RO otrais direktors, kad, organizējot astronomiskus pētījumus Zinātņu akadēmijā, Latvijā faktiski izveidojās divas astronomiskas observatorijas – blakus vecajai, tradīcijām un sasniegumiem bagātajai LU Astronomiskajai observatorijai ne mazāku starptautisku atpazīstamību un atzinību laika gaitā iemantoja arī ZA RO. Un arī tagad Latvijā pastāv divas astronomiskas iestādes – LU AI, kura Statūtos kā dzimšanas gads ir ierakstīts 1874. gads, un VSRC, kas par savu dzimšanas dienu var uzskatīt 1994. gada 22. jūliju.

Ar pirmo (LU AI) saistās vissenākās tradīcijas, lielākie sasniegumi un šobrīd arī lielākais zinātniskais potenciāls, jo no Latvijas ar astronomiskiem pētījumiem saistītajiem 14 zinātņu doktoriem AI šādus pētījumus veic 12 zinātnieku. Te gan var atzīmēt, ka jau pieminēto AI pētnieku B. Rjabova un I. Šmelda zinātniskās intereses joprojām ir saistītas ar radioastronomiju. B. Rjabovs turpina Saules pētījumus radioviļņu diapazonā, vadot Saules aktivitātes centru radionovērojumus ar RT-32 un piedaloties VLBI novērojumos projekta INTAS ietvaros (INTAS – abreviātūra nosaukumam *International Association for the promotion of*

co-operation with scientists from the New Independent States of the former Soviet Union – Starptautiska asociācija sadarbības veicināšanai ar bijušās Padomju Savienības jaunajām neatkarīgajām valstīm).

Arī I. Šmelds turpina J. Ikaunieka stratēģisko pētījumu virzienu – zvaigžņu un starpzvaigžņu vides evolucionāro saistību pētniecība, izmantojot kosmiskās gāzes un putekļu mākoņu radiostarojuma datus. Vēl 60. gados bija publicēta hipotēze par māzerstarojuma iespējamo klātbūtni kosmiskajos radioviļņos, un drīz vien šādas kosmisko molekulu radiolinijas, kuras ierosina zvaigžņu starojums, arī tika atrastas. Sadarbībā ar Maskavas Šternberga Valsts astronomiskā institūta un toreizējās PSRS ZA Astronomijas padomes speciālistiem I. Šmelds noteica vairākas starpzvaigžņu telpā samērā izplatītā ūdens (H₂O) spektra radiolinijas, kurās varēja sagaidīt māzerstarojumu, un izpētīja šā radiostarojuma ierosmes mehānismu zvaigžņu gāzu–putekļu apvalkos un starpzvaigžņu mākoņos. Pēdējā laikā I. Šmelds veic teorētiskus pētījumus, aprēķinot kosmisko molekulu radiostarojumam sagaidāmo spektru un šā radiostarojuma novērošanas iespējas ar RT-32 galvenokārt VLBI sistēmas ietvaros.

Ar VSRC, kurš pagaidām vēl nevar lepoties ar ilggadīgām tradīcijām un starptautiski augsti novērtētiem zinātniskiem rezultātiem, saistās jaunības deģsmē, lielas cerības un perspektīvas. Un ne tikai cerības uz ārzemju zinātnieku interesī izmantot RT-32 saviem pētījumiem un perspektīvas iekļauties globālajā VLBI sistēmā, kuru šobrīd var uzskatīt par vienu no modernākajiem zinātnes instrumentiem, ar ko tiek veikti visaugstākās raudzes kā fundamentāli, tā lietišķi astronomiski pētījumi, bet arī cerības un perspektīvas veikt šādus pētījumus saviem spēkiem, t. i., ieinteresējot jaunatni un audzinot jaunos pētniekus, kurus vienmēr vairāk pievelk svaigi, tradīcijām mazāk noslogoti pētījumu virzieni, par kādu vēl joprojām var uzskatīt radioastronomiju. Šajā ziņā VSRC paver vislielākās iespējas jaunajām – 21. gadsimtā. 🐦

JANIS JANSONS

PIRMAJAM LATVIJAS UNIVERSITĀTES *DR. MATH.* FIZIKĀ PROFESORAM REINHARDAM SIKSNAM – 100



Profesors *Dr. math.* Reinhard Siksna 1961. gadā.

Šogad 17. oktobrī apņemt 100 gadu, kopš Liepājā ierēdņa Klāva un Jūlijas (dzim. Kelpute) ģimenē pasaulē nāca Reinhard Siksna – viens no pirmajiem Latvijas Universitātes (LU) absolventiem, kas izvēlējās fizikas novirzienu un kļuva par sava skolotāja profesora Friča Gulbja izcilu skolnieku kā mācību spēks un zinātnieks.

Reinhard skolas gaitas sāka 1910. gadā Liepājas 4. elementārskolā, 1911. gadā pārgāja uz Liepājas 13. elementārskolu, kopš 1912. gada turpināja mācības Liepājas Nikolaja ģimnāzijā. 1915. gadā, kad bija beidzis ģimnāzijas 3. klasi, ģimene Pirmā pasaules kara apstākļu dēļ evakuējās uz Krieviju. Tur R. Siksna turpināja mācības Jekaterinburgas ģimnāzijā, kuras 7. klasi pabeidza ar pirmās šķiras balvu. Jau

17 gadu vecumā, kad 1919. gada vasarā lielinieki ienākuši Jekaterinburgā, viņš sāka strādāt Jekaterinburgas telefonu centrālē (sākumā par strādnieku, vēlāk – jaunāko tehniķi) un līdztekus arī studēt Urālu Kalnu institūta Ķīmijas fakultātē. 1920. gada vasarā praktizējās Jekaterinburgas Afinažas fabrikā pie jēlplatina attīrīšanas [1].

1920. gada rudenī ģimene atgriezās Latvijā, un R. Siksna sāka strādāt Liepājas galvenās dzelzceļu darbnīcas lokomotīvu nodaļā par atslēdznieka palīgu. 1921. gadā iestājās Valsts Liepājas vidusskolas pēdējā klasē. To pabeidza 1922. gada pavasarī pēc reālskolas programmas un ieguva gatavības apliecību ar teicamām sekmēm, izņemot angļu un vācu valodu – “labi”. Tā paša gada 5. augustā iestājās LU Matemātikas un dabas zinātņu fakultātē Matemātikas nodaļā [2].

R. Siksna jau studiju laikā no 1925. gada 1. augusta sāka strādāt LU Fizikas institūtā (FI) par docenta F. Gulbja subasistentu. 1927. gadā pabeidza studijas, iegūstot matemātikas zinātņu kandidāta (kopš 1939. gada pārdevēts par maģistra) grādu par izstrādāto darbu “*Daugavas kalcīta un dolomīta X-staru spektri*” [3]. No 1927. gada 1. septembra ievēlēts par jaunāko asistentu, no 1930. gada 1. jūlija – par asistentu. Līdztekus 1927. mācību gadā strādāja par fizikas skolotāju Rīgas pilsētas tehnikumā, bet no 1928. līdz 1932. gadam – Rīgas pilsētas komercskolā [4].

1932./1933. mācību gadā, pateicoties Polijas Ārlietu ministrijas un K. Morberga fonda stipendijām, R. Siksna papildinājās zinātniskajā

darbā Polijā, Varšavas universitātes Eksperimentālās fizikas institūtā pie profesora S. Pieņkovska. Tur viņš veica pētniecisku darbu par antimona tvaiku fluorescences spektriem, iegūtos rezultātus apkopojot trīs publikācijās un habilitācijas darbā [5]. Tas viņam, sākot no 1934. gada 2. februāra, deva privātdocenta tiesības. R. Sikсна studentiem mācīja eksperimentālo fiziku, optisko spektroskopiju un vadīja praktiskos darbus fizikā.

1934. gada vasarā R. Sikсна komandējuma braucienā iepazīšanās nolūkā apmeklēja Stokholmas, Upsalas, Oslo, Kopenhāgenas un Kēnigsbergas universitāšu fizikas institūtus. Tajos viņš ievēroja tendenci attīstīt tehnisko fiziku, pēc kuras strauji auga pieprasījums daudzās rūpniecības nozarēs Eiropā. No 1934. gada 1. septembra viņš kļuva par vecāko asistentu. 1935. gada vasarā praktizējās Valsts elektrotehniskās fabrikas (VEF) Radio laboratorijā. Ar jauno mācību gadu R. Sikсна kā pirmais Universitātē fizikas studentiem sāka mācīt obligātu priekšmetu *“Ievads tehniskajā fizikā”* un iekārtoja (pēc skaita trešo) Tehniskās fizikas laboratoriju. Arī Latvijas tautsaimniecība sāka uzplaukt un līdz ar to auga vajadzība pēc speciālistiem ar lietisķām zināšanām daudzās modernās fizikas jomās, īpaši radioelektronikā un optikā. 1936. gada maijā viņš piedalījās starptautiskajā fotolumiscences kongresā Varšavā.

1937./1938. mācību gadā R. Siksnam piešķīra VEF stipendiju zinātniskam atvaļinājumam, kuru viņš izmantoja, lai iepazītos ar tehniskās fizikas jaunumiem Eiropas nozīmīgākajos fizikas centros. Viņš apmeklēja Berlīnes, Getingenes, Ņelnes, Āhenes, Lježas, Utrehtas, Amsterdamas, Leidenes, Delftas, Parīzes, Bāzeles, Bernes, Čīrihes, Mīnhenes un Jēnas fizikas institūtus. Komandējuma laikā Utrehtas universitātes fizikas laboratorijā pie profesora L. S. Ornsteina viņš arī izstrādāja darbu *“Par Li p-p līnijām elektriskā lokā”*, bet profesora J. Štarka laboratorijā Berlīnē kopā ar R. Ričlu darbu *“Par He līniju intensitāšu un polarizācijas atkarību no elektriskā lauka”*, par kuru

lidzautors referēja 1938. gada septembrī vācu fiziķu kongresā Bādenbādenē. R. Sikсна pats piedalījās 1937. gada septembrī Vācu fiziķu kongresā Bad-Kreuchnahā un novembrī J. D. van der Vālsa 100 gadu piemiņas kongresā Amsterdamā. No 1938. gada 6. maija R. Sikсна tika ievēlēts par FI docentu.

Reinharda Siksnas plašās zināšanas fizikā un talants tehnikā, kā arī lielās darbības tika ievērotas. Kad 1939. gadā dibināja Jelgavas Lauksaimniecības akadēmiju (JLA), viņu uzaicināja veidot fizikas un meteoroloģijas (pēc gada arī klimatoloģijas) apvienoto katedru, tomēr vienlaikus atstājot FI par pasniedzēju, jo sāka trūkt pieredzējušu mācību spēku sakarā ar baltvāciešu repatriāciju uz Vāciju (profesors R. Meijers, vecākais docents F. Treijs), kā arī vecākā docenta A. Liberta pāragro nāvi 1938. gadā. JLA viņš kā docents un Fizikas katedras vadītājs sāka strādāt no 1939. gada 1. jūlija. Viņš kopā ar asistentu Andreju Bergmani (kādu laiku arī ar otru asistentu Pēteri Auziņu) isā laikā izveidoja lauksaimniecības un mežkopības studentu apmācībai un pētījumu veikšanai piemērotu fizikas laboratoriju. Sākot ar 1941. gada 31. decembri, docentam R. Siksnam darbs JLA bija jāpārtrauc veselības pasliktināšanās dēļ. Viņš atgriezās LU FI par štata docentu. Katedras pārņēmējs docents J. Fridrihsons par savu ilgāgo darbabiedru vēlāk piemiņas rakstā [6]



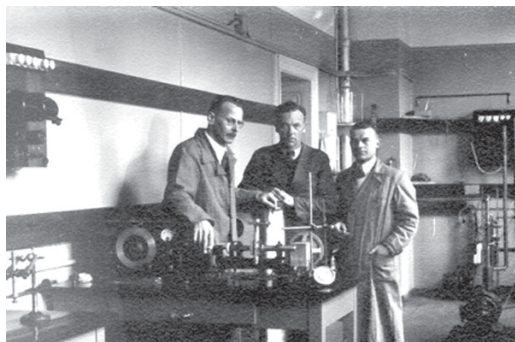
Docents R. Sikсна ar studentēm tehniskās fizikas nodarbībā 40. gadu sākumā.

sakarā ar viņa aiziešanu mūžībā atzīmēja: "...šo rindu rakstītājam, pārņemot katedras vadību, gandrīz nekas vairs nav jāpapildina."

1942. gadā R. Siksnas apkopoja un 27. novembrī iesniedza Matemātikas un dabas zinātņu fakultātei promocijas darbu *"Par dažām He I un Li I spektru $n\bar{p}$ - $2\bar{p}$ sēriju īpašībām un Li I spektra $n\bar{p}$ - $2\bar{p}$ sērijas līnijām elektriskā lokā"* matemātikas zinātņu doktora grāda iegūšanai [7]. Zinātnisko darbu viņš sekmīgi aizstāvēja 1943. gada sākumā, un viņam kā pirmajam LU vēsturē 1943. gadā tiek piešķirts doktora grāds fizikā, kaut gan oficiāli to sauc *"Dr. math."*

R. Siksnas 1927. gadā apprecējies ar Mildu Katrīnu, dzimušu Dūcmanis. Pirmā meita Mirza piedzima 1928. gadā, otrā Astrīda Līvija – 1930. gadā, bet mirusi 1939. gadā, trešā Aina Drosme Ingrida – 1934. gadā.

R. Siksnas piedalījās arī sabiedriskajā dzīvē. Studiju laikā bija Liepājas un tās apkārtnes Latviešu studentu biedrības līdzdibinātājs, valdes sekretārs un priekšsēdētājs, kā arī studentu korporācijas *"Philyronia"* līdzdibinātājs un seniors, Filistru biedrības valdes loceklis. 1939. gada 10. martā bija viens no Latvijas Fizikas un matemātikas biedrības dibinātājiem un tika ievēlēts par biedrības valdes sekretāru. Viņam bija arī vaļasprieki: dārzkopība, burāšana un gleznošana.



Tehniskās fizikas laboratorija 1943. gadā. No kreisās: docents *Dr. math.* R. Siksnas, asistents I. Everss un laborants J. Botva.

Atsauksmē par R. Siksnas zinātnisko un pedagoģisko darbību, kas raksturo viņa veikumu Latvijā, docents L. Jansons 1943. gadā rakstīja [8]:

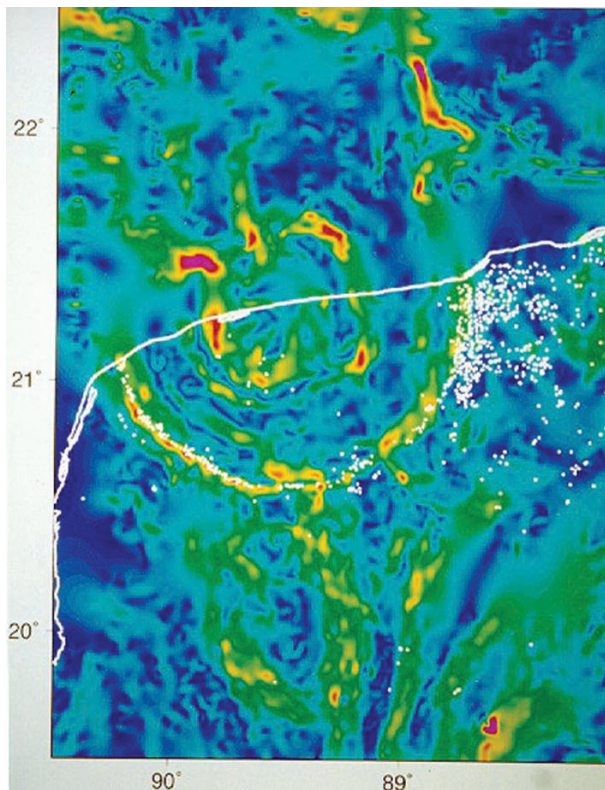
"Doc. Dr. math. R. Siksnas zinātniskā darbība ritējusi galvenokārt spektroskopijas virzienā, lietojot tam nolīkam gan X-staru, gan UV, gan redzamās gaismas spektrus. Ar spektru palīdzību R. Siksnas mēģinājis noskaidrot gan kristālu struktūru Daugavas kalcītā un dolomitā (maģistra darbs), gan arī atomāros enerģijas stāvokļus antimonā (habilitācijas darbs), gan arī tos ārējos apstākļus kā, piem., elektrisko lauku un temperatūru, kas atomāros enerģijas stāvokļus iespaido. Šo ārējo apstākļu iespaidu uz t. s. "aizliegtiem" enerģijas stāvokļiem litijā, gan bēlijā (doktora darbs). Zinātniskā darbība noritējusi sekmīgi, un atrastas jaunas atziņas, sevišķi jautājumā par elektriskā lauka iespaidu uz "aizliegtiem" enerģijas stāvokļiem, kas palīdz noskaidrot dažu labu neskaidribu, kas līdz šim pastāvējusi šajā pētniecības nozarē."

R. Siksnas eksperimentālie darbi izceļas ar rūpīgo konstruktīvo veidojumu, ar cenšanos respektēt pat šķietami sīkas lietas, kā arī ar lielu pacietības pierādījumu (vienmuļīgie fotometrešanas darbi).

Atzīmējams arī R. Siksnas konstruktora darbs, ko viņš veicis LU Fizikas institūtā, kons-

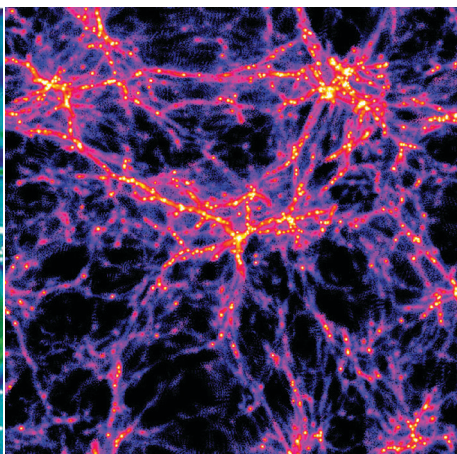


Docents R. Siksnas savā darba vietā FI 40. gadu sākumā.

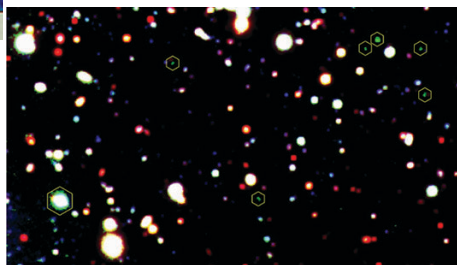


Gravitācijas anomāliju horizontālā gradienta karte virs *Chicxulub* krātera (Jukatanas pussala). Gradients koncentriskā formā atklāj apslēptā krātera struktūras elementus – centrālo pacēlumu, sabrukušās bedres malu, plaisas nogāzes zonā un baseina topogrāfiju. Attēlā redzami baltie punkti iezīmē ūdens izskatolots tukšumus tuvu terciāra nogulu virsmas, kuru veidošanas ietekmējis krāteris. Baltā līnija iezīmē Meksikas līča krasta joslu.

Sk. J. Āboliņa rakstu “Zinātne, dinosaurus un evolūcija: kā kosmiskie spēki ietekmē dzīvi uz Zemes”.



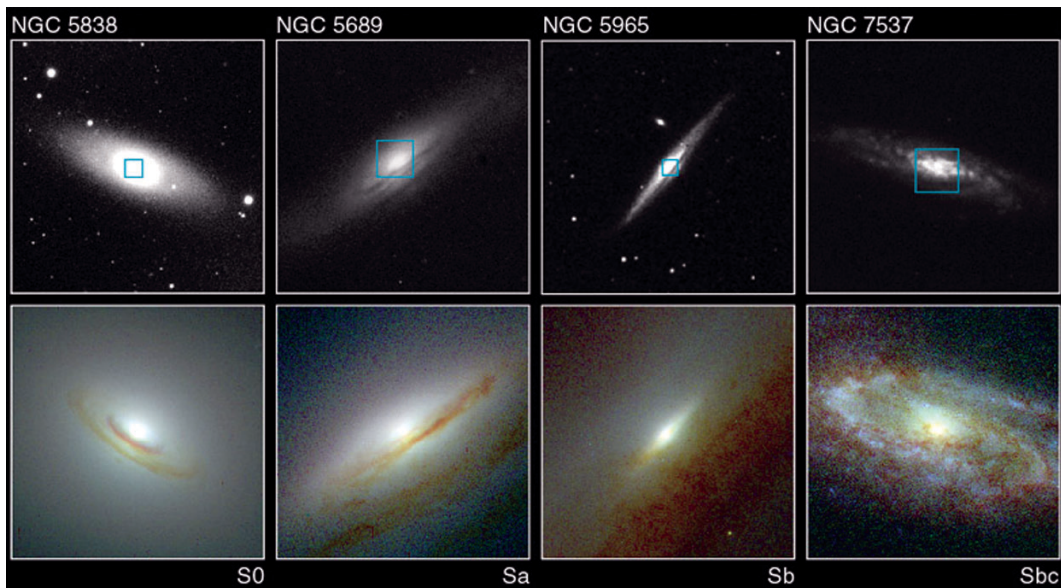
1. att. Datorsimulēts agrinā Visuma modelis. Pirmatnējā viela sakārtojies šķiedrās, kas savienojas “mezglos”. Modelis atgādina trīsdimensionālu zirnekļa tīklu. Krāsas norāda uz gāzes blīvumu modeļa atsevišķās daļās: dzeltena – vislielāko, sarkana – vidējo, zila – vismazāko. Simulēto modeli izskaitļojis T. Teuns Maksa Planka Astrofizikas institūtā Garšingā, Vācijā.



2. att. Debess laukums kvazāra Q1205 – 30 apkārtnē. Starp zilās, dzeltenās un sarkanās krāsas objektiem redzami koši zaļi iekrāsoti objekti – galaktiku aizmetņi, kas staro Laimana alfas emisijas līnijā (labākai saskatīšanai tos aptver dzeltenī sešstūri). Kvazārs redzams attēla *kreisajā apakšējā stūrī* (to aptver lielāks sešstūris). Kvazāra priekšā atrodas plašs mākonis, kas arī izstaro Laimana alfas līnijā un attēlā redzams kā zaļš laukums. Pārējie dažādas krāsas objekti ir Piena Ceļa ārmaslas zvaigznes vai vājas galaktikas, kas atrodas starp Piena Ceļu un ļoti tālajiem galaktiku aizmetņiem.

ESO – PR attēli

Sk. Z. Alksnes rakstu “Agrinā Visuma pirmatnējo šķiedru tīkls”.



2. att. Dažādas formas spirāliskās galaktikas NGC 5838, 5689, 5965 un 7537 un to centrālie blidumi. Apakšējā attēlu rindā ir lielākā palielinājumā doti augšējā attēlu rindā iezīmētie laukumi.

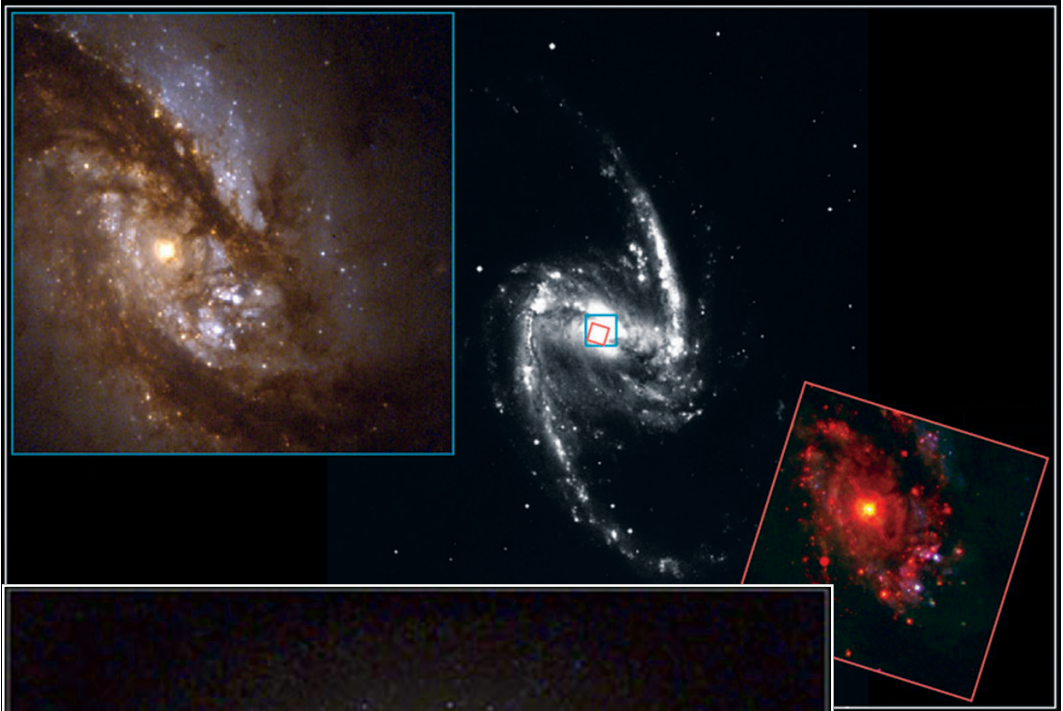


5. att. Daļa no lēcveida galaktikas NGC 4013 ar centrālo blidumu. Galaktika redzama no sāniem.

Pa kreisi: 3. att. Spirāliskā galaktika M51.

NASA attēli

Sk. A. Balklava rakstu "Jauni dati par masīviem objektiem galaktiku kodolos".



4. att. Spirāliskā galaktika ar šķērsi NGC 1365. Augšējā kreisajā un apakšējā labajā stūrī lielākā palielinājumā ir doti centrālajā attēlā iezīmētie laukumi.

Pa kreisi: 7. att. Ļoti aktīva Seiferta II tipa galaktika NGC 9742.

NASA attēli

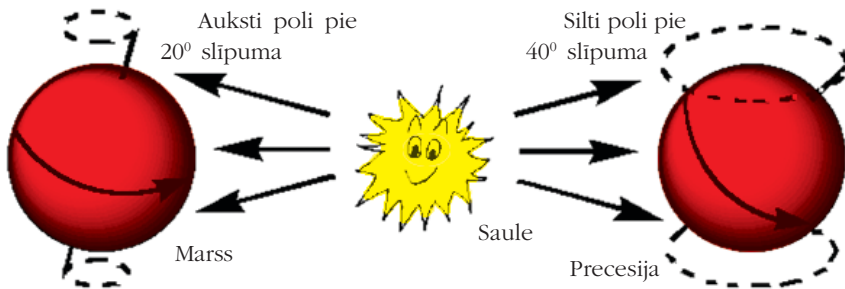
Sk. A. Balklava rakstu "Jauni dati par masīvien objektiem galaktiku kodolos".



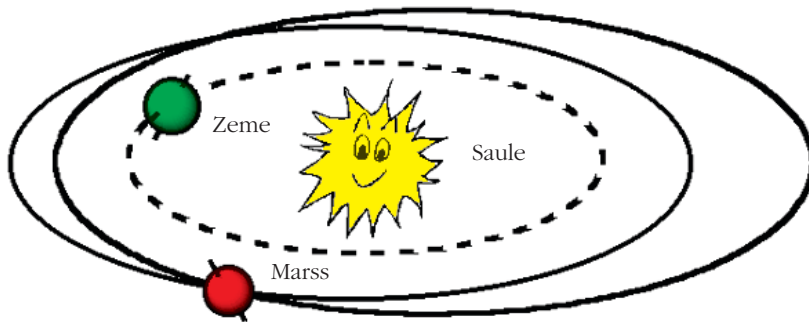
Tito īsi pēc starta *Soyuz* kapsulā.
Pa labi – Tito preses konference no Starptautiskās kosmiskās stacijas.

Krievijas Kosmiskās aģentūras videokadri

Sk. J. Jaunberga, D. Melderes rakstu "Denisa Tito lieliskais piedzīvojums kosmosā".



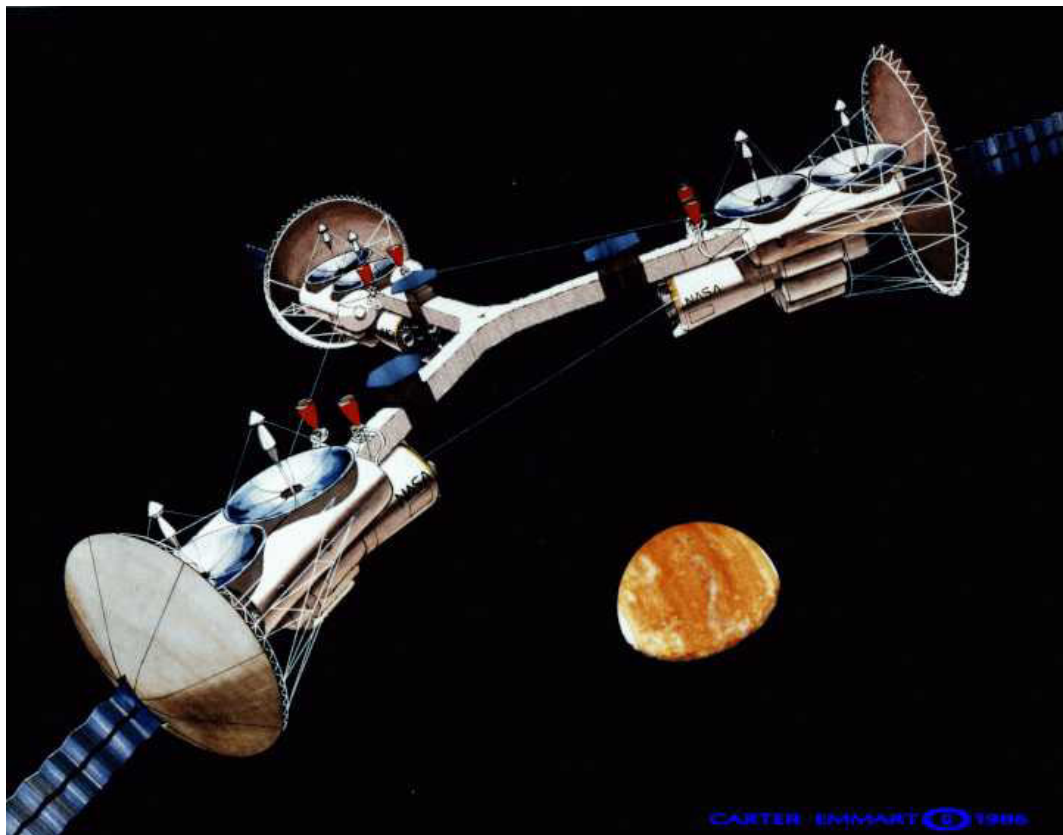
Marsa rotācijas ass slīpuma ietekme uz polāro rajonu klimatu.



Marsa orbītas ekscentricitātes maiņas. Salīdzinājumam parādīta Zemes riņķveida orbīta.

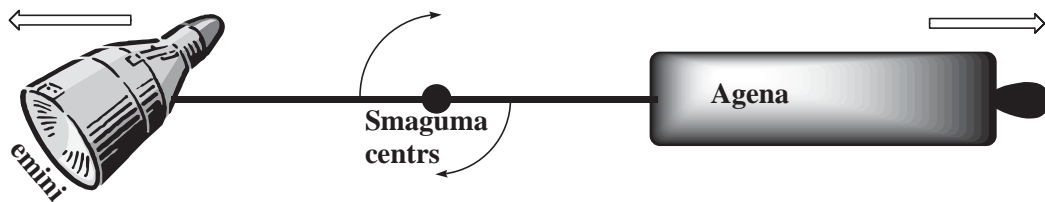
Jaņa Jaunberga zīmējumi

Sk. J. Jaunberga, D. Melderes rakstu "Marsa polu ledus un putekļu bronika".



NASA 80. gadu parauga Marsa kuģis.

Kartera Emmarta zīm.



Gemini/Agena eksperiments ar centrālās "gravitāciju".

Jāņa Jaunberga zīm.

Sk. T. Zarnika rakstu "Mākslīgā gravitācija lidojumos uz Marsu".



Dienvidaustumigaunijā esošais Ilumetsas meteorīta krāteris *Põrgubaud*. Lielākais no četru krāteru grupas. Attēli ir fotografēti no diametrāli pretējām pusēm. Krātera izmēru novērtēšanai, lūdzu, ievērojiet divus cilvēkus augšējā attēla centrā. Fotografēšanai izmantots 16 mm zivs acs objektīvs. *M. Gilla foto*
Sk. M. Gilla "Pie Ilumetsas meteorītu krāteriem".





2. att. Karotāju tempļa rietumu daļa.



3. att. (augšā pa labi). Chac Mool akmens skulptūra Karotāju tempļa priekšplānā.

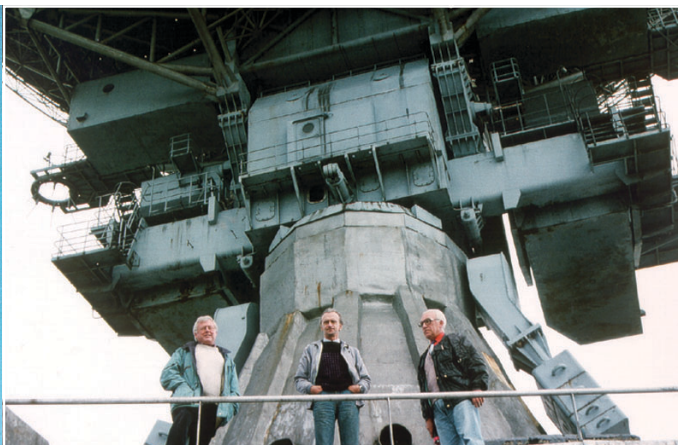
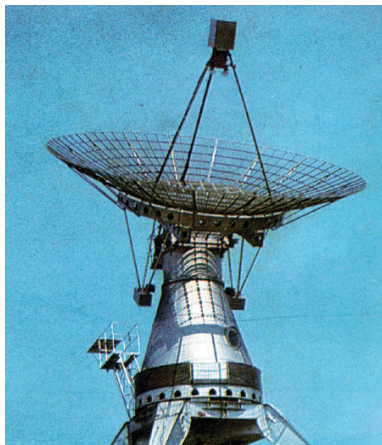


4. att. Caracol – maiju astronomiskā observatorija.



5. att. Astronomiskā observatorija tuvplānā.

Sk. I. Lozes rakstu "Maiju kultūra un observatorija Cičenicā".



7. att. Baldones Riekstukalna observatorijas Saules radioteleskops RT – 10, ar kuru tika veikti regulāri (ikdienas) Saules novērojumi līdz pat 1992. gadam.

12. att. (blakus). Latvijas radioastronomu lielā cerība – RT – 32 Ventspils Irbenē.

11. att. (apakšā). Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra radioteleskops RT – 16.

Foto no “ZvD” arhīva

Sk. N. Cimabovičas, A. Balklava rakstu “Radioastronomija Latvijā. Kā tas notika”.

10. att. Profesori R. Būzs, A. Balklavs-Grīnhofs un E. Bervalds pie RT – 32 1994. gada septembra beigās.



truēdam transformatorus, gaisa sūkņus, katodstaru oscilogrāfu u. c. aparātus, ko pašlaik vēl institūtā darbina.

Doc. Dr. math. R. Sikсна pedagoģiskā laukā darbojies LU Fizikas institūtā, Jelgavas Lauksaimniecības akadēmijā un arī kā fizikas skolotājs Rīgas pilsētas tehnikumā.

LU Fizikas institūtā R. Sikсна lasa obligātus kursus: fiziku (med., vet. med., dabas zin. un farm.), mērīšanas metodes fizikā (mat.) un tehnisko fiziku (fiz.). Bez tam R. Sikсна ir lasījis arī kursu "Spektroskopija". Tāpat R. Siksnas vadībā atrodas arī III fizikas laboratorija, kurā studenti mācās tehnisko fiziku. Jāatzīmē, ka mūsdienās tehniskai fizikai tiek piegriezta jo dienas, jo lielāka vērība.

Jelgavas Lauksaimniecības akadēmijā R. Sikсна ir noorganizējis fizikas katedru, par kuras vadītāju bijis no tās dibināšanas līdz 1941. gada beigām.

Bez tam R. Sikсна piedalījies arī fizikas mācību grāmatu vērtēšanas komisijā.

Nevar garām paiet arī R. Siksnas samērā labai Eiropas pazīšanai, ko viņš ieguvis savos daudzos ceļojumos un komandējumos, iepazīstoties galvenokārt ar augstskolu fizikas darbu.

Nemot vērā teikto, atzīstam doc.

Dr. math. R. Siksnu par ārkārtējā profesora amatam atbilstošu un ieteicam Matemātikas un dabas zinātņu fakultātes padomei ievēlēt doc. Dr. math. Reinhardu Siksnu par ārkārtējo profesoru fizikā."

Tuvojoties frontes linijai ar neizbēgamiem draudiem no jauna nokļūt PSRS okupācijā, R. Sikсна kopā ar ģimeni 1944. gada vasaras beigās devās bēgļu gaitās rietumu virzienā. Karā beidzoties, ģimene nokļuva Libekas bēgļu nometnē, kur R. Siksnam uzticēja nometnes komandanta pienākumus. Kad ar profesora F. Gulbja, profesora E. Dunsdorfa un docenta E. Leiņa iniciatīvu un pūlēm britu okupācijas zonā Hamburgā 1946. gada sākumā tika nodibināta Baltijas Universitāte

(vēlāk pārcelta uz priekšpilsētu – Pinebergu), R. Siksnu uzaicināja tur strādāt un ievēlēja par ārkārtas profesoru, bet no 1947. gada – par profesoru. Viņš līdztekus pildīja arī Universitātes studentu un darbinieku nometnes komandanta un vēlāk pašpārvaldes policijas priekšnieka pienākumus.

1948. gadā profesors R. Sikсна no Upsalas Augstsprieguma pētniecības institūta Zviedrijā saņēma darba uzaicinājumu strādāt par zinātnisko līdzstrādnieku. Ģimene pakāpeniski pārcēlās uz Zviedriju. R. Sikсна tur nokļuva kā pēdējais no savas ģimenes, jo viņam šķēršļus sagādāja zviedru imigrācijas iestāžu stingrās prasības attiecībā uz veselības stāvokli.

Sākot ar 1953. gadu, R. Sikсна ieguva patstāvīga pētnieka stāvokli Upsalas Augstsprieguma pētniecības institūtā. Tur viņš nepātraukti un ļoti ražīgi strādāja līdz sava mūža beigām.

Izvērtējot Reinharda Siksnas plašo un daudzpusīgo zinātnisko darbību, ieskaitot trimdas gadus, ir jāatzīmē viņa rakstura pamatīpašības [9]:

1) ārkārtīgi skaidra un dziļa fizikālā domāšana. Var teikt, ka viņš bija fiziķis ar Dieva svētību;



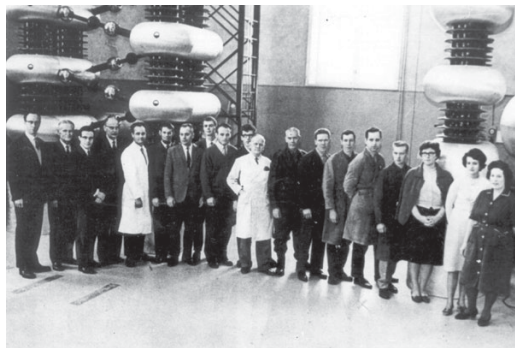
LU Fizikas institūta darbinieki 1944. gada 27. februārī. Sēž (vidū) FI direktors, ārk. profesors F. Gulbis, (pa labi) docents L. Jansons, stāv (no kreisās puses) vec. laborants J. Celinskis, docents R. Sikсна, laborants J. Botva, laborants F. Meimanis, asistents F. Dravnieks, mehāniķis K. Bērziņš, asistents E. Jākobsons, asistents J. Čudars un asistents I. Everss.

2) visaugstākās pakāpes eksperimentētāja māksla, gan izplānojot pētījumus, gan izgata-vojojot pētnieciskās iekārtas, gan veicot pašus mērījumus, gan apstrādājot un analizējot rezultātus, gan arī visus šos eksperimentālā darba posmus ļoti sīki, precīzi un skaidri aprakstot zinātniskajās publikācijās;

3) pilnīga rezultātu ticamība. Jau sākot ar maģistra darbu 1927. gadā līdz pēdējiem darbiem, katrs mērījums ir izdarīts ar vislielāko rūpību.

R. Sikсна zinātniskos darbus pārsvarā strādāja viens pats no sākuma līdz galam vai divatā ar kādu biedru. Vienmēr viņš sekoja Maikla Faradeja darba principam: “*Work, finish, publish.*” Ķeroties pie kādas tēmas, viņš samērā īsā laikā publicēja vienu pēc otra veselu virkni darbu, bet tas neietekmēja publikāciju augsto zinātnisko līmeni.

Latvijas Universitātē R. Sikсна zinātniskajā pētniecībā pamatā nodarbojās ar atomu un divatomu spektroskopiju, pētot antimona, hēlija un litija tvaiku fluorescences spektrus un publicējot rezultātus 8 darbos. Kā atzīst profesors J. Eiduss, iegūtie rezultāti būtu cienīgi iekļauties kādā monogrāfijā vai spektroskopijas rokasgrāmatā. Šo virzienu sešdesmitajos gados Universitātē turpināja docente E. Krauliņa ar saviem skolniekiem, pakāpeniski izveidojot un 1967. gadā atklājot Spektroskopijas



Dr. R. Sikсна (*ceturtais no kreisās*) savu kolēģu vidū Upsalas Augstsprieguma pētniecības institūtā 1961. gadā.

problēmu laboratoriju. Atomu spektroskopijas skolu turpināja Dr. M. Jansons un uz Spektroskopijas problēmu laboratorijas bāzes 1994. gadā dibināja LU Atomfizikas un spektroskopijas institūtu. Ja nebūtu bijušas 40. gadu traģiskās okupācijas un pārvērtības, tad atomu spektroskopijas skola varbūt būtu radusies vismaz 20 gadus agrāk, jo R. Siksnam šis pētījumu virziens bija ļoti tuvs.

Upsalas Augstsprieguma pētniecības institūtā R. Sikсна galvenokārt nodarbojās tikai ar zinātni. Viņam vajadzēja pievērsties pavisam citam pētniecības virzienam – atmosfēras fizikai. Viņš eksperimentāli pētīja jonu rašanos atmosfērā Saules radiācijas, kosmisko staru, dabiskās radioaktivitātes, elektrisko lauku, temperatūras ietekmē; to koncentrāciju, kusti-



Dr. R. Sikсна (*pa kreisi*) ar kolēģi pie eksperimentālās iekārtas Upsalas Augstsprieguma pētniecības institūtā 1961. gadā.

bu; sniega un ledus vadītspēju, elektrizāciju; smago jonu un mazo molekulu uzbūvi; skābekļa molekulas un jonu tripleta un singleta stāvokļu spektrus u. c. Šajā posmā publicējis vairāk nekā 60 zinātniski pētniecisku darbu, piedalījies vismaz 19 starptautiskos kongresos



Dr. R. Siksnis (*pa kreisi*) Bioklimatoloģijas un biometeoroloģijas starptautiskā kongresa laikā 1957. gadā Viņē.

un konferencēs, kā arī uzrakstījis virkni populārzinātnisku darbu. Kā zīmīgu piemēru var minēt 1955. gadā žurnālā “Universitas” Nr. 2 (46.–50. lpp.) publicēto rakstu “Par elektrības nesējiem atmosfēras gaisā”, kurā R. Siksnis ļoti skaidri un vienkārši, bet reizē arī zinātniski korekti izklāsta gan atmosfēras elektrofizikālās parādības, gan arī zinātniskās pētniecības darba būtību un motivāciju.

J. Fridrihsons minēto atmiņu [6] beigās raksta:

“Intensīvo pētniecības darbu Siksnis turpinā gandrīz līdz mūža beigām, tikai dažus gadus atpakaļ veselības pasliktināšanās – sirds kaite – spieda viņu darbu oficiāli izbeigt, lai gan raksturīgi, ka vēl pēdējā dienā viņš aizgājis uz Institūtu, lai dotu dažus paskaid-



Dr. R. Siksnis un Dr. E. Blūms 1975. gadā Rīgā.

rojumus kādam praktikantam, atpakaļ ceļā jūties ļoti slikti un, mājās atgūlies, vairs nav piecēlies.”

Tas notika 1975. gada 4. decembrī. Tikai dažus mēnešus pirms tam – septembrī – viņam radās izdevība pēc kādas konferences Ļeņingradā (tagad – Sanktpēterburga) pirmo reizi apmeklēt Rīgu kopš došanās svešumā 1944. gada rudenī. Kā stāstīja šo rindu autoram profesora darba kolēģe no FI laikiem A. Jansone, kurai tad bija izdevies satikt R. Siksnu Universitātes apmeklējuma laikā un pavadīt, rādot Fizikas un matemātikas fakultāti, viņš bija necerēti, bet patīkami pārsteigts, ka fizika šeit atrodas labā attīstības līmenī – ir jaunas laboratorijas un katedras, to skaitā arī Tehniskās fizikas katedra, kā arī ir daudz studentu, mācību spēku un zinātnisko līdzstrādnieku. Arī Latvijas Zinātņu akadēmijā ir Fizikas insti-

tūts, zinātniski pētnieciskais atomreaktors un vēl citi ar fiziku saistīti institūti. Atvadoties viņa skatiena dziļumā bija manāmas skumjas par likteņa radīto nošķirtību no dzimtenes un tās fizikāliem.

Profesoram R. Siksnam, kā jau tika minēts, ir divas meitas. Vecākā Mirdza Krastiņa ir fil. kand. un ilgstoši strādājusi Stokholmas Universitātes Baltu valodas katedrā, kopš 1992. gada ir pensionāre. Turpina nodarboties ar tulkošanu un latviešu–zviedru vārdnīcu veidošanu. Laulībā ar Romualdu Krastiņu ir divi bērni: meita Austrā, fil. kand., žurnāliste (kurai savukārt laulībā ar Jāni Krēslīņu ir divas meitas – Justīne Dace un Ance Aldona), un dēls Lauris – civilinženieris. Profesora jaunākā meita Aina Sikсна-Lanestede ir *Dr. med.*, ārste psihiatre, pensionējusies 1999. gadā, bet turpina aktīvi darboties Zviedrijas Austrumeiropas komitejā, kas vada palīdzības projektus Baltijas valstīm un Krievijai. Viņai laulībā ar Arni Lanestedu arī ir divi bērni: Dags Mintauts – multimediju students, un Ilga Ingrīda – fil. kand. mākslas vēsturē un vides plānošanā [10].

Jāapiebilst, ka profesora R. Siksnas abas meitas arī šogad bija ieradušas Rīgā, lai 29. maijā piedalītos ievērojamā zviedru profesora J. Kulberga grāmatas *“Dinamiskā psihiatrija”* latviskā tulkojuma atvēršanas svētkos, turklāt Aina Sikсна bija šā tulkošanas projekta iniciatore un projekta vadītāja, bet Mirdza Krastiņa tulkojusi daļu no apjomīgās grāmatas teksta. Tas viņām nav ne pirmais, ne arī pēdējais darbs, aktīvi piedaloties Latvijas atdzimšanā.

1991. gada 7. februārī “barikāžu laikā”, kad LU fizikas vēstures lasījumu ietvaros atzīmējām profesora F. Gulbja – 100, profesora R. Siksnas – 90 un docenta A. Apiņa 80 gadu jubilejas, Aina Sikсна nolasīja savas māsas Mirdzas Krastiņas uzrakstītās atmiņas par tēvu [11]. Ar autores atļauju un viņas nelielām teksta korekcijām lasītājam piedāvāju šo vēsturiski ļoti interesanto un daudzpusīgo profesora *Dr. math.* R. Siksnas dzīves gājuma aprakstu, it īpaši – par trimdas laika posmu.

Avoti:

1. Reinbards Sikсна. – 1943. g. 8. aprīlī rakstīta autobiogrāfija, 2 lpp. mašīnrakstā. Glabājas LU Fizikas vēstures krātuvē (turpmāk – LU FVK).
2. LVVA, 7427. f., 1. apr., 6049. l., 42 lp.
3. L. U. Matemātikas nodaļas studenta Reinharda Siksnas matr. Nr. 6096 kandidāta darbs. *“Daugavas kalcīta un dolomīta X-staru spektri, uzņemti ar Debye & Scherrer'a pulvera metodi”* – Rīgā, 1927., 20 lp. rokrakstā. Glabājas LU FVK.
4. LVVA, 7427. f., 13. apr., 594. l., 142 lp.
5. R. Sikсна. *“Par atomu tvaiku fluorescences spektriem”* – Rīgā, 1933., 70 lp. mašīnrakstā. Glabājas LU FVK.
6. J. Fridrihsons. *“Prof. R. Siksnas piemiņai”* – 2 lpp. mašīnrakstā; manuskriptu atsūtīja autora meita Meta Šterna 2001. g. LU FVK. Iespējams, ka nav publicēts.
7. R. Sikсна. *“Par dažām He I un Li I spektru $n\bar{p}$ - $2p$ sēriju īpašībām un Li I spektra $n\bar{p}$ - $2p$ sērijas līnijām elektriskā lokā”* – disertācija matemātikas zinātnu doktora grāda iegūšanai. – Rīgā, 1942., 83 lp. mašīnrakstā; glabājas LU FVK.
8. L. Jansons. *“Atsauksme par doc. Dr. math. Reinbarda Siksnas zinātnisko un pedagoģisko darbību”* – 1943., 2 lpp. rokrakstā; glabājas LU FVK.
9. J. Eiduss, J. Jansons. *“Профессор Рейнхард Сиксна”* – Abstract of the 16th Baltic Conference of History of Science (I), Vilnius – Kaunas, 1991, 4–6 October.
10. M. Krastiņa un A. Sikсна. *“Reinbarda Siksnas paplašinātais dzīves gājums”* – Stokholmā, 2000. g. 10. janv.; ar pielikumiem 7 lpp.; glabājas LU FVK.
11. M. Krastiņa. *“Reinbarda Siksnas 90-tā atceres gadā”* – Stokholmā, 1990. g. 23. nov., 10 lpp.; glabājas LU FVK. 🐦

APCEROT 100 GADU GĀJUMU (MIRDZAS KRASTIŅAS ATMIŅAS PAR TĒVU)

Reinharda Siksnas 100 gadu atceres gadā, sastādot biogrāfiskas ziņas un dodot pārskatu par viņa dzīves gaitām, man nākas sākt ar gadsimta sākumu, proti, 1901. gadu, un pašreiz, kad sācies jau nākamais gadsimts, šai sakarībā gribas atcerēties dažus tēva spriedumus par mūsu dzīves laikā notikušajām pārmaiņām.

Savās diskusijās tēvs mēdza izteikt domu, ka divdesmitajā gadsimtā eksakto zinātņu attīstība bijusi tik strauja, ka humanitārā kultūra nav tikusi līdzī; maz bijuši radošu jaunu ideju devēji – salīdzinot ar aizgājušiem gadsimtiem – maz humanisma ideju paudēji, jo īstenībā vēl kopumā neesot aptverts viss, kas izgudrots un radīts eksakto zinātņu laukā. Cilvēks esot apmulsuma pārņemts, esot atrāvies no izvērtēšanas un neesot nopietnu cilvēcisku vērtību mērauklu. Domu revolūcija, kas notikusi zinātnē, neesot atbalsojusies filozofijā, kas laikiem agrāk bija spējusi attīstīties paralēli eksaktām zinātnēm. Pamatā cilvēks neesot mainījies, neskatoties uz attīstību zinātnē un tehnoloģijā.

Ar šo domu tēvs provocēja uz pretimrunāšanu, bet viņa klausītāji, bieži vien gadījuma dēļ satikti cilvēki, klusēja un neviens nevēlējās nedz izteikties, nedz pievienoties viņa uzskatam, klusībā domādami par necilvēcībām, ko atnesuši divi pasaules kari, postot un iznīcinot, pielietojot šo attīstīto tehnoloģiju un izmantojot zinātnes atklājumus postoši pret cilvēci.

Tā izbeidzās šis spriedums par it kā straujo augšupeju ar nedaudzām rezignētām piezīmēm no viņa klausītāju puses. Viņi vai nu nevēlējās apstrīdēt domu pareizību, vai arī to apšaubīja. Laikmets nebija labvēlīgs auglīgām debatēm.

Atgriežoties pie biogrāfiskiem datiem, atzīmēšu, ka Reinharda Siksnas dzimis 1901. gada 17. oktobrī Liepājā un tur pavadījis savas dzīves pirmos 13 gadus vidē, kas raksturīga mūsu zemes tā laika strāvjiem, ar krievu un vācu dominanti, ar viņu sadzīves modeļiem, kas nāca no cariskās Krievijas un baltvācu un ebreju ietekmes sfērām un iekrāsoja Liepājas tā laika atmosfēru; latviešu strādnieki

sūri strādāja drašu un citās Liepājas fabrikās, kā arī ostā par izkrāvējiem un nesējiem. Tiem līdzās latvieši bez tam mēģināja uzsākt pirmos tirdznieciska rakstura pasākumus.

Tēva vecāki piederēja pie paaudzes, kas jau bija iedzīvojusies pilsētā un bija nodrošinājusi sev pilsoņu statusu. Tēvatēvs Klāvs Siksnas strādāja par ierēdni, un tēva māte Jūlija Siksnas bija namamāte.

Tēvs ir bieži uzsvēris savu saistību ar Liepājas jūru. Viņš teicās jūras tuvumā uztvēris citu zemju elpu jau agrā bērnībā, Amerika šķitusi tepat otrā



Aina Siksnas 1991. gada 7. februārī LU Fizikas vēstures lasījumos Rīgā, LU vecajā ēkā, 13. auditorijā iepazīstina klātesošos ar savas māsas Mirdzas Krastiņas uzrakstītajām atmiņām par viņu tēvu profesoru Reinhardu Siksnu sakarā ar 90 gadu atceri.

pusē jūrai sasniedzama: Liepājas bākas zibsnišana deva ilūziju, ka vārti uz jūru ir vārti uz pasauli.

Sakarā ar Pirmo pasaules karu 1914. gadā tēva ģimene devās bēgļu gaitās uz Krieviju. Tēvam nācās atstāt pirmo skolu – Nikolaja ģimnāziju Liepājā, lai izmainītu to pret ģimnāziju Jekaterinburgā, kur turpinājās viņa izglītības gaitas. Pēc ģimnāzijas beigšanas viņš uzsāka studijas Urālu Kalnu institūtā, kur studēja ķīmiju.

Krievijā pavadītais laiks nebija tik pārāk garš: 6 gadi, un tomēr tas varēja nozīmēt daudz jaunietim, kam jāattīstās svešā vidē. Tā latviešu valodas zināšanas bija palikušas mērenas un sarunu līmenī. Lai iestātos Latvijas Universitātē, atgriežoties no Krievijas, tēvam bija jānoiet abiturijas gads latviešu ģimnāzijā. Tāda 1920. gadā arī bija Liepājā agrākās krievu ģimnāzijas vietā.

Tālāk sekoja studijas Rīgā, kur tēvs 1927. gadā beidza LU Matemātikas un dabas zinātņu fakultātes matemātikas nodaļu. Tai pašā gadā viņš apprecējās ar skolotāju Mildu Dūcmani, un viņu ģimenē ir dzimuši trīs bērni: meitas Mirdza, Astrida (mirusi 1939. g.) un Aina.



LU Fizikas institūta trīs jaunie fiziķi ar savām kundzēm Jansoni mājās 1937. gadā. *No kreisās puses*: Reinhards un Mildā Siksnas, Marta un Jānis Fridrihsoni, Alma un Ludvīgs Jansoni.

Pēc Universitātes beigšanas viņš iesāka savu akadēmisko darbību kā jaunākais asistents Fizikas katedrā, ko vadīja profesors Fricis Gulbis. Tēva tuvākie kolēģi tai laikā bija ģeofiziķis Leonids Slaučitājs, astronoms Sergejs Slaučitājs, iepriekšējā brālis, matemātiķis Arvids Lūsis, meteorologs Pauls Putniņš, matemātiķis Eižens Leimanis, fiziķi Jānis Fridrihsons un Ludvīgs Jansons.

Tālāk gribu pakavēties pie tēva darbības Latvijas Universitātē. 1932./1933. mācību gadā tēvs strādāja Varšavas universitātes Eksperimentālās fizikas institūtā kā Polijas Ārlietu ministrijas un Kr. Morberga fonda stipendiāts. 1934. gadā viņš habilitējās LU par privātdocentu fizikā. Tā paša gada vasarā viņš iepazinās ar Skandināvijas un Karalauču universitāšu fizikas institūtiem. Paralēli savam darbam Latvijas Universitātē viņš kādu laiku mācījis fiziku Rīgas pilsetas tehnikumā un komercskolā. 1935. gada vasarā strādājis Valsts elektrotehniskās fabrikas Radio laboratorijā. 1937./1938. mācību gadā kā šīs fabrikas stipendiāts iepazinies ar Vācijas, Holandes un Šveices fizikas institūtiem. 1938. gadā ievēlēts par docentu Fizikas katedrā. Lasījis lekcijas

eksperimentālajā un tehniskajā fizikā ne tikai Universitātē, bet arī zināmos periodos (t. i., no 1939. gada līdz 1941. gadam) Lauksaimniecības akadēmijā Jelgavā, kur bijis Fizikas katedras vadītājs. 1943. gadā ieguvis *Dr. math.* grādu ar disertāciju par hēlija un litija linijām elektriskā lokā.

Tad tuvojās laiks, kas uzdeva mums liktenīgo jautājumu: palikt Rīgā vai doties bēgļu gaitās. 1944. gada 26. septembrī Universitātes mācību spēkiem paredzēts ešelons gaidīja stacijā, lai dotos uz Kurzemi garām frontes linijai pie Džūkstes. Fronte uz laiku bija pārrāvusi satiksmi ar Kurzemi, bet līdz septembrim bija izbūvēts provizorisks dzelzceļa posms, kas atļāva satiksmi atjaunot. Jautājums par prombraukšanu bija nobriedis, bet, ja jautātu, kas izšķīra mūsu kopējo lēmumu braukt, tad varētu teikt, ka tas bija šis organizētais brau-



R. Siksnis mājās pie rakstāmgalda 1943. gadā.

ciens no tēva darba vietas un, otrkārt, fakts, ka mūsu māja bija nometināti vācu karavīri, kas bija pārņēmuši mūsu dzīvokli savā ricībā.

Mēs tad skaistā un saulainā dienā teicām ardivas Rīgai uz nezināmu laiku un arī bijām ceļā ar nedrošu mērķi. Pēc dažiem starpgadījumiem mēs nonācām Liepājā un no turienes pēc pāris nedēļām, zinot, ka Rīga kritusi un atpakaļceļa nav, devāmies ar kuģi uz Vāciju.

Pēc lielākās izbraukāšanās gar Polijas pierobežas apgabaliem un dažām t. s. caurlaides nometnēm mēs nonācām Berlīnē, kur tēvs dabūja darbu Šimensa Šukerta (*Siemens Schuckert*) rūpnīcā. Viņa darbs bija saraustīts un nenoteikts, jo arī vācieši paši nebija sevišķi efektīvi strādātāji; turēdamies pie formālas kārtības, viņi kopumā uz daudz ko skatījās caur pirkstiem.

Dzīve Berlīnē galvenokārt sastāvēja no nenaidnieku uzlidojumiem, un tie noteica dienas ritmu. Radio izziņoja ielidojušās lidmašīnas un to formācijas un atrašanās vietas jau no paša rīta. Gaisa uzlidojumi bija katru vakaru, un, ja uzlidojumi vīrs Berlīnes notika dienā, tad tie bija lieluzlidojumi. Tā 1945. gada 3. februārī bija viens no lielākajiem uzlidojumiem, kādu ļaudis atcerējās, un šinī uzli-

dojumā kāda bumba uzkrīta uz mājas, kur dzīvojām, iznīcinādama mūsu jau tā nelielo iedzīvi. Taču tā bija parasta lieta. Dzīvi palikušie berlīnieši un ieklidušie bēgļi atkal it veicīgi atrada tukšus, atstātus dzīvokļus un jaunas iespējas savai eksistencei. Tā arī mēs pacietīgi turpinājām pārciest vienu uzlidojumu pēc otra, līdz varējām atstāt Berlīni. Šis laiks un šī pilsēta palika mūsu atmiņā kā pirmais mūsu bēgšanas posms ar nāves bailēm un dramatismu. Dramatismu tādēļ, ka valdīja bezizejas stāvoklis, jo iedzīvotājiem bija aizliegts no Berlīnes izbraukt.

Ar pūlēm tēvam izdevās dabūt atļauju izvest ģimeni, bet viņam pašam bija noteikts atgriezties. Taču Berlīnes dienas jau bija skaitītas, un neviens, kam bija reiz izdevies šo pilsētu atstāt, nebija tik neprātīgs, lai atgrieztos. Tādēļ mēs pievienojāmies vācu bēgļiem kādā no Berlīnes stacijām un kopā ar kādu lielāku grupu izbraucām ziemeļu virzienā.

Neilgu laiku pēc tam pavadījām Vismārā lielā neziņā par savu nākamo dzīvesvietu. Karš strauji tuvojās beigām, un nebija skaidrības, kuras armijas okupēs Ziemeļvāciju un ciktāl sniegsies robežas armijām, kas no divām pusēm tuvojās viena otrai.

Nākamajā laikposmā 1945. gada maijā mēs atradāmies uz Meklenburgas ceļiem, kas bija pārblīvoti ar bēgļu ratiem. Mēs tiem pievienojāmies ar baltu zirgu priekšgalā, ko bijām atraduši kādā vientuļā aplokā un kam šķietami nebija īpašnieka. Mūsu satiktie tautieši sasēja rindā savus nelielos, ar roku vadāmos ratiņus, un sekoja vesela karavāna aiz muguras. Pēc apmēram mēneša ceļošanas nonācām nelielā ciematā, kur mūs apstādināja amerikāņu armijas vienības. Bijām iekļuvuši neskaidrā situācijā, jo vācieši bija gatavi mūs repatriēt uz Latviju kā nevēlamus bēgļus. Tad mūs izpestīja Latviešu Sarkanais Krusts, kas ieradās pēdējā mir-

kli, lai aizvestu mūs uz bēgļu nometni Libekā – angļu okupētajā zonā. Eksistences nedrošība tādā veidā tika pārvarēta, bet bija dienas, kad šūpojāmieš neziņā, kāds būs mūsu maršruta gals.

Neskatoties uz visu, Libekā nonākot, sākās liela organizēšanās, jo atradās jauni iniciatori, kas centās glābt situācijas nopietnību. Nometnes dabūja komandantus – latviešus, kas bija sakarā ar okupācijas iestādēm. Dibinājās latviešu skolas. Mēs varējām turpināt izglītību skolās, kas atradās kādās kazarmās, bet par skolu kvalitāti atbildēja ļoti kvalificēti skolotāji, kas turpināja savu darbu pēc tā paša parauga, kā bija pieraduši strādāt Latvijā. Darbību uzsāka arī latviešu teātris, jo starp bēgļiem bija daudz profesionālu aktieru.

Šai laikā atkal satikās bijušie Latvijas Universitātes mācību spēki, un, Libekas šaurajās ieliņās staigādami, tie kala plānus jaunajai angļu zonā dibināmai Baltijas Universitātei. Baltiešu bēgļiem labvēlīgs okupācijas ierēdnis bija ievadījis sarunas, lai šo ideju īstenotu. Ideja spārnoja un likās, ka pēc bezcerīgas gaidīšanas pavērsies iespējas organizētai baltiešu darbībai. Profesors Gulbis kopā ar igauņu un lietuviešu kolēģiem veda sarunas ar angļu okupācijas iestādēm par baltiešu mācību spēku un studentu pulcināšanu Hamburgā kādā nometnē, kas atradās pilsētas centrā pie Damtora. Mācību ēka bija sarunāta pussagrautā vācu muzejā, arī centrā.

Līdz 1946. gada martam šajā jaundibināmā Universitātē bija pieteikušies 2826 studenti, no kuriem 1 660 bija latvieši, 783 lietuvieši un 383 igauņi. Vislielākā interese bija par medicīnu (688 studenti), tai sekoja tautsaimniecība un tieslietas (497 studenti). Latviešu tautības mācībspēki bija apmēram 50. Baltijas Universitāte deva iespēju bijušajiem baltiešu mācību spēkiem atkal kaut improvizēti, tomēr atsākt darbu savā specialitātē. Es domāju, ka tēvs to veica ar lielu entuziasmu, kaut arī lekcijas noritēja vācu valodā, jo piedalījās visu triju baltiešu tautību studenti. Universitāte bija iecerēta pēc Amerikas vai angļu paraugiem, atklāšanas svinības notika maijā ar pavasara svētkiem, rādot četru mēnešu laikā sasniegto dažādos veidos. Šais svētkos atklāšanas runu teica profesors Gulbis. Universitātes koris dziedāja angļu himnu, un aktā runāja arī angļu militārās pārvaldes vadītājs, kāds pulkvedis.

Taču periods, ko pavadījām Hamburgā un vēlāk Pinebergā, nebija ilgāks kā divi gadi. Ilgstošai Universitātes darbībai pretojās okupācijas iestādes, kas raudzījās, lai mācību spēki pamazām atrod jaunas patvēruma zemes, ja viņi nevēlējās atgriezties dzimtajās zemēs. Studenti, kas bija uzsākuši studijas šajā improvizētajā Universitātē, varēja bez grūtībām pāriet uz studijām Vācijas universitātēs, bet arī studenti izceļoja lielos apmēros, galvenokārt uz Ameriku vai Austrāliju, un tur varēja turpināt studēt. Īsais kopā pavadītais laiks tomēr nozīmēja daudz, it sevišķi, ņemot vērā pēckara laika neuzticēšanos un slikto organizāciju, trūkumu un tieksmi izkļiedēt bēgļu masu. Dzīvojot t. s. nometnes atmosfērā, atradās daudzi pacilājoši momenti, lai minētu kaut vai jaunu korporāciju dibināšanos, kur arī tēvs atrada sev jaunas inspirācijas, dodot padomus un studentu sadzīvē iedzīvinot Latvijas Universitātes bijušās tradīcijas.

Baltijas Universitātes darbības laikā tēvs bija saskarsmē ar saviem bijušajiem kolēģiem no Rīgas: brāļiem Leonīdu un Sergeju Slaučitājiem, Frici Gulbi, Eiženu Leimani un vēl citiem pazīstamiem kolēģiem no citām fakultātēm. Nācās arī organizatoriski sadarboties ar lietuviešiem un igauņiem.

Mūsu nākamā patvēruma zeme izrādījās Zviedrija, jo kāds gadījums izšķīra mūsu nākamo dzīves vietu – darba piedāvājums tēvam Augstsprieguma



Siksnu ģimenes mājas dārzā, ciemojoties Jansoniem 1943. gadā. *No labās*: Reinhards un Milda Siksnas, Alma Jansone, Aina Sikсна; *priekšā* Māris un Līga Jansoni.

institutā Upsalā 1948. gadā. Arī Upsalā satikām latvisku sabiedrību un starp apmēram 80–100 mūsu tautai piederīgajiem šai sabiedrībā bija arī Latvijas bijušie mācību spēki: botāniķi Auseklis Veģis un Heinrihs Skuja, zoologi Anna un Leo Āboliņi, Stokholmā dzīvoja ģeogrāfs Jānis Rutks, mineralogs Otto Mellis un vēl citi. Upsalā tai laikā pastāvēja Latviešu biedrība, kas rikoja referātu vakarus, un referētāju no dažādām specialitātēm nekad netrūka.

Latviešu sabiedriskā dzīve tomēr tēvam bija sekundāra, jo galveno vērību viņš veltīja darbam. 1950. gadā viņam izdevās izsaukt kādu no saviem asistentiem no Vācijas nometnes dzīves – Arvidu Metnieku, kas bija viņa pētniecības asistents kādu laiku Augstsprieguma institūtā Upsalā, līdz 1956. gadā A. Metniekam izdevās dabūt stipendiju Īrijā kādā Dublinas institūtā. A. Metnieks tai laikā arī specializējās atmosfēras fizikā. Vēlāk viņš pārcēlās uz dzīvi Itālijā, saistīdamies ar kādu turienes universitāti.

Līdz 1955. gadam tēvam darbs prasīja daudz radošas enerģijas, vēl jo vairāk tadēļ, ka iekļaušanās zviedru apstākļos, kas sākumā likās gandrīz vai pievilcīga, tomēr nebija gluži bez grūtībām. 1954. gadā tēvs pirmo reizi piedalījās ģeodēzijas un ģeofizikas internacionālajā 10. kongresā Romā, un it kā kāds viņa darbības periods tuvojās noslēgumam. Līdz šim laikam viņam jau bija ap 30 zinātnisku publikāciju, gan atsevišķi, gan kopā ar citiem autoriem, galvenokārt zviedru un vācu zinātniskos žurnālos. Pēc šā perioda, t. i., pēc 1955. gada, sekoja vēl 50 darbi arī itāļu un amerikāņu žurnālos. Konferences sekoja gandrīz katru gadu Eiropā, Amerikā, Japānā.

1975. gada septembrī notika apmeklējums Rīgā pēc 31 gadu prombūtnes. Tāds apmeklējums bija it kā atšķirtības pārvarēšana un reizē arī ceļojums pagātnē, kad likās esam sasniegts kāds tāls mērķis.

Tikai pāris mēneši pēc šī brauciena tēvam vēl bija atvēlēti šajā saulē. 1975. gada 4. decembrī izbeidzās viņa šīs zemes gaitas un viņu apbedīja Trisvienības baznīcā Upsalā 11. decembrī, lai vēlāk mirstīgās atliekas novietotu Hēgalidas baznīcas kolumbārijā Stokholmā.

Nekroloģā, kas bija ievietots Amerikas latviešu laikrakstā “*Laiks*”, koleģis Eižens Leimanis, kas dzīvo-

ja Britu Kolumbijā, rakstīja: “*Viņš bija sirsnīgs, labas gribas cilvēks, kam bija sava pārliecība par dzīves jēgu un zinātnes uzdevumiem. Vaļas brīžos viņš mīlēja pasēdēt draugu pulkā, dažreiz pat līdz agrākam rīta stundai. Savās prasībās kā pret sevi, tā studentiem viņš bija stingrs un noteikts, bet ar labu sirdi. Kā tādu viņu atcerēsies viņa studenti un kolēģi.*”

Runājot par dzīves jēgu, tad tā krietni vien tika iedragāta, izceļojot no Latvijas. Tēvs savās sarunās mēdza kavēties pie eksistencialistu bezilūzīju kailās domas, ka cilvēks ir “iesviests” (pēdīnās) šai pasaulē un katram jātiek galā, kā vien iespējams. Mūsu situācija kara beigu gadā un arī pēckara gados tiešām atbilda šādam pieņēmumam. Eksistencialisti tālāk uzsver cilvēka atbildību izvēles priekšā, izšķiršanos, kas tad ar visām konsekvencēm tālāk nosaka cilvēka dzīves gaitu. Jāizšķiras bija, pa kuru ceļu iet, bet daudz kas notika arī uz labu laimi un daudzreiz izšķīra gadījumus.

Neskatoties uz šādu kailu bezilūzīju pieeju, es tomēr kļūdītos, ja teiktu, ka tēvs nebūtu saskatījis kristīgās ticības lomu Eiropas kultūrā. Par viņa bijību pret to liecina kāds pēckara Vācijā iegādāts zīmējums, kur attēlota Hamburgas Sv. Nikolaja baznīca, uz kuras bija uzraksts, kura saturu izpratām tikai vēlāk, pēc daudziem gadiem, izburtojot stilizētos burtus, kas veidoja tekstu ap šo zīmējumu. Tur vācu valodā rakstīti vārdi, kas tulkojumā skanētu šādi: “*Pacelies un valdi pār savām sirdssāpēm šeit virs zemes. Atnes atpakaļ un atjauno Tavam namam labklājību. Lai atplaukst kā senāk zemes tā postītās un baznīcas tā sagrautās no kara un uguns dūsmām.*”

Pēc tēva nāves lasot šo tekstu, mums tas lika atcerēties Vācijā pavadīto laiku, un mēs sapratām, ka šo tekstu varbūt tēvs izvēlējās tadēļ, ka tā saturs tai laikā atbilda viņa izjūtai pēckara laika bezjēdzībā.

Otrais, ko Eižens Leimanis min nekroloģā, ir pārliecība par zinātnes uzdevumiem. Arī tur tēva uzskati mainījās ar gadiem, un tos šeit atreferēt neuzņemos. Piebīdīšu tikai, ka viņš uzsvēra, ka nevajagot zinātni pārāk glorificēt. Dabas zinātnieki reiz uzņēma lentē tekstus, kurus ir ierunājuši Zviedrijā dzīvojošie tēva kolēģi un arī viņš pats. Tur saklausāmajā tekstā tēvs izsaka savas domas par savu nodarbošanos ar zinātni kādai mazākai

publikai. Viņš tur piemin kādu iemīļotu vārdu, ko mēdza lietot ikdienā, domādams par eksperimentēšanu: tai sakarā viņam patika lietot vārdu “*krāmēšanās*” un “*krāmēties*”. Ar šādu ikdienišķu nostādni tēvam izdevās ļoti aizkaitināt dažus no saviem kolēģiem, kas vēlējas lietot svarīgākus vārdus tajos gadījumos, kad bija runa par nodarbošanos ar zinātni.

Nobeidzot šo pārskatu sakarā ar Reinharda Siksnas simtgadi, starp citu vēlētos atreferēt angļu zinātnieka C. P. Snova (*Snow*) domas par divām kultūrām. Šis zinātnieks 1959. gadā radīja ievēribu ar savu uzskatu par modernā cilvēka kultūras izpratni. Savā darbā “*The Two Cultures and the Scientific Revolution*” viņš izteica domu, ka patlaban esot jāšķiro zinātnieki no nezinātniekiem, jo kultūras izpratne zinātniekiem esot tik atšķirīga no t. s. tradicionālās kultūras izpratnes, ka pastāvot plaisa starp zinātniekiem un nezinātniekiem. Snovs paskaidro, ka industriālā revolūcija saistāma ar pakāpenisko mašīnu ieviešanu rūpniecībā, cilvēku nodarbināšanu fabrikās un to var datēt apmēram no 18. gs. vidus līdz agrīnam 20. gs. Bet tālāk izauga jauna pārvērtība, cieši saistīta ar iepriekšējo, un šī pārvērtība, ko Snovs dēvē par zinātnisko revolūciju, nāca no zinātnes tiešas ieviešanas industrijā; ar to domāta elektronika, atomenerģijas izmantošana, kā arī automatizācija, un šī revolūcija pašos pamatos esot atšķirīga no iepriekšējās. Datēt šo revolūciju esot pagrūtāk; to Snovs uzskata par gaumes lietu.

Šai sakarā atzīmēšu, ka abas šīs kultūras, par kurām runā Snovs, tēvam bija vienlīdz tuvas, un man šķiet, ka viņš nesaskatīja plaisu starp tām. Abas pieejas, kā humanitārā, tā eksakto zinātņu pieeja, bija plaši pārstāvētas viņa bibliotēkā, un bieži viņš iegrima traktātos par filozofiju un literatūru vispār.

Arī Snovam abas pieejas nav svešas, jo viņš ir bijis gan zinātnieks, kā viņš pats saka – vingrinājies zinātnē, gan pēc savas otras nodarbošanās viņš bija rakstnieks. Viņa tuvākie draugi bijuši gan starp zinātniekiem, gan starp literātiem. Kā zinātnieks Snovs saskata, ka pārmaiņas sakarā ar mūsdienu industriāli attīstīto sabiedrību lielā mērā atšķirsies no iepriekšējam revolūcijām un tas ietekmēs pasauli daudz lielākā mērā.

Snovs tāpat bija izraisījis debates ar savu kraso uzskatu. 1961. gadā kāds cits autors Čārlzs Deivijs (*Charles Davy*) izdeva grāmatu “*Pretim trešai kultūrai*” (*Towards a Third Culture*), kas turpināja debates par kultūras izpratni modernajā laikā, atsaucoties uz Snova paredzējumiem par modernās zinātnes progresu un ietekmi uz mūsaiķu cilvēka vērtējumiem. Šai trešajai kultūrai varbūt raksturīgi, ka reliģija vairs nevar spēlēt to lomu, ko tā vēsturē ir spēlējusi, jo modernā zinātne ir tā attīstījusies, ka tā ir panākusi daudz plašāku horizontu un reizē arī plaisu starp zinātne un reliģiju. Bez tam zinātnei mūsdienās ir lielāks prestižs. Zinātne ietekmē moderno dzīvi, piešķirot cilvēkam novērotāja lomu. Deivijs saredz parādāmie kādu skatītāja jeb novērotāja modeli agrākā cilvēka modeļa vietā, kas bija ar piedalīšanās apziņu.

Cilvēks ar novērotāja apziņu, saredzēdams neskaitāmus likumus pasaules telpā, pretendē uz zinātnisku patiesību; tas izrāda tendenci savā skatījumā iekļaut it kā jaunu autoritāti Dieva vietā. Prāta varenībai sekojot, modernais cilvēks izmet domu, ka, ja dievišķais vai Dievs eksistē, tad tam jābūt matemātiķim.

Taču novērotāja apziņa nav pēdējā fāze. Un šī apziņa varētu arī mainīties, uzskata Deivijs. Abu kultūru balsis, kas ir konfliktā viena ar otru, ir sadzirdamas, un abas prasa, lai tās tiktu atzītas. Deivija mērķis neesot bijis apcerēt attieksmi, nostādīt tās vienu pret otru, bet gan diskutēt viņu konfliktu un tā sākotni apskatīt apziņas evolūcijas gaismā, ticot, ka šī neievērotā vēsturiskā gaisma var spēcīgi izgaismot mūsdienu cilvēka situāciju.

Protams, šis nelielais debašu skicējums ir nepietiekams un virspusīgs. Tas tāpat ir izvilkušs no kādām tēva atstātajām grāmatām. Šo nelielo atkāpi es šeit izmantoju, lai pasvītrotu tās ierosmes, ko man kā viņa ģimenes locekli ir izraisījušas tēva grāmatas un debašu kultūra ap tām.

Kā to liecina publikāciju krājums par zinātne un zinātniekiem, kas glabājas tēva grāmatu krājumā, tad interese par zinātnes lomu, kā arī zinātnes attieksmi pret cilvēku vispār ir devusi vielu viņa pārdomām. Jautājums varbūt ir un paliek, kā modernās zinātnes dotumi ietekmēs cilvēka apziņu nākotnē. 🐾

AGNIS ANDŽĀNS

LATVIJAS 51. MATEMĀTIKAS OLIMPIĀDES 3. KĀRTAS UZDEVUMI

Olimpiāde notika 2001. gada 14.–15. martā Rīgas Valsts 1. ģimnāzijā. To organizēja LR IZM un Latvijas Universitāte. Sacensības piedalījās 287 skolēni. No tiem 1. vietu ieguva 12, 2. vietu – 24, 3. vietu – 36, bet atzinības rakstu – 27 dalībnieki. Labākos panākumus guva Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas pārstāvji.

Piedāvājam lasītāju uzmanībai uzdevumus, kurus nācās risināt olimpiādes dalībniekiem.

9. KLASE

1. Sienāža lēciena garums ir 5. Viņš sākotnēji atrodas punktā ar koordinātām (0; 0) un var pārvietoties tikai pa punktiem, kam abas koordinātas ir veseli skaitļi.

a) Pierādīt, ka sienāzis var nokļūt punktā ar koordinātām (1; 0).

b) Vai sienāzis var nokļūt jebkurā punktā ar veselām koordinātām?

2. Naturāla skaitļa A ciparus uzrakstīja pretējā secībā un ieguva skaitli B. Izrādījās, ka B dalās ar A. Kāds var būt dalījums?

3. Punkta O attālumi līdz izliekta četrstūra virsotnēm ir a ; b ; c ; d , turklāt $a < b < c < d$. Kāds ir lielākais iespējama četrstūra laukums?

4. Dots, ka x un y ir dažādi pozitīvi skaitļi

$$\text{un } \frac{x+y}{x-y} + \frac{x-y}{x+y} = a.$$

Aprēķināt $\frac{x^2+y^2}{x^2-y^2} + \frac{x^2-y^2}{x^2+y^2}$.

5. Kvadrāts sastāv no 8·8 vienādām kvadrātiskām rutiņām; n rutiņās atzīmēts pa

krustiņam. Vai noteikti var nokrāsot 4 rindas un 4 kolonnas tā, lai visi krustiņi būtu nokrāsoti, ja:

a) $n = 12$;

b) $n = 13$?

10. KLASE

1. Dots, ka a , b , c – reāli skaitļi. Cik daudzas no nevienādībām $a^2+ab > 2c^2$, $b^2+bc > 2a^2$, $c^2+ca > 2b^2$ var būt pareizas vienlaikus?

2. Pierādiet, ka jebkuru trijstūri var sagriezt:

a) 2000 vienādsānu trijstūros;

b) 2001 vienādsānu trijstūrī.

3. Dots, ka $P(x)$ un $Q(x)$ ir kvadrātrinomi. Zināms, ka vienādojumam $P(Q(x)) = 0$ ir četras saknes; trīs no tām ir 3; 15; 2001. Atrast ceturto šā vienādojuma sakni.

4. Četrstūris ABCD ir ievilkts riņķī ar diametru BD. Punkts X ir simetrisks punktam A attiecībā pret BD; taisnes AX un BD krustojas punktā Y. Taisne t , kas iet caur Y un paralēla AC, krusto CD un BC atbilstoši punktos P un Q. Pierādiet, ka punkti P; C; Q; X ir taisnstūra virsotnes.

5. Kādiem naturāliem skaitļiem n piemīt šāda īpašība: nosvitrojot skaitļa 2^n pirmo ciparu, iegūst divnieka pakāpi ar naturālu kāpinātāju?

11. KLASE

1. Pierādīt, ka $\sqrt[3]{5\sqrt{2}+7} - \sqrt[3]{5\sqrt{2}-7} = 2$.

2. Vai eksistē funkcija $f(x)$, kas vienlaikus

apmierina šādus nosacījumus:

- $f(x)$ definēta visiem reāliem x ;
- $f(x)$ vērtības ir reāli skaitļi;
- katram reālam x pastāv sakarība

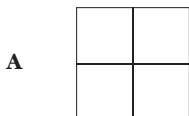
$$f(x^2) - (f(x))^2 \geq \frac{1}{4};$$

- ja $x \neq y$, tad $f(x) \neq f(y)$?

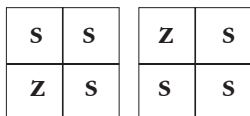
3. Atrisināt naturālos skaitļos vienādojumu $x^2 + 3^x = y^2$.

4. Četrstūris ABCD ir ievilkts riņķī; tā diagonāles krustojas punktā X. Malu AB un CD viduspunkti ir atbilstoši M un N. Pierādiet, ka taisnes, kas caur punktiem X, M un N vilktas perpendikulāri atbilstoši pret AD, BD un AC, krustojas vienā punktā.

5. Dažas rūtiņu lapas rūtiņas nokrāsotas zaļas, dažas – sarkanas. Ir zināms: lai kā arī mēs nokrāsotu 1. zīmējumā attēloto no četrām rūtiņām sastāvošo kvadrātu A (katru rūtiņu – sarkanā vai zaļā krāsā), rūtiņu lapā varēs atrast kvadrātu, kas nokrāsots tieši tāpat kā A un novietots lapā tāpat kā A (piemēram, kvadrāti 2. zīmējumā nav novietoti vienādi!). Kāds ir mazākais iespējama rūtiņu lapā nokrāsoto rūtiņu daudzums?



1. zīm.



2. zīm.

Olimpiādes uzdevumu atrisinājumi nākamajā "Zvaigžņotās Debess" numurā.

MĀRTIŅŠ OPMANIS

BALTIJAS VALSTU 7. INFORMĀTIKAS OLIMPIĀDE BOI'2001

No šā gada 16. līdz 20. jūnijam Polijas kūrortpilsētā Sopotā notika Baltijas valstu 7. informātikas olimpiāde. Šis sacensības, kuras sākumā vienoja tikai trīs Baltijas valstis, nu

12. KLASE

1. Pierādit, ka patvaļīgiem leņķiem α, β un γ ir pareiza nevienādība:

$$14 + 4\cos(\alpha - \beta) + 6\cos(\alpha - \gamma) + 12\cos(\beta - \gamma) \geq 0.$$

2. Telpā caur vienu punktu novilkta n taisnes. Tās visas pa pāriem savā starpā veido vienādus leņķus. Kāda ir lielākā iespējamā n vērtība?

3. Atrisināt naturālos skaitļos vienādojumu $x^2 - y^4 = 2001$. (*Piezīme:* ar y^4 saprot visu naturālo skaitļu reizinājumu no 1 līdz y ieskaitot.)

4. Riņķa līnijas ω_1 un ω_2 , kuru centri ir atbilstoši O_1 un O_2 , krustojas punktos A un B. Stari O_1B un O_2B krusto atbilstoši ω_2 un ω_1 punktos E un F. Taisne, kas caur B vilkta paralēli EF, krusto ω_1 un ω_2 atbilstoši vēl punktos M un N. Pierādit, ka:

a) A, O_1 , O_2 , E, F atrodas uz vienas riņķa līnijas;

b) $MN = AE + AF$.

5. Profesora Cipariņa kopoto rakstu 10 sējumi atrodas plauktā vienā rindā. Ar vienu gājieni atļauts paņemt jebkuru daudzumu blakus stāvošu sējumu (varbūt vienu pašu sējumu) un tai pašā secībā, neapgriežot otrādi, novietot jebkurā vietā plauktā (vienā galā, otrā galā vai starp diviem plauktā palikušiem sējumiem). Profesors Cipariņš grib pārkārtot sējumus apgrieztā secībā. Atrodiet iespējami mazu naturālu skaitli x un iespējami lielu naturālu skaitli y ar īpašību:

a) Cipariņš var sasniegt savu mērķi ar x gājieniem;

b) Cipariņš nevar sasniegt savu mērķi ar y gājieniem.

siālu apsvērumu dēļ savu dalību atsauca Krievija, mājinieki startēja ar divām komandām. Visās komandās bija pa sešiem dalībniekiem (izņemot Dāniju, no kuras bija viens dalībnieks).

Baltijas informātikas olimpiādei nav stingra nolikuma, kas nosaka, kuras valstis ir jāuzaicina, tāpēc dalībnieku uzaicināšana ir sacensību rīkotājas valsts ziņā. Neformāli par sacensību "pamatvalstīm" tiek uzskatītas Latvija, Lietuva un Igaunija, kuras 1995. gadā Tartu sāka šo tradīciju. Katru gadu sacensības notiek divas dienas pēc kārtas, katrā no tām jāatrisina trīs uzdevumi. Parasti "atrisinājums" ir datorprogramma valodā *C*, *C++* vai *Pascal*, bet šogad viens no uzdevumiem bija eksperimentāls – bija nepieciešams iesniegt nevis programmu, bet dotajiem ievaddatu failiem atbilstošos rezultātu failus.

Latviju šogad pārstāvēja Ģirts Folmanis, Ervīns Bebris un Uldis Barbans no Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas, Ivars Atteka no Āgenskalna Valsts ģimnāzijas, Vladimirs Redjko no Rīgas 40. vidusskolas un Sergejs Kozlovičs no Rīgas

86. vidusskolas. Komandu vadīja LU Matemātikas un informātikas institūta administratīvā direktore Ināra Opmane un LU MII programēšanas inženieris Mārtiņš Opmanis.

Tas, ka Polija var sekmīgi sarīkot šāda līmeņa sacensības, bija zināms, jo klātienē to bija nācies vērot jau 1997. gadā, kad Latvija bija uzaicināta piedalīties Centrāleiropas 4. informātikas olimpiādē. Arī šoreiz poļu kolēģi parādīja, kā iespējams vienlīdz sekmīgi noorganizēt gan pašu sacensību, gan sadzīves, gan izklaides daļu. Citu valstu pārstāvjiem tikai atlika nopūsties, redzot, kādi cilvēku un materiālu resursi ir atvēlēti šo sacensību rīkošanai. Uzmanības vērti ir kaut vai fakti, ka sacensības notika Sopotas pilsētas mērijas galvenajā zālē un ka sacensību uzvarētājiem tika dāvināti datori. Tomēr uzreiz jāteic, ka labā nozīmē pietiekamais finansējums tika arī saprātīgi izlietots – nebija liekas izrādīšanās vai pompozitātes. Vienkārši bija redzams, ka arī olimpiādē tieši neiesaistītie cilvēki saprot, cik šis pasākums ir nozīmīgs un svarīgs. Ne velti pasaules līmeņa sacensībās Polijas pārstāvju vārdi ļoti bieži ir lasāmi starp labākajiem.

Bez saspringtajām sacensībām organizētāja valsts parasti cenšas rīkot arī kādus ārpus-sacensību pasākumus (ekskursijas, atpūtas vakarus). Tā bija arī šoreiz. Īsajā laikā izdevās apskatīt gan meža operu, kas ir slavēta ar saviem ikgadējiem estrādes mūzikas festivāliem, "Solidaritātes" šūpuli Gdaņsku, kuģubūvētāju pilsētu Gdīņu un Malborkas pili. Protams, krustu šķērsu tika izstaigāta pati Sopotas. Lai latviešu puiši neapmaldītos Polijas kūrortā, komandai bija "piestiprinātas" divas gides – Oļa un Danuta.

Sekojoš Vispasaules informātikas olimpiādes *IOI* tradīcijām, tika apbalvota apmēram puse dalībnieku. Šoreiz tika



Pirmajā rindā no kreisās: komandas vadītāja Ināra Opmane, gides Danuta un Oļa, Uldis Barbans, Ivars Atteka, Ģirts Folkmanis; *otrajā rindā no kreisās:* Ervīns Bebris, Sergejs Kozlovičs, Vladimirs Redjko, komandas vadītājs Mārtiņš Opmanis.

pasniegtas 24 medaļas (4 zelta, 8 sudraba un 12 bronzas). Interesanti, ka no katras valsts vismaz viens dalībnieks tika apbalvots.

Vislabāk grūtos uzdevumus atrisināt izdevās Igaunijas pārstāvim Martinam Pettai (520 punktu no 600 iespējamajiem). Par šo panākumu viņš tika apbalvots ar uzvarētāja kausu un klēpj datoru.

Latvijas pārstāvji ieguva divas sudraba (Ivars Atteka, 291 punkts, un Uldis Barbans, 289 punkti) un vienu bronzas (Ģirts Folkmanis, 210 punktu) godalgu. Ivars un Uldis balvās saņēma tintes drukātājus "HP DeskJet 980cxi", bet Ģirts – portatīvu kompaktdisku atskaņotāju.

Notika arī kāds informātikas olimpiāžu vēsturē nebijis gadījums – pēc pirmās sacensību dienas rezultātu saņemšanas Lietuvas komandas dalībnieks Gintautas Miliauskas vērsās pie žūrijas par to, ka viņam nepelnīti piešķirti simt punktu par uzdevumu "Spoguļu kaste". Žūrija pārbaudīja savu testēšanas programmu un atklāja tajā būtisku kļūdu. Par savu rīcību Gintautas saņēma "godīgas cīņas" speciālbaltu.

Lielu paldies gribu pateikt visiem, kas palīdzēja finansiāli – IZM ISEC un personīgi Inārai Akmenei, LKIF mērķprogrammai "Izglītībai, zinātnei un kultūrai", RITI mācību direktoram Mārim Vitiņam, SIA "Progmeistars" vadošajam pasniedzējam Sergejam Meļņikam, visu dalībnieku vecākiem un jo īpaši Ivaram Attekam.

Ierobežotajos finansiālajos apstākļos brauciens nebūtu bijis iespējams bez Māra Rimkus piedalīšanās ar viņam piederošo mikroautobusu.

Komandas sagatavošanā lielākie nopelni ir Sergejam Meļņikam un LU FMF bakalauram Kristam Boitmanim.

Sacensības bija individuālas, tāpēc nekādi oficiāli kopvērtējumi rēķināti netika. Katrs to var izdarīt pats, ielūkojoties sacensību tīmekļa vietnē: <http://www.ii.uni.uroc.pl/boi/>.

Vēl daži vārdi par uzdevumiem. Kopš Baltijas informātikas olimpiādes pirmsākumiem galīgais uzdevumu komplekts top, katrai da-

libvalstij iesūtot vienu vai vairākus uzdevumus. Pēdējo gadu laikā līdz ar dalībnieku skaita pieaugumu ne visi iesūtītie uzdevumi tiek iekļauti sacensību programmā. Par iespējamo uzdevumu komplektu tiek balsots elektroniski jau pirms sacensībām, vēl mājās esot. Laikus tiek sagatavoti arī uzdevumu tulkojumi. (Vispasaules olimpiādē tulkošana tiek veikta uz vietas naktī pirms katras sacensību dienas.) Uzdevumu tulkojumus latviski šogad sagatavoja K. Boitmanis un M. Opmanis. Protams, ka uzdevumu iepriekšzināšana uzliek lielāku atbildību komandu vadītājiem. Tomēr līdz šim nekādas problēmas šāda darba organizācija nav radījusi un, cerams, ka tā būs arī turpmāk.

Šogad organizētāji palutināja uzdevumu iesūtītājus – ja citus gadus atrisinājums, testi, pārbaudes programma bija uzdevuma iesūtītāja ziņā, tad šogad šīs rūpes uzņēmās organizētāji, sagatavojot visu nepieciešamo paši.

Visbeidzot – ieskatam Latvijas piedāvātais uzdevums "Spoguļu kaste", kas tika iekļauts olimpiādes pirmās dienas sacensībās:

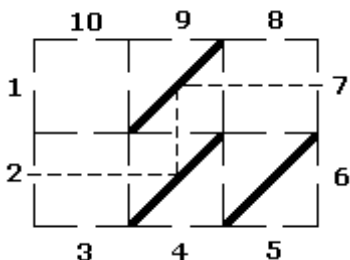
Matemātikim Andrim patīk dažādi atjautīgi priekšmeti, un viena no viņa vājībām ir slēgtu necaurspīdīgu spoguļu kastu izgatavošana. Ja aplūko spoguļu kastes horizontālo šķērsriezumu, tad redzams, ka tās pamats sastāv no $n \cdot m$ (n rindas, m kolonnas) kvadrātveida nodalījumiem. Katrā no tiem var atrasties spogulis, kas novietots pa diagonāli no kreisā apakšējā stūra uz labo augšējo stūri. Spoguļa abas puses ir gaismu atstarojošas.

Kastes malās pretī katrai nodalījumam rindai un kolonnai atrodas pa spraugai, pa kurām kastē iespējams iespīdināt gaismu un pa kurām gaismas var tikt no kastes ārā. Gaismu kastē pa jebkuru no spraugām var spīdināt tikai tā, ka gaismas stars ir paralēls kādai no kastes sānu malām. Tādēļ gaismas stars, kritot uz spoguļi, maina savas kustības virzienu par 90 grādiem. Ejot cauri tukšam nodalījumam, gaismas stara virziens nemainās.

Spraugas ir sanumuretas pēc kārtas ar naturāliem skaitļiem no 1 līdz $2 \cdot (n+m)$ pretēji



1. zīm. Kastes ārējais izskats.



2. zīm. Kastes šķērsgriezums.

pulksteņrādītāja virzienam, sākot no kreisās malas augšējās spraugas uz leju. Gaismas stara ceļš no otrās līdz septītajai (vai arī no septītās līdz otrajai) spraugai vienam spoguļu kastes piemēram parādīts 2. zīmējumā.

Tā kā spoguļu izvietojums nav redzams, vienīgā iespēja to noteikt ir spīdināt gaismas staru pa kādu no spraugām iekšā un skatīties, kur šis stars nāks ārā.

Uzdevums

Uzrakstīt programmu, kas:

- no ievaddatu faila **box.in** nolasa kastes izmērus un atbilstošos spraugu pārus, pa kuriem gaismas stars tiek spīdināts kastē iekšā un attiecīgi nāk ārā;
- nosaka, kuros nodalījumos ir spoguļi un kuros nav;
- rezultātu ieraksta izvaddatu failā **box.out**.

Ja iespējami vairāki atrisinājumi, izvadiet vienu no tiem.

Ievaddati

Teksta faila **box.in** pirmajā rindā ir dotas divu veselu pozitīvu skaitļu n (nodalījumu rindu skaits, $1 \leq n \leq 100$) un m (nodalījumu kolonnu skaits, $1 \leq m \leq 100$) vērtības, kas

atdalītas ar tukšumsimbolu. Nākamajās $2 \cdot (n+m)$ faila rindās dots pa vienam naturālam skaitlim. Faila $(i+1)$ -jā rindā esošais skaitlis ir tās spraugas numurs, pa kuru gaisma spīdēs ārā, ja tā iespīdināta pa i -to spraugu.

Izvaddati

Teksta failā **box.out** jāizvada n rindas pa m veseliem skaitļiem katrā. Faila i -tās rindas j -tajam skaitlim jābūt 1, ja nodalījumā kastes i -tās rindas j -tajā kolonnā ir spoguļi, vai 0, ja šis nodalījums ir tukšs.

Starp katriem diviem blakus skaitļiem jāizvada viens tukšumsimbols.

Piemērs

Ievaddatu failam **box.in**

2 3

9

7

10

8

6

5

2

4

1

3

atbilst izvaddatu failā **box.out**

0 1 0

0 1 1

Atrisinājuma algoritms (autors Kristis Boitmanis)

Uzdevums ir risināms ar alkatīgu (*greedy*) algoritmu. Vispirms sanumurēsim kastes kolonnas ar skaitļiem no 1 līdz m no kreisās uz labo pusi. Sanumurēsim arī rindas no augšas uz leju ar skaitļiem no 1 līdz n (rindas numurs patiesībā sakrīt ar tās spraugas numuru, kas atrodas šajā rindā kastes kreisajā malā).

Sākumā pieņemsim, ka kaste ir tukša. Mēģināsim pēc kārtas spraugās no pirmās līdz $(n+m)$ -tajai spīdināt gaismas starus tā, lai tie nāktu ārā pa vajadzīgajām spraugām, vajadzības gadījumā izvietojot kastē jaunus spoguļus

(precizāks spoguļu izvietojanas algoritms aprakstīts tālāk). Kad gaismas stari spraugās ar numuriem no 1 līdz $n+m$ ir korekti izspīdināti, tad spoguļi ir izvietoti tā, ka, pārejās $n+m$ spraugās spīdinot gaismas staru, tas nāks ārā pa vajadzīgo spraugu (jo stara spīdināšana ir simetriska).

Kā tad izspīdināt kārtējo staru pa spraugu ar numuru k , ja spraugās ar numuriem no 1 līdz $k-1$ stari jau korekti ir izspīdināti? Te jāšķiro četri gadījumi.

1. Stars jāspīdina no kastes kreisās malas (t. i., $k \leq n$) pa kastes augšējās malas spraugu kolonnā c . Vispirms iespīdinām staru pa k -to spraugu kastes nodalījumā $(k, 1)$ (k -tās rindas pirmajā nodalījumā). Pieņemsim, ka mēs jau esam staru aizvadījuši līdz nodalījumam (i, j) .

- Ja $j = c$, tad mēs jau esam nonākuši līdz vajadzīgajai kolonnai, ieliekot spoguļi nodalījumā (i, j) , izspīdinām staru pa vajadzīgo spraugu no kastes ārā un esam beiguši.
- Ja virs nodalījuma (i, j) nav neviena spoguļa, tad vadām staru vienu nodalījumu pa labi (uz nodalījumu $(i, j+1)$).
- Virs nodalījuma (i, j) ir spogulis rindā r . Ieliekot spoguļi nodalījumā (i, j) , laužam staru uz augšu un, staram lūstot pret spoguļi nodalījumā (r, j) , nonākam nodalījumā $(r, j+1)$.

2. Stars jāspīdina no kastes kreisās malas (t. i., $k \leq n$) pa kastes labās malas spraugu

rindā r . Vispirms iespīdinām staru pa k -to spraugu kastes nodalījumā $(k, 1)$. Pieņemsim, ka mēs jau esam staru aizvadījuši līdz nodalījumam (i, j) .

- Ja $i = r$, tad mēs jau esam nonākuši līdz vajadzīgajai rindai un stars jau spīd ārā pa vajadzīgo spraugu. Varam beigt.
- Pārējie divi soļi ir tādi paši kā pirmajā gadījumā.

3. Stars jāspīdina no kastes apakšējās malas (t. i., $k > n$) kolonnā c .

- Ja stars jāspīdina ārā pa kastes augšējo malu tajā pašā kolonnā, kurā stars ir jāspīdina iekšā, tad nekas nav jādara – stars jau spīd pareizi.

- Pretējā gadījumā kolonnā c noteikti jābūt ieliktam kādam spogulim. Pieņemsim, ka zemākais spogulis šajā kolonnā atrodas rindā r . Tad mēs, izmantojot šo spoguļi, aizvadām staru uz nodalījumu $(r, c+1)$ un tālāk rikojamies tieši tāpat kā pirmajā vai otrajā gadījumā (atkarībā no tā, vai stars ir jāizvada pa kastes augšējo vai labo malu).

Kā jau viegli redzēt, algoritma darbības rezultātā stari maksimāli tiecas uz augšu. Algoritma korektuma pierādījums tiek atstāts lasītāja ziņā, jo tas ir vienkāršs, bet tehniski apjomīgs.

Ja lasītāju ir ieinteresējusi informātikas olimpiāžu tematika, aicinu ielūkoties tīmekļa vietnē <http://vip.latnet.lv/lto>. 🐦

Vasaras numurā publicētās krustvārdu mīklas “Par Ērgļa nometni” atbildes

Līmeniski: 4. Debess. 6. Delta. 7. Liksnas. 9. Kārlis. 12. Radioteleskops. 16. Baldone. 18. Rucava. 19. Vabole. 20. Vilks. 22. Pi. 24. Lambda. 25. JAK.

Stateniski: 1. Meteori. 2. Zenīts. 3. Ēta. 5. Gamma. 8. Naktis. 9. Kapa. 10. AI. 11. Alfa. 13. Sigulda. 14. Ungārija. 15. Saule. 17. Perseidas. 21. Vasara. 23. LAB.

Ērgļa nometnes konkursa (sk. “ZvD” vasara, 2001, 58. lpp.) rezultāti

1. *jautājuma atbilde.* Liksnas meteorīts nokrita 1820. gada 12. jūlijā. Atrastās daļas tika izvestas no Latvijas. Lielākā daļa pašlaik atrodas Kijevā, Ukrainas ZA Ģeoloģijas muzejā.

2. *jautājuma atbilde.* Nometnē “Ērgļa Lambda” piedalījās 85 dalībnieki.

Visprecīzāk atbildēja **Jānis Blūms**, pareizi atbildot uz 1. jautājumu, bet otrajā gadījumā norādīja 90–110 dalībniekus. Uzvarētājs saņēms pārsteiguma balvu.

M. G.

JĀNIS JAUNBERGS, DACE MELDERE

MARSA POLU LEDUS UN PUTEKĻU HRONIKA

Planētu dzīves cikli norit tik lēni, ka cilvēkiem tie ir gandrīz neuztverami. Šodienas skats uz Marsu līdzinās tauriņa lidojuma momentfotogrāfijai: mums pietrūkst laika dimensijas, lai patiesi izprastu Marsu. Iedomāsimies, kā būtu, ja mēs varētu vērot Marsu miljardu reižu paātrinātā videofilmā. Katra tūkstošgade ilgtu tikai minūti – kāpu lauki viļņotos kā ūdens, gaišo putekļu klātie rajoni slidētu pār planētas virsmu un, atkarībā no Marsa orbītas cikliskās attīstības, polu ledus cepures lēnām augtu vai saruktu.

Trīs Marsa orbītas parametru periodiskās svārstības izraisa Marsa gravitācijas mijiedarbība ar citām planētām, it īpaši ar Jupiteru. Katru reizi, kad Marss savā orbītā tuvojas Jupiteram, rodas vāji paisuma spēki, kas mazliet maina Marsa orbītu un rotācijas ass virzienu. Simtiem tūkstošu gadu laikā šie niecīgie efekti summējas un ļoti būtiski ietekmē Marsa klimatu.

Orbītas ekscentricitāte (*sk. att. 52. lpp.*) jeb eliptiskums svārstās ar 100 tūkstošu gadu ciklu, kurš pārklājas ar ilgāku 2 miljonu gadu ciklu. Pašreizējās mēreni ekscentriskās orbītas efekti izpaužas polāro rajonu asimetrijā. Šobrīd Dienvidu puslodes vasara sakrīt ar Marsa tuvošanos perihēlijam, tāpēc Dienvidu puslodes polārā cepure saņem vairāk Saules siltuma un vasarā iztvaiko spēcīgāk nekā Ziemeļu puslodes polārā cepure.

Ne vienmēr Dienvidu polārajai cepurei bija jācieš no relatīvi siltajām perihēlija vasarām. Pirms piecdesmit tūkstošiem gadu Marsa poli bija mainītās lomās, un Marsa tuvošanās Saulei sakrīta ar Ziemeļu puslodes vasaru, jo Marsa

rotācijas ass (*sk. att. 52. lpp.*) bija vērsta citādā virzienā.

Precesija ir rotējoša ķermeņa “virpuļošana”, ko viegli var modelēt, spēlējoties ar vilciņu. Rotaļu vilciņa rotācijas ass mēdz mest haotiskas cilpas, kas ideālos apstākļos aprakstītu konusveida figūru. Vilciņa ass precesē ārējo, galvenokārt Zemes smaguma, spēku iedarbībā. Marss griežas ap savu asi starpplanētu telpas bezsvara stāvoklī, taču arī uz Marsu iedarbojas ārēji spēki. Jupitera un citu planētu ierosinātie paisuma spēki tomēr ir tik niecīgi, ka pilns precesijas cikls notiek 100 tūkstošos gadu – ļoti ilgi pēc cilvēku dzīves mērauklas. Mūsu iedomātajā miljardu reižu paātrinātajā videofilmā Marsa rotācijas ass precesētu ar stundas un četrdesmit minūšu periodu, taču tās aprakstītā figūra nelīdzinātos konusam. Tā vietā, lai Marsa debesu Ziemeļpols 100 tūkstošu gadu laikā uz zvaigžņu fona aprakstītu apli, patiesībā tas iezīmē plašu spirāli.

Polu slīpums jeb noliekums pret orbītas plakni nosaka to, cik lielā mērā Marsa poli vasarā ir pavērsti pret Sauli. Pie pašreizējā 25° polu slīpuma Saule Marsa polāro apgabalu debesis nekad nepaceļas vairāk kā 25° virs apvāršņa. Pēdējo 100 tūkstošu gadu laikā Marsa debess ekvatora slīpums pret ekliptiku ir mainījies no 15° līdz 35° un atpakaļ. Tātad reizēm poli ir saņēmuši krietni vairāk, reizēm – krietni mazāk siltuma nekā mūsdienās.

Saulei sasniedzot 35° virs apvāršņa, iepriekšējā ziemā nogulsnētais polāro cepuru ledus droši vien strauji sublimējās, un ledāju virskārta līdz rudenim pārvērtās tumšā, putekļainā garozā. Oglekļa dioksīda un ūdens tvai-

ku sezonālais masveida transports no vienas polārās cepures uz otru un atpakaļ noteikti radikāli ietekmēja Marsa vējus, gaisa mitrumu un citus klimata aspektus. Var pat iztēloties, ka ievērojamais mitruma daudzums Marsa ziemas puslodē varētu kondensēties sniega veidā, nevis kā pašlaik novērojamā sarmas sega.

Marsa klimata mierīgie periodi ar salīdzinoši nelielu ass slīpumu nav tik interesanti – Saule pārsvarā atrodas virs ekvatora rajoniem, polus apspīd lēzenā leņķī, un tās blāvā gaisma polārajiem rajoniem nedod jūtamu siltumu. Praktiski viss mitrums šajos laikmetos paliek ieslēgts polārajos ledājos, un arī oglekļa dioksīda sublimēšanās un izsalšana no atmosfēras ir minimāla. Tad Marsa vēji aprimst uz vairākiem desmitiem tūkstošu gadu, un atšķirības starp ziemu un vasaru gandrīz izzūd. Plānā, mierīgā atmosfēra droši vien kļūst dzidra, un putekļu pārvietošanās uz polu cepurēm apstājas.

Ari Marsa polu slīpuma pārmaiņas ir pakļautas ilgākiem 1 miliona un 5 miljonu gadu cikliem. Lai gan pēdējā miliona gadu laikā Saule nekad nav pacēlusies vairāk kā 35° virs poliem, tālākā senatnē vairāku šo ciklu summēšanās dēļ polu slīpums varēja sasniegt pat 60°!

Ir interesanti apcerēt, cik savāds klimats toreiz valdīja uz Marsa. Polārie apgabali pārmaiņus piedzīvoja pusgadu ilgas, karstas polārās dienas un ļoti dziļas, aukstas polārās nakts. Vasaras siltums polu cepuru ledu sublimēja gluži kā komētas kodolu starplanētu telpā,

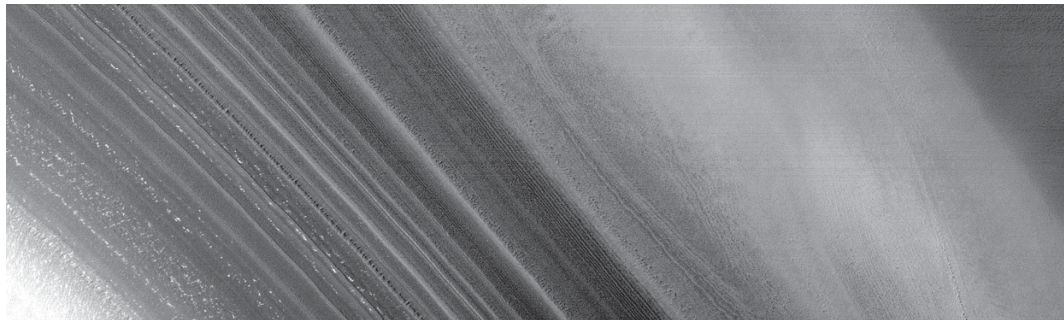


Ziemeļu ledāju nogāzē saskatāmi miljonos gadu nogulsņēti ledus un putekļu slāņi.

NASA/JPL/MSSS attēls

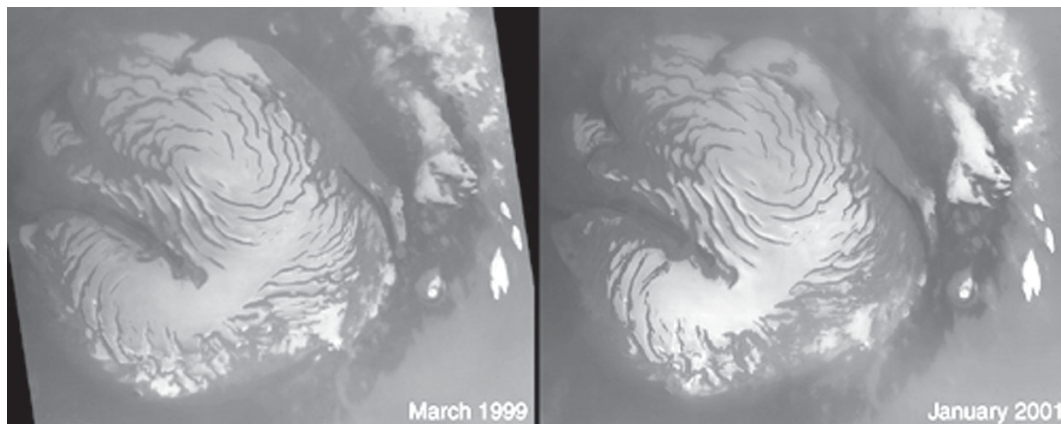
un līdz ar gaistošajām vielām atbrīvojās arī milzīgi putekļu daudzumi.

Iespējams, ka tie bija īsti putekļu laikmeti, kad citkārt polārajās cepurēs ieslēgtie putekļi pārklāja visu Marsa virsmu vairākus metrus biezā slānī. Daži Marsa pētnieki pat domā, ka šķietami mūžīgās polu cepures pie 60° polu slīpuma vasarā pilnībā iztvaikoja, lai



Ziemeļu polāro ledāju piekābē redzami slāņi ar dažādu putekļu sastāvu (mērogs 10 km×3 km).

NASA/JPL/MSSS attēls



Ziemeļu polāro ledāju pārmaiņas viena Marsa gada laikā.

NASA/JPL/MSSS attēls

katru gadu pa jaunam nogulsnētos ziemas puslodē. Pašlaik novērojamo polu cepuru neseno vēsturi apliecina, piemēram, meteoru triecienkrāteru gandrīz pilnīgais trūkums.

Gravitācijas perturbāciju matemātiskie modeļi nevar precīzi paredzēt visus Marsa polu precesijas un slīpuma maiņu ciklus. Spriest par faktisko klimata vēsturi ir vēl grūtāk, jo Marsa daba uz Saules gaitu debesis reaģē ļoti sarežģīti. Atmosfēras siltuma, mitruma, spiediena un putekļainības mijiedarbība ar polu cepurēm līdzinās laika prognozēšanas problēmai uz Zemes.

Par laimi, Marss glabā objektīvu klimata pagātnes hroniku. Marsa polu cepures skaidri parāda vētrains, putekļains laikmetu miju ar mierīgajiem laikmetiem, kad putekļi svaigas sarmas slāņos nenogulsnējās. Polu ledāju nogāzes līdzinās senai grāmatai, kuras lappuses ir tālā pagātnē nogulsnētie ledus un putekļu slāņi. Gaišo un tumšo joslu secība ļoti atgādina matemātiski modelētos klimata ciklus, lai arī precīza korelācija vēl nav zināma. Būtu ārkārtīgi vilinoši no orbitas iegūtajās augstas izšķirtspējas fotogrāfijās precīzi datēt dažādus slāņus un pirmo reizi izlasīt Marsa pēdējo desmit miljonu gadu patieso vēsturi. Cerams, ka Marss kalpos par dabisku laboratoriju, kura palīdzēs pārnest tiltu no planētu orbītu attīstī-

bas vienkāršā, seklā haosa izpratnes uz daudz dziļāko, neparedzamāko haosu, ar ko jāsaškaras klimata pārmaiņu modelēšanā.

Marsa orbitālās uzvedības niķi ir izteiktā kontrastā ar Zemes rāmo vēsturi. Zemes poli gan precesē ar samērā īsu 25,8 tūkstošu gadu periodu, bet, pateicoties gandrīz riņķveidīgajai orbitai, tam nav pārāk dramatisku klimata efektu. Zemes ass slīpums pret ekliptiku svārstās pavisam nedaudz – no 22° līdz 25°. Iespējams, ka šis 41 tūkstošu gadu cikls tomēr pietiekami ietekmē arktisko apvidu saņemto Saules siltumu, lai izraisītu ledus laikmetus (Milankoviča teorija).

Ledus laikmetu hronikā atspoguļojas arī Zemes orbītas ekscentricitātes vājas pārmaiņas. Vai Zeme ir vienmēr bijusi tik stabila, ka tās klimats piedzīvojis vienīgi īslaicīgus ledus laikmetus? Droši vien, ka jā – Jupitera radītie paisuma spēki nespēj pārāk ietekmēt Zemi, kas atrodas ciešākā gravitācijas saistībā ar Sauli nekā Marss. Citu planētu ietekmi nomaskē arī spēcīgie Mēness paisuma spēki, kuri tiecas stabilizēt Zemes rotācijas asi. Tomēr pat ar ledus laikmetiem pietiek, lai atgādinātu par cilvēces vēstures saistību ar kosmosa likumiem. Varbūt Marsa klimata attīstības izpratne ļaus veidot labākus datormo-

deļus, lai saprastu gan Marsa, gan arī Zemes klimata nākotni.

Ar rakstu saistītas interneta adreses

http://sci.esa.int/content/doc/77/24439_.htm – ESA tīkla lapa par Marsa poliemi un klimata vēsturi.

<http://www.gi.alaska.edu/ScienceForum/ASF8/825.html> – raksts par Zemes orbītas parametru korelāciju ar ledus laikmetiem.

<http://www.treasure-troves.com/physics/PrecessionObliquityInduced.html> – planētu polu precesijas matemātiska analīze. 🐦

TAMS ZARNIKS

MĀKSLĪGĀ GRAVITĀCIJA LIDOJUMOS UZ MARSU

Ilgstoša uzturēšanās bezsvārā izraisa dažādas fizioloģiskas problēmas, galvenokārt kaulu un muskuļu atrofiju (sk. Tams Zarniks. “Cilvēka pielāgošanās bezsvara stāvoklim” – *ZvD*, 2001. g. vasara, 19–23. lpp.). Tālu kosmisko ekspedīciju plānotāji iedalās divās nometnēs ar atšķirīgiem bezsvara problēmu risinājumiem.

Bezsvara adaptācijas popularizētāji uzsvēr medicīniskas dabas pasākumus, lai ļautu astronautiem labāk pielāgoties un funkcionēt bezsvara stāvoklī bez negatīvām fizioloģiskām sekām. Medicīniskie pētījumi šajā virzienā ir Starptautiskās orbitālās stacijas galvenais mērķis.

Mākslīgās gravitācijas piekritēji uzsvēr, ka pielāgošanās bezsvaram nav nepieciešama, ja lidojuma laikā var nodrošināt imitētu gravitāciju, parasti ar kosmiskā kuģa rotācijas kustības palīdzību. Šajā rakstā tuvāk apskatīsim mākslīgās gravitācijas iespējas un tehniskos risinājumus.

Jau 1911. gadā Ciolkovskis atskārta, ka pierasto Zemes gravitāciju var aizstāt ar kosmiskā kuģa rotāciju. 1927. gadā Hermanis Nordungs grāmatā “*Kosmisko lidojumu problēmas*” izklāstīja pirmo detalizēto rotējoša kosmiskā kuģa projektu, kas sasniedza amerikāņu publikas apziņu 1952. gadā, pateicoties Verneera fon Brauna populārajiem kosmosa apgūšanas rakstiem žurnālā “*Collier's*”.

1966. gadā *Gemīni* astronauti Ričards Gordons un Pits Konrads savu kuģi *Gemīni* ar trosi piesēja pie izlietotās *Agena* raķešpakāpes un ar manevrēšanas dzinēju palīdzību uzsāka

rotācijas kustību. Tādējādi pirmo reizi kosmisko lidojumu vēsturē tika demonstrēta mākslīgā gravitācija (sk. att. 53. lpp.).

Skylab kosmiskās stacijas apkalpe regulāri nodarbojās ar treniņiem, skrienot pa stacijas 7 metru diametra iekšpusi kā vāveres riteni. Šis asprātīgais paņēmieni apvienoja fizisko aktivitāti ar paša astronauta kustības radītu mākslīgo gravitāciju.

Vēlāk, astoņdesmitajos gados, krievu *Kosmos* sērijas pavadoņos tika iebūvētas centrifūgas eksperimentiem ar sīkiem dzīvniekiem. Tika noskaidrots, ka centrifūgas radītā 1 g mākslīgā gravitācija pilnīgi novērš dzīvnieku kaulu un muskuļu atrofiju kosmiskā lidojuma laikā. Līdzīga – cilvēkiem piemērota – centrifūga bija ielānāta arī uzstādīšanai Starptautiskajā orbitālajā stacijā, taču projekta līdzekļu pārtērēšanas dēļ šo ideju neīstenoja.

Rotācijas radīto paātrinājumu var aprakstīt ar šādu formulu:

$$F = w^2 r,$$

kur F ir paātrinājums (m/s^2), w ir rotācijas frekvence (apgriezieni sekundē) un r ir rotācijas rādiuss metros.

Skaidrs, ka mākslīgās gravitācijas spēks būs atkarīgs no attāluma līdz kosmosa kuģa rotācijas asiņ. Šeit parādās pirmā problēma: ja rotējoša kosmosa kuģa diametrs ir 8 metri, astronauta kājas būtu 4 metru attālumā no centra, bet galva – 2 metru attālumā. Kājas tālā justu divreiz stiprāku centrālās spēku nekā galva! Tamlīdzīgi gravitācijas gradienti

cilvēkiem ir grūti panesami, it īpaši – intensīvi darbojoties pa kuģa iekšieni. Mainoties dažādu ķermeņa daļu attālumam līdz rotācijas centram, nemitīgi mainās šķietamie gravitācijas spēki, un iestājas apjukums vai nelabums.

Tā saucamais Koriolisa efekts ir vēl viena atšķirība starp centrālās spēku un istu gravitāciju. Objektu dažādos attālumos no rotācijas centra ne tikai izjūt dažādu smaguma spēku, bet arī kustas ar dažādiem pieskares ātrumiem. Jau pieminētajā 8 metru diametra kosmiskajā kuģī uz grīdas nomests kartupelis kustētos pa aploci ar divreiz lielāku ātrumu nekā cits kartupelis, ko cilvēks pacēlis 2 metru augstumā virs grīdas. Nometot kartupeli no 2 metru augstuma, tas šķietami tiektos lidot rotācijai pretējā virzienā, līdz sasniegtu grīdu. Cilvēkam noliecot galvu vai apsēžoties, iekšējās auss līdzsvara orgāni sajūtu līdzīgu sāņus velkošu spēku. Neviens vēl nav ilgstoši uzturējies vidē, kur valda intensīvi Koriolisa spēki, taču var mēģināt minēt, ka ātra kustība pa ciešu apli radītu daudz jocīgākas sajūtas nekā burāšana pa sabangotu jūru.

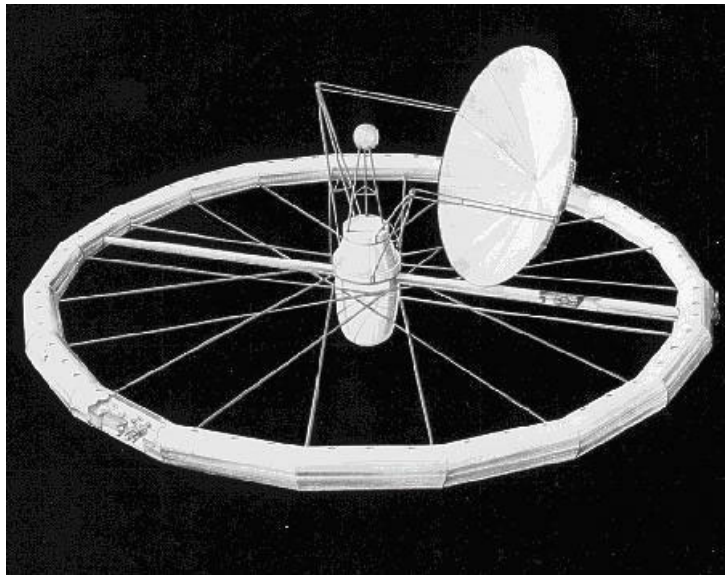
Gravitācijas gradientu un Koriolisa spēku mazināšanai vēlams pēc iespējas liels rotācijas rādiuss. Lidojot pa apli ar 2 kilometru rādiusu, 2 metru augstuma atšķirības radītais gravitācijas gradients būtu tikai viena tūkstošdaļa. Gadu gaitā ir ierosināti vairāki tehniskie risinājumi, kas pieļautu ļoti garus rotācijas rādiusus.

Vernera fon Brauna klasiskā kosmiskā stacija bija iecerēta kā milzīgs vairāku simtu metru liels ritenis (*sk. att.*), kur dzīvojamās telpas būtu izvietotas pa aploci, un cilvēki baudītu relatīvi normālu 1 g gravitāciju. Vēlāk šo ideju turpināja Džerards O'Neils un viņa sekotāji, kas

bija iecerējuši milzīgas, rotējošas “ritenstacijas” stabilajos Zemes un Mēness L4 un L5 librācijas punktos. Mūsdienu kosmiskās stacijas šim paraugam neseko, jo kosmiskajiem pētījumiem ir nepieciešams bezsvara stāvoklis.

Starplanētu kuģiem lieli maksīgās gravitācijas riteņi neapšaubāmi ir par smagiem. Racionālāki risinājumi paredz izmantot divus vai trīs moduļus, kas saistīti ar stieniem vai trosēm un griežas ap kopīgo smaguma centru (*sk. att. 53. lpp.*). Vēl vienkāršāka ir *Mars Direct* plānā izvirzītā ideja izlietotās nesējraķetes augšējās pakāpes izmantot par rotācijas pretsvāru.

Kosmiskā kuģa sasaistīšana garā trosē ar izlietoto raķešpakāpi teorētiski ļauj izmantot vairākus kilometrus garu rotācijas rādiusu, kas praktiski novērstu Koriolisa spēkus un gravitācijas gradientu. Tomēr rodas citas problēmas. Kā lai sazinās ar Zemi, ja antenas “šķīvis” rotācijas dēļ nemitīgi jātēmē pareizajā virzienā? Saules baterijām arī vēlams vērsums pret Sauli, citādi cietīs kuģa elektroapgāde. Trajektorijas korekcijas manevriem nepieciešams



Att. Vernera fon Brauna 1952. gadā iecerētā stacija.

Česlija Bonstella zīm.

orientēt dzinējus aprēķinātajā virzienā, lai kuģis nenovirzītos no optimālā lidojuma ceļa.

Visām tehniskajām problēmām var atrast risinājumus. Sakariem var izmantot fāzētos antenu režģus, kurus var tēmēt elektroniski. Kuģi var noklāt ar Saules baterijām no visām pusēm, lai elektroapgāde būtu nepārtraukta neatkarīgi no orientācijas. Raķešdzinējus var darbināt īsu impulsu veidā brīžos, kad to virziens sakrīt ar vēlamo, par spīti rotācijas kustībai.

Tomēr, tāpat kā ar daudzām progresīvām kosmosa apgūšanas idejām, mākslīgajai gravitācijai nāksies gaidīt uz labvēlīgu politisko vidi. Nopietnu naudas summu ieguldīšana rotējošu kosmisko kuģu projektos būtu pret-runā ar milzīgajām politiskajām likmēm, kas pašlaik ir liktas uz bezsvara pētījumiem Starp-

tautiskajā orbitālajā stacijā. Jautājums par bezsvara pētnieku vai mākslīgās gravitācijas inženieru uzvaru starpplanētu pilotējamo lidojumu plānošanā būs vistiešākajā mērā atkarīgs no Starptautiskās orbitālās stacijas projekta sekmēm.

Ar rakstu saistītas interneta adreses

<http://members.aol.com/dsfpportree/exannotations.htm> – Mēness un Marsa ekspedīciju projektu vēsturisks pārskats.

<http://www.marsacademy.com/artgrav.htm> – mākslīgās gravitācijas apsvērumi Marsa ekspedīcijām.

http://www.spacefuture.com/archive/artificial_gravity_and_the_architecture_of_orbital_habitats.shtml – detalizēta mākslīgās gravitācijas analīze.

Tulkojis Jānis Jaunbergs

KONKURSS LASĪTĀJIEM

“Marsa apvidus mašīna”. Attēlā redzama neliela, vaļēja transportlīdzekļa izkraušana no lielākas, hermētiski slēgtas apvidus mašīnas.

Jautājumi

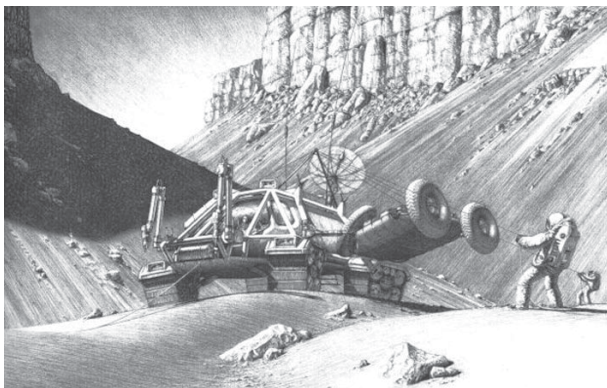
1. *Kādās situācijās viegls, vaļējs transportlīdzeklis būtu labāks par slēgtā tipa mašīnu?*

2. *Kādas priekšrocības ir slēgtajai mašīnai?*

3. *Spriežot pēc slēgtās mašīnas konstrukcijas, cik tālu no bāzes ar to varētu doties?*

4. *Vairākas Marsa biedrības komandas būvē Marsa apvidus mašīnu prototipus. Kā jūs konstruētu mašīnu, ar ko divi cilvēki var komfortabli doties nedēļu ilgos izbraukumos?*

Atbildes ar norādi “Marsa konkursam” gaidīsim **līdz 31. oktobrim**. “ZvD” redakcijas kolēģijas adrese: Raiņa bulv. 19, Rīga, LV-1586. Labāko atbilžu autori saņems ar Marsu saistītas balvas.



Jānis Jaunbergs

IEPRIEKŠĒJĀ NUMURĀ IZSLUDINĀTĀ MARSA KONKURSA REZULTĀTU APKOPOJUMS

Šoreiz redakcija saņēma negaidīti daudz vēstuļu saistībā ar Marsa konkursu. Patīkami pārsteidza vairāku autoru rūpīgi un detalizēti sagatavotās atbildes, bet īpaši jāpiemin **Mārtiņa Sudāra** (Sarkanu pag. Madonas raj.) veikums – materiāls ir papildināts ar ilustrācijām, turklāt izvērtējamam papildus ir sniegts arī precizējums uzdevuma nosacījumos. Bet nu par visu pēc kārtas. Pirmais uzdevums bija izanalizēt attēlā redzamo lidmašīnu un, ņemot vērā Marsa atmosfēras mazāku blīvumu, noteikt, kādā augstumā virs Zemes būtu nepieciešams to izmēģināt. Lielākā daļa no jums ievēroja, ka lidmašīnai nav šasiju riteņu, tādēļ tai noteikti kaut kādā veidā būtu jāveic vertikāla pacelšanās. Otrs – nav redzami propelleri, kas nozīmē, ka tiek izmantota reaktīva kustība. Faktiski šis bija otrs jautājums: “*Kādus dzinējus varētu izmantot Marsa lidmašīna lidojumam ogļskābās gāzes atmosfērā?*”

Pirmo jautājumu varēja risināt divējādi – vai nu veikt diezgan detalizētus aprēķinus, vai arī atrast minētās sakarības kādā uzziņu avotā. Mērķis bija noskaidrot spiedienu un gravitācijas līdzsvaru. Aprēķinu jomā izcēlās **Arvids Šimis** (Salacgrīva) un M. Sudārs. Jāteic, ka ar atmosfēru saistītie aprēķini ir samērā sarežģīts jautājums un katra papildu faktora ņemšana vērā ievieš savas korekcijas. Ļoti vērtīgu uzdevuma formulējuma precizējumu atsūtīja M. Sudārs, pareizi norādot, ka Zemes atmosfērā spiediens mainās e reizes nevis uz katriem 10 km, bet gan aptuveni katrus 7 km. Kāds varēja būt viens no aprēķinu ceļiem? Tā kā Marsa gravitācija ir tikai 38%, lidmašīnai uz Marsa vajadzēs 38% no tās celtspejas uz Zemes, tātad tā varēs lidot, ja atmosfēras blīvums ir par 62% mazāks. Vienkāršības labad var ignorēt atmosfēras sastāva un temperatūras ietekmi uz blīvumu. Pieņemsim, ka lidojums Marsa 0,006 atmosfēru spiedienā ir ekvivalents lidojumam uz Zemes pie $(0,006/0,62) = 0,0097$ atm. Kādā augstumā virs Zemes ir spiediens 0,0097 atm? $\ln(0,0097) = -4,64$ (respektīvi, $e^{-4,64} = 0,0097$). Tā kā spiediens mazinās e reizes uz katriem 7 km,

tad meklējamais augstums būs $4,64 \cdot 7 = 32,5$ km. Tas ir minimālais augstums, kādā būtu jālido lidmašīnai. Ja aprēķinos ignorē faktu par 38% vājāku gravitāciju, tad, pēc aprēķiniem, lidmašīnai ir jālido lielākā augstumā. Akceptējami ir arī rezultāti, kur ir lielāki augstumi virs Zemes. Tabulu izmantošana šajā gadījumā varēja būt ērtāks paņēmieni, lai arī bija jāņem vērā gravitācijas (un celtspejas) starpība. Par uzziņu avotiem varēja izmantot gan grāmatas vai enciklopēdijas, gan arī īpašas aprēķinu programmas, kur var veikt interaktīvus Zemes atmosfēras rādītāju aprēķinus vai tabulu sastādīšanu datortīmeklī (adrese <http://www.digitaldutch.com/atmoscalc/>).

Otrais jautājums neprasija aprēķinus, bet bija jāpadomā par tehniski pieejamāko un vienlaikus enerģētiski izdevīgāko risinājumu. Lielākā daļa autoru pārliecinoši kā labāko variantu vērtēja raķešdzinēja izmantošanu. Domas dalījās par izvēlēto degvielu. **Viesturs Kalniņš** (Liepāja) iesaka izmantot kombināciju metāns+skābeklis, ko varētu iegūt Fišera–Tropša degvielas sintēzes procesā, **Jānis Blūms** (Rīga) piedāvā cietās degvielas dzinējus. **Egils Baļčunas** (Rīga) iesaka variantu, ka ar spēcīgu lāzera staru varētu sakarsēt ogļskābo gāzi, kas izplešoties būtu izmantojama kā dzinējspēks, bet nenorāda, no kurienes ņemt enerģiju. Savukārt **Viesturs Kronbergs** (Priekule) iesaka ņemt līdzī tikai ūdeņradi, kuru varētu izmantot kā daļu no degvielas metāna sintēzes procesa pašā lidmašīnā lidojuma laikā. Tomēr arī tas prasa ieguldīt enerģiju, par kuras izcelsmi nav nekas minēts. Galvenā atziņa – jāizmanto raķešu dzinēji, bet degvielai ir jāņem līdzī oksidētājs. Saules bateriju izmantošana nebūs pietiekami efektīva.

Novērtējot visas atbildes, trīs labākie vēstuļu autori ir: **Mārtiņš Sudārs**, **Viesturs Kalniņš**, **Arvids Šimis**. Katrs kā balvu saņems Roberta Zubrina sarakstīto romānu “*First Landing*”, kurā atspoguļotas Marsa biedrībā paustās tehniskās idejas, kā arī **Jānis Blūms** saņems nelielu veicināšanas balvu. Aicinām piedalīties turpmākajos konkursos!

Mārtiņš Gills

ALEKSANDRS NIKOLAJEVS

SAULES PULKSTENĪ VISAI LATVIJAI

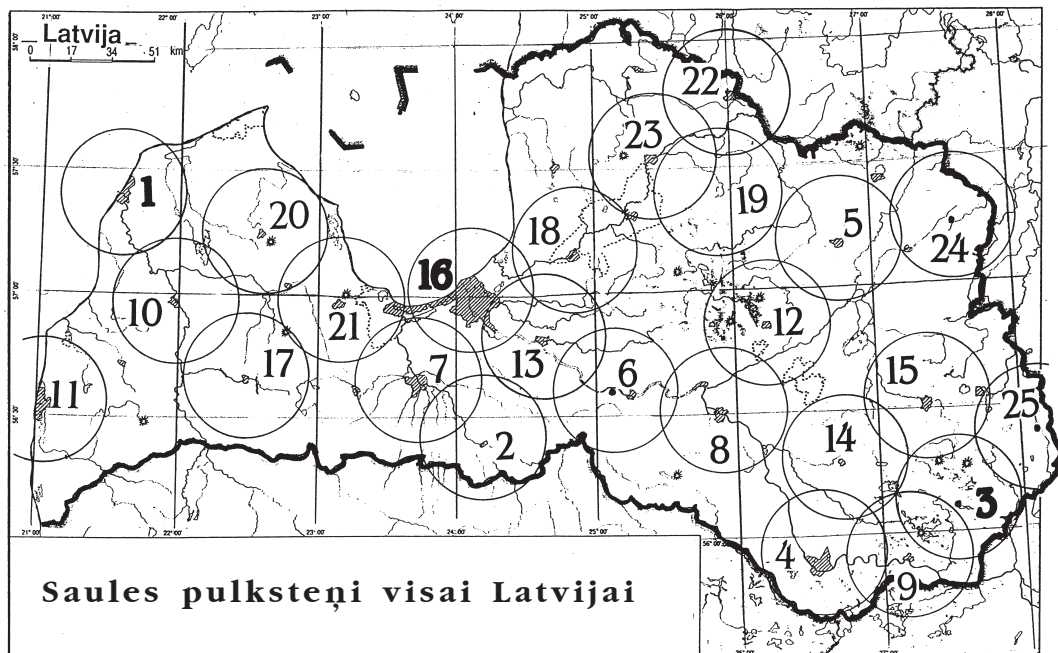
(Nobeigums)

CIPARNĪCAS SKALAS ŠABLONA IZVĒLE

Pāršķirstot rakstu, protams, pamanījāt, ka pēdējās trīs lappuses aizņem gandrīz vienādas tabulas un diagrammas. Tas arī ir sagatavots pamatmateriāls Saules pulksteņa uzbūvēšanai. Visdrīzāk tabula ciparnīcas uzbūvēšanai jums pat nebūs vajadzīga. Bet tā ir bāze diagrammai, no kuras jūs kopēsiet skalu.

Es izvēlējos 25 pilsētas un pilsētiņas, kas ir samērā viendabīgi izvietotas pa Latvijas terito-

riju (*sk. att.*). Apkārt katram punktam uz Latvijas kartes tiek iezīmēts aplītis, kura robežas garumu virzienā (uz rietumiem un austrumiem) pulksteņa kļūda nepārsniedz 2 minūtes. Platumu virzienā (uz ziemeļiem un dienvidiem) kļūda pulksteņa skalai ir niecīga. Žurnālā nav iespējams nopublicēt visas 25 tabulas un diagrammas, tāpēc tika izvēlētas trīs no tām, kas vislabāk parāda skalas Latvijas centrālajai, austrumu un rietumu daļai (atbilstoši **Rīga**, **Dagda** un **Ventspils** – aplū numuri Latvijas kartē 16, 3 un 1). Pēc vajadzības dati par citiem skalas paraugiem ir pieejami “ZvD” redakcijā.



Saules pulkstenis Rīgai

Platums

56,95 (56° 57')

Garums

(grādos)

24,1167

(stundās)

1,60778

Saules kulm.

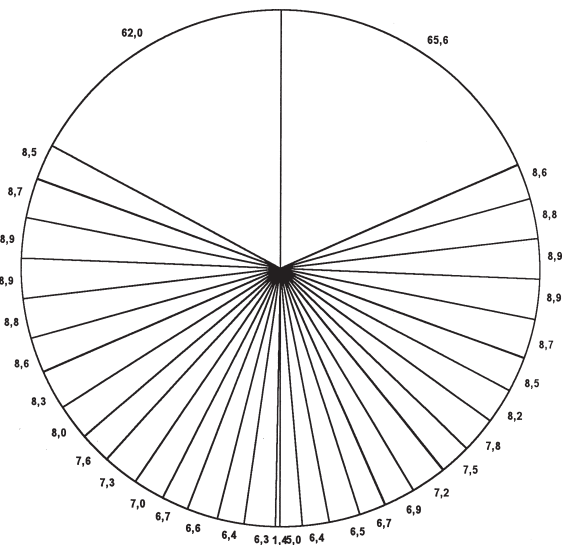
moments

13,3922

(st., min.)

13 24

Vasaras laiks		Laiks līdz pusdienai	Ciparnīcas leņķis	
(st., min.)	(st.)	(st.)	(grādos)	
6 00	6,0	7,392	114,4	65,6
6 30	6,5	6,892	105,8	8,6
7 00	7,0	6,392	97,0	8,8
7 30	7,5	5,892	88,1	8,9
8 00	8,0	5,392	79,2	8,9
8 30	8,5	4,892	70,5	8,7
9 00	9,0	4,392	62,0	8,5
9 30	9,5	3,892	53,8	8,2
10 00	10,0	3,392	46,0	7,8
10 30	10,5	2,892	38,5	7,5
11 00	11,0	2,392	31,4	7,2
11 30	11,5	1,892	24,5	6,9
12 00	12,0	1,392	17,8	6,7
12 30	12,5	0,892	11,3	6,5
13 00	13,0	0,392	5,0	6,4
13 235	13,39	0,000	0,0	5,0
13 30	13,5	0,108	1,4	1,4
14 00	14,0	0,608	7,7	6,3
14 30	14,5	1,108	14,1	6,4
15 00	15,0	1,608	20,7	6,6
15 30	15,5	2,108	27,4	6,7
16 00	16,0	2,608	34,4	7,0
16 30	16,5	3,108	41,7	7,3
17 00	17,0	3,608	49,3	7,6
17 30	17,5	4,108	57,3	8,0



18 00	18,0	4,608	65,6	8,3
18 30	18,5	5,108	74,2	8,6
19 00	19,0	5,608	83,0	8,8
19 30	19,5	6,108	91,9	8,9
20 00	20,0	6,608	100,8	8,9
20 30	20,5	7,108	109,5	8,7
21 00	21,0	7,608	118,0	8,5
				62,0

Jebkuras apdzīvotās vietas iedzīvotājs varēs izvēlēties sev piemēroto Saules pulksteņa ciparnīcas skalu. Pat ja jūsu dzīvesvieta neatrodas nevienā no aplīšiem – izvēlieties sev tuvāko ar aplī apvilktu pilsētu (vēlams pa vertikāli) un droši ķerieties pie darba.

Protams, nevar izmantot skalu, kura rēķināta ļoti attālai vietai. Tad kļūda laika noteikšanā var sasniegt vairākas minūtes! Piemēram, vietējā laika starpība Dagdai un Rīgai sasniedz 14 minūtes,

bet Zīlupei un Liepājai – 28 minūtes!

Ko iekļauj tabulas? Augšējā rindā jūs izlasīsiet tās pilsētas nosaukumu, kurai ir izrēķināta Saules pulksteņa ciparnīcas skala. Zemāk ir norādīts ģeogrāfiskais platums grādos decimāldaļu formā un arī grādos un minūtēs (iekavās). Tālāk ir norādīts ģeogrāfiskais garums: a) grādos (decimāldaļas) un b) stundās. Šajā laikā Zeme pagriežas par šo leņķi (24 stundu laikā tā pagriežas par 360 grādiem).

Saules pulkstenis Ventspilij

Platums

Garums

Saules kulg.

57,38 (56° 23')

(grādos)

(stundās)

13,5622

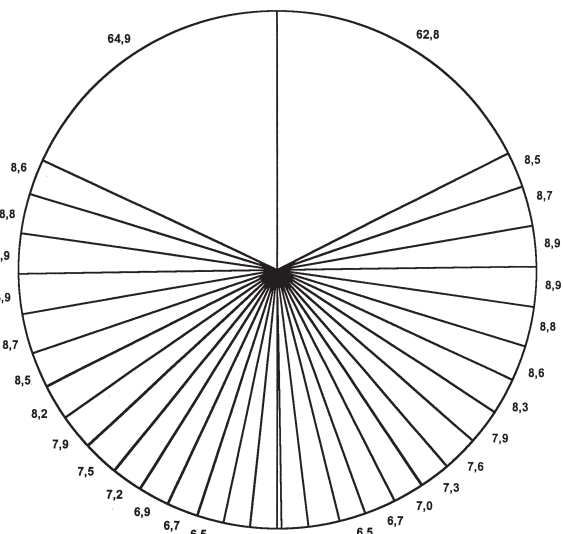
21,5667

1,43778

(st., min.)

13 34

Vasaras laiks		Laiks līdz pusdienai	Ciparnīcas leņķis	
(st., min.)	(st.)	(st.)	(grādos)	
6 00	6,0	7,562	117,2	62,8
6 30	6,5	7,062	108,7	8,5
7 00	7,0	6,562	100,0	8,7
7 30	7,5	6,062	91,1	8,9
8 00	8,0	5,562	82,2	8,9
8 30	8,5	5,062	73,4	8,8
9 00	9,0	4,562	64,9	8,6
9 30	9,5	4,062	56,6	8,3
10 00	10,0	3,562	48,6	7,9
10 30	10,5	3,062	41,0	7,6
11 00	11,0	2,562	33,8	7,3
11 30	11,5	2,062	26,8	7,0
12 00	12,0	1,562	20,1	6,7
12 30	12,5	1,062	13,5	6,5
13 00	13,0	0,562	7,1	6,4
13 30	13,5	0,062	0,8	6,3
13 337	13,56	0,000	0,0	0,8
14 00	14,0	0,438	5,5	5,5
14 30	14,5	0,938	11,9	6,4
15 00	15,0	1,438	18,4	6,5
15 30	15,5	1,938	25,1	6,7
16 00	16,0	2,438	32,0	6,9
16 30	16,5	2,938	39,2	7,2
17 00	17,0	3,438	46,7	7,5
17 30	17,5	3,938	54,6	7,9



18 00	18,0	4,438	62,8	8,2
18 30	18,5	4,938	71,3	8,5
19 00	19,0	5,438	80,0	8,7
19 30	19,5	5,938	88,9	8,9
20 00	20,0	6,438	97,8	8,9
20 30	20,5	6,938	106,6	8,8
21 00	21,0	7,438	115,1	8,6
				64,9

Rāmīt ir parādīts laiks, kurā Saule šajā pilsētā atrodas precīzi dienvidos (ja laika vienadojumam ir nulles vērtība).

Zemāk atrodas **piecas skaitļu kolonnas**. Ar *pirmajām divām* neskaidribu nebūs – tās ir “stundas/minūtes” un “stundas” decimāldaļas formā. Kolonnas vidū – vietējā pusdienlaika laiks (izcelts).

Trešajā kolonnā ir norādīts laiks **līdz** vai **pēc** pusdienlaika.

Ceturtajā kolonnā – leņķis uz ciparnīcas, ko skaita no pusdienlaika līnijas **ziemeļu** gala pretēji pulksteņa rādītāja (pirms pusdienlaika) vai pulksteņa rādītāja kustības virzienā (pēc pusdienlaika).

Piektajā kolonnā – leņķi starp ciparnīcas skalas iedaļām.

Atgādinām, ka pirmā ciparnīcas iedaļa atbilst **vasaras** laika pulksten 6. Katra nākamā iedaļa ir vilkta pēc pusstundas. Izņēmums ir

Saules pulkstenis Dagdai

Platums

56,1 (56° 06')

Garums

(grādos)

27,5333

(stundās)

1,83556

Saules kulm.

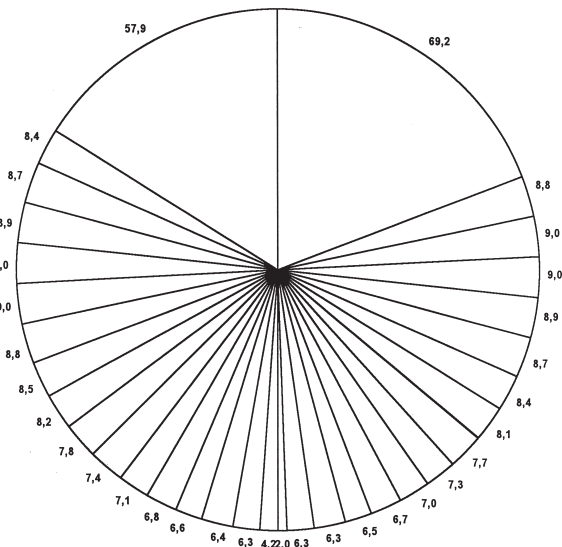
moments

13,1644

(st., min.)

13 10

Vasaras laiks		Laiks līdz pusdienai	Ciparnīcas leņķis	
(st., min.)	(st.)	(st.)	(grādos)	
6 00	6,0	7,164	110,8	69,2
6 30	6,5	6,664	102,0	8,8
7 00	7,0	6,164	93,0	9,0
7 30	7,5	5,664	83,9	9,0
8 00	8,0	5,164	75,0	8,9
8 30	8,5	4,664	66,3	8,7
9 00	9,0	4,164	57,9	8,4
9 30	9,5	3,664	49,8	8,1
10 00	10,0	3,164	42,1	7,7
10 30	10,5	2,664	34,8	7,3
11 00	11,0	2,164	27,8	7,0
11 30	11,5	1,664	21,1	6,7
12 00	12,0	1,164	14,6	6,5
12 30	12,5	0,664	8,3	6,3
13 00	13,0	0,164	2,0	6,3
13 10	13,16	0,000	0,0	2,0
13 30	13,5	0,336	4,2	4,2
14 00	14,0	0,836	10,5	6,3
14 30	14,5	1,336	16,8	6,4
15 00	15,0	1,836	23,4	6,6
15 30	15,5	2,336	30,2	6,8
16 00	16,0	2,836	37,3	7,1
16 30	16,5	3,336	44,7	7,4
17 00	17,0	3,836	52,5	7,8
17 30	17,5	4,336	60,7	8,2



18 00	18,0	4,836	69,2	8,5
18 30	18,5	5,336	78,0	8,8
19 00	19,0	5,836	87,0	9,0
19 30	19,5	6,336	96,1	9,0
20 00	20,0	6,836	105,0	8,9
20 30	20,5	7,336	113,7	8,7
21 00	21,0	7,836	122,1	8,4
				57,9

pusdienlaika līnija (uz paraugskalas atzīmēta ar N – *Nord*). Vasaras laika deļ pulkstenim jābūt ar divkāro skalu – viena skala vasaras laikam (norādīts tabulās) un otra skala ziemas laikam (ar vienas stundas nobīdi), sk., piemēram, skalas paraugu Ventspilij (*ZvD, 2001. g. pavasarī, 71. lpp.*).

Pusdienlaika līnija daudzos gadījumos ir ļoti tuva līnijām “13⁰⁰” vai “13³⁰”. Lai tās nesajauktu,

paskatieties ļoti slīpi uz lapu ar skalu vertikālās līnijas virzienā. Tieši gar to ir jāuzstāda ēnas rādītājs.

Tas arī ir viss. Atliek pieminēt, ka apdzīvoto vietu koordinātas ir ņemtas no 1995. gada “*Astronomiskā kalendāra*”.

Tulkotājs Dmitrijs Docenko

PIE ILUMETSAS METEORĪTU KRĀTERIEM

Fotoreportāža

Droši vien ikviens lasītājs ir dzirdējis vai pat pabijis Igaunijā pie Sāmsalā esošā Kāli meteorīta krātera. Par šo veidojumu “Zvaigžnotā Debess” ir rakstījusi ļoti sen (sk. A. Alksnis. “Meteorītu krāteri Sāremas salā” – *ZvD*, 1961. g. ziema), bet brauciens, kurā savulaik daļēji piedalījās arī Latvijas Astronomijas biedrības biedri, notika 1995. gadā. Kāli centrālais un blakus esošie nelielie krāteri ir interesanti, un tos tiešām ir vērts apmeklēt. Bet samērā maz astronomijas interesentu, kur nu vēl vienkāršu ceļotāju zina, ka Igaunijas dienvidu puses apmeklējuma maršrutā var iekļaut tādu interesantu apskates objektu kā Ilumetsas meteorītu krāteri.

Nepretendējot sniegt zinātniski precīzu aprakstu par krāteriem, es vēlējos šajā nelielajā fotoreportāžā “Zvaigžnotās Debess” lasītājus iepazīstināt ar pieejamajiem faktiem un personīgajiem iespaidiem. Jāteic, ka man pirmo reizi iznāca būt pie Ilumetsas krāteriem pirms vairākiem gadiem, kad kāda velobrauciena laikā pazīstamais velo lietu organizētājs Viesturs Silenieks aizveda mūsu nelielo grupu uz šo vietu. Pirmais, kas pārsteidza, bija pozi-



1. att. Lai nokļūtu pie krātera, ir jāiet cauri vairākiem ar kokgriezumos attēlotām velnu figūrām rotātiem vārtiem.

tīvā attieksme pret astronomiski ģeoloģiska rakstura veidojumu: ceļa malā redzams informācijas stends, blakus kokgriezumu veidojumi ar vārtiem, velniņu skulptūrām un nelielu guļbaļķu namiņu (sk. 1., 2. att.). Galvenais krāteris atstāja lielu iespaidu, tādēļ radās doma vairāk uzzināt par to, kā arī pārdomas – vai tiešām ir tā, ka Latvijā nav neviena meteorītu krātera, bet Igaunijā to ir vairāki? Šā iemesla dēļ vēlāk pabiju arī Smiltēnē pie iespējamā meteorītu krātera (sk. M. Gills. “Par Smiltēnes krāteri” – *ZvD*, 1999. g. rudens, 57., 58. lpp.), kas pēc formas it kā atbilst krāterim, bet apkārtnes reljefa kontekstā tam varētu būt arī ģeoloģiski tradicionālāka izcelsme.

Uz Ilumetsu 2000. gada maijā devāmies četri astronomijas interesenti. Dienvidaustri-igaunijā ir arī dažādi citi interesanti apskates objekti, piemēram, smilšu alas Piusā, senās



2. att. Netālu no krātera ir shematizēta apvidus karte. Krāteri ir parādīti ar nosaukumiem Põrgubaud, Kuradibaud, Sūgabvaid un Tondibaud.



3. att. Lielā krātera Põrgubaud kopskats.

pilsdrupas Vana Vahtselinā, Munameģis u. c. Ar sabiedrisko transportu turp nokļūt pagrūti, bet, ja nu kādreiz ceļš ved uz lielo Munameģa kalnu, tad ir vērts ar mašīnu vēl izbraukt papildu loku ap simt kilometru kopgarumā. Nepilnu divdesmit kilometru attālumā ziemeļos no Munameģa ir pilsēta Võru. No tās ir jābrauc aptuveni 40 km pa ceļu, kas ved apdzīvotās vietas Rāpina virzienā līdz vietai, kur ir asfaltētu ceļu krustojums ar norādi, ka pa kreisi ir pilsēta Põlva. Jānogriežas pa labi. Aptuveni pēc 6 km ceļš šķērso dzelzceļa līniju, bet kādus simt metrus pirms tam pa labi iet zemes seguma ceļš. Tajā ir jānogriežas, un aptuveni pēc kilometra labajā pusē būs neliela automašīnu novietne, informācijas stends



4. att. Põrgubaud krāteri pie ūdens līmeņa. Redzams izteikts valnis aptuveni triju cilvēku augumā.

un koka veidojumi. Šajā brīdī mērķis ir sasniegts.

Pavisam ir četri Ilumetsas krāteri, tomēr tā īsti ir atrodams tikai viens – Põrgubaud, kas neatstāj vienaldzīgu nevienu apmeklētāju. Pārējie trīs ir sekundārie krāteri, no kuriem mēs atradām tikai vienu, lai arī lielāka meklēšanas spara iespaidā mēs noteikti tos būtu atraduši.

Tātad par lielāko – Põrgubaud (sk. 3.–5. att. un attēlus 54. lpp.). Tulkojumā no igauņu valodas tas nozīmē *Elles bedre*. Vienkāršā mežā ir redzams ielokā esošs vaļņveida veidojums, kas lēzeni paceļas kāda metra vai divu augstumā. Ja uz tā uzkāpj, tad paveras



5. att. Skats uz krāteri no vaļņa augstākā punkta. Priekšplānā dažī koki, aiz tiem – krātera padziļinājums.



6. att. un 7. att. Meža pie *Sügavbaud* krātera. Priekšplanā lokveidā ir redzams valnis, bet vidusdaļā – piltuves veida bedre vairāku cilvēku augumu dziļumā.

Visi M. Gilla foto

liela ideāli apaļa bedre ar nelielu ezeriņu centrā. Faktiski šis lielums ir relatīvs – *Põrgubaud* diametrs ir 80 metru, bet dziļums – 12,5 m. Uzziņu literatūrā ir informācija, ka trieciens ir noticis pirms aptuveni 6000 gadiem. Interesanti, ka visu šo laiku relatīvi irdenā augsne ir saglabājusi krātera formu. Apstaigājot valni, var novērot, ka vienā pusē valnis ir mazliet lēzenāks. Novērtētais trieciena ātrums ir 0,5–3 km/s.

It kā netālu atrodas krāteris *Kuradibaud* (*Velna bedre*), kuru pēc pirmajiem mēģinājumiem neatradām, bet nolēmām apskatīt trešo – *Sügavbaud* (*Dziļā bedre*, sk. 6. un 7. att.), kas atrodas tālāk, arī mežā, bet tam par orientieri kalpo kāda lauku māja. Ceturto, *Tondibaud*, mēs orientieru trūkuma dēļ neatradām, bet tas mums atstāj iespēju braukt vēlreiz un veikt jaunus atklājumus.

Kā redzams no nosaukumiem, jau senatnē šīs bedres cilvēkiem asociējās ar kaut ko neierastu vai pat pārdabisku. Zinātniski bedru rašanās sāka izskaidrot tikai 20. gadsimtā, kad 1938. gadā krāterus sāka pētīt ģeologs Rūdolfs Artūrs Fridrihs Vilhelms Halliks. Iespējams, ka uz šo darbu mudināja fakts, ka jau ap 1928. gadu ģeologs Ivans Reinvalds bija publicējis hipotēzi par Kāli krāteru izcelsmi meteorītu triecienu iespēdā. Pēckara gados ar Kāli un

Ilumetsas meteorītu krāteru izpēti nodarbojās igauņu ģeologs Agu Aalaoe. Jāteic, ka vēl pašlaik nav plaši pieejama informācija par šiem krāteriem, jo arī šā raksta tapšanas laikā, sazinoties pa e-pastu ar Tartu observatoriju, bija pieejama tikai informācija par daudz populārāko – Kāli lielo krāteri.

Atliek tikai secināt, ka ir vērts aplūkot neparasto dabā, un gandrīz vienmēr būs ieraugāms kaut kas interesants.

Informācija internetā par meteorītu krāteriem:

<http://www.biiumaa.ee/~tarmisto/kaerdla/meteoriidikraatrid.html> – lappusē apkopota konspektīva informācija par ievērojamākajiem meteorītu krāteriem. Lai arī tā ir igauņu valodā, attēlus un skaitlisko informāciju var saprast ikviens. Pieminēts arī Dobeles “slēptais” krāteris;

<http://www.muinas.ee/ecp/kaali/en/index.html> – Kāli krāterim veltītas lappuses. Igauņu un angļu valodā. Ģeogrāfija, statistika un izpētes vēsture;

<http://www.egk.ee/geokeem/geotoobid/ilumetsa.html> un

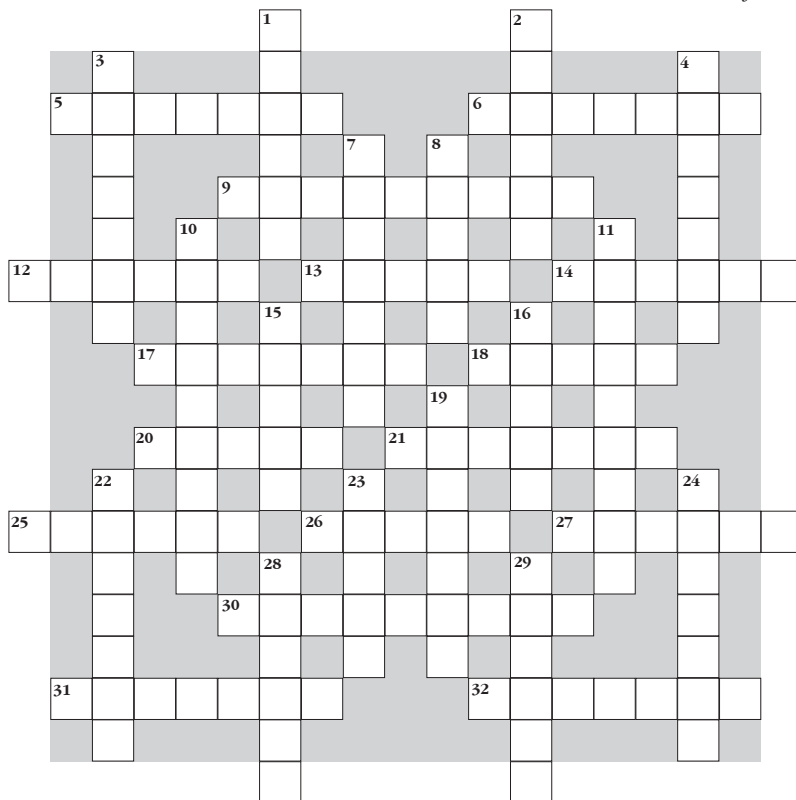
<http://www.loodus.ee/arne/market/eestimaa/92.html> – Ilumetsas krātera fotoattēli. 📷

KRUSTVĀRDU MĪKLA

Līmeniski: **5.** Vācu astronoms un matemātiķis (1571–1630), sastādījis planētu kustības tabulas. **6.** Tumšs sfērisks miglājs, kas redzams uz gaiša Piena Ceļa miglāju fona. **9.** Mazās planētas. **12.** Zaigot, laistīties. **13.** Viens no pirmajiem suņiem, kas pabijis kosmosā. **14.** Vācu automatiskā starpplanētu stacija. **17.** Rīgā dzimis zinātnieks un izgudrotājs, viens no raķešbūves pionieriem. **18.** Vispožākā mazā planēta. **20.** Angļu rakstnieks (1866–1946), fantastiskā romāna žanra klasiķis. **21.** Garuma mērvienība astronomijā. **25.** Amerikāņu astronoms, NASA starpplanētu pētījumu programmas vadītājs, kura vārdā nosaukta viena no mazajām planētām. **26.** Zemei tuvākā zvaigzne. **27.** Zvaigzne Perseja zvaigznājā. **30.** Planētas orbītas punkts, kurā planēta atrodas vistuvāk centrālajai zvaigznei. **31.** Zodiaka zvaigznājs. **32.** Hipotētiska planēta.

Stateniski: **1.** Saules un Mēness aptumsumu atkārtošanās periods. **2.** Ļoti spožs meteors. **3.** Meteorīti, kas nāk no Vaļa zvaigznāja. **4.** Latviešu astronoms (1928), M. Keldiša prēmijas laureāts. **7.** Krietošā zvaigzne. **8.** Krievu kosmonauts. **10.** Krievu kosmonauts, piedalījies trīs kosmiskajos lidojumos. **11.** Līnija, kas veido taisnu leņķi ar horizontālu plakni. **15.** Ostas pilsēta pie Melnās jūras, kuras vārdā ir nosaukts meteorīta krāteris ASV. **16.** ASV astronoms, veicis Mēness pārlidojumu ar kosmosa kuģi “Apollo 13”. **19.** Franču astronoms un fiziķis (1749–1827), kura vārdā ir nosaukta kāda hipotēze. **22.** ASV automatisko starpplanētu staciju sērija. **23.** Debess dienvidu puslodes zvaigznājs. **24.** ASV astronoms, veicis divus kosmiskos lidojumus. **28.** Franču astronoms (1688–1768), kura vārdā nosaukts Mēness krāteris. **29.** Rietumeiropas valstu kosmiskā raķete.

Sastādījis **Ollerts Zibens**



ZVAIGZNĀJI RUDENS PUSNAKTĪ

Vispazīstamākais rudens zvaigznājs ir Andromeda. Šis zvaigznājs nebūt neizceļas pie debesis, tieši otrādi – to iezīmē tikai trīs spožas zvaigznes. Andromedas zvaigznājs asociējas ar (1), kuru agrāk kļūdaini uzskatīja par miglāju. Tas atrodas “tikai” 2,225 miljonus gaismas gadu attālumā no Saules. Tas ir lielākais objekts ārpus mūsu Galaktikas, kuru varam sākatīt pat ar neapbruņotu aci. Pa labi no Andromedas atrodas (2), kurš grieķiem šķitis kā zirgs ar spārnēm. Pa kreisi no (2) atrodas (3) zvaigznājs. (3) seno grieķu teikās tiek attēlots kā varonis, kurš izglāba Andromedu no jūras briesmoņa. (3) zvaigznāja zvaigzne β jeb (4) arābiem bija pazīstama jau pirms vairākiem simtiem gadu. Arābi to nosauca par *El-Gul* jeb velna zvaigzni, kuru eiropieši vēlāk pārdēvēja par (4). Senāk tā šķita ļoti mistiska zvaigzne, jo, būdama 2. zvaigžņlieluma zvaigzne, tā pēkšņi satumsa līdz 4. zvaigžņlielumam – zvaigzne mainījās debesis, kuras viņi uzskatīja par nemainīgām. Tikai 18. gadsimtā pamanīja, ka tās spožuma maiņas notiek periodiski. Mūsdienās tā ir pazīstama kā aptumsuma maiņzvaigzne jeb (4). Tā sastāv no divām zvaigznēm, un aptumsumu izraisa vājāk spīdošās zvaigznes nostāšanās starp mums un spožāko zvaigzni. (3) izceļas arī diezgan spoža (5) η un χ ; binokli var izšķirt, ka patiesībā to veido divas vaļejas zvaigžņu kopas, kuras katrā sastāv no apmēram 300 zvaigznēm. Uz Perseja un Kasiopejas zvaigznāju robežām atrodas (6) meteoru plūsmas (7). (6) ir spožākā meteoru plūsma, kuras aktivitātes maksimums ir 12. augustā. Dažreiz, kad Mēness neapgaismo debesis, stundā var saskatīt pat ap 50 meteoriem. Šī plūsma, kuru izraisīja Svīfta–Tatla komēta, tiek novērota vismaz

2000 gadu. Tieši zem (2) atrodas (8) zvaigznājs, kuru senajās kartēs attēlo kā divas zivis, kas savienotas ar ķēdēm. Zivju zvaigznājā atrodas (9) punkts, kuru parasti apzīmē kā Υ . Interesanti, ka (9) punktu apzīmē ar Auna zīmi, bet pats punkts atrodas (8) zvaigznājā. Pirms 2000 gadiem (9) punkts patiesi atradies Auna zvaigznājā, taču (10) dēļ tas ir pārvietojies uz Zivju zvaigznāju. Apmēram 2600 gadu laikā tas būs pārvietojies jau līdz (11) zvaigznājam, kurš atrodas pa labi no (8) zvaigznāja. (11) zvaigznājā atrodas divu meteoru plūsmu (7): maija sākumā aktīvas ir η -akvarīdas, par kurām vēsturiskie dati liecina jau kopš 401. gada, jūlija beigās un augusta sākumā aktivitātes maksimumu sasniedz δ -akvarīdas, arī šī plūsma labāk novērojama dienvidu puslodē. Zem Andromedas, pa labi no (8) zvaigznāja, atrodams Trijstūra zvaigznājs, kurā atrodas liela, ne pārāk spoža (12) galaktika, kuru astronoms Šarls Mesjē savā katalogā ievietoja ar 33. numuru. Zem Trijstūra atrodas zodiaka zvaigznājs (13), kurā ir trīs spožas zvaigznes. Zem (8) zvaigznāja atrodas Valis, kurā ir diezgan īpaša zvaigzne Vaļa o jeb (14), kas tulkojumā no latīņu valodas nozīmē “brīnišķīgā”, kuras vārdā ir nosaukta pat vesela maiņzvaigžņu klase. Savā spožuma maksimumā tā var sasniegt pat 2. zvaigžņlielumu, bet pēc 166 dienām, spožuma minimumā, tā kļūst tikai binokli saskatāma 9. zvaigžņlieluma zvaigzne. Virs (2) starp Kasiopejas un Gulbja zvaigznājiem atrodas vāji saskatāms zvaigznājs (15). Bet zem (11) atrodas Dienvidu Zivs vienīgā zvaigzne (16), kura ir redzama Latvijā skaidros rudens vakaros.

Skatītu vietā ielieciet pareizos nosaukumus!

Inga Začeste

ILGA DAUBE

ASTRONOMS UN KARAVĪRS INDRIĶIS ARTURS BRIKMANIS



I. A. Brikmanis (1911–1945)

Šā gada 4. decembrī aprit 90 gadu, kopš dzimis LU Astronomiskās observatorijas asistents Indriķis Arturs Brikmanis. Kā minēts viņa vecuma zīmē¹ (dzimšanas apliecībā), viņa šūpulis kārts 1911. gada 21. novembrī (pēc vecā stila) Zaļenieku pagastā, Zaļās draudzes mācītājmuižā rentnieku Kristapa un Paulīnas Brikmaņu ģimenē.

Mācījies Zaļenieku pamatskolā, no 1922. gada – Jelgavas aprinča vidusskolā. 1928. gada 14. jūnijā beidzis Zaļenieku vidusskolas kursu pēc reālskolas tipa. Gatavības apliecībā visos

¹ Šie un turpmāk minētie I. A. Brikmaņa biogrāfijas dati iegūti Latvijas Valsts Vēstures arhīvā 7427. f., 1. apr., 12924. l. un 13. apr., 266. l.

priekšmetos redzama atzīme 5, t. i., ļoti labi. Tātad vidējā izglītība apgūta ar izcilību.

1928. gada rudenī I. A. Brikmanis iestājies LU Matemātikas un dabaszinātņu fakultātes matemātikas nodaļā (studenta matrikula 13086) un 1932./1933. mācību gada rudens sesijā izturējis šīs nodaļas astronomijas grupas akadēmiskos galapārbaudījumus. Tālāk seko skolotāja darbs Gaujienas ģimnāzijā no 1933. gada 15. janvāra līdz 31. jūlijam, bet no 1933. gada 1. oktobra I. A. Brikmanis ievēlēts par LU Astronomiskās observatorijas subasistentu līdzšinējā subasistenta Jēkaba Videnieka (1908–1964) vietā, kas iesaukts karadienestā, līdz J. Videnieka karaklausības beigām.

1935. gada 25. septembrī Indriķim Arturam Brikmanim izsniegta pagaidu apliecība Nr. 17371 (kas gada laikā jāapmaina pret diplomu), ka viņš ļoti sekmīgi pabeidzis LU Matemātikas un dabaszinātņu fakultātes matemātikas nodaļas pilnu kursu, kādēļ viņam uz minētās fakultātes 1935. gada 20. septembra lēmuma pamata piešķirts matemātikas zinātņu kandidāta grāds. Pagaidu apliecību parakstījis LU rektors J. Auškāps un sekretārs A. Valdmānis.

No 1936. gada 15. oktobra līdz 1938. gada 14. janvārim I. A. Brikmanis bijis obligātajā aktīvajā karadienestā sakaru bataljonā. Beidzis sakaru virsnieku vietnieku kursus, specialitāte – telefonists. Pēc atgriešanās no karadienesta *cand. math.* I. A. Brikmanis turpina darbu LU Astronomiskajā observatorijā kā subasistents, strādājot pusslodzi un dalot šo posteni ar Jēkabu Videnieku, kas pilda otru pusslodzi. Pa karadie-

² L. Roze. “Latviešu astronomi Otrā pasaules kara dārdos” – *ZvD*, 1995/1996. g. ziema, 45.–47. lpp.

nesta laiku I. A. Brikmani Astronomiskajā observatorijā aizvietoja Kārlis Kaufmanis (dz. 1910. gadā), vēlākais ASV Minesotas universitātes astronomijas profesors². 1939. gada 15. aprīlī I. A. Brikmanis ievēlēts par jaunāko asistentu.

Visā darbības laikā LU Astronomiskajā observatorijā I. A. Brikmanis paralēli strādā arī par matemātikas un kosmogrāfijas skolotāju M. Milleres un M. Bekeres privātajās ģimnāzijas, kā arī 2. Rīgas arodu skolā. Šajā laikā izstrādāts arī zinātniskais darbs "*The Graphical and Analytical Results if Latitude and Longitude are Determined by the Method of Equal Altitudes*" (*Grafiski un analītiski atrastie rezultāti, nosakot vietas ģeogrāfiskās koordinātas pēc vienādo augstumu metodes*), kas publicēts LU Astronomiskās observatorijas rakstu krājumā Nr. 4, 13–29. lpp.

Tā saucamo vienādo augstumu metodi tolaik lietoja ģeodēzijā vietas ģeogrāfiskā platuma un garuma vienlaicīgai noteikšanai. Pēc šīs metodes novērotājs atzīmē momentus, kad vairākas zvaigznes sasniedz vienu un to pašu zenītdistanci. Aptuveni zinot novērotāja atrašanās vietu (φ_0 un λ_0), var arī aprēķināt novēroto zvaigzņu zenītdistances. Tā kā novērošanas vietas ģeogrāfiskās koordinātas zināmas tikai aptuveni, novērotās un aprēķinātās zenītdistances nesakrītis, bet veidos zināmas starpības. Pēc šīm starpībām tad var aprēķināt φ_0 un λ_0 kļūdas $d\varphi$ un $d\lambda$, ko var veikt gan analītiski, gan grafiski. I. A. Brikmaņa darbā salīdzināti analītiski un grafiski iegūtie rezultāti, apstrādājot vienu un to pašu novērojumu materiālu. Secināts, ka abas metodes ir vienlīdz precizas, bet grafiskā metode ir pārskatāmāka un mazāk darbietilpīga.

LU jaunākā asistenta Indriķa Artura Brikmaņa personālakta dokumentos redzams, ka 1935. gadā viņš kopā ar māti dzīvojis Rīgā, bet tēvs miris. 1938. gada 24. decembrī salaulāts ar Zoju Mirdzu Balodi (dz. 1920. gadā), un 1940. gada 9. jūnijā viņiem piedzimis dēls Arnis.

Tālāk atrodams LU Matemātikas un dabaszinātņu fakultātes dekāna Fr. Gulbja (1891–1956) 1942. gada 30. jūnija ziņojums LU rektoram "*.. asistents A. Brikmanis, kas briuaprātīgi*

pieteicies kara dienestā, sākot ar š. g. 22. jūniju, nepilda savus pienākumus Universitātes dienestā. Laiņņi lūdzu piešķirt asistentam A. Brikmanim likumā paredzētās 2 nedēļas atvaļinājumu ar atalgojumu, skaitot ar š. g. 22. jūniju, un pēc tam atvaļinājumu kara dienesta dēļ."

1942. gada 26. jūnijā 266. E bataljona komandieris apliecina, ka "*virsnieka vietnieks Brikmanis Arturs sastāv dienestā 266. E bataljonā. Latviešu aizsardzības vienības visas paredzētās kaujas darbībai. Apliecība izdota iesniegšanai agrākai darba vietai...*"

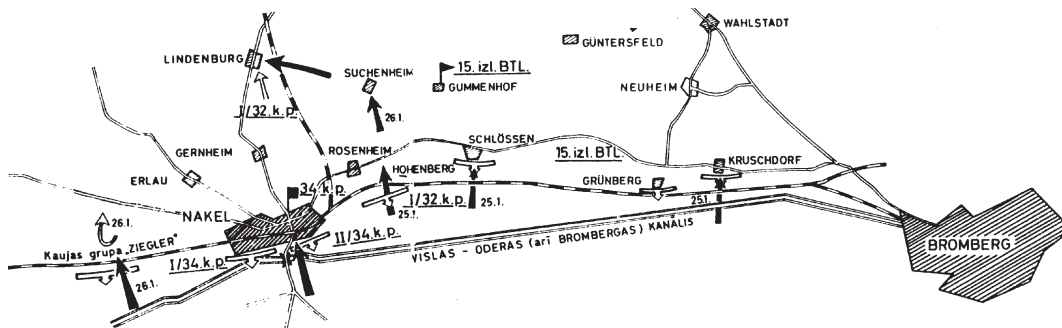
Par I. A. Brikmaņa karavīra gaitām zināms ļoti maz. Latviešu leģiona virspulkveža Artura Silgaiļa (1895–1997) grāmatā "*Latviešu leģions*", kā arī ģenerāļa Rūdolfa Bangerska (1878–1958) grāmatā "*Mana mūža atmiņas*" minēts, ka 266. E bataljons (lidz 1942. gada 18. maijam Rēzeknes kārtības dienesta 16. E bataljons) bijis novietots Bolderājā un paredzēts par apmācības un papildinājumu (rezerves) bataljonu pārējām kārtības dienesta (policijas) slēgtajām vienībām. Bataljonā darbojušies arī grupu un vadu komandieru kursi. Tādā kārtā bataljona sastāvs visu laiku mainījās. Nāca klāt jauni dalībnieki, bet vairāk vai mazāk apmācītie karotāji papildināja pārējās slēgtās vienības, kas bija izformētas pa visu Austrumfronti no Somijas jūrasliča līdz Melnajai jūrai, kaut arī sākumā bija noteikts, ka šīs vienības izmantos Latvijas teritorijā.

1944. gada septembra beigās 266. E bataljons pārvietots uz Vāciju Latviešu leģiona 15. divīzijas rīcībā.

Nav zināms, cik ilgi 266. E bataljonā atradās I. A. Brikmanis. Latvijas Valsts vēstures arhīvā (LVVA)³ atrodamas tikai viņam izmaksāto atalgojumu kartes (*Begübrniskarte*) par laiku no 1943. gada jūlija līdz 1945. gada februārim.

Kopš 1944. gada novembra nauda sūtīta Zojai Brikmaņa kundzei ne vairs uz Rīgu, bet gan uz Greicu (*Greiz*) Tiringenē, Vācijas dien-

³ LVVA P-180. f., 5. apr., 96. l.



Att. Virsleitnanta Brikmaņa pēdējās kaujas un iespējamā kapavieta starp Nakeli un Brombergu. Shēma no dokumentu un atmiņu krājuma “Latviešu karavīrs Otrā pasaules kara laikā” (VI sēj., 1978, Daugavas Vanagu Centrālās valdes izdevums).

vidos. Pēdējais sūtījums izdarīts 1945. gada 5. februārī par 1945. gada martu un aprīli. Šajās kartēs minēts, ka Arturs Indriķis Brikmanis stājies dienestā 1943. gada 11. jūlijā, bet 1944. gada 20. aprīlī paaugstināts par virsleitnantu (*Obersturmführer*). Iespējams, ka 1943. gada 11. jūlijā I. A. Brikmanis atstājis Bolderāju un devies uz fronti, bet pirms tam atalgojumu saņēmis Rīgā personīgi.

Par virsleitnanta Indriķa Artura Brikmaņa kara gaitu noslēgumu svarīgu informāciju sameklējis *Dr. phys.* Leonids Roze: “Vispirms jāatzīmē, ka Latviešu leģiona 15. divīzija 1944. gada vasaras atkāpšanās kaujās Latvijas austrumu robežas tuvumā bija galīgi saplucināta. Cīnīties spējīgie karavīri un saglabātais bruņojums nonāca 19. divīzijas rīcībā, kas pārvietojās uz Kurzemi, lai turpinātu atvairīt uzbrucējus, bet 15. divīzijas struktūras ar ierobežotu virsnieku un instruktoru kontingentu kopīgi ar tikko jauniesauktajiem karavīriem tika pārvietotas uz apmācību novietojumu dienvidrietumos no Dancigas kaujas spēju atjaunošanai.

Daugavas Vanagu organizācijas dokumentu un atmiņu krājumos “Latviešu karavīrs Otrā pasaules kara laikā” atrodamas skopas ziņas par virsleitnantu Brikmani (VI un X sēj.). Viņš ieradies divīzijas 32. pulkā (datums nav

norādīts), bijis štāba rotā sakaru vada komandieris. Divīzijas atjaunošanas un apmācību darbu pārtrauca strauja sarkanarmijas ofensīva. 1945. gada 22. janvāra vakarā pulks saņēmis pavēli ieņemt aizstāvēšanās pozīcijas. Ar uzbrūkošo ienaidnieku pulka vienības sastapušās ziemeļos no Vislas–Oderas kanāla Nakelas tuvumā (tagad Polijas teritorijā pilsēta Naklo), kur 25. janvārī štāba rotas vada komandieris virsleitnants Brikmanis kritis (sk. att.). Tuvāku ziņu par notikušo nav mūsu rīcībā. Tāpat nav arī nekādas norādes par kritušā mirstīgo atlieku atdusas vietu.”

LU Astronomiskās observatorijas asistentu Indriķi Arturu Brikmani pazinu kopš sava studiju laika pagājušā gadsimta trīsdesmito un četrdesmito gadu mijā. Pie viņa studenti varēja vērsties pēc padoma praktiskās astronomijas praktisko darbu laikā. Tādā sakarībā arī pāris reizes lūdzu viņa konsultāciju, taču tuvāk sadarboties neiznāca. Nekad arī netiku viņu redzējusi karavīra ietērpā. I. A. Brikmaņa izskats, stāja un izturēšanās izraisīja simpātijas. Viņš bija nosvērts un mierīgs, taču ne tāds, kas labprāt vēlētos sevi izcelt vai uzsvērt savu autoritāti. Attiecībās ar līdzilvēkiem, domāšanas, bija drīzāk kautrīgs un atturīgs. Salīdzinājumā ar viņu, otrs tālaika Astronomiskās observatorijas asistents Jēkabs Videnieks, kurš,

būdams jau leģionārs, vairākas reizes iegriezās observatorijā, likās pašapzinīgāks un vairāk ievērojams.

Grūti pārvērtēt I. A. Brikmaņa varonīgo izšķiršanos starp pienākumu pret ģimeni par labu savai tautai un valstij. Brīvprātīgi kara aiziedams, viņš taču mājās atstāja māti, gados

tik jaunu sievu un pavisam mazu dēliņu. Diemžēl vēsturiskie apstākļi tolaik nebija labvēlīgi ne Latvijas valstij, ne latviešu tautai.

Indriķa Artura Brikmaņa kapa vieta nav zināma. Viņa piemiņu varam saglabāt tikai domās, godinot viņa varonību reizē ar pārējiem Dzimtenes aizstāvjiem pret sarkano teroru. 🐦

ILZE LOZE

MAIJU KULTŪRA UN OBSERVATORIJA CIČENICĀ

Maiju bagātais kultūras mantojums, kas saglabājies ne tikai slēpts zem zemes kārtas, bet arī izcilu arhitektūras pieminekļu veidā, jau vairākus gadsimtus nodarbina zinātnieku prātus. Latviešu lasītājam par šo patiesi augsto Centrālamerikas kultūru, kas piederīga vienai no nozīmīgākajām klasiskajām civilizācijām uz mūsu planētas un pastāvējusi laikā no 200. līdz 850. gadam, ir bijusi iespēja gūt priekšstatu, izlasot izdevniecības “Zinātne” vēl 1971. gadā publicēto V. Kuzmičeva zinātniski populāro grāmatu “*Maiju priesteru noslēpums*”.

Arvien vairāk Latvijas tūristu tagad sāk apmeklēt Amerikas kontinentu, tostarp arī Centrālamerikas eksotiskos plašumus. Laikrakstu pielikumam slejās var lasīt viena vai otra tūrista atzinumu par arheoloģisko pieminekļu apskates vērtību, iemūžinot tos krāsu foto, pretstatā aprakstiem par tukšu un bezrūpīgu izklaidi attiecīgās zemes bāros un pludmalē.

Pasažieriem, kas uz Centrālameriku dodas pirmo reizi mūžā, interese ir sakāpināta, jau lidmašīnai paceļoties no Hitrovas lidostas un šķērsojot Atlantijas okeānu. Vēl jo vairāk, ja ir bijusi iespēja skatīt šīs iztēli rosinošās zemes videofilmā. Sarkanā bultiņa lidmašīnas salona videoekrānā redzamajā kontinenta daļā arvien vairāk ekskursantus tuvina Centrālamerikai. Ja esat ieguvis vietu pie iluminatora, tad, veroties lejup Ziemeļamerikas plašumos, jūsu acis priesīs Skārletas O'Hāras Taras sarkanā zeme Atlantijas tuvumā, pārplūdušās upes Jaun-

orleānas pievārtē, bet vētra Meksikas jūras līcī liks aizdomāties par cilvēciskām vērtībām gadu tūkstošu gaitā. Lidmašīnai samazinot ātrumu, 10–15 minūtes jūs atradīsities virs Mehiko – pasaules gigantiskās pilsētas.

Laiks ir zelts, un it īpaši to izjūtam tajos mirkļos, kad varam aci pret aci sastapties ar seno civilizāciju arheoloģiskajiem pieminekļiem un visām tām lielajām kultūras vērtībām, ko neatlaidīgi vāc arheoloģiskais dienests.

Meksikas nacionālais antropoloģijas muzejs, kas atrodas Mehiko vecpilsētas centrā, galvaspilsētas galvenās maģistrāles *Paseo de la Reforma* malā, darbdienās ir atvērts no plkst. 9 līdz 19. Ko redzēt šeit būs atliku likām. Maiju civilizācijai veltītā ekspozīcijā 10. hallē uzmanību piesaista pie pretējās sienas izklātais mūsdienīgi platais videoekrāns. Uz tā cits pēc cita skatītāju acu priekšā slid maiju arhitektūras pieminekļi klasisku maiju melodiju pavadībā. Tiek piedāvāta iespēja piedalīties ekskursijā tropu mežonīgajā Jukatanas pussalā, skatot ekrānā seno maiju pilsētu, tajā skaitā arī Uhmalas, Maijapanas un Cičēnicas tik dažādos arhitektūras pieminekļus.

Cičēnicai maiju civilizācijas vēsturē ir bijusi īpaša vieta. Tā uzskatāma par maiju spožāko ceremoniālo centru klasiskā perioda laikā Jukatanas pussalā. Turklāt tās arhitektūras pieminekļi ir vislabāk saglabājušies, respektīvi, tos bija vieglāk restaurēt, jo šī pilsēta atradās visistākajos džungļos. Kad eiropieši

šo pilsētu atklāja 1840. gadā, uz piramīdu – tempļu kāpnēm zaļoja krūmi, bet celtni piekāpē atradās nogruvušas izcilas celtniecības detaļas, tostarp arī tik populārā maiju mitoloģijas motīva – “Spalvotās Čūskas” – akmeņi atveidotā galvas skulptūra ar atvērtu muti.

Mūsdienu Čičenica ir sakopta, tūristu apmeklēta, celtnes restaurētas, ir uzceltas trīs viesnīcas, tajā skaitā viena – arheologiem, blakus atrodas restorāni un auto parks. Mūs interesējošās pilsētas sakoptā daļa pieder tās vēsturiskajam centram ar piramīdu – pili (*El Castillo*), Svēto aku, Karotāju, Jaguāra, Ziemeļu un Dienvidu tempļiem, Tūkstošu kolonnu grupu, Bumbas spēles kortu, Ērgļu un Jaguāra, kā arī Venēras platformām. Piramīda – pils (*El Castillo*) ir “Spalvotās Čūskas” Ketsalkviatla (*Quetzalcoatl*) tempļis, kas uzcelts par godu tolteku dievam Kukulkanam. Celtne ir 24 m augsta ar kvadrātveida pamatu, 9 terasveida platformām un 91 pakāpienu garām kāpnēm, kuras no visām četrām debess pusēm ved uz nelielu templi piramīdas augšdaļā (*sk. 1. att.*). Ziemeļpusē kāpņu apakšgalā atrodas maiju reliģijai raksturīgo “Spalvoto Čūsku” galvu akmens skulptūras, bet pie tempļa ieejas – Lietus dieva (*Chaak*) maska. Šajā pilī atrodas mazs templis un *Chack Mool* akmens skulptūra, kas personificē starpnieku starp dieviem un cilvēkiem. Šī celtne uzcelta mūsu ēras 900.–1000. gadā, kad maiji sajauca ar kareivīgajiem toltekiem, kas atstājis lielu iespaidu ne tikai arhitektūrā, bet arī reliģijā, vienā templī apvienojot kā vienas, tā arī otras tautas pielūgsmes avotus.

Karotāju tempļis, kas apskatāms nedaudz uz ziemeļiem no aprakstītās piramīdas – pils, ir vērienīga 12 m augsta celtne ar 40 m garu pamatu (*sk. 2. att. 55. lpp.*). Celtnei ir slīpas sienas, kuru karnīzēs ir iegriezti jaguāri un cilvēku sirdis ploso-

šie ērgļi. Tempļi var sasniegt pa platām kāpnēm ar “Spalvoto Čūsku” izgriezumiem to malās. Celtnes priekšā starp divām “Spalvoto Čūsku” kolonnām, kuras simbolizē Kukulkanu, atrodas ļoti izteiksmīga *Chack Mool* akmens skulptūra cilvēka lielumā (*sk. 3. att. 55. lpp.*). Jāpiebilst, ka šis ziedotāju skulptūru stils – tipiskā pussēdus poza ar galvu, kas pavērsta uz vienu pusi, skatu uz debesīm un plakanu trauku rokās – ir tipisks toltekiem. Blakus šai vērienīgajai celtnei izvietotas ziemeļu un rietumu kolonādes, kuras nosauktas Tūkstošu kolonnu grupas vārdā.

Mūs interesējošā astronomiskā observatorija *Caracol* atrodas uz dienvidaustrumiem no abām pirmajām iepriekš aprakstītajām celtņiem; observatorijas ieeja, tāpat kā Karotāju tempļim, ir no dienvidrietumiem. Šī celtne izmantota debess ķermeņu pētījumiem periodā no mūsu ēras 900. līdz 1000. gadam, tātad postklasicisma perioda laikā. To veido 6 metrus augsta taisnstūrveida platforma ar slīpām sienām un noapaļotu stūru karnīzēm. Tās izmēri ir 67 metri no ziemeļiem uz dienvidiem un 52 metri no austrumiem uz rietumiem (*sk. 4. att. 55. lpp.*). Kāpnes rietumu pusē rotātas ar spalvotām čūskām, kuras kā izcili monu-



1. att. Kukulkana (tolteku dievība) piramīda – pils jeb “Spalvotās Čūskas” tempļis. Maiju un tolteku arhitektūras stilu sajaukšanās paraugs.

mentālās arhitektūras paraugi atradās arī jau pieminētā Karotāju tempļa priekšā.

Uz observatorijas celtnes platformas atrodas 11 metru diametra apaļš, 3,70 metru augsts pamats, kura stūros skatāmas Lietus dieva (*Chaab*) maskas un māla veidojumi. Uz šā pamata atrodas cita apaļa būve ar vertikālu sienu, un tās priekšā uzcelta 20 metru gara un 6,5 metrus plata terase ar vertikālām sienām. Tā vēlāk pārklāta ar citu terasi, ap kuru piestiprināti akmens gaismekļi cilvēka galvu veidā. Uz šīs terases tad arī atrodas apaļš tornis – observatorijas kamera (*sk. 5. att. 55. lpp.*). Sākotnēji tā bijusi izveidota kā vienkārša celtnē ar spirālveida kāpnēm (*escalera de caracol*), no kurām tad arī celtnē ieguvusi savu nosaukumu. Kāpnes ved uz observatoriju – mazu istabu ar šaurām skatu lūkām (spraugām) sienās, caur kurām arī maiju astronomi izdarīja savus novērojumus.

Maiju zināšanas matemātikā un astronomijā ir vairāk nekā ievēribas cienīgas. Ir vispāratzīts, ka viņiem piemita akurātas astronomiskās un matemātiskās skaitīšanas iemaņas, kuras pārvērtās sistēmā. Šeit lasītājam varētu atgādināt, ka šie jautājumi sīkāk apskatīti iepriekš pieminētajā grāmatā, tāpēc pievērsīsim uzmanību tikai isam maiju kalendāra raksturojumam.

Maijiem, tāpat kā actekiem, bija divi kalendāri. Viens no tiem – “svētais” – bija rituāla rakstura (“*Tzolkin*”), un tas sastāvēja no 260 dienām. Otrais bija civilais jeb pilsoniskais (“*Haab*”), faktiski Saules kalendārs, kas sastāvēja no 365 dienām. Tam tika pieskaitītas vēl piecas “tukšās dienas”. Ņemot vērā šos abus kalendārus, maiji izveidoja t. s. Kalendāra apli jeb 52 gadu ciklu, kas kļuva par maiju hronoloģijas pamatu. Kalendāra apla – mēneša dienas nosaukums un kārtas numurs sakrīt pēc 4 gadiem, bet trīspadsmit dienu nedēļas dienas tai pašā laikā turpināja savu patstāvīgu ritējumu. Trīspadsmit četrgadņu ciklā veidoja šos 52 gadus.

Maiji bija spējīgi aprēķināt Saules un Mēness aptumsumus, kā arī Venēras, Jupitera, Marsa un Merkura ciklus un tādas zvaigžņu kopas kā Plejādes (*Tzab*) pārvietošanos. Slavenajā Drēzdenes kodeksā sīki aprakstīti maiju izdarītie Venēras kustību aprēķini. Daži no maiju veiktajiem aprēķiniem bija precīzāki nekā mūsdienai, lietojot Gregora kalendāra sistēmu.

Maiju priesteri astronomi pētīja ne tikai debess ķermeņus, to pārvietošanās norisi. Debesu ķermeņus saistīja ar noteiktām dievību darbībām. Maiji godāja Saules dievu (*Kinich Abau*), Mēness dievieti (*Yxchel*), Debesu dievu (*Itzam Na*) un Nāves dievu (*Ab Puch*). Turklāt šajā Dievu panteonā bija arī Jaunā maīsa (*maize* – angļu val.) dievs (*Yum Kax*). Maiju valdnieki priesteri uzskatīja sevi par sakaru un apmaiņas veidotājiem starp pārdabisko un cilvēku sabiedrību. Maiju valdniekus sauca maiju varenības simbola – Saules – vārdā. Šeit skaidri redzama sakarība starp Sauli, rituālo kalendāru un valdnieka statusa svarīgumu. Šādu valdnieku vara bija neapstrīdama. Maiju priesteri – valdnieki, kurus arheologi tagad bieži sauc arī par karaļiem, kā dievu un dievību pārstāvji savu varu nodeva dēliem un meitām.

Parasti šie valdnieki nedzīvoja ilgi. Ir aprēķināts, ka maiju pilsētā Tikalā 39 priesteri



6. att. “Spalvotās Čūskas” skulptūra Kukulkana tempļa pakājē.

valdnieki katrs valdīja tikai 12 gadus. Ir zināms tikai viens priesteris valdnieks Pakals (*Pacal*), kas Palenkē valdīja no 12 līdz 81 gada vecumam. Atzīts, ka maiju ideoloģijā priesteru valdnieku inaugurācija nenozīmēja to uzskāpšanu tronī, bet gan viņi tika iecelti par valdniekiem “no augšas”, respektīvi, kosmiskā ceļā – speciālos kalendāra datumos. Arheoloģisko izrakumu laikā 1952. gadā Palenkē Pakala sarkofāga mirstīgo palieku izdarītā apskate liecināja, ka viņš miris 40 gadu, nevis 80 gadu vecs. Kā liecina stēlas, Pakala dzimšanas dati tiek saistīti ar Pirmās Mātes dzimšanas datiem (*Mother of the Gods*). Tātad skaidrs, ka šie dzimšanas dati neatspoguļoja realitāti. Pakala “Vairoga kunga” statusu noteica viņa vēlme valdīt, respektīvi, apgalvojums par viņa dievišķām tiesībām valdīt saskaņā ar priesteru pareģojumiem un to izpildi.

Maiju civilizāciju uzskata par vienu no spožākajām Centrālamerikas vēsturē. Valdošā elite – augstākie priesteri un dižciltīgie, augstākais militārais vadonis un civilie funkcionāri

veidoja sabiedrības mazāko daļu. Plebeji – zemnieki, amatnieki, kareivji un tirgotāji – bija pārtikuši, bet vergiem, protams, bija visgrūtāk. Augstākajai sabiedrībai viens no galvenajiem uzdevumiem bija karadarbības veicināšana, no kuras varēja iegūt gūstekņus un bagātības, stiprināt savu varu kā ekonomiski, tā arī politiski. Maijiem bija paradums – “asins nolaišana” individuāli sakarā ar īpašiem personīgās dzīves svētkiem. Arī tradicionālā bumbas spēle priesteru vadībā speciālos maiju pilsētu kortos, spēlējot divām komandām, vienmēr beidzās ar zaudētājas komandas kapteiņa upurēšanu dieviem. Tas iegrieztu figūru veidā attēlots bumbas spēlēšanas korta sienās, kur viens no priesteriem pietur upuri aiz pleca, bet otrs to nodur. Tātad ciņa par bumbas izdabūšanu cauri biežam akmens riņķim ar spārnoto čūsku attēliem, kas diezgan augsti izvietots un pamatīgi iestiprināts korta sienā, notika uz dzīvību un nāvi. Cik sarežģīti tas bija, liecina fakts, ka bumbu virzīja tikai ar ceļgaliem un gūžām. 🐦

ŠORUDEN ATCERAMIES 🐦 ŠORUDEN ATCERAMIES 🐦 ŠORUDEN ATCERAMIES

Pirms **90 gadiem** – 1911. gada 13. oktobrī Kazaņā 1905. gada revolūcijas dalībnieku skolotāju ģimenē dzimis **Kārlis Šteins**, latviešu astronoms. Absolvējis LU (1934), specializējies astrometrijā un debess mehānikā Krakovā (1935–1936, 1938) un Kopenhāgenā (1937). Fizikas un matemātikas zinātņu kandidāts (1952), fizikas un matemātikas zinātņu doktors (1964). LU mācībspēks (1944–1983), profesors (1966), Astronomiskās observatorijas zinātniskais vadītājs (1959–1983). Noteicis precīzu orbītu mazajai planētai 1933 OP=QP, kas pēc K. Šteina priekšlikuma ieguva nosaukumu *Nr. 1284 Latvia* (1933). Izstrādājis jaunu tuvinātu perturbāciju noteikšanas metodi, kuru izmantojot novērtējis Eosa grupas mazo planētu vecumu. Pētījis Laika dienesta un Zemes rotācijas problēmas, kā arī komētu difūzijas likumus, kas nosaukti viņa vārdā. Izveidojis LU Laika dienestu, kur zvaigžņu kulminācijas momentu reģistrēšanai ieviesta tolaik modernā fotoelektriskā metode, un aktīvi piedalījies astrometrijas instrumentu konstruēšanā.

Miris 1983. gada 4. aprīlī Rīgā. Apglabāts Raiņa kapos. Viņa vārdā nosaukta mazā planēta *Nr. 2867 Šteins* (1986).

I. D.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 2001. GADA RUDENĪ

Šogad rudens ekvinokcijas brīdis būs 23. septembrī plkst. 2^h05^m. Saule ieies Svaru zodiaka zīmē (♎), un sāksies astronomiskais rudens. Vēl Saule pāries no debess sfēras ziemeļu puslodes uz dienvidu puslodi, un dienas kļūs īsākas par naktīm.

Savukārt ziemas saulgrieži 2001. gadā būs 21. decembrī plkst. 21^h22^m. Saule ieies Mežāža zodiaka zīmē (♐), beigsies astronomiskais rudens, un sāksies astronomiskā ziema.

Pāreja no vasaras laika uz joslas laiku notiks naktī no 27. uz 28. oktobri.

Rudēnos Latvijā skaidru nakšu ir maz. Rudens zvaigznāji nav bagāti spožām zvaigznēm. Tomēr rudens zvaigžņotās debess vērošana parasti atstāj lielu iespaidu, it īpaši tad, ja netraucē pilsētu ugunis un Mēness gaisma. Ogļmelnajās debesīs tad ir redzamas praktiski visas vājās zvaigznes. Ļoti skaidri izdalās Piena Ceļa josla. Vēl šis laiks ir labvēlīgs arī debess dziļu objektu novērojumiem.

Izteikti spožu zvaigžņu rudens zvaigznājos ir ļoti maz. Dienvidu Zivs spožākā zvaigzne Fomalhauts Latvijā pat kulminācijā ir redzama ļoti zemu pie horizonta (ne vairāk kā 3°). Tāpēc par labāko orientieri rudens debesis uzskatāms Pegaza un Andromedas četrstūris, jo citos zvaigznājos (Trijstūrī, Ūdensvirā, Zivīs, Aunā un Valzivī) spožu zvaigžņu ir vēl mazāk.

Interesanti ir pavērot savdabīgo Valzivs zvaigznāju. Mira (Valzivs o) periodiski maina spožumu, līdz ar to mainot zvaigznāja izskatu. Brižiem tā ir pati spožākā Valzivs zvaigzne, bet brižiem tā vispār nav novērojama ar neapbruņotu aci. 2001. gadā tās maksimums būs augustā. Tāpēc šogad, rudens sākumā, Mira vēl būs redzama, bet jau samērā drīz kļūs pavisam vāja.

No debess dziļu objektiem jāmin pat ar neapbruņotu aci redzamais, slavenais Andromedas miglājs (M31) Andromedas zvaigznājā.

Līdzīgs miglājs (galaktika) M33 ar binokli saskatāms Trijstūra zvaigznājā. Spoža lodveida zvaigžņu kopa M2 aplūkojama Ūdensvira zvaigznājā un līdzīga kopa M15 – Pegaza zvaigznājā.

Rudens otrajā pusē pēc pusnakts labi redzami kļūst skaistie ziemas zvaigznāji – Orions, Vērsis, Dviņi, Vedējs, Lielais Suns un Mazais Suns.

Saules šķietamais ceļš 2001. gada rudenī kopā ar planētām parādīts *1. attēlā*.

PLANĒTAS

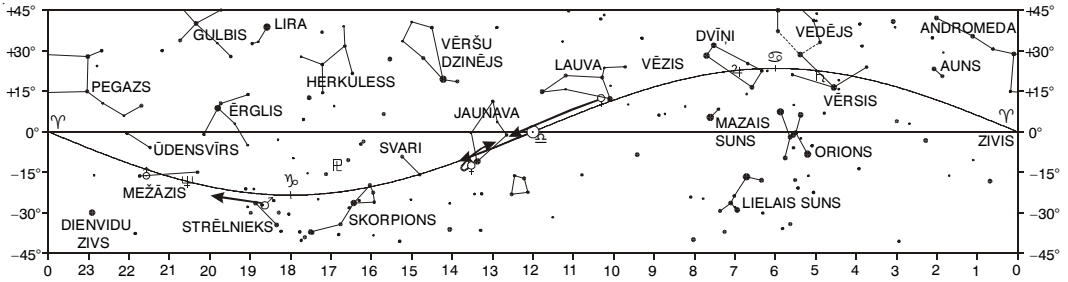
Rudens sākumā **Merkuram** būs liela austrumu elongācija (26°). Tomēr šajā laikā tas nebūs redzams, jo rietēs gandrīz reizē ar Sauli.

Tāpat tas nebūs novērojams arī gandrīz visu oktobri, jo 14. oktobrī Merkurs atradīsies apakšējā konjunktijā ar Sauli (starp Zemi un to). Savukārt jau 29. oktobrī tas būs maksimālajā rietumu elongācijā (18,5°). Tāpēc oktobra beigās un novembra sākumā to varēs novērot no rītiem neilgi pirms Saules lēkta zemu pie horizonta dienvidaustrumu pusē. Merkura spožums šajā laikā būs apmēram –0^m,7. Labs orientieris tā atrašanai būs spožā Venēra – abas planētas tad atradīsies tuvu viena otrai.

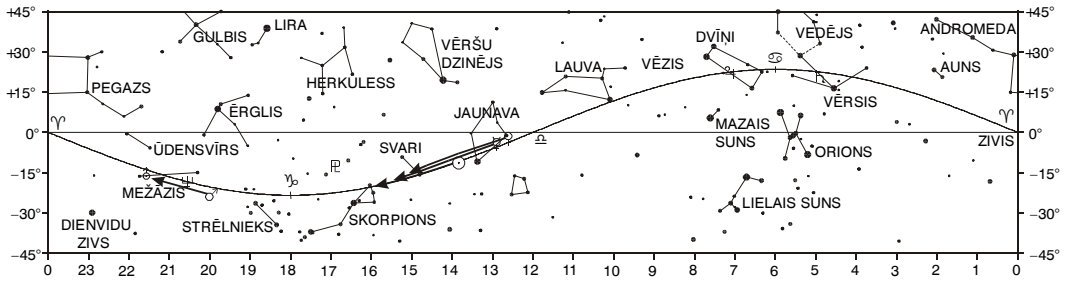
4. decembrī Merkurs nonāks augšējā konjunktijā ar Sauli. Tāpēc novembra otrajā pusē un decembrī tas vairs nebūs redzams.

16. oktobrī plkst. 10^h Mēness paies garām 6° uz augšu, 14. novembrī plkst. 9^h 3° uz augšu un 15. decembrī plkst. 11^h 2° uz augšu no Merkura.

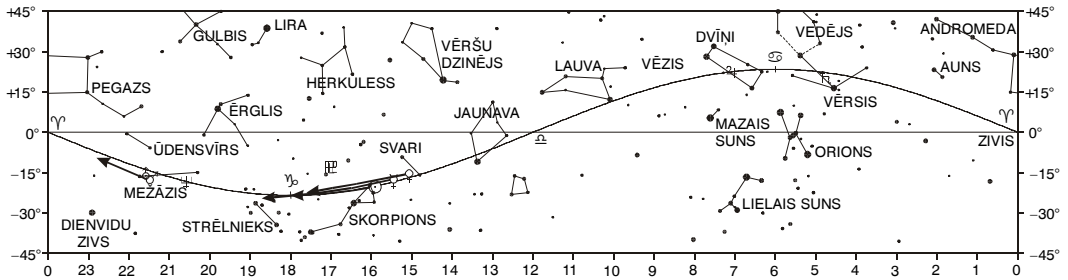
Rudens sākumā **Venērai** vēl būs visai liela rietumu elongācija (28°), kura gan visu laiku samazināsies. Tāpēc tā šajā laikā un oktobrī būs labi novērojama no rītiem austrumu, dienvidaustrumu pusē. Tās spožums šajā laikā būs –4^m,0.



23.09.2001.–23.10.2001



23.10.2001.–23.11.2001.



23.11.2001.–22.12.2001.

1. att. Ekliptika un planētas 2001. gada rudenī.

Novembra sākumā un apmēram līdz tā vidum Venēras novērošanas apstākļi būs līdzīgi kā iepriekš. Vienīgi samazināsies redzamības ilgums pirms Saules lēkta un augstums virs horizonta. Novembra otrajā pusē tās elongācija kļūs tik maza, ka tā kļūs praktiski neredzama. Arī decembrī Venēra nebūs novērojama.

15. oktobrī plkst. 5^h Mēness paires garām 4° uz augšu, 14. novembrī plkst. 4^h 3⁰ uz augšu un 14. decembrī plkst. 8^h aizklās Venēru.

Rudens sākumā un līdz 25. oktobrim **Marss** atradīsies Strēlnieka zvaigznājā. Šajā laikā tas būs novērojams vakaros ļoti zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē. Tā spožums oktobra sākumā būs -0^m,4.

Oktobra beigās, novembrī un decembra sākumā Marss atradīsies Mežaža zvaigznājā. Spožums samazināsies, toties pieaugs deklinācija. Tāpēc tā redzamības apstākļi pat nedaudz uzlabosies – pieaugs redzamības ilgums pēc Saules rieta un augstums virs horizonta.

Sākot ar 5. decembri, Marss būs meklējams Ūdensvīra zvaigznājā. Pašās rudens beigās tas jau būs redzams vairāk nekā piecas stundas pēc Saules rieta. Vienīgi spožums samazināsies līdz +0^m,6.

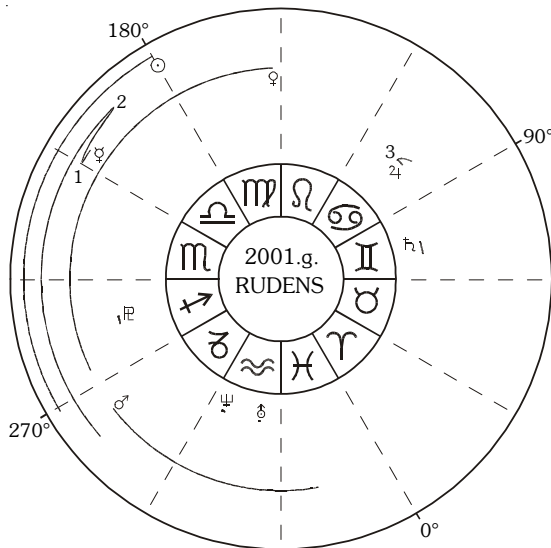
25. septembrī plkst. 4^h Mēness paies garām 2° uz augšu, 23. oktobrī plkst. 22^h aizklās, 21. novembrī plkst. 21^h 3° uz leju un 20. decembrī plkst. 22^h 4° uz leju no Marsa.

Rudens sākumā un oktobrī **Jupiters** būs novērojams gandrīz visu nakti, izņemot agrās vakara stundas, kā –2^m,2 spožuma spideklis.

Novembrī un decembrī tas būs ļoti labi novērojams praktiski visu nakti. Jupitera redzamais spožums sasniegs –2^m,7 un leņķiskais diametrs 47".

Visu šo laiku Jupiters atradīsies Dvīņu zvaigznājā.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2001. gada rudenī parādīta 3. attēlā.



10. oktobrī plkst. 3^h Mēness paies garām 1,5° uz augšu, 6. novembrī plkst. 9^h 2° uz augšu un 3. decembrī plkst. 13^h 2° uz augšu no Jupitera.

Rudens sākumā un oktobrī **Saturns** būs ļoti labi novērojams gandrīz visu nakti, izņemot vakara stundas.

3. decembrī Saturns atradīsies opozīcijā ar Sauli. Tāpēc novembrī un decembrī tas būs ļoti labi redzams visu nakti kā –0^m,4 spožuma spideklis.

Visu rudeni Saturns atradīsies Vērša zvaigznājā.

7. oktobrī plkst. 22^h, 4. novembrī plkst. 1^h un 1. decembrī plkst. 4^h Mēness aizklās Saturnu.

Rudens sākumā un oktobrī **Urāns** būs novērojams nakts pirmajā pusē kā +5^m,7 spožuma objekts. Novembrī un decembrī tā redzamības ilgums vakaros un spožums arvien samazināsies.

Visu šo laiku Urāns atradīsies Mežaža zvaigznājā, un tā atrašanai nepieciešams vismaz binoklis un zvaigžņu karte.

28. septembrī plkst. 14^h Mēness paies garām 3° uz leju, 25. oktobrī plkst. 20^h 3° uz leju, 22. novembrī plkst. 4^h 4° uz leju un 19. decembrī plkst. 14^h 4° uz leju no Urāna.

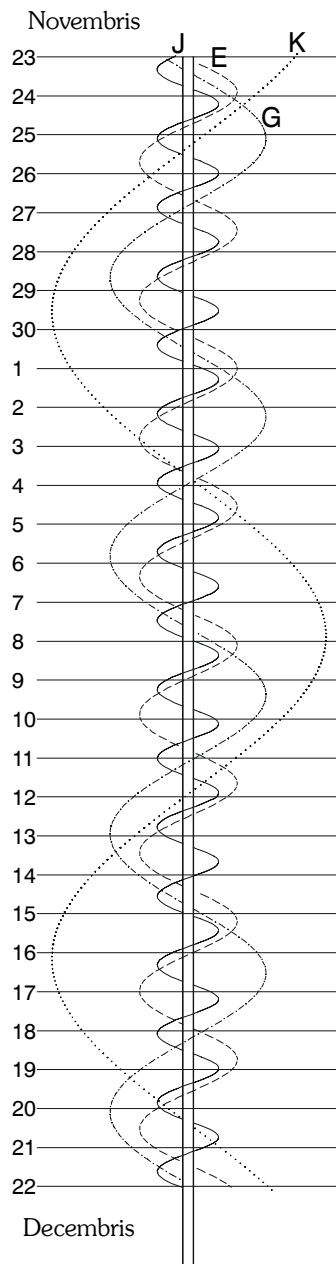
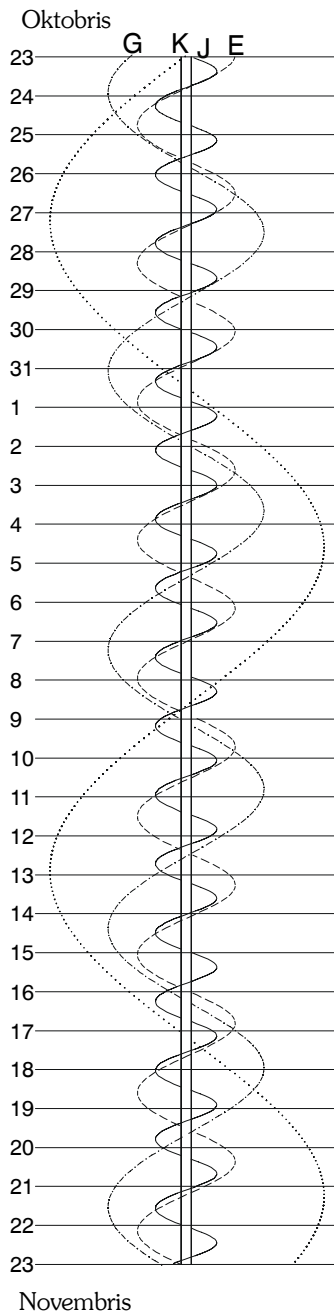
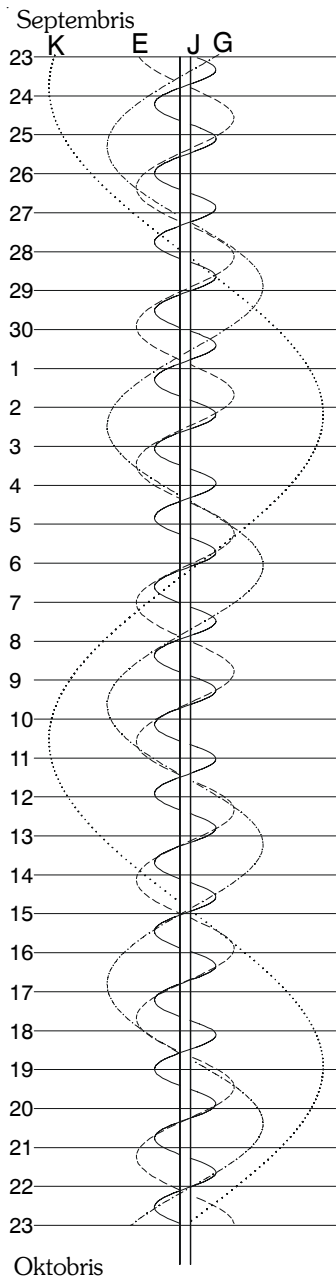
Saules un planētu kustību zodiaka zīmēs sk. 2. attēlā.

2. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

☉ – Saule – sākuma punkts 23. septembrī plkst. 0^h, beigu punkts 22. decembrī plkst. 0^h (šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

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

- 1 – 1. oktobris 22^h; 2 – 23. oktobris 3^h;
3 – 2. novembris 17^h.



3. att. Jupitera spožako pavadoņu redzamība 2001. gada rudenī.

Jo (J), Eiropa (E), Ganimēds (G), Kallisto (K). Austrumi attēlā atrodas *pa labi*, rietumi *pa kreisi*.

MAZĀS PLANĒTAS

2001. gada rudenī opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožākas par +9^m būs piecas mazās planētas – Cerera (1), Vesta (4), Fortūna (19), Jūnona (3) un Metisa (9).

Cerera:

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	18 ^h 49 ^m	-30°45'	2,590	2,943	8,8
28.09.	18 52	-30 38	2,660	2,945	8,8
3.10.	18 56	-30 30	2,731	2,947	8,9
8.10.	19 01	-30 21	2,802	2,950	9,0
13.10.	19 06	-30 11	2,873	2,952	9,0
18.10.	19 11	-29 59	2,944	2,954	9,1

Fortūna:

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	0 ^h 19 ^m	+3°35'	1,095	2,096	9,2
28.09.	0 14	+3 03	1,090	2,092	9,0
3.10.	0 10	+2 30	1,090	2,087	9,3
8.10.	0 06	+1 58	1,097	2,084	9,4

Vesta:

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	4 ^h 48 ^m	+15°15'	2,066	2,552	7,7
3.10.	4 51	+15 08	1,950	2,556	7,5
13.10.	4 52	+14 58	1,843	2,559	7,3
23.10.	4 49	+14 46	1,749	2,562	7,1
2.11.	4 44	+14 32	1,673	2,565	6,9
12.11.	4 36	+14 20	1,619	2,567	6,7
22.11.	4 26	+14 10	1,591	2,569	6,5
2.12.	4 15	+14 05	1,592	2,571	6,5
12.12.	4 05	+14 07	1,621	2,572	6,7
22.12.	3 56	+14 17	1,678	2,572	6,9

Jūnona:

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
7.12.	9 ^h 46 ^m	+0°30'	1,755	2,237	9,2
12.12.	9 48	+0 12	1,710	2,250	9,2
17.12.	9 50	-0 02	1,667	2,263	9,1
22.12.	9 51	-0 10	1,625	2,276	9,0

Metisa:

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
7.12.	8 ^h 09 ^m	+24°58'	1,297	2,117	9,4
12.12.	8 08	+25 24	1,262	2,120	9,3
17.12.	8 06	+25 53	1,231	2,123	9,2
22.12.	8 03	+26 24	1,206	2,127	9,0

KOMĒTAS

19P/Borrelly komēta.

Šī periodiskā komēta šogad 14. septembrī nonāk perihēlijā. Tāpēc šogad vasarā un rudenī to būs iespējams novērot ar nelieliem teleskopiem un labiem binokļiem. Komētas efemerida ir šāda (0^h U. T.):

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	7 ^h 54 ^m	+20°48'	1,473	1,362	8,7
28.09.	8 12	+21 53	1,453	1,367	8,7
3.10.	8 29	+22 55	1,434	1,375	8,7
8.10.	8 46	+23 54	1,416	1,385	8,8
13.10.	9 03	+24 51	1,400	1,397	8,9
18.10.	9 20	+25 45	1,385	1,412	9,0
23.10.	9 37	+26 38	1,372	1,429	9,1
28.10.	9 53	+27 29	1,359	1,447	9,2
2.11.	10 09	+28 18	1,348	1,468	9,3
7.11.	10 25	+29 07	1,337	1,490	9,5
12.11.	10 41	+29 55	1,328	1,514	9,6
17.11.	10 56	+30 44	1,319	1,539	9,8
22.11.	11 10	+31 35	1,311	1,566	10,0

C/2000 WMI (LINEAR) komēta.

Šī pagājušogad atklātā komēta 2002. gada 22. janvārī nonāks perihēlijā. Prognozes rāda, ka arī šo komētu šoruden būs iespējams viegli novērot ar nelieliem teleskopiem un binokļiem. Komētas efemerida ir šāda (0^h U. T.):

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
13.10.	4 ^h 57 ^m	+51°11'	1,329	1,989	10,1
18.10.	4 54	+51 02	1,197	1,915	9,7
23.10.	4 49	+50 41	1,067	1,841	9,3
28.10.	4 41	+50 04	0,940	1,766	8,8
2.11.	4 29	+49 00	0,817	1,689	8,3
7.11.	4 12	+47 13	0,699	1,612	7,8
12.11.	3 50	+44 14	0,588	1,534	7,2
17.11.	3 21	+39 14	0,487	1,455	6,6
22.11.	2 47	+30 59	0,402	1,376	5,9
27.11.	2 07	+18 14	0,341	1,295	5,3
2.12.	1 25	+1 26	0,317	1,214	4,8
7.12.	0 45	-15 39	0,333	1,132	4,7
12.12.	0 08	-29 12	0,381	1,051	4,6

APTUMSUMI

Gredzenveida Saules aptumsums 14. decembrī.

Šis aptumsums būs redzams Klusajā okeānā un Kostarikā. Daļēji būs novērojama Klusajā okeānā, Ziemeļamerikā un Dienvidamerikas ziemeļos. Latvijā nebūs novērojams.

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā.

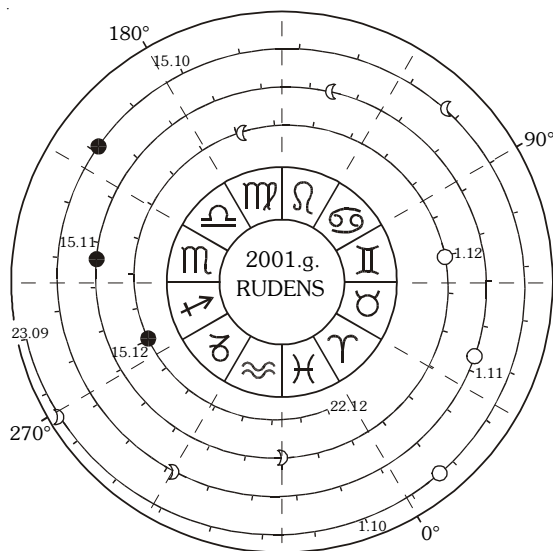
Perigejā: 15. oktobrī plkst. 3^h; 11. novembrī plkst. 20^h; 7. decembrī plkst. 1^h.

Apogejā: 29. septembrī plkst. 8^h; 26. oktobrī plkst. 23^h; 23. novembrī plkst. 18^h; 21. decembrī plkst. 14^h.

Mēness ieiešana zodiaka zīmēs (sk. 4. att.).

24. septembrī	9 ^h 49 ^m	Mežāzī (♊)
26. septembrī	21 ^h 05 ^m	Ūdensvirā (♋)
29. septembrī	9 ^h 50 ^m	Zivīs (♌)
1. oktobrī	22 ^h 08 ^m	Aunā (♍)
4. oktobrī	9 ^h 01 ^m	Vērsī (♎)
6. oktobrī	18 ^h 13 ^m	Dviņos (♏)
9. oktobrī	1 ^h 20 ^m	Vēzī (♐)
11. oktobrī	5 ^h 55 ^m	Lauvā (♑)
13. oktobrī	7 ^h 58 ^m	Jaunavā (♒)
15. oktobrī	8 ^h 27 ^m	Svaros (♓)
17. oktobrī	9 ^h 03 ^m	Skorpionā (♏)
19. oktobrī	11 ^h 47 ^m	Strēlniekā (♐)
21. oktobrī	18 ^h 12 ^m	Mežāzī (♊)
24. oktobrī	4 ^h 27 ^m	Ūdensvirā (♋)
26. oktobrī	16 ^h 56 ^m	Zivīs (♌)

29. oktobrī	4 ^h 15 ^m	Aunā (♍)
31. oktobrī	14 ^h 48 ^m	Vērsī (♎)
2. novembrī	23 ^h 13 ^m	Dviņos (♏)
5. novembrī	5 ^h 44 ^m	Vēzī (♐)
7. novembrī	10 ^h 34 ^m	Lauvā (♑)
9. novembrī	13 ^h 49 ^m	Jaunavā (♒)
11. novembrī	15 ^h 53 ^m	Svaros (♓)
13. novembrī	17 ^h 45 ^m	Skorpionā (♏)
15. novembrī	20 ^h 51 ^m	Strēlniekā (♐)
18. novembrī	2 ^h 40 ^m	Mežāzī (♊)
20. novembrī	11 ^h 55 ^m	Ūdensvirā (♋)
22. novembrī	23 ^h 52 ^m	Zivīs (♌)
25. novembrī	12 ^h 21 ^m	Aunā (♍)
27. novembrī	23 ^h 06 ^m	Vērsī (♎)
30. novembrī	7 ^h 04 ^m	Dviņos (♏)
2. decembrī	12 ^h 30 ^m	Vēzī (♐)
4. decembrī	16 ^h 16 ^m	Lauvā (♑)
6. decembrī	19 ^h 11 ^m	Jaunavā (♒)
8. decembrī	21 ^h 57 ^m	Svaros (♓)
11. decembrī	1 ^h 10 ^m	Skorpionā (♏)
13. decembrī	5 ^h 30 ^m	Strēlniekā (♐)
15. decembrī	11 ^h 48 ^m	Mežāzī (♊)
17. decembrī	20 ^h 43 ^m	Ūdensvirā (♋)
20. decembrī	8 ^h 10 ^m	Zivīs (♌)



4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

- Jauns Mēness: 16. oktobrī 22^h23^m; 15. novembrī 8^h40^m; 14. decembrī 22^h47^m.
- ☽ Pirmais ceturksnis: 24. septembrī 12^h31^m; 24. oktobrī 5^h58^m; 23. novembrī 1^h21^m.
- Pilns Mēness: 2. oktobrī 16^h49^m; 1. novembrī 7^h41^m; 30. novembrī 22^h49^m.
- ☾ Pēdējais ceturksnis: 10. oktobrī 7^h20^m; 8. novembrī 14^h21^m; 7. decembrī 21^h52^m.

Tabula. Spožāko zvaigžņu un planētu aizklāšana ar Mēnesi

Datums	Zvaigzne vai planēta	Zvaigznes spožums	Mēness vecums	Aizklāšanas moments
25.10.	Mežaža ε	4 ^m ,7	9 ^d ,0	20 ^h 42 ^m
29.10.	Zivju 30	4,4	12,2	2 18
4.11.	Saturns	-0,3	18	2 20
21.11.	Mežaža φ	5,3	6,4	18 05
23.11.	Ūdensvira τ	4,0	8,4	17 09
30.11.	Vērša zvaigznājā	6,0	15,5	19 43
30.11.	Vērša ε	3,5	15,5	21 38

Aizklāšanas moments aprēķināts ar 5 minūšu precizitāti.

Tabulu sastādījis Ilgonis Vilks

METEORI

1. **Orionīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 2. oktobra līdz 7. novembrim. Maksimums gaidāms 21. oktobrī plkst. 10^h, kad stundas laikā var būt novērojami līdz 20 meteoru.

2. **Leonīdas.** Šīs plūsmas aktivitātes periods ir no 14. līdz 21. novembrim, maksimums gaidāms 17. novembrī plkst. 15^h. Plūsmas

aktivitāti šajā gadā ir grūti prognozēt, tomēr ir iespējami brīži ar lielu meteoru intensitāti (vairāki simti meteoru stundā).

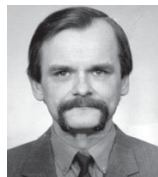
3. **Geminīdas.** Pieskaitāma pie pašām aktivākajām plūsmām. Tās meteoru novērojami laikā no 7. līdz 17. decembrim, maksimums gaidāms 14. decembrī plkst. 6^h, kad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteoru stundā. 🌠

PIRMO REIZI “ZVAIGŽŅOTAJĀ DEBESĪ”



Jānis Āboliņš – LU Fizikas un matemātikas fakultātes docents, lasa lekciju kursus kvantu ķīmijā, molekulu spektroskopijā, fizikālajās metodēs un dabas vēsturē. Beidzis Ļeņingradas Valsts universitātes Fizikas fakultāti molekulārās fizikas specialitātē (1958), kopš 1962. gada strādā Latvijas (Valsts) Universitātē. Studijas papildinājis Kalifornijas universitātē Bērklījā (ASV). Interesējas par vides problēmām, vaļasprieks – dabas vēsture.

Dace Meldere – beigusi Rīgas Juglas ģimnāziju (1995), studē angļu filoloģiju Latvijas Universitātē. Interesē astronomija, zinātniskā fantastika.



Ollerts Zibens – beidzis Latvijas Valsts universitātes Juridisko fakultāti (1981). Krustvārdu miklu sastādīšana ir vaļasprieks un nodarbošanās jau vairākus gadus. Ar “*Zvaigžņoto Debesi*” iepazīties, piedalīdamies radioraidījumā “*Lieliskais piecnieks*”.

CONTENTS

“ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO “Radio-Locators Investigate Solar System” by *G. Ozoliņš* (abridged). “First Radio Star Discovered” by *U. Dzērvītis* (abridged). **DEVELOPMENTS in SCIENCE** Science, Dinosaurs and Evolution: Cosmos and Life on Earth. *J. Āboliņš*. **NEWS** Our Galaxy Swallows Its Companions. *Z. Alksne, A. Alksnis*. New Data on Massive Objects in the Galactic Cores. *A. Balklavs*. Actualities of Investigations of Dwarf Galaxies. *A. Balklavs*. The Web of the Early Universe Primordial Filaments. *Z. Alksne*. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** NEAR Mission Successfully Completed. *M. Gertāns*. Spaceflight. Almost Everyday Life (1973–2000) (concluded). *I. Vilks*. Mr. Tito’s Great Space Adventure. *J. Jaunbergs, D. Meldere*. **ASTRONOMY in LATVIA** Radio Astronomy in Latvia. How It All Happened. *N. Cimaboviča, A. Balklavs*. **ACADEMIC STAFF of the UNIVERSITY of LATVIA** First University Doctor in Physics Professor *Dr. math. Reinharde Siksna* – 100. *J. Jansons*. Mirdza Krastiņa’s Reminiscences on Father – Reflections on Centenary. **At SCHOOL** Problems of the 3rd Round of 51st Olympiad in Mathematics of Latvia. *A. Andžāns*. The 7th Baltic Olympiad in Informatics BOI’2001. *M. Opmanis*. **MARS in the FOREGROUND** Climate Record in Martian Polar Deposits. *J. Jaunbergs, D. Meldere*. Artificial Gravity for Manned Mars Missions. *T. Czarnik*. Competition for Readers. *J. Jaunbergs, M. Gills*. **For AMATEURS** Sun-Dials for Entire Territory of Latvia (concluded). *A. Nikolajev*. At Ilumetsa Meteorite Crater Site. *M. Gills*. **At YOUTH ASTRONOMY CLUB** Constellations at Autumn Midnight. *I. Začeste*. **FLASHBACK** Astronomer and Soldier Indriķis Arturs Brikmāns. *I. Daube*. The Mayan Culture and Observatory in Chichen Itza. *I. Loze*. **The STARRY SKY in the AUTUMN of 2001**. *J. Kauliņš*. *Supplement: ASTRONOMICAL CALENDAR 2002*

СОДЕРЖАНИЕ

В “ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД «Радиолокаторы изучают Солнечную систему» (по статье *Г. Озолиньша*). «Найдена первая радиозвезда» (по статье *У. Дзервитиса*). **ПОСТУПЬ НАУКИ** Наука, динозавры и эволюция: влияние космических факторов на жизнь на Земле. *Я. Аболиньш*. **НОВОСТИ** Наша Галактика поглощает своих соседок. *З. Алксне, А. Алкснис*. Новые данные о массивных объектах в ядрах галактик. *А. Балклавс*. Актуальные исследования карликовых галактик. *А. Балклавс*. Сеть изначальных волокон ранней Вселенной. *З. Алксне*. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** Миссия NEAR успешно завершена. *М. Гертанс*. Космические полёты. Почти как будни (1973–2000) (окончание). *И. Вилкс*. Захватывающее приключение Дениса Тито в космосе. *Я. Яунбергс, Д. Мелдэре*. **АСТРОНОМИЯ в ЛАТВИИ** Радиоастрономия в Латвии. Как это всё произошло. *Н. Цимахович, А. Балклавс*. **ПРЕПОДАВАТЕЛИ ЛАТВИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА** Первому доктору физики Латвийского Университета профессору *Dr. math. Рейнхардсу Сиксне* – 100. *Я. Янсонс*. Воспоминания Мирдзы Крастини об отце – к 100-летию юбилею. **В ШКОЛЕ** Задачи 3-его тура 51-ой математической олимпиады Латвии. *А. Анджанс*. 7-ая Балтийская олимпиада по информатике BOI’2001. *М. Опманис*. **МАРС ВБЛИЗИ** Хроника полярного льда и пыли на Марсе. *Я. Яунбергс, Д. Мелдэре*. Искусственная гравитация в полётах на Марс. *Т. Зарник*. Конкурс для читателей. *Я. Яунбергс, М. Гиллс*. **ЛЮБИТЕЛЯМ** Солнечные часы для всей Латвии (окончание). *А. Николаев*. У метеорных кратеров Илуметса. *М. Гиллс*. **В МОЛОДЁЖНОМ КЛУБЕ АСТРОНОМИИ** Созвездия в осеннюю полночь. *И. Зачестэ*. **ОГЛЯДЫВАЯСЬ на ПРОШЛОЕ** Астроном и солдат Индрикис Артурс Брикмāнс (1911–1945). *И. Даубе*. Культура мая и обсерватория в Чичен-Ице. *И. Лозе*. **ЗВЁЗДНОЕ НЕБО осенью 2001 года**. *Ю. Каулиньш*. *Приложение: АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ 2002*

THE STARRY SKY, AUTUMN 2001
Compiled by *Irena Pundure*
“Mācību grāmata”, Rīga, 2001
In Latvian

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 2001. GADA RUDENS
Reģ. apl. Nr. 0426
Sastādījusi *Irena Pundure*
© Apgāds “Mācību grāmata”, Rīga, 2001
Redaktore *Dzīntra Auziņa*
Datortālis Jānis Kuzmanis



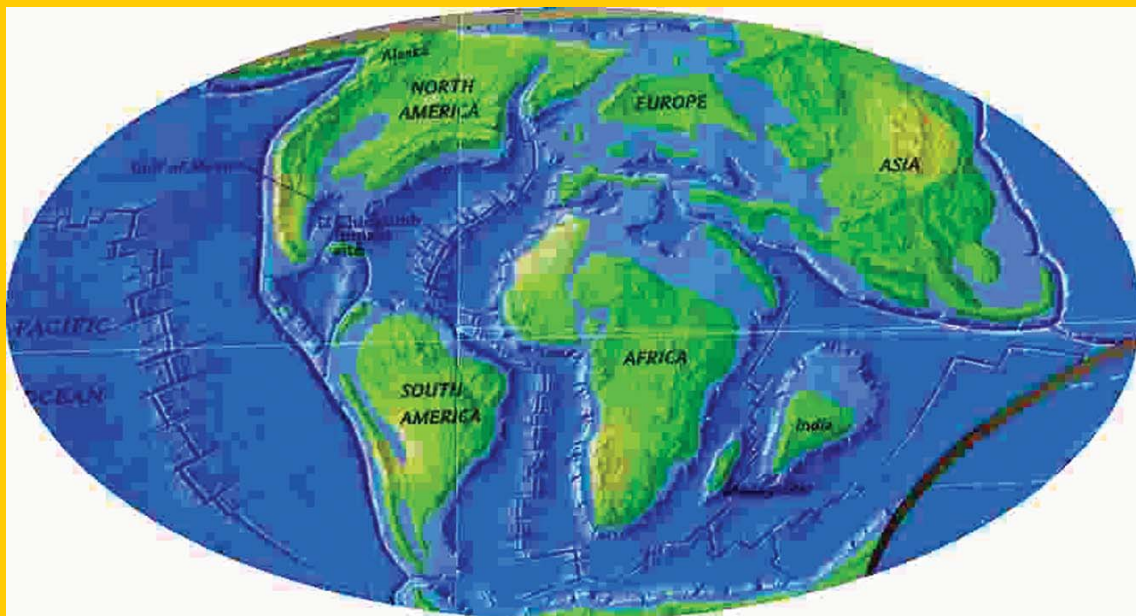
terra

POPULĀRZINĀTNISKAIS ŽURNĀLS "TERRA". LATVIJAS UNIVERSITĀTES UN IZDEVNIECĪBAS "LIELVĀRDS" IZDEVUMS. IEGĀDĀJIETIES VISĀS PRESES TIRDZNIECĪBAS VIETĀS! **POPULĀRZINĀTNISKAIS ŽURNĀLS "TERRA". LATVIJAS UNIVERSITĀTES UN IZDEVNIECĪBAS "LIELVĀRDS" IZDEVUMS. IEGĀDĀJIETIES VISĀS PRESES TIRDZNIECĪBAS VIETĀS!** POPULĀRZINĀTNISKAIS ŽURNĀLS "TERRA". LATVIJAS UNIVERSITĀTES UN IZDEVNIECĪBAS "LIELVĀRDS" IZDEVUMS. IEGĀDĀJIETIES VISĀS PRESES TIRDZNIECĪBAS VIETĀS!

Izvēloties "Aldara" produkciju, arī Tu atbalsti Latvijas rūpniecību un kultūru!



ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS



Kontinentu izvietojums krīta perioda beigu posmā pirms 65 miljoniem gadu.

No National Geographic, March, 1998

Sk. J. Āboliņa rakstu "Zinātne, dinosauri un evolūcija: kā kosmiskie spēki ietekmē dzīvi uz Zemes".

ISSN 0135-129X



9 770135 129006