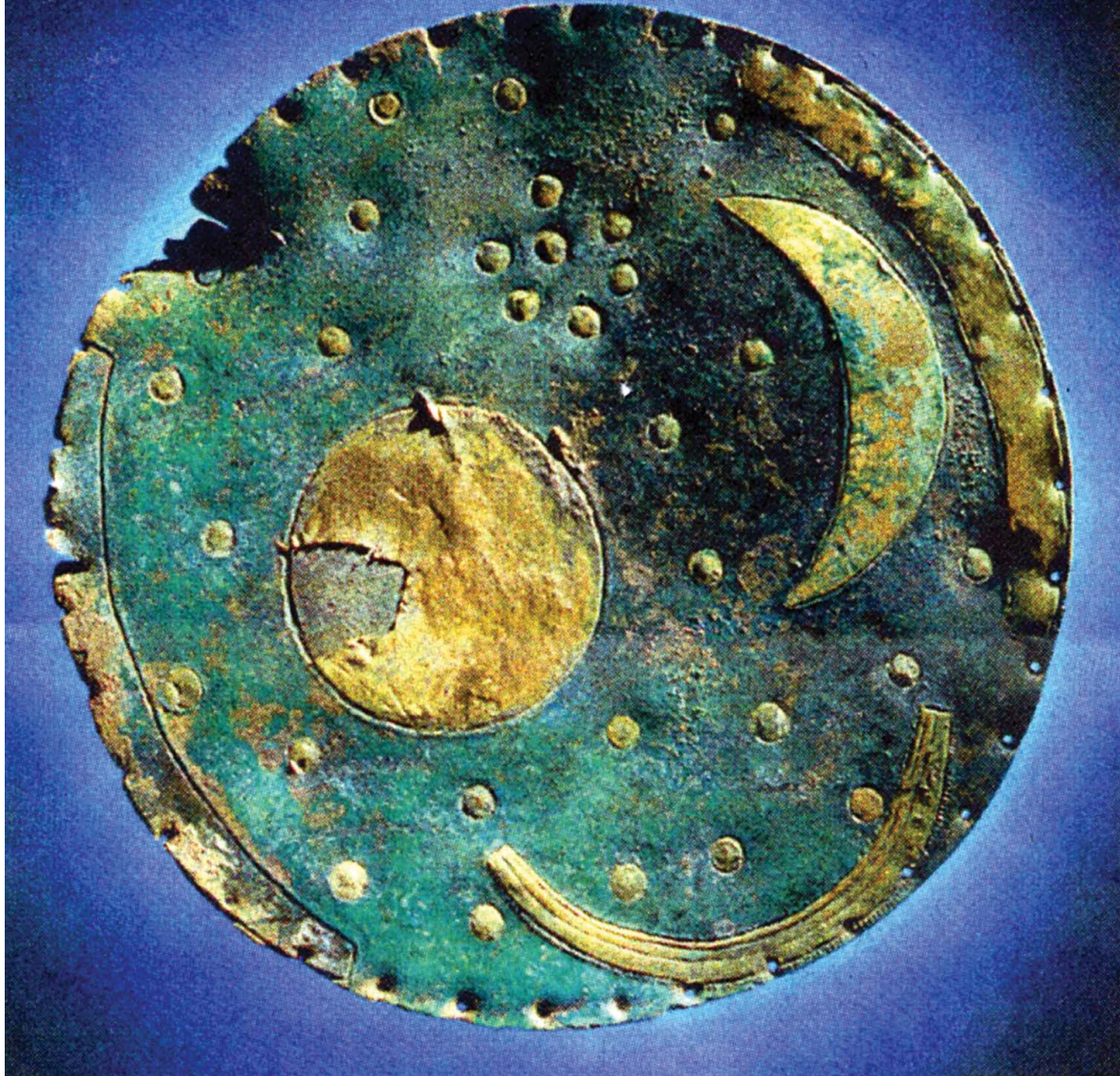


ZVAIGŽNOTĀ DEBĒS

2002
RUDENS

- ★ SENSACIONĀLS ATRADUMS ARHEOASTRONOMIJĀ
ar KRIMINĀLU VĒSTURI
- ★ CILVĒKA DOMINANCES LAIKS būs DRAUDOŠI ĪSS
- ★ MAZO TELESKOPIU
IESPĒJAS
- ★ Kāpēc SĀTRAUC LATVIJAS DABASZINĀTNIKUS?
- ★ VISS MAINĀS – arī FIZIKĀLĀS KONSTANTES
- ★ ĪPĒCI PRECĪZA MARSA MŪŽIGĀ SASALUMA KARTE!
- ★ ATRADUMS ZVĪDZES MEZOLĪTA APMETNĒ

★ Pielikumā –
ASTRONOMISKAIS KALENDĀRS
2003



Zvaigžņu ripa (vairogs) 1997. gadā ar metālu detektoru tika atrasta Zangerhauzenas (*Sangerhausen, Vācija*) tuvumā kopā ar citiem Agrā bronzas laikmeta priekšmetiem cerībā tos nelegāli pārdot. Bronzas disks (diametrs 31 cm, svars 2,1 kg) ar zelta folijas rotājumiem (Saulē vai pilnmēness, Mēness sirpis, zvaigznes precīzā izkārtojumā) rāda vecāko (apmēram 3600 gadu vecu) zināmo kosmoloģisko ainu, vecāku nekā debess velnes zīmējumi uz Ēģiptes faraonu kapenēm. Kopš 2002. gada 11. marta atrodas Halles Aizvēstures valsts muzejā. www.archlsa.de/stemen/

Sk. T. Romanovska e-vēstuli no Hamburgas "Zvaigžņu ripa".

Vāku 1. lpp.:

Saules dieva Ra–Ozīrisa laiva ar pavadoniem. Laivas priekšgalā divas čūskas, kas simbolizē dievietes Izīdu un Neftīdu. Tām seko Upuats – *vārtu atvērējs*, dievs Sia – Ozīrisa dievišķās gudrības simbols, Hatora – debess rietumdaļas valdniece, mirušais Saules dievs Ra–Ozīriss jeb *lielais spīdošais*, dievs Hors ar vanaga galvu u. c. dievības. Pēdējais ir Sokars – pazemes pusnakts dievība ar vanaga galvu.

Attēls no Ramzesa VI kapenes

Sk. J. Klētnieka rakstu "Saules dieva ceļojums nakts stundās pazemes valstībā".

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,
LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
ČETRAS REIZES GADĀ

2002. GADA RUDENS (177)



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

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



Mācību grāmata
Rīga, 2002

Iespiests Latvijas–Somijas SIA
“Madonas poligrāfists”, Madonā,
Saieta laukumā 2^a, LV-4801

SATURS

Pirms 40 gadiem “Zvaigžnotajā Debess”

Gaismas ģeneratori un pastiprinātāji.
Jauns radioteleskops dienvidu puslodē.
Uzliesmojumi uz Saules un Zemes griešanās ātrums.....2

Zinātnes ritums

Kvazāri un fundamentālās konstantes. *Arturs Balklavs*.....3
Daži procesi zvaigznēs kodolfizikā skatījumā.
Martiņš Balodis.....7

Jaunumi

Jauni pierādījumi lielu struktūru klātbūtnē
agrīnajā Visumā. *Zenta Alksne, Andrejs Alksnis*.....16
Astronomija ar vidēja izmēra un maziem teleskopiem.
Arturs Balklavs.....20
Ikeja–Žanga komēta Rīgas un Riekstkalna
pavasara debesis. *Igors Abakumovs, Andrejs Alksnis*.....23

Tālās zemēs

Saules dieva ceļojums nakts stundās
pazemes valstībā. *Jānis Klētnieks*.....24

Atziņu ceļi

Matemātiskās tehnoloģijas – neatņemama nākotnes
tehnoloģiju sastāvdaļa. *Aivars Zemītis*.....32
Evolūcijas trajektorija. *Imants Vilks*.....39

Skolā

Par neatliekamiem pasākumiem
dabaszinātņu mācīšanai vidusskolās.....45
Naturālie logaritmi un nevienādību pierādīšana
(*nobeig.*). *Raitis Ozols*.....46

Marss tuvplānā

Sasalušo dubļu planēta Marss. *Jānis Jaunbergs*.....59

Amatieriem

Dubultteleskopa otrā elpa. *Martiņš Eibvalds,*
Juris Kārklīnš.....61

Kosmosa tēma mākslā

Zvaigznes un zeme – Eiropas kultūras kontekstā.
Jānis Torgāns.....66

Atskatoties pagātnē

Heliobioloģijas likloči. *Natālija Cimaboviča*.....70
Starp debesi un zemi. *Ilze Loze*.....75
Zvaigžņu ripa. *Tomass Romanovskis*.....77

Jāņa Ikaunieka jubilejā

Jānis Ikaunieks – zinātnes popularizētājs. *Arturs Balklavs*.....78
LZA FTZN sēdes lēmums.....82
Jāņa Ikaunieka un “Zvaigžnotās Debess” daudzinašana.
Irena Pundure.....83

Hronika

Astronomijas institūts 2001. gadā (*nobeig.*).
Arturs Balklavs.....87
LU Astronomiskajai observatorijai – 80. *Leonids Roze*.....90
NASDA atzinība Universitātes astronomiem.
Kazimirs Lapuška.....95

Zvaigžnotā debess 2002. gada rudeni. *Juris Kauliņš*.....96
Pielikumā: **Astronomiskais kalendārs 2003** (32 lpp.)

PIRMS 40 GADIEM "ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ"

GAISMAS ĢENERATORI un PASTIPRINĀTĀJI

Ļoti plašas perspektīvas paver jauns izcils zinātnes sasniegums – tādu ģeneratoru izveidošana, kuri ģenerē koherentus elektromagnētiskos viļņus redzamajā un infrasarkanajā spektra daļā – gaismas ģeneratori lāzēri – gaismas pastiprinātāji, izmantojot inducēto izstarojumu. Visnoderīgākie lāzēri būs starpplanētu sakaru līnijās. Lai planētu atmosfēras netraucētu lāzera staram, raidītājus un uztvērējus ar lāzēriem vajadzēs uzstādīt uz mākslīgajiem pavadoņiem. Tā, piemēram, Zemes mākslīgais pavadonis ar lāzera staru pārraidītu signālus Marsa vai Venēras pavadoņiem. Sakarus starp planētu un tās pavadoņi cauri planētas atmosfērai uzturētu ar parastajiem radioviļņiem. Plašas iespējas gaismas pastiprinātāji pavērs astrofizikai. Ir grūti uztvert un reģistrēt ļoti vājo gaismu, kas atnāk līdz Zemei no tālajām zvaigžņu pasaulēm. Gaismas pastiprinātāji – lāzēri ļaus uztvert vēl vājāku gaismu, ļaus dziļāk iespieties Visuma tūlumos.

Kopš pirmā lāzera radiācijas pagājuši tikai divi gadi, bet daudzu zinātnieku darbs devis jau lielus sasniegumus. Un tomēr priekšā paveras vēl plašākas perspektīvas un pielietojumi – gan sakaru tehnikā un kosmiskajās sakaru līnijās, gan kodolfizikā un spektroskopijā, gan medicīnā, ķīmijā un metalurģijā, gan arī vēl daudzās citās zinātnes un tehnikas nozarēs.

(Saīsināti pēc A. Kundziņa raksta, 3.–19. lpp.)

JAUNS RADIOTELESKOPS DIENVIDU PUSLODĒ

Austrālijā, Jaunajā Dienvidvellsā Parkesas pilsētiņas tuvumā, 350 km rietumos no Sidnejas 1961. gada oktobrī ekspluatācijā nodots radioteleskops ar paraboliskās antenas diametru 64 m, kas ir lielākais radioteleskops dienvidu puslodē. Radioteleskopu būvei izvēlēta piemērota vieta – vairāku jūdžu plats līdzenums, ko ietver zemas piekalnes. Reljefa īpatnības un lielais attālums līdz divu miljonu pilsētai Sidnejai garantē ļoti zemu radiotrokšņu līmeni. Radioteleskopa antena kopā ar pamata torni veido grandiozu celtni 18 stāvu nama augstumā. Paraboloida fokusā novietota antenas kabīne ar jutīgiem priekšpastiprinātājiem. Šajā kabīnē var nokļūt ar speciāla lifta palīdzību. Lielo antenas izmēru dēļ konstruktoriem nācies atteikties no ekvatoriālā montējuma. Antena var griezties ap horizontālu un vertikālu asi.

Plašu darba lauku austrāliešu radioastronomi varēs rast Galaktikas centra un Magelāna Mākoņu struktūras pētīšanā. Nav šaubu, ka jauno teleskopu varēs izlietot arī starpplanētu raķešu radiosignālu uztveršanai. Radioteleskopa būve veikta divos gados un izmaksājusi 800 000 mārciņu sterliņu.

(Saīsināti pēc G. Ozoliņa raksta, 28.–29. lpp.)

UZLIESMOJUMI uz SAULES un ZEMES GRIEŠANĀS ĀTRUMS

1956. gada 23. februārī uz Saules notika milzīgs hromosfēras uzliesmojums, kas tika atzīmēts visās pasaules observatorijās. Visinteresantākais bija tas, ka šo novērojumu reģistrēja arī astrometri, jo pēc sprādziena Zemes diennakts garums palielinājās par 9,7 μsek, ko, iespējams, radija Zemes magnētiskā lauka mijiedarbība ar hromosfēras uzliesmojumu laikā izsviesto Saules korpuskulu plūsmas magnētisko lauku. Tomēr bez palēnināšanās pastāv arī Zemes griešanās paātrināšanās, ko, domājams, izraisa nevienādais daļiņu ātruma sadalījums korpuskulu plūsmā, kas nāk no Saules.

(Saīsināti pēc A. Kovaļevska raksta, 32.–33. lpp.)

ARTURS BALKLAVS

KVAZĀRI UN FUNDAMENTĀLĀS KONSTANTES

Vārds “konstants” mums rada priekšstatu par kaut ko nemainīgu un stabilu. It sevišķi šāds priekšstats tiek attiecināts uz fundamentālajām fizikas konstantēm – gaismas ātrumu vakuumā c , gravitācijas konstanti G , elektrona lādiņu e un masu m_e , protona masu m_p , Planka konstanti h u. c., kam it kā būtu jāliecina par materiālās pasaules pamatlielumu pamatīgumu un nepakļautību jebkādam maiņām, kuras laika plūdumā tik bagātīgi atklājas daudzās jo daudzās ikdienas dzīvē vērojamos procesos un parādībās. Gravitācijas konstante, kā zināms, ir pirmā fundamentālā fizikas konstante, kuru jau 1687. gadā savā darbā “*Dabas filozofijas matemātiskie principi*” ieviesa I. Ņūtons.

Tomēr, attīstoties priekšstatiem par novērojumiem pieejamās zvaigžņu pasaules nebūt ne mūžīgo pastāvēšanu, t. i., par tās rašanos un evolūciju, tātad – mainību, radās doma, ka **viss** ir mainīgs, tostarp, protams, arī fizikālās konstantes.

Pirmie, kas izteica šādu hipotēzi jau pagājušā gadsimta 30. gados, bija E. Mailns (*E. A. Milne*, ap 1935.–1937. g.) un neatkarīgi no viņa (arī ap 1937. g.) – pazīstamais fiziķis teorētiķis P. Diraks (*P. A. M. Dirac*). P. Diraks pie šīs domas nonāca, analizējot tā sauktos lielos bezdimensionālos skaitļus, kādi raksturīgi gan kosmoloģijā, gan elementārdaļiņu fizikā. Kā piemērus tam var minēt elektrisko un gravitācijas spēku attiecību, kas elektroniem ir ar kārtu 10^{42} , bet protoniem ar kārtu ap 10^{36} ($e^{2r^{-2}}/Gm_e^2r^{-2} \approx 4,44 \cdot 10^{42}$; $e^{2r^{-2}}/Gm_p^2r^{-2} \approx 1,24 \cdot 10^{36}$). Apmēram ar tādu pašu kārtu ir arī attiecība starp elektrostātisko un gravitācijas spēku udeņražā atoma kodolā, proti, $(e^2/4\pi\epsilon_0 Gm_p m_p) \approx 10^{40}$, kur ϵ_0 ir vakuuma dielektriskā caurlaidība jeb elektriskā kon-

stante. Līdzīga kārtā ir attiecībai starp Visuma vecumu $T_V = T_H = H_0^{-1}$ ($\approx 15 \cdot 10^9$ gadu) un laiku t_e ($\approx 1,8 \cdot 10^{-23}$), kāds nepieciešams gaismai, lai šķērsotu elektronu pa tā diametru $D_e (= 2r_e = 2e^2/m_e \cdot c^2 \approx 5,6 \cdot 10^{-13}$ cm), t. i., $T_V/t_e \approx 2,5 \cdot 10^{40}$. Protams, varētu minēt arī citus piemērus.

Kosmoloģiskā kontekstā gravitācijas mijiedarbība savu vājumu demonstrē arī ar to, ka Habla rādiuss R_H , kas raksturo Visuma izplešanās gaitā aizņemto telpas apjomu, kurā dominē gravitācija, ir daudzkārt lielāks par Planka garumu l_{Pl} , kas savukārt raksturo mikropasaulē valdošās kvantu mehāniskās mijiedarbības, t. i., $R_H l_{Pl} = cH_0^{-1}/(bG/2\pi c^3)^{1/2} \approx 10^{61}$, ko var izteikt arī kā apmēram $(10^{39,4})^{1,5}$, kur H_0 ir Habla konstante. Respektīvi, rodas iespaids, ka šie lielle skaitļi, t. i., 10^{40} , 10^{60} u. c., ir kvantēti ar soli 10^{20} .

P. Diraks nepieļāva varbūtību, ka dabā šādi lieli skaitļi kā 10^{40} un attiecības starp tiem varētu būt vienkāršas sakritības vai nejaušības (vēlāk tā ieguva lielo skaitļu hipotēzes nosaukumu), un bija cieši pārliecināts, ka tas atspoguļo kaut kādas dziļākas cēloniskas sakarības. Pieņemot, ka iepriekš minētā saistība jeb proporcionalitāte starp R_H un l_{Pl} , kāda tā atklājas šobrīd, ir bijusi spēkā (saglabājas) visu laiku, nonākam pie ļoti radikālas konsekvences, t. i., ka $G \sim t^{-1}$, kur t ir laiks, jo, pēc valdošajiem teorētiskajiem priekšstatiem, Visumam evolucionējot, H_0 samazinās kā t^{-1} .

Šīs hipotēzes pamatojums balstās uz jau iepriekš minēto elektrisko un gravitācijas spēku attiecību udeņražā atomā, kas ir $F_e/F_{gr} \approx 10^{40}$ un T_V/t_e , kas arī ir $\approx 10^{40}$, un uz pieņēmumu, ka šī

sakritība nav nejauša, bet likumsakarīga, t. i., ka starp šiem abiem skaitļiem un arī lielumiem varam likt vismaz proporcionalitātes zīmi un tādejādi iegūt, ka $G \sim t^{-1}$, ņemot vērā, ka H_0 samazinās kā t^{-1} .

Tātad P. Diraks izvirzīja hipotēzi, ka gravitācijas sadarbē, ko raksturo gravitācijas konstante G un kas izsaka spēku, ar kādu pievelkas divi 1 cm attālumā novietoti masas grami, ar laiku samazinās, t. i., gravitācijas sadarbē pakāpeniski kļūst vājāka. Tam, protams, laika gaitā ir jāatstāj vairāk vai mazāk būtisks iespaids uz visas kosmosa “mašīnērijas” darbību. Un ne tikai tāpēc, ka gravitācijas sadarbē ir viena no galvenajām, kas regulē šo darbību kosmoloģiskos mērogos, bet arī tāpēc, ka fundamentālās konstantes G , h , c u. c. saista daudzveidīgas savstarpējas sakarības, kas nozīmē, ka šādi atkarībai no laika jeb izmaiņām laika gaitā būtu pakļautas un vajadzētu atklāties arī citās konstantēs, kuras nosaka sadarbju lielumu vai intensitāti arī citos materiālās pasaules līmeņos. Jau pieminētās gravitācijas konstantes samazināšanās, piemēram, atstātu iespaidu uz Saules starojuma intensitāti un līdz ar to uz Zemes temperatūru utt.

Šajā sakarībā var pievērst uzmanību tam, ka lielākā daļa moderno fizikas teoriju jeb *Lielās Apvienotās Teorijas* paredz arī tādas fizikālas konstantes kā Metagalaktikā jeb Habla rādiusa aptvertajā Visumā ietvertu protonu skaita $N_{\Sigma} \approx 10^{80}$ pakāpenisku samazināšanos, balstoties uz teoriju prognozēto protona radioaktīvo sabrukšanu ($p \rightarrow e^+ + \pi^0 \rightarrow e^+ + 2\gamma$, kur e^+ , π^0 un γ ir attiecīgi pozitrons, neitrālais *pij* mezons un *gamma* kvants) ar pussabrukšanas periodu $\approx (10^{30} - 10^{32})$ gadu. Viena no šīm teorijām ir, piemēram, superstīgu teorija, kas postulē reālās telpas daudzdimensionalitāti, kurā ekstradimensijas ir kompaktētas jeb ļoti cieši saritinātas un mūsu četrdimensionālu, t. i., trīs telpas un viena laika izmēra, subtelpā izpaužas kā dažādi lādiņi vai sadarbē. Tādejādi šajā teorijā izdodas saistīt kopā visas četras pašlaik zināmās fundamentālās sadarbē vienā universālā sadarbē. Ekstradimensiju mēroga lielums mūsu četrdi-

mensiju subtelpā ir saistīts ar fundamentālo konstanšu vērtību, un mērogu lieluma maiņas ar kosmoloģisko laiku noved pie fundamentālo konstanšu maiņām laika gaitā – nav tādu teorētisku mehānismu, lai ekstradimensijas saglabātos nemainīgas. Telpas apjomi, kādus aizņem šīs ekstradimensijas, ir mazāki par L_{pl} .

Konstanšu izmaiņas, ja tādas pastāv, ir ļoti lēnas un tāpēc ārkārtīgi grūti konstatējamas, ko apstiprina arī līdz šim veiktie pētījumi. Tie liecina: šobrīd sasniegto mērīšanas precizitāšu ietvaros nav izdevies iegūt neapstrīdamus pierādījumus tam, ka viena vai otra fundamentālā konstante būtu atkarīga no laika, ieskaitot sākotnēji visai cerīgos eksperimentus par N_{Σ} maiņām. Taču nav arī izdevies iegūt pārliecinošus argumentus par pretējo, kas būtu visai graujoši, respektīvi, ar ļoti tālejošām sekām no pašreizējo teorētisko priekšstatu viedokļa, jo parādītu iecerēto apvienoto teoriju neatbilstību fizikālajai realitātei. Tas nozīmē, ka jautājums par fizikālo konstanšu maiņām vai saglabāšanos laika gaitā ir principiāli svarīgs, jo ļautu pilnīgāk izprast pasauli, kurā dzīvojam, un zinātniski paredzēt (prognozēt) nākotni, kāda sagaidāma civilizācijai kopumā, ja pieņemam tās pastāvēšanas iespējamību kosmoloģiskos laika mērogos.

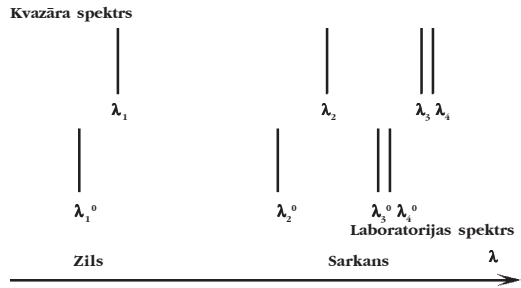
Tādēļ lielu interesi ir izraisījis Ņūsausveilas universitātes (*University of New South Wales*, Austrālija) zinātnieka Dž. Vebba (*J. K. Webb*) vadītās pētnieku grupas ziņojums (*sk. “Physical Review Letters”, vol. 87, No. 9, 27 August 2001, p. 1–4; “Monthly Notices of the Royal Astronomical Society” (MNRAS), vol. 327, No. 4, 11 November 2001, p. 1208–1248, kā arī “Sky & Telescope”, December 2001, p. 20–21* publicētos attiecīgos rakstus) par viņu konstatēto tā sauktās atomu sīkstruktūras konstantes $\alpha = 2\pi e^2/hc \approx 0,0073$ ($1/\alpha \approx 1/137$) maiņu laika gaitā. Šī sīkstruktūras konstante α arī ir viena no fundamentālajām fizikālajām konstantēm, kas kalibrē (nosaka) elektromagnētiskos spēkus, kuri atomos elektronus sasaista ar atomu kodoliem, respektīvi, “atbild” par atomu uzbūvi.

Pie šāda rezultāta Dž. Vebba grupa nonākusi, analizējot 28 kvazāru absorbcijas spektrus,

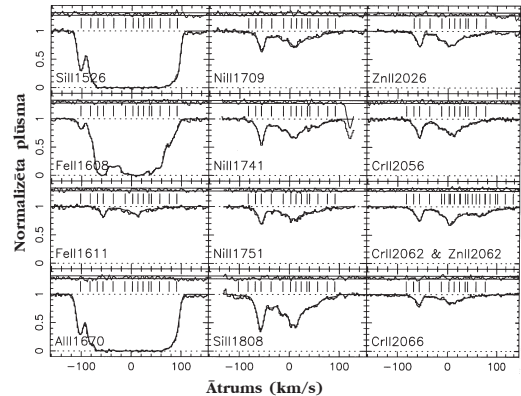
kas iegūti ar Kalifornijas Tehnoloģiskā institūta Mauna Kea kalna observatorijas (Havaju salas, ASV) 10 metru teleskopu *Keck I* (sk. attēlus 49. lpp.). Pētījuma idejai pamatā šāda loģika: ja elektromagnētiskie spēki, kas nosaka atomu uzbūvi, ar laiku mainās, tad tam ir jāatstāj iespaids uz to spektriem, konkrētāk, uz spektrālīniju savstarpējo izvietojumu. Tātad attālumam $\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2$ starp divām spektrālīnijām λ_1 un λ_2 , ja tās novēro dažādos laika momentos, ir jābūt atšķirīgam. Dažādos laika momentos ģenerētus spektrus var iegūt, novērojot pietiekami spožus kosmiskos objektus, piemēram, kvazārus, dažādos kosmoloģiskos attālumos, kas atspoguļo arī to atšķirīgo izvietojumu uz kosmoloģiskās laika ass (sk. 1. att.).

Kā jau minēts, tika mērīti 28 spožāko kvazāru absorbcijas spektri, kas rodas, kvazāru starojumam šķērsojot tiem priekšā esošos (aizēnojošos) kosmisko gāzu–putekļu mākoņus, aptverot sarkano nobīžu vērtības z intervālā ap $0,5 < z < 3,5$ jeb apmēram 23–87% no Metagalaktikas vecuma, t. i., tika mērīti spektri, kuri veidojušies dažādos Visuma attīstības laika posmos. Šajos spektrus izdevās identificēt daudzas labi pazīstamas gan neitrālu, gan jonizētu elementu spektrālīnijas, piemēram, MgI, MgII, AlII, AlIII, SiII, SiIV, CrII, FeII, NiII, ZnII līnijas, dažu molekulu, piemēram, CO, rotācijas pamatlīmeņa līnijas un neitrālā ūdeņraža (HI) pamatlīmeņa sīkstruktūras 21 cm līniju, kur simboli II, III utt. apzīmē norādītā elementa jonizācijas pakāpi (šā elementa attiecīgi vienreizēju, divkārtu vai vēl augstākas kārtas jonizāciju).

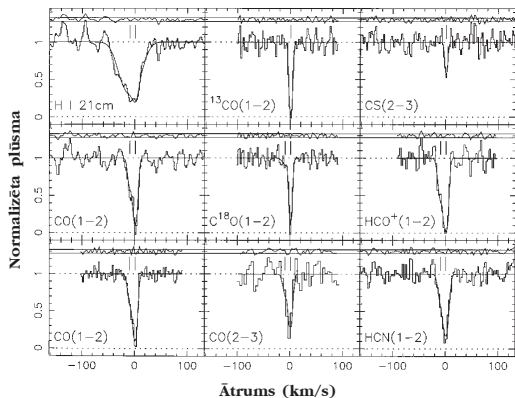
Tika rūpīgi izmērīts un analizēts liels skaits (49) absorbcijas līniju sistēmu (sk. 2. un 3. att.). Tas ir nepieciešams, jo jāņem vērā, ka sagaidāmās α izmaiņas ir ļoti niecīgas un tādēļ, lai tās pārlicināsi konstatētu, ir ļoti svarīgi izziņāt, novērtēt un novērst gan dažādo iespējamo sistemātisko kļūdu avotus, gan samazināt gadījuma kļūdas. Tādas ir viļņa garuma mērījumu kļūdas, jonu līniju saplūšana (*blending*), starpgalaktiskās vides liela mēroga magnētisko lauku efekti, atmosfēras izkliedes efekti, instrumentālā profila variācijas, elementu izotopiskā



1. att. Sīkstruktūras konstantes α izmaiņām, ja tādas pastāv, spektrā ir jāizpaužas kā attāluma starp spektrālīnijām $\Delta\lambda$ izmaiņām tālu (un līdz ar to agrīnāku epochu) kosmisku starojuma avotu, piemēram, kvazāru, spektrus, kas atkarībā no attāluma vai sarkanās nobīdes $z = (\lambda - \lambda^0)/\lambda^0$ ir novirzīti uz spektra sarkanā gala pusi, salīdzinot ar attālumiem starp šīm pašām spektrālīnijām laboratorijas apstākļos mūsdienās $\Delta\lambda^0$. Pēc starpībām, piemēram, $\Delta\lambda_1 = \lambda_2 - \lambda_1$, $\Delta\lambda_2 = \lambda_3 - \lambda_1$ utt. un $\Delta\lambda_1^0 = \lambda_2^0 - \lambda_1^0$, $\Delta\lambda_2^0 = \lambda_3^0 - \lambda_1^0$ utt., var aprēķināt ar sīkstruktūras konstanti saistītās izmaiņas $\Delta\alpha/\alpha = (\alpha_z - \alpha_0)/\alpha_0 = 2^{-1}c_r[(\Delta\lambda/\lambda)_z/(\Delta\lambda/\lambda)_0]^{-1} - 1$, kur $c_r \approx 1$ ir konstante, uz ko attiecas augstākās kārtas relativistiskās korekcijas.



2. att. Smago elementu absorbcijas līnijas virzienā uz kvazāru Q2206 – 199 ($z = 1,920$). Uz ordinātu ass atlikta normēta līnijas intensitāte, uz abscisas – līnijas stāvoklis spektrā ātrumu skalā. Elementu simboliem blakus esošie skaitļi apzīmē attiecīgās līnijas numuru elementa jona spektrā.

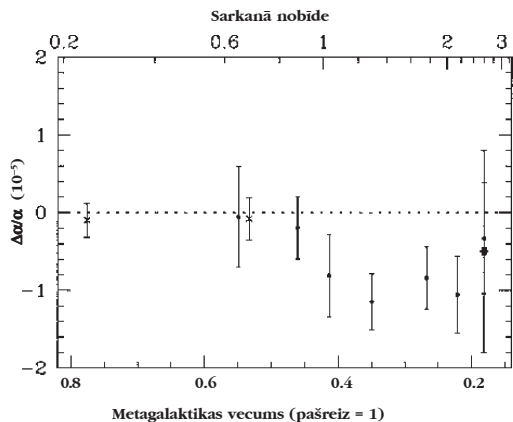


3. att. Absorbcijas spektrs kvazāra TXS 0218 +357 virzienā ($z = 0,6847$). Uz ordinātu ass atlikta normēta līnijas intensitāte, uz abscisas – līnijas stāvoklis spektrā ātrumu skalā. Molekulu simboliem blakus esošie skaitļi apzīmē līmeņus, starp kuriem notiek pārejas un rodas attiecīgā līnija.

sastāva variācijas u. c. Visa šā smalkā un darbietilpīgā pētījuma rezultātā izdevās konstatēt, ka $\Delta\alpha/\alpha \approx (-0,72 \pm 0,18) \cdot 10^{-5}$, t. i., ka α laika gaitā patiešām uzrāda, lai arī ļoti niecīgas, bet tomēr pietiekami pārliecinoši izmērāmas izmaiņas (sk. 4. att.). Viens no svarīgākajiem secinājumiem, pēc pētījuma autoru domām, ir tas, ka turpmākie pētījumi varētu gan uzlabot, t. i., precizēt, sasniegto rezultātu, taču nevarētu noliegt tā būtību, respektīvi, vispār noliegt α mainību kosmoloģiskajā laikā.

Jautājums par to, kura no konstantēm – e , b vai c – ir tā, kas izraisa α maiņu, paliek atklāts. Pašreiz teorētiski ir iespējami visdažādākie varianti: gan ka e ar laiku palielinās, respektīvi, elektromagnētiskā sadarbība pretēji gravitācijas sadarbībai pastiprinās un atoms, laikam ritot, kļūst stingrāks, gan ka e paliek nemainīgs, bet samazinās b vai c (gan pa vienai, gan kopā) utt.

Iegūtais rezultāts, ja tas būtu ticams, būtu ļoti nozīmīgs no pašreizējo teorētisko priekšstatu viedokļa par materiālās pasaules uzbūves visfundamentālākajām likumsakarībām un ļautu spert soli uz priekšu iespējamo apvienoto



4. att. Sikstruktūras konstantes α izmaiņas atkarībā no Metagalaktikas vecuma, kas noteikts, balstoties uz kvazāru caurgaismoto starpgalaktisko gāzu mākoņu absorbcijas spektrālīniju sarkanajām nobīdēm z . Uz abscisas ass atlikts Metagalaktikas normētais vecums (vai sarkanā nobīde), pašreizējo vecumu izsakot ar skaitli 1, uz ordinātas – α izmaiņas, izteiktas 1/100 000 daļās. Novērojumi un mērījumi uzrāda α nelielas, ap 1/100 000 izmaiņas (pieaugumu), salīdzinot ar α vērtību Metagalaktikas agrā jaunībā.

teoriju precizēšanā, t. i., pieņemot tālākai izskatīšanai vienus un atmetot citus šo teoriju variantus, starp kuriem izvēle šobrīd ir apgrūtināta tieši atbilstošu eksperimentālo datu trūkuma dēļ. Un tas arī izskaidro kā astrofiziķu, tā mikropasaules pētnieku lielo interesi par iegūto rezultātu.

Taču kā jau katrs šāds rezultāts, kam var būt ļoti tālejoša ietekme uz fizikas attīstību, bet kas iegūts, izdarot ļoti niecīgu lielumu mērījumus, pastāvot lielu kļūdu iespējai, tas izraisa arī saprotamu piesardzību un skepsi. To var mazināt, ja šo rezultātu apstiprinātu kāda cita neatkarīga pētnieku grupa (vai vēl labāk – grupas), izmantojot citus instrumentus un citu kvazāru spektrus. Ņemot vērā jautājuma izcilo svarīgumu, šķiet lieki teikt, ka šādi pētījumi jau tiek plānoti.

Dažu rakstā lietoto konstanšu vērtības

$c \approx 3 \cdot 10^{10}$ cm·s⁻¹; $G \approx 6,67 \cdot 10^{-8}$ cm³·g⁻¹·s⁻²; $e \approx 1,6022 \cdot 10^{-19}$ C (C – kulons); $m_e \approx 9,1095 \cdot 10^{-28}$ g; $m_p \approx 1,6726 \cdot 10^{-24}$ g; $h \approx 6,6262 \cdot 10^{-27}$ ergi·s; $\pi \approx 3,1416$; ϵ_0 – vakuuma dielektriskā caurlaidība jeb elektriskā konstante $\approx 8,85 \cdot 10^{-12}$ F·m⁻¹ (F – farads); H_0 – Habla konstante = (67 ± 10) km·s⁻¹·Mps⁻¹ (ps – parseks $\approx 3,0856 \cdot 10^{18}$ cm, 1 Mps = 10⁶ ps); $T_H = H_0^{-1}$ – Habla laiks, kas raksturo Metagalaktikas vecumu = $(15 \pm 2) \cdot 10^9$ gadi. 🐦

MĀRTIŅŠ BALODIS

DAŽI PROCESI ZVAIGZNĒS KODOLFIZIĶĀ SKATĪJUMĀ

Kā veidojušies gandrīz simts ķīmisko elementu?

Zemes, mūsu planētu sistēmas ķermeņu un Saules ķīmiskais sastāvs pamatlinijās ir izpētīts iepriekšējā gadsimtā. Saule, mūsu planētu sistēmas enerģijas avots, ir īpaši bagāta ar visvieglākajiem elementiem – ūdeņradi un hēliju. Pārējo periodiskās sistēmas elementu relatīvā izplatība daudzos Saules sistēmas ķermeņos, tai skaitā spektroskopiski novērojamos Saules ārējos slāņos un Zemes garozā, ir samērā vienveidīga.

Astronomu un kodolfiziķu pētījumi rāda, ka, visai ticami, Saules sistēmas vielai ir kopēja izcelsme un tā ir radusies kodolprocesos iepriekšējās paaudzes zvaigznēs. Astrofizikā daudz kas ir atkarīgs no pieņemtajiem zvaigžņu iekšējās uzbūves teorētiskajiem modeļiem, jo tiešie novērojumi ļauj pētīt vienīgi Saules un citu zvaigžņu ārējos slāņus. Kodolreakcijām un kodolu uzbūvei atbilstošie fakti, raksturlielumi, kā arī teorētiskie modeļi ir kodolfiziķu ziņā.

Kā tad veidojas ķīmiskie elementi no ūdeņraža līdz urānam, $Z=1-92$? Kas ar šiem elementiem notiek jau izveidojušos zvaigžņu iekšējos procesos?

Pēdējā pusgadsimtā ir visai plaši attīstījusies kodolastrofizika, kas pēti atomu kodolu pārvērtības parastās zvaigznēs, supernovās u. c. Šīs pārvērtības parasti raksturojam vispārīgi: kā mainās vieglo elementu sastāvs, rodoties zvaigžņu enerģijas starojumam, kādās kodolreakcijās elementu sastāvs mainās smago elementu rajonā.

Lai veiktu šādus pētījumus, ir ļoti nepieciešami kodolfizikas dati. Te jāmin nuklīdu, respek-

tīvi, konkrēto kodolu, pamatstāvokļu raksturlielumi, ilgdzīvojošo ierosināto stāvokļu dati. Dažkārt interese rada kodolu struktūra, ja ir relatīvi augsta enerģija – līdz 1000 keV = 1 MeV. (Kodolfizikas terminoloģiju skaidrojam “*Pielikumā*”.)

Pēdējos gadu desmitos ir aktīvi pētīta smago elementu kodolu struktūru saistība ar pārvērtībām zvaigznēs, piemēram, ļoti sarežģītām lutēcija (176-Lu, $Z=71$) un tantala (180-Ta, $Z=73$) kodolu struktūrām, kur līdz 1 MeV ir vairāk nekā 50 enerģijas līmeņu. Kaut arī tikai daļa no šiem līmeņiem tieši attiecas uz procesiem zvaigžņū, respektīvi, Saules, iekšienē, šo neapdaudzo līmeņu precīzai identifikācijai ir jāzina pēc iespējas pilnīgi kodolu dati.

Raksta autors no kodolfiziķa viedokļa mēģina īsi ieskicēt elementu rašanās kopainu, kā arī sīkāk aplūkot lutēcija un tantala kodolu pārvērtību piemērus. Lasītājam, kam interesē atšķirīgi redzes viedokļi, iesakām izlasīt: 1) *Arturs Balklavs*. “Mūsdienu zinātnes priekšstati par vielisko pasauli” – *ZvD*, 1984. g. pavasaris un vasara, Nr. 103, 104; 2) *Laimons Začs*. “Kodolsintēzes problēma atrisināta... zvaigznēs” – *Terra*, 2001. g. oktobris.

Šķiet, ka “īsa ieskats kopainā” var būtiski palīdzēt saprast lutēcija un tantala atomu kodolu pārvērtības un to iespaidu uz dažu retu elementu izplatību dabā.

Elementu un to izotopu kosmiskās pārvērtības no ūdeņraža līdz urānam. Rakstā [1], vadoties pēc pašreiz populārākajām teorijām, ir raksturota vieglāko elementu atomu

kodolu veidošanās miljonos gadu pēc Lielā Sprādziena. Tiek secināts, ka no šiem elementiem ir veidojušās pirmās zvaigznes. Šo zvaigžņu materiāls galvenokārt ir 1. un 2. elements – ūdeņradis un hēlijs, kā arī mazi 3., 4. un 5. elementa – litija, berilija un bora – piemaisījumi.

Pieņemot, ka fizikas likumi gadu miljonos un miljardos nemainās (lai gan ir hipotēzes, ka varētu būt citādi, tomēr nopietnu pierādījumu tām nav), kodolreakcijas pirms ļoti daudziem gadiem un tagad notiek vienādi. Tādējādi, lai veidotos praktiski visi smagie elementi, kas ir ilgdzīvojoši līdz 92. elementam urānam, ir jābūt pirmo paaudžu zvaigznēm, kurās notiek dažādas kodolreakcijas. Vismaz daļas zvaigžņu attīstība beidzas ar liela apjoma vielas izmešanu kosmiskajā telpā. No sprādzientipa notikumiem zvaigžņu attīstībā pazīstamākie ir supernovu uzliesmojumi. Tajos un, iespējams, citos līdzīgos procesos rodas gāzu mākoņi, no kuriem var veidoties jaunas zvaigznes.

Pirmajos pētījumos tieši sprādzienveida procesus uzskatīja par galveno smago elementu veidošanās cēloni nākamo paaudžu zvaigznēs un planētu sistēmās. Savukārt kodolfiziķu veikti relatīvi jauni pētījumi rāda, ka arī lēnas kodolreakcijas pietiekami karstās zvaigznēs būtiski papildina smago elementu krājumus Visumā.

Taču, lai sintēzes procesā nokļūtu līdz urānam, vispirms jāsinatēzē elementi līdz dzelzij. Kodolu saites enerģiju īpatnību dēļ tieši pietiekami viegli elementi dod zvaigžņu un arī mūsu Saules enerģiju. Īsi runājot, atceresimies, kāpēc spīd Saule.

Saule ir zvaigzne ar relatīvi “vēsu” (tikai nedaudz vairāk par 10 miljoniem grādu) centrālo daļu. Šādā temperatūrā par noteicošo kodolreakciju ķēdi izstarojamās enerģijas radišanai tiek uzskatīts tā saucamais protonu cikls. Sākumā, savstarpēji saduroties diviem vieglā ūdeņraža kodoliem un turpmākajos procesos piedaloties reakciju ķēdītes starpproduktiem, no četriem protoniem veidojas ${}^4\text{He}$ – hēlija kodols ar masas skaitli 4. Divi protoni un divi neitroni tajā ir “īpaši cieši” iepakoti, un “liekā” enerģija pārveidojas Saules starojumā.

Iesākumā zvaigžņu kodolprocesu pētījumos par svarīgāko atzina tā saucamo oglekļa ciklu, kur oglekļa izotops ${}^{12}\text{C}$ ir kā “katalizators” un pēc starpproduktu (slāpekļa un skābekļa) veidošanās atkal paliek pāri ${}^{12}\text{C}$ un ${}^4\text{He}$. Pēc mūsdienu teorijām, oglekļa cikls Saulei dod būtiski mazāk enerģijas nekā protonu cikls.

Ievērojami karstākās zvaigznēs ar līdzīgām reakcijām, kur būtiska loma ir gan ${}^4\text{He}$, gan ${}^1\text{H}$, rodas visi elementi līdz pat dzelzij (Fe) un vienlaikus izdalās enerģija. Ķīmisko elementu sastāvs pašreizējā Saules sistēmā rāda, ka reakciju virkne $\text{H} \rightarrow \text{He} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{O} \rightarrow \text{Fe}$, pakāpeniskās pārvērtībās veidojoties visiem elementiem starp pirmo un divdesmit sesto, ir notikusi iepriekšējās paaudzes zvaigznēs.

Ievērojami atšķirīgs ir elementu rašanās process no dzelzs līdz urānam. Kodoli, kas ir masīvāki nekā dzelzij, veidojas, kodoliem pakāpeniski pievienojot neitronus un daļai no tiem kļūstot par protoniem beta sabrukšanas procesos. Pašreizējā kodolastrofizika pēti gan ātro, gan lēno neitronu satveršanu (r-procesi un s-procesi; angļiski *rapid* – ātrs, *slow* – lēns).

Ātrajā jeb r-procesā ir lielas neitronu plūsmas, kuras īsā laikā, salīdzinot ar beta sabrukšanas ātrumu, vairākumā gadījumu veido arvien masīvākus kodolus, respektīvi, izotopus, tam pašam elementam. Šajā procesā neitronu satveršana ir būtiski ātrāka nekā beta sabrukšana. Pēc secīgās sprādzienveidīgās neitronu satveršanas “iedarbojas” kodolfizikas likumu noteiktās beta sabrukšanas ķēdītes un rodas nuklīdi ar to pašu masas skaitli kā neilgi dzīvojošajiem radioaktīvajiem kodoliem, bet ar lielāku atoma numuru. Beidzoties “ķēdītei”, tie ir kāda elementa stabilie nuklīdi.

Lēno jeb s-procesu varam arī saukt par zvaigznes vielas lēno degšanu. No kodolfiziķu viedokļa, tas nozīmē, ka vidēji liela neitronu plūsma ļauj rasties stabiliem nuklīdiem vai radioaktīviem nuklīdiem ar relatīvi lieliem pussabrukšanas periodiem. Mazu periodu gadījumā reakcija ar neitroniem ir lēnāka nekā beta sabrukšana.

Priekšstatus par smago elementu izplatību un pārvērtībām zvaigžņu kodolreakcijas ilustrējam 1. un 2. attēlā.

ar alfa daļiņām, respektīvi, hēlija kodoliem.

2. *attēlā* redzams fragments no kodolfiziku veidotās nuklidu tabulas, kurš ļauj iztēloties 70.–73. elementa izcelsmi neitronu satveršanas s- un r-procesā, kā arī palīdz saprast kodolu sistematiku atbilstošajām protonu un neitronu skaita maiņām.

Vērigam lasītājam var noderēt vispārīgāki priekšstati par kodolu sistematiku:

1) pastāv “čaulu struktūra”, kurā attiecīgs protonu un neitronu skaits rada īpašu stabilitāti dažiem elementiem un to izotopiem;

2) elementi ar pāru numuriem (pāru skaitu protonu) ir relatīvi stabilāki;

3) dabā ir stabili kodoli un atsevišķi ilgdzivojoši radioaktīvi kodoli.

Maksimālais dabā sastopamo viena elementa izotopu skaits ir 50. elementam alvai, un tas ir saistīts ar “pilno čaulu” radīto 50 protonu un atbilstošu skaitu neitronu sistēmas īpašo stabilitāti. Masīvākais elements ar vairākiem stabiliem izotopiem ir 82. elements svins. Masīvākajam svina izotopam ir 126 neitroni, proti, tā atoma masa ir $82+126=208$. No kodolfiziku viedokļa, tas saistās ar aizpildītajām protonu ($Z=82$) un neitronu ($N=126$) čaulām. Līdzīgi kā elektronu čaulās (tās veido cēlgāzes, ja čaulas ir noslēgtas), arī kodola daļiņām ir savas ar kvantu skaitļiem saistītas čaulas, un noslēgtās čaulas ar 82, respektīvi, 126 daļiņām, veido izplatītākā smagā elementa biežāk sastopamo izotopu. Tāda stabilitāte veicina kodolreakcijas, kas veido šos īpaši stabilos atomu kodolus. Tādējādi $A=170-210$ rajonā izplatītākais elements ir svins, to varam pamatot gan ar zvaigžņu procesiem pirms Saules sistēmas rašanās, gan ar kodolu struktūras likumiem.

Taču ir arī daudzi retāk sastopami elementi nekā svins. Nepāra protonu skaits vienmēr rada mazāku stabilitāti, taču starp $Z=1$ un $Z=83$ (bismuts) gandrīz visi elementi ar nepāra atoma numuru ir sastopami dabā. Izņēmumi ir $Z=43$ (tehnēcijs), $Z=61$ (prometijs). Garākie pussabrukšanas periodi ir 4,2 miljoni gadu (98-tehnēcijs) un 17,7 gadi (145-prometijs). Tie ir pilnīgi pietiekami periodi, lai par tehnēciju, re-

spektīvi, prometiju, smagāki elementi veidotos gan s-, gan r-procesā.

Pārējiem nepāru elementiem, kas ir stabili, ir viens vai divi dabā sastopami izotopi. Piemēram, 2. *attēlā* lutēcija un tantala dabiskajos maisījumos ir divi izotopi katram (*ar trīsstūriem mazo kvadrātiņu apakšējos stūros*).

Ilgdzivojoši elementi (ar apmēram miljardu gadu ilgu pussabrukšanas periodu) ir torijs un urāns ($Z=90$, $Z=92$). Dabā ir ^{232}Th , ^{235}U un ^{238}U . Acīmredzot zvaigžņu iekšējās pārvērtībās jāveidojas arī transurāna elementiem, taču relatīvi mazo pussabrukšanas periodu dēļ pirms miljardiem gadu veidojušies šo atomu kodoli makroskopiskos daudzumos līdz šodienai saglabāties nevar. Apmēram desmit ilgdzivojošu radioaktīvu nuklidu ir elementu rindā starp kāliju ($Z=19$, $A=40$) un bismutu ($Z=83$, $A=209$). To starpā ir arī pa vienam lutēcija un tantala izotopam ($A=176$, $A=180$), kurus sīkāk aprakstām nākamajā nodaļā.

Nuklidiem, kuru dabā nav (2. *attēlā* – *bez trīsstūriem*), pussabrukšanas periodi parasti ilgst no sekundēm līdz dažiem gadiem.

1. *attēlā* grafiks ir iegūts, apkopojot konkrētos mērījumu datus attiecībā uz Saules sistēmu. Saules, Zemes, meteorītu u. c. sastāvs pētīts, veicot Saules virsmas spektroskopiju un Zemes ģeoloģiski ķīmiskos pētījumus. Kosmiskie pētījumi ļauj iegūt ziņas par Mēnesi un tuvākajām planētām. Saules sistēmas ķermeņu kopējā izcelsme ir iemesls līdzīgai elementu izplatībai tajos.

Dažas smago elementu pārvērtības: lutēcijs un tantals. Attīstoties pētījumiem par kodolprocesiem zvaigznēs, uzmanību saistīja detaļas dažu smago elementu pārvērtībās starp alvu un svinu. Nuklidiem šajā atomu numuru un masu intervālā ir sarežģīta ierosināto līmeņu struktūra, ko kodolfizikā pēta jau vairākus gadu desmitus. Ir izdevies noskaidrot, ka dažu šo līmeņu struktūras būtiski ietekmē procesus zvaigznēs, kas nosaka elementu un nuklidu izplatību Saules sistēmā. Tādējādi kodolstruktūras pētījumi ļauj noteikt zvaigžņu iekšējo temperatūru intervālu. Kodolastrofizikas attīstības gaitā ir izpētīta virkne visai smalku detaļu,

kas saista elementu un atsevišķu nuklīdu izplatību Saules sistēmā ar attiecīgajām kodolreakcijām un sabrukšanas procesiem.

Viens no raksturīgiem piemēriem ir 71. elementa lutēcija izotops ($A=176$). Šo rindu autors ir daudz pētījis šā elementa kodolu struktūru vēl pirms astrofiziķu nopietnākas intereses par lutēciju. Līdzīga situācija ir arī ar 73. elementa tantala izotopu ($A=180$), kura struktūra un īpašības astrofiziķus ir ieinteresējušas samērā nesen.

Lutēcijam un tantalam ($Z=71, 73$) katram ir tikai divi dabā sastopami izotopi, bet hafnijam ($Z=72$) dabā ir seši izotopi. To var izskaidrot, zinot kodolfizikas likumus. Izrādās, ka gan protonu, gan neitronu pāru skaits rada lielāku kodolu stabilitāti. Tā kā $Z+N=A$, tad pārskaita A vērtības veido "zāģa zobus" 1. attēla grafikā.

Divu konkrētu piemēru sīkāk apraksts var palīdzēt vērīgam lasītājam labi izprast, kādas problēmas risina smago elementu pētnieki kodolfizikā un astrofizikā.

Lai saprastu lutēcija izotopa ar masas skaitli $A=176$ un tantala izotopa ar masas skaitli $A=180$ pārvērtības, kas notiek zvaigznēs sastopamās kodolreakcijās, vēlreiz apskatām nuklīdu tabulas fragmentu (sk. 2. att.).

Masas skaitlim $A=175$ atbilst tikai viens stabils nuklīds – elementa lutēcija attiecīgais izotops. Pie $A=176$ dabā ir sastopami ne tikai stabili iterbija ($Z=70$) un hafnija ($Z=72$) nuklīdi, bet arī ^{176}Lu ar $Z=71$. Lasītāji, kas zina dažus kodolfizikas pamatlikumus, var secināt, ka ^{176}Lu jāsabruk, izmetot beta daļiņu (elektronu vai pozitronu) un neitrīno, jo stabili nuklīdi ar vienādu masas skaitli nav iespējami, ja atoma numuru starpība ir 1. Tiešām, šāda beta sabrukšana ^{176}Lu pamatstāvoklim notiek, bet pussabrukšanas periods – 41 miljards gadu – ir viens no lielākajiem, kāds radioaktīvajiem nuklīdiem ir zināms. Dabiskajā lutēcijā radioaktīvais ^{176}Lu ir 2,5%, stabilais ^{175}Lu šo divu izotopu masījumā ir 97,5%.

Lēnajā neitronu satveršanas procesā zvaigznēs, respektīvi, s-procesā, lutēcija izotopu pārvērtības notiek pēc mehānisma $^{175}\text{Lu}(n, \gamma)^{176}\text{Lu}$ (n, γ) ^{177}Lu . Radioaktīvais ^{177}Lu sabruk par stabilo

^{177}Hf (hafniju) ar pussabrukšanas periodu 6,7 dienas. Tādējādi ^{177}Lu uz Zemes praktiski nav atrodamš, bet zvaigžņu iekšienē tas ir līdzsvarā ar apkārtējiem nuklīdiem, un šo līdzsvaru varam noteikt no kodolprocesu parametriem.

Taču pārvērtība $^{176}\text{Lu} \rightarrow ^{177}\text{Lu} \rightarrow ^{177}\text{Hf}$ izrādās samērā vienkārša. Daudz interesantāks ir ievērojami sarežģītāks process, kurš nosaka ^{176}Lu lomu mūsu tuvākās zvaigznes Saules novērojumos un vērtējumos par konkrēto elementu izcelsmi iepriekšējās paaudzes zvaigžņu kodolprocesos. Lu/Hf attiecību, ko var koriģēt, ņemot vērā nuklīdu, respektīvi, katra elementa izotopu, sastāvu (optisko spektru līnijas ir mazliet nobīdītas atkarībā no attiecīgā elementa izotopiskā sastāva), principā var izmantot kosmohronoloģijā, jo ^{176}Lu ir viens no nedaudzajiem ilgdzīvojošajiem nuklīdiem, kuru pussabrukšanas periods ir mērāms miljardos gadu.

Ilglaicīgās kosmohronoloģijas sākums ir urāna un torija atbilstošo izotopu sabrukšanas vērtējums. Piemēram, analizējot 238-urāna ($Z=92$) sabrukšanas ķēdi (^{238}U pussabrukšanas periods ir 6,3 miljardi gadu), var noteikt Zemes iežu vecumu. Lutēcija izotops ^{176}Lu varētu būt alternatīva kosmohronoloģijā. Pētījumi vairāk nekā 20 gadu garumā (20. gs. 60. gadu beigās līdz 90. gadu sākumam) rāda, ka šādas iespējas tomēr nav. Kāpēc? Lai to saprastu, jāveic mazs gājiens "pa kodolfizikas džungļiem".

Kādēļ pastāv atšķirība, ja gribam lietot kosmohronoloģijā gan ^{238}U , gan ^{176}Lu ? Urānam (protams, konkrētajam šā elementa izotopam!) pamatstāvoklis sabruk miljardu gadu laikā ar α procesu (hronoloģijā sabrukšanas tipam gan nav būtiskas atšķirības (α vai β)). Ja urāns nonāk ierosinātā stāvoklī, tas vispirms sabruk ar gamma kvantu vai konversijas elektronu izmešanu atpakaļ uz pamatstāvokli.

Toties ^{176}Lu ir divi kodola stāvokļi, respektīvi, enerģijas līmeņi, kuri viens no otra neatkarīgi var pārvērsties atbilstošā hafnija izotopa kodolos. Pamatstāvoklim, pēc kodolfizikas likumiem, ir kvantu skaitļi 7⁻ (spins – septiņi, mīnus – pāriība), bet ierosinātajam – izomēram stāvoklim – kvantu skaitļi 1⁻ (sk. 3. att.).

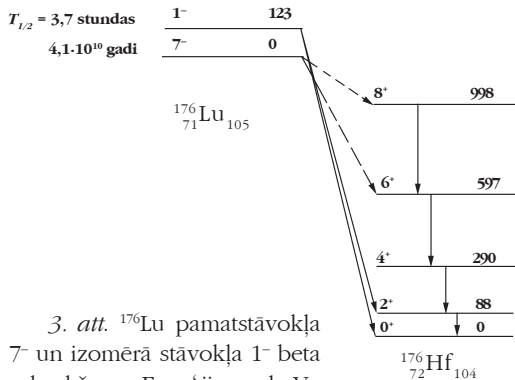
Temperatūrā, kāda ir uz Zemes, pārvēršanās starp 7^- un 1^- stāvokļiem ir stipri mazvarbūtīga. Tieša pārvēršanās ar spinu starpību 6 ir aptuveni $5 \cdot 5 = 25$ kārtas lēnāka nekā spinu starpībai 1 (palēninašanās $10^5 = 100\,000$ reizi uz katru spinu starpības vienību). Pie spinu starpības 1 tipisks procesu ātrums ir 10^{-9} sekundes, bet spinu starpībai 6 tas ir 10^{16} sekundes, respektīvi, 10^9 gadu. Kodolu struktūras efekti samazina procesa varbūtību vēl $10^5 - 10^{10}$ reizi, tāpēc tas ir daudz lēnāks nekā pussabrukšana ar $41 \cdot 10^9$ gadu periodu.

Aplinkus pārvēršanās dabiskos apstākļos uz Zemes nav novērojama, jo praktiski nav starojuma, kas ierosinātu atoma kodolu augšējos stāvokļos, respektīvi – enerģijas līmeņos. Zvaigžņu iekšienē pietiekami augstā temperatūrā ir atbilstošas intensitātes γ kvantu plūsma, kas var ^{176}Lu pamatstāvokli ar tā saucamo (γ, γ') reakciju (neelastisko gamma izkliedi) pārvērst ^{176}Lu relatīvi augstā ierosinātā stāvoklī. Kodolfiziķu uzdevums ir noskaidrot, kādas ir šo stāvokļu enerģijas, spini u. c., astrofiziķu – pateikt, kādos apstākļos veidojas γ plūsmas.

^{176}Lu kodolā ir 71 protons un 105 neitroni. Zināms, ka:

1) katrā kodolā izpaužas vispārīgi struktūras likumi, kas parasti ir kopīgi kādai nuklidu grupai; starp masas skaitļiem 150 un 190 ir liela grupa tā saucamo deformēto kodolu;

2) minētie struktūras likumi, arī tie, kas attiecas uz iepriekš minēto nuklidu grupu, ļauj



3. att. ^{176}Lu pamatstāvokļa 7^- un izomērā stāvokļa 1^- beta sabrukšana. Enerģijas – keV.

paredzēt stipri aptuvenas enerģijas un kvantu skaitļus daudziem kodola enerģētiskajiem stāvokļiem, respektīvi, līmeņiem, turklāt ar precizitāti (100 keV un pat sliktāk), kas ir daudz mazāka nekā no eksperimentāliem datiem (dažādas kvalitātes eksperimentos 0,001 līdz 0,1 keV) iegūta;

3) nepāra–nepāra kodolos (^{176}Lu protonu un neitronu skaits ir nepāru skaitļi) kodola enerģijas līmeņu blīvums ievērojami pārsniedz pārējo kodolu tipu līmeņu blīvumu.

To visu ievērojot, izrādās, ka precīzām enerģijas līmeņu aprakstam jāzina lielākā daļa, bet ideālā gadījumā – visi līmeņi zemāko ierosināšanas enerģiju intervālā. To sauc par pilnīgu līmeņu shēmu (*complete level scheme*), lai gan dažu līmeņu ar relatīvi augstiem spiniem dažkārt šīnī shēmā nav to atrašanās eksperimentālo grūtību dēļ. Piemēram, mūs interesējošā ^{176}Lu shēmā, šķiet, izpaliek līmenis ar kvantu skaitļiem 9^- . Tiesa, no astrofizikas viedokļa, īpašu interesi rada enerģijas līmeņi ar spiniem 2 līdz 6, jo tās ir starpvērtības starp abu zemāko līmeņu spiniem 1 un 7.

4. attēlā redzami no astrofizikas viedokļa svarīgākie ^{176}Lu enerģijas līmeņi. Shēmas fragments ir relatīvi maza daļa no pilnīgās līmeņu shēmas, turklāt kopumā, līdz 838 keV ieskaitot, 1991. gada publikācijā ir atrodami 58 enerģijas līmeņi. Visu līmeņu kopums apstiprina, ka tieši 4. attēlā parādītais fragments raksturo aplūkojamo astrofizikas problēmu.

Te vietā ir maza vēsturiska atkāpe.

Apmēram 1970. gadā lutēcijs kodolfiziķos radīja būtisku interesi dēļ savas nozīmes kodolu struktūras izpratnē: kā lutēcija gadījumā ir lietojami esošie teorētiskie modeļi? Lai to noteiktu, jāzina šā nepāra–nepāra kodola enerģijas līmeņi. 1968.–1971. gadā ^{176}Lu tiek pētīts galvenokārt ar neitronu satveršanu ^{175}Lu mērķa kodolos, mērot gamma starojuma un iekšējās konversijas elektronu enerģiju un intensitāti. Šo rindīņu autors arī piedalās šādā pētījumā, tā rezultāts ir publikācija žurnālā “*Nuclear Physics*”. Pētījumā ir atrasti visi 4. attēlā redzami enerģijas līmeņi, izņemot 6^- un 5^- ; jāpiebilst,

ka 6⁻ un 5⁻ izlādes pārejas ir novērotas, taču pietiekami stipru argumentu šo pāreju adekvātai novietošanai enerģijas līmeņu shēmā 1971. gadā vēl nav.

Jautājumi par ¹⁷⁶Lu pārvērtībām Saules un citu zvaigžņu iekšienē tiek formulēti 1982. gadā žurnālā “Nature”. Vai lutēcijs, pēc raksta autoru domām, varētu būt kosmiskais hronometrs vai termometrs? Pārliecinoties atbildes 1982. gadā joprojām nav, ir vajadzīgi tālāki pētījumi.

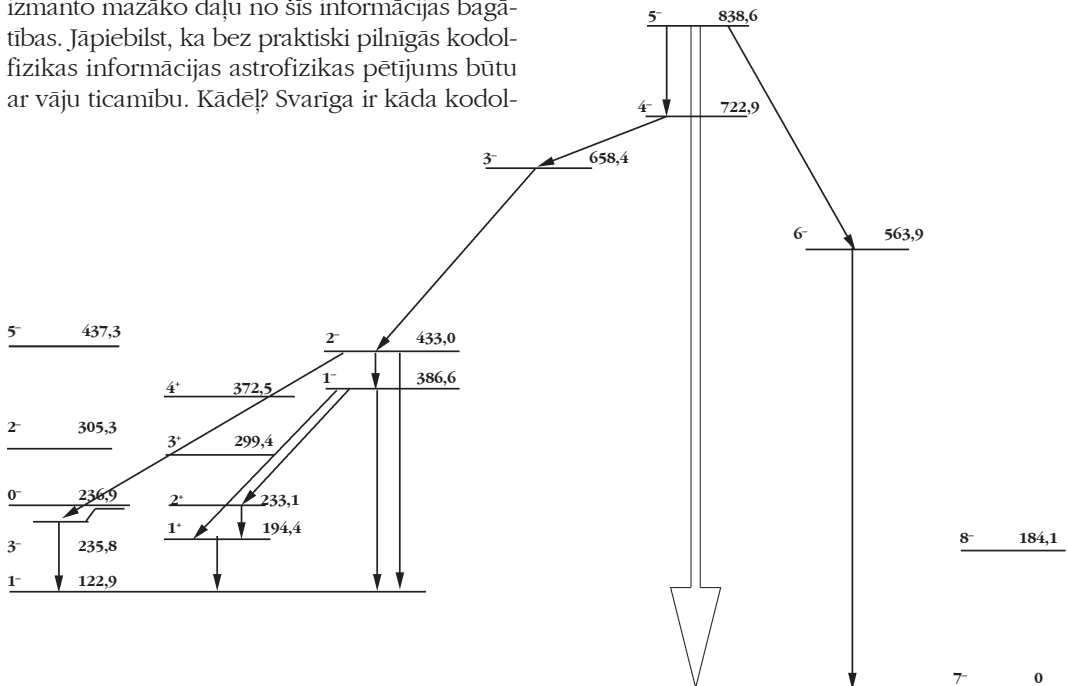
1991. gadā žurnālā “Physical Review” parādās publikācija, kurā ¹⁷⁶Lu tiek plašāk un dziļāk pētīts no abiem viedokļiem. Kodolfizikas pētījums ļauj ticami un droši pamatot un aprakstīt 4. attēlā parādīto shēmas fragmentu. Astrofizikas pētījums dod iespēju risināt dilemmu par hronometra–termometra iespējamību.

1971. gadā zem 5⁻ līmeņa enerģijas, kas ir 838,640±0,048 keV, ir zināmi 39 enerģijas līmeņi, 1991. gadā – 58 līmeņi. Tiesa, astrofizikā izmanto mazāko daļu no šīs informācijas bagātības. Jāpiebilst, ka bez praktiski pilnīgās kodolfizikas informācijas astrofizikas pētījums būtu ar vāju ticamību. Kādēļ? Svarīga ir kāda kodol-

fizikas īpatnība: atomfizikā mūsdienu kvantu mehāniskās teorijas ar labu precizitāti atveido eksperimentālās līmeņu shēmas un starojuma spektrus, bet kodolfizikā teorētisko modeļu saskaņa ar eksperimentu ir visai aptuvena; lai iegūtu ticamu rezultātu, kas der teorētiskai interpretācijai, modeļu rēķiniem, tehniskiem un zinātniskiem lietojumiem, kodolfizikai jābūt darbietilpīgai eksperimentālai zinātnei, kurā daudzos gadījumos pētnieki cenšas sasniegt pēc iespējas pilnīgu informāciju.

4. attēla “mazākā daļa” nozīmē astoņus enerģijas līmeņus no piecdesmit astoņiem, taču šie astoņi līmeņi ļauj saprast mūs pašlaik interesejošos procesus. Kas notiek, ja 7⁻ pamatstāvoklis pārvēršas 1⁻ ierosinātā stāvoklī? Tas nozīmē (γ,γ') reakciju ar pārejām 7⁻ → 6⁻ → 5⁻ un gamma kvantu vai konversijas elektronu starojumu ar pārejām 5⁻ → 4⁻ → 3⁻ → 2⁻ → 1⁻ → 1⁻.

Ņemot vērā, ka 1⁻ līmenim sabrukšana, veidojoties hafnijam, notiek daudz ātrāk nekā 7⁻



4. att. ¹⁷⁶Lu ierosinātie stāvokļi, kas var piedalīties gamma starojuma neelastiskajā izkliedē starp 7⁻ un 1⁻ stāvokļiem. Enerģijas – keV. Bultiņas apzīmē relatīvi intensīvas gamma pārejas.

limenim, ātrumu attiecība ir apmēram 10^{14} reižu jeb $41 \cdot 10^9$ gadu pret 3,7 stundām. Ja (γ, γ') reakcija ir pietiekami intensīva, un tālāki vērtējumi to rāda, aktualizējas hronometra–termometra dilemma.

No astrofizikas viedokļa, būtiski jautājumi ir: (i) lutēcijs kā Saules un/vai s-procesa termometrs; (ii) lutēcija izotopa ar masas skaitli 176 pārvērtības s-procesā.

Spektroskopiskos novērojumos izmanto lutēcija un hafnija attiecību. Atbilstoši vispilnīgākajai informācijai par ^{176}Lu kodolstruktūru, kas gūta 1991. gadā veiktajos pētījumos, to salīdzina ar potenciālo $7^- \rightarrow 1^-$ procesu pietiekami augstā temperatūrā. Izrādās, ka šāds process notiek ar pietiekamu ātrumu, ja pirmās paaudzes zvaigžņu iekšienē ir temperatūra virs apmēram 200 miljoniem grādu. Pašreizējam Saules sastāvam atbilst attiecība Lu/Hf=0,243. Relatīvi zemā Saules temperatūrā izmaiņas Lu pamatstāvoklim ar gamma izkliedi uz atomu kodoliem ir stipri lēnas, taču pirms miljardiem gadu pastāvējušajās karstajās zvaigznēs tās ir reālas. “Lēnās degšanas” jeb s-procesa varbūtībai var iegūt labu saskaņu starp teoriju un novērojumiem; r-process lutēcijam neder, jo attiecīgie hafnija izotopi ir stabili.

Kosmohronoloģijā šos pētījumus nevar izmantot. Miljardu gadu veco kosmisko procesu pētīšanai, piemēram, tas varētu būt Zemes iežu, no Mēness vai Saules sistēmas planētām atvesto paraugu vecums, atliek meklēt citus indikatorus. Tiesa, pēc pašreizējiem kodolfizikas datiem, tādu ir samērā maz.

Neitronu satveršanas procesu, elementu un to izotopu jeb visu periodisko sistēmu veidojošo nuklīdu izplatību radošie procesi tiek analizēti jau pusgadsimtu. Lutēcijs ar savu kodola ierosināto stāvokļu ietekmi uz izplatību ir īpašs gadījums.

Līdzīgi ^{176}Lu , arī ^{180}Ta ir raksturojams ar nepāra skaitu protonu (73) un neitronu (107). To var saukt par dabā sastopamo visretāko nuklīdu. Tantala dabiskajā maisījumā ($^{180}\text{-Ta}$ un $^{181}\text{-Ta}$) ir tikai 0,012% $^{180}\text{-Ta}$.

Pirmajā tuvinājumā, ja ignorējam, ka gan pats ^{180}Ta , gan vairāki kaimiņu nuklīdi ir sasto-

pami uz Zemes vai zvaigžņu iekšienē gan pamatstāvokļos, gan ierosinātos izomēriskos stāvokļos, ^{180}Ta s-procesā un r-procesā neveidojas, bet citos iespējamajos procesos, piemēram, p-procesā jeb protona satveršanā, reakcijas intensitāte ir pārāk maza 0,012% izplatības skaidrošanā.

Īsi paskaidrojam dažas ^{180}Ta īpatnības:

1) ^{180}Ta ir vienīgais nuklīds, kurš dabā pastāv kā ierosināts ilgdzīvojošs izomērs;

2) līdzīgi 176-lutēcijam, arī 180-tantalam var novērtēt pārvērtības zvaigžņu iekšienes temperatūrā ar augstāko ierosināto stāvokļu līdzdalību;

3) izrādās, ka ^{180}Ta gadījumā arī kaimiņu nuklīdos pastāv astrofizikā būtiski svarīgi izomēri.

Retos izņēmuma gadījumos izomērs ar lielu spinu ir ar lielāku pussabrukšanas periodu (parasti – līdz apmēram 1000 gadiem) nekā kodola (nuklīda) pamatstāvoklis. Tantala gadījumā ilgdzīvojošā izomēra spins 9 ir īpaši liels, ierosināšanas enerģija ir 73 keV un pussabrukšanas periods pārsniedz miljardu gadu par vismaz sešām kārtām (t. i., vairāk nekā miljons reižu).

Līdzīga ir problēma ar ^{180}Ta un ^{176}Lu ilgdzīvojošā stāvokļa “priekšlaicīgu izdegšanu”. Tātad ^{180}Ta ir stāvoklis ar spinu 9 un pussabrukšanas periodu $>10^{15}$ gadu, kā arī stāvoklis ar spinu 1 un pussabrukšanas periodu 9,3 stundas; tas, pēc enerģijas sakarībām, ir pamatstāvoklis. Pēdējos gados sākti pētīt šai problēmai atbilstošie ^{180}Ta ierosinātie stāvokļi un gūti daļēji panākumi.

Vēlreiz aplūkojam 1. attēlu. Lai ^{180}Ta veidotos s-procesā tā vienkāršākajā formā, tam jārodas no ^{180}Hf tā beta sabrukšanā vai arī no ^{179}Ta , tam satverot neitronu. Pēc Hf un Ta kodolu īpašībām nav iespējams ne viens, ne otrs, ja ņemam vērā tikai un vienīgi atbilstošo nuklīdu pamatstāvokļus. Būtisks ceļš uz risinājumu ir ^{180}Hf izomēra eksistence; ja tāds ir, izdodas veidot teorētisku priekšstatu, kā s-procesā rodas neliels daudzums (0,012% no kopējā Ta daudzuma) pētāmā Ta izotopa.

Kopsavilkums, secinājumi. Šā raksta lasītāji, domājams, piekritīs, ka dažādu zinātņu dati, aprakstot elementu sintēzi kodolreakcijās zvaigznēs, tiek veiksmīgi apvienoti. Lai salīdzinātu rezultātus, jāpievieno arī pēc iespējas pla-

ši dati par Zemes un visas Saules sistēmas ķīmisko sastāvu, ko mūsu raksta specifiskās ievirzes dēļ ieskicējam mazliet vispārīgākos vilcienos.

Arī kodolfizikā, kas apvieno galvenokārt eksperimentālus un teorētiskus pētījumu rezultātus tepat uz Zemes, daudz kas vēl jānoskaidro. Tantalā izotopa $A=180$ piemērs ir viens no gadījumiem, jo dažu sarežģītu kodolu shēmu pētniecība prasa apjomīgus mērījumus un datu analīzi, jo no "tīras" teorijas vajadzīgo rezultātu nevar izsecināt.

Elementu veidošanās rāda, ka vairāku relatīvi neprecīzu rezultātu salīdzināšana dod labu saskaņu. Par ko liecina šāda situācija? Varbūt par to, ka mūsu konceptuālie priekšstati ir samērā tuvu reālajai Dabas uzbūvei?

Pielikums

20. gadsimtā kodolfizikas pētījumi tika uzskatīti par visai aktuāliem, taču pēdējā laikā daudzās fizikas mācību grāmatās tos aplūko virspusēji. Iespējams, ka daļai lasītāju terminoloģijas izpratnē var palīdzēt autora paskaidrojumi.

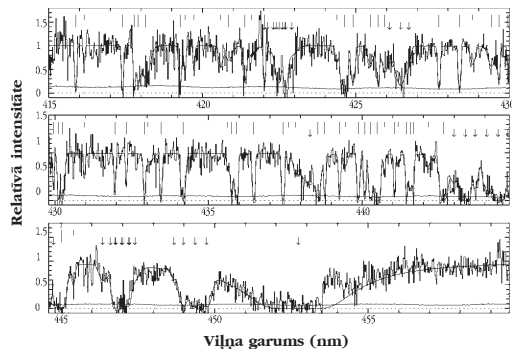
- *Ķīmisko elementu tabula* līdz mākslīgajiem radioaktīvajiem transurāna elementiem satur elementus no ūdeņraža līdz urānam ($Z=1$ līdz $Z=92$).
- *Atoma numurs* (Z) ir ķīmiskā elementa kārtas numurs periodiskajā sistēmā, tas sakrīt ar protonu skaitu attiecīgā elementa atomu kodolos.
- *Masas skaitļi* katram elementam var būt vairāki, piemēram, dabā ir ūdeņraža izotopi ar masas skaitļiem 1 vai 2. Ūdeņradis ar masas skaitli 3 ir radioaktīvs. Masas skaitlis A ir vienāds ar $Z+N$, kur N – neitronu skaits atomu kodolos.
- *Protons* – atoma kodola daļiņa ar pozitīvu elektrisko lādiņu (+1).
- *Neitrons* – atoma kodola daļiņa ar nulles elektrisko lādiņu (0).
- *Nuklons* – kopējs apzīmējums protoniem un neitroniem. Ērts apzīmējums kodolfizikā, jo spēki, kas satur kopā kodola daļiņas, ir praktiski vienādi neatkarīgi no to elektriskā lādiņa (+1 vai 0).
- *Izotopi* – viena elementa dažādi paveidi ar dažādiem masas skaitļiem. Protonu skaits viena ķīmiskā elementa atoma kodolos ir nemainīgs; neitronu skaits atšķiras.
- *Nuklidi* – dažādu ķīmisko elementu visi izotopi. Termins tiek lietots, lai "izotopu" attiecinātu tikai uz viena elementa dažādiem paveidiem. Nuklidu tabula – grafiks, kam uz koordinātu asīm ir Z un N . Kodolfizikā reizēm paralēli lieto terminus "nuklidi", "izotopi", (atomu) kodoli; parasti tas nerada pārpratumus.
- *Kodola enerģijas līmeņi* – kā jebkura ar kvantu mehānikas likumiem aprakstāmā mikropasaules sistēma, atoma kodols ir pamatlīmeņi, respektīvi – pamatstāvokli vai arī ar konkrētu enerģiju aprakstāmā ierosinātā līmeņi (stāvokli). Ierosinātie līmeņi parasti sabrūk līdz kodola pamatlīmeņim. Ja spinu starpība ir relatīvi liela (parasti – lielāka nekā 4 vienības), sabrukšanas galvenais vai praktiski vienīgais virziens ir tā saucamā beta sabrukšana uz kaimiņu kodolu, kura atoma numurs ir par 1 vienību lielāks vai mazāks.
- *Elektronvolts* (eV) un tā daudzkārtņi kiloelektronvolts (keV), megaelektronvolts (MeV) – enerģijas mērvienības, ko lieto, aprakstot atomu, kodolu, elementārdaļiņu parādības.
- *Spins* – kvantu mehānikā teorētiski definēts mikrosistēmas (mikrodaļiņas) kvantu skaitlis. Nosacīti saistīts ar sistēmas (daļiņas) rotāciju. No spinu vērtību starpības ir atkarīgas pāreju varbūtības – pussabrukšanas periodi.
- *Kodola izomērie līmeņi* – vēsturiski izveidojies nosacīts apzīmējums relatīvi ilgdzīvojošiem kodola enerģijas līmeņiem. Piemērā ar 180-tantalu redzam, ka ļoti reti izomēra pusperiods var būt īpaši liels. Literatūrā kodolfizikā dažkārt lieto "izomēra" jēdzienu arī līmeņiem ar sekundes miljonās–miljardās daļas ilgiem pusperiodiem, jo lielākajai daļai līmeņu ir vēl tūkstošiem reižu isāki pusperiodi.
- *Pussabrukšanas periods* (pusperiods) – laika intervāls, kurā sabrūk puse pastāvošo atoma kodolu, kas ir kāda kodola paveida (nuklida) pamatstāvokli vai arī ierosinātā stāvokli. 🐦

apgabals. Nepieciešams atrast kādu pazīmi, signālu, kas norādītu iespējamu agrīnā Visuma protogalaktiku koncentrēšanās vietu. Par šādu signālu var kalpot kāds īsti starjaudīgs objekts, kas labi pamanāms milzīgā attālumā. Precīzi nosakot šāda objekta attālumu, var aprēķināt, kādā viļņu garumā tā spektrā būs redzama Laimana alfa linija. Atliek pārbaudīt, vai šā objekta tuvumā atrodas vēl citi tāda paša viļņu garuma Laimana alfa līnijas starotāji. Ja atrodas, turklāt palielinātā skaitā, salīdzinot ar tālāku apkārtni, tad ir atrasta protogalaktiku koncentrācija – agrīnā Visuma lielas struktūras sastāvdaļa.

Kā signālus par izdevīgu novērošanas virzienu dažkārt izmanto kvazārus, kas pēc savas būtības ir dažās galaktikās sastopami ārkārtīgi aktīvi kodoli. Kvazāri ir ļoti starjaudīgi un labi saskatāmi vistālākajos Visuma apgabalos, kādi vien pašlaik novērojamos sasniedzami. Taču neitrālas gāzes meklējumus kvazāra tuvumā var padarīt nesekmīgu spēcīgais starojums, ko rada kvazārs. Gāzes jonizācijas dēļ udeņraža sadalījumu nevar objektīvi novērtēt. Tāpēc astronomi cenšas sameklēt citas pazīmes, kas norādītu uz varbūtēju protogalaktiku pulcēšanās vietu.

EDO 2002. gada 11. marta ziņojumā preseī vēstīts par ļoti tālas galaktikas *MS 1512–cB58* novērojumiem un tās virzienā atrastiem udeņraža mākoņiem – protogalaktikām. Novērojumus izdarījuši Sandra Savaglio, Nino Panagia un Paolo Padovani, kuri strādā Eiropas un ASV astronomiskās pētniecības iestādēs. Galaktika *MS 1512–cB58* atrodas 12 miljardus gaismas gadu (g. g.) tālu. Tik tāla normāla galaktika parasti izskatītos kā ļoti vājš, ar pašreizējiem teleskopiem nenovērojams objekts. Taču šoreiz astronomiem ir palaimējies, jo uz šīs galaktikas starojumu kā gravitācijas lēca darbojas masīva galaktiku kopa *MS 1512+36* (sk. att. 50. lpp.). Tā atrodas tieši uz skata līnijas pusceļā no galaktikas *MS 1512–cB58* līdz mums (apmēram 7 miljardus g. g. tālu). Pateicoties galaktiku kopas radītajam lēcas efektam, pētāmās galaktikas spožums ir 50 reīzu palielināts (*par gravitācijas lēcām sk. Z. Alksne, A. Alksnis.*

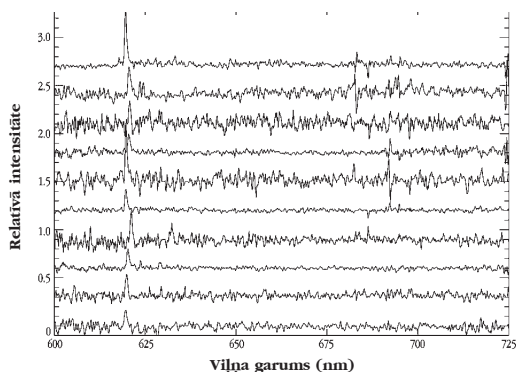
“*Eišteina gredzeni pastāv*” – *ZvD*, 1999. g. pavasaris, 3.–6. lpp.). Tomēr galaktika *MS 1512–cB58* redzama tikai kā 20,6. zvaigzņlieluma spīdekļis (miljonus reīzu vājāks nekā ar neapbruņotu aci saskatāmie). Taču minētā pētnieku grupa, izmantojot *Kuejen* teleskopu un ultravioleto vizuālo Ešelē spektrogrāfu, ieguvusi lielisku augstas dispersijas spektru (sk. 1. att.). Šis spektrogrāfs izrādījies īsti piemērots tāpēc, ka Laimana alfa līnija apskatāmās galaktikas spektrā ir novirzīta uz zilo spektra daļu. Spektrā tā redzama kā plata absorbcijas līnija. Tā kā spektram ir izcila kvalitāte, izdevies saskatīt un izmērīt vēl daudz šauru Laimana alfa absorbcijas līniju uz iso viļņu pusi no galaktikas platās Laimana alfa līnijas. Kur tās radušās? Lai gan tālas galaktikas starojums ceļā uz novērotāju lielāko tiesu pārvietojas tukšā starpgalaktiku telpā, tomēr tas vietām savā ceļā sastop udeņraža mākoņus, kas absorbē galaktikas starojumu (tāpēc galaktikas spektrā redzamas nevis udeņraža emisijas līnijas, bet gan absorbcijas līnijas). Novērtējot mākoņu skaita sadalījumu gar skata līniju, pieminētā pētnieku grupa atra-



1. att. Galaktikas *MS 1512–cB58* spektrs, kura zilajā daļā Laimana alfa līnija redzama kā plata depresija (padziļinājums) 453 nm viļņu garuma apkaimē. Īsākajos viļņu garumos redzamas šauras Laimana alfa absorbcijas līnijas (norādītas ar vertikālām līnijām), kas radušās atsevišķos gar skata līniju uz galaktiku izvietotos udeņraža mākoņos. Bultiņas norāda pašas galaktikas citu – smagāku – elementu absorbcijas līnijas. *ESO PR foto*

da, ka galaktikas tuvumā to ir krietni vairāk. Viņi secināja, ka šie mākoņi tomēr nav saistīti ar pašu galaktiku. Drīzāk gan netālu no galaktikas gar skata līniju uz mums atrodas protogalaktikām līdzīgu udeņražā mākoņu grupa. Tātad galaktikas *MS 1512 – cB58* tuvumā ir atrasta protogalaktiku kopa, kuras vecums ir tikai apmēram trīs miljardi gadu.

Vēl vienu, visjaunāko pašlaik zināmo protogalaktiku kopu ir izdevies atrast Nīderlandes, Vācijas, Francijas un ASV astronomu grupai, ko vada Dž. Milejs (*George Miley*). Par viņu darbu vēstīja EDO 2002. gada 9. aprīļa ziņojums preseī. Kā norādi uz varbūtēju protogalaktiku pulcēšanās vietu pētnieki izmantojuši īpašu galaktiku tipu – radiogalaktikas. Šādu galaktiku radiostarojums ir simt tūkstošu līdz desmit miljardu reižu spēcīgāks nekā mūsu Galaktikai. Domājams, ka spēcīgais radiostarojums ir saistīts ar melnā cauruma klātbūtni šo galaktiku centrā. Radiogalaktiku starojums ir tik spēcīgs, ka labi pamanāms pat attālumos, par kuriem interesējas agrīnā Visuma pētnieki. Turklāt radiogalaktikas pieder pie agrīnā Visuma masīvākajiem objektiem. Tāpēc

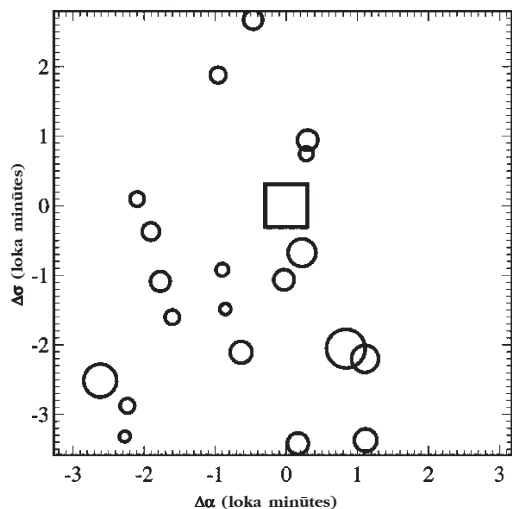


2. att. Desmit protogalaktiku spektri, kuros aptuveni 620 nm viļņu garumā labi redzama udeņražā Laimana alfa emisijas līnija. Visām 10 protogalaktikām šai līnijai ir gandrīz vienāds viļņa garums, apliecinot to piederību vienotai jaunai galaktiku kopai radiogalaktikas *TN J1338 – 1942* tuvumā.
ESO PR foto

radās pamatotas aizdomas, ka tās varētu atrasties topošas galaktiku kopas sirdē.

Vadoties pēc šādiem apsvērumiem, Dž. Mileja grupa sākusī īstenot plašu novērošanas programmu ar mērķi atklāt protogalaktiku grupēšanās vietas radiogalaktiku tuvumā. Pagaidām vistālākā novērotā ir radiogalaktika *TN J1338 – 1942*, kas atrodas 13,5 miljardus g. g. attālumā. Tik tālas udeņražā bagātas protogalaktikas izstaro Laimana alfa līniju, kas novirzīta uz spektra sarkano daļu. Ar *Kuejen* teleskopu vispirms tika iegūts radiogalaktikas un tās apkārtnes tiešs attēls, lietojot šaurjoslas filtru, kas centrēts uz attiecīga viļņu garuma Laimana alfas līniju. Saskaņā ar paredzēto šai radiogalaktikai tuvākajā apkārtņē tika atrasti 23 Laimana alfas emisijas līniju starojoši objekti. Pēc tam, izmantojot *Kuejen* teleskopa daudzobjektu spektrogrāfu, tika iegūti visu šo objektu spektri. Kā piemērs 2. attēlā redzami desmit objektu spektri. Spektu salīdzināšana parādīja, ka 20 no iepriekš atrastajiem objektiem arī pēc izvietojuma telpas dziļumā pa skata līniju atrodas tiešā radiogalaktikas tuvumā. Tā noskaidrojās, ka, salīdzinot ar tālāku radiogalaktikas apkārtni, tās tuvumā novērojams izteikti paaugstināts protogalaktiku telpiskā sadalījuma blīvums. Visa protogalaktiku kopa projekcijā uz debess sfēru aizņem $2,7 \times 1,8$ miljonus parseku (apmēram 9×6 miljonus g. g.), bet pati radiogalaktika atrodas tās vienā malā (*sk. 3. att.*). Novērtēts, ka kopas masa ir 1000 triljonu (10^{15}) Saules masu, kas ir tuva mūsdienu galaktikām bagāto kopu masai. Masīvā radiogalaktika, iespējams, pārveidosies par masīvu eliptisko galaktiku, kādas mūsdienās novērojamas galaktiku kopu ietvaros. Tā vairs neizstaros spēcīgu radiostarojumu, jo šī īpašība galaktikām piemīt tikai īslaicīgi.

Kļuvis arī zināms, ka 2002. gada februārī ir izmēģināts EDO ļoti lielā teleskopa trešais teleskops *Melipal* (Dienvidu Krusts) kopā ar iekārtu, kas speciāli projektēta agrīnā Visuma lielo struktūru novērošanai. Iekārtas izgatavotāji pārliecinājušies, ka ar to varēs novērot atsevišķus spektrus vienlaikus simtiem galaktiku.



3. att. Kopai piederošu protogalaktiku redzamsais sadalījums radiogalaktikas *TN J1338 – 1942* apkārtnē. Radiogalaktika iezīmēta ar kvadrātu, protogalaktikas ar aplocēm, kuru diametrs atbilst Laimana alfa līnijas starojuma intensitātei.

Būs iespējams telpiski kartēt galaktiku veidotās lielās struktūras, iespējoties Visumā līdz 90% no tā vecuma. Varēs paskatīties, kāds izskatījās Visums tikai 1,5 miljardus gadu pēc Lielā sprā-

dziena. Tas izklausās pasakaini un vilinoši. Logs uz agrīno Visumu būs plaši atvērts!

Varētu šķīst, ka agrīnā Visuma procesi ir bezgala tālu no mūsu dzīves un to pētīšana mums ir nesvarīga. Tomēr allaž jāapzinās, ka, tikai pateicoties šo procesu kādreizējai norisei, pastāv mums pazīstamā pasaule, pastāvam mēs paši. Lai taptu Saules sistēma, Zeme, dzīvība uz tās un cilvēce, lielā daudzumā bija vajadzīgi visdažādākie ķīmiskie elementi. Savukārt, lai rastos ķīmisko elementu dažādība, Visuma sākumelementam ūdeņradim bija jāiziet garš pārveidošanās ceļš zvaigžņu dzīlēs. Jo agrāk ūdeņraža mākoņos iedegās pirmās zvaigznes un aizmetušās galaktikas sāka grupēties, lai savstarpējā mijiedarbībā attīstītos, jo sekmīgāk zvaigžņu paaudzes varēja nomainīt cita citu un bagātināt Visuma ķīmisko elementu krājumu, līdz iestājās brīdis, kad zvaigžņu apkārtnē varēja sākt rasties planētas. Starp citu, Austrālijas zinātnieks Čārlzs Lainīvers prāto, ka vairākums Zemes tipa planētu radies jau pirms astoņiem miljardiem gadu, drīz pēc tam, kad zvaigžņu tapšanas ātrums sasniedza maksimumu. Tādā gadījumā 4,5 miljardus gadu vecā Zeme ir samērā vēl tapusi planēta un mūsu civilizācija pieder pie pašām jaunākajām, ja vien citas civilizācijas pastāv. 🐦

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), **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. **7 325 322**.

Redakcijas kolēģija

ASTRONOMIJA AR VIDĒJA IZMĒRA UN MAZIEM TELESKOPIEM

Vislielāko gan publikas vai nespeciālistu, gan pašu astronomu interesi un uzmanību nepāšaubāmi piesaista jauni arvien lielāka izmēra instrumenti, kas piedāvā vēl nebijušas dažādu kosmisko objektu astrofizikālo raksturlielumu (spožumu, koordinātu, spektru u. c.) novērošanas iespējas. Taču šādu nedaudzu ar rekordlielām dažādu parametru vērtībām apveltītu instrumentu parādīšanās nebūt nemazina arī mazāka izmēra un līdz ar to ne tik maksimālu iespēju teleskopu nozīmi, kuri tāpat var veikt lielu un ļoti nozīmīgu darbu apjomu. Jāņem vērā, ka pasaulē vidēja izmēra un mazo teleskopu galveno spoguļu kopējais virsmas laukums, kas savāc kosmisko starojumu un ļauj to analizēt, ir daudzas reizes lielāks ne tikai par atsevišķu vislielāko teleskopu spoguļu, bet pagaidām arī par šo lielo teleskopu spoguļu summāro laukumu.

Nosacīti lielos teleskopus (par tādiem tiek uzskatīti teleskopu, kuriem galvenā spoguļa diametrs ir > 5 m) var salīdzināt ar jaunām arvien jaudīgākām pirmās formulas sacikšu mašīnām, kas spējīgas uzstādīt vēl nesasniegtus ātruma rekordus, bet vidēja izmēra ($\approx 2\text{--}4$ m) un mazos (< 2 m) teleskopus – ar mazākas jaudas kravas mašīnām, kuras savukārt var pārvadāt kopumā iespaidīgus derīgas, lai arī brīžiem diezgan vienveidīgas kravas daudzumus.

Tādēļ astronomi visā pasaulē un to lielākās koordinējošās un vadošās organizācijas – Starptautiskā astronomiskā savienība (SAS jeb angļiski *IAU – International Astronomical Union*) un Eiropas Astronomiskā biedrība (EAB jeb angļiski *EAS – European Astronomical Society*) – vidēja izmēra un mazo teleskopu potenciālu lietderīgai izmantošanai velta lielu uzmanību. Tā, piemēram, SAS ir izveidota darba grupa “*Uz virszemes novērojumiem bāzētas astrometrijas attīstība nākotnē*” (angl. – *The Future Development of Ground-based Astrometry*), bet EAB – darba grupa “*Vidēja izmēra telesko-*

pu darbība 21. gadsimtā” (angl. – *The Operation of Medium Sized Telescopes in the 21st Century*) un sadarbības organizācija *OPTICON* (*OPTical Infrared Coordination Network* – Optisko un infrasarkano novērojumu koordinācijas tīklojums). Vienam no *OPTICON* izstrādātajiem priekšlikumiem ir pat īpašs nosaukums – *COMET* (*Coordinated Operation of Medium-sized European Telescopes* – Eiropas vidēja lieluma teleskopu koordinēta darbība), kas ietver novērošanas programmu un plānu saskaņošanu, lai novērstu pētījumu dublēšanu un veicinātu sadarbību starp dažādām zinātnieku grupām.

Vidēja izmēra un mazie teleskopu, apgādāti ar labiem fotometriem vai CCD matricām, var dot ļoti nozīmīgu ieguldījumu daudzu svarīgu, galvenokārt laika un darbietilpīgu astrofizikālu un astrometrisku programmu risināšanā. Nozīmīgākie šādu novērošanas programmu piemēri: maiņzvaigžņu, it sevišķi – garperioda maiņzvaigžņu, monitorings, t. i., to spožuma maiņu likņu uzņemšana, kas ļauj noskaidrot ar šo mai-



V. Heršela teleskopa paviljons. Nodots ekspluatācijā 1987. gadā.

EAS attēls

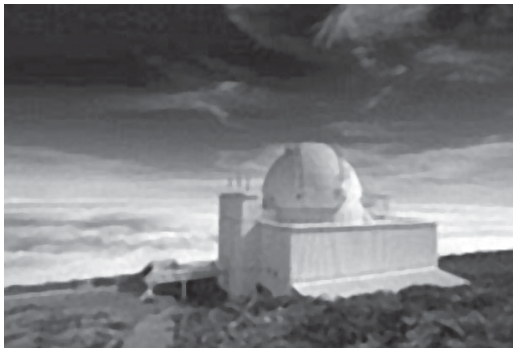
nīgumu saistīto cēloņu fizikas jautājumus, zvaigžņu dzimšanas apgabalu ilgstoši un detalizēti novērojumi, pārnovu un pirmspārnovu stadijā esošu zvaigžņu novērojumi, lai izsekotu spožuma un starojuma spektra maiņām gan pēcuuzliesmojuma periodā, gan, it īpaši, pirmsuzliesmojuma stadijā, zvaigžņu aptumsumi ar Mēnesi, mazajām planētām (asteroīdiem) un planētu pavadoņiem, kas ļauj risināt ar šo zvaigžņu diametru, atmosfēru, daudzkārtību utt. saistītos jautājumus, rotējošu asteroīdu spožuma maiņu likņu uzņemšana, asteroīdu un planētu mēnešu, piemēram, Jupitera četru lielāko pavadoņu jeb Galileja satelītu kustības (orbitu) precīzi mērījumi un to savstarpējās aizklāšanās novērojumi, kas ir svarīgi gan debess mehānikas problēmu, t. i., orbitu precizēšanai un kosmisko lidojumu plānošanai, gan perturbāciju teorijas tālāki attīstībai, komētu novērojumi, kuri ļauj spriest gan par starpplanētu vides neviendabībām, gan (pēc spektrālā sastāva izmaiņām) par komētas molekulāro sastāvu un uzbūvi, kad, tuvojoties Saulei, atklājas un iztvaiko dažādie komētas vielas slāņi vai iegulas, un citi jautājumi. Ļoti nozīmīgi ir arī tas, ka šos novērojumus var sasaitīt ar daudzās observatorijās iepriekš veiktiem un uz astronomiskajām platēm fiksētajiem novērojumiem, tā paverot iespēju izsekot svarīgu notikumu attīstībai jeb vēsturei.

Īpaši var atzīmēt arī ar maza izmēra teleskopiem veiktos izlūknovērojumus, kuri bieži

atklāj ļoti interesantus objektus, kas vēlāk kļūst par lielo teleskopu detalizētu, galvenokārt spektroskopisku, pētījumu objektiem.

Kā vienu no labākajiem vidēja izmēra un mazo teleskopu izmantošanas koordinācijas paraugiem var minēt tā saukto Izaka Ņūtona teleskopu grupu (*Isaac Newton Group of Telescopes*). Šī grupa apvieno Lielbritānijas, Holandes un Spānijas zinātniskos personālus, kas strādā ar trīs starptautiski ļoti labi pazīstamiem teleskopiem: Viljama Heršela (*William Herschel*) 4,2 m teleskopu, Izaka Ņūtona 2,54 m teleskopu un Džekoba Kapteiņa (*Jacobus Kapteyn*) 1 m teleskopu (*sk. attiecīgos attēlus tekstā un 51. lpp.*), kuri visi izvietoti 2350 km augstumā virs jūras līmeņa Lapalmas observatorijā Kanāriju salās (Spānija).

Šī grupa veic ļoti produktīvu un daudzveidīgu kosmisko objektu novērošanas un izpētes darbu, novērojot zvaigzni *KPD1930+2752*. Tā sastāv gandrīz tikai no hēlija. Tās izmēri ir apmēram 1/5 no Saules izmēriem, bet masa – ap 1/2 no Saules masas. Domājams, ka sākotnēji tā ir bijusi ļoti līdzīga Saulei, bet evolucionējot zaudējusi lielu daļu no savas masas. Šai zvaigznei atklāts neredzams, tātad ļoti maza izmēra un ļoti niecīga spožuma pavadonis, kura masa ir vērtējama apmēram ar Saules masu un kurš apriņķo zvaigzni 2 stundās un 17 minūtēs ar ātrumu ap 350 km/s. Šis pavadonis var būt gan neitronu zvaigzne, gan, drīzāk,



I. Ņūtona teleskopa paviljons un teleskops. Nodots ekspluatācijā 1984. gadā.

baltais punduris. Šī ciešā dubultsistēma izraisa ļoti lielu interesi, jo ģenerē pietiekami intensīvu gravitācijas starojumu, kurš, aiznesot savstarpējās rotācijas enerģiju, liek zvaigznēm ap baricentru kustēties pa spirālisku orbītu, t. i., arvien vairāk tuvoties, kas nākotnē novedīs pie šo zvaigžņu saplušanas, izraisot grandiozu eksploziju – pārnovas uzliesmojumu. Aprēķini liecina, ka šādās ciešās dubultsistēmās, apriņķošanas periodam kļūstot mazākam par 2 stundām, saplušana var notikt apmēram 200 miljonu gadu laikā.

Kā SAS, tā EAB attiecīgo darba grupu pastiprinātas uzmanības lokā ir arī astronomiskās izglītības jautājumi, ņemot vērā to, ka astronomija ir ļoti pievilcīga jauniem zinātniekiem prātiem. Tādēļ darba grupās tiek apsvērtas dažādas iespējas, kā vairākus no Eiropas observatoriju mazajiem teleskopiem izmantot gan skolas vecuma bērnu izglītošanai, gan pirmsdoktorantūras studentu sagatavošanai. Kā viena no tādām iespējām tiek minēta dažu mazo teleskopu robotizācija jeb automatizācija, lai, izmantojot internetu, tos varētu padarīt pieejamus dažādu specifisku izglītības programmu realizēšanai. Šajā gadījumā iespējama Eiropas Savienības centralizēto līdzekļu piesaiste ar dažādu šīs savienības finansētu ietvarprogrammu starpniecību.

Jāpiebilst, ka mazo un vidējo teleskopu apgāde ar modernām gaismas uztvērējiekārtām un citu aparātūru un automatizācija padara tos ļoti piemērotus arī plaša diapazona aktuālu un nozīmīgu pētniecisku projektu īstenošanai, jo paver iespēju vienas nakts laikā izdarīt ap 300–1000 dažādu objektu vai lauku novērojumus.

Visa iepriekš teiktā kontekstā var atzīmēt arī Latvijas Universitātes Astronomijas institūta Astrofizikas observatorijas (Baldones Riekstukalnā) astronomu lielo kā jau veikto, tā arī pašreiz veicamo un ielānoto darbu oglekļa zvaigžņu pētījumos, maiņzvaigžņu novērojumos, atsevišķu komētu novērojumos u. c., kas saistīti ar 1,2 m Šmita sistēmas teleskopa izmantošanu un vienmēr guvuši augstu starptautisku novērtējumu.

Mazo teleskopu lielākās priekšrocības ir to lielle redzeslauki, lētums un monitoringa iespējas, t. i., iespējas vēltīt pat gadiem ilgus novērošanas laikus tikai viena objekta izpētei. Kā piemēru attiecībā uz lielo redzeslauku izmantošanu var minēt, ka tādā veidā jau ir atklāts ap 200 000 jaunu maiņzvaigžņu. Domājams, ka šādu zvaigžņu, kuras nav vājākas par 14^m, skaits varētu sasniegt miljonu. Attiecībā uz monitoringu šajā ziņā var atzīmēt ne tikai jau pieminētos ilgperioda maiņzvaigžņu novērojumus, bet arī ap dažādiem objektiem izveidojušos akrēcijas diskus, kuros redzamas izmaiņas, pēc kā var secināt par tur notiekošo procesu fiziku ap desmit gadu ilgus laika periodos.

Nobeigumā jāpiebilst, ka mazie teleskopi, prasmīgi izvēloties un koordinējot darbu, ļauj novērojumus programmām piesaistīt pietiekami kvalificētas amatieru aprindas, kuras bieži vien ir ieinteresētas ņemt dalību un dot ieguldījumu nozīmīgu zinātnisku pētījumu projektu īstenošanā.

No šā nelielā pārskata, kurā atspoguļots tikai nedaudz no maza un vidēja izmēra teleskopu izmantošanas plašajām iespējām, var redzēt, ka šo teleskopu ēra vēl nebūt netuvojas noslēgumam. Arvien jauni un jauni zinātniski uzdevumi atklāj jaunas šo instrumentu lietošanas perspektīvas. Uz to norāda arī tas, ka turpinās šādu teleskopu izgatavošana ne tikai amatieru, bet arī zinātnisku projektu vajadzībām. Par neatslābstošu uzmanību liecina regulāri rīkotās starptautiskās sanāksmes un apspriedes, par kurām sīkākas ziņas var atrast raksta beigās uzrādītajās mājaslapās.

Tiem, kam šajā rakstā skartā tematika izraisījusi lielāku interesi, var ieteikt nesen angļu valodā iznākušū grāmatu *"Astronomy with Small Telescopes. Up to 5-inch, 125 mm". 2nd Edition, edited by S. F. Tonkin, Springer, Heidelberg, 2001, p. 158, cena – ap 30 USD, kā arī mājaslapas: <http://www.astro-opticon.org/>, <http://www.astro-opticon.org/medium.html>, <http://www.faukes-telescope.com/>, <http://www.ing.iac.es/PR/schools/> un <http://www.astro.ro/ug.html>.* 

IKEJA–ŽANGA KOMĒTA RĪGAS UN RIEKSTUKALNA PAVASARA DEBESĪS

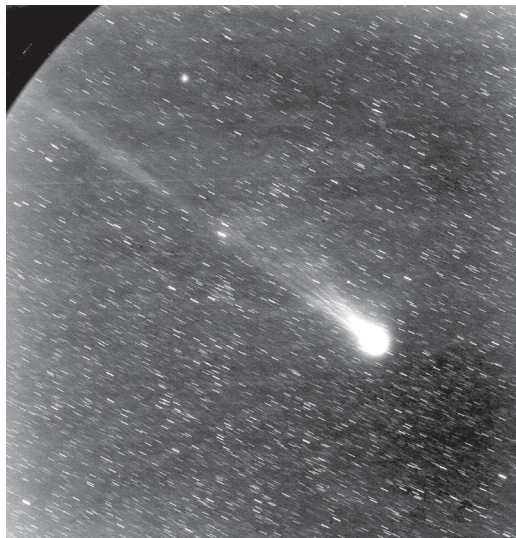
“Zvaigžņotās Debess” pavasara laidiena 83. lpp. bija Jura Kauliņa sagatavota aktuāla ziņa: **C/2002 C1 (Ikeya-Zhang) komēta nāk!** Publicējam Rīgā un Riekstukalnā iegūtos šīs komētas uzņēmumus, ko piedāvā astronomi–novērotāji Igors Abakumovs (Rīga, LU AI Astronomiskā observatorija) un Andrejs Alksnis (Baldones Riekstukalns, LU AI Astrofizikas observatorija).



Ikeya-Zhang komētas attēli, ko uzņēmis I. Abakumovs ar *AFU-75* pavadoņu novērošanas kameru pavadoņu lāzerlokācijas stacijā Rīgā. Ekspozīcija – 3 minūtes, 2002. gada **20. martā** 18^h (pēc pasaules laika *UT*) Zivju zvaigznājā un **8. aprīlī** 19^h34^m (*UT*) uz Kasiopejas–Andromedas zvaigznāju robežas.

Filma *izopanbrom-tip* 29, jutība = 3000 ed, kontrasta koeficients = 2,0.

I. Abakumovs



Ikeja–Žanga komēta Cefeja zvaigznājā tuvu pie Kasiopejas, Cefeja un Ķirzakas zvaigznāju robežpunkta. Uzņēmumu ar LU Astronomijas institūta Baldones Riekstukalna Šmita teleskopu 2002. gada **17./18. aprīlī** naktī no plkst. 02.39 līdz 03.09 ieguvis A. Alksnis uz *ORWO* astronomiskās fotoplates *ZU21* ar filtru *GG13* (*zilaļā gaismā*). Ziemeļi ir augšā, austrumi – pa labi (*spoguļattēls*). Uzņēmuma iegūšanas laikā komēta atradās 0,44 astronomiskās vienības jeb $65 \cdot 10^6$ km tālu no Zemes. Ekspozīcijas laikā teleskops vadīts līdzī komētas kustībai, tāpēc zvaigznes redzamas kā svītras. Teleskopa redzes laukā atradās un attēlā ir saskatāma ap $2,5^\circ$ gara komētas astes daļa. Mazliet uz dienvidiem no astes vidusdaļas, kur uz tās projicējas divas spožākas zvaigznes, manāms vāju zvaigzniņu puduris. Tā ir vaļējā zvaigžņu kopa *NGC 7380*, kas atrodas ap 7000 gaismas gadu jeb ap $65 \cdot 10^{15}$ km tālu no mums, tas ir, miljardreiz tālāk nekā komēta.

A. Alksnis

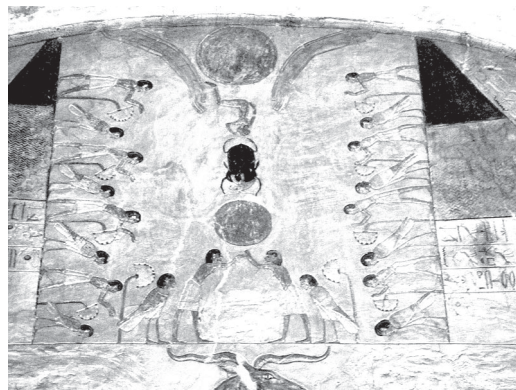
JĀNIS KLĒTNIEKS

SAULES DIEVA CEĻOJUMS NAKTS STUNDĀS PAZEMES VALSTĪBĀ

Senēģiptiešu mitoloģiskajos ticējumos Saules dievs Ra dienas laikā savā laivā slid pa debesjumu, bet vakarā iepeld pazemē, kur nakts stundās turpina savu dievišķo ceļojumu. Šajā diennaktī kosmiskajā ritējumā ar Saules dievu notiek pārvērtības, dzīvības un nāves mīsterija, kas līdzīga cilvēka dzīvei vai norisēm dzīvajā dabā, kuru rada sezonas maiņa. Saules dievs no rītiem piedzimst, pusdienas laikā iegūst spēcīgāko briedumu, bet pēcpusdienā pamazām zaudē savu spēku un vakarā, nolaižoties pazemē, nomirst. Rītos Saule atkal, atdzimusi no jauna, turpina savu nerimtīgo ikdienas ceļojumu pie debesjuma.

Šie priekšstati nāk no ļoti tālas senatnes. Pirms vairāk nekā 4,5 tūkstošiem gadu Ēģiptes Senās valsts laikā celtajās piramidās uz faraonu apbedījumu telpu sienām rakstītie hieroglifi, t. s. *“piramīdu teksti”*, vēsta, ka mirušais valdnieks *“dievis, lai pievienotos dieviem, un Saules laivā veic ceļojumu, lai atdzimtu un iegūtu mūžīgo dzīvību”*. Ticība atdzimšanai un mūžīgajai pēcnāves dzīvei guva vispārēju izplatību un radīja kosmiskās reliģijas pirmmetus, kur Saule kļuva par galveno debess dievību. Pārmaiņas, kas bija vērojamas Saules ritējumā un apkārtējā dzīvajā dabā – mūžīgā atgriešanās un atjaunošanās, sniedza cilvēkiem, it īpaši valdniekiem, cerību viņsaules dzīvei. Faraoni un viņu līdzgaitnieki tāpēc jau dzīves laikā centās iegūt dievu labvēlību dzīvības atdzimšanai pēc nāves un, rūpēdamies par nākamo viņsaules dzīvi, noturēja lūgšanas tempļos, ziedoja dieviem un cēla priekšlaikus sev kapeņes. Mirušo ķermeņus mumificēja, lai tādējādi saglabātu

dvēseli, kas spētu atdzimt mūžīgajai dzīvei. Bez ķermeņa dvēsele, dievišķās gaismas apspīdēta, nespētu mest ēnu un dievības viņu neieraudzītu. Ēnas ēģiptiešu ticējumos bija viena no reālās esamības izpausmēm (*sk. 1. att.*).



1. att. Jaunā Saules dieva Hepri radišanas aina. Attēls no faraona Tutmosa III kapeņēm.

Sevišķi krāšņi Saules kults uzplauka Jaunās valsts periodā (XVIII–XX valdnieku dinastijas), kad tika uzbūvēti grandiozi tempļi un ierīkotas greznas kapeņas, uz kuru sienām rakstīja mitoloģiskos tekstus un zīmēja simboliskus attēlus par norisēm pazemes jeb pēcnāves valstībā. Līdzīgus tekstus un zīmējumus rakstīja arī uz papirusiem, kurus mirušajiem deva līdzī sarkofāgā. Šos kapeņu vai papirusu tekstus kopā ar zīmējumiem pieņemts saukt par *“Mirušo grāmatu”*.

Šajos pēcnāves dzīves aprakstos sastopami vairāki nemateriālas dabas abstrakti jēdzieni,

kam bija liela nozīme atdzimšanas procesā. Viens no tiem bija *Ba*, ko ikonogrāfijā attēloja kā putnu ar cilvēka galvu. *Ba* bija dvēseles paveids, kas neredzamā veidā mājāja katrā cilvēka sirdī un vadīja viņa rīcību dzīves laikā. Pēc nāves, noturot ipašas lūgšanas, *Ba* atbrīvojās no mirušā ķermeņa un uzturējās tā tuvumā vai kapenes telpās (*sk. att. 52. un 53. lpp.*).

Otrs dvēseles veids *Ka* bija it kā cilvēka dubultnieks, kas piedzima reizē ar viņu un mājāja viņam blakus, bet nebija viņā. *Ka* labvēlīgi ietekmēja cilvēka dzīvi. Ar savu *Ka* cilvēks savienojās tikai miršanas brīdī un piedalījās turpmākajā pēcnāves dzīvē. Hieroglifam *Ka*, ko attēloja kā divas paceltas rokas, nav viennozīmīga skaidrojuma. To interpretē dažādi. Jēdzieniski šis dvēseles veids vairāk izprotams kā liktenis vai laime.

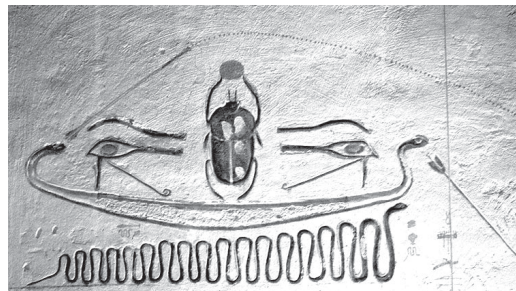
Vēl neskaidrāks ir trešais ar dvēseli un garu saistītais jēdziens – *Hu (Kbu)*. Ikonogrāfijā to attēloja kā garkājainu ibisu ar cekulu uz galvas. Šim vārdam ir neskaidrs nojēgums. Tomēr tam bija vissvarīgākā loma pēcnāves dzīvē un atdzimšanas procesā. Dažkārt to izprot kā cilvēkam piemītošo dievišķo garu.

Visi šie trīs abstraktie jēdzieni nav cits no cita stingri nodalāmi, jo ir saplūstoši un neskaidri. Vairākums ēģiptologu uzskata, ka tos nav iespējams loģiski analizēt un reālistiski aplūkot. Seno ēģiptiešu ticība pēcnāves dzīvei daudzu gadsimtu gaitā pārveidojusies, un tajā aizvien uzslāpojušies jauni elementi. Dvēseles varēja dzīvot virszemē, nokļūt pazemē vai paradīzē un arī debesis pie zvaigžņu dievībām. Tā bija pirmā cilvēces vēsturē pazīstamā likteņmācība un ticība kosmiskajiem dieviem.

Ēģiptiešu reliģiskajos priekšstatos dvēsele piemēta arī cilvēka vārdam vai viņa ikonogrāfiskajam attēlam. Vārdam un attēlam tāpēc bija maģiska vara. Cilvēks, kas zināja dievu un dēmonu vārdus, varēja iegūt varu pār tiem. Iznīcinot cilvēka vārdu vai attēlu, tika iznīcināta arī tā dvēsele, kas mīta viņsaulē. Tempļu un kapņu ikonogrāfijā un hieroglifos tagad daudzviet redzam izpostītas sejas un vārdus, ko valdnieki likuši iznīcināt. Viens no tādiem nevēla-

miem cilvēkiem, ko piemin vēsture, bija Saules kulta reformators faraons Amenhoteps IV jeb Ehnatons, kura vārdu un attēlus pavēlēja iznīcināt nākamie XVIII dinastijas valdnieki.

“*Mirušo grāmata*” kosmiskie mīti saplūst ar dvēseļu šķīstīšanas un dzīvības atdzimšanas ideju. Vistiešāk tas atspoguļots divos tekstos, t. s. “*Vārtu grāmata*” un “*Amduatā*”. Tajos sniegta ļoti dramatiska Saules dieva Ra ceļojuma aina nakts valstībā, kas faktiski bija viņsaule jeb mirušo valsts ar stingru laiku un telpisko iedalījumu, kur katrā vietā valdīja kāds no pazemes dieviem. Šī valsts bija iekārtota līdzīgi virszemei, kur arī katrā pilsētvalstī valdīja savs valdnieks un bija savs dievu panteons. Viņsaule sākās tūlīt pēc saulrieta, kad Saule nolaidās aiz Manu kalniem un caur debess horizonta vakarpuses vārtiem iegāja pazemē Duata valstībā. Tur valdīja mūžība, kur laiks ar telpu saplūda transcendentālā vienībā un abstrakcijā. Viņsaule beidzās līdz ar rītausmu, atdzimstojšajai Saulei parādoties caur debess austrumdaļas vārtiem aiz Bakheta kalniem (*sk. 2. att.*).

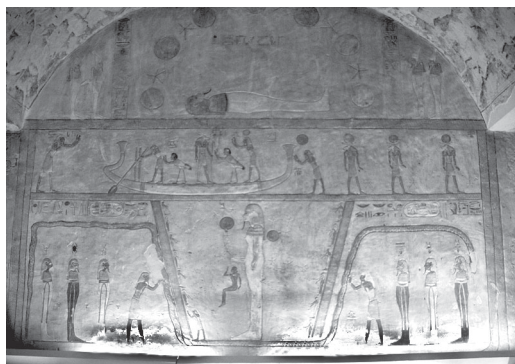


2. att. Saules kulta kosmoloģiskie aspekti: čūska – laika plūsma, Saules laiva – kustība, Ozīrisa visuredzošās acis – Saule un Mēness, svētais skarabejs – jaunā rīta Saule Hepri.

Ēģiptieši apglabāja savus aizgājējus, vadoties no priekšrakstiem, ko sniedza “*Mirušo grāmata*”. Tā norādīja ceļu un deva pamācības, kā caur lūgšanām un tikumisku dzīvi pārvaret nāvi, kas dvēseli veda gaismas un mūžīgās dzīvības valstībā. Šai ticībai bija dziļš psiholoģiskais

pamatojums – cilvēkiem savas dzīves laikā bija jāiepazīst noslēpumainā aizkapa pasaule, kas bija pilnīgi sveša reālajai ikdienas dzīvei, un jāsaplūst ar to, lai iemantotu mūžības svētlaimi. Saules dievs Ra savās pārvērtībās sniedza ēģiptiešiem milzīgas iespējas. Viņi varēja pēc nāves piebiedroties Ra slavinātāju saimei, kļūt par Saules dieva laivas airētājiem, tā sargiem vai arī dzīvot mūžībā “*paradīzes laukos*”, Saules gaismas apspīdētiem. Un tas viss norisinājās Duata valstībā dievišķā Ra – Ozīrisa klātbūtnē, kas bija nāves uzvarētājs un kas deva cilvēkiem cerību atdzimt no jauna.

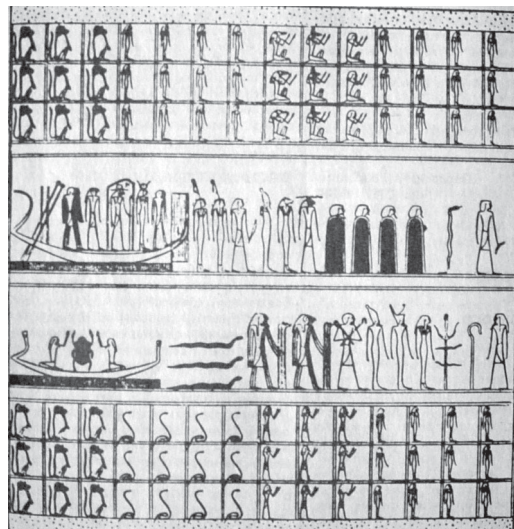
Duata valstība bija iracionāla nakts pasaule. Ēģiptieši to iedalīja divpadsmit daļās pēc nakts stundu skaita. Katru pazemes valsts apgabalu un nakts stundas pārvaldīja īpašas dievības. Katrai stundai bija savs zvaigžņu dekāns. Šajās divpadsmit nakts stundās mirušo valsti nonākušās dvēseles tika šķīstītas. Tām bija jāiztur bargu soģu klātbūtnē divpadsmit šķīstīšanās pakāpes un kopā ar mirušo Saules dievu jāveic atdzimšanas mistērija, kurā bija apslēpts nāves, mūžīgās dzīvības un svētlaimes noslēpums. Netaisnām, ļaunajām un bezdievīgajām dvēselēm bija jāiet bojā. Tādējādi “*Mirušo grāmata*” atsedz divus Duata valstības aspektus. Viens no tiem ir kosmoloģiskais, kas parāda Saules nakts ceļojumu, un otrs – mirušā faraona vai viņa



3. att. Pazemes nakts stundu kosmiskā vizija. Attēla vidusdaļā apakšā – ūdens pulkstenis (Tutmosa III kapenes).

lidzgaitnieku pārdzimšana mūžīgajai dzīvībai (sk. 3. att.).

Kosmoloģiskais mīts stāsta, ka saulrietā Saules dieva laiva kopā ar veco vakara Sauli Atumu iepeld Duata valstībā, kur mirušā Saule pārtop par Ra – Ozīrisu, pazemes valsts lielo dievu. Duatu attēloja hieroglifos kā apli ar zvaigzni centrā. Saules dieva laivai iebraucot pazemes valsti, debess rietumu vārtus atver dievība Upuats jeb “*ceļa atvērējs*”. Viņš novietojas laivas priekšgalā. Ikonogrāfijā to dažkārt attēloja ar vilka galvu, bruņotu ar kara vāli un loku. Šo dievību īpaši godāja Asjutā, ko grieķi sauca par Likopoli – vilku pilsētu. No Asjutas uz rietumiem Lībijas tuksnesī virzījās liels karavānu ceļš (sk. 4. att.).



4. att. Mirušā Saules dieva ceļojums pazemes valstībā pirmajā nakts stundā.

Upuatom blakus stāv dieviete Sia – lielā dieva Ozīrisa dievišķās gudrības simbols, kas atklāj cilvēkiem mirušo valsts noslēpumus. Aiz viņas seko Hatora – “*laivas pavēlniece*”, dieviete, kas vada laivu pazemes valsts rietumdaļas apgabālā. Laivas vidū atrodas mirušais Saules dievs Ra – Ozīris un aiz viņa – dievs

Hors ar vanaga galvu, gudrības dievs Tots, dievišķo vārtu sargātājs Hu un dievības pie laivas stūres airiem. Laivai pa priekšu virzās citu dievu procesija. Vispirms divas dievietes, kuru galvas rotātas ar spalvām, – tās ir patiesības un kārtības dieves Maatas divas izpaušmes, kas simbolizē cilvēciskās īpašības – labo un ļauno. Tādas īpašības piemīt gan svētļaimīgo, gan nosodāmo cilvēku dvēseļēm, kuras nonāk Duata valstībā. Pirms viņām iet dievība “*tas, kas ievaino*”, jo viņš ar dunci rokās pasargā mirušo Saules dievu no ienaidniekiem. Nākamās trīs figūras simbolizē Saules dieva trīs dažādās izpaušmes. Pirmais ir eshatoloģiskais mirušo pasaules valdnieks Oziriss (eshatoloģija – mācība par cilvēku likteni, mūžīgo dzīvību, dvēseļu tiesu – senie priekšstati par dabā esošiem paslēptiem spēkiem, par labā un ļaunā principa cīņu, par grēciniekiem gaidāmo sodu un taisnīgajiem vēlēto atlīdzību pēc nāves). Nākamais ir dievs Sehmetis ar lauvas galvu – postošā un iznīcinošā spēka simbols – un viņam priekšā dievs Hnumis ar auna galvu jeb “*lielais spīdošais*” – Saules gaišuma aspekts un cilvēku radītājs.

Dievība un sfinksas ar auna galvu ēģiptiešu dievu panteonā ir viens no neizprotamākajiem tēliem, kas rada brīnumu, arī bijību un svētumu, kurš bieži pāraug ticībā. Jo saprotamais brīnumu vairs nerada.

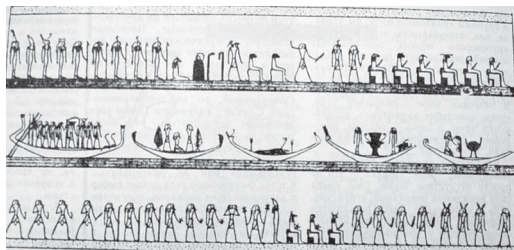
Procesijas priekšgalā attēloti četri pilāri ar cilvēku galvām – “*pavēles, ko dod Ra*”, kuri it kā simbolizē visus četrus Saules dieva metamorfozes aspektus – Hepri, Ra, Atumu un Ozirisu. To priekšā vertikāli saslējusies čūska simbolizē laika ritējumu, bet pirms viņas soļo “*tas, kas izmēra stundas*”.

Pazemes upes abos krastos, kur pirmajā nakts stundā “*Ra ielejā*” peld Lielā dieva Ra – Ozirisa laiva, attēloti liksmojoši un arī noskumuši cilvēki. Liksmojošās dvēseles Lielo dievu apsveic un slavina, jo tās viņu pazīst. Arī dievs labās dvēseles sveicina, izdala ar palīgiem tām zemi, t. i., vietu pazemes Nilupes krastos, un atklāj atdzimšanas noslēpumu. Lejpus viņa laivas attēlota iespējamā atdzimšanas aina – rīta saules laiva ar skarabeju. Pirmo pazemes vārtu sargi ir

dievaini paviāni, kas simbolizē krēslu. Labajā krastā atrodas 12 kobras, kas spļauj uguni, lai izklidinātu tumsu, kura valda Duata valstībā.

“*Ra ieleja*” ir pirmā vieta, kur “*pāršķel pieres*” ienaidniekiem. Tikai tas, kurš, dzīvam esot, iemācījies noskaitīt īpašu lūgšanu un pildījis rituālus, var iegūt Lielā dieva labvēlību un neskartis drikst doties otrajā Duata valsts daļā, kur valda dievība Uerne. Šo apgabalu norobežo robežstabs ar ragiem – “*tas, kas norobežo ieleju*”.

“*Mirušo grāmatas*” nodaļā “*Amduata*” jeb “*tas, kas Duata valstībā*” tiek teikts: “*Šis dievs ieiet pazemē, rietošās Saules vārtos. Viņam jānoiet tāls ceļš, līdz kamēr viņš satiks mirušo pasaules dievus Ra ielejā. Šeit viņš saviem pavadoņiem izdala zemi. Šeit viņš dod pavēles rūpēties par mirušajiem, kas jāizpilda virszemes rituālos. Kas zinās šos rituālus, tas mirušo valsti iepatiksies Lielajam dievam. Jo tas viņam patiesi ļoti patīk!*” (sk. 5. att.).



5. att. Otrā nakts stunda. Saules dieva procesijai pievienojas jaunas laivas.

Pirmajā nakts stundā Saules dieva procesijā patiesībā vēl tikai formējas un lēnām iebruc pazemes Nilupē. Otrajā stundā Saules dieva laiva jau noslid dziļāk. Uernes pārraudzībā nonāk dvēseles, kuras nav bijušas naidīgas Ra – Ozirisam un kuras ar pienācīgu godu pielūgušas viņu un nesušas ziedojumus. Uerne vērsas ar naidu pret tiem, kas šos pienākumus nav pildījuši. Ozirisa nonāvētāja Setas pielūdžējus Uerne neieļauj tālākajā Duata valsts daļā un tos iznīcina.

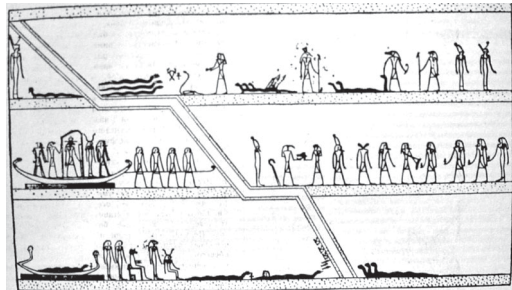
Otrajā nakts stundā, kuru sauc – “*Gudrais, kas aizsargā savu valdnieku*”, Saules dieva

procesijai pievienojas četras laivas ar jaunām likteņdievībām. Pirmā pazemes upē peld Mēness laiva ar gudrības dievu Totu, kuram priekšā nolikti divi Mēness redzami veidi – sirpītis un pilnais disks. Nākamajā laivā, uz kuras uzrāpojis skarabejs, atrodas dievietes Maatas varas atribūti, ko apsargā divi sargi. Maatas varas atribūti paredzēti atdzimšanas procesam, ar tiem tiks nodrošināta taisnīga dvēseļu tiesa. Maata ir likumu, taisnības un kārtības dieviete. Trešajā laivā atrodas par krokodilu pārvērtais Oziriss, kam jāznīcina ļaunās dvēseles, bet ceturtajā – maizes un labības dievības, kuras pabaros taisnīgās dvēseles. Saules laivas priekšgalā pievienojušās divas čūskas – dievietes Izidas un Nefīdas simboli. Nilupes abos krastos tiek spriesta taisnīga tiesa un ļaunās, Lielo dievu nepielūgušās dvēseles pakļautas iznīcībai.

Trešajā nakts stundā Ra – Ozirisa laiva ar dievišķo procesiju peld netraucēta plašajā pazemes upē. Šo Duata valsts daļu sauc par Pertiju jeb “*piekrastes dieva valsti*”. Tā ir “*ieleja vienīgajam valdniekam Ozīrisam*”. Tur mīt dvēseles, kas pazīst šīs pazemes daļas noslēpumus un tajā valdošo dievību vārdus. Lūgšana teic: “*Kas zinās šo dievību vārdus, tas tiks piepulcināts gaišajam garam, tā kājas kļūs stipras un tas netiks iznīcināts. Viņš izies kā Ka, kā tas, kas elpo gaisu līdz savai stundai.*” Trešās stundas dievību sauc – “*tās, kas atdala dvēseles*”.

Pirmās trīs nakts stundas ir tikai ceturtdaļa no visa ceļa. Mirušā Saules dieva Ra – Ozirisa ceļojumā tās ir pašas vieglākās, jo norit bez šķēršļiem. Tālākais ceļš jau ir apdraudētāks. **Ceturtajā** nakts stundā pazemes valsts upe kļūst sekla. Saules dieva laivu velk mirušo dvēseles, kas mīt šajā Duata valsts apgabalā, kur valda dievība ar vanaga galvu – Sokars. Tā bija dievība – “*tas, kas varenis ar savu spēku*”. Sokaru kā galveno mirušo dievu pielūdza Lejasēģiptes pilsētā Memfisā (sk. 6. att.).

Šajā Duata valsts apgabalā Saules dieva laiva nonāk dziļā pazemē, kur valda necauredzama tumsa. Tā bija “*apslēpta pārvilkšanas vieta*”. Lai pārvarētu Sokara valsts tuksnešaino

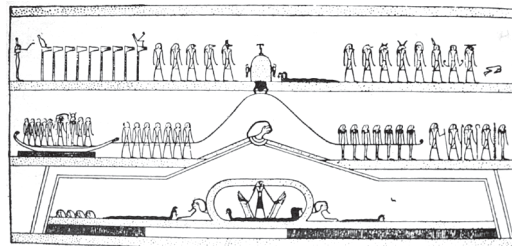


6. att. Ceturtda nakts stunda. Saules dievs nonāk dziļā pazemes valsts daļā, kur valda noslēpumainā mirušo dievība Sokars.

apvidu, Saules dievs pārtop par čūsku. No Sokara valsts sākas noslēpumainais ceļš uz Imhetu – “*svētlaimības laukiem*”. Uz turieni dodas dvēseles, kas “*pārveidojušās*”.

Čūska bija arī laika simbols, ko sauca – “*tā, kas aptver pasauli*”. Čūska peldēja pa pirmatnējo okeānu dieva Nuna valstībā, veidojot īpatnējo izliekumu – debesjumu. Uz tās muguras peldēja Saules dieva laiva.

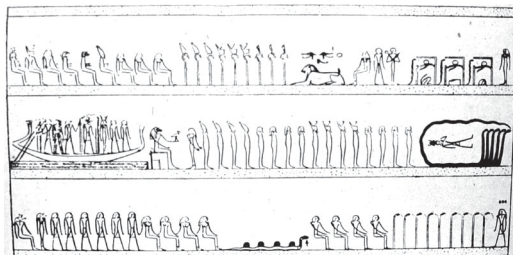
Piektajā nakts stundā Saules dieva laiva nonāk visdziļākajā Duata valsts apgabalā – “*vieta, kur dzimst dievi*”. Tā ir Sokara tuksnešainās valsts visnoslēpumainākā vieta – ala, kurā norit maģiskās darbības, lai Saule varētu atdzimt no jauna. Laiva virzās pār kalnu, kas ir nakts debess dieves Nutas mitne. Nutu dēvēja par “*dievu dzemdētāju*”. Zem Nutas mitnes Sokara alā čūskveida mirusi Saule ieguva dzīvinošo spēku, kas bija nepieciešams pārdzimšanai. Taču līdz



7. att. Piektā nakts stunda. Mirusi Saule atgūst dzīvinošo spēku pazemes dieva Sokara valstī.

tam brīdim daudzām dvēselēm vēl bija jāiet bojā, pārvarot Duata valsts tālākos apgabalus (sk. 7. att.).

Sestajā nakts stundā Saules dievs, jau piepildīts ar dzīvinošo spēku, sasniedz Duata valsts daļu, kur glabājas mirušais ķermenis. To aptver milzīga čūska ar vairākām galvām. Šeit notiek mistiska dvēseles savienošana ar ķermeni (sk. 8. att.).

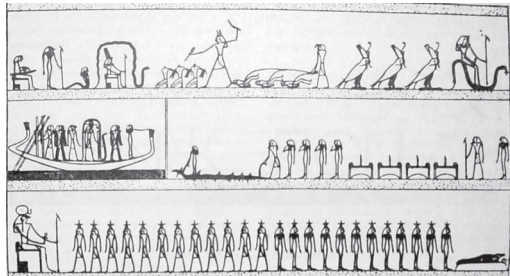


8. att. Sestā nakts stunda. Mirušā Saules dieva dvēseles savienošana ar ķermeni.

Attēlā redzams, ka laivas priekšā sēž dievība, kas rokā tur ibisu jeb galveno dvēseli *Hu*, kura palīdz savienošanos maģijā. Uz dvēseles savienošanu gaida arī daudzi citi procesijas dalībnieki. Tomēr tas nav iespējams visiem. Sestās nakts stundas jeb pusnakts valstī mīt briesmīga čūska, kas aprij cilvēku ēnas. Iznikstot ēnai, ķermenis vairs nevar savienoties ar dvēseli. Tikai Ra – Oziris, kas ir visa laba darītājs, var pieļaut mirušajam ķermenim savienoties ar *Hu*, lai tas atdzīvotos. Pusnakts mistērijas ainas kapeņēs zīmēja uz mūmijas telpas dienvidu sienas.

Septītajā nakts stundā Saules dievs caur “Ozirisas vārtiem” nonāk noslēpumainā vietā, kur viņa ceļojumu aizkavē dēmons Apops – milzīga čūska, kas iemieso tumsu, haosu un ļaunumu. Tas ir Saules dieva galvenais ienaidnieks, un katru nakti viņu starpā notiek nežēlīga cīņa. Apops, gribēdams aizkavēt Saules dieva tālāko ceļojumu, izdzer visu pazemes upes ūdeni, atstājot dūņainu gultni. Laivas priekšgals tad pārvēršas par dievieti – kobra Meritu Segeru, kas Saules dievu aizsargā. Senēģiptiešu mītos kobra kā dievu aizstāve ir plaši

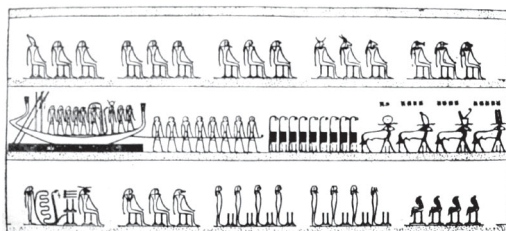
izplatīts motīvs. Arī faraonu galvas rotāja svētā kobra, kas simboliski ar nāvējošo indi iznīcināja ienaidniekus. Kobra bija arī Lejasēģiptes simbols. Spārmotas kobras veidā varēja pārvēsties dievietes Izīda un Neftīda, aizsargājot Ozirisu un Saules dievu Ra (sk. 9. att.).



9. att. Septītā nakts stunda. Saules dieva cīņa ar dēmonu Apopu.

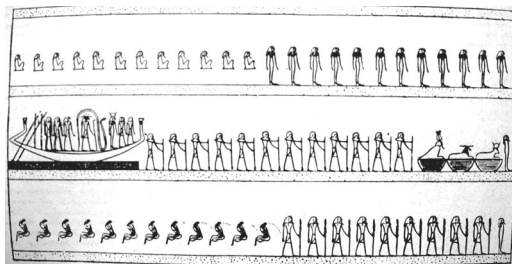
Saules dievam cīņā ar Apopu palīdz dieviete Izīda un Hekets, kurš simbolizē dieva radītāja maģisko spēku. Ar maģiskām burvībām un nolādējumiem viņi pieviec ienaidnieku. Apops zaudē savu spēku un spiests norīto upes ūdeni izsplaut. Tad cīņā metas citas zemākās dievības, kuras Apopu sasaista un sacērt gabalos. Draudošās briesmas līdz ar to ir novērstas, un Saules dievs var turpināt ceļojumu. Šo dramatisko ainu kapeņēs attēloja uz mirušo telpas ziemeļsienas. Tie, kas izprata šo Duata valstības attēlu, varēja kļūt par Saules dieva tālākajiem pavadoņiem (sk. 10. att.).

Astotajā nakts stundā Saules dieva laiva nonāk Duata valsts daļā, ko sauc par “dievu



10. att. Astotā nakts stunda. Saules dievs atmodina dvēseles pazemes valsts ziemeļdaļu.

sarkofāgu". Šo apgabalu sargā vārti – "tie, kas nomodā bez noguruma". Saules dieva laivu tauvā velk pavadoni. Tā virzās gar klinšainu krastmalu, kur alās guļ mirušo dvēseles. Dzirdot Saules dieva balsi, alu vārti atveras un tajās iespid dievišķā gaisma, atmodinot dvēseles. Saules dievs izdala tām apģērbus, lai pievienotos procesijai. Pēc tam alas atkal nogrimst tumsā. Palikušās dvēseles no jauna iegrimst miegā. Bet Saules dievs mierīgi turpina savu ceļu. Ari astotās nakts stundas ainas attēloja mirušo telpas ziemeļdaļā.

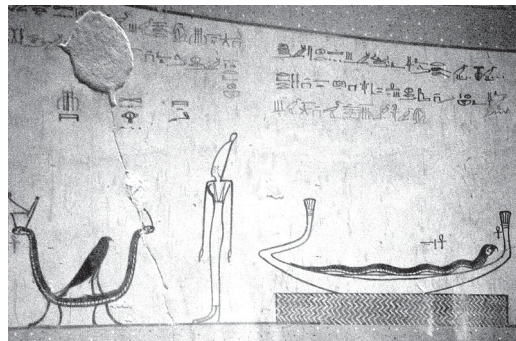


11. att. Devītā nakts stunda. Saules dieva ceļojums pazemes upē mirušo valsts austrumdaļā.

Devītās stundas pazemes apgabala vārtus sauc – "tie, kas sargā ūdeņus", jo Saules dieva laiva, ko airē airētāji, atkal nonāk ūdeņiem bagātā pazemes upē. Šī ir Nuna valsts. Nuna un viņa sieva Nauneta ir pirmais dievu pāris, no kuriem radušies citi dievi. Viņi personificē austrumdaļas debess apgabalu, kur spīd uzausušās zvaigžņu dievības. Nuna valsti mīt "aplaimotie, kas aizstāvējuši savu valdnieku". Upes krastos Saules dievu sveic mirušie un dievi, kas rūpējas par labības, koku un dzīvnieku augšanu. Devītās stundas notikumus attēloja mirušo telpas austrumdaļā (sk. 11. att.).

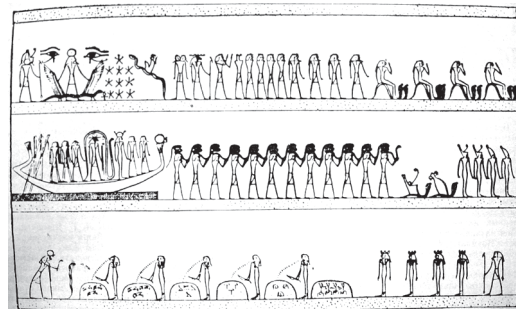
Desmitā nakts stunda norit apgabalā "ar dziļo ūdeni un augstajiem krastiem". Tur mitinās dvēseles, kas ticējušas debess dievei Ihetai, kura spēja dzemdināt Sauli. Kas nonāca līdz šai vietai, to "mirdzošā debess dzemdēs no jaunā". Saules dieva laivai pa priekšu iet divgalvainā čūska, kas rotāta ar Izidas un faraona

galvassegām. Šī čūska nes vanagu – dieva Hora dvēseli. Tai jāiegūst dievišķā Ozīrisa lielais spēks, kas peld priekšējā laivā. Procesijai pa priekšu iet bruņota sardze, kas dievus aizsargā no ienaidniekiem (sk. 12. att.).



12. att. Desmitā nakts stunda. Saules dieva dvēsele divgalvainas čūskas ielokā. Priekšējā laivā Ozīriss čūskas veidā.

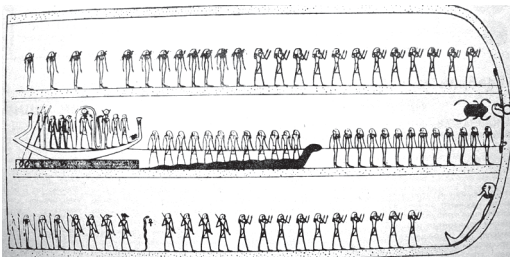
Vienpadsmitajā nakts stundā Saules dievs nonāk pēdējā šķīstīšanās vietā, kur tiek iznīcinātas visu palikušo ienaidnieku un nosodāmo grēcinieku dvēseles. Bargas un nežēligas dievības ar dunčiem rokās stāv pie bedrēm, kurās tiek sadedzinātas grēcinieku galvas un ēnas. Sarkofāgu teksti teic: "Briesmīgie asmeņi sacirtīs jūsu ķermeņus, dvēseles tiks iznīdētas, jūsu ēnas samīdītas, galvas sacirstas. Nekad jūs



13. att. Saules dieva procesija vienpadsmitajā nakts stundā. Apakšējā daļā ļauno dvēseļu iznīcināšana.

neredzēs tie, kas dzīvo uz zemes!” Atdzimstošā Saules dieva laivu pavadis tikai svētlaimīgās dvēseles, kas būs izcietušas šo pārbaudi. Jaunai dzīvībai tās tiks atdotas reizē ar Hepri piedzimšanu – *“kas to zinās, tas tiks labi apgādāts gaišajās debesīs un arī virs zemes”*. Šo priekšpēdejo nakts stundu sauc – *“zvaigžņotā valstība, kur Saules dievs ar savu parādīšanos atgrūž ienaidniekus”*. Šis atdzimšanas ainas tika parādītas kapenēs sakrālās telpas austrumdaļā (sk. 13. att.).

Pēdējā, **divpadsmitajā**, nakts stundā pienāk *“pirmatnējās tumsas gals”*. Šajā Duata valsts apgabalā aiz vārtiem – *“tie, kas dāvā dzīvību dieviem”*, debess dieve Nuta dzemdina jauno Saules dievu skarabeja Hepri veidolā. Izbeidzas mirušā Saules dieva Ra – Ozīrisa nakts ceļojums pazemes Duata valstī. Laiva ar lielo čūsku – *“dievu dzīvību”* – un liksmojošiem pavadoņiem jau sasniegusi debess austrumu vārtus. Pirmatnējā tumsā paliek Ozīriss, kas valdīs aizkapa valstī līdz nākamajai naktij. Visu pasauli – zemi, dabu un cilvēkus – apstaro jaunā Saules dieva gaisma. – *“Tikai tas, kas pazīst noslēpumainās [nakts pasaules] ainas, tiks nodrošināts ar gaišo garu. Ieejot Duata valstī, tas vienmēr iznāks dzīvs. Tā tas patiesi notiek,*



14. att. Divpadsmitā nakts stunda. Saules dieva nakts ceļojuma pēdējais posms – uzaust jaunā rita Saule Hepri.

jo pārbaudīts miljoniem reižu,” teic kāds no *“Mīrušo grāmatas”* tekstiem (sk. 14. att.).

Senais ēģiptiešu mīts par Saules dieva ceļojumu pazemes valstī atspoguļo visvecākos priekšstatus par Saules gaitu pie debesīm un ietver kosmiskās reliģijas likteņmācības pirmetus, kas jaunākā periodā ienāk apkārtējo tautu reliģiskajās koncepcijās.

Kāda jaunāka ēģiptiešu mitoloģiskā versija Saules kosmisko diennakts ritējumu izteic vienkāršāk un daudz poētiskāk – *“Tā [Saule] parādās kā lotosa zieds, kas saullēktā uzzied, bet saulrietā zieds atkal sakļaujas un pazūd zem Nīlas ūdeņiem.”* 🐸

SVEŠĀS ZEMĒS ✂ SVEŠĀS ZEMĒS ✂ SVEŠĀS ZEMĒS ✂ SVEŠĀS ZEMĒS

Date: Thu, 08 Aug 2002 09:42:43 +0300 (EEST)

From: toro@latnet.lv

To: Astra <astra@latnet.lv>

Subject: **Sveiciens no Tiho Brahes Hvenas salas**

Esmu Lundā, Zviedrijā, kur notiek starptautiska konference fizikas didaktikā. Vakar bijām bezgala skaistā ekskursijā uz Hvenas salu starp Dāniju un Zviedriju. Ja pareizi saprotu, tad, ja Dānijas ķēniņš Brahem nebūtu piedāvājis iespēju izveidot pašam savu “ķēniņvalsti” uz salas, observatorija būtu pie Rīgas. ...Interesanti, ka Dānijas ķēniņš atvēlējis faktiski 5% no saviem valsts ienākumiem, kas atbilst mūsdienu *Apollo* projektam ASV. Pāri palicis nav gandrīz nekas, jo ķēniņa dēls par zinātni neinteresējies un licis pili demontēt. Atrasts pagrabs, kur Tiho varētu būt sodijis nepaklausīgos zemniekus, un neliela akmens sēta, kas apjoza pili, kā arī pazemē iebūvēta observatorija (nācās slēpties no vējiem un temperatūras maiņām). Domāju, ka Tiho Brahi varēja te reprezentēt iespaidīgāk, bet problēma jau ir apstākli, ka sala pieder Zviedrijai, bet Brahe bija dānis.

Uz salas ir 1200 velosipēdu. Kaut mēs bijām 400 konferences dalībnieku, visi dabūjam pa velosipēdam.

Tomass

AIVARS ZEMĪTIS

MATEMĀTISKĀS TEHNOLOĢIJAS – NEATŅEMAMA NĀKOTNES TEHNOLOĢIJU SASTĀVDAĻA

Ievads. Pēdējos gados esam pieredzējuši informācijas tehnoloģiju nepieredzēti strauju attīstību. Daļēji tieši tā ir novedusi arī pie daudzām neveiksmēm, firmu izpaušanas un krīzēm akciju tirgū. Neskatoties uz negatīvajiem procesiem, nevar noliegt, ka informāciju tehnoloģijām tomēr ir paredzama liela nākotne. Rakstā netiks skarti šo pieminēto krīžu ekonomiskie iemesli. Uzmanība tiks pievērsta aspektiem, kas, pēc manām domām, ir bijuši nozīmīgi līdz šim un spēlēs vēl lielāku lomu informāciju tehnoloģiju attīstībā nākotnē.

Domājot par nākotnes attīstības perspektīvām, ļoti svarīgi būtu apzināties, kas ir informācijas tehnoloģijas un kur būtu jāliek uzsvāri. Raksta mērķis ir analizēt informāciju tehnoloģiju apakšnozarī, kura Latvijā līdz šim, neskatoties uz bagātajām tradīcijām, kas uzkrātas pēdējā pusgadsimtā, ir atstāta novārtā. Tieši tāpēc Latvijai ir uzticēts 2002. gada septembrī Jūrmalā organizēt lielu Eiropas līmeņa konferenci par matemātiskās tehnoloģijas jautājumiem – *ECMI (The European Consortium for Mathematics in Industry)* kongresu. Jāpiebilst, ka šis būs pirmais šīs organizācijas kongress bijušajā Austrumu blokā.

Problēmas. Runājot par matemātiskajām tehnoloģijām, Rietumos vērojama visai paradoksāla situācija.

No vienas puses, globalizācijas procesos pieaugusi konkurences cīņa ekonomikā spiež firmas paaugstināt “intelektā” saturu ražotajā produkcijā. Tikai tam, kurš varēs piedāvāt jauna veida vai augstākas kvalitātes produktus, ir cerība izdzīvot konkurences cīņā. Matemātisko

tehnoloģiju izmantošana ir viens veids, kā paaugstināt “intelektā” saturu. Pirms kāda laika matemātiskās tehnoloģijas tika izmantotas tikai modernāko ražošanas tehnoloģiju gadījumā (kosmiskās, militārās), savukārt šodien mūsdienu industrija modernu produktu ražošanu nav iespējama bez matemātisko tehnoloģiju izmantošanas. Man ir nācies saskarties ar dažādām industrijas nozarēm, daudzās no tām matemātiskā modelēšana ir objektīva nepieciešamība.

No otras puses, konkrētie ražotāji bieži nemaz nesaprot, kā reāli nonākt līdz šo matemātisko tehnoloģiju ieviešanai. Parasti tas tiek saprasts tā, ka vienā dienā tiks iegādāta datorprogramma, kas ļaus atrisināt visas (ar ražošanas tehnoloģijas tālāku attīstīšanu saistītās) problēmas. Pietiks tikai piespiest attiecīgo pogu. Šādu nekompetenci pats esmu novērojis firmās ar pasaules vārdu un tādēļ secinu, ka daudzos gadījumos visdažādākajos līmeņos pietrūkst zināšanu un saprašanas par to, kas ir matemātiskās tehnoloģijas un kāds ceļš jāveic, lai tās izstrādātu.

Īpaša prasība pēc tām rodas tieši pēdējos gados. Kāpēc? Te varētu runāt par firmām – monopoliem, kas gadu desmitiem ir sekmīgi dzīvojušas un īpašu konkurenci nav baudījušas. Var minēt konkrētu piemēru, kurā novērotie procesi droši varētu būt raksturīgi daudzām firmām. Tātad 90. gados firma, kas patiesībā bija monopoluzņēmums savā nozarē, sāka izjust konkurences pastiprināšanos sakarā ar globalizācijas procesiem. Nelaimīgā kārtā vienlaikus no nelielās eksperimentētāju grupas pensijā aizgāja cilvēks ar lielu pieredzi un zināšanu

bagāžu. Te nu konstruēšanas un tehnoloģijas grupu vadītājiem radās milzīga problēma. Kā lai rod iespējas pietiekami dziļi izprast esošās tehnoloģijas un kā lai nonāk pie jaunām idejām produkta uzlabošanai. Atrast otru cilvēku ar pietiekamu praktisku pieredzi nebija iespējams. Šai situācijā vadītāji neredzēja citas iespējas, kā meklēt speciālistus, kuri varētu nodarboties ar procesu teorētisko pamatu pētīšanu un matemātisko modelēšanu. Kā visai bieži, arī šajā firmā neapzinājās īsto situāciju un aktuālās zinātnes iespējas. Firms speciālisti spēja runāt tikai par to, kas būtu firmai vajadzīgs. Viņi nebija gatavi arī nepieciešamajiem praktiskajiem eksperimentiem. Šādos gadījumos ir grūti nonākt pie savstarpējas sapratnes. Tomēr matemātiķi modelētāji pierādīja savas iespējas. Pateicoties vairāku mēnešu intensīvam darbam, tika izpētīti fizikālie procesi. Tagad viņi stāstīja un mācīja šīs firmas konstruktoriem un tehnoloģiem, kas tad īsti firmas produktos notiek un kur slēpjas grūtības šo produktu pilnveidošanai. Ar firmu izvērās ilgstoša kooperācija un, kaut arī konkrētā firma saņēma atbildes tikai uz daļu no saviem jautājumiem, projekts bija sekmīgs. Šīs iestrādes zinātniekiem pavēra ceļu jaunam, lielam, valsts finansētam projektam.

Lai labāk saprastu radušos situāciju, nepieciešams pieskarties vēl dažiem modelēšanas aspektiem. *Microsoft* produktu uzvaras gājiens pasaulē un šo produktu plašā izplatība ir atstājusi ietekmi arī uz mūsu priekšstatiem. Vai mēs to apzināmies vai ne, objektu orientētā programmēšana, kas ir priekšzīmīgi realizēta *Microsoft* produktos, definē zināmus standartus garīgā darba produktiem. Darbojoties *Windows* vidē, mēs esam pieraduši bīdīt un aizvērt logus, mainīt fontus, nedomājot par to, kādas programmas aiz tā visa slēpjas un kāpēc tas var notikt. Sarežģītam objektam ir vienkārša saskarne (interfeiss), kas lietotājam ļauj veikt vajadzīgās darbības bez kādām zināšanām par objektu orientēto programmēšanu. No vienas puses, tas ir brīnišķīgi, jo ļauj darboties ar sarežģītam programmām plašam ļaužu lokam. No otras puses, tas rada maldinošu priekšstatu, ka

viss ir vienkāršs un līdzīgā veidā ir iespējams nonākt līdz jebkuras problēmas atrisinājumam: *"Jāpajautā tikai datoram."* Varbūt to arī varētu, taču netiek ņemts vērā, ka katrai zinātnes nozarei ir sava noteikta attīstības vēsture un arī noteikta attīstības pakāpe. Tādēļ katrā konkrētā gadījumā laiks un līdzekļi, kas nepieciešami, lai programmu produktu iegūtu, būs ļoti atšķirīgi. Daudzos gadījumos industrija gaida, lai zinātnieki par mazu naudu viņiem pasniegtu perfekti izstrādātu zinātnisku programmatūru ar vienkāršu interfeisu. Programmai faktiski vajadzētu aizstāt pašu zinātnieku un, protams, firmai tas būtu lētāk. Pasaulē daudz tiek darīts pie dažādu zinātnisko programmu pakešu izstrādāšanas, taču vēl mēs esam ļoti tālu no situācijas, kad piedāvātās paketes varēs atrisināt jebkuru radušos problēmu. Procesu daudzveidība ir neierobežoti liela, un vienmēr pastāvēs situācija, kura neapmierinās standarta pieņēmumus, kas ir paketes pamatā. Turklāt, lai lietotu sarežģītās paketes, attiecīgajam darbiniekam jābūt arī pietiekami augstam zināšanu līmenim. Ir jābūt iestādīt objekta parametus un jāzina programmu paketes vājās un stiprās puses. Jāsaprot, kas ir ticams un kas ne. Tātad ir jābūt augsta līmeņa speciālistam.

Virtuālā pasaule. Virtuālie eksperimenti (eksperimenti ar matemātiskiem modeļiem), kuri raksturojas ar ērtu parametru maiņu un pārlicinošām rezultātu prezentēšanas iespējām, kā arī ar komfortabliem darba apstākļiem, ir tie, uz ko virzīsies pasaules lietišķās zinātnes. Jau tagad notiek darbi pie projektiem, kas ļautu konstruēt iekārtas trīsdimensiju telpā, lietojot īpašas brilles. Taču tās līdz šim brīdim ir galvenokārt ģeometriskas operācijas. Konstruētai detaļai vai iekārtai ir jāveic noteiktas funkcijas. Lai konstatētu, kā virtuālā iekārta varētu reāli darboties, ir jāveic attiecīgo procesu matemātiskā modelēšana. Tas nozīmē, ka virtuālā vide datoros, kas arvien vairāk vizuāli tuvinās realitātei, nākotnē būs jāpapildina ar fizikālām un ķīmiskām īpašībām, lai virtuālajā pasaulē veiktiem eksperimentiem būtu konkrētāks sakars ar līdzīgiem eksperimentiem reālajā pasaulē.

Jaunā paaudze no mazām dienām jau ir augusi saskarsmē ar virtuālo realitāti (video spēles), tādēļ tai būs interesanti un nepieciešami padarīt šo jauno pasauli arvien reālāku.

Pie attēlu virkņu apstrādāšanas darbojas daudzas firmas, un šajā nozarē pedējos gados ir sasniegti neticami rezultāti. Datoru resursu palielināšana novedusi pie tā, ka matemātika vistiešākajā veidā ir ienākusi izklaides industrijas interešu lokā. Nerunājot par video spēļu industriju, interesantas pārmaiņas notikušas arī kino industrijā. Arvien vairāk aktrišu un aktieru tiek aizstāti ar virtuālām personām [1]. Autori apgalvo, ka matemātika tiek lietota visos filmas veidošanas procesa posmos. Pirmie mēģinājumi izmantot datorus filmu ražošanā bija saistīti tieši ar datorgrafikas sasniegumiem. Kā īpaši revolucionāra jāmin filma “*Jurassic Park*” 1993. gadā, kad pirmo reizi datorā radīts personāžs “darbojās” vienā pasaulē ar istiem aktieriem. Turpmāk filmu radītājiem arvien pieaugu vēlēšanās modelēt visu veidu dabiskos fenomenus. Ja fenomenu var simulēt, tad ir iespējams realizēt un vadīt procesus, kas reālajā dzīvē būtu pārāk bīstami vai neiespējami. Filmas “*Titanic*” uzņemšanai [1] sākumā bija paredzēts izveidot pilna izmēra kuģa maketu, kurš tad beigās tiktu nogremdēts. Taču grūti iedomāties par sekām, ja kādas kļūmes dēļ dārgā maketa grimšanas skats neizdotos. Virtuālo efektu un simulācijas elastīgums ļāva izšķirties par virtuāla kuģa nogremdēšanu. Izmantojot vizuālos efektus un ūdens simulēšanu, filmu veidotājiem paverās pavisam jaunas iespējas scēnu veidošanā.

Modelējot procesus filmām, galvenais kritērijs ir vizuālo efektu ticamība. Attiecīgajiem algoritmiem ir jābūt pēc iespējas ātriem. Ātrumam šajā gadījumā ir lielāka nozīme nekā faktam, cik precīzi procesu vai fenomenu mēs mākam modelēt un simulēt. Atšķirīgi tas ir ražošanā.

Ja mēs gribam nonākt līdz virtuāliem eksperimentiem ar rūpniecisku nozīmi, tad vēl ir ejams garš ceļš. Te jāsaskaras ar skarbo realitāti, ka daudzus trīsdimensiju procesus pietiekami precīzi var aprakstīt tikai ar nelineāriem parciālajiem diferenciālvienādojumiem vai to sistē-

mām. Šo vienādojumu risināšanai ir jālieto diskrētās risināšanas metodes, kas pirmām kārtām balstās uz modelējamā objekta diskretizāciju. Jo sarežģītāka ir objekta ģeometriskā uzbūve, jo vairāk diskretizācijas punktu ir jālieto. Praktiskām problēmām trīsdimensiju gadījumā vairāki miljoni diskretizācijas punktu kļūst par minimālo nepieciešamību. Tas nozīmē, ka šajā gadījumā ir darišana ar vienādojumu sistēmu matricām, kuru izmērs ir ar kārtu miljons reiz miljons. Šāda mēroga problēmas var atrisināt tikai uz modernākajiem datoriem ar paralēlajiem procesoriem. Arī tad viena varianta aprēķins (simulācija) var ilgt vairākas dienas vai nedēļas. Pie nosacījuma, ka skaitdiskais atrisinājums ir jāiegūst daudzos punktos, īpaša problēma ir arī atrisinājuma vizuālā izvērtēšana, tāpēc ir jālieto speciālas metodes un algoritmi [2]. Lai veiktu procesu simulāciju un rezultātu mūsdienīgu vizualizāciju, ir nepieciešams atbilstošs programmnodrošinājums. Šāda programmnodrošinājuma izstrādāšana ir ļoti dārga. Kādā lekcijā Kristofers Džonsons (*Christofer R. Johnson*) norādīja, ka pie zinātniskās programmēšanas vides *SCIRun* (apraksts par *SCIRun* ir atrodamas [3]) izveidošanas 50 programmētāju strādāja piecus gadus bez pārtraukuma. Skaidrs, ka tās ir milzīgas investīcijas, kas nepieciešamas tāda darba finansēšanai, kur turklāt nav garantijas, ka nauda tiks atgūta ar programmprodukta licenču pārdošanu.

Ir arī citi vērojumi attiecībā uz darbu firmās. Daudzām lielām firmām Vācijā pašām ir savas zinātniski pētnieciskās grupas, taču ne visās no tām darba ritms un tempi ir akceptējami. Esmu redzējis, ka pienākumu apjoms atsevišķam darbiniekam kļūst arvien lielāks un nepaveicamāks. Nav atvēlēts pietiekami daudz laika, lai varētu iedziļināties problemātikā, izstudēt zinātnisko literatūru. Vienkārši tiek ņemts kāds objekts (zinātnisks pētījums) un mēģināts to formāli lietot konkrētajā situācijā. Izanalizēt, vai šī teorija pati nav kļūdaina un vai tā tiešām ir lietojama, reāli nav iespējams. Tādā veidā tiek producēti bezjēdzīgi rezultāti, par kuriem tiek arī diskutēts un tādējādi zaudēts laiks, kura jau

tā trūkst. Nākas pārliecināties par teiciena pareizību, ka nabagais un skopais maksā dubulti. Šis teiciens skar arī industrijas uzņēmumus, kuri veic paviršus savu produktu pētījumus. Ir piedzīvotas situācijas, kad firma vispār nevēlas uzklaut pētījumu rezultātus, kuri norāda uz produkta nepilnību cēloni, jo ielānoto ražošanas procesu vairs nav izdevīgi apturēt. Šādos gadījumos uz spēles liktas lielas naudas summas, daudzu cilvēku karjeras un vēl vairāk – potenciālās darbavietas. Bēdīgākais ir tas, ka fiziski var ciest daudzi cilvēki, kuri šos jaunus, nepilnīgos produktus lieto.

Zemāka līmeņa tehnoloģiju modelēšana.

Lieli cilvēku un datoru resursi ir vajadzīgi ne tikai tādās nozarēs kā filmu ražošanas industrija un mūsdienu modernās tehnoloģijas. Reālā dzīve sāk izvirzīt prasības pēc modelēšanas un procesu simulēšanas arī tekstilrūpniecībā, pārtikas industrijā un citās. Protams, ir grūti definēt robežu, kur sākas zemāka līmeņa tehnoloģija. Tekstilrūpniecībā tiek izmantotas membrānas apģērba ražošanā. Diez vai šeit var runāt par zema līmeņa tehnoloģijām.

Izrādās, nebija vienkārši noskaidrot, kādam ir jābūt, piemēram, futbolista sporta kreklam, lai sportists sacensību laikā justos pēc iespējas labāk. Kādam radās ideja, ka krekla materiālam vajadzētu būt slāņainam. Ražotāji bija spiesti konstatēt, ka pirmajiem eksemplāriem atsevišķie slāņi nebija pareizā secībā. Tikai tad, kad kāds sportists nejauši uzvilka kreklu uz kreiso pusi, viņš konstatēja, ka krekla funkcionālās īpašības ir kļuvušas daudz labākas. Tagad vadošās firmas, protams, zina, kādā secībā kādi materiālu slāņi jānovieto. Taču pamatā šī pieredze ir iegūta eksperimentu ceļā. Ir paredzams, ka matemātiskie modeļi un simulācijas varētu būt daudz efektīvākas optimālu apģērba konstruēšanai. Taču šai gadījumā būtu vispirms nepieciešamas investīcijas, lai attiecīgos matemātiskos modeļus izstrādātu, testētu un radītu datorprogrammas lietotājam draudzīgu programmnodrošinājumu. Ari bagātajos Rietumos firmas parasti nav gatavas investēt nepieciešamos līdzekļus. Kāpēc? Ideja pavisam

vienkārša. Katra firma būtu ļoti ieinteresēta, ja attiecīgā programma nonāktu tikai un vienīgi tās īpašumā. Taču viena pati firma nav spējīga nest finansiālo slogu, kāds nepieciešams programmas produkta izstrādei. Savukārt firmu apvienības nav ieinteresētas finansēt šādu projektu, jo tad programmaprodukts nonāktu arī konkurenta rokās. Tad jau labāk projektu nefinansēt vispār. Publikācijas rāda, ka Ķīna tomēr rod iespējas matemātiskai modelēšanai tekstilrūpniecībā.

Pamācoša ir pieredze, kas gūta vairāku gadu garumā tagadējā Fraunhofera Industriālās matemātikas institūtā (*ITWM*, Kaizerslauterne, Vācija). Šis ir pirmais lietišķo matemātisko pētījumu institūts Fraunhofera organizācijā (ši organizācija tika dibināta 1949. gadā sabombardētajā Vācijā, un tās uzdevums bija veicināt industrijas uzplaukumu valstī). *ITWM* nodibinājis 1995. gadā, un 2001. gadā tas kļuva par pilntiesīgu Fraunhofera organizācijas locekli. Galvenie nosacījumi, lai iekļūtu Fraunhofera sistēmā, ir augsts institūta pētījumu zinātniskais līmenis un spēja pašiem nopelnīt naudu ar projektiem. Tomēr tiek stimulēts gūt nevis pasūtījumus vispār, bet gan ievērot arī noteiktu proporciju budžetā. Labvēlīgākie nosacījumi institūtam un tā attīstībai ir tikai tad, ja tiek ievērota šāda proporcija: viena trešdaļa pamatfinansējuma, viena trešdaļa no sabiedriskajiem fondiem finansēto projektu un viena trešdaļa industrijas finansēto projektu. Tātad nav gluži vienalga, vai zinātniskais pētījums ir valsts vai arī industrijas pasūtīts.

1995. gada pirmajā pusē neviena matemātiska institūta vēl nebija, taču Kaizerslauternes Universitātē darbojās zinātnieku grupa, kurai bija ilgstoša pieredze sadarbībā ar industriju. Kaizerslauternes profesora H. Neuncerta (*H. Neunzert*) ideja, ka matemātiķi arī ir spējīgi nopelnīt naudu ar industrijas pasūtījumiem un veidot savu institūtu, daudziem likās apšaubāma (jo īpaši Fraunhofera organizācijas vadībai). Industrijas projektu lielais īpatsvars budžetā likās nerealī matemātiska tipa institūtam. Tādēļ jo lielāks bija izaicinājums pierādīt pretējo. Lai dotu reālu iespēju domāt par šāda matemātikas

institūta veidošanu un radišanu, tieši matemātiķiem vajadzēja spēt pārliecināt rūpniecības uzņēmumus par sadarbības nepieciešamību un pierādīt savas spējas risināt praktiskas problēmas. Šajā laikā tad arī kā pirmie projekti tika izcināti pasūtījumi no trim firmām. Viena no tām bija filtru ražotāja, otra – sintētisko šķiedru ražotāja un trešā – programmnodrošinājuma firma, kas specializējās programmnodrošinājuma izstrādāšanai metālliešanas nozarei. Sākti kā trīs atsevišķi un atšķirīgi projekti ar trim, kā šķīta, pilnīgi nesavienojamām firmām, tie drīz vien atklāja neparedzētas kopsakarības, kas ļāva izstrādāt kompleksu, bet vienotu matemātisko tehnoloģiju materiālu dizaina izstrādāšanai.

Tālāk apskatīsim, kur atrodams kopsaucējs šim trim pilnīgi atšķirīgajām industrijas nozarēm un savstarpēji nesaistītajām firmām.

Katras firmas galvenā problēma ir kvalitātes uzlabošana un konkurences spējas palielināšana. Aplūkosim firmu, kas ražo filtrus, bet filtrēšanas materiālus neražo, tos iepērk no citām ražotājfirmām. Šajos filtros par filtrēšanas materiāliem lieto dažāda tipa šķiedru materiālus. Pēdējā laikā tekstilrūpniecība pārsteidz ar piedāvāto materiālu dažādību. Īpaši plašs ir neaustu materiālu klāsts. Taču firmai tas dzīvi neatvieglina. Jo lielāks piedāvājums, jo grūtāka izvēle. Filtra ražotājs nedrīkst izvēlēties filtrēšanas materiālu tikai pēc izskata vai lētuma. Materiālam ir jāpilda noteiktas funkcijas, jo tas filtrā tiek iesaistīts sarežģītos fizikālos un, iespējams, arī ķīmiskos procesos. Kā šai gadījumā izvēlēties piemērotāko materiālu?

Faktiski nav citas iespējas, kā vienīgi attīstīt teorētisku izpratni par procesiem, veidot procesa matemātisko modeli un izmantot datora palīdzību materiāla izvēlē. To ir viegli pateikt, taču ne tik vienkārši realizēt. Reāli daudzas firmas neapzinās, ka modelēšanu īsā laikā var veikt tikai tad, ja attiecīgie procesi ir relatīvi vienkārši vai tos var pētīt, izmantojot eksistējošas programmu paketes. Firmas mērķis bija tālejošs. Tā faktiski vēlējas iegūt materiālu struktūras optimizācijas iespēju. Tātad pēc materiāla šķiedru struktūras gūt priekšstatus par

iekārtas funkcionēšanas kvalitāti, kad materiāls ir iemontēts attiecīgajā iekārtā. Tā nonākam pie atziņas, ka šai gadījumā būtu jāveic vairāku līmeņu modelēšana.

Modeļu hierarhija. Lai noskaidrotu, kā konkrētā materiāla struktūra ietekmē procesu, ir jāsāk ar tā analīzi mikroskopiskā, tātad šķiedru, līmenī. Ir jāsaprot, kā materiāla parametri: porozitāte, šķiedru rādiuss, šķiedru šķērsriezuma forma un orientācija, būtiski ietekmē plūsmas, kas veidojas materiālā, kad tas tiek ekspluatēts. Aplūkotajā gadījumā filtrējošajam materiālam cauri plūst gāze, šķidrums vai arī abu šo vielu maisījums. Lai noteiktu šķiedru struktūru ietekmi uz plūsmas raksturu un īpašībām, ir jāveic šķidrums vai gāzes plūsmas modelēšana sarežģītās struktūrās. Tīri matemātiski tas nozīmē Navjē vai Navjē–Stoksa vienādojumu risināšanu vienas vai vairāku fāžu gadījumā [6]. Šis matemātiskās problēmas risināšana sarežģītos apgabalos vēl joprojām ir liels izaicinājums skaitliskās matemātikas speciālistiem. Mūsdienās ir metodes, ar kurām to principā var veikt. Taču praktisko problēmu nostādņu gadījumā ir nepārtraukti jāsakaras arī ar līdz šim brīdim neatrisinātiem šķēršļiem. Šis ir piemērs, kad praktiskā nepieciešamība stimulē jaunu robežu sasniegšanu skaitliskajā matemātikā. Ņemot vērā mūsdienu sasniegumus, ir iespējams modelēt plūsmas šķiedru materiālā. Taču šeit jāņem vērā svarīga nianse. Gadījumā, ja materiāla biezums, salīdzinot ar šķiedras rādiusu, ir ļoti liels (materiāla biezums ir vairāki milimetri, bet atsevišķās šķiedras rādiuss ir mikrona robežās), to var veikt tikai mikroskopiskā materiāla paraugā. Atcerēsimies, ka apgabala diskretizācijai ir jāsaturs attiecīgi tik daudz punktu, lai katru šķiedru varētu attēlot pietiekami precīzi. Mums līdz šim nav iespējams tādā veidā simulēt procesus visā filtra biezumā, nemaz nerunājot par visu tā augstumu.

Simulāciju veikšanai mikroskopiskajā paraugā bija nepieciešams radīt Navjē–Stoksa vienādojumu risināšanas programmu, kas efektīvi var darboties datoros ar daudziem paralēlajiem procesoriem. Tikai šādā veidā ir iespējams

veikt konkrētu procesu simulācijas. Jāteic, ka tieši nepieciešamība pēc paralēlās programmas Navjē–Stoksa vienādojumu risināšanai sarežģītos trīsdimensiju apgabalos bija saistošais elements praktiski svešajam industrijas nozarēm. Meklējot iespējas pētīt plūsmas sarežģītos apgabalos, tika apmierinātas visu trīs iepriekš minēto firmu intereses (katra no tām vēlējās veikt simulācijas ar citādiem nosacījumiem un atšķirīgos apgabalos).

Vēl par modeļu hierarhiju. Mūsu firma nevarēja apmierināties ar zināšanām par to, kas notiek sīkā materiāla paraugā. Tai bija svarīgi saprast, kā reaģēs visa iekārta vai mezgls kopumā, ja tiks izmantots viens vai otrs filtrējošais materiāls. Tātad praktiska nozīme izveidotajam modelim un risināšanas metodei šīs konkrētās firmas gadījumā būs tikai tad, ja varēsīm izdarīt pāreju uz nākamo mērogu. Nākamā līmeņa modeļi (sauksim tos par makroskopiskajiem modeļiem) šķiedras vairs “neredz”. Taču arī šeit pastāv netriviāli jautājumi, kā iegūt makroskopisko modeli un kā makroskopiskā modeļa parametri saistīti ar rezultātiem, kas iegūti, veicot simulācijas ar šķiedru mēroga modeli. Arī šie jautājumi ir aktuāli mūsdienu zinātnē. Var izmantot tā saucamās homogenizācijas teorijas, taču problēma vēl nav guvusi optimālu risinājumu. Tomēr arī pašreiz sasniegtie rezultāti jau dod iespēju konstruktoriem un tehnologiem “ieskatīties” savās iekārtās, kas eksperimentāli vēl nav izdarāms.

Materiāla konstruēšana. Lai varētu veikt aprakstītās simulācijas, vēl ir nepieciešams “iedabūt” datorā šķiedru struktūras. Neiedziļināsimies šajās tehnoloģijās, tomēr neaizmirsīsim, ka šī ir zinātne pati par sevi. Galvenie soļi ir šādi. Pirmām kārtām ir jāgūst priekšstats par eksistējošiem materiāliem. Mūsdienās pieejamās tehnoloģijas ļauj ieskenēt materiāla trīsdimensiju struktūru datorā. Iegūtie attēli ciparu formā gan parasti vēl matemātiski jāapstrādā, un tad izmaksas ir relatīvi dārgas (vairāki tūkstoši EUR par vienu attēlu). Taču tehnologiem un konstruktoriem interesē ne tikai izpētīt, kā darbojas eksistējošie materiāli, kurus mēs varam

ieskenēt. Daudz nepieciešamāka ir iespēja veidot pašiem jaunus materiālus un vienlaikus pētīt, kā attiecīgā struktūra ietekmētu iekārtas darbību. Ir jārada šo struktūru matemātiskais modelis, lai, veicot pētījumus, varētu ērti mainīt sarežģītas trīsdimensiju struktūras. Cik zināms, atšķirībā no austajiem materiāliem neaustie materiāli pēc savas būtības ir kaut kas nehomogēns. Tādēļ arī paraugs, ko mēs izgriezīsim no materiāla, katru reizi būs savādāks. Konstanti var būt tikai tā statistiskie parametri. Šādu materiālu modelēšanai tiek lietoti speciāli varbūtiskās ģeometrijas modeļi [5]. Lidzīgi, kā tas ir reālajiem neaustajiem materiāliem, šiem modeļiem raksturīgi, ka katrs viena noteikta virtuālā materiāla paraugs ir vizuāli atšķirīgs no otra. Ja ir pieejams noteikta materiāla struktūras tipa matemātiskais modelis, tad pašreizējā variantā darbs pie materiāla dizaina notiek pēc šādas shēmas:

- 1) lietojot varbūtiskās ģeometrijas modeļus, datorā tiek ģenerēts virtuālā materiāla paraugs;
- 2) izmantojot paralelo programmu, tiek simulētas plūsmas virtuālajā materiāla paraugā;
- 3) pirmais un otrais solis tiek atkārtots n reizes (jo materiāls ir nehomogēns, bet ir jāiegūst priekšstats par materiālu kopumā). Šeit slēpjas jauna fundamentāla problēma: kā panākt, lai n būtu iespējami mazs un tomēr iegūtu materiālu reprezentējošus raksturojumus;
- 4) uz veikto simulāciju bāzes iegūst parametrus makroskopiskajiem matemātiskajiem modeļiem, kas ļauj simulēt iekārtu vai mezglu kopumā;
- 5) atkarībā no iegūtajiem rezultātiem tiek izdarītas izmaiņas materiāla struktūru raksturojošajos parametros un procesu atkārtoti no jauna. Ciklu turpina tik ilgi, līdz iekārtas vai mezgls uzrāda vajadzīgās īpašības.

Tāda ir vienkāršota matemātiskās tehnoloģijas shēma, kura sekmīgi tika lietota vairāku produktu kvalitātes uzlabošanai. Shēmas vienkāršība viegli var maldināt nezinātāju. Tās realizācija prasīja daudz un dažādu zinātņu nozaru speciālistu darbu. Šā projekta veikšanā vairāku gadu garumā intensīvi bija iesaistīti ap 10 *ITWM*

zinātnieku, kā arī studenti un doktorandi. Jāpiebilst, ka par šo darbu kopumā 2001. gadā ieguva Jozefa fon Fraunhofera prēmiju, kuru katru gadu piešķir Fraunhofera sabiedrība par labākajiem lietišķajiem pētījumiem [4]. Šā projekta novešana līdz esošajai stadijai, kas vainagojās ar Fraunhofera sabiedrības balvas izcīnišanu, bija iespējama, tikai pateicoties industrijas firmu un valsts (Vācijas) atbalstam. Pamācošais ir tas, ka kopsakarības var atrast tur, kur tās netiek paredzētas.

Situācijas vērtējums. Šā raksta mērķis bija parādīt, cik kompleksas un samezglotas ir mūsdienu lietišķās problēmas. Aplūkotajā piemērā *ITWM* veiktie lietišķie pētījumi, kas inicializēja dažādas fundamentālas problēmas vairākos zinātņu virzienos, faktiski ir matemātiskās tehnoloģijas paraugs. Industriju, kā likums, interesē problēmu risinājumi, kas ir apjomīgi, darbietilpīgi un ko industrija pati nevar atļauties apmaksāt. Šeit jāuzsver, ka tas ir liels institūta kādreizējā nodaļas vadītāja (tagad valdes loceklis) dr. F. J. Pfreundta un jaunā nodaļas vadītāja dr. K. Šteintera sasniegums, ka tika izcīnīts projekta finansējums un projekts tika novadīts līdz sekmīgam rezultātam. Arī Vācijas apstākļos tāda projekta izstrādāšana nebija likumsakarīga. Tikai darbinieku neatlaidība un dažādu apstākļu veiksmīga sakrītība ļāva iegūt projekta finansējumu.

Salīdzinot Latviju un Vāciju, viena no būtiskām atšķirībām ir industrijas limenis un no tā izrietošais pieprasījums pēc lietišķiem pētījumiem. Vācijā šis pieprasījums ir ļoti liels, lai gan jāteic, ka bieži prasības nav izpildāmas. Praktiski pētījumi nav veicami ar to finansējumu, ko firma būtu gatava piešķirt. Savukārt, lai vispār nonāktu pie reāla finansējuma, vairākiem cilvēkiem no institūta ir regulāri (faktiski nepārtraukti) jābraukā pa Vācijas uzņēmumiem, jāpiedalās dažādās starptautiskās un vietējas nozīmes rūpniecības nozaru izstādēs un, reklamējot institūtu, jāmeklē iespējamie sadarbības partneri. Skaidrs, ka Latvijas iekšienē daudz vienkāršāk varētu apzināt uzņēmumus, kuriem kādi noteikti pētījumi būtu nepieciešami. Vēl nav izdarītas attiecīgas aptaujas. Taču var pare-

dzēt, ka gadījumā, ja arī ir pieprasījums, tomēr tēmas varētu būt vēl lielākā mērā nesaistītas. Tas nozīmē, ka vienas struktūrvienības ietvaros būs grūti saglabāt un uzturēt speciālistus "visiem" dzīves gadījumiem. *ITWM* prakse rāda, ka zināma līmeņa speciālisti var relatīvi īsā laikā veikt pārkvalificēšanos un būt pietiekami kompetenti jaunās nozarēs. Vai tas var apmierināt pieredzējušos zinātniekus un vai tas veicina jauna profesionāļa veidošanos? Šeit viedokļi atšķirsies.

Pieredze Vācijā rāda, ka ļoti bieži projekti, kas ir jau sagatavoti parakstīšanai, pēkšņi no uzņēmumu valdes puses tiek atsaukti. Jāņem vērā, ka projekta sagatavošana vienmēr ir saistīta ar iestrādi jaunās nozarēs. Projekta atteikums var arī nozīmēt, ka pārkvalificēšanās bijusi veltīga. Šī bieži virziena maiņa klasiskam zinātniekam nav pievilcīga. Zinātne pēc savas būtības ir iedziļināšanās kādās noteiktās jomās. Ja šī iedziļināšanās nevar notikt, tad arī diez vai varam runāt par zinātni. Šeit nu arī rodas jautājumi par to, cik kultūra un zinātne ir spējīga pelnīt naudu. Cik tām ir jābūt spējīgām pelnīt?

Tiekoties ar firmu pārstāvjiem, kā Latvijā, tā Vācijā ir dzirdēts secinājums, ka augstskolas bieži ir pārāk atrautas no reālās dzīves. Tas daudzos gadījumos droši vien tā arī ir. Iemesli ir vairāki. Profesoram sava kvalifikācija ir jāapstiprina ar publikāciju palīdzību. Prasības, kādas ir izvirzāmas pētījumiem publikācijas rakstīšanai, ir savādākas nekā pētījumiem, kuros ir ieinteresētas firmas. Līdz ar to zinātniekam ir jāizšķiras: vai nu viņš sadarbojas ar industriju, vai strādā pie publikācijām un veido savu karjeru zinātnieku pasaulē. Ja firma tiešām ir ieinteresēta kādos pētījumos, tad bieži tai ir vēlēšanās, lai šie pētījumi tiktu veikti konfidenciali un rezultāti paliktu tikai firmas lietošanā. Šeit rodas liela pretruna, jo zinātniekam ir svarīgs viņa vārds. Nepublicētiem rezultātiem nav paliekošas vērtības. Tajā pašā laikā, neiesaistoties kontaktos ar firmām, augstskolās veiktie pētījumi var tiešām zaudēt savu aktualitāti.

Secinājumi. Lietišķie pētījumi jāveic citā organizatoriskā formā. Ja atrastos zinātnieku

grupa, kurai ir interese, vēlēšanās un iespējas piedalīties lietišķu pētījumu veikšanā, tad tie varētu apvienoties virtuālā zinātniskā institūtā. Šajā institūtā netiek maksāta alga kā tāda. Caur šo institūciju ir tikai iespējams nonākt pie lietišķu pētījumu pasūtījumiem (protams, ja kādam tādi pētījumi tiešām ir nepieciešami). Ja tiek noslēgts līgums, tad arī būs nauda. Ideja nav jauna. Šāds virtuāls institūts funkcionē Vācijā kopš 1999. gada. Runa ir par zinātnieku tīklu, pie kura var piekļūt internetā: <http://www.science-consult.de/>. Tīkls pagaidām apvieno vairāk nekā simt vāciski runājošo zinātnieku dažādās pasaules valstīs. Tiek domāts arī par tīkla internacionalizēšanu. Ir panākta vienošanās un uzsākta attiecīgo lapu tulkošana latviešu valodā. Latviskais variants jau tagad ir pieejams adresē: <http://www.science-consult.de/lv>. Vai iniciatīva sekmīgi attīstīsies, tas pirmām kārtām atkarīgs no Latvijas zinātnieku aktivitātes, intereses un spējas risināt lietišķās problēmas. Vācijā tīkls dzīvo. Vai tas notiks arī Latvijā, to rādīs laiks. Taču diez vai var gaidīt pozitīvus rezultātus, ja Latvijā nenotiks principiāla valsts finansējuma palielināšana zinātnei.

Avoti

1. Roble D. and Chan T. "Math in the Entertainment Industry" – In: *Mathematics Unlimited-2001 and Beyond*, Engquist B. and Schmid W. (eds), Springer, 2001, pp. 971–990.
2. Jobson C.R., Livnat Y., Zhukov L., Hart D. and Kindlmann G. "Computational Field Visualization" – In: *Mathematics Unlimited-2001 and Beyond*, Engquist B. and Schmid W. (eds), Springer, 2001, pp. 605–630.
3. http://www.sci.utah.edu/publications/super00_final.pdf
4. <http://www.itwm.fhg.de/zentral/presse/2001/meldung011024.html>
5. Stoyan D., Kendall W.S. and Mecke J. "Stochastic geometry and its applications" – 2. ed., Chichester: Wiley, 1995.
6. Junk M. and Klar A. "Discretizations for the incompressible Navier-Stokes equations on the Lattice Boltzmann method" – *Kaiserslautern: Univ., Fachbereich Mathematik, 1999. – 22 S.; (Berichte der Arbeitsgruppe Technomathematik/Universität Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik; 212).* 🐦

IMANTS VILKS

EVOLŪCIJAS TRAJEKTORIJA

Kad aplūkojam evolūcijas notikumu secību, tad ieraugām likumsakarību. Katrs solis ir evolūcijas līkne; visi soļi kopā veido paātrinātu bioloģisko attīstību. Vairāk nekā puse visa laika tika izmantota pārejai no prokariotiem¹ uz eikariotiem. Otra puse bija nepieciešama, lai nonāktu līdz zivīm. Turpmākajiem soļiem nepieciešamais laiks aizvien samazinājās. Tā ir paātrinātas kustības sakarība – kā kritošam priekšmetam. Dzinējspēks paliek nemanāms, bet ātrums palielinās.

Katrs lielais evolūcijas solis sākas lēnām, bet, izmantojot uzkrātos sasniegumus, sāk mainīties aizvien ātrāk, līdz sasniedz savu augstāko attīstību. Kad tas sasniedz galējo, visaugstāk attīstīto stāvokli, jauna attīstības, jauna dzīvības atvase atkārtο iepriekšējo ciklu, izveidojot kādu citu jaunu īpašību, kas atkal noved pie nākamā evolūcijas soļa.

¹ Ir divi šūnu tipi. Vienkāršākās ir baktēriju šūnas, tām nav kodola un citas sarežģītas struktūras; dzīvnieku un augu šūnas ir lielākas, sarežģītākas, tām ir kodols, kas norobežots no pārējās šūnas ar membrānu. Vienkāršākie organismi (baktērijas) ir prokarioti, sarežģītākie – eikarioti.

Atsevišķi bioloģiskās attīstības segmenti līdzsvarojas, un to attīstība apstājas, bet kopējā plūsma līdzsvaru nesasniedz. Tieši otrādi, tās kustība paātrinās no pakāpiena uz pakāpienu tik ātri, ka šķiet – cilvēka dominances laiks būs draudoši īss. Izskatās, ka bioloģiskajā evolūcijā mēs esam pietuvojušies kritiskajam pārejas punktam. Vai nu līdzšinējais evolūcijas likums vairs nav spēkā, vai arī mums priekšā ir neizbēgama un radikāla evolūcijas procesa maiņa. Jebkurā gadījumā mēs atrodamies lielu notikumu vidū.

(William Day. "Genesis on Planet Earth" – Yale University Press, 1984, cb. 28.)

Mūsdienu attīstīto tehnoloģiju, informācijas bagātības un patēriņa preču masveida ražošanas valstīs cilvēku vairākumam vielmairā apkārtējo vidi ir nodrošināta. Šie sasniegumi ļauj mums iedrošināties spert nākamo evolūcijas soli – rast atbildes uz cilvēka esības jēgas un laimīgas, papildītas dzīves jautājumiem. Šeit mēs sastopamies ar zināmu problēmu – vidējās zināšanas, kuras sabiedrība iedod indivīdam, ir daudz, daudz mazākas par tām, kādas nepieciešamas, lai sāktu sevi saprast un izveidotu savas dzīves un tās jēgas, savas vietas pamatizpratnes un varētu rīkoties, balstoties uz realitāti. Tehnoloģiskās sabiedrības sagatavo tehnoloģisko procesu turpinātājus – indivīdus, speciālistus noteiktā ražošanas nozarē. Tikai nedaudziem šo augsti attīstīto sabiedrību indivīdiem izdodas iegūt tik plašas zināšanas, kādas nepieciešamas, lai rastu atbildes uz cilvēces lielajiem jautājumiem. Šo zināšanu nozares ir matemātika un kvantu fizika, astronomija un kosmoloģija, bioloģija un evolūcijas teorija, datorzinātnes un informācijas teorija un, visbeidzot, ētika un filosofija. Pēc vairāku desmitu gadu darba mūsdienu pasaules zinātnieki spēj uzrakstīt pārdomas par cilvēces lielajiem jautājumiem, izpratnes par to, kas dzen mūs uz priekšu un liek rīkoties, kas mums sagādā gandarījumu un papildījumu un kas – ciešanas un bojāeju. Šīs izpratnes balstītas uz mūsdienu zinātnes pēdējiem sasniegumiem, vienkārši sa-

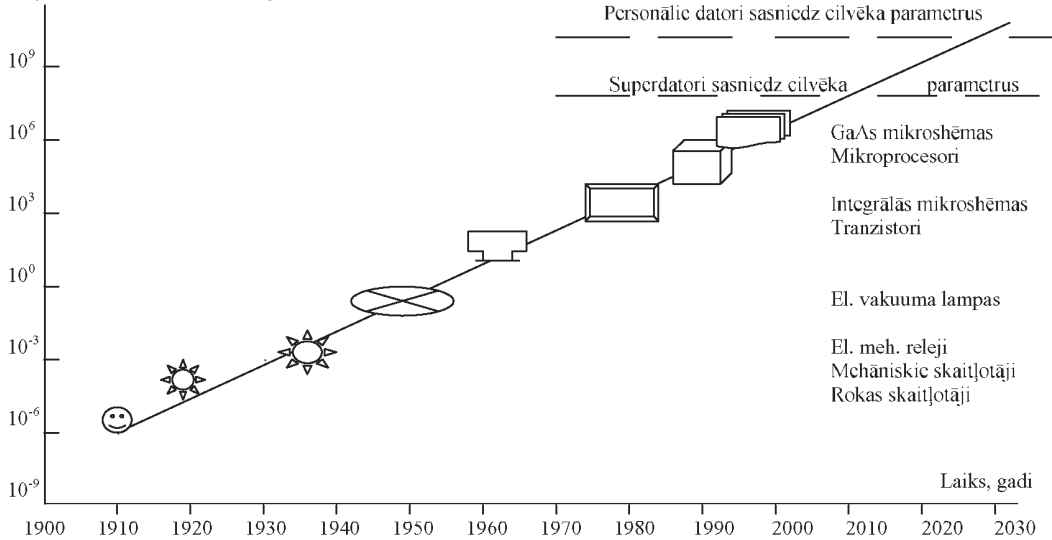
kot – uz realitāti, uz istenību. Mēģināsim dot nelielu ieskatu minēto zinātnieku atziņās.

Viens no dabā visizplatītākajiem procesiem ir eksponenciāla maiņa, izaugsme, kurā katrs nākamais solis izmanto uzkrātos sasniegumus. Šajā procesā mainīgā lieluma $x(t)$ maiņas ātrums dx/dt ir proporcionāls pašreizējai mainīgā lieluma vērtībai x : $dx/dt = \alpha x$; nedaudz pārveidojot un integrējot pēdējo, iegūstam $\ln x = \alpha t$; potencējot iegūstam: $x = e^{\alpha t}$, kur α – lielums, kas raksturo pieauguma ātrumu, bet iegūtā formula ir eksponentfunkcija, saskaņā ar kuru dabā notiek daudzi procesi.

Pēc šā likuma mainās bankā uz procentiem noguldītās naudas summa, sadegšanas (arī sprādziena) procesā iesaistīto molekulu skaits un indivīdu skaits populācijā. Bet visi dabas procesi ir ierobežoti, jo ir ierobežota tajos izmantotā masa, enerģija un laiks. Piemēram, jebkura sprādziena jauda ir galīga, jo ir ierobežots tajā izmantotās sprāgstvielas daudzums, jebkuras uz procentiem noguldītās naudas daudzuma pieaugums ir ierobežots ar noguldītāja dzīves laiku vai, galējā gadījumā, ar visas pasaules zelta krājumiem. Arī Zemes iedzīvotāju skaita pieaugumu ierobežos daudzi faktori: pieejamie pārtikas, izdzīvošanai nepieciešamie izejmateriālu un enerģijas krājumi, apkārtējās vides spēja kompensēt cilvēku radītās pārmaiņas un visbeidzot izdzīvošanai kaitīgas vai, vispārīgāk, vairošanos ierobežojošas informācijas uzkrāšanās, bet vēl lielākā mērogā – pašreizējo dzīvības formu pastāvēšanai atvēlētais kosmoloģiskais laiks. Nekavēsimies pie tik liela mēroga spriedelējumiem, bet palūkosimies uz Zemes komplikācijas veidošanās notikumiem un likumiem un to, ko šie likumi saka par mūsu nākotni.

Grāmatā "Neiespējamība" autors Džons Barovs (J. D. Barrow. "Impossibility" – Vintage, 1999) dod informācijas apstrādes ātruma (bit/s) pieauguma grafiku no pagājušā gadsimta sākuma līdz mūsdienām, sākot ar skaitāmiem kauliņiem un pirmajām skaitļošanas mašīnām un beidzot ar mūsdienu superdatoriem. Saprātams, ka šīs informācijas apstrādes ātrums jāattiecina pret tā izmaksu, piemēram, dolāros. Ja

Skaitļošanas ātrums, bit/s/1998. g.\$



1. att. Skaitļošanas ātruma maiņa atkarībā no laika.

eksponenciāli mainīgo lielumu attēlojam logaritmiskā mērogā, tad iegūstam taisni (sk. 1. att.).

Kā redzam, pašlaik attīstītājās tehnoloģiskajās sabiedrībās informācijas apstrādes ātrums pieaug 1000 reizi 20 gados (t. i., aptuveni 2 reizes 2 gados), un tas aizvien palielinās. Ja to neierobežos izmaksas vai risināmo uzdevumu vajadzības, tad to noteikti ierobežos dabas likumi un matērijas īpašības, piemēram, skaitļošanas ātruma termodinamiskā robeža. Tā ir $3 \cdot 10^{20}(\text{bit/s})/\text{W}$ (sk. "Mūsdienu zinātne par mūžīgu dzīvību" – *ZvD*, 2001. g. vasara, 35.–42. lpp.).

Lielā mērogā tā tas notiek ar visiem mums zināmiem eksponenciālajiem procesiem: sākumā pieaugums ir proporcionāls pašam mainīgajam lielumam, bet vēlāk pieaugumu ierobežo kādi fizikāli faktori. Piemēram, grāmatā "Evolūcijas trajektorija" autors Ričards Korens (*Richard L. Coren*. "The Evolutionary Trajectory" – *Gordon and Breach Publishers, Amsterdam*, 1998, p. 93) parāda, kā tika atklāti ķīmiskie elementi: sākumā pieaugums ir aptuveni eksponenciāls, bet vēlāk, kad visi dabā esošie elementi jau atklāti, tas apstājas. Tāpat notiek

ar jebkuru sprādzienu, kurā izmantotās matērijas daudzums ir ierobežots. Tāpat notiks ar visiem mums zināmajiem Zemes procesiem...

Grāmatā "Evolūcijas trajektorija" autors sakārtojis evolūcijas notikumus tā, ka to parādīšanās biežums atbilst izteiksmei $\lg t = 10,2 - 0,66k$, kur t – laiks no mūsu dienām līdz k -tajam notikumam pagātnē. Autora izvēlētie evolūcijas notikumi un tiem atbilstošie laiki doti *tabulā*.

Lai visi izvēlētie notikumi grafikā atrastos uz taisnes, autors pēdējiem diviem notikumiem atbilstošos gadu skaitļus palielina par 133, par drukāšanas sākumu uzskatot $547 + 133 = 680$ gadus pirms mūsdienām, par skaitļošanas sākumu – $57 + 133 = 190$ gadus². Tas nozīmē, ka autors laika momentu "tagad" jeb mūsdienas pārbīda uz priekšu (uz nākotni) par 133 gadiem. Neskatoties uz patvaļīgu grafika veidošanai izmantoto evolūcijas notikumu izvēli un pēdējo

² Par drukāšanas sākumu tiek uzskatīts 1455. gads, kad vācu izgudrotājs Johans Gūtenbergs izgatavoja rakstāmmašīnu ar kustīgu lenti; par digitālās skaitļošanas sākumu – 1945. gads.

Tabula. Globālā evolūcijas notikumu attīstība

Nr.	Notikuma nosaukums	Laiks pirms mūsu dienām, gadi	Laika decimallogaritms
0	Lielais Sprādziens	15,8·10 ⁹	10,20
1	Zemes sacietēšana	3,46·10 ⁹	9,54
2	Eikariotus veidojoša radiācija	0,76·10 ⁹	8,88
3	Zīditāji	166·10 ⁶	8,22
4	Hominoidi ³	36,3·10 ²	7,56
5	Hominidi ⁴	7,9·10 ⁶	6,90
6	<i>Homo</i> ⁵	1,7·10 ⁶	6,24
7	<i>Homo sapiens</i>	0,38·10 ⁶	5,58
8	<i>Homo s. sapiens</i>	81·10 ³	4,92
9	Civilizācija	18·10 ³	4,26
10	Rakstība	3981	3,60
11	Drukāšana	680	2,83
12	Digitālā skaitļošana	190	2,28

³ Hominoidi – cilvēkveidīgas būtnes, dzīvnieks, kas atgādina cilvēku.

⁴ Hominidi – zooloģiska suga *Hominidae*, kurā ietilpst arheoloģiskos izrakumos atrastais un arī pašreizējais cilvēks.

⁵ *Homo* – suga, kuras mūsdienā pārstāvji *Homo sapiens sapiens* esam mēs. Suga *Homo* eksistē jau aptuveni 2·10⁶ gadu.

notikumu datumu izmaiņu, lai tie arī atrastos uz kopējās taisnes, izvēlētais evolūcijas attēlojums ļauj izdarīt dažus secinājumus:

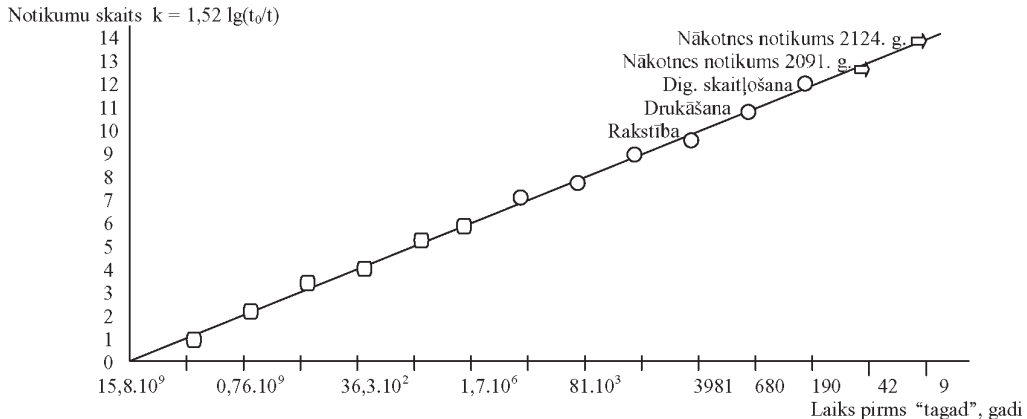
1) globālā evolūcijas notikumu attīstība, šķiet, notiek vēl straujāk nekā pēc eksponentes. Ja nedaudz pārveidojam Korena izveidoto formulu $\lg t = 10,2 - 0,66k$, iegūstam uzskatāmāku priekšstatu par evolūcijas notikumu maiņu: $0,66k = \lg(t_0/t)$. Kā redzam, pēdējā izteiksme piedāvā izpratni, saskaņā ar kuru evolūcijas notikumu skaits ir tieši proporcionāls divu laiku attiecības logaritmam: pirmais laiks t_0 ir Lielā Sprādziena laiks 15,8 miljardus gadu pirms mūsu dienām, tā logaritms ir 10,2, bet otrs laiks ir t , kas atlicis līdz formulā ieliktajam “tagad”. Ja tuvojamiem šim laika momentam “tagad”, t. i., kad $t \ll 1$, tad notikumu skaits $k \rightarrow \infty$ (sk. 2. att.);

2) ja notikumu skaits k pieaug par 1, t. i., iestājas nākamais notikums, tad $\lg t$ samazinās par 0,66 un laiks t samazinās $10^{0,66} = 4,57$ reizes. Citiem vārdiem, tas nozīmē, ka katrs nākamais laika intervāls starp notikumu un laika momentu “tagad” ir 4,57 reizes mazāks par

iepriekšējo. Šis likums strādā līdzšinējā evolūcijas gaitā un, iespējams, “strādās” vēl neilgu laiku. Pietuvojoties formulā izvēlētajam momentam $t = 0$ (“tagad”), kas ir 2133. gadā, redzam, ka pašreizējie evolūcijas likumi radikāli mainīsies. Visticamāk, tas notiks tādēļ, ka parādīsies dažādi esošo procesu ātrumu ierobežojoši fizikāli apstākļi – Zemes resursu ierobežotais apjoms, Zemes biosfēras ierobežotā spēja uzņemt, kompensēt cilvēku radītās pārmaiņas, tādējādi reālais notikumu attīstības temps palēnināsies. To rāda jau faktiskais pēdējo divu notikumu laiks, kuru “Evolūcijas trajektorijas” autoram nācās mainīt, pārnesot laika momentu “tagad”;

3) ievietojot formulā notikumu numurus 13 un 14, redzam, ka nākamie lieli evolūcijas notikumi sagaidāmi 2091. un 2124. gadā.

Formāli saskaņā ar Korena formulu 2133. gadā evolūcijas notikumu skaits tiecas uz bezgalību. Kā jau minējām, notikumu skaitu ierobežos reāli fizikāli procesi. Bet galveno tomēr varam ieraudzīt: laika intervāls starp notikumiem turpinās samazināties un nākamo paaudžu dzīve ritēs kā paātrinātā filmā.



2. att. Pietuvojoties momentam $t = 0$, evolūcijas likumi radikāli mainīsies, t. i., notikumu skaits $k \rightarrow \infty$.

Kādi tad būs tuvākie notikumi? Angļu firmā “British Telecommunications” strādā nākotnes prognozētāju grupa “Btexact Technologies”, ielūkosimies tās iespējamo notikumu prognozēs.

2002.–2005. gads

70.10⁶ Eiropas datoru pieslēgti internetam
 Tūrisms kosmosā
 Cilvēku klonēšana, ģenētiskās inženierijas sākums
 Grēksūdze mākslīgās inteliģences priesterim
 Datori paši raksta savas programmas

2005.–2010. gads

Roboti ar nervu sistēmu
 Visiem jaunajiem auto globālās pozicionēšanas sistēmas
 Pirmās elektroniskās dzīvības formas
 Ekspertsistēmas pārspēj cilvēku mācīšanās un loģiskās spējas
 Ar balsi vadāmi mājsaimniecības aparāti
 Āzija apstieidz ASV interneta lietošanā
 No AIDS gadā mirst 1,7 milj. cilvēku
 Viens miljards interneta lietotāju
 Kosmosa kuģus apkalpo roboti
 Kari ūdens dēļ
 Globāls platjoslu tīkls, kurā izmanto gaismas vadus
 Globāla elektroniska nauda
 Svarīgs notikums ģēnu inženierijā
 Valdības netiek galā ar terorismu

Pasaules enerģijas patēriņš palielinās 1,5 reizes (salīdzinot ar 1993. gadu)

2010.–2020. gads

Mākslīgais intelekts iegūst doktora grādu
 Daudzās valstīs policijas darbs privāts
 Datori vairs nav mašīnas, bet kļūst par kolēģiem
 Bioloģiska vai sintētiska mākslīgā sirds
 Dzīvnieku un augu ģenētiska pārveidošana
 Cilvēka paša audu izmantošana rezerves orgānu audzēšanai

Mākslīgā nervu sistēma robotiem
 Augsti kvalificēti skolotāji lasa lekcijas studentiem internetā

Apvienotajā Karalistē mazāk nekā 20% cilvēku nodarbināti preču ražošanā
 25% Apvienotajā Karalistē strādājošo vismaz 2 dienas nedēļā strādā pie datora
 95% attīstīto valstu iedzīvotāju prot strādāt ar datoru

2020.–2030. gads

Elektronisko mājdzīvnieku ir vairāk nekā bioloģisko
 Elektroniskajai dzīvības formai piešķirtas pamattiesības
 Inteliģenta aparatūra visās dzīves jomās
 Domu nolasišana un ievadišana datorā
 Globāla epidēmijas sakarā ar masveida ceļošanu un pārāpdzīvotību
 Globāls bads, ko rada apkārtējās vides izpostīšana
 Masveida informācijas sistēmu sabrukums

Cilvēka mūža ilgums sasniedz 100 gadus
Datori veido sapņus
Emociju vadības ierices
Elektroniska atmiņas uzlabošana
Gēnu inženierija izveido jaunas augu un dzīvnieku formas
Garu dimanta šķiedru izgatavošana
Dažu ceļu izmantošanai jāpasūta laika intervāls
Regulāri kosmiskie ceļojumi uz Marsu

2020.–2050. gads

Mācīšanos aizstāj interfeiss, kas nodrošina pieeju datoram
Saules baterijas kosmiskajā telpā
Energijas iegūšanai izmanto kodolu sintēzi
60% pasaules iedzīvotāju dzīvo pilsētās
3,5 miljardiem cilvēku ierobežots ūdens patēriņš
Attīstītajās valstīs ir vairāk robotu nekā cilvēku
Emociju pārvade un konversija
Cilvēka pieredzes ierakstīšana
100 miljonu datoru savienoti paralēli kopējā sistēmā
Noziedznieku emociju vadīšanai lieto mikroshēmas
Ražotnes kosmosā
Cilvēku iemidzināšana kosmiskā ceļojuma laikā
Nelielas sādžas izmēra bāze uz Mēness
Pasaulē 1 miljards auto
Mākslīgi smadzeņu implantī
Izprasti cilvēka izturēšanās ģenētiskie, fizioloģiskie un ķīmiskie pamati
Cilvēka inteliģences uzlabošana ar ārēju iekārtu palīdzību
Emociju vadības iekārtas
Sakarū sistēmas iegūst apziņu un atsakās sadarboties ar cilvēkiem

Cilvēki piekļūst tiklam tieši, kļūst par globālās informācijas sistēmas sastāvdaļu
Fatāla klimata nestabilitāte
Globāls elektromagnētisko sakaru sabrukums
Roboti fizikāli un mentāli pārspēj cilvēkus
Domu nolasišana ievadišanai datorā, datora tieša saite ar smadzenēm

2050.–2100. gads

Pasaules iedzīvotāju skaits sasniedz 10 miljardus
Politiskais formālisms rada jaunu Tumsas laikmetu
Vesela paaudze neprot efektīvi lasīt, rakstīt, domāt un strādāt
Gājuši bojā 10% pasaules mežu
50% pasaules aramzemes ir sāļa
Gēnu inženierija rada naidīgu superrasi
Iespējama ceļošana laikā
Sasniegta nemirstība, cilvēku apziņa pārvietojas skaitļotāju vidē

Ja no šīm prognozēm piepildīsies kaut vai puse, to saturs un parādīšanās temps ļauj mums ieraudzīt, kas ir svarīgākais šodien un kas atšķirs tos, kuri spēs jaunus notikumus un procesus veidot, no tiem, kas tos spēs (ne vienmēr) lietot. ***Tās ir zināšanas.***

Cilvēce ir kā milzīgs kuģis, uz kura klāja un kajītēs drudžaini rosās miljardiem cilvēku. Viņiem nav laika un vajadzības ieraudzīt, saprast un uzzināt savu nākotni, jo viņi ir aizņemti ar ikdienas vajadzību piepildīšanu. Un tikai nedaudzi stāv uz komandtilpiņa, redz daļu no noietā ceļa, redz un veido nākotni. Un tikai no mums ir atkarīgs, starp kuriem mēs būsim. 🐦

“Zvaigžņotās Debess” **2002. gada vasaras laidienā** J. Jansona rakstā “LVU vecākajam pasniedzējam Valerianam Šmēlingam – 100” pamanīta kļūda paraksta atšifrēšanā citētajos dokumentos (24., 25. lpp.). Par Fizikas un matemātikas fakultātes dekānu nekad nav bijis E. Kroģeris, bet gan matemātiķis Ernests Kronbergs, kurš 1958. gadā augstskolu reorganizācijas sakarā pārgāja darbā uz Rīgas Politehnisko institūtu. Tagad E. Kronbergs ir pensionējies.

Leonids Roze

PAR NEATLIEKAMIEM PASĀKUMIEM DABASZINĀTŅU MĀCĪŠANAI VIDUSSKOLĀS

Latvijas Fizikas biedrības rezolūcija

Latvijas augstskolas sagatavo inženierus un dabas zinātņu speciālistus ne tikai sekmīgam darbam Latvijā, bet arī konkurences apstākļiem ES un pasaules darba tirgū. Šī uzdevuma sekmīga risināšana augstskolās ir lielā mērā atkarīga no skolēnu sagatavotības vidusskolā dabas zinātņu priekšmetos. Šo priekšmetu: matemātikas, fizikas, astronomijas, ķīmijas un bioloģijas mācīšana vidusskolās nosaka skolēnu interesi par šiem priekšmetiem, un to zināšanas bieži ir pamats turpmāko studiju izvēlei.

Kā vidusskolās skolēni ir apguvuši dabas zinātņu priekšmetus, lielā mērā liecina vidusskolu absolventu izlaiduma eksāmenu priekšmetu izvēle. Šī izvēle rāda, ka, piemēram, 2001. gada jūnijā skolēni vismazāk ir izvēlējušies kārtot eksāmenu fizikā – tikai 427 (2,2%), ķīmijā 513 (2,6%), bioloģijā 542 (2,8%) un matemātikā 5340 (27%). Tas liecina, ka vidusskolu absolventiem šie priekšmeti sagādā grūtības un ir apgūti nepietiekami. Tajā pašā laikā, kā rāda iepriekšējo gadu statistika, no visiem vidusskolu absolventiem, kas turpina mācīties augstskolās, vairāk nekā puse iestājas augstskolās, kurās studiju programmu apgūšanai ir nepieciešamas priekšzināšanas dabas zinātņu priekšmetos, ko māca vidusskolā. Nepietiekamās skolēnu priekšzināšanas dabas zinātņu priekšmetos samazina reflektantu konkursu, rada grūtības studiju programmu apgūšanā un pazemina jauno speciālistu sagatavotības līmeni.

Lai uzlabotu un veicinātu dabas zinātņu priekšmetu, īpaši fizikas un ķīmijas, apgūšanu vidusskolās, nepieciešams steidzīgi veikt neatliekamus pasākumus.

1. Jāuzlabo materiālās bāzes (aparātūra, materiāli) kvalitāte eksperimentu demon-

strējumiem un laboratorijas darbiem (pēdējos desmit gados esošā aparatūra skolās ir novecojusi, nolietojusies, materiāli izlietoti, bet no jauna praktiski nekas nav papildināts).

2. Jāorganizē skolotāju kvalifikācijas celšanas kursi, papildinot to zināšanas ar jaunāko zinātniski tehnisko informāciju.

3. Nepieļaut mācību stundu skaita samazināšanu eksaktajos priekšmetos.

Šādos apstākļos jo nepamatotāka un pārsteidzīga ir IZM aktivitāte, ar kādu Izglītības satura un eksaminācijas centrs (direktors M. Krasņiņš) cenšas panākt mācību stundu skaita samazināšanu dabas zinātņu priekšmetos vidusskolā. Tiek veidoti jauni standarti un programmas, kurās tiek samazināts mācību priekšmeta satura apjoms atbilstoši paredzētajam mazākajam mācību stundu skaitam. Tas parāda, ka tiek plānota mērķtiecīga skolēnu zināšanu līmeņa pazemināšana dabas zinātņu priekšmetos. Visiem skaidrs, ka tāpēc samazināsies vidusskolu absolventu vēlēšanās un iespēja studēt inženierzinātnes, dabas zinātnes un medicīnu, kur nepieciešamas priekšzināšanas matemātikā, fizikā, ķīmijā un bioloģijā. Tādējādi samazināsies mūsu augstskolu absolventu konkurētspēja ES darba tirgū. Nav saprotams, kam tas ir izdevīgi, bet tikai ne Latvijas attiecīgo studiju programmu absolventiem.

Tajā pašā laikā ir zināms, ka humanitāro zinātņu speciālistu pieprasījums ES darba tirgū samazinās, bet pieaug vakanču skaits inženieriem, matemātiķiem, fiziķiem, ķīmiķiem, biologiem u. c. eksakto nozaru pārstāvjiem.

Rezolūcija pieņemta Latvijas Fizikas biedrības 7. konferencē Daugavpilī 2002. gada 8. jūnijā.

NATURĀLIE LOGARITMI UN NEVIENĀDĪBU PIERĀDĪŠANA

(Nobeigums)

Nevienādības, kas satur kāpināšanas darbību. Tagad aplūkosim nevienādības, kuras satur kāpināšanas darbību. Lasītājs varētu iebilst, ka kāpināšanu saturēja jau aplūkotās nevienādības, taču tām (un lielai daļai matemātikā un olimpiāžu uzdevumos sastopamām nevienādībām) piemīt kāda no īpašībām:

- 1) kāpināšana notiek konstantā pakāpē (t. i. – neatkarīgā no citiem lielumiem);
- 2) kāpinātājs ir atkarīgs tikai no citu nevienādībā ietilpstošu lielumu skaita.

Tāpēc tagad aplūkosim tādas nevienādības, kuras satur kāpināšanu, bet kāpinātājs ir nezināms mainīgais.

1. piemērs. Pieņemsim, ka $a > 0$ un $b > 0$. Aplūkosim skaitli $A = a^b + b^a$ un mēģināsim atrast tādu pēc iespējas lielāku C , ka $\forall a, b > 0 \quad a^b + b^a > C$. (Parādīsim arī, ka šeit zīme \geq nav piemērota.)

Risinājums. Ja vismaz viens no skaitļiem a un b ir ≥ 1 , tad $A > 1$, jo skaitlis, kas ≥ 1 , celts pozitīvā pakāpē, arī būs ≥ 1 (viens no saskaitāmajiem) un, pozitīvu skaitli ceļot pozitīvā pakāpē, arī iegūsim pozitīvu skaitli (otrs saskaitāmais). Tāpēc tiešām $A > 1$. Tajā pašā laikā, ņemot $a = 1$ un $b = \varepsilon$, kur $\varepsilon > 0$ – pēc patikas mazs skaitlis, iegūstam, ka $A = 1 + \varepsilon$ – pēc patikas tuvs skaitlim 1. Tāpēc $C \leq 1$. Tagad atliek gadījums, kad $0 < a < 1$ un $0 < b < 1$. Skaidrs, ka skaitļi a^b un b^a arī atrodas starp 0 un 1, tāpēc mēs varam apgalvot, ka to summa ir > 0 . Vai šo “rezultātu” varam uzlabot? Varētu likties, ka nav grūti nonākt pie rezultāta, izmantojot logaritmus. Proti, tā ka mūsu rīcībā ir vienādības, kurās naturālais logaritms novērtēts ar x^y veida lielumiem, tad šos lielumus varētu novērtēt ar logaritmiem; lielumu $A = a^b + b^a$ – ar logaritmu summu. Pēc tam varētu pāriet uz vienu logaritmu, ko atkal varētu novērtēt ar kādu funkciju, tā nonākot līdz kādam rezultātam. Tomēr, rēķinot pēc šāda plāna, man nav izdevies iegūt novērtējumu.

Uzdevumu negaidīti viegli var atrisināt, nevis salīdzinot logaritmisku funkciju ar lineāru, kā to darijām sākumā, bet gan salīdzinot pakāpes funkciju ar lineāru. Vispirms uzskatāmības dēļ

veiksim substitūciju, aizstājot a un b ar $1/a$ un $1/b$, iegūstot $A = \frac{1}{\sqrt[n]{a}} + \frac{1}{\sqrt[n]{b}}$; $a, b > 1$.

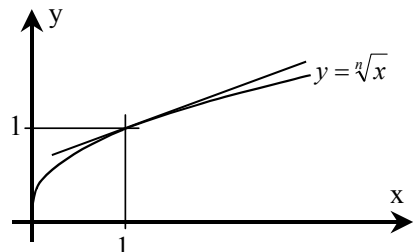
Uzzīmēsim funkcijas $y = \sqrt[n]{x}$ grafiku ($n > 1$) un novilksim tā pieskari punktā $x = 1$. Pieskares vienādojums ir $y = \frac{x-1}{n} + 1$ un funkcijas grafiks ir izliekts, tāpēc pieskare atrodas virs grafika un skaitlim $x > 1$ rakstām:

$\sqrt[n]{x} < \frac{x-1}{n} + 1$. Tagad varam novērtēt A :

$$A = \frac{1}{\sqrt[n]{a}} + \frac{1}{\sqrt[n]{b}} > \frac{1}{\frac{a-1}{b} + 1} + \frac{1}{\frac{b-1}{a} + 1} = \frac{b}{a+b-1} + \frac{a}{a+b-1} > \frac{b}{a+b} + \frac{a}{a+b} = 1.$$

Tātad arī šādām a un b vērtībām $A > 1$.

2. piemērs. Pierādīsim vispārīgāku apgalvojumu: pozitīviem skaitļiem a_1, a_2, \dots, a_n izpildās nevienādība: $a_1^{a_2} + a_2^{a_3} + \dots + a_n^{a_1} > 1$ (*).



Risinājums. Spriedisim tāpat kā iepriekš. Ja kāds no skaitļiem a_i ir ≥ 1 , tad summa > 1 , tāpēc varam aplūkot gadījumu, kad $0 < a_i < 1$. Aizstāsim a_i ar $1/A_i$, kur $A_i > 1$. Uzrakstīsim

jauno izteiksmi un novērtēsim to pēc iepriekšējā parauga: $A = \frac{1}{\sqrt[4]{A_1}} + \frac{1}{\sqrt[4]{A_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt[4]{A_n}}$;

$$A > \frac{1}{(A_1 - 1)/A_2 + 1} + \frac{1}{(A_2 - 1)/A_3 + 1} + \dots + \frac{1}{(A_n - 1)/A_1 + 1};$$

$$A > \frac{A_2}{A_1 + A_2 - 1} + \frac{A_3}{A_2 + A_3 - 1} + \dots + \frac{A_n}{A_{n-1} + A_n - 1} + \frac{A_1}{A_n + A_1 - 1};$$

$$A > \frac{A_2}{A_1 + A_2} + \frac{A_3}{A_2 + A_3} + \dots + \frac{A_n}{A_{n-1} + A_n} + \frac{A_1}{A_n + A_1} > \frac{A_2}{A_1 + \dots + A_n} + \frac{A_3}{A_1 + \dots + A_n} + \dots + \frac{A_n}{A_1 + \dots + A_n} + \frac{A_1}{A_1 + \dots + A_n} = 1, \text{ ko arī vajadzēja pierādīt.}$$

Var pierādīt, ka nevienādību (*) nevar "uzlabot", palielinot skaitli 1.

Pierādījums. Ieviesīsim funkciju $f(a_1, a_2, \dots, a_n) = a_1^{a_2} + a_2^{a_3} + \dots + a_n^{a_1}$. Lai pierādītu, ka skaitli 1 nevar palielināt, pietiek pierādīt, ka katram $n > 2$ un katram skaitlim $\varepsilon > 0$ var atrast tādus skaitļus a_1, a_2, \dots, a_n , ka $f(a_1, a_2, \dots, a_n) < 1 + \varepsilon$ (gadījumu, kad $n = 2$, jau aplūkojām).

Aplūkosim vispirms gadījumu $n = 3$. Tad izvēlēsimies $a_1 = \frac{\ln \ln N}{\ln N}$, $a_2 = 1$, $a_3 = \frac{1}{N}$, kur N – pietiekami liels skaitlis, lai būtu definēts a_1 . Viegli pārlicecināties, ka:

$$f(a_1, a_2, a_3) = \frac{\ln \ln N}{\ln N} + 1 + \frac{1}{\ln N} \text{ un } \lim_{N \rightarrow \infty} f(a_1, a_2, a_3) = 1, \text{ tāpēc prasītais pierādīts.}$$

Gadījums $n > 3$. Visus šos gadījumus var pierādīt, papildinot skaitļu virkni a_1, a_2, a_3 ar citiem

skaitļiem. Šim nolūkam ieviesīsim apzīmējumu $N \wedge k = N^{N^{\dots^N}}$, kur labās puses izteiksme satur tieši $k + 1$ burtu "N". Piemēram, $N \wedge 0 = N$, $N \wedge 1 = N^N$, $N \wedge (k + 1) = N^{N \wedge k}$. Izvēlēsimies $k \geq 1$

un aplūkosim skaitļus $a_1 = \frac{\ln \ln N}{\ln N}$, $a_2 = 1$, $a_3 = \frac{1}{N \wedge k}$, $a_4 = \frac{1}{N \wedge (k - 1)}$, ..., $a_{k+3} = \frac{1}{N \wedge 0}$.

Tā ka $\left(\frac{1}{N \wedge (x+1)}\right)^{\frac{1}{N \wedge x}} = \left(\frac{1}{N^{N \wedge x}}\right)^{\frac{1}{N \wedge x}} = \frac{1}{N}$, tad, izrēķinot funkciju f no šiem skaitļiem,

iegūsim $f(a_1, a_2, \dots, a_{k+3}) = \frac{\ln \ln N}{\ln N} + 1 + \frac{1}{N} + \dots + \frac{1}{N} + \frac{1}{\ln N} = \frac{1 + \ln \ln N}{\ln N} + \frac{k}{N} + 1$, un

$\lim_{N \rightarrow \infty} f(a_1, a_2, \dots, a_{k+3}) = 1$, kas arī bija jāpierāda.

3. piemērs. Aplūkosim olimpiādes uzdevumu (ASV, 1977). *Zināms, ka $0 < a \leq b \leq c \leq d$.*

Pierādīt, ka $a^b b^c c^d d^a \leq b^a c^b d^c a^d$.

Gramatā [1] šis uzdevums tika risināts šādi: vispirms tika izmantotas vairākkārtīgas substitūcijas, lai noīsinātos mainīgie, tā samazinot to skaitu. Pēc tam pakāpeniski tika pierādīta palikusi nevienādība, analizējot dažādus gadījumus. Šāds risinājums, protams, noved pie uzdevuma atrisinājuma, tomēr tam ir vairāki trūkumi. Pirmkārt, šāds risinājums ir nepārskatāms un ne ar ko

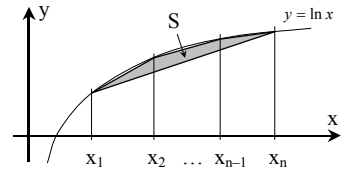
neizceļas (tā varētu risināt daudzas nevienādības – minimizēt nezināmo skaitu un pēc tam analizēt iespējamus gadījumus). Otrkārt, šādu risinājumu būtu grūti lietot, ja palielinātos nevienādībā ietilpstošo nezināmo skaits. Treškārt, no šāda risinājuma grūti iegūt papildu informāciju par nevienādību, piemēram, kādiem nosacījumiem jāizpildās, lai pastāvētu vienādība. Parādisim, ka šim uzdevumam eksistē vienkāršs un uzskatāms atrisinājums.

Ir vilinoši risināt šo uzdevumu, izmantojot logaritmus, jo mūsu rīcībā jau ir noteiktu paņēmieni kopums un esam aplūkojuši nevienādības ar pakāpēm. Tomēr ir kāds būtisks šķērslis: mums noteikti būs jāizmanto nosacījums $a \leq b \leq c \leq d$. Ar šādu situāciju šajā rakstā sastopamies pirmoreiz. Lai to izmantotu, pastāv vairāki varianti. Viens no tiem – veikt substitūcijas (kā grāmatā [1]). Otrs saistīts ar ģeometriju.

Risinājums. Risināsim uzdevumu nevis četriem, bet uzreiz n lielumiem. Vispirms uzzīmēsim koordinātu asi un atliksim skaitļus x_1, x_2, \dots, x_n . Uzzīmēsim arī funkcijas $y = \ln x$ grafiku.

Zīmējumā iekrāsotā daudzstūra laukums ir nenegatīvs. To var izteikt ar vairāku trapecu laukumu palīdzību:

$$S = \frac{\ln x_1 + \ln x_2}{2} (x_2 - x_1) + \frac{\ln x_2 + \ln x_3}{2} (x_3 - x_2) + \dots + \frac{\ln x_{n-1} + \ln x_n}{2} (x_n - x_{n-1}) - \frac{\ln x_1 + \ln x_n}{2} (x_n - x_1) \geq 0.$$



Ar šo nevienādību veiksīm ekvivalentus pārveidojumus:

$$(x_2 - x_1) \ln x_1 x_2 + (x_3 - x_2) \ln x_2 x_3 + \dots + (x_n - x_{n-1}) \ln x_{n-1} x_n - (x_n - x_1) \ln x_n x_1 \geq 0.$$

Potencējot iegūstam:

$$(x_1 x_2)^{x_2 - x_1} \cdot (x_2 x_3)^{x_3 - x_2} \cdot \dots \cdot (x_{n-1} x_n)^{x_n - x_{n-1}} \cdot \frac{1}{(x_n x_1)^{x_n - x_1}} \geq 1,$$

$$\frac{x_1^{x_2} x_2^{x_2}}{x_1^{x_1} x_2^{x_1}} \cdot \frac{x_2^{x_3} x_3^{x_3}}{x_2^{x_2} x_3^{x_2}} \cdot \dots \cdot \frac{x_{n-1}^{x_n} x_n^{x_n}}{x_{n-1}^{x_{n-1}} x_n^{x_{n-1}}} \cdot \frac{x_n^{x_1} x_1^{x_1}}{x_n^{x_n} x_1^{x_n}} \geq 1.$$

Pēdējās nevienādības kreisā puse ir liels daļskaitlis, kas satur arī a^a veida reizinātājus, kur $a = x_1, x_2, \dots, x_n$. Var ievērot, ka, ja $i = 1, 2, \dots, n$, tad x_i atbilstošais reizinātājs parādās skaitītājā un saucējā tieši vienu reizi. Tas nozīmē, ka tie visi saīsinās. Iegūstam:

$$\frac{x_1^{x_2}}{x_2^{x_1}} \cdot \frac{x_2^{x_3}}{x_3^{x_2}} \cdot \dots \cdot \frac{x_n^{x_1}}{x_1^{x_n}} \geq 1, \text{ jeb } x_1^{x_2} x_2^{x_3} \dots x_n^{x_1} \geq x_2^{x_1} x_3^{x_2} \dots x_1^{x_n}, \text{ kas arī bija jāpierāda.}$$

Jāpiebilst, ka ģeometriskā interpretācija ļauj atbildēt uz jautājumu, kad pastāv vienādība. Vienādība pastāv tad, kad $S = 0$, un tas notiek tad, kad daudzstūris ir deģenerējies par punktu (visi x_i ir vienādi) vai nogriezni (skaitļus x_i var sadalīt divās grupās tā, lai katrā grupā esošie skaitļi ir vienādi).

Piezīme. Protams, logaritmiskās funkcijas vietā var ņemt patvaļīgu izliektu funkciju. Analogiski nonākam pie teorēmas:

Ja $a, b \in \mathbb{R}$, $a < b$ un funkcija f intervālā $[a; b]$ ir izliekta, tad skaitļiem x_1, x_2, \dots, x_n , kuri apmierina nevienādības $a \leq x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n \leq b$, ir spēkā nevienādība:

$$f(x_1) \cdot x_2 + f(x_2) \cdot x_3 + \dots + f(x_{n-1}) \cdot x_n + f(x_n) \cdot x_1 \geq f(x_2) \cdot x_1 + f(x_3) \cdot x_2 + \dots + f(x_n) \cdot x_{n-1} + f(x_1) \cdot x_n.$$

Ja funkcija $f(x)$ ir ieliekta, tad nevienādību var attiecināt uz funkciju $-f(x)$, kas tad būs izliekta. Ievietojot to nevienādībā, pie katra saskaitāmā būs minussīme. Pareiznot nevienādību ar -1 , radīsies tā pati nevienādība, tikai ar zīmi " \leq ". Pie šādas nevienādības, izdarot līdzīgus apsvērumus, 1977. gadā nonāca skolēni Vija Ignatoviča (39. vsk., 11. kl.) un Eduards Zvirbulis (Rīgas 1. vsk., 10. kl.).



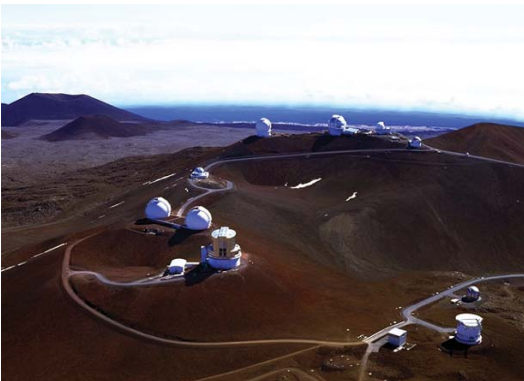
Dviņu teleskopu *Keck I* un *Keck II* paviljons tuvplānā.

Apakšā pa kreisi – Kaltehas Tehnoloģiskā institūta observatorija Havaju salās (ASV) Mauna Kea kalna virsotnē. Attēla priekšplānā nedaudz pa kreisi redzams abu 9,8 m diametra teleskopu *Keck I* un *Keck II* paviljons ar lielajiem sfēriskajiem kupoliem. Blakus redzamajā cilindriskajā paviljonā atrodas 8 m diametra spoguļa *Subaru* teleskops.

Apakšā pa labi – viens no Mauna Kea kalna observatorijas *Keck* teleskopiem ar 9,8 m diametra fasetspoguļi.

W. M. Keck observatorijas attēli

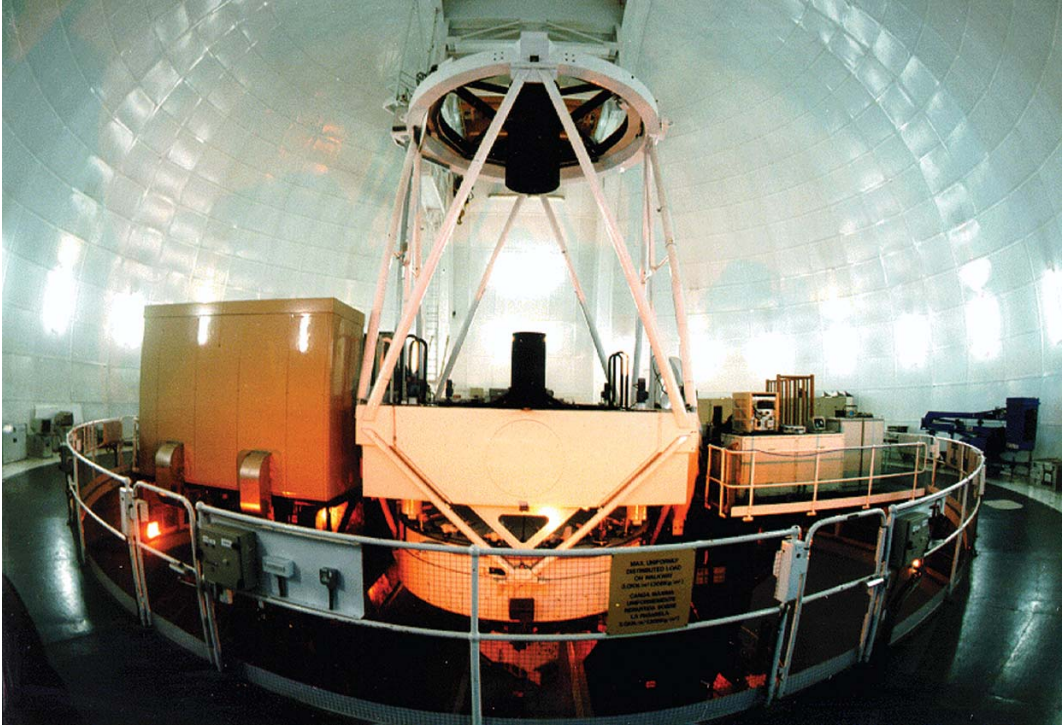
Sk. A. Balklava rakstu “Kvazāri un fundamentālās konstantes”.





Ļoti tālas galaktikas *MS 1512-cB58* attēls (*norāda bulta*), kuru pastiprinājusi tam apkārt redzamā galaktiku kopa *MS 1512+36*, darbojamās kā gravitācijas lēca. Attēls iegūts ar kosmisko Habla teleskopu. *ESO PR foto*

Sk. Z. Alksnes, A. Alkšņa rakstu "Jauni pierādījumi lielu struktūru klātbūtnei agrīnajā Visumā".

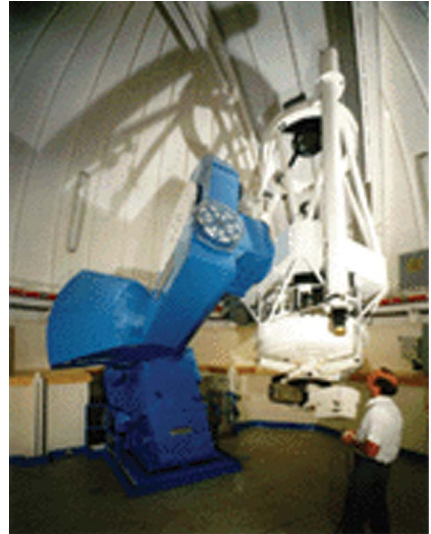
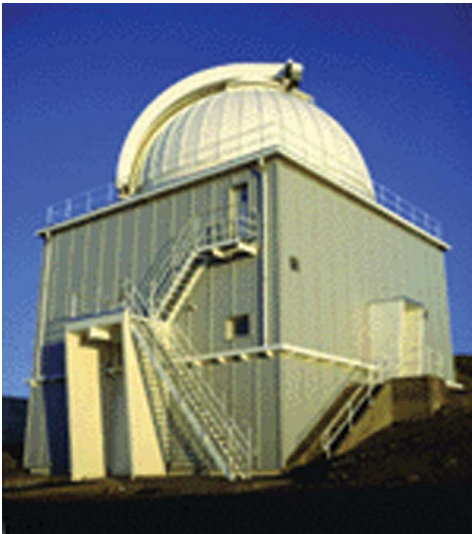


Viljama Heršela teleskops. Nodots ekspluatācijā 1987. gadā.

Apakšā – Dž. Kapteiņa teleskopa paviljons un teleskops. Nodots ekspluatācijā 1984. gadā.

EAS attēli

Sk. A. Balklava rakstu "Astronomija ar vidēja izmēra un maziem teleskopiem".





1. Augstās gudrības dievs Tots sargā mirušo dvēseles Ba un Hu.

2. Faraona atdzimšanas aina mirušo valstībā. *Pa kreisi* – dieviete Neftīda, *pa labi* – Izīda.

3. Lielais nāves dievs Ozīriss spriež dvēseļu tiesu. Aiz viņa *pa kreisi* sēž Sekmets – dievs ar lauvas galvu, haosa un nekārtības radītājs.

4. Spārnotās dievietes Izīda (*pa labi*) un Neftīda (*pa kreisi*) sargā mirušā faraona mūmiju. Apakšējā daļā ainas no mirušo valsts. Dāvanas tiek sniegtas dievietēm Hatorai un Maatai.

1.–4. – Dendera, Izīdas templis

5. Dievietes Izīda un Neftīda godina jaundzimušo Sauli. Centrā altāris – *tets*, virs kura dzīvības simbols – krusts ar Saules disku paceltajās rokās. Malējie paviāni – ausmas dēmoni. *Ani papirus*

Sk. J. Klētnieka rakstu "Sauls dieva ceļojums nakts stundās pazemes valstībā".



6. Dievietes Izīda un Neftīda godina mirušo faraonu. Apakšējā daļā mirušo valsts dievības – Sokars (*ar vanaga galvu*), Anubiss (*ar šakāļa galvu*) un Sekmets (*ar lauvas galvu*).

Dendera, Izīdas templis

7. Saules laiva ar taisnības dieves Maatas atribūtiem un mirušā faraona sirdi.

Ramzesa VI kapeņes

8. Mīlestības dieviete Hatora sniedz faraonam lotosa ziedu.

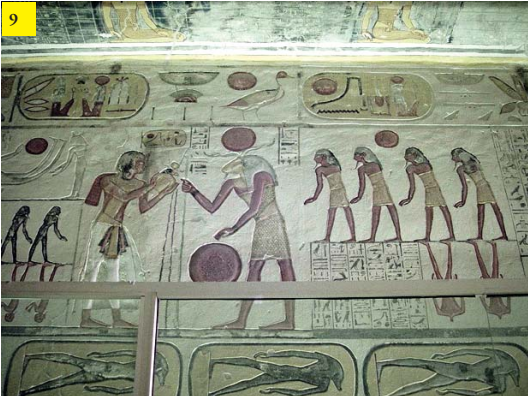
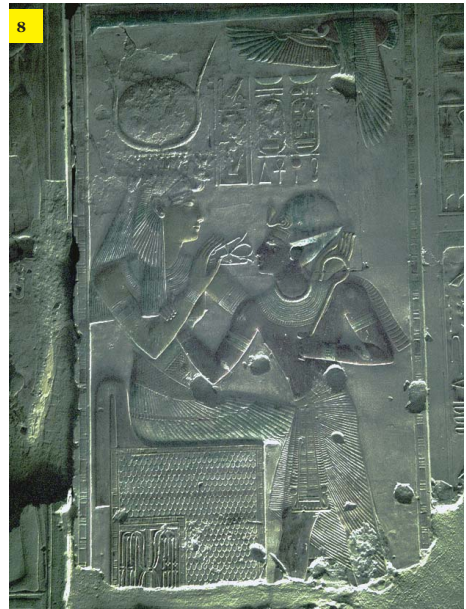
Abidosā, Ozīrisa templis

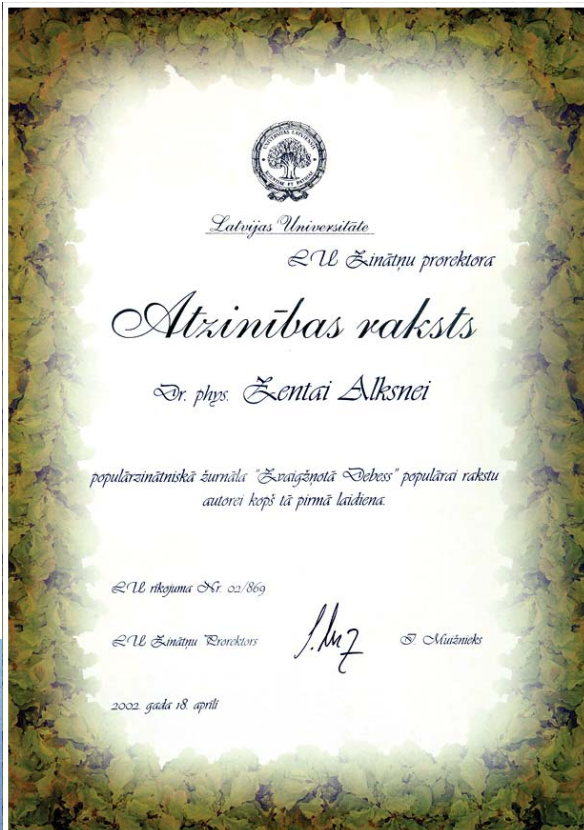
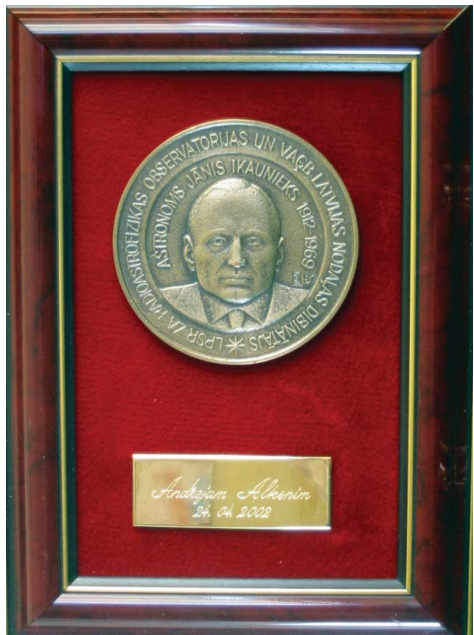
9. Saules dievs Ra–Hnum ar savu Ka.

Ramzesa VI kapeņes

10. Faraona mūmija uz apbedījuma laižas kapeņēs. Virs mirušā ķermeņa lidinās Ba – dvēsele.

Sk. J. Klētnieka rakstu "Saules dieva ceļojums nakts stundās pazemes valstībā".





LAB 2002. gadā iedibinātā balva – Jāņa Ikaunieka medaļa (autors mākslinieks LZA Goda loceklis J. Strupulis, *K. Salmiņa foto*), ko saņēma Andrejs Alksnis, un LU zinātņu prorektora Atzinības raksts Zentai Alksnei, ko saņēma arī citi lasītāju nominētie autori.

Sk. I. Pundures rakstu "Jāņa Ikaunieka un "Zvaigžņotās Debess" daudzzināšana".

NASDA (Japāna) balva LU Astronomijas institūta ZMP lāzerlokācijas observatorijai Rīgā. *K. Salmiņa foto*

Sk. K. Lapuškas rakstu "NASDA atziniņa Universitātes astronomiem".



15. aprīli “ZvD” atbildīgais redaktors Arturs Balklavs iepazīstināja ar ekspozīciju LU Vēstures muzejā.

Foto no “ZvD” arhīva

LZA FTZN sēdes laikā LU Vēstures muzeja zālē Ilga Daube (*otrajā rindā vidū*) – Jāņa Ikaunieka līdzgaitniece, no viņas *pa labi* Ikaunieka skolniece Rota Saveljeva (Gūtmane) Aizputes ģimnāzijā, blakus *pa kreisi* – astronomijas vēsturnieks Jānis Klētnieks.

I. Vilka foto

Apakšā pa labi – 24. aprīlī Andrejs Alksnis atcerējās Observatorijas dibināšanas sākumu Riekstukalnā.

I. Vilka foto

Sk. I. Pundures rakstu “Jāņa Ikaunieka un “Zvaigžņotās Debess” daudzīnāšana”.





Mēness (21. martā) un Oriona miglāja (17. martā) fotouzņēmumi ar Riekstukalna teleskopu.

Autoru foto

Sk. M. Eihvalda, J. Kārklīņa rakstu "Dubultteleskopa otrā elpa".



Nobeigumā atzīmēsim vēl dažus faktus.

Nevienādības no logaritma grafika var iegūt uzreiz vairākiem mainīgajiem.

Novilksim pieskari punktā a . Tās vienādojumu apzīmēsim ar $L(x)$. Tā kā funkcijas $y = \ln x$ grafiks ir **izliekts**,

tad tas atrodas zem pieskares un $\forall x > 0 \quad \ln x \leq L(x)$.

To attiecinot uz skaitļiem x_1, x_2, \dots, x_n , iegūstam $\ln x_1 \leq L(x_1), \ln x_2 \leq L(x_2), \dots, \ln x_n \leq L(x_n)$.

Tālāk var pārlicināties, ka

$$L(x) = \frac{x-a}{a} + \ln a = \frac{x}{a} + \ln a - 1.$$

Saskaitot nevienādības un ievietojot $L(x)$ vienādojumu, iegūstam:

$$\ln x_1 x_2 \dots x_n \leq \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{a} + n(\ln a - 1).$$

Šo nevienādību var uzskatīt par galarezultātu, tomēr to var uzlabot. Skaidrs, ka a var būt jebkurš pozitīvs skaitlis un ka, to mainot, mainās arī labās puses izteiksmes vērtība. Apzīmēsim to ar $f(a)$ un meklēsim tādu a , lai $f(a)$ kļūtu minimāla (tad nevienādība kļūs iespējami precīza). Tad:

$$f(a) = \frac{S}{a} + n(\ln a - 1), \text{ kur } S = \sum_{i=1}^n x_i. \quad f'(a) = -\frac{S}{a^2} + \frac{n}{a}. \quad f'(a) = 0 \Rightarrow S = na; \quad a = \frac{S}{n}.$$

Tātad nevienādība kļūst maksimāli precīza, kad a ir vienāds ar mainīgo vidējo aritmētisko. Ievietojot a vērtību nevienādībā, iegūstam:

$$\ln x_1 x_2 \dots x_n \leq \frac{S}{S/n} + n \ln \frac{S}{n} - n = n + n \ln \frac{S}{n} - n, \quad \ln x_1 x_2 \dots x_n \leq n \ln \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n},$$

$$\ln \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n} \leq \ln \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}.$$

Šī nevienādība vairs neprasa komentārus.

Izmantojot šo nevienādību iegūšanas paņēmieni, lasītājs var pierādīt šādu apgalvojumu: ja $0 < a < b$, tad kaut kādu nenegatīvu skaitļu x_1, x_2, \dots, x_n vidējais a -tās pakāpes lielums nav lielāks par vidējo b -tās pakāpes lielumu (par skaitļu A -tās pakāpes lielumu skatīt raksta sākumu).

Visbeidzot aplūkosim vēl vienu pamācošu uzdevumu.

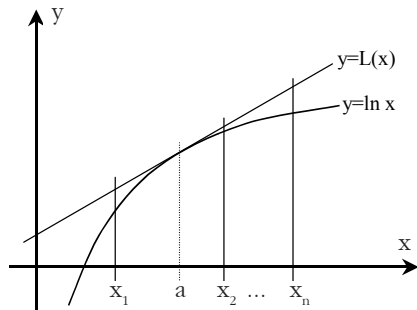
4. piemērs. Dots, ka x_1, x_2, \dots, x_n – kaut kādi pozitīvi skaitļi. Ar S_i apzīmēsim tādas skaitļu kopas vidējo ģeometrisku, kuru iegūst, no skaitļiem x_1, x_2, \dots, x_n izsvītrojot skaitli x_i ,

proti, $S_i = \sqrt[n-1]{x_1 x_2 \dots x_n / x_i}$. Pierādīt, ka $x_1^{S_1} + x_2^{S_2} + \dots + x_n^{S_n} > 1$.

Risinājums. Apzīmēsim izteiksmes vērtību ar A . Ja kaut viens no skaitļiem $x_i \geq 1$, tad $A > 1$. Paliek gadījums, kad visi $x_i < 1$. Tad arī visi $S_i < 1$. Veiksim substitūcijas: $x_i = 1/a_i$ un $S_i = 1/s_i$. Tad visi $a_i > 1$ un $s_i > 1$. Tālāk:

$$A = \frac{1}{\sqrt[s_1]{a_1}} + \frac{1}{\sqrt[s_2]{a_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt[s_n]{a_n}} > \frac{1}{(a_1 - 1)/s_1 + 1} + \frac{1}{(a_2 - 1)/s_2 + 1} + \dots + \frac{1}{(a_n - 1)/s_n + 1};$$

$$A > \frac{s_1}{a_1 + s_1 - 1} + \frac{s_2}{a_2 + s_2 - 1} + \dots + \frac{s_n}{a_n + s_n - 1} > \frac{s_1}{a_1 + s_1} + \frac{s_2}{a_2 + s_2} + \dots + \frac{s_n}{a_n + s_n}.$$



Izdarīsim substitūcijas $a_i = b_i^{n-1}$. Iegūsim:

$$A > \frac{b_1 b_2 \dots b_n / b_1}{b_1^{n-1} + b_1 b_2 \dots b_n / b_1} + \frac{b_1 b_2 \dots b_n / b_2}{b_2^{n-1} + b_1 b_2 \dots b_n / b_2} + \dots + \frac{b_1 b_2 \dots b_n}{b_n^{n-1} + b_1 b_2 \dots b_n / b_n}.$$

Varētu likties, ka esam nonākuši strupceļā: iegūta sarežģīta izteiksme un nav skaidrs, ko ar to darīt. Pareizināsim i -tās daļas skaitītāju un saucēju ar b_i :

$$A > \frac{b_1 b_2 \dots b_n}{b_1^n + b_1 b_2 \dots b_n} + \frac{b_1 b_2 \dots b_n}{b_2^n + b_1 b_2 \dots b_n} + \dots + \frac{b_1 b_2 \dots b_n}{b_n^n + b_1 b_2 \dots b_n}.$$

Kā redzam, šādu izteiksmi var normēt (palielinot visus b_i k reizi, izteiksmes vērtība nemainās, tāpēc varam pieņemt, ka $b_1 b_2 \dots b_n = 1$). Iegūstam:

$$A > \frac{1}{b_1^n + 1} + \frac{1}{b_2^n + 1} + \dots + \frac{1}{b_n^n + 1} \text{ un } b_1^n b_2^n \dots b_n^n = 1.$$

Veicot substitūciju $b_i^n = c_i$, iegūsim: $A > \frac{1}{c_1 + 1} + \frac{1}{c_2 + 1} + \dots + \frac{1}{c_n + 1}$, kur $c_1 c_2 \dots c_n = 1$.

Varētu likties, ka atkal esam strupceļā: iegūta izteiksme, par kuras novērtējumu no apakšas mēs vēl neko nezinām, turklāt jāatrod labs novērtējums. Tomēr to atrast nav grūti. Aplūkosim jau agrāk iegūto nevienādību:

$$\frac{A_2}{A_1 + A_2} + \frac{A_3}{A_2 + A_3} + \dots + \frac{A_n}{A_{n-1} + A_n} + \frac{A_1}{A_n + A_1} > 1.$$

To var uzrakstīt kā: $\frac{1}{A_1/A_2 + 1} + \frac{1}{A_2/A_3 + 1} + \dots + \frac{1}{A_{n-1}/A_n + 1} + \frac{1}{A_n/A_1 + 1} > 1$.

Veicot substitūcijas $c_i = A_i/A_{i+1}$ ($i < n$) un $c_n = A_n/A_1$, iegūsim nevienādību:

$$\frac{1}{c_1 + 1} + \frac{1}{c_2 + 1} + \dots + \frac{1}{c_n + 1} > 1, \text{ kur } c_1 c_2 \dots c_n = 1, \text{ jo } c_1 c_2 \dots c_n = \frac{A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_{n-1} \cdot A_n}{A_2 \cdot A_3 \cdot \dots \cdot A_n \cdot A_1} = 1.$$

Tātad esam novērtējuši pēdējo izteiksmi, no kurienes $A > 1$, kas bija jāpierāda.

Nevienādības $n > 0 \Rightarrow \ln x \leq n(\sqrt[n]{x} - 1)$ precizitātes novērtēšana. Līdz šim izmantojām šo nevienādību dažādām n vērtībām, neinteresējoties par to, cik tā ir precīza. Parādīsim, kā var izpētīt to, kā mainās šīs nevienādības precizitāte atkarībā no n vērtības.

Patvaļīgiem pozitīviem skaitļiem a, b un x rakstām $\frac{1 - 1/x^a}{a} \leq \ln x \leq \frac{x^b - 1}{b}$.

Pareizinot abas puses ar $a \cdot b \cdot x^a$, iegūstam:

$$b(x^a - 1) \leq a(x^{a+b} - x^a), \quad bx^a - b \leq ax^{a+b} - ax^a, \quad (a+b)x^a \leq ax^{a+b} + b, \\ (a+b)x^a - (a+b) \leq ax^{a+b} + b - (a+b), \quad (a+b)(x^a - 1) \leq a(x^{a+b} - 1).$$

Apzīmēsim $c = a + b$. Ievērojot, ka $a < c$, un izdalot abas puses ar $a \cdot c$, iegūstam:

$$0 < a < c \Rightarrow \frac{x^a - 1}{a} \leq \frac{x^c - 1}{c} \text{ un tāpēc } 0 < a < c \Rightarrow a(\sqrt[a]{x} - 1) \geq c(\sqrt[c]{x} - 1).$$

Šī nevienādība izsaka to, ka, izteiksmē $n(\sqrt[n]{x} - 1)$ liekot lielāku n , iegūst mazāku vērtību – tātad tuvāku $\ln x$ vērtībai.

Nupat izdarītie aprēķini izsaka faktu, ka eksistē nevienādība X , kas ir nevienādība starp divām funkcijām. Nevienādība X satur konstanti, kuru mainot, mainās nevienādības precizitāte. Lai noskaidrotu, kā mainās X precizitāte, var izmantot pašu nevienādību X .

Literatūra:

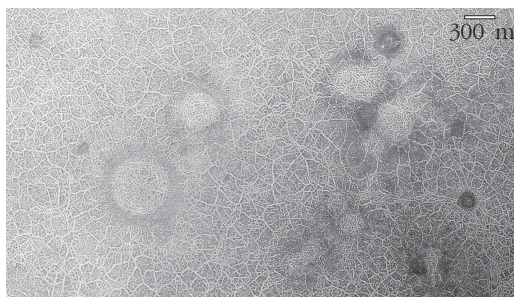
- 1) Зарубежные математические олимпиады. – “Наука”, 1987;
- 2) Задачи Всесоюзных математических олимпиад. – “Наука”, 1988. 🐦

JĀNIS JAUNBERGS

SASALUŠO DUBĻU PLANĒTA MARSS

Marsa pētnieki un viņu līdzjutēji reizēm nostalgiski atceras 1999. gada decembrī avārijušo *Mars Polar Lander* un spriež, ko gan šis mazais un neveiksmīgais robots būtu atklājis. Pats galvenais *MPL* mērķis bija pārliecināties par gaistošo vielu – ūdens ledus un sasaluša oglekļa dioksīda klātbūtni dienvidpola apkaimes augsnē. Tikai divus gadus vēlāk ir saņemta skaidra un pārliecinoša atbilde. *Mars Odyssey* pavadoņa neitronu detektori paveica to, ko *MPL* nekad nebūtu spējis – mums beidzot ir precīza Marsa mūžīgā sasaluma virsslāņa karte! Mērot kosmisko staru ierosināto, ļoti vājo neitronu starojumu no Marsa, *Mars Odyssey* vairāku mēnešu laikā noteica, cik stipri dažādos Marsa rajonos augsnē esošais ūdens ledus maskē šo neitronu starojumu. Jo vairāk ledus, jo mazāk ātro neitronu – princips ir vienkāršs un praksē pārbaudīts gan uz Zemes, gan ar *Lunar Prospector* pavadoņi Mēness orbitā 1998. gadā. *Mars Odyssey* iegūtā neitronu starojuma karte tātad vienlaikus ir arī ledus izplatības karte Marsa augsnes virsējā slānī līdz viena metra dziļumam (*sk. att. vāku 3. lpp.*). Spriežot pēc šīs kartes, plašajos polārajos lidzenumos augsne satur līdz pat 50% ledus pēc tilpuma! Ja šādu apvidu atkausētu, tas pārvērstos dubļainā purvā.

Marsa entuziastu kopienu pārņēmušo sajūsmu gan nevajag saprast kā pārsteigumu – par Marsa mūžīgo sasalumu principā bija zināms sen, un tā teorētiskie modeļi ir izrādījušies visnotaļ pareizi un īstenībai atbilstoši. Marsa ledus stabilitāte atkarībā no gaisa spiediena un temperatūras ir precīzi aprēķināma – ar *Viking* projektu saistītie zinātnieki jau 70. gados izskaitloja, ka ūdens ledus Marsa augsnē ir termo-

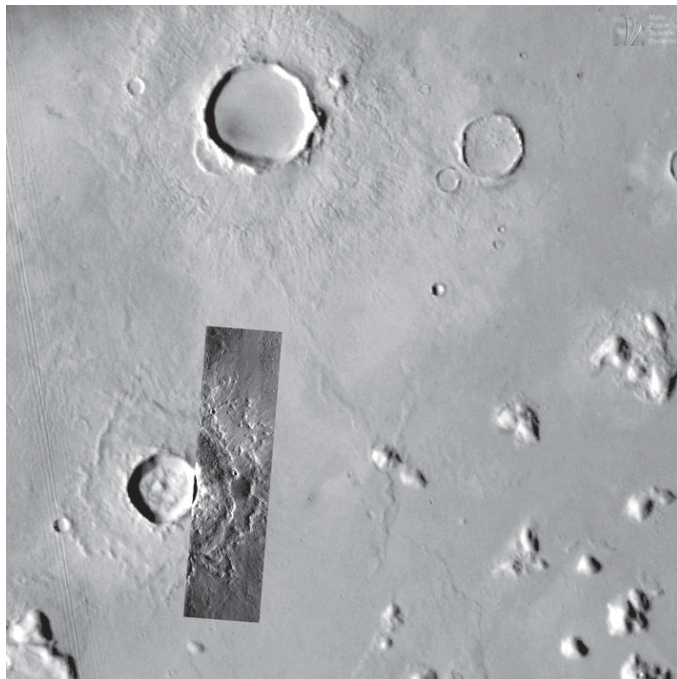


Mūžīgā sasaluma daļēji izdzēstie krāteri Dienvidu polārajā lidzenumā.

MSSS/NASA attēls

dinamiski stabils virs 30. ziemeļu platumā un zem 30. dienvidu platumā grāda. Ap šiem 30. platumā grādiem iezīmējas arī vizuālas atšķirības. Ekvatoriālās joslas triecienkrāteri ir ļoti līdzīgi Mēness krāteriem, bet mēreno un it īpaši polāro rajonu krāteru formas ir izplūdušas un neasas, dažkārt to apkārtne redzami trieciena atstāti pusšķidru dubļu izmeši. Ledus plūstamība, kas tik uzskatāmi novērojama šļūdoņos uz Zemes, līdzīgi izpaužas arī Marsa apvidū.

Vai sasalušie Marsa dubļi ir tik plastiski, ka tie spēj pilnībā sadziedēt meteorītu triecienu atstātās rētas? Mūžīgā sasaluma ledus ar laiku izdzēs mazos krāterus (*sk. att.*), bet maz ticams, vai ar to vien var izskaidrot lielo krāteru trūkumu Ziemeļu polārajā lidzenumā. Šķiet, ka senatnē Marsa zemienēs ledus ir bijis tīrā veidā un turklāt pietiekami biežā slānī, lai lielo asteroidu triecieni šajos rajonos neatstātu pēdas. Šo masīvo ledāju likteņa atšifrēšana ir centrālais jautājums Marsa pagātnes un tagadnes pētījumos. Mana iecienītā hipotēze paredz, ka ne-



Krāteri ar dubļu izmešiem.

MSSS/NASA attēli

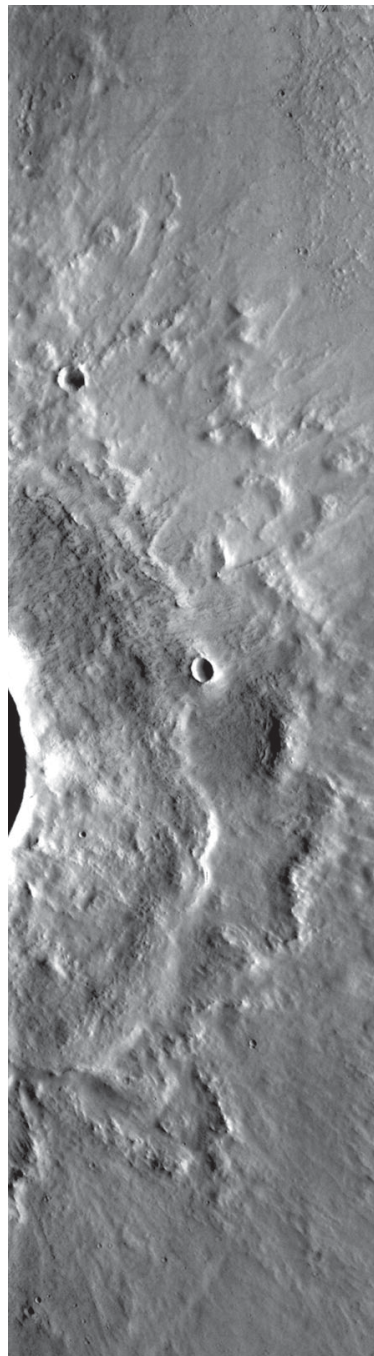
senais *Mars Odyssey* atklājums parāda tikai “leduskalna virsotni”. Marsa ūdens, visticamāk, nekur nav pazudis, bet gan, vulkānismam un Marsa dziļu karstumam izsīkstot, ir iesūcies dziļāk Marsa iekšos.

Ieskatīties vairākus kilometrus Marsa dziļēs nebūs viegli. Nākamgad uz Marsu dosies Eiropas Kosmiskās aģentūras *Mars Express* pavadoņi, starp kura daudzajiem instrumentiem būs arī radars dziļo gruntsūdeņu meklēšanai. Citi projekti paredz seismisko zondēšanu vai radiozondēšanu no Marsa virsmas, un tālākā nākotnē uz Marsa ir gaidāmi arī urbšanas darbi. Katrs nākamais solis ir iespējams, balstoties uz agrāk iegūtajiem datiem. Tieši tāpēc *Mars Odyssey* mūžīgā sasaluma karte ir ilgi gaidīta atslēga Marsa tālākajai izpētei.

Saites:

Mars Odyssey: <http://mars.jpl.nasa.gov/odyssey/>

Mars Global Surveyor: <http://mars.jpl.nasa.gov/mgs/> 



MĀRTIŅŠ EIHVVALDS, JURIS KĀRKLIŅŠ

DUBULTTELESKOPA OTRĀ ELPA

Ne reizi vien “Zvaigžņotajā Debess” ir rakstīts par Baldones observatoriju Riekskalnā. Šoreiz runa būs par dubultteleskopa paviljonu (*sk. 1. att.*), kurš nodots Latvijas Astronomijas biedrības rīcībā un kurā atrodas divi Kasegrēna sistēmas teleskopi ar galvenā spoguļa diametru 55 cm un fokusa attālumu 7,5 m (*sk. 2. att.*). Daudzi no jums jau noteikti šeit ir bijuši. Vairākus gadus nepietiekamo līdzekļu dēļ te netika veikti nekādi novērojumi un aktivitātes, izņemot gadījumus, kad kāds pa retam uz dažām minūtēm ielūkojās okulārā. Neizmantojot šos teleskopus un neievērojot pareizus to uzturēšanas apstākļus, gadu garumā ir sabojājusies teleskopa optika, kā arī daudzas mehāniskās un elektriskās daļas. Aptuveni pirms diviem gadiem tika atjaunota viena teleskopa gida optika (13 cm refraktors ar fokusa attālumu 1,9 m), uz kuras putekļu un mitruma iespaidā bija izveidojies

gandrīz necaurredzams slānis, bet pašas caurules iekšienē bija pamanījušies iemitināties zirnēkļi. Pēc optikas tīrīšanas attēla kvalitāte bija apmierinoša. Vēlāk tika atjaunoti teleskopa sekošanas un korekcijas mehānismi. Tātad pašreiz ir iespējams veikt vizuālus un fotogrāfiskus novērojumus un pat diezgan ilgus ekspozīcijas.



1. att. Viens no dubultteleskopa kupoliem.
Visi attēli – autoru foto



2. att. Mārtiņš Eihvalds (*pa kreisi*) un Juris Kārkliņš pie 55 cm teleskopa.

Diemžēl otra gida un abu galveno teleskopu tehniskais stāvoklis pagaidām ir visai bēdīgs. Teleskopu spoguļiem ir vajadzīgs jauns alumīnija pārklājums, daudzām mehāniskajām daļām nepieciešams remonts un restaurācija, bet novecojušās elektroierīces ir jāmaina pret mūsdienīgām, kā arī nākotnē jānodrošina teleskopu pareizas uzturēšanas apstākļi. Tā ka par dubultteleskopu atbildīgā amatieru astronomijas centra finansiālo stāvokli var pielīdzināt iepriekšminētajam teleskopu tehniskajam stāvoklim, tad pagaidām plānots pilnībā atjaunot tikai vienu teleskopu. Arī pašai ēkai ir vajadzīgs remonts, kā arī jāsakopj infrastruktūra. Tas viss prasīs lielāko daļu no kopējā finansējuma. Nepietiekamā finansējuma dēļ kavējas arī plānotie darbi un nenotiek aktivitātes, kas varētu veicināt finanšu piesaistišanu. Varētu pat izteikties šādi: *“Nav par ko nopirkt lāpstu, lai varētu izrakt naudu.”* Pašlaik galvenā nodarbe ir finanšu, sadarbības partneru, kā arī jebkuras citas palīdzības meklēšana, kas varētu veicināt observatorijas attīstību jaunā kvalitātē. Lai atrastu sadarbības partnerus ārzemēs, observatorijas līmenim jāatbilst Eiropas standartiem.

Ko mēs varētu iegūt no šā projekta pozitīva risinājuma gadījumā un kāpēc tas viss ir vajadzīgs? Vispirms tā varētu būt laba astronomijas propaganda. Daudzi no jums jau noteikti zina, ka procentuāli liels skaits Latvijas iedzīvotāju vispār neatšķir astronomiju no astroloģijas, par ko mūsdienās būtu jākaunas atstītās pasaules priekšā, jo tā domāt būtu pieļaujams tikai 17. vai 18. gadsimtā. Tātad šīnī projektā ir jāparedz iespēja plašai publikai, it sevišķi – jaunajai paaudzei, iepazīties ar zvaigžņoto debesi un teleskopu uzbūvi populārzinātniskā līmenī, kas ļautu nākotnē novērst nepareizos priekšstatus par astronomiju, kā arī jānodrošina ārzemju tūristu piesaiste.

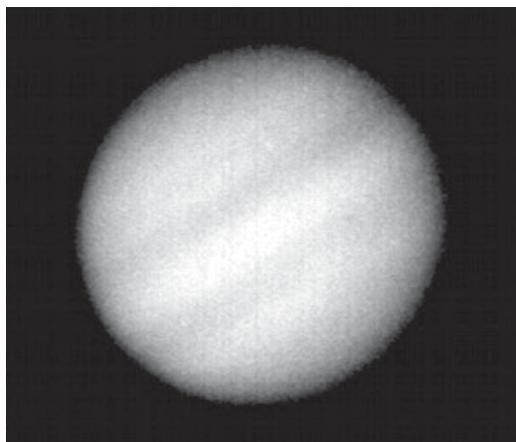
Arī astronomijas amatieru kustība Latvijā ir visai niecīga. Cilvēku, kas nodarbojas ar praktiskiem debess novērojumiem, ir maz, kaut gan interesentu ir samērā daudz. Daļa no tiem nevar atļauties iegādāties teleskopu astronomiskiem novērojumiem, labākajā gadījumā iegā-

dājas mazu, bet mazam instrumentam ir ierobežotas tehniskās iespējas, tādēļ lielākā daļa interesantu debess objektu paliek neievērota. Trūkst arī pieredzes apmaiņas astronomijas amatieru starpā. Tāpēc daudzi interesenti un amatieri zaudē interesi par astronomiju vispār. Situāciju varētu glābt, radot iespēju astronomijas amatieriem veikt novērojumus ar minētajiem teleskopiem. Tas satuvinātu jau esošos amatierus un interesentus, kā arī pavairotu nopietno amatieru skaitu, bet nākotnē varētu veidoties sadarbība arī ar citu valstu amatieriem. Visbeidzot – ar teleskopiem varētu veikt profesionālus novērojumus un, sadarbojoties ar ārzemju astronomiskajām organizācijām, iesaistīties starptautiskās novērojumu programmās. Tā varētu būt fotometrija, kas jau agrāk bija viens no galvenajiem pētījumu virzieniem Baldonē, spektroskopija, mazo planētu novērošana utt. Sadarbojoties ar ārzemju partneriem, mēs varētu rast jaunas idejas, priekšlikumus un iespējas, kā attīstīt amatieru astronomiju Latvijā tālāk. Ja arī jums ir kāds priekšlikums vai iespēja sniegt kādu palīdzību, priecāsimies sadarboties. Ja nepieciešams, sniegsim papildu informāciju. Tikai kopā strādājot, ir iespējams gūt kādus panākumus.

Šā gada 10. martā pēc ilga pārtraukuma tika veikti pirmie fotouzņēmumi ar Riekstukalna dubultfotometra teleskopu. Ar teleskopa gidu tika uzņemts Jupiters un Saturns. Tajā pašā naktī tika fotografēta arī zvaigžņu kopa Sile (M44) (*sk. 3. att.*). Lai to izdarītu, teleskopam



3. att. Sile.



4. att. Jupiters (pa kreisi) un Saturns.

tika pierīkota fotokamera ar objektīvu *I-52* ($D = 10$ cm, $F = 50$ cm) un fotoaparātu “*Kijev-6*” ar 6×6 cm formāta filmu “*Fujicolor Prof 400*”. Ekspozīcija ilga 28 minūtes pie gida palielinājuma 195 reizes. Šāds palielinājums nepieciešams, lai gidētu 50 cm fokusa fotokameru. Apmēram ik pēc 3 minūtēm jāizdara neliela korekcija, lai kompensētu mehānisma periodisko kļūdu.

Lai uzņemtu planētas, bija jāizgatavo okulāra kamera. Šim nolūkam autori izmantoja simetriskos okulārus ar fokusa attālumu 14 mm un 10 mm, kā arī foto starpgredzenus ar vītņi 39 mm un 42 mm, lai varētu mainīt okulāra kameras palielinājumu un izmantot fotoaparātu “*Zenit*”. Lai varētu iegūt normālu (3–5 mm lielu) Jupitera un Saturna attēlu uz filmas, bija nepieciešams liels relatīvais fokuss (20–30). Tā ka gida fokusa attālums bija 195 cm, tad bija jāizvēlas 11–16 reižu liels okulāra kameras palielinājums. 15. martā izdevās nofotografēt Jupiteru ar sarkano plankumu un vēl dažām detaļām (sk. 4. att.). Arī uz Saturna fotogrāfijā bija manāma mākoņu josla. Pie īsākas ekspozīcijas uz planētām var saskatīt vairāk detaļu, taču attēls ir tumšāks.

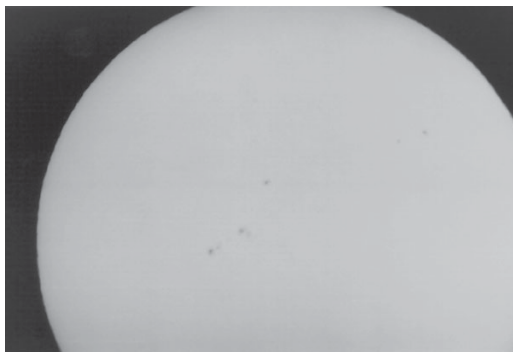
17. martā bija pēdējais laiks, kad varēja uzņemt Oriona miglāju (sk. att. 56. lpp.), jo bija jauns Mēness un debesis bija pietiekami tumšas. Uzņēmums tika izdarīts ar objektīvu *I-52*

uz 6×6 cm formāta filmas “*Fujicolor Professional 400*”. Ekspozīcija ilga 22 minūtes. Pēc tam tika uzņemts arī Jupiters un Saturns ar 130 mm refraktoru uz “*Fujicolor*

Superia 400” filmas, taču rezultāti bija nedaudz sliktāki nekā iepriekšējo reizi, jo planētas atradās zemāk un bija manāma gaisa virmošana.

21. martā tika uzņemts Mēness (sk. att. 56. lpp.). 130 mm refraktoram tika pievienots divkārtīgs telekonverters *K-1*, kurš paredzēts fotoaparātam “*Zenit*”. Ekvivalentais fokuss – 390 cm, ekspozīcija – 0,5–1 sekunde. Pēc tam ar okulāra kameru 11 reižu palielinājumā tika uzņemta terminatora josla Skaidribas jūras rajonā. Pēc tam, kad bija izdarītas divas 5 un 6 sekundes garas ekspozīcijas, parādījās mākoņi. Izšķirtspēja bija diezgan laba, sevišķi ar telekonverteru.

9. aprīlī tika fotografēta Saule (sk. 5. att.). Šim nolūkam 130 mm refraktoram priekšā tika piestiprināts speciāls Saules filtrs ar alumīnizētu



5. att. Saule.

lavsāna plēvi un izgatavots pārejas mezgls ar okulāra kameru, kurā var ievietot papildu gaismas filtrus. Tika izmantots 14 mm simetriskais okulārs un 6×6 cm formāta fotokamera ar filmu "Fujicolor Prof 400". Filtrs ir diezgan tumšs, tāpēc bija nepieciešama 0,5–2 sekunžu eksponēšana.

Tuvākajā nākotnē pēc 55 cm reflektora spoģļa atjaunošanas ir plānots izgatavot speciālu sekundāro mezglu, lai varētu uzstādīt 6×6 cm formāta fotokameru un fotografēt tiešajā fokusā ar fokusa attālumu 2,5 m. Planētas varēs uzņemt caur telekonverteru Kasegrēna fokusā, kura fokusa attālums ir 7,5 m. 🐉

ŠORUDEN ATCERAMIES 🐉 ŠORUDEN ATCERAMIES 🐉 ŠORUDEN ATCERAMIES

Pirms 425 gadiem – 1577. gada 9. novembrī drīz pēc pusnakts **Rīgā** parādījies **spoģa komēta**, kas bijusi redzama gandrīz trīs mēnešus. Tā aprakstījis un zīmējis Rīgas ārsts un astrologs Zaharijs Stopijs (*Zacharias Stopijs*, ap 1535.–1593. vai 1594. gadu), kurš tolaik uzturējās Viļņā. Viņa 1578. gadā rokrakstā iesietā grāmata "*Judicium astrologicum*" ar komētas aprakstu un tās astroloģisko traktējumu veltīta Kurzemes hercoga Gotharda Ketlera (1517–1587) sievai hercogienei Annai, dzimušai Mēklenburgas princesei.

Stopijs komētu novērojis divus mēnešus – no 1577. gada 14. novembra līdz 1578. gada 12. janvārim "*ar matemātiskiem instrumentiem, uzcītīgi un pēc labākās sirdsapziņas*". Sākumā komēta atradusies Mežāža zvaigznājā, bet novembra pēdējās dienās tā jau bijusi Ūdensvira zvaigznājā. Šajā laikā komēta bijusi visspoģākā un ar visgarāko asti, kad tās garums sasniedzis 33°. 21. decembrī komēta iegājusi zodiaka Zivju zīmē, bet 1578. gada 12. janvārī, kad Stopijs komētu novēroja pēdējo reizi, tā atradusies Pegaza zvaigznājā. Komētas astes gals bijis svina pelēks, bet tuvāk galvai aste bijusi liesmojoši sarkana.

Stopija darbā astronomisko novērojumu apraksts aizņem tikai vienu astoto daģu no visa rokraksta. Pārējais ir astroloģisks prātojums par komētas īpašībām un tās ietekmi. Viņš attēlo visdaģadākās nelaimes un postu, kādu komēta var nest cilvēkiem. (*Sikāk sk. J. Klēnieka grāmatu "Nāk komēta" – Rīga, Zinātne, 1986, 68.–76. lpp.*).

Pirms 80 gadiem – dibināta **Latvijas Universitātes Astronomiskā observatorija**. 1922. gada 18. oktobrī Latvijas Augstskolas padome nolēma pastāvoģo astronomijas kabinetu pārdēvēt par Astronomisko observatoriju. Tajā pirmais observatorijas direktors (1922–1944) Alfreds Žagģers (1878–1956) vispirms iekārtoja precizā laika dienestu. Astronomijas kabinets Rīgas Politehnikumā pastāvēja kopģ 1879. gada, taģu astronomiski pētījumi Rīgas Politehnikumā sākās jau 1874. gada vasarā, kad profesors Aleksandrs Beks (*A. Beck*, 1847–1926) novēroja lielu komētu (*sk. L. Rozes rakstu "LU Astronomiskās observatorijas sākumi" – ZvD, 1997./98. g. ziema, 69. lpp. un M. Dīriģa rakstu "P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Astronomiskā observatorija 50 gados" – Astronomiskais kalendārs 1972, 99. lpp.*).

Kopģ 1997. gada 1. jūlija Latvijas Universitātes sastāvā darbojas Astronomijas institģts (LU AD), kurā apvienojās LU Astronomiskā observatorija un LZA Radioastrofizikas observatorija. Jaunā institģta direktors ir agrākais LZA RO direktors (1969–1997) LZA korespondētāģloceklis *Dr. phys.* Arturs Balklavs-Grīnhofs (*sk. A. Balklava rakstu "LZA RO turpināģjums – LU AI" – ZvD, 1997. g. rudens, 2. lpp.*).

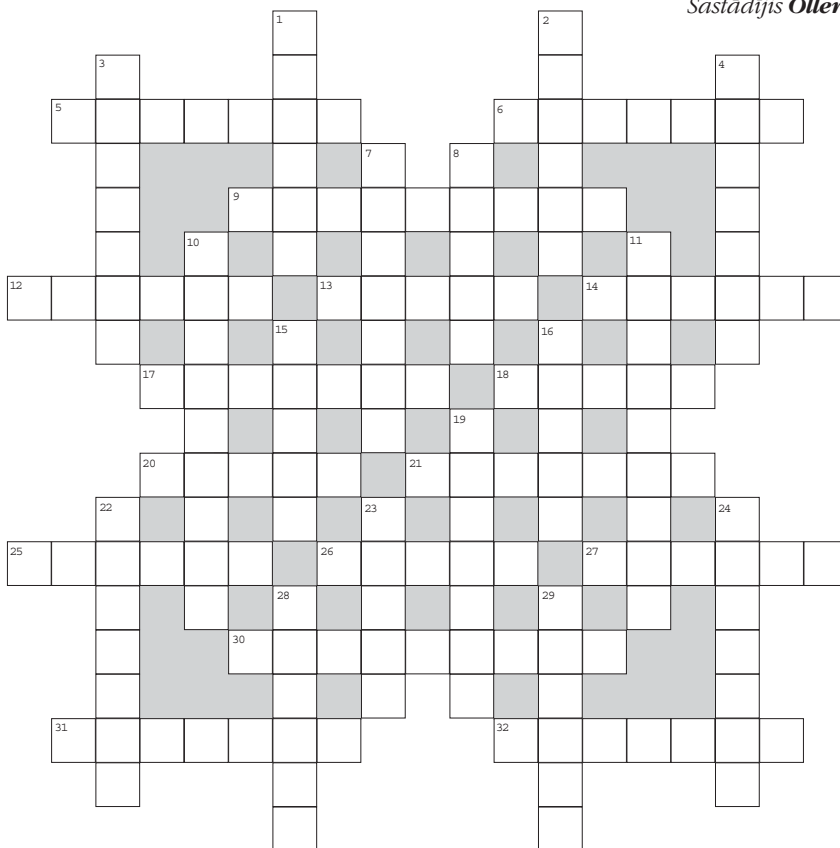
I. D.

KRUSTVĀRDU MĪKLA

Līmeniski: **5.** Astronoms, kurš 1905. gadā atklāja Jupitera pavadoni Elaru. **6.** Zvaigzne Valzivs zvaigznājā. **9.** ASV astronauts, kurš lidojis kosmosā 1989. gadā. **12.** Astronoms, kurš 1908. gadā atklāja Jupitera pavadoni Pasifi. **13.** Saturna pavadonis. **14.** Urāna pavadonis. **17.** Saules hromosfēras veidojums. **18.** ASV meteoroloģisko ZMP sērija. **20.** Viena no mazajām planētām. **21.** Vācu astronoms (1908–1982), kura vārdā nosaukta viena no mazajām planētām. **25.** Saturna pavadonis. **26.** Debess dienvidu puslodes zvaigznājs. **27.** Valsts Āzijā, kosmonauta R. Šarmas dzimtene. **30.** Urāna pavadonis. **31.** Krievu astronoms, mazās planētas *Rīga* atklājējs. **32.** Kalnu virsotnes.

Stateniski: **1.** Jupitera pavadonis. **2.** J. Gagarina izsaukuma signāls kosmiskā lidojuma laikā. **3.** Izcils vācu izcelsmes angļu astronoms (1738–1822), zvaigžņu astronomijas pamatlicējs. **4.** Neptūna pavadonis. **7.** Nāktnes pareģotāja grieķu un romiešu mitoloģijā. **8.** ASV kosmiskās nesējraķetes augšējā pakāpe. **10.** Sengrieķu astronoms un matemātiķis, pasaules pirmā zvaigžņu kataloga sastādītājs. **11.** Angļu astronoms, vairāku Jupitera pavadoņu atklājējs. **15.** Viena no mazajām planētām. **16.** Gaisa gari ģermāņu mitoloģijā. **19.** Latviešu astronoms (1923–1993), kura vārdā nosaukta viena no mazajām planētām. **22.** Pazīstama krievu astronomu dinastija (tēvs, dēls, mazdēls). **23.** Ierīces kuģa ātruma mērīšanai. **24.** Amerikāņu ASS sērija. **28.** Krievijas pilotējamo kosmosa kuģu sērija. **29.** Angļu astronoms (1819–1892), izskaitļojis Neptūna orbitu un koordinātas.

Sastādījis **Ollerts Zibens**



JANIS TORGĀNS

ZVAIGZNES UN ZEME – EIROPAS KULTŪRAS KONTEKSTĀ⁹⁾

Viens no būtiskiem Lūcijas Garūtas nopelniem latviešu kultūrā un viņas mākslas nozīmīga raksturzīme – augsts ētiskais sliekšnis, lielo, nepārejošo vērtību izpratne un prasījums pēc tām. Pašas par sevi tās nav muzikālas kategorijas, un Garūtas spēks un svars ir jo lielāks tajā apstākļi, ka arī viņas mūzikā (ne tikai dzīvē, dzejā, pedagogijā un cilvēciskajās saskarsmēs) šī augstā mēraukla, nezūdošā, ideālā uzturējums ieausts tik dabiski, organiski un nepārprotami. Lielā mērā tas balstās mākslinieces latviskumā, drošajās dzimtās kultūras saknēs, ģimenes, pedagogu un kolēģu pozitīvā pienesumā. Taču tajā visā, protams, ir arī kādas universālas aprises, kāds vispārcilvēcisks patoss, kāda pārļaicīga stīga. Ielūkoties šajā kontekstā, kas varētu padziļināt un paplašināt priekšstatu par Lūcijas Garūtas tiešo devumu, ir šā apskata nolūks un mērķis.

Trāpīgs un savā ietilpībā gandrīz arhetipisks ir jēdzieniskais pāris *zvaigznes un zeme*, kas Garūtas gara gaitu pavada praktiski visā tās ritumā: no Friča Bārdas miniatūras viņas dziesmā (1929) līdz Silvijas Stumbres monogrāfijas nosaukumam (1969) un Imanta Zemzara esejpārdomu virsraksta pārfrāzējumam (*“Zeme un zvaigznes”*, 1987). Vistiešāk, protams, šī *binārā opozīcija* izteicas darbos, kuru centrā ir konkrēti sižetiskie motīvi vai personāži, kas nepastarpināti saskaras ar zvaigžņu un zemes savietojamības problēmu jau vielas, sižeta līmenī.

⁹⁾ Referāts Lūcijas Garūtas simtgadei veltītājā konferencē 16.V.2002. Jāzepa Vitola Latvijas Mūzikas akadēmijā



Lūcija Garūta pēc koncerta 1940. gadā.

Ilustrācijas no S. Stumbres “Zvaigznes un zeme. Lūcija Garūta dzīves un daiļrades gaitā”. – Rīga, “Liesma”, 1969

F. Bārdas ļoti kompaktajā aforistiskajā dzejoli ir noteikta saturiska antinomija, pretmetība: *zvaigznes un zeme* postulēti kā polāri jēgumi, tāpat kā paralēlie pretstati – *ciešanas, sāpes un gavīles, prieks un visbeidzot cietumnieks esmu un valdīnieks* – šie paralēlie pretstati iezīmē galējos dvēseles stāvokļus, liktens lemtās zvaigžņu stundas un šaurību, ierobežotību, nepārvaramību. Būtibā tas ir romantiskas koncepcijas variants, kur ideāla nesasniedzamības apziņa nedzēš tā pievilcību, valdzinājumu. Un vēl dziļāka un stiprāka atspere šim problēmu uzstādījumam ir cilvēka un cilvēces mūžsenās ilgas pēc laimes.

Līdzīgi motīvi – bieži vien ikdienišķākā, pieticīgākā ārējā paudumā – plaši sastopami gan cittaute, gan latviešu tautas jaunradē, gan arī latviešu literatūrā. Tā, piemēram, Spridītis, kas *dodas pasaulē laimi meklēt*. Patiesībā šī vienkāršā formula ietver arī kategorijas *pasauli*

apģūt, iepazīt, izpētīt, savu spēku un vājumu apzināt, stiprākam un gudrākam kļūt. Tā tas ir pasakā(s), tā Annas Brigaderes lugā (1904, teātri – 1903). Kārļa Skalbes pasakā “Kā es braucu Ziemeļmeitas lūkoties” (1904) vēl spēcīgāk un striktāk iezīmēts ētiskais uzstādījums: kas ir patiesās vērtības, kā dzīvē rast piepildījumu, lai debesis nebūtu tik zemas, ka aiz tām var karoti aizbāzt. Sudrabu Edžus “Dullais Dauka” (1900) savā vēlmē izrauties no pierastā, šaurā, pelēcīgi spiedošā iet vēl tālāk... Visi šie – un daudzi citi – darbi uz 20. gadsimta sliekšņa veido šo īpašo gaidu, ilgu, augstu centienu atmosfēru, un tāpēc Garūtas dziesma – apzināti vai neapzināti – nav atsevišķs, nejaušs komponistes žests. Nē, tā tieši rezonē kultūras centieniem, ideāliem un varbūt arī ilūzijām latviešu sabiedrībā, ko māksliniece iepazist no bērna kājas.

Un tomēr minētajos darbos vēl trūkst kādas svarīgas nianse, kāda izšķiroša Garūtas pasaules un mākslas vaibsta. Te vairāk ir cits akcentu izlikums, citi smagumpunkti un citi psiholoģiskie dzenuli – tuvāk Franča Šuberta “Ceļiniekam” un Johana Volfganga Gētes daudzajiem ceļiniekiem (“Gājēja dziesma naktī”), Gustava Mālera vanderzeļiem un Žana Pola “Zēnības gadu” atvadu noskaņām un daudzu, daudzu citu radniecīgu mākslasdarbu un varoņu pasauleszverei.

Lidot! Būt brīvam kā putnam! Bet Garūtai vajag vairāk! Lidot! Būt brīvam kā putnam debesis, atrauties no zemes ikdienības, rūpēm un sāpēm. Šajā komponistei būtiskajā un nepieciešamajā tēmā koncentrējas arī citi, jau minētie motīvi un līnijas – mūšsenās ilgas pēc ideāla, nepieciešamība garīgi pilnveidoties, būt *augstāk, tālāk!* (studiju gadu “Variāciju” raksturīga remarka) ne tik daudz telpiskā, kā vispārīgā, filozofiskā, universālā izpratnē.

Divus gadus pēc dziesmas “Zvaigznes un zeme” parādās izvērtais monologs “Nākotnes cilvēks” (1931), kurā savā ziņā saskatāms mēģinājums pārvarēt zvaigžņu un zemes antinomiju, rast starpposmu, pārejas līdzekli, pretrunas izlīdzinājumu: no mākslinieces viedokļa un

jau ar viņas pašas tekstuālo izteiksmi tas koncentrējas *atslēgas vārdā “lidot”*:

*“Jel ticiet man:
tā diena nāks,
kad lidot debess telpā
mēs tāpat spēsim
kā tagad pār okeāna viļņiem traukt.”*

Te atkal iezīmējas plaša kultūrslāņa konteksts, zināms sagatavojums komponistes konceptuālajām nostādnēm, kuras realizējas gadu gaitā tādos liedarbos kā opera “Sidrabortais putns” (1938, jauna red. 1960), kantāte “Viņš lido” (1961) un dziesma “Kaija brīnišķā” (1963, solobalsij, versija sieviešu korim, versija vīru korim).

Viens no spilgtiem un plaši pazīstamiem šā konteksta veidotājiem – Ņinas monologs Antona Čehova lugā “Kaija” (1896, latv. 1908, latv. teātri 1911). “Kālab gan cilvēki nelido kā putni!” – šis Ņinas saldrūgtais izsauciens 20. gad-

The image shows three systems of musical notation for the song "Zvaigznes un zeme". Each system consists of a vocal line (soprano clef) and a piano accompaniment (treble and bass clefs). The lyrics are written below the vocal line. The first system has lyrics "Zvaigznes un zeme,". The second system has lyrics "Cie. šanas, bā. pēs,". The third system has lyrics "ga. viles, prieks.".

Lūcijas Garūtas vokālās miniatūras “Zvaigznes un zeme” nošu teksts.

simta sākumā atkal un atkal mulsināja cilvēku prātus. Iepriekšminētie pasaules apguves, sevis izziņas un pilnveides saturiskie meti te koncentrējās kā smailē, kā starā, kā brīnumšķēpā, jā – kā *burvju* vārdā. Lugas kontekstā monologs, protams, ir principiāls vismaz tajā ziņā, ka iezīmē vēlmju, meklējumu, radītgrības un – provinciālisma, šaurības un savtīguma pretstāvi. Interesanti, ka tāda pati cīņa par savu patību, par varēšanu spēt vairāk un pacelties augstāk (visādās nozīmēs) rezonē trisceturtdaļgadsimtu vēlāk Ričarda Baha pazīstamajā stāstā “*Kaija vārdā Džonatans Livingstons*” (1970), kura fantastiskā darbība atveidota ļoti reālistiski, tverami. Tas ir stāsts par *neglīto pilēnu* kaiju sabiedrībā (zīmīgi, ka titulvaronim ir *cilvēka* vārds), par lidošanas kā idejas (atklāsmes, progresa, bet visvairāk *slāpju pēc ideāla* idejas) un pasaules izjūtas nemītīgu pilnveidošanu (gandrīz kā Raiņa “*Augstākā ideja*”). Mūziķu vidē stāstam īpašu piesitienu piešķir ģimenes leģenda par autora senču saknēm Eizenahas Bahu dzimtā un paša Johana Sebastiana pēctečos.

Un te es nevaru atturēties no diezgan uzkrītoša un tajā pašā laikā gluži unikāla jēdzieniska savērpuma: Ņinas monologa sākums “*Kālab gan cilvēki nelido*” no A. Čehova “*Kaijas*”, Garūtas “*Nākotnes cilvēka*” teksts ar kodolu “*kad lidot ... spēsim*” un rindiņu “*viļņi un kaijas tevi sveic*”, viņas kantātes “*Viņš lido*” nosaukums un dziesmas tituls “*Kaija brīnīškā*”, kurā apspēlēts kosmonautes Valentīnas Tereškovas radioētera signālvārds *Kaija*, visbeidzot R. Baha “*Kaija Džonatans Livingstons*”. Šī, bez šaubām, ir vienkārši maza *stikla pērlišu spēle*, taču tā arī skar būtiskas nojautas, gaidas un ilgas, kas virmo 20. gadsimta sākuma inteligēnces aprindās un atdzimst kosmosa ēras rītausmā – pēc 1961. gada.

20. gadsimta sākums ir arī daudzu lidaparātu būves laiks, kas 1903. gada 17. decembrī vainagojās ar brāļu Orvila un Vilbura Raitu lidojumu, kuriem sekoja vesela virkne citu entuziastu. *Aviācijas* ēra bija sākusies. Interesanti, ka pats vārds cēlies no latīņu *avis* – putns, tādat burtiskojumā varētu teikt *putnošana*, nevis

vispārīgāko *lidošana*, nerunājot par oficiālo – *lidošana gaisa telpā ar lidaparātiem, kas smagāki par gaisu*. Aviācijas attīstība bija strauja, vētraina, un nevar aizmirst arī tās ēnas puses. Tā, piemēram, praktiski Pirmā pasaules kara otrajā dienā vācu lidmašīnas bombardēja (*lidmašīnas – bombardēja*) Liepāju. Franču lido tāju pirmā transatlantiskā lidojuma traģēdija dziļi ietekmēja komponisti un, iespējams, bija nozīmīgs impulss operas “*Sidrabotais putns*” tapšanai. Jāpiebilst, ka Garūta piedzīvoja gan Jurija Gagarina triumfu, gan viņa nāvi joprojām neskaidros apstākļos.

Vēl viens svarīgs stimulējošs lidojuma sfēras aktualizēšanai sabiedrības apziņā 20. gadsimta sākumā bija šīs tēmas ienākšana tolaik tikko dzimušajā kinomākslā. Tās klasiķis Žoržs Meljess, starp citu, apmēram 4000 (!) filmu autors, 1902. gadā radīja “*Ceļojumu uz Mēnesi*” pēc Žila Verna romānu “*No Zemes uz Mēnesi*” (1865) un “*Apkārt Mēnesim*” (1869) motīviem, izmantojot arī gluži svaigo Herberta Velsa grāmatu “*Pirmie cilvēki uz Mēness*” (1901). Pavisam drīz sekoja Mario Kazerīni filma “*Ceļojums uz Mēness centru*” (1905) un Džona Emersona “*Ceļojums uz Mēnesi*” (1917). Pēc tam šī tēma vairs nepazūd no kinematogrāfistu uzmanības loka.

Atgriežoties pie *zvaigžņu un zemes* arhe tipa Eiropas mūzikā pagājībā, var nodalīt divas atšķirīgas tendences. Viena no tām saistīta ar zvaigzni kā simbolu, otra – ar tiešu vēlmi atrauties no Zemes, lidot, apgūt citas pasaules vai vismaz Mēnesi.

Zvaigzne – debesu reprezentants, noslēpums un vilinājums. Zvaigzne kā simbols, kā debesu reprezentants parasti iezīmē neikdienišķo, ideālo un biežāk parādās autoru iecerēs vai komentāros, ne pašā nošu tekstā. Tā, piemēram, Ludviga van Bēthovena skolnieks Karls Černi sakarā ar L. Bēthovena mi minora stīgu kvarteta op. 59. nr. 2 otro daļu *Molto adagio* vēsta, ka šī mūzikas doma iekritusi komponistam apziņā, kad viņš vēries zvaigžņotajās debesīs un domājis par sfēru harmoniju. Daudzskārt atzīmēts, ka L. Bēthovena

1802. gada piezīmju grāmatiņā ir ieraksts: “*Morāles likums mūsos un zvaigžņotā debess pārmums! Kants!*” Te ir darīšana ar Imanuela Kanta “*Tirā prāta kritikas*” noslēgumu: “*Divas lietas piepilda mūsu dvēseles, ikreiz no jauna pārsteidzot un radot svētvinību, bijību. Un tās paceļas jo augstāk, jo biežāk un neatlaidīgāk mūsu prāts nodarbojas ar tām. Tās ir – zvaigžņotā debess pār mums un morāles likums mūsos.*” L. Bēthovens, kā zināms, islaicīgi studēja Bonnas universitātes filozofijas fakultātē, viņa personiskajā bibliotēkā bija I. Kanta darbi, piemēram, “*Vispārīgā dabas vēsture un debess teorija*” (1755). Acimredzot klasiskās filozofijas atziņas, īpaši I. Kanta veikums, dziļi iespaidoja jūtīgo jaunekli, bet *zvaigžņotās debess* tēls varēja raisīt arī poētiski jūsmīgas muzikālas asociācijas kā minētajā kvartetā.

Interesanti, ka Roberta Šūmaņa L. Bēthovena fondam sacerētās Do mažora Fantāzijas (op. 17) trešā daļa sākotnēji bija nosaukta “*Zvaigžņu vaiņags*”, kaut arī galīgajā versijā šā virsraksta nav. Arī te R. Šūmanis drīzāk vēsta par augsto, cildeno, debešķīgo, nevis astrono-

misko vai vizuāli tveramo. Diezgan skaidri līdzīga nostādne izpaužas Riharda Vāgnera Volframa dziesmā cēlajai Vakarzvaigznei (“*O, du mein holder Abendstern*”) – Venērai, kas Volframa skatījumā ir tāla, cildena, ideāla – atšķirībā no Tanheizera, kuram Venēra ir reāla, taustāma, iekārojama. Zvaigznes tēls šeit joprojām ir simbols, zīme: acinājumam, vilinājumam, valdzinājumam.

Tādu to redz un izprot arī Aleksandrs Skrjabin – viens no Garūtas mīļākajiem komponistiem. Vistiešāk un nepārprotamāk – *Ceturtajā klaviersonātē* (1903), kurai plaši pazīstams komponista komentārs, kas iezīmē vilinošo zvaigzni. Tā sākotnēji vēl slēpta vieglā un mirguļojošā miglā, bet otrajā daļā ir lidojuma, pacilājošas, nevaldāmas kustības mērķis. Pārvarēšanas, atbrīvošanās, gribas akts te tikpat svarīgs kā pats zvaigznes simbols – kā gaismas iemiesojums. *Ceturtajā sonātē* konkrētāk un lakoniskāk sakopoti tēli, kas plaši pārstāvēti arī *Trešajā simfonijā* (1904) un “*Ekstāzes poēma*” (1907) ar raksturīgajām remarkām *Allegro volando, Prestissimo volando, Leggerissimo volando.* (*Nobeigums sekos*)

ŠORUDEN ATCERAMIES ☘ ŠORUDEN ATCERAMIES ☘ ŠORUDEN ATCERAMIES

Pirms 100 gadiem – 1902. gada 6. novembrī Jaunlaicenes pagasta Majorskolā dzimis **Sergejs Slaucītājs**, latviešu izcelsmes Argentīnas astronoms. Latvijas Universitātē 1931. gadā ieguvis matemātikas maģistra grādu (*mag. math.*), pēc tam Virtembergā (Vācijā) – doktora grādu (*Dr. rer. nat.*). Kopš 1935. gada bijis LU docētājs astronomijā. 1944. gadā emigrējis uz Vāciju, kur strādājis Vācijas Jūras observatorijā (1944–1948) un bijis arī ārkārtas profesors Baltijas Universitātē Hamburgā un Pinebergā (1946–1948), bet no 1949. gada – Laplatas Universitātes profesors, meridiānastronomijas daļas un laika dienesta vadītājs (no 1952. gada), kā arī La Leona observatorijas (Dienvidpatagonijā) direktors (no 1950. gada).

Strādājis galvenokārt meridiānālajā astrometrijā. Rīgā veicis pētījumus Baltijas Ģeodēzijas komisijas programmas ietvaros. Noteicis LU Astronomiskās observatorijas ģeogrāfisko garumu, izmantojot Bamberga pasāžinstrumentu ar bezpersonīgo mikrometru. Noteicis arī LU Astronomiskās observatorijas ģeogrāfisko platumu ar vairākām metodēm, izmantojot dažādus pārnesamos instrumentus, un arī noskaidrojis, cik mērījumu nepieciešams, lai noteiktu vietas ģeogrāfisko platumu ar pareizību līdz vienai loka sekunde. Minētie darbi publicēti LU Astronomiskās observatorijas *Rakstu Krājumos Nr. 2, Helsinki, 1933 un Nr. 4, Rīga, 1940.* Kopīgi ar profesoru A. Libertu (1888–1938) sarakstījis mācību grāmatu “*Kosmogrāfija vidusskolām*” (1936, 1940).

Argentīnā S. Slaucītājs publicējis trīs zvaigžņu pozīciju katalogus un darbus par novērošanas metodēm, meridiāninstrumentu konstanšu noteikšanu u. c. Miris 1982. gada 23. septembrī.

I. D.

NATĀLIJA CIMAHOVIČA

HELIOBIOLOĢIJAS LĪKLOČI

Aleksandrs Čiževskis

Ma–Tuan–Lins

*Kad vējš pār debesīm nes lesa putekļus
Un Saule asins krāsu iegūst tajos,
Ma–Tuan–Lins uz templi dodas kluss
Un vēro disku tumšos mākoņkļajos.
Jā, atkal plankums tur ir pamanāms,
Tāds robains, mehniģsnējs un neizprotams, –
Uz brīdī liekas: pīļu bars peld rāms,
Pa vidu māte, apkārt mazās, protams.*

Kas notiek spīdeklī? Ko pauž šī zīme mums?

Šie jautājumi nomāc Tuan–Linu.

Viņš saprot – liels ir Saules noslēpums,

Un jūt – vēl ilgi nespēs pateikt: zīnu.

Un savā cellē iet viņš noguris,

Kur papiros tad atzīmēs tiek sīki:

Tai gadā, mēnesī bij' savāds Saules disks –

Ar plankumiem, kas melni bij' un sīki.

Un tikai mūža beigās, vecs un bikls,

Viņš sapratis, šos rakstus pāršķirstījis:

Ilgst gadus vienpadsmit ikkatrs cikls,

Kad Saules ezers pīļu pilns ir bijis.

Atdzejojis Juris Birzvalks

Nupat atzīmējām “Zvaigžņotās Debess” 175. laidieni. Simt septiņdesmit piecas reizes kopš 1958. gada rudens esam bijuši visi kopā – autori, sastādītāji un lasītāji – Visuma plašumos un sevī. Jo šai laika posmā, strauji ienākot jaunai informācijai, arī mainījusies cilvēku garīgā pasaule. Kosmonautika ir kļuvusi par Zemes civilizācijas sastāvdaļu un vadījusi cilvēci arvien dziļākā izpratnē par saistību ar ārpuszemes norisēm.

Šoreiz izsekosim heliobioloģijas aizsākumiem. Par šo tēmu “Zvaigžņotajā Debesī” publicēti vairāki raksti (*Sk. ZvD, 1965. g. rudens,*



A. Čiževskis 1939. gadā.

1966. g. ziema, 1967. g. pavasaris, 1968. g. vasara, 1973./74. g. ziema), taču ne jau visu esam drikstējuši atklāt. Šoreiz iepazīstinām ar heliobioloģijas pamatlicēja Aleksandra Čiževska atraitnes Ņinas Čiževskas-Engelhardtes atmiņu fragmentiem. Vēl, nu jau pagājušā gadsimteņa, vidū astronomu un biologu sadarbība tika uzskatīta par zinātnisku hobiju. Taču, cilvēkam nonākot kosmiskajās orbitās, organisma ekspozīcija kosmiskajai videi neizbēgami kļuva par pētījumu objektu. Līdz ar to “pilsoņu tiesības” ieguva agrākie sporādiskie pētījumi par dzīvās dabas procesu korelāciju ar Saules aktivitātes cikliem.

Ar Radioastrofizikas observatorijas pamatlicēja Jaņa Ikaunieka tālaka drosmīgo lēmumu 1964. gadā sākās mūsu sadarbība ar Krievijas



Ģenerālis Leonīds Čiževskis ar dēlu Aleksandru 1914. gadā.

heliobiologiem. Jo Krievijā bija dzivojis izcilais zinātnieks Aleksandrs Čiževskis (26.I.1897.–20.XII.1964.), kurš visu savu mūžu bija veltījis dzīvas dabas un fizikālās apkārtnes saišu pētījumiem. Saules plankumu loma Zemes dzīvē bija viņa mūža vadlīnija – no agras jaunības līdz pēdējām dienām. Un vēl pēc tam...

Aleksandrs Čiževskis bija cara armijas ģenerāļa dēls. Ģimenē bija senas kultūras tradīcijas, zēns guva ļoti labu audzināšanu, kurā ietilpa arī seno valodu apgūšana. Tāpēc viņš jau bērnībā iepazīna tēva lielisko bibliotēku ar daudziem seniem foliantiem. Viņš interesējās arī par astronomiju, novēroja Saules plankumus.

Kad sākās Pirmais pasaules karš, jauneklis par visu vari centās nokļūt frontē, tomēr tur drīz tika ievainots un tēvs aizliedza viņam turpināt armijas gaitas, liekot visus spēkus veltīt mācībām. Aleksandrs Čiževskis apgūtās lasāmvielas ietekmē studēja arheoloģiju, bet klausījās arī dabaszinātņu un astronomijas lekcijas.

Ģenerālis Leonīds Čiževskis bija frontē. Dēls rūpīgi sekoja frontes līnijas izmaiņām un pamanija, ka karadarbības aktivizēšanās bieži notiek vienlaikus ar Saules plankumu parādīšanos. Šis vērojums bija nopietnas intereses sākums.

Senajos rakstos viņš atrada plašu informāciju par vēsturiskajos laikmetos notikušajām kataklizmām – milzīgām lipīgo slimību epidēmijām un postošiem kariem. Apstrādājot šo materiālu, Aleksandram Čiževskim izdevās konstatēt, ka sabiedrības kardinālās perturbācijas grupējas ap Saules plankumu maksimumu epochām. Šis atziņas viņš apkopoja divās monogrāfijās: par epidēmiju cikliem – *“Эпидемические катастрофы и периодическая деятельность Эолнца”* (*“Epidēmiskās katastrofas un Saules periodiskā darbība”* – Maskava, 1930.) un par sabiedrisko procesu ritumu Saules ciklā – *“Физические факторы исторического процесса”* (*“Vēsturiskā procesa fizikālie faktori”* – Kaluga, 1924.). Viņam izdevās šīs grāmatas publicēt. Vēl bija 20. gadi, Krievijas proletariāta diktatūra bija aizņemta galvenokārt ar ekonomiskām un politiskām problēmām. Lielā smadzeņu skalošana vēl nebija sākusies.

Aleksandrs Čiževskis meklēja atbildi uz jautājumu *kāpēc?* Viņš secināja, ka Saules aktivitātes darbīgais faktors uz Zemes varētu būt Saules starojuma ietekmē jonizētās atmosfēras gaisa molekulas. Izveidojis speciālu jonizācijas iekārtu, viņš veica daudzus eksperimentus ar dažādiem dzīviem organismiem un guva atziņu, ka gaisa negatīvie aerojoni ir ļoti svarīgs dzīvībai nepieciešams faktors. Eksperimentus viņš sāka jau Kalugā, grūtajos kara un pēckara gados, bet vēlāk turpināja Maskavā. Rezultāti bija daudzsoļi, ar plašiem, praktiskiem, lauksaimniecībā vajadzīgiem secinājumiem, taču tieši tāpēc sāka veidoties zemūdens akmeņi.



A. Čiževskis Maskavā cietuma laboratorijā 1944. gadā.

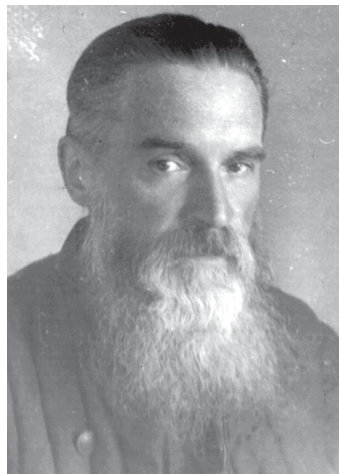
Zinātnieks pašizliedzīgi nodevās savam darbam un nepamanīja, ka daži viņam apkārt esošie darboņi gaidīt gaidīja, lai viņš pierakstītu tos pie aktīva darba veicējiem un dalītos iespējamajos materiālajos labumos. Bet Čiževskis nesaprata, ka viņš ir “apzīmogots”. Viņam bija trīs lieli grēki – viņa izcelsme, plašie kontakti ar ārzemju zinātniekiem un – Saule, spriedumi par Saules aktivitātes iespējamo lomu sabiedriskajos procesos. Un tas tai laikā, kad par sabiedrības vienīgo virzītājspēku tika atzīta tikai un vienīgi šķīru cīņa un proletariāta ideoloģija. Tāpēc galu galā 1942. gadā profesors Čiževskis atradās cietumā. Apcietināšanas laikā viņa vērtīgā, no tēva mantotā bibliotēka pa dzīvokļa logu tika izviesta smagās kravas mašīnas kastē...

Un te nu sākās gadījumu virkne. Čiževskim atrodoties Maskavas cietumā, tur izraisījās kāda infekcijas epidēmija. Un Čiževska lietpratīgie padomi ļāva epidēmiju apturēt. Tāpēc cietuma administrācija darīja maksimālo, kas bija tās spēkos, – iekārtoja profesoram laboratoriju zinātniskam darbam. A. Čiževskim bija aizsākts vēl viens pētījumu virziens – asins eritrocītu elektrisko īpašību pētījumi. Darbs te ritēja sekmiņi – neviena netraucēts un guvis iespēju izraudzīties no ieslodzīto vidus augsti kvalificētus palīgus, Čiževskis pat lūdza pagarināt viņam apcietinājuma termiņu, lai pabeigtu iesākto eksperimentu sēriju.

Tomēr viņu gaidīja tāls ceļš – izsūtījums uz ziemeļiem. Un te viņa dzīvē notika ļoti svarīgs pagrieziena – nākamais gadījums. Par to

stāstīja viņa otrā sieva Ņina Čiževska-Engelhardtte (viņa pirmā sieva veikli izšķīrās no viņa tūlīt pēc apcietināšanas), kura arī piedēvēja tam kontingentam, ko vajadzēja represēt. *“Kādu dienu, kad no darba brīvā brīdī sildījāmies apkurinātā vagoniņā, nometnē atveda jaunu apcietināto grupu. Tiem atļāva iet uz mūsu vagoniņu apsildīties. Atnācēju vidū es uzreiz pamanīju kādu gara auguma sirmu vīru ar mazu akadēmiķa cepurīti galvā. Nodomāju pie sevis, ka tas nu gan šejienes apstākļus neizturēs. Kad atnācēji iegāja vagoniņā, tie, kā jau intelligentiem ļaudīm klājas, stādījās priekšā. Savstarpējā iepazīšanās notika, kā jau krievu sabiedrībā tolaik bija pierasts, nosaucot savu vārdu un tēva vārdu. Kad es sarokojos ar sirmo vīru un nosaucu sevi – Ņina Vadimovna, viņš teica, ka esot pazinis kādu Vadimu Apolonoviču. Es biju satriekta – tas taču bija mans tēvs!”*

Izrādījās, ka Aleksandrs Čiževskis studenta gados bija viesojies Vadima Engelhardta muižā, taču, saprotams, nebija pievērsis uzmanību pusaugu meitenei, kas darbojās ap zirgiem un suņiem. Arī viņa nepievērsa uzmanību tēva sarunu biedram.



A. Čiževskis Gulaga nometnē Spaskā, Karagandas apgabalā, 1949. gadā.



A. Čiževskis Maskavā 1960. gadā.

Tagad abi seno dzimtu pārstāvji sāka turēties kopā. Draudzība pārauga milestībā, un pēc atbrīvošanas viņi apprecējās. Bet tur, nometnē, bez Ņinas Engelhardtes profesors būtu tiešām aizgājis bojā, jo bija praktiskai dzīvei galīgi nepiemērots. Toties Ņina Engelgardte tēva muižā bija mācījusies ne vien jāt un franču valodu, bet arī strādāt lauku darbus, tādējādi gūstot stipru veselību. Un nometnes apstākļos ļoti svarīga bija viņas prasme strādāt smalkus rokdarbus. Tas noderēja, pelnot maizi sev un draugam, izšujot sedziņas sargu sievietēm. Smaģajos apstākļos profesors veldzēja savu garu, gleznojot pēc atmiņas savas dzimtenes krāšņo dabu (*sk. vāku 4. lpp.*) un rakstot arī dzejas, tostarp arī pēc seno hroniku atskaņām.

Savienībai ar Ņinu Engelhardti bija izšķiroša nozīme Aleksandra Čiževska zinātniskā darba saglabāšanai. Pēc apcietinājuma gadiem, dzīvojot Maskavā, viņu mazais vienistabas dzīvoklītis bija tā vieta, kur pulcējās biosfēras pētnieki no visas valsts. Un vēlāk, kad profesora vairs nebija, Ņina Čiževska-Engelhardte allaž laipni uzņēma šīs nozares interesentus. Viņa labi pārzināja vīra darbu, zināja, kuros vākos atrodas meklējamie materiāli. Viņa arī rūpīgi sašķiroja visu A. Čiževska garīgo mantojumu, pati iesēja vākos, iepakojā kastēs un nodeva PSRS Zinātņu akadēmijas arhīvam.

Viņa arī iznesa uz saviem pleciem pēdējo uzbrukumu heliobioloģijas idejām. Tas notika 1964. gada 22. decembrī – A. Čiževska mirstīgo atlieku kremācijas dienā. Tieši tajā dienā nāca klajā žurnāla “*Партийная жизнь*” kārtējais numurs, kurā bija publicēts ķēngu raksts par Saules aktivitātes ietekmes iespēju uz Zemes norisēm. Saprotams, ka raksta vadlīnija bija ideoloģiska, kategoriski noraidot domu par kosmisko spēku lomu sabiedriskajās parādībās. Šai kritiskajā situācijā ļoti raksturīga bija Saules pētnieku sadalīšanās divās nometnēs – vieni nobijās no varenās kompartijas un paziņoja, ka ar šo virzienu nav jānodarbojas. Turpretī bija arī drosmīgie, kuri nolēma aizstāvēt zinātnes tiesības uz patiesības meklējumiem. Ievērojami Saules pētnieki – Krimas Astrofizikas observatorijas direktors akadēmiķis A. Severnijs un šīs observatorijas prominenti līdzstrādnieki E. Dubovs un B. Vladimīrskis – nosūtīja nopietnu vēstuli PSRS Komunistiskās partijas Centrālajai komitejai. Vairāki zinātnieki, tai skaitā arī Latvijas pārstāvji, devās uz žurnāla “*Партийная жизнь*” redakciju, pauda savu sašutumu par redakcijas patvaļu un rādīja A. Čiževska daudzo publikāciju sarakstu un ārzemju akadēmiju diplomus. Visvarenā ideoloģija bija spiesta piekāpties. PSRS



Ņina Čiževska-Engelhardte A. Čiževska lasījimos 1968. gadā.

Zinātņu akadēmijas Zinātnes un tehnikas vēstures institūta speciāli izveidotā komisija izvērtēja situāciju, un 1965. gada marta numurā žurnāls bija spiests ievietot savas publikācijas atsaukumu.

Bet saviļņotā zinātniskā sabiedrība meklēja iespēju konsolidēties. Šai situācijā ļoti nozīmīgs bija Latvijas Zinātņu akadēmijas lēmums sasaukt Rīgā Vissavienības semināru par Saules-biosfēras problēmu. Seminārs notika 1965. gada decembrī. Tā organizācijas komitejas priekšsēdētājs bija ievērojamais latviešu mediķis profesors Kristaps Rudzītis, kurš allaž ne vien savā zinātniskajā darbā, bet arī praktiskajā darbībā vērtēja situāciju no Saules ietekmes viedokļa, tā bieži nokļūstot VDK uzmanības un darbības lokā. Tomēr profesors K. Rudzītis semināra darbu krājuma priekšvārdā atļāvās teikt, ka arī sabiedrisko parādību atkarībai no kosmiskajiem spēkiem jāklūst par pētījumu objektu. Kā par brīnumu, šo ķecerīgo teikumu cenzūra neizsvītroja.

Rīgas seminārs, būtībā pirmā konference par Saules aktivitātes ietekmi uz Zemes biosfēru, kļuva par to faktoru, kas it kā parāva vaļā maisu, kur bija paslēpušies daudzie Padomju Savienībā veiktie pētījumi šai jomā. Cits pēc cita tika organizēti semināri un apspriedes dažādās pilsētās. Tāpat ar Ņ. Čiževskas-Engelhardtes aktīvu līdzdalību notika A. Čiževskim veltītie lasījumi. Vairāki zinātniskie institūti sāka nodarboties ar šo problēmu.

Saules pētnieki Latvijā pievērsās pamatjautājumam – kuri ir tie ģeofizikālie faktori, kas nodod dzīvajiem organismiem no tālās Saules nākošo korpuskulu enerģiju. Par vispārāzītām tai laikā bija divas parādības – Zemes magnētiskā lauka variācijas un atmosfēras spiediena krasas maiņas. Tomēr statistisks pētījums parādīja, ka neviens no faktoriem atsevišķi nekorelē pietiekami nozīmīgi ar jutīgāko biosfēras komponenti – sirds un asinsvadu slimību saasinājumiem. Tomēr šie negadījumi mēdz koncentrēties apmēram triju dienu intervālos, kad Saule pavērsusi pret mums lielas plankumu grupas. Tas it kā apstiprina heliobiologu pašu



Profesors Kristaps Rudzītis iepazīstas ar Radioastrofizikas observatorijas jaunākajiem pētījumiem Saules fizikas jomā 1965. gadā. Paskaidrojums sniedz N. Cimahoviča.

Visi foto no N. Cimahovičas pers. arhīva

sākotnējo pieņēmumu, ka Zemes dzīvību ietekmē kaut kādi atmosfērai caurspiedīgi starojumi, kas nāk tieši no Saules plankumiem. Tomēr nu jau gandrīz simt gadu laikā nekādas nepazīstamas starus nav izdevies atrast. Nācās secināt, ka plankumi ir tikai indikatori tiem laikposmiem, kad Saules aktīvie apgabali, kuri ģenerē gan īsviļņu, gan korpuskulāro radiāciju, pavērsti pret Zemi. Tad mūsu planētas atmosfērā notiek dažādas ārkārtējas parādības – magnētiskās un jonosfēras vētras, krasas atmosfēras gaisa masu cirkulācijas maiņas, kuru dēļ mainās arī procesu norise dzīvajā dabā. Mainās arī bioķīmiskās reakcijas, kas nosaka cilvēka nervu sistēmas darbību. Piemēram, plaši zināma autokatastrofu saistība ar laika maiņām. Mazāk zināms, ka infraskaņas viļņi, kas tiek ģenerēti polārblāzmu rajonos, sasniedzot Zemi, rada savādas izjūtas cilvēkos. Par to stāsta ziemeļos izsūtītie: *“Mēs zinājām, ka augšā ir kāvi arī tad, kad debess bija apmākusies.”* Tas atskan Annas Brigaderes dzejas rindās:

*Ziemeļu viesuļi pūta,
Dega sarkani kāvi,
Latvija Kalpaku sūta
Karot ar postu un nāvi.*

Jo arī Latvijas valsts dzima paaugstinātas Saules aktivitātes laikā. Šīs sakarības ir aplūkojis arī profesors Jānis Stradiņš (*Jāņa Stradiņa runa "Literatūras un Mākslas" vakarā 1989. gada 28. februārī. Publicēta "LM" 1989. gada 1. aprīlī.*). Viņš uzsver, ka vēsturei ir pašai savi likumi, taču var domāt, ka Saule uzbango cilvēku kaislibas tad, kad sabiedrība ir radikālām pārmaiņām sagatavota, kad tam ir sociāli cēloņi, kad plašas aprindas ir novestas līdz galējai robežai, viegli ierosināmas eksplozijai.

Pētījumi par Saules aktivitātes ietekmi uz Zemes dzīvās dabas norisēm laika gaitā ieguvu zinātnē "pilsoņa tiesības". Tie izvērtušies divos galvenajos virzienos – statistisku korelāciju meklējumi un ārējās vides fizikālo faktoru ietekme uz bioloģiskām sistēmām. Pirmais virziens ir īste-

nībā tīri ilustratīvs, jo par Saules aktivitātes lomu mūsu dzīvē šodien jau vairs nešaubāties. Toties mūsu aizvien dziļāk izprastā saistība ar kosmisko telpu liek risināt arī arvien nopietnākas problēmas fizikālo lauku iedarbības jomā. Šie uzdevumi saslēdzas ar modernās civilizācijas uzdotajām miklām – kas notiek ar cilvēku arvien pieaugošā elektromagnētiskā starojuma, smoga, radioaktivitātes, infraskaņas un trokšņa ietekmē? Šķiet, ka dabas parādību loma it kā nonivelējas. Tomēr, no otras puses, novājinātiem organismiem šādā vidē ir samazināta adaptācijas spēja, jo ne par velti ir pavisam vienkārši pamānāms, ka atmosfēras spiediena krasas maiņas atbalsojas sirds un asinsvadu slimību jomā. Saules aktivitāti tagad uztveram kā vienu no dabas spēkiem, kas neizbēgami mūs saista ar Visumu. 🐦

ILZE LOZE

STARP DEBESI UN ZEMI

Ieskatu par iespējamo vissenāko debess ķermeņu atveidojumu Latvijas teritorijā sniedz tematiska gravējumu grupa, kas atrodama uz kaula trīsstūrveida plāksnītes. Tā ir vairāk nekā 7000 gadu veca un atrasta arheoloģisko izrakumu laikā Zvidzes apmetnē mezolītam piederošajā kultūras slānī. Šī unikālā apmetne atrodas Lubāna klānu tiešā tuvumā, uz dienvidrietumiem no Lubāna ezera pašreizējās akvatorijas.

Mezolītam, kuru kādreiz sauca arī par vidējo akmens laikmetu, Baltijas jūras baseina zemēs, tostarp arī Latvijā, ir bijuši raksturīgi gravējumi uz kaula un raga rīkiem, kas izpildīti t. s. punktveida tehnikā – puantilismā.

Zvidzes apmetnes kaula plāksnītes gravējumu grupas centrā atrodas cilvēka figūra, kas attēlota puspagriezienā ar saliektu un uz augšu paceltu labo kāju, kā arī uz sāniem nostieptām rokām (*sk. att.*). Šā cilvēka figūras kontūras iezīmē sīki punktveida iedziļinājumi, kas

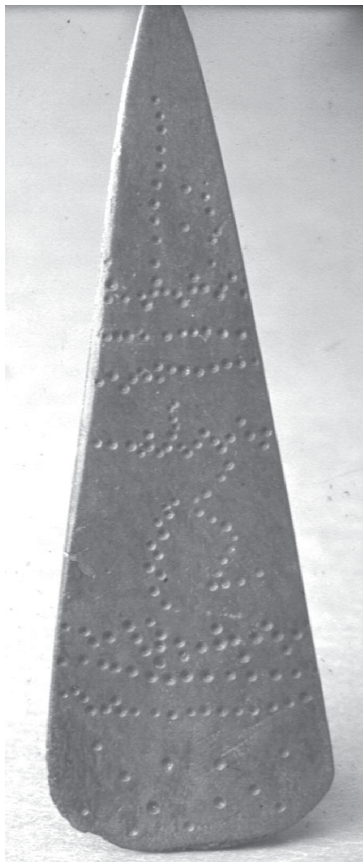
gravēti ar krama urbi. Arī galva attēlota visai shematiski ar vienu punktveida līniju.

Zem attēlotās personas shematiskās figūras atrodas trīs punktveida horizontālas līnijas, no kurām augšējā ir papildināta ar pamišus izvietotiem punktveida iedziļinājumiem.

Trīslīniju punktveida horizontālas rindas atrodas arī virs attēlotā cilvēka galvas. Arī šeit viena punktveida līnija, šoreiz gan pēdējā, ir papildināta ar pamišus izvietotajiem punktveida iedziļinājumiem.

Gravējums liek domāt, ka būtne attēlota starp divām plaknēm kādā telpā, šajā gadījumā, iespējams, starp zemi un debesi. Tāpēc arī var pieņemt, ka perpendikulāri pret "debess velni" izvietotās divas dažāda garuma punktveida līnijas un divi punkti starp tām atveido kādu noteiktu debess ķermeņu rindu.

Cilvēka figūras gravējums, attēlojot to kustībā, iespējams, norāda, ka tas varētu būt izpildījis kādu rituālu – žestu vai pat dejas soļus.



Tematiska gravējumu grupa ar cilvēku centrā. Zvīdres mezolīta apmetne, Madonas rajons, Ošupes pagasts.

Tas, ka būtne attēlota telpā – starp zemi un debesi –, liecina par šīs personas svarīgumu attiecīgās mezolīta kopienas dzīvē. Tātad šī persona varēja būt burvis vai zintnieks, kura vara pār cilvēkiem bija neierobežota.

Arheoastronomi ir jau rakstījuši par to, ka tieši mezolīts ir tas laiks, kad Zeme un Saules sistēma ieguva pašreizējo izskatu. Ir norādīts, ka tieši šajā laikā Mēness un visas planētas sāka kustēties pa kosmiskajām orbitām savādāk, nekā tas bija agrāk. Šo uzskatu pamato ar tēzi par globālu katastrofu, kas izmainīja Zemes klimatu un kā dēļ vēl ledus laikmetu (pleistocēnu)

nomainīja pēcledus laikmets (holocēns). Šo dabas katastrofu apraksta saistībā ar Zemes saskaršanos ar kādu lielu kosmisku ķermeni (iespējams, komētu), kuru Visumā bija izsviedusi kāda Saules sistēmas planēta vulkāniskā izvirduma laikā. Ar šo saskarsmi saista arī triecienu krāterus un kādas komētas stiklveida gabalu sakusumus (tektitus) dažādās vietās uz Zemes.

Ir atzīts, ka mezolīts ir laikmets, kad laika skaitīšanai sāka izmantot astronomiskus novērojumus.

Etnoarheoloģiskie dati liecina, ka pirmatnējās tautības lieliski orientējās debess ķermeņu kustībā. Piemēram, Austrālijas aborigēni pavasarā iestāšanos vienmēr ir saistījuši ar laiku, kad Plejādes tieši vakarā parādās pie debessjuma. Saules, Mēness un galveno zvaigžņu kustības tika atzīmētas ar lieliem svētkiem.

Speciālajā zinātniskajā literatūrā var atrast norādes par to, ka astronomisko zināšanu uzplaukuma laiks ir bijis raksturīgs tieši mednieku–zvejnieku–savācēju kopienām mezolītā. Tas, protams, saprotams globālā mērogā. Kā mednieks, tā zvejnieks, dodoties ceļā, vadījās pēc zvaigznēm. Neapšaubāmi, orientēšanās bez zvaigžņu kustību zināšanām nebija iespējama.

Punktveida gravējumi uz ikdienā un rituālos lietotajiem kaula un raga rīkiem var nozīmēt daudz vairāk, nekā mūsdienu cilvēks spēj iedomāties.

Punktveida gravējumi, kurus saista ar debess ķermeņiem, ir raksturīgi arī neolītam, kuru sauc par vēlo akmens laikmetu. Arheoloģiskajā materiālā var atrast daudz piemēru, kur arheoastronomi spēj kombinēt dažādu punktu savienojumus, lai pierādītu Plejāžu vai kādu citu debess ķermeņu izvietojumu noteikta laika ciklā. Tā, piemēram, dūrienu punktu grupa māla vērpiņās vērpiņas spicē ir interpretēta kā Vēža, Dvīņu, Lauvas un Svaru zvaigznājiem piederoša. Debesu ķermeņu apzīmējumi sākotnēji bija punktveida, tikai sākot ar 3.–2. gadu tūkstoši pirms Kristus dzimšanas Priekšāzijā zvaigznāju zodiķālajiem simboliem izvēlējās speciālas zīmes, kuras attēloja dažādu formu zvaigžņu vai sajūga ratu veidā. 🐦

E-VĒSTULE NO HAMBURGAS

Date: Mon, 22 Apr 2002 16:58:17 +0200
From: Tomass Romanovskis toro@tup.desy.de
To: Irena Pundure astra@latnet.lv
Subject: **Zvaigžņu ripa**

Sveika, Irena!

Es sestdien (20. aprīlī – I. P.) braucu veselus 500 km, lai apskatītu sensacionālo arheoloģisko atradumu – zvaigžņu ripu – 3600 gadu vecu. Tai ir krimināla vēsture: 1997. gadā to atrada ar metālu detektoru avantūristi, kas gribēja pārdot. Viņus noķēra vācu policija šogad Šveicē, un tagad divas nedēļas varēja to apskatīt. Tas ir pirmais Visuma vizuālais modelis ar praktisku nozīmi. Uz ripas (domājams, tas bijis karavadoņa vairogs) ir Saule (vai pilnmēness), Mēness sirpis un Sietiņš. Ideja varētu būt tāda, ka tad, kad rudenī Mēness kļūst sirpjveidīgs un pie horizonta parādās Sietiņš, tad ir rudens – sējas laiks. Pie apmales redzama debess laiva, kura laikam attēlo Saules diennakts kustību. Tas man šķiet ļoti saistoši, jo latviešu tautas dziesmās taču arī Saule brauc laivā pa nakti.

Pievienoju bildi (*sk. attēlu vāku 2. lpp.*). Homēra “*Iliādā*” arī var atrast līdzīgu vairoga aprakstu ar Mēness un Sietiņa sižetu. Homēra “*Iliādas*” 18. dziedājumā ir šādas rindas par līdzīgu vairogu (ja pareizi saprotu, tad Homēra “*Iliāda*” ir tapusi 800 gadus pēc nupat atrastās ripas izgatavošanas):

*Vairogu lielu un stipru viņš kaldināt sāka pa priekšu,
Prasmīgi greznodams visu un apvilkdams mirdzošu malu,
Gludenu, trīsreiz visapkārt, tai piekārdams sudraba siksnu.
Piecas šim vairogam plāksnes viņš salika citu uz citas,
Pēdējā veidodams brīnišķas gleznas ar sevišķu prasmi.
Debesi, zemi un jūru viņš tēloja vairoga vidū,
Hēliju nenogurstošo un blakus tam Mēnesi pilno,
Bariem tur spīgoja zvaigznes, kas debesis vaināgo nakti:
Plejādas, Hiādas spožās un dzižā Oriona stari,
Lāčmāte lielā, ko tauta mēdz dēvēt par Vezuma ratiem,
Virzās tā debesu jumā un vēro Orionu spilgto,
Vienai tik viņai nav gremdēties ļauts Okeāna viļņos.
Divas mirstīgo pilsētas krāšņas viņš tēloja tālāk...*

(Rīga, LVI, 1961. A. Giezena tulk. no grieķu val.)

Iedomājies, tas taču rakstīts veselus 800 gadus vēlāk, kad tika izgatavots atrastais vairogs. Tas nozīmē, ka tie bija ļoti izplatīti. Man ļoti patīk arī tā Saules laiva. Tas taču savukārt apdziedāts latviešu tautas dziesmās:

*Mēnessiņis tā vaicāja: kur, Saulīte, nakti guli?
Sak' Saulīte raudādama: vaj es arī nakti gulu?
Dienu teku zaļu birzi, nakti zelta laiviņā.*

LD 33860

*Saulīt' vēlu vakarā sēžas zelta laiviņā,
Rītā agri uzlēkdama, atstāj laivu ligojot.*

LD 33878; 2

Tas sasaista bronzas laikmeta kultūras Eiropā. Man liekas, ka zvaigžņu ripa pašreiz ir lielākais atradums arheoastronomijā. Tā domā arī citi. Zvaigžņu ripa tagad atrodas Halles Aizvēstures valsts muzejā (bij. Austrumvācijā, 150 km no Berlīnes). Tu vari apskatīt angļiski aprakstu arī www.archlisa.de/sternen/.

Sirsnīgi **Tomass**

ARTURS BALKLAVS

JĀNIS IKAUNIEKS – ZINĀTNES POPULARIZĒTĀJS

Tūlīt aiz zinātnes un modernas astronomiskas observatorijas celtniecības Latvijā, kas, protams, bija galvenie Jāņa Ikaunieka dzīves un darba aicinājumi, ir jāmin zinātnes popularizēšana un zinātnes sasniegumu propaganda. Jānis Ikaunieks ļoti labi apzinājās kā zinātnes popularizēšanas nozīmi vispār, tā arī zinātnieka **pienākumu** saprotamā veidā informēt sabiedrību par to, **kur, kā** un **kāpēc** tiek tērēti lieli tās intelektuālie, materiālie un finansiālie resursi.

It sevišķi tas, viņaprāt, attiecās uz astronomiem, ņemot vērā astronomijas īpašo vietu zinātnes sistēmā kā šīs sistēmas vainagojumu un sabiedrības lielum lielas daļas visai nepilnīgos un bieži vien pat aplamos priekšstatus par astronomisko pētījumu nozīmi ne tikai kosmiskās pasaules un tajā notiekošo procesu izpratnē, bet arī praktisku vajadzību nodrošināšanā tādās nozarēs kā, piemēram, laika dienests, ģeodēzija, fizika, kodoltermiskā sintēze u. c., kas sevišķi uzskatāmi atklājās, sākoties kosmiskās telpas praktiskai apgūšanai.

Astronomisko zināšanu, sasniegumu un atklājumu popularizēšanā bez galvenās, t. i., tīri izglītojošās, misijas Jānis Ikaunieks saskatīja vēl divas iespējas – ieinteresēt un piesaistīt astronomijai jaunatni un, ceļot šīs zinātnes nozares popularitāti, iegūt lielāku atbalstu un līdzekļus pētījumiem.

Šo stratēģisko izpratni, kura, manuprāt, arī šodien ir saglabājusi savu vērtību un aktualitāti, Jānis Ikaunieks ļoti konsekventi un neatlaidīgi centās ieaudzināt, var pat teikt, iepotēt visiem viņa pakļautībā strādājošajiem, sākot no zinātniskā līdzstrādnieka un inženiera un beidzot ar laborantu un tehniķi. It īpaši šī neatlaidība, protams, bija vērsta uz zinātniskajiem līdzstrādnie-



J. Ikauniekam un “Zvaigžņotajai Debessij” veltītā sešu lappušu prospekta priekšējā lappuse.

kiem, kuriem savos darba plānos blakus paredzamajiem zinātnisko pētījumu uzdevumiem un sagaidāmajiem rezultātiem vajadzēja ierakstīt arī ar zinātnes popularizēšanu saistītos pienākumus – ieplānot publiskas lekcijas vai populārzinātniskas publikācijas, vai, vēl labāk, abas divas.

Jānis Ikaunieks uzskatīja, ja zinātniskais līdzstrādnieks neprot saprotami un saistoši izstāstīt par saviem pētījumiem – kas ar tiem saistīts, kāda tiem ir nozīme, kā tie saistās ar citiem pētījumiem un lielākām problēmām, kādu labumu tie var dot, tad acīmredzot viņam pašam

kaut kas ļoti būtisks nav skaidrs un līdz ar to viņš nevar pretendēt uz atzinību un augstāku atalgojumu. Ja viņš kaut kādu motīvu dēļ negrib par to citiem pastāstīt, tad viņš ir jāpiespiež, izmantojot arī administrācijas ricībā esošos netiešās ietekmēšanas līdzekļus. Šo savu nostāju Jānis Ikaunieks ar panākumiem realizēja, jo visi viņa skolnieki to beigu beigās akceptēja vai bija spiesti akceptēt. Uzskatu, ka tas bija viens no visai svarīgiem faktoriem, kādēļ pēc Trešās atmodas, kad atjaunotās republikas valdību destruktīvās zinātnes politikas dēļ mūsu valsti sabruka vairāki starptautiski pazīstami institūti, laboratorijas un zinātniskas skolas, astronomija tomēr izdzīvoja un Ventspils Starptautiskais radioastronomijas centrs pat bija viena no pirmajām no jauna organizētajām zinātniskajām iestādēm pēcpadomju Latvijā. Domāju, ka arī šodien viens no visai būtiskiem iemesliem, kādēļ Latvijā zinātne vēl joprojām ir ļoti sliktā, var teikt, pabērna stāvoklī un ar zemu sabiedrisku reitingu, ir nepietiekami novērtētais un vāji izvērstais zinātnes popularizēšanas darbs, un šajā ziņā patiešām liela ir arī pašu zinātnieku vaina. Esmu pārliecināts, ja būtu dzīvs Jānis Ikaunieks, situācija būtu ne tikai savādāka, bet arī labāka.

Vēlreiz ierosinu Latvijas Zinātņu akadēmiju un tās zinātņu nodaļas, kā arī Latvijas Zinātnes padomi apsvērt iespējas atjaunot **akadēmiska**, starptautiski plaši pazīstamajam žurnālam “*Nature*” līdzīga populārzinātniska žurnāla izdošanu, kāds bija “*Atklājums*”. Tā būtu patiesi efektīva un tālredzīga investīcija nākotnei, kas ne tikai informētu sabiedrību par zinātnē notiekošo, tās problēmām, sasniegumiem un atklājumiem un to, kā šie sasniegumi ietekmē mūsu dzīves kvalitāti un attīstību, tā ceļot zinātnes prestižu, kalpotu latviskās zinātniskās terminoloģijas saglabāšanai un izkopšanai, kas šobrīd pamesta novārtā un apdraud valodas pilnvērtīgu funkcionēšanu, bet, galvenais, kalpotu jaunatnes piesaistišanai zinātnei, bez kā zinātnei Latvijā vispār nav nākotnes. Pašreiz Latvijā iznākošie nedaudzie šāda profila žurnāli vairāk veicina sabiedrības izglītošanu, kas, protams, arī ir ļoti svarīgi, bet mazāk veicina izcili gudru cilvē-

ku atražošanu, kas nav mazāk svarīgi, bet ir vēl svarīgāk, ja ne pats svarīgākais. Varbūt šāda žurnāla organizēšanu varētu veikt uz pašreiz iznākošā “*Tehniskās Apskata*” bāzes un “*ZvD*” ar “*Astronomisko Kalendāri*” varētu būt šāda žurnāla gadalaiku pielikums. Ir nepieciešams rast līdzekļus un pārdomāt to efektīvu koncentrāciju šā uzdevuma pēc iespējas ātrākai atrisināšanai.

Taču Jānis Ikaunieks ne tikai aicināja un spieda iesaistīties zinātnes popularizēšanas darbā savus kolēģus, bet arī pats rādīja izcilu piemēru. Viņš neatteica, bet labprāt uzstājās ar referātiem un lekcijām visdažādākajās auditorijās – skolās, kultūras namos, organizācijās un iestādēs, viņš piedalījās jautājumumu un atbilžu vakaros, uzrunāja klausītājus pa radio un televīzijā, izmantojot jebkuru iespēju, lai stāstītu par astronomiju un zinātni vispār. Viņa nolasīto un reģistrēto lekciju skaits pārsniedza 600, bet šaubos, vai visas bija uzskaitītas, jo speciālajā žurnālā, kas ZA Astrofizikas laboratorijā bija iekārtots darbinieku aktivitāšu uzskaitē zinātnes popularizēšanas jomā un no kurienes smēlās oficiālus datus, atskaites rakstot, nereti ieraksti tika izdarīti pēc lielākas vai mazākas laika distances, kad viena otra uzstāšanās vai publikācija presē jau varēja būt aizmirsusies.

Jānis Ikaunieks bija spīdošs orators. Viņa uzstāšanās bija gan interesantas, jo vienmēr tajās tika ietvertas jaunākās zinātnes atziņas, gan saistošas, gan klausītājiem ļoti uztveramas



N. Cimahoviča stāsta par radioastronomijas aizsākumiem J. Ikaunieka vadībā. I. Vilka foto

un saprotamas, gan idejiski asas, aizstāvot materiālistisko pasaules uzskatu, par kura pārstāvi viņš sevi pēc savas pilnas pārliecības uzskatīja.

Liels ir arī Jāņa Ikaunieka dažādos populārzinātniskos izdevumos, žurnālos u. c. iespiesto rakstu skaits, bet arī tas diemžēl nav līdz galam apzināts. Visai pilnīgs Jāņa Ikaunieka spalvai piederošo kā zinātnisko, tā populārzinātnisko publikāciju saraksts ir atrodamš “*Zvaigžņotās Debess*” (“*ZvD*”) 1969. gada rudens numurā 9.–16. lappusē. Tajā uzskaitīta Jāņa Ikaunieka 41 zinātniska publikācija, tostarp vairākas monogrāfijas, un 121 populārzinātnisks raksts bet, kā jau teicu, nav pārliecības, ka šī bibliogrāfija ir izsmeljoša. Viena no Jāņa Ikaunieka monogrāfijām, kas sarakstīta kopā ar Zentu Alksni, pēc viņa nāves tika tulkota un izdota angļiski.

Precīzi varam nosaukt nosaukta vienīgi “*ZvD*” publicēto rakstu skaitu, t. i., “*ZvD*” pirmajos 44 numuros, kuri iznāca Jāņa Ikaunieka laikā un kuriem viņš bija arī atbildīgais redaktors, ir publicēti 42 viņa raksti, respektīvi, vidēji gandrīz katrā numurā bija kāds Jāņa Ikaunieka raksts.

Lielu ieguldījumu Jānis Ikaunieks ir devis populārzinātniskās literatūras jomā, sarakstot piecas populārzinātniskas grāmatas, no kurām četras ir publicētas. Tās ir šajā izstādē⁹⁾ redzamās: “*Debess spīdekļu pasaulē*” (iznākusi 1953. gadā), “*Bezgalīgā Visuma tālēs*” (publicēta gadu vēlāk), “*Zvaigžņotais Visums*” (izdota 1958. gadā) un 10 gadus vēlāk kopā ar Viktoru Veldri sarakstītā “*Kosmoloģija. Antīpasaule. Kvarki*”. Neizdota, manuskriptā palikusi Jāņa Ikaunieka sarakstītā grāmata “*Kas ir bezgalība*”.

Iepazīstoties ar Jāņa Ikaunieka grāmatām, redzam, ka tās sarakstītas, sekojot noteiktai loģiskai sistēmai, ejot no vienkāršākā uz sarežģītāko. Tā, pirmā grāmata – “*Debess spīdekļu pasaulē*” – veltīta populāram, ja tā varētu teikt, tuvā kosmosa aprakstam – Saules sistēmas uzbūvei un Piena Ceļa pasaulei, nedaudz skarot arī astrofizikas un kosmogonijas jautājumus.

⁹⁾ Tematiskā izstāde “*Jānim Ikauniekam – 90, “Zvaigžņotā Debess” – 175*” LU Vēstures muzeja zālē 2002. gada martā–jūnijā.



ZA FTZN sēdē LAB prezidents I. Šmēlds pasniedza A. Alksnim – ilggadējam astronomijas popularizētājam – biedrības iedibināto Jāņa Ikaunieka medaļu. *I. Vilka foto*

Otrajā grāmatā – “*Bezgalīgā Visuma tālēs*”, ko pats autors nosaucis par populārzinātnisku apcerējumu, lai gan saturs ieturēts klasiskās astronomijas garā un iepazīstina lasītājus galvenokārt ar Visuma morfoloģiju, t. i., ar dažādiem kosmiskās pasaules objektiem un struktūrveidojumiem, astrofizikas daļa ir ievērojami pieaugusi un saistībā ar kosmoloģijas problēmām skarti arī filozofiski jautājumi. Ir pat speciāla nodaļa – “*Buržuaziskā kosmoloģija*”.

Trešajā grāmatā – “*Zvaigžņotais Visums*”, kura arī nosaukta par populārzinātnisku apcerējumu, debess mehānikas, astrofizikas un filozofijas jautājumi, kā arī dažādi kvantitatīvi kosmisko objektu raksturojumi aizņem lielāko daļu, bet ceturrtā grāmata – “*Kosmoloģija. Antīpasaule. Kvarki*”, kura pieteikta kā Visuma uzbūves populārs apraksts, jau pilnīgi veltīta makropasaules fizikai, t. i., Visuma izcelsmes jeb kosmoloģijas jautājumiem, uz kuriem atbildes meklējamas arī mikropasaules dzīlēs, un šiem jautājumiem tuvām filozofiskām problēmām, pēdējās izgaismojot tolaik par vienīgi pareizo pasludinātā, tā sauktā, dialektiskā materiālisma garā. Kopējas pasaules uzbūves un attīstības ainas rekonstruēšana, sākot no elementārdaļi-

ņām un beidzot ar Visumu, bija viena no Jāņa Ikaunieka lielākajām aizrautībām, un viņš vērigi sekoja visam jaunajam, kas šajās jomās parādījās.

Manuskriptā pabeigtais darbs – “*Kas ir bezgalība*”, cik atceros, savukārt jau pilnīgi bija veltīts ar Visuma uzbūvi un evolūciju saistītiem filozofiskajiem jautājumiem.

Ar šodienas zināšanām bagātinātām acīm pārskatot šīs grāmatas, protams, uzmanību var piesaistīt arī jau iepriekš atzīmētie autora centieni visu skaidrot no tā brīža valdošās marksistiski leņiniskās ideoloģijas uzspiestā, deformētā un primitivizētā materialistiskā pasaules uzskata pozīcijām un tādēļ blakus visnotaļ korrektai zinātniskai informācijai var atrast arī tādas rindkopas kā, piemēram, “.. *A. Einšteins – relativitātes teorijas radītājs, kurš, iegrimis ideālisma un mistikas varā, raksta par galīgo un aprobežoto Visumu, par kosmisko reliģiozītāti un pēdējos 30 gados nav spējis veikt nevienu zinātnisku pētījumu. Metafiziskais domāšanas veids neļauj buržuāziskajiem zinātniekiem cīnīties pret valdošās šķiras reakcionāro ideoloģiju*” (“*Bezgalīgā Visuma tālēs*”, 9. lpp.) u. c. tam līdzīgus. Apzinoties, ka Jānis Ikaunieks tomēr bija zinātnieks ar skaidri izteiktu uz realitātes adekvātu atspoguļojumu tendētu domāšanu, tās lielā mērā jāuzskata kā tolaik neizbēgama nodeva, kā noteiktu meslu maksāšana, lai bolševiku iedibinātās politikas apstākļos īstenotu savu otro mērķi – uzceltu Latvijā modemu observatoriju, kur latvieši, līdzīgi kā citas pietiekamu intelektuālās attīstības pakāpi sasniegušas nācijas (un Jānis Ikaunieks bija pārliecināts, ka latvieši pieder pie tādām nācijām), varētu nodarboties ar objektīvu kosmisku patiesību noskaidrošanu. Esmu pilnīgi pārliecināts, ka bez šādas lojalitātes izrādīšanas nebūtu nedz Astrofizikas observatorijas Baldones Riekstukalnā, nedz radioastronomijas Irbenē, bet bez tā diez vai kāds būtu ar mieru prognozēt iespējamo šābrīža astronomijas stāvokli Latvijas Universitātē un līdz ar to Latvijā vispār.

Jānis Ikaunieks nebija ne pārcilvēks, ne Rembo un, kur nevarēja ar spēku, lietoja viltību un ielaidās kompromisos, lai sasniegtu, viņa-

prāt, galveno – padarītu sabiedrībai pieejamus un saprotamus zinātnes sasniegumus un veicinātu zinātnes uzplaukumu kā patiesu sabiedrības attīstības priekšnoteikumu un dzīvējspēku. Neaizmirsīsim, ka daudziem no mums, sevišķi vecākās paaudzes pārstāvjiem, arī principā var pārnest zināmu meslu maksājumus, līdzīgus kompromisus, jo ilgus gadus, piemēram, nēsājām gan padomju pasēs, gan strādājām padomju varai.

Apskatot Jāņa Ikaunieka zinātnes popularizēšanas darbību, nevar pāriet garām arī viņa ieguldījumam jaunu izdevumu organizēšanā. Tā, 1953. gadā ar viņa iniciatīvu sāka iznākt “*Astronomiskais Kalendārs*”, bet 1958. gadā “*Zvaigžņotā Debess*”. Jānis Ikaunieks bija abu šo izdevumu atbildīgais redaktors līdz pat savai nāves dienai 1969. gada 27. aprīlī. Abi šie izdevumi, pateicoties Latvijas Zinātnes padomes, Latvijas Universitātes un Latvijas Zinātņu akadēmijas morālajam un finansiālajam atbalstam, turpina iznākt, tiesa gan, “*Astronomiskais Kalendārs*” ir zaudējis savu kādreizējo patstāvību un pašlaik tiek publicēts kā “*Zvaigžņotās Debess*” pielikums, taču tas nav sliktākais variants.

Jānis Ikaunieks aktīvi darbojās žurnāla “*Zinātne un Tehnika*” redakcijas kolēģijā, bija Republikas Zinību nama metodiskās padomes un Latvijas Komunistiskās partijas CK Republikāniskās ateistu padomes priekšsēdētājs.

Jānis Ikaunieks bija arī Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas dibināšanas iniciators un pirmais priekšsēdētājs no 1947. līdz 1961. gadam. No 1960. līdz 1965. gadam viņš bija Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Centrālās padomes loceklis, bet Latvijas nodaļas padomē viņš darbojās visu laiku līdz pat savām šīs zemes gaitu beigām. Darbs šajās organizācijās lielā mērā bija saistīts ar astronomijas un zinātnes sasniegumu popularizēšanu. Ar to vistiešākajā veidā bija saistīts arī darbs Rīgas planetārijā, kura viens no organizēšanas iniciatoriem atkal bija Jānis Ikaunieks.

Jāņa Ikaunieka aktivitātes un ieguldījumu zinātnes sasniegumu popularizēšanā un propagandā augstu novērtēja PSKP un Padomju val-

dība, 1967. gadā apbalvojot viņu ar valsts augstāko atzinības zīmi – Ļeņina ordeni. Šobrīd šo apbalvojumu var vērtēt dažādi, bet viens gan ir nenoliedzams – tāds zinātniskās neizglītības, vārda pilnā nozīmē, tumsonības līmenis, kāds tagad vērojams satriecoši lielā Latvijas sabiedrības daļā, Jāņa Ikaunieka laikā nebija.

Jānis Ikaunieks ir devis neapšaubāmi ļoti nozīmīgu ieguldījumu zinātnes atziņu propagandā un zinātniskās domāšanas popularizēšanā. Tas ir viņa liels un neapstrīdams nopelns, un tas arī izskaidro, kādēļ mums ir pamats viņu vēl šodien pieminēt un godināt kā vienu no Latvijas ievērojamākajiem šīs jomas pārstāvjiem. 🍷

LZA FIZIKAS UN TEHNISKO ZINĀTŅU NODAĻAS SĒDES LĒMUMS

PROTOKOLS Nr. 3

Rīga, 2002. gada 24. aprīlī

Latvijas zinātnieki vērs uzmanību par satraucošu mistikas, dažādu maģiju un māņticības izplatīšanos. Viens no būtiskākajiem faktoriem, kas veicina šo procesu, ir izglītības sistēmā veiktās haotiskās reformas, kad priekšroku dod galvenokārt gatavu instrukciju iegaumēšanai un to kvalitatīvai izpildei, nevis materiālās pasaules izpratnei, analītiskai un sintētiskai pieejai un domāšanas ieaudzināšanai un izkopšanai. Stāvokļa uzlabošanai ir nepieciešams veltīt nopietnu vērību to atziņu apgūšanai, ko mums dod dabaszinātnes – ne tikai materiālās, bet lielā mērā arī garīgās pasaules izziņāšana. Jāatjauno līdzsvars sākuma un vidējās izglītības sistēmā, palielinot dabaszinātņu bloka, tātad arī astronomijas ipatsvaru, jo citādi apstākļos, kad eksaktā informācija netiek novērtēta izglītības sistēmā un šī attieksme rod savu atspoguļojumu arī plašsaziņas līdzekļos, Latvijas sabiedrības lielākajai daļai draud briesmas pasaules zinātnē un tehnoloģijās notiekošos procesus pat nesa-prast. Šajā ziņā gan simptomātisks, gan biedējošs ir kaut vai tāds fakts, ka valsts populārākajos preses izdevumos regulāri tiek publicētas dažādas astroloģiskas blēņas, bet zinātniska satura raksti iekļūst ar grūtībām vai neiekļūst nemaz.

Lai mainītu garīgo situāciju Latvijā, pārtraucot tās turpmāku grimšanu misticismā un ar to neizbēgami saistītā atpalicībā, aicinām:



LZA Fizikas un tehnisko zinātņu nodaļas priekšsēdētājs akadēmiķis J. Ekmanis atklāj debates par sēdes lēmuma projektu. *I. Vilka foto*

Izglītības un zinātnes ministrijai (IZM):

- pievērst lielāku uzmanību dabaszinātņu, t. sk. astronomijas, mācīšanai, lai skolēni un topošie speciālisti spētu orientēties arvien pieaugošās dažādas kvalitātes informācijas apjomā;



Latvijas Universitātes rektors profesors I. Lācis atbalsta “Zvaigžņotās Debess” atbildīgā redaktora sagatavoto aicinājuma projektu IZM un plašsaziņas līdzekļiem.

I. Vilka foto

– gādāt, lai skolu bibliotēkās būtu pieejams populārzinātnisks gadalaiku izdevums “Zvaig-

žņotā Debess”, žurnāls “Terra” un citi populārzinātniski izdevumi, kas sniedz visaktuālāko informāciju gan par sasniegumiem Visuma izpratnē pasaulē, gan par Latvijas zinātnieku ieguldījumu dažādos pētījumu virzienos;

– novērst, ka IZM Izglītības satura un eksaminācijas centra gatavotajos materiālos parādās astronomijas un astroloģijas elementu mistrojums.

Valsts Radio un televīzijas padomei programmās vairāk ietvert zinātnieku sagatavotus raidījumus zinātnes atziņu un sasniegumu popularizēšanai, tai skaitā par astronomiskajām parādībām, lai sabiedrībā veltī nesatrauktos par parastām debess parādībām, Saules sistēmas planētu stāvokļiem vai Mēness fāzēm, kā tas notiek pašlaik.

Plašsaziņas līdzekļos nepieciešams aktīvāk popularizēt zinātnes, it īpaši Latvijas zinātnieku, sasniegumus. Sabiedrība, nezinot zinātnes skaidrojumus, tiecas ticēt jebkurai televīzijā, radio, preses izdevumā vai internetā publicētai un bieži vien nepietiekami izvērtētai gadījuma informācijai.

Fizikas un tehnisko zinātņu
nodaļas priekšsēdētājs
Zinātniskā sekretāre

J. Ekmanis
Ē. Tjuņina

IRENA PUNDURE

JĀŅA IKAUNIEKA UN “ZVAIGŽŅOTĀS DEBESS” DAUDZINĀŠANA

*Ozolu mežā – tur tevi daudzina,
Tur tevi daudzina, kronišus pinot.*

Izl. III 7127

Priekšdarbi. Gatavojot “Zvaigžņotās Debess” (“ZvD”) 2002. gada pavasara numuru – gadalaiku izdevuma 175. laidieni –, pagājušā gada decembrī tika noskaidrots redakcijas kolēģijas viedoklis par Jāņa Ikaunieka deviņdesmitgades svinībām aprīļa beigās. Pavasara numurā arī žurnāla lasītāji tika aicināti izteikt savus ierosinājumus. Apkopojot saņemtos priekšlikumus, tika sastādīts šo svinību pasākumu programmas projekts.

Latvijas Astronomijas biedrības (LAB) biedrs mākslinieks Jānis Strupulis atcerējās, ka 1987. gadā toreizējais biedrības priekšsēdētājs Matiss Dirīķis viņam pasūtījis daudz Ikaunieka medaļu. Tā kā nebija ziņu, ka 15 gadu laikā šī balva būtu tikusi izmantota (un medaļas bija), tad LAB Valde 2002. gada 25. februāra sēdē apstiprināja *Nolikumu par Jāņa Ikaunieka medaļas piešķiršanu* un pēc LAB Valdes locekļa A. Balklava-Grīnhofa ieteikuma pirmo Ikaunieka medaļu nolēma piešķirt Andrejam Alksnim (*sk. att. 54. lpp.*) – aktīvam astronomijas

popularizētājam un “ZvD” redakcijas kolēģijas loceklim visus 175 laidienus (*Dr. phys.* A. Alksnis Zaļajā Ceturtdienā bija arī viesis Latvijas Radio raidījumā “Kārlis Streips dod vārdu”).

LU Vēstures muzeja zālē (Rīgā, Raiņa bulv. 19) ar muzeja vadības laipnu atļauju un padomiem Klusās nedēļas laikā tika iekārtota un pēc Lieldienām (līdz Jāņiem) bija skatāma tematiska izstāde “Jānim Ikauniekam – 90 un “Zvaigžņotā Debess” – 175” (*sk. att. 55. lpp.*). Ekspozīcijā stendos un vitrīnās bija aplūkojami Jāņa Ikaunieka zinātniskie darbi latviešu, angļu un krievu valodā, fotomirkļi no viņa mūža – darbā, atpūtā un apliecinājumi par viņa darbīgo dzīvi, kas bija veltīta astronomijas attīstībai Latvijā, Rīgā un Maskavā izdoti diplomu, atestāti, Goda raksti, apliecinājumi u. c. materiāli, kā arī Ikaunieka populārzinātniskās grāmatas, *Astronomiskie kalendāri* un “Zvaigžņotās Debess” daudzie numuri.

Ikaunieka deviņdesmitgadei un “Zvaigžņotās Debess” jubilejas numuram Mārtiņš Gills izveidoja ilustrēta prospekta (*sk. att. 78. lpp.*) maketu, kura lappusītēs tika ievietota gan Jāņa Ikaunieka mūža hronoloģija, gan koncentrēta informācija par “Zvaigžņoto Debesi”, īpaši par 175. laidienu.

20. aprīlī tika izsūtīts redakcijas kolēģijas sagatavots *Paziņojums* plašsaziņas līdzekļiem “Par Jāni Ikaunieku un “Zvaigžņoto Debesi”” (publicēts “*Izglītībā un Kultūrā*” 3.V.2002. un “*Zinātnes Vēstnesi*” 6.V.2002.).



Sestdienā, 20. aprīlī, Baldones Riekstukalnā čakli strādāja talcinieki no Astronomijas institūta un Latvijas Astronomijas biedrības. *M. Gilla foto*

Svinības. Svinību pasākumos aprīļa pēdējā nedēļā bija iespēja piedalīties visiem, kas bija izteikuši vēlēšanos (*sk. “Aptauja “ZvD – 175”” – ZvD, 2002. g. pavasaris, 11., 12. lpp.*).

24. aprīļa pēcpusdienā notika Jānim Ikauniekam veltīta Latvijas Zinātņu akadēmijas (ZA) Fizikas un tehnisko zinātņu nodaļas (FTZN) izbraukuma sēde. Par sēdes vietu ZA FTZN bija izvēlējusies LU Vēstures muzeja zāli, kur atradās tematiskā ekspozīcija.

Sēdes dalībnieki, kur bez nodaļas locekļiem bija arī izdevniecības “Zinātne” direktore I. Jansone, apgāda “Mācību grāmatu” pārstāvji G. Kuzmane un J. Kuzmanis, “ZvD” rakstu autori I. Loze, A. Miķelsons, G. Raņķis u. c. (*sk. att. 55. lpp.*), lasītāji no Aizputes, Liepājas, Rīgas, Salacgrīvas (no saziņas līdzekļiem – “Zinātnes Vēstneša” redaktore Z. Kipere, Latvijas Radio žurnāliste B. Šāberte), noklausījās trīs Ikaunieka darba-biedru lasījumus: pirmo – par Jāni Ikaunieku kā astrofizikas aizsācēju Latvijā – *Dr. phys.* A. Alksnis, otro – par Jāni Ikaunieku kā radio-astronomijas aizsācēju Latvijā – *Dr. phys.* N. Cimahoviča un trešo – par Jāni Ikaunieku kā zinātnes popularizētāju – *Dr. phys.* A. Balklavs-Grīnhofs (*sk. 78.–82. lpp. šajā numurā*). Interesantus faktus par Jāni Ikaunieku Latvijas Universitātē un Latvijas Valsts universitātē atcerējās astronomijas vēsturnieks J. Klētnieks, starp citu pieminēdams viņam piemītošo apsviedīgumu un asprātību (piemēram, pārstāvēdams republikas ateistus boļševiku laikos, uz jautājumu “*Vai Dievs ir?*” Ikaunieks bez minstināšanās atbildēja: “*Protams, ka ir, savādāk nebūtu tik nikna cīņa pret viņu!*”).

Pēc lasījumiem sēdes vadītājs akademiķis J. Ekmanis aicināja apspriest LZA korespondētājlocekļa A. Balklava-Grīnhofa sagatavoto nodaļas sēdes lēmuma projektu. Tā (*sk. 82.–83. lpp. šajā nodaļā*) apspriešanā piedalījās ZA akademiķi A. Siliņš, LU rektors I. Lācis u. c.

Ar ziediem sēdes nobeiguma daļā tika izteikta atzinība gan pirmā laidiena redakcijas kolēģijas pārstāvei Ilgai Daubei, gan sakarā ar žurnāla 175. numura iznākšanu “Zvaigžņotās Debess” lasītāju nominētajiem populārākajiem



“Zvaigžņotās Debess” atbildīgie redaktori: Jānis Ikaunieks (pirmajiem 44 laidieniem) un Arturs Balklavs – ar 45. numuru līdz 175. un... *I. Vilka foto*

autoriem. Latvijas Universitātes rektors profesors I. Lācis nolasīja LU rīkojumu par Atzinības rakstu (pirmajiem trim arī prēmiju) piešķiršanu: **Andrejam Alksnim** – par ilggadēju ieguldījumu žurnāla “ZvD” redakcijas kolēģijas darbā

(lasītāju ievēribu iemantojis ar rakstiem par jaunumiem astronomijā u. c.); **Arturam Balklavam-Grīnhofam** – par ilggadēju ieguldījumu žurnāla “ZvD” izdošanas nodrošināšanā un redakcijas kolēģijas vadīšanu (lasītāju ievēribu iemantojis ar apskata rakstiem par astrofiziku, kosmoloģiju, Latvijas astronomiju u. c.); **Zentai Alksnei** (*sk. att. 54. lpp.*) – “ZvD” rakstu autorei kopš žurnāla pirmā laidiena (lasītāju ievēriba pašlaik iemantota ar rakstiem par citplanētām un par galaktiku pasauli); **Ilgonim Vilkam** – par aktīvu darbību žurnāla “ZvD” veidošanā un autoru piesaistīšanā (lasītāju ievēriba iemantota ar rakstiem par Saules sistēmas planētām un sasniegumiem kosmosā); **Mārtiņam Gillam** – par aktīvu darbību žurnāla “ZvD” veidošanā un izdomu dažādu pasākumu un konkursu rīkošanā (lasītāju ievēriba iemantota ar rakstiem par kosmiskajiem lidojumiem u. c.); **Jānim Jaunbergam** – par īpašu ieguldījumu žurnāla “ZvD” saturā bagātināšanā – Starptautiskās Marsa biedrības ietvaros popularizēdams Latvijas Marsa biedrību, publicējis un no Sinsinati Universitātes (ASV) gādājis interesantus materiālus, kopā ar M. Gillu katrā “ZvD” numurā rīkojis konkursus par Marsa izpēti un apguvi un apbalvojis uzvarētājus (lasītāju ievēriba iemantota ar rakstu sērijām par Marsu); **Irenai Pundurei** – par ilggadēju un iniciatīvas bagātu darbu žurnāla redakcijas kolēģijā (lasītāju ievēribu izpelnījusies ar rakstu sēriju par latvisko dievestību un kristietību). Vēlāk jaunākais sēdes dalībnieks Ziemeļvalstu ģimnāzijas 9. klases skolnieks Jānis



27. aprīlī Riekstukalnā Jāņa Ikaunieka atdusas vietā un pie atmiņu ugunsкура. *I. Pundures foto*



Svētku sveces 24. aprīli Rīgā un
27. aprīli Riekstukalnā (*pa labi*).

I. Vilka (augšā), I. Pūndures foto



Blūms izteica gandarījumu par apbalvoto izvēli un bija apmierināts, ka citi “ZvD” lasītāji bija vērtējuši līdzīgi viņam.

Skaistu velti redakcijas kolēģija saņēma no “Zvaigžņotās Debess” lasītājas un rakstu autores Elitas Viliamas – pašas mākslinieces ilustrētu pasaku grāmatu.

Neizpalika arī neliela uguņošana (*sk. att.*, sveces aizdedza Kārlis Bērziņš – jaunākais “ZvD” redakcijas kolēģijā – un Jānis Blūms, Vineta Straupe, Inga Začeste – Jauniešu astronomijas kluba pārstāvji), kā arī svētku kafija.

Pēc pāris dienām – sestdien, 27. aprīļa pirmspusdienā – no Zinātņu akadēmijas Augstceltnes Rīgā ar LAB apmaksātu autobusu devāmies uz Baldones Riekstukalnu, kur aizgājušā gadsimta piecdesmito gadu beigās Jānis Ikaunieks sāka īstenot savu sapni par modernu observatoriju Latvijā ar optisko un radioastronomisko novērojumu iespējām... Pēc piemiņas brīža (*sk. att.*) un ziedu nolikšanas “Zvaigžņotās Debess” dibinātāja fizikas-matemātikas zinātņu doktora Jāņa Ikaunieka atdusas vietā (27. aprīlis bija arī viņa nāves diena pirms 33 gadiem), pēc iepazīšanās ar *lielo Šmidtu* Oskara Paupera vadībā teleskopa paviljona piekalnē iekūrām atmiņu uguns-kuru ar dešiņām un bērzu sulu piedevās. Arī

Riekstukalnā svētku sveces iededza jaunākās paaudzes astronomijas interesenti – Krista un Sintija (*sk. att.*), Jānis un Pēteris. Atmiņās par Jāņa Ikaunieka skolotāja gaitu sākumu Aizputē dalījās Ikaunieka skolniece Rota Saveljeva. Ilga Daube, kura ar Ikaunieku pirmoreiz bija sastapusies uz ielas Liepājā, uz kurienu astronomu meklējumos Latvijas Zinātņu akadēmijai bija devies Ikaunieks, atcerējās, ka igauņi, kas vienlaikus, taču labvēlīgākos apstākļos sāka būtēt observatoriju Teraverē, apbrīnoja latviešus par to neprātīgo drosmi un uzņēmību pilnīgi bez infrastruktūras – ceļiem, elektrības – meža vidū (valsts mežam apkārt bija kolhoza zeme) celt observatoriju, uz ko bija spējīgs un gatavs Ikaunieks. Iespaidos par Ikaunieku kā kolēģi ZA Fizikas institūtā dalījās arī Artūrs Miķelsons u. c.

Vairākums pasākuma dalībnieku Riekstukalnā bija pirmoreiz. Izmetuši likumu pie Liliju ezera, devāmies atceļā. “*Divas brīnišķīgas dienas*” – atgriezies Rīgā, atzinīgi vērtēja “ZvD” lasītājs Arnolds Fugalickis, kas abas lasītājiem piedāvātās dienas aprīļa pēdējā nedēļā bija mērojis tālu ceļu no Liepājas.

Pateicamies Latvijas Universitātei, Latvijas Astronomijas biedrībai, ZA Fizikas un tehnisko zinātņu nodaļai par pasākumu atbalstu. 🐦

ARTURS BALKLAVS

ASTRONOMIJAS INSTITŪTS 2001. GADĀ

(Nobeigums)

Piedalīšanās programmās. Daļa AI darbinieku M. Ābeles un I. Šmelda vadībā piedalās arī LZP programmas *Fundamentālie un pielietojamie pētījumi, bāzēti uz novērojumu iespējām ar Ventpsils Starptautiskā radioastronomijas centra radioteleskopiem un to izmantošanu kosmiskās informācijas uztveršanai un pārraidei* izstrādāšanā, ko vada LZA īstenais loceklis, *Dr. habil. phys.* J. Ekmanis.

M. Ābeles vadītās, šajā programmā iekļautās apakšprogrammas *Radioteleskopu RT-32 un RT-16 atstarojošo virsmu un uzvadišanas precizitātes pētījumi dažādos ekspluatācijas apstākļos* izstrādāšanas gaitā (LZP finansējums 2001. gadā bija Ls 2938) veikti *RT-32* uzvadišanas precizitātes pētījumi Saules novērošanai Baltijas un Ziemeļvalstu radioastronomijas vasaras skolas laikā.

Abu VSRC antenu atstarojošo virsmu, no kuru izgatavošanas precizitātes ir atkarīgs antenu virsmas izmantošanas lietderības koeficients, mērīšanai tika izgatavots paralaktisks tālmērs, kas 14.09.2001. un 25.11.2001 izmantots *RT-32* galvenā spoguļa uzmērījumiem.

Ir izmērīts arī sekundārā spoguļa stāvoklis attiecībā pret galveno spoguļi. Ņemot vērā, ka mērīšanas precizitāte saskaņā ar tālmēra kalibrēšanas datiem ir ± 2 mm, var pieņemt, ka galvenā spoguļa virsmas izgatavošanas precizitāte nav mazāka par $\pm 2,5$ mm. Ar šādu virsmas precizitāti radioteleskopu var izmantot novērojumiem 12,2 GHz diapazonā bez ievērojamas virsmas izmantošanas koeficienta samazināšanās. Lai noteiktu reālo enerģijas sadalījumu un teleskopa izmantošanas koeficientu,

ir nepieciešams izmērīt arī sekundārā spoguļa virsmu un tās orientāciju.

Savukārt, izstrādājot I. Šmelda vadīto apakšprogrammu *Radioastronomisko metožu pielietojums kosmisko objektu pētījumos* (LZP finansējums 2001. gadā bija Ls 3110), ir izdarīta 2001. gadā ar VSRC radioteleskopu *RT-32* veikto lielas bāzes interferometrijas radionovērojumu 92 cm diapazonā pirmapstrāde. Konstatētas Saules aktīvo apgabalu interferences ainas pazīmes. Izdarīts secinājums, ka, lai iegūtu rezultātus, kuri būtu tālāk zinātniski izmantojami, jāturpina darbs pie radioteleskopa jutības uzlabošanas attiecīgajā viļņu garuma diapazonā, pirmām kārtām uzlabojot un modernizējot aparotāju.

Starptautiskie pētījumu projekti. AI līdzstrādnieki 2001. gadā ir strādājuši arī pie vairākiem (20) starpinstītūtu un starptautiskiem pētījumu projektiem, kuru finansēšana tāpat kā iepriekšējā gadā notika uz iekšējo resursu rēķina. Tie bija šādi (iekavās doti sadarbības partneri un atbildīgie par projektu izpildi AD): *Lāzerteleskopa modernizācija* (Somijas Ģeodēzijas institūta Metsahovi observatorija, M. Ābele, A. Pavēnis); *Novu novērojumi galaktikā M31 un apgabalā ap to* (MVUŠAI, A. Alksnis); *CGCS elektroniskā versijas sagatavošana atbilstoši Strasburgas* (Francija) *Astronomisko datu centra (CDS) standartiem* (Krievijas ZA Astronomijas institūts, A. Alksnis); *Pārnovu apvalku matemātiskā modelēšana* (Pielietojamās matemātikas institūts Maskavā, *Dr. phys.* E. Grاسبergs); *Satelītu lāzerlokācijas programma* (*Lāzerteleskopu uzstādīšana un modernizā-*

cija) (Ļvovas Nacionālā universitāte un Užgorodas Valsts universitāte (Ukraina), K. Lapuška, M. Ābele); *Satelītu lāzerlokācijas programmas, tai skaitā projekti "ERS – 1 + ERS – 2 Mission" (Distancionālās zondēšanas satelītu borta altimetru kalibrēšana, izmantojot lāzerlokācijas mērījumus, un navigācijas nodrošinājums) un projekts "CHAMP Mission" (Zemei tuvā magnētiskā un gravitācijas lauka izpēte (GeoforschungsZentrum Potsdam (Vācija), K. Lapuška); Laika mērīšanas un satelītu lāzerlokācijas programmas (Technische Hochschule Deggendorf (Vācija), K. Lapuška); Satelītu lāzerlokācijas programma (NASA Goddard Space Flight Center (ASV), K. Lapuška); Satelītu lāzerlokācijas, globālās vietošanas sistēmas un gravimetrijas programmas (Somijas Ģeodēzijas institūts, K. Lapuška); Sadarbība satelītu lāzerlokācijā (Lāzerteleskopu uzstādīšana un modernizācija) (Alčevskas Metalurģijas institūts (Ukraina), K. Lapuška); Satelītu lāzerlokācijā lietoto pikosekunžu laika intervālu mērītāju izveidošana un pārbaude. Elektronikas mezglu izstrāde signālu analīzei un apstrādei (EDI, K. Lapuška); Globālās vietošanas sistēmas programmas **EUREF**, **IGS** (OKO, K. Lapuška); Valsts ģeodēziskās koordinātu sistēmas nullpunkta uzturēšanā Globālajā ģeodēzisko koordinātu sistēmā un Eiropas sistēmā **EUREF** (Latvijas Republikas Valsts zemes dienests, K. Lapuška); Saules koronālā magnetografēšana ar radiometodēm (Florences Universitāte (Itālija), Dr. phys. B. Rjabovs); SAA ar koronālo strīmeri magnētiskā lauka analīze, izmantojot **Mees Solar Observatory** magnetogrāfisko novērojumu materiālus (Montānas štata Universitāte (ASV), B. Rjabovs); Saules vainaga pētniecība ar radioastronomijas metodēm (Krievijas ZA Speciālā astrofizikālā observatorija (RATAN – 600), ASV Nacionālā radioastronomiskā observatorija un Nobeļamās Radioobservatorija (Japāna), B. Rjabovs); Starpzvaigžņu gāzes–putekļu mākoņu B1, B5, TMC – 1, L379 radionovērojumu analīze un interpretācija (Krievijas ZA Astrokosmiskais centrs, I. Šmelde); OH/IR vēlo spektra*

klašu zvaigžņu novērojumi optiskajā un radio diapazonā (MVUŠAI, I. Šmelde); VSRC RT – 32 iespēju noskaidrošana (Zemas frekvences interferometrijas observatoriju tīkls, I. Šmelde); Astronomijas mācību metodikas izstrāde programmā "Astronomy in New Millennium". Dalībvalstis: Latvija, Portugāle, Somija, Spānija, Vācija (Eiropas Savienības programma SOCRATES – COMENIUS Action 3.1, I. Vilks).

AI līdzstrādnieki ar referātiem un ziņojumiem uzstājušies vairākās zinātniskās sanāksmēs un konferencēs (8), kā arī piecu konferenču materiālos ir publicētas nolasīto referātu tēzes.

Dalība mācību darbā u. c. aktivitātes.

Spraigs ir bijis arī mācību darbs. J. Žagars un I. Vilks ir lasījuši lekciju kursu "Astronomija un astrofizika" LU Fizikas un matemātikas fakultātes fizikas specialitātes studentiem un "Ievads astronomijā" – Liepājas Pedagoģijas akadēmijā matemātikas un informātikas specialitātes studentiem.

Dažādos astronomijas speckursos pieņemti 7 bakalaura un maģistra eksāmeni (A. Balklavs, B. Rjabovs un I. Šmelde).

Izstrādātas vairākas LU maģistrantūras kursu programmas astronomijā fizikas specialitātes studentiem: *Zvaigžņu astronomija, Mainzvaigznes un Novērojumu tehnika un metodes astronomijā* (A. Alksnis), *Vispārīgā astrofizika, Ievads radioastronomijā, Radioastronomijas instrumenti un metodes un Interferometrija un atēlu sintēze radioastronomijā* (A. Balklavs), *Zvaigžņu iekšējā uzbūve un evolūcija* (U. Dzēvītis) un *Zvaigžņu spektroskopija* (I. Eglītis).

Pie promocijas darbu "Digitālo multispektrālo astronomisko un satelītattēlu matemātiskā analīze" un "Zemes mākslīgo pavadoņu lāzerlokācijas teleskopu vadības un datu uzkrāšanas sistēmas" izstrādēm strādājuši AI pētnieki V. Lapoška, K. Salmiņš.

2001. gadā par LZA korespondētājloekli ievēlēts AI vadošais pētnieks M. Ābele, bet LZA Frīdriha Candra balva astronomijā par vienotas tematikas zinātnisku darbu kopumu "Zemes mākslīgo pavadoņu redzamā kustība" tika piešķirta bijušajam AI vadošajam pētniekam, tagad

LU asociētajam profesoram un Ventspils Augstskolas prorektoram J. Žagaram.

Tāpat kā iepriekšējā gadā var atzīmēt līdzdalību starptautiskajās organizācijās kā Starptautiskajā Astronomu savienībā (*IAU*; M. Ābele, A. Alksnis, A. Balklavs, K. Lapuška, I. Šmelds, I. Vilks), Eiropas Astronomu biedrībā (*EAŠ*; A. Alksnis, A. Balklavs, I. Eglītis, B. Rjabovs, I. Šmelds, J. Žagars), Starptautiskajā amatieru profesionāļu fotoelektriskās fotometrijas biedrībā (*I. A. P. P. P.*; A. Balklavs), Eiropas Astronomijas izglītības asociācijā (I. Vilks – biedrs un nacionālais pārstāvis), Eirāzijas Astronomijas biedrībā (A. Alksnis, I. Eglītis, I. Šmelds), Klusā Okeāna Astronomijas biedrībā (I. Eglītis), kā arī Latvijas Astronomu biedrībā, darbu LZP ekspertu komisijā (A. Balklavs), VSRC Starptautiskajā konsultatīvajā padomē (A. Balklavs), darbu zinātnisko žurnālu "*Latvijas Zinātņu Akadēmijas Vēstis*" un starptautisko žurnālu "*Baltic Astronomy*" un "*Astronomical and Astrophysical Transactions*" redakcijas kolēģijās (attiecīgi A. Balklavs un I. Šmelds), darbu populārzinātnisko žurnālu "*Zvaigžņotā Debess*" un "*Terra*" redakcijas kolēģijās (attiecīgi A. Alksnis, A. Balklavs, I. Pundure, I. Vilks un I. Vilks).

Pārskata periodā 40 apmeklētāju grupas iepazīstinātas ar AI Astrofizikas observatoriju Baldones Riekstukalnā: Šmita teleskopu, veicamajiem zvaigžņu pētījumiem un astronomiskajiem novērojumiem. Lekcijās – ekskursijās, kurās piedalījušies 888 interesenti (galvenokārt skolēni, studenti, pasniedzēji un ārzemju viesi no ASV, Vācijas), izskaidrota astronomijas un eksakto zinātņu nozīme modernas tehnoloģijas un informatīvas sabiedrības attīstības nodrošināšanai (A. Alksnis, I. Eglītis, O. Paupers).

40 grupas (1100 personu) iepazīstinātas ar AI Astronomisko observatoriju vai apmeklējušas zvaigžņotās debess demonstrējumus LU Astronomiskajā tornī Rīgā (I. Vilks, D. Docenko, I. Pundure, I. Šmelds).

Joprojām ļoti liels ir AI ieguldījums VSRC darbībā un attīstībā (M. Ābele, B. Rjabovs, I. Šmelds un J. Žagars).

Apgādā "*Norden*" ir iznākusi "*Zinātnes un tehnoloģijas vārdnīca*", kurā astronomijas un kosmonautikas šķirkļus ir izstrādājis I. Vilks, bet kompaktdiska formātā sagatavota un iznākusi ilustrēta enciklopēdija "*Vizuālā astronomija*", kura arī tapusi ar I. Vilka līdzdalību.

Savu darbu un veikumu kontā AI atkal var ierakstīt "*Zvaigžņotās Debess*" 2001. gada četru laidienus, kā arī "*Astronomiskais kalendārs 2002*" sagatavošanu un izdošanu. Kā "*Zvaigžņotajā Debesī*", tā arī citos izdevumos AI darbinieki publicējuši ap 50 populārzinātnisku rakstu, piedalījušies 10 radio un televīzijas raidījumos par astronomijas jautājumiem un snieguši intervijas laikrakstiem, organizējuši Rīgas 28. atklāto skolēnu astronomijas olimpiādi, darbojušies Latvijas skolēnu zinātniskās konferences un Baltijas valstu skolēnu zinātniskās konferences žūrijās utt.

2001. gadā LU AI, kuru var uzskatīt par Latvijā veikto astronomisko pētījumu bāzes institūtu, zinātniskās pētniecības un citus darbus veica ap 20 darbinieku, starp tiem 13 zinātņu doktoru, no kuriem 10 strādāja pamatdarbā, bet 3 – kā blakus darbā.

Informāciju par LU AI var gūt arī interneta mājaslapā: <http://www.astr.lu.lv/>, <http://www.lza.lv/inst/in06.htm>. 🐦

Vasaras numurā publicētās krustvārdu mīklas atbildes

Līmeniski: 7. Bortinženieri. 8. Blende. 9. Ekran. 10. Bleks. 12. Osaka. 13. Biela. 17. Gibsons. 18. Kvadrants. 20. Serebrovs. 22. Eridāna. 25. Gauss. 26. Limbs. 27. Diass. 30. Krava. 31. Rainis. 32. Kapustinjaras.

Stateniski: 1. Pollukss. 2. Atons. 3. Anderss. 4. Tereškova. 5. Hidra. 6. Francija. 11. Leitena. 14. Latents. 15. Indra. 16. Adara. 19. Šveikarts. 21. Eksaktas. 23. Dziliņas. 24. Oberons. 28. Saļut. 29. Aizas.

LU ASTRONOMISKAJAI OBSERVATORIJAI – 80

Nozīmīgākie notikumi, kas sekmējuši vai ietekmējuši LU Astronomiskās observatorijas izveidošanos un attīstību

- 1862.** Rīgas Politehnikuma darbības sākums.
- 1869.** Pabeigta Politehnikuma ēkas pirmās kārtas celtniecība ar observatorijas vajadzībām projektētu instrumentu torni.
- 1873.–1899.** Politehnikumā strādā Aleksandrs Beks (1847–1926), docents, no 1874. gada profesors tēlotājā ģeometrijā un ģeodēzijā. Radījis nādirinstrumentus, ar kuriem atkārtoti noteicis Politehnikuma ģeogrāfisko platumu (1890, 1892, 1894).



Kāda vizuāla informācija par astronomiju Rīgas Politehniskajā institūtā (nav zināms laiks un vieta).

- 1874.** (ap Jāņiem) Politehnikuma observatorijā izdarīti precīzi komētas mērījumi (kalendāra ziņa).
- 1879.** Pirmā zinātniskā publikācija par astronomiskiem novērojumiem 1879. gada 31. janvārī Politehnikuma tornī (autors A. Beks, žurnāls “*Astronomische Nachrichten*” Ķīlē).
- 1879.** Krievijas kara topogrāfiskā korpusa virsnieki I. Pomerancevs un S. Rilke astro-

1922. gadu uzskata par Latvijas Universitātes Astronomiskās observatorijas dibināšanas gadu, kad iepriekšējā gadā izveidotais astronomiskais kabinets pārdēvēts par observatoriju. Savukārt arī astronomiskais kabinets nebija radies pilnīgi tukšā vietā no nekā, jo neatkarīgās Latvijas pirmā augstākā mācību iestāde 1919. gadā bija dibināta uz agrākā Rīgas Politehniskā institūta bāzes, kura pirmsākumos vēl 19. gs. Politehnikuma laikā zināma loma bija ierādīta arī astronomijai: speciāli uzceltajā ēkā (tagad LU galvenajā ēkā Raiņa bulvārī 19) bija tornis astronomiska instrumenta novietošanai un mācību spēku interešu lokā bija arī astronomiskas problēmas.

Observatorijas izveidošanos labi raksturo kāds saglabājies teksts ar virsrakstu “Pārskats par Latvijas Universitātes Astronomiskās observatorijas darbību no dibināšanas līdz 1924. gada rudens semestrim”. Iespējams, ka šā pārskata sastādītājs ir vēlākais LU docents un Laplatas Universitātes profesors Sergejs Slaučītājs (1902–1982). Ziņojums satur nozīmīgu informāciju par Latvijas brīvvalsts pirmo gadu astronomijas stāvokli un attīstību. Sniedzam šeit pilnu pārskata tekstu, saglabājot tā laika valodas stilu, bet ievērojot mūsdienu pareizrakstības normas.

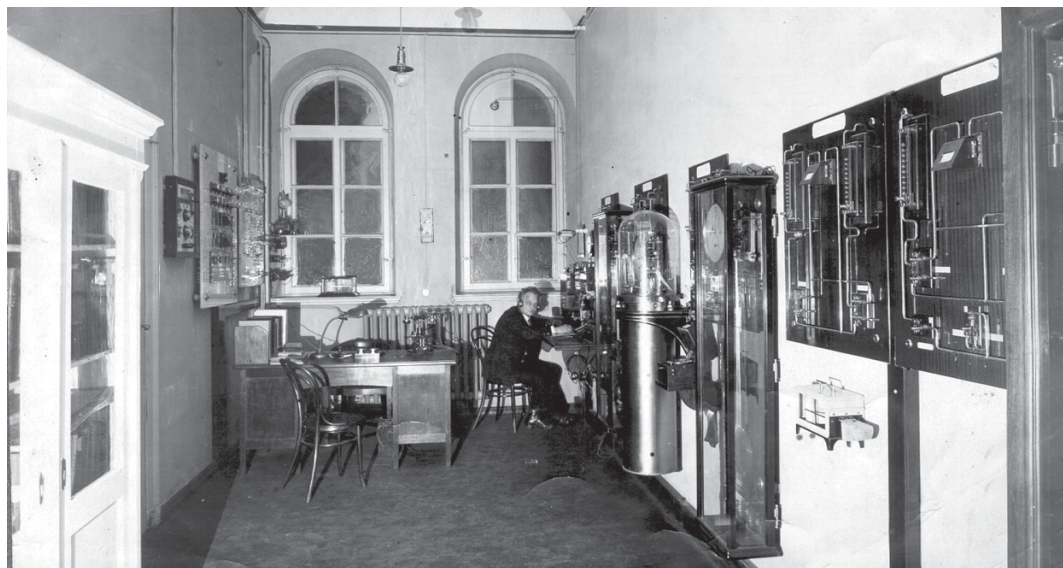
1920. gada rudens semestrī par lektoru sfēriskajā trigonometrijā un praktiskajā astronomijā Augstskolas organizācijas padome ievēl Alfredu Žaggeru. Mācības līdzekļu, it sevišķi instrumentu, kā arī atsevišķu telpu astronomijas pasniegšanai nav. Praktiskie darbi ievadā praktiskajā astronomijā tāpēc notiek rudens semestrī jūrskolas pagaidu telpās Nikolaja ielā 1a (tagad *Krišjāņa Valdemāra iela* – L. R.), kur lieto jūrskolai piederošos mācību līdzekļus. 1921. gada pavasara semestrī praktiskie darbi notiek turpat, jo Universitātei vēl nav savu instrumentu. Lektors Žaggers 1920./1921. mācību gadā lasa sfērisko trigonometriju un ievadu praktiskajā astronomijā.

nomisku novērojumu ceļā ar telegrāfisku sakaru palīdzību nosaka Viļņas un Rīgas ģeogrāfisko garumu starpību.

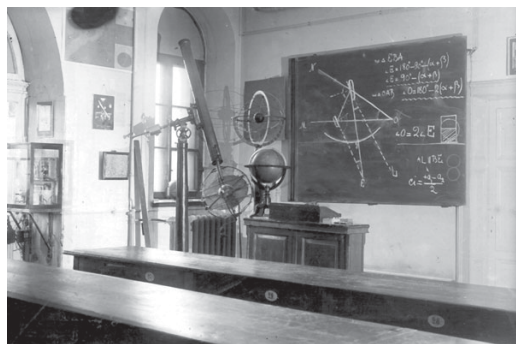
- 1885.** Krievijas kara topogrāfiskā korpusa virsnieki Miončinskis un Poļanovskis nosaka Rīgas un Tērbatas garumu starpību.
- 1919.** 8. februārī publicēts padomju valdības dekrēts par Latvijas Augstskolas dibināšanu. 28. septembrī atklāta Latvijas Augstskola, vēlāk Latvijas Universitāte.
- 1921.** Izveidots astronomiskais kabinets.

1921. gada rudens semestrī izdodas iegūt atsevišķas telpas: auditoriju, divas blakus telpas, tālskata torni, kurā agrāk Rīgas Politehnikuma laikā bija uzstādīti daži astronomiski instrumenti, kas kara laikā aizvesti uz Krieviju.

Lai varētu iekārtot mācību nolūkiem un arī valsts vajadzībām nepieciešamo laika dienestu, 1921. gada sākumā tiek pieņemts par hronometristu Ernsts Lipps un vasarā sūtīts uz Vāciju pie C. Rieflera pārtaisīt astronomiskos pulksteņus *Denker 34* un *Knoblich 2004*, kā arī atvest



Astronomiskās observatorijas pārziņa kabinets (20. gs. 20. gadu sākums).

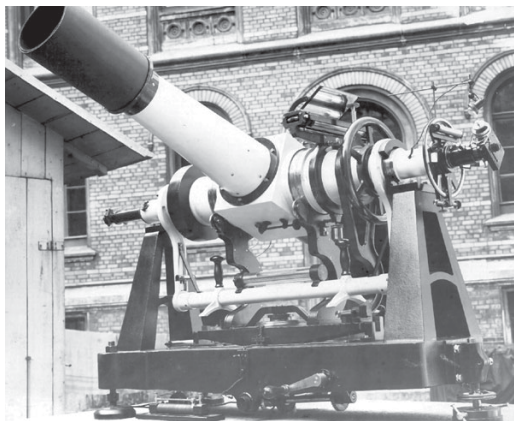


Observatorijas auditorija.

laika dienestam pasūtīto un astronomiskā kabineta vajadzībām ierīkojamā *Riefler* tipa A2 astronomisko pulksteņi ar vajadzīgiem kontaktiem un palīģaparātiem laika signālu došanai.

1921. gada rudens semestrī tiek nodibināts astronomiskais kabinets. Kabineta pārziņāšanu uzdod A. Žaggeram. Par subasistentu pie astronomijas katedras tiek ievēlēts Leonīds Slaucītājs. Firmai *G. Heyde* Drēzdenē pasūta lielāku pasāžinstrumentu. Iegādājas grāmatas, vairākus mazus papildinstrumentus, nopērk firmas *Heyde* 110 mm paralaktisko refraktoru ar pulksteņa mehānismu un uzstāda torni. Iegādājas mazu pasāž-

- 1922.** 18. oktobrī astronomiskais kabinets pārdēvēts par LU Astronomisko observatoriju, apstiprinot Alfredu Žaggeru (1878–1956) pārziņa amatā.
- 1927.** Rigā notiek Baltijas Ģeodēzijas komisijas sanāksme.
- 1929.** Baltijas ģeodēzijas programmas ietvaros Latvijas astronomi nosaka Rīgas un Tallinas ģeogrāfisko garumu starpību (novērotājs S. Slaucītājs).
- 1944.** Izveidota Astronomijas katedra, vadītājs profesors Frīcis Blumbahs (1864–1949).
- 1946.** F. Blumbahs ievēlēts par LPSR Zinātņu akadēmijas goda locekli.
- 1951.** Likvidēta Astronomijas katedra un astronomijas specialitāte Universitātē.
- 1951.** Regulārus astronomiskus novērojumus uzsāk observatorijas laika dienests, iekļaudamies PSRS vienotā laika dienesta sastāvā.
- 1957.** LU Laika dienests apstiprināts par Starptautiskā ģeofiziskā gada (SĢG 1957–1958) dalībnieku: piešķirtas zinātnisko līdzstrādnieku štata vietas, līdzekļi aparatūras iegādei un kapitālai celtniecībai.



Firmas *G. Heyde* pasāžinstrumentu LU vecās ēkas pagalmā (tagad šajā vietā atrodas LU Lielā aula), ar kuru 1960. gadā pēc Horebova–Talkota metodes novērojumu ceļā noteikts Riekstkalna observatorijas ģeogrāfiskais platumu.

instrumentu. Praktiskiem darbiem palienē no dažādām iestādēm universālinstrumentu, teodolītu un dažus sīkākus mērīšanas līdzekļus. Praktiskie darbi jau notiek Universitātes telpās. Uz vecās ēkas jumta no jauna uzbūvē stubu instrumentu uzstādīšanai praktiskiem darbiem tani pašā vietā, kur pirms kara atradās Rīgas “nullpunkts”.

1921./1922. mērīšanas gadā A. Žaggers lasa ievadu astronomijā, praktisko astronomiju un sfērisko trigonometriju ar praktiskajiem darbiem minētos priekšmetos. Astronomiskos pulksteņus pagaidām uzstāda auditorijas blakus telpās un iekārto laika dienestu.

1923. gada sākumā no Aizsardzības ministrijas tiek palienēts mazs radioaparāts pareizo laika signālu uztveršanai, un, no tā laika sākot, astronomiskos pulksteņus salīdzina ar Parīzes, Nauenas radio laika signāliem. Vasarā sākumā astronomiskos pulksteņus, kuri līdz šim atradās neapkurināmā un stiprām temperatūras maiņām padotā istabā, pārvieto pārziņa kabinetā. Iegādāti daži mazāki instrumenti: sekstanti, prizmu riņķis, hronometri, līmeņu pārbaudītājs, Repsolda spoguļa instruments, atlasīti grāmatas un citi mērīšanas līdzekļi. Uzstāda un elektriski savieno ar pulksteņiem firmas *Fuess* hronogrāfu laika atzīmēšanai.

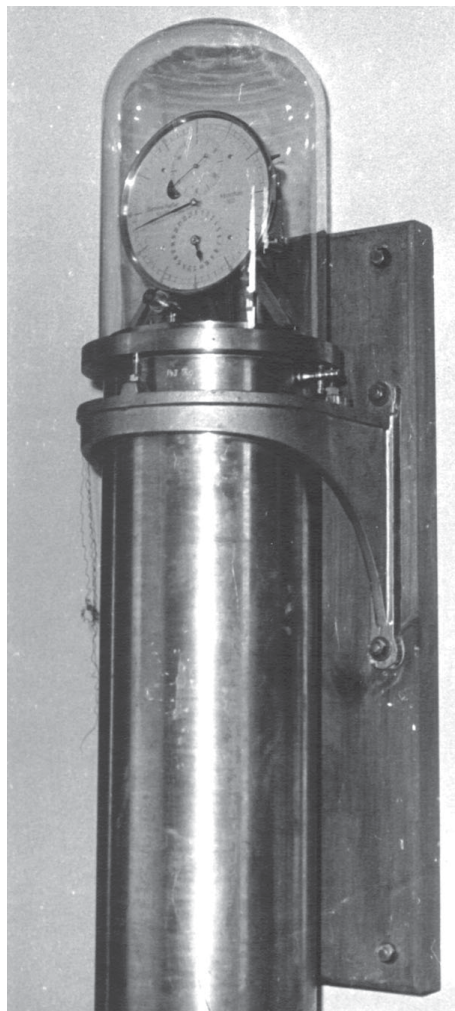
1922. gada vasarā lektors A. Žaggers tiek komandēts zinātniskā nolūkā uz Vāciju. Oktobrī uzstāda firmas *Telefunken* audio uztvērēju ar zemperioda pastiprinātāju laika signālu uztveršanai. Decembrī saņem un pagaidām kabinetā uzstāda galveno vidējā laika astronomisko pulksteni.

Pēc Matemātikas–dabaszinātņu fakultātes priekšlikuma Latvijas Universitātes Padome 1922. gada 18. oktobrī nolēmj pārdēvēt Latvijas Universitātes astronomisko kabinetu par Latvijas Universitātes Astronomisko observatoriju, atstājot par pārziņi līdzšinējo kabineta pārziņi A. Žaggeru. Matemātikas–dabaszinātņu fakultāte ievēl lektoru A. Žaggeru par praktiskās astronomijas docentu, par kādu to apstiprina izglītības ministrs ar 1923. gada 1. janvāri.

1923. gada februārī saņem lielo *Heyde* pasāžinstrumentu ar objektīva diametru 110 mm. Līdzekļu trūkuma dēļ instrumentu pagaidām uzstāda uz atsevišķa pamata Universitātes vecās ēkas

Par SĢG veicamo pasākumu vadītāju Universitātē apstiprināts Kārlis Šteins (1911–1983).

- 1957.** LVU Fizikas un matemātikas fakultātē izveidota Zemes mākslīgo pavadoņu novērošanas stacija, vadītājs Valerians Šmelings (1902–1979). Vēlāk ZMP novērošanas stacija pievienota Astronomiskajai observatorijai.



Viens no firmas *C. Riefler* A2 tipa astronomiskajiem svārsta pulksteņiem.

pagalmā. Pagraba telpās uzbūvē atsevišķu no grīdas izolētu lielu pamatu galveno astronomisko pulksteņu piestiprināšanai. Ar slikti vadošām sienām minētais pamats ieslēgts atsevišķā istabā.

1923. gada pavasari laika dienesta vajadzībām uzstāda slēgtāfeles, akumulatoru baterijas, strāvas izlīdzinātāju un izdara plašāku elektrisko vadu montāžu, ko veic J. Grinbaums.

1923. gada vasaras sākumā par subasistentu pie astronomijas katedras tiek ievēlēts Leo Kokle. Jūnija mēnesī saņem firmas *Hildebrandt* lielo universālinstrumentu un uzstāda uz atsevišķa pamata. 1923. gada vasarā ar to tiek nepārtraukti izdarīti novērojumi Observatorijas platuma noteikšanai.

Iegādājas azimutāli uzstādāmu tālskati ar objektīva caurmēru 100 mm. Galvenos astronomiskos pulksteņus novieto pulksteņu telpās pagrabā. Septembrī saņem Observatorijai dāvāto Kopenhāgenas firmas *Radiofon Utzon Buch* radiouztvērēja aparātu. 1923. gada novembra beigās atstāj dienestu Leo Kokle. Viņa vietā decembra sākumā par subasistentu tiek ievēlēts Rostislavs Likais.

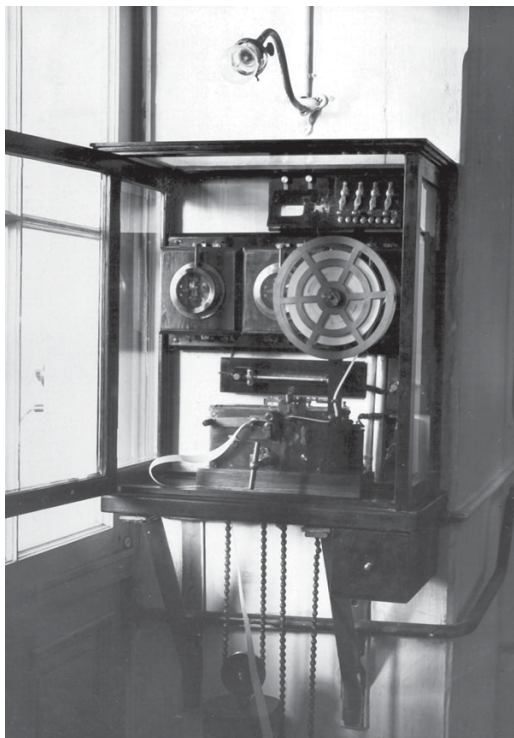
1924. gadā iesākta sarakstīšanās ar visām ievērojamākajām pasaules astronomiskajām observatorijām publikāciju apmaiņai. 1924. gada aprīlī uz Fiziskās ģeogrāfijas un ģeonomijas institūtu pāriet subasistents Leonīds Slaucītājs. Viņa vietā par subasistentu ievēl Sergeju Slaucītāju.

1924. gada pavasari tiek izdarīti mēģinājumi automātiski atzīmēt Parīzes ziniskos bezdrāts laika signālus uz hronogrāfa lentes blakus vietējā astronomiskā pulksteņa sekunžu atzīmēm, lai pie signālu uztveršanas atsvabinātos no personīgām kļūdām. Radiouztvērēja iekārta tiek attiecīgi papildināta. Vasarā tālākus mēģinājumus stipri kavē atmosfēras elektriskie traucējumi, tādēļ tālākie darbi jāatliek uz rudeni.

Observatorijai izdodas praktiskiem darbiem iegādāties firmas *Kern* lielāku universālinstrumentu un firmas *Sartorius* vidēju augstuma riņķi, kā arī vēlāk tās pašas firmas pasāžinstrumentu ar 50 mm objektīvu. Ar minētiem instrumentiem tiek tūlīt izdarīti novērojumi.

Vasarā Observatorijas pārzinis docents A. Žaggers tiek komandēts uz astronomiski

- 1969.** PSRS Ministru Padome ieskaitījusi LVU Astronomisko observatoriju zinātnisko iestāžu sarakstā.



Hipp sistēmas hronogrāfs astronomisku novērojumu un laika signālu atzīmēšanai uz papīra lentes ar tintes un spalvu palīdzību.

- 1997.** 1. jūlijā izveidots LU Astronomijas institūts, apvienojot LU Astronomisko observatoriju ar Latvijas Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatoriju.

Ar šādu atzinumu pārskats par Universitātes astronomisko struktūrvienību arī beidzas. Pārskata pēdējā lappuse (šeit pēdējās trīs rindkopas) uzrakstīta no iepriekšējā teksta atšķirīgā manierē – visai sarežģītiem, grūti izprotamiem palīgteikumiem. Mums nācās gludināt valodu, lai uzrakstītais kļūtu lasītājam saprotams. Iepriekš teiktais vedina domāt, ka dokumentam ir bijuši vismaz divi autori.

ģeodēzisko konferenci Helsinkos, kurā tiek lemts par saskaņotu Skandināvijas un Baltijas valstu astronomisku un ģeodēzisku darbu izpildīšanu tuvākos gados.

Rudens sākumā tiek pabeigti pulksteņa telpu izolešanas darbi pret mitrumu. Observatorija saņem firmas *Riefler* galveno astronomisko zvaigžņu laika pulksteņi un uzstāda pagrabā pulksteņu telpās.

Laika dienests stipri paplašinās. Pareiza laika pieprasījumi lielā mērā pieaug. Katrā pilnā stundā no Observatorijas automātiski dod laika signālus, kurus caur telefona centrāli ir iespējams noklausīties ne tik vien Rīgā jebkurā telefona aparātā, bet ar tālsatiksmes palīdzību arī katrā telefona stacijā visā Latvijā. Bieži jūrniecības vajadzībām, kā arī citiem mērķiem pēc pieprasījuma jādod atsevišķi pareiza laika ziņojumi. Saskaņā ar Universitātes Padomes lēmumu Jūrniecības departamentam ir atļauts pulksteņu subcentrāli jūrskolas telpās Pārdaugavā ar elektriskiem vadiem savienot ar Observatorijas pulksteņiem. Notiek mēģinājumi minēto pulksteņu sinhronizēšanā.

Observatorijas bibliotēka manāmi pieaug ar lielākā skaitā pasūtītām ārzemju observatoriju publikācijām. Lai gan samērā ar studējošo skaitu, kas piedalās praktiskos darbos, instrumentu daudzums vēl ir stipri nepietiekošs, tomēr šini gadā izdodas jau plašāk nostādīt praktiskos darbus.

Pateicoties Matemātikas un dabas zinātņu fakultātes dekānu profesora E. Lejnieka un docenta N. Malta enerģiskai rīcībai, gādājot Observatorijai nepieciešamos kreditus, Astronomiskai observatorijai ir izdevies nedaudzos pastāvēšanas gados iegādāties par izdevīgām cenām vērā ņemamu instrumentu un mācību līdzekļu skaitu. Kaut arī to nevar skaitīt par pietiekamu, tomēr ar to palīdzību ir jau iespējams daudzmaz strādāt.

Jāpiebilst, ka par šeit lasāmā ziņojuma loģisku turpinājumu varētu noderēt iepriekšējā “Zvaigžņotās Debess” laidienā (2002. gada vasara, 84.–89. lpp.) rodamais A. Balklava raksts “Dažas lappuses no LU Astronomiskās observatorijas vēstures”, kas bāzēts uz A. Žaggera apmēram 10 gadus vēlāk klajā nākušū, tam pašam objektam veltītu publikāciju. 🐦

JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ

NASDA ATZINĪBA UNIVERSITĀTES ASTRONOMIEM

Starp vairāk nekā 20 satelītiem, līdz kuriem attālumus telpā regulāri mēri LU Astronomijas institūta starptautiskā lāzerlokācijas dienesta observatorija, ir arī vairāki Japānas Nacionālās kosmisko pētījumu aģentūras (NASDA) izveidotie satelīti. Tāpat kā ASV, Krievijas un Eiropas kosmiskās aģentūras, arī NASDA rūpīgi seko dažādo observatoriju darba kvalitātei, mērījumu daudzumam un to precizitātei.

LU Astronomijas institūta satelītu lāzerlokācijas observatorija jau agrāk (un vairākkārt) ir saņēmusi atzinības un pateicības rakstus no Eiropas Kosmiskās aģentūras (ESA), Nacionālās aeronautikas un kosmosa aģentūras (NASA), Krievijas Kosmosa aģentūras Misiju vadības centra (MCC), ASV Jūras spēku pētnieciskās laboratorijas (NRL) par ieguldījumu attiecīgo zinātnisko programmu realizācijā un par sistemātisku un precīzu darbu.

Skaisti izveidota atzinības zīme tagad saņemta arī no NASDA (*sk. att. 54. lpp.*) par aktīvu observatorijas atbalstu Japānas satelītu programmu realizācijai, iegūstot precīzus attālumu mērījumus līdz šiem satelītiem. Viens no šiem satelītiem ar apzīmējumu “LRE” ir sevišķi “ciets rieksts” un nav tik vienkārši “nomērāms”, kas saistīts ar tā ļoti eliptisko orbitu un lielo attālumu no Zemes. Observatorijas speciālistiem būs krietni vien jāpastrādā, lai to nākotnē varētu sistemātiski novērot.

LU Astronomijas institūta (AI) četrus speciālistus mazais kolektīvs (*Dr. phys.* K. Lapuška – vadītājs, V. Lapoška, I. Abakumovs, A. Pavēnis) ir gandarīts par Japānas kolēģu augsto novērtējumu savam darbam.

Ja mūsu darbu tikpat augstu vērtētu arī Latvijas Izglītības un zinātnes ministrija un Latvijas Zinātnes padome, rezultāti būtu vēl iespaidīgāki un starptautiskā atzinība vēl lielāka. Bet tas diemžēl ir tikai zinātnieku “zilais sapnis”.

Kazimirs Lapuška,
*LU AI Satelītu lāzerlokācijas, globālās pozicionēšanas sistēmas
un Precīzā laika dienesta vadītājs*

Pamanīta kļūda “ZvD” vasaras numura (76. lpp.) **KRUSTVĀRDU MĪKLĀ:**
ciparam **9 jābūt** 4. kolonnas 4. rindā. Atvainojamies autoram un lasītājiem.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 2002. GADA RUDENĪ

Šogad rudens ekvinokcijas brīdis būs 23. septembrī plkst. 7^h56^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 2002. gadā būs 22. decembrī plkst. 3^h15^m. Saule ieies Mežāža zodiaka zīmē (♐), beigsies astronomiskais rudens un sāksies astronomiskā ziema.

Pāreja no vasaras laika uz joslas laiku notiks naktī no 26. uz 27. oktobri.

Rudeņos Latvijā skaidru nakšu ir maz. Rudens zvaigznāji nav bagāti spožām zvaigznēm. Tomēr rudens zvaigžnotās debess vērošana parasti atstāj lielu iespaidu, it īpaši tad, ja netraucē pilsētu ugunis un Mēness gaismā. Oglmelnajās debesis 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 Valzīvi) spožu zvaigžņu ir vēl mazāk.

No debess dziļu objektiem jāmin pat ar neapbruņotu aci redzamais, slavenais Andromedas miglājs (M31) Andromedas zvaigznājā. Lidzīgs miglājs (galaktika) M33 ar binokli saskatāms Trijstūra zvaigznājā. Spoža lodveida zvaigžņu kopa M2 aplūkojama Ūdensvira zvaigznājā un līdzīga M15 – Pegaza zvaigznājā.

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

Saules šķietamais ceļš 2002. gada rudenī kopā ar planētām parādīts *1. attēlā*.

PLANĒTAS

27. septembrī **Merkurs** atradīsies apakšējā konjunktijā ar Sauli (starp Zemi un to). Tāpēc rudens sākumā tas nebūs redzams. Tomēr jau 13. oktobrī Merkurs nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (18°). Tāpēc apmēram no 8. līdz 25. oktobrim to varēs novērot no rītiem neilgi pirms Saules lēkta zemu pie horizonta dienvidaustrumu pusē. Merkura spožums šajā laikā būs apmēram $-0^m,7$.

14. novembrī Merkurs nonāks augšējā konjunktijā ar Sauli, tāpēc novembrī tas nebūs redzams.

Pašas rudens beigās Merkura austrumu elongācija sasniegs 19°. Tomēr Merkura novērošana tūlīt pēc Saules rieta būs problemātiska.

5. oktobrī plkst. 12^h Mēness paies garām 5° uz augšu, 4. novembrī plkst. 11^h 2° uz augšu un 5. decembrī plkst. 5^h aizklās Merkuru.

31. oktobrī **Venēra** nonāks apakšējā konjunktijā (starp Zemi un Sauli). Tāpēc rudens pirmajā pusē tā nebūs redzama.

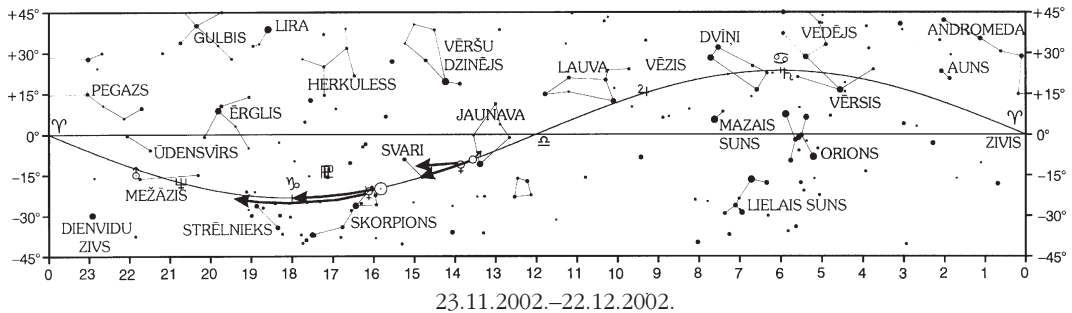
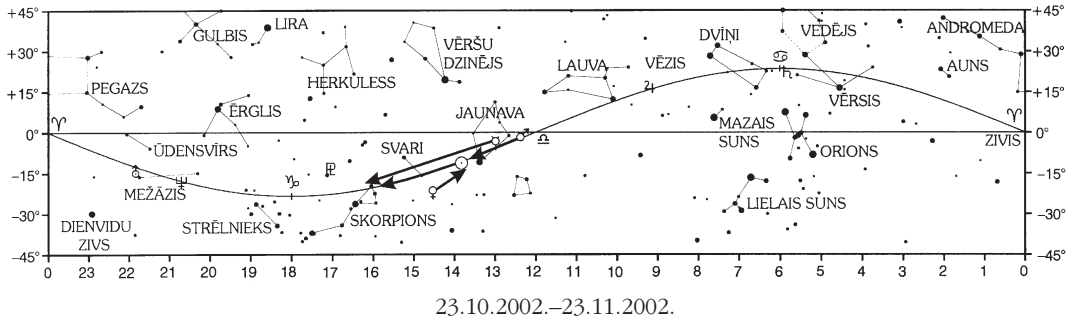
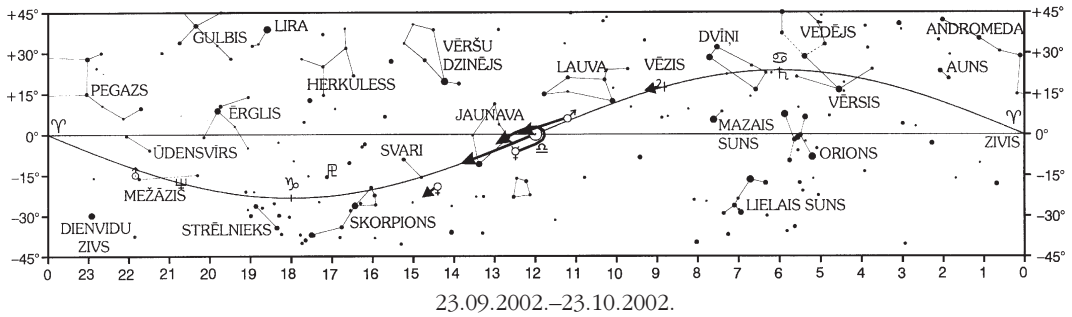
Tomēr jau ap novembra vidu tā kļūs novērojama rītos neilgi pirms Saules lēkta zemu pie horizonta dienvidaustrumu pusē. Venēras spožums būs $-4^m,4$.

Decembrī Venēra būs labi redzama vairākas stundas pirms Saules lēkta dienvidaustrumu, dienvidu pusē. Tās spožums pieaugs līdz $-4^m,6$.

8. oktobrī plkst. 13^h Mēness paies garām 10° uz augšu, 4. novembrī plkst. 8^h 8° uz augšu un 1. decembrī plkst. 16^h 1,5° uz augšu no Venēras.

Rudens sākumā un līdz 6. oktobrim **Marss** atradīsies Lauvas zvaigznājā. Šajā laikā un visu oktobri tas būs novērojams rītos ļoti zemu pie horizonta austrumu pusē. Tā spožums oktobra sākumā būs $+1^m,8$.

Oktobra lielāko daļu, visu novembri un līdz decembra vidum Marss atradīsies Jaunavas



1. att. Ekliptika un planētas 2002. gada rudenī.

zvaigznājā. Pēc tam tas būs novērojams Svaru zvaigznājā.

Novembrī un decembrī Marss būs redzams jau vairākas stundas pirms Saules lēkta dienvidaustrumu pusē. Redzamais spožums gan līdz rudens beigām pieaugs maz – $+1^m,6$. Decembrī kā labs orientieris Marsa atrašanai būs ļoti spoža Venēra – tā visu šo laiku atradīsies mazā leņķiskajā attālumā no Marsa.

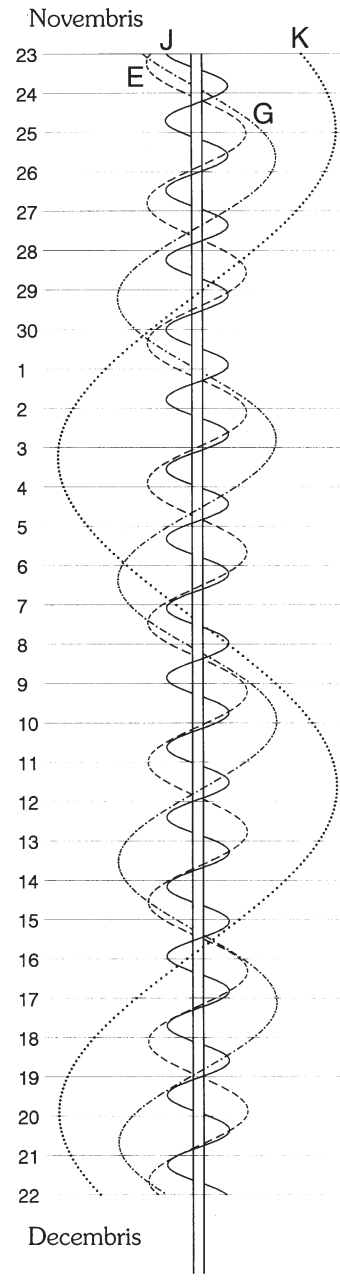
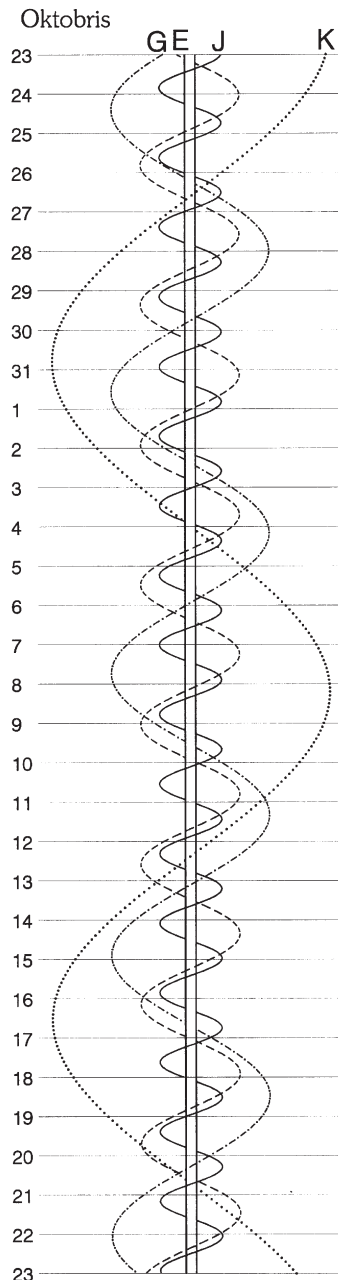
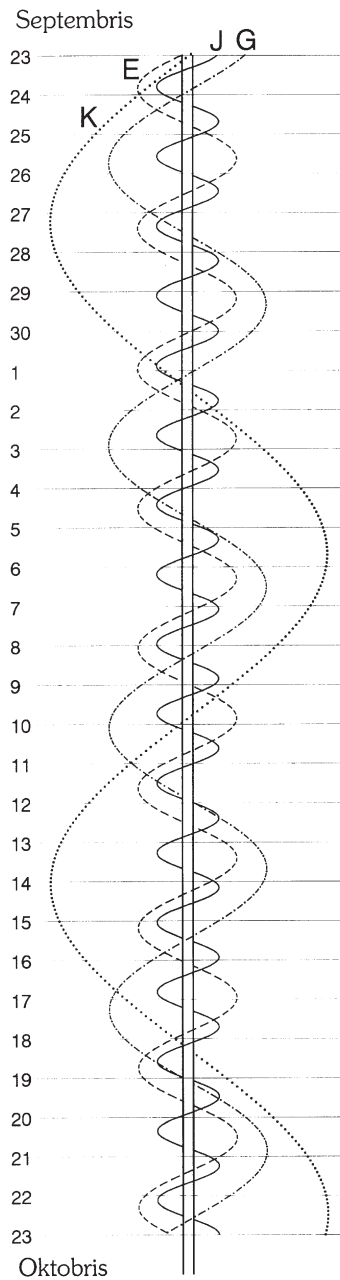
5. oktobrī plkst. 4^h Mēness paies garām 4° uz augšu, 2. novembrī plkst. 19^h 4° uz augšu

un 1. decembrī plkst. 12^h 3° uz augšu no Marsa.

Rudens pirmajā pusē **Jupiters** būs ļoti novērojams nakts otrajā pusē kā $-2^m,0$ spožuma spideklis.

Decembrī tas būs ļoti ļoti novērojams nakts lielāko daļu, izņemot vakara stundas. Jupitera redzamais spožums sasniegs $-2^m,4$ un leņķiskais diametrs 43".

Visu šo laiku tas atradīsies Vēža zvaigznājā. Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2002. gada rudenī parādīta 2. attēlā.



2. att. Jupitera spožako pavadoņu redzamība 2002. gada rudenī. Jo (J), Eiropa (E), Ganimēds (G), Kallisto (K). Austrumi attēlā atrodas *pa labi*, rietumi – *pa kreisi*.

2. oktobrī plkst. 10^h Mēness paies garām 4° uz augšu, 29. oktobrī plkst. 23^h 4° uz augšu un 26. novembrī plkst. 9^h 5° uz augšu no Jupitera.

Rudens pirmajā pusē **Saturns** būs labi novērojams gandrīz visu nakti, izņemot vakara stundas.

17. decembrī Saturns atradīsies opozīcijā ar Sauli. Tāpēc novembra otrajā pusē un decembrī tas būs ļoti labi redzams visu nakti kā -0^m,5 spožuma spīdekļis.

Gandrīz līdz novembra beigām Saturns atradīsies Oriona zvaigznājā, tuvu robežai ar Vērša un Dvīņu zvaigznājiem. Pēc tam tas atradīsies Vērša zvaigznājā.

29. septembrī plkst. 6^h Mēness paies garām 3° uz augšu, 26. oktobrī plkst. 13^h 3° uz augšu,

3. 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 – 6. oktobris 22^h; 2 – 10. oktobris 10^h;
3 – 21. novembris 9^h.

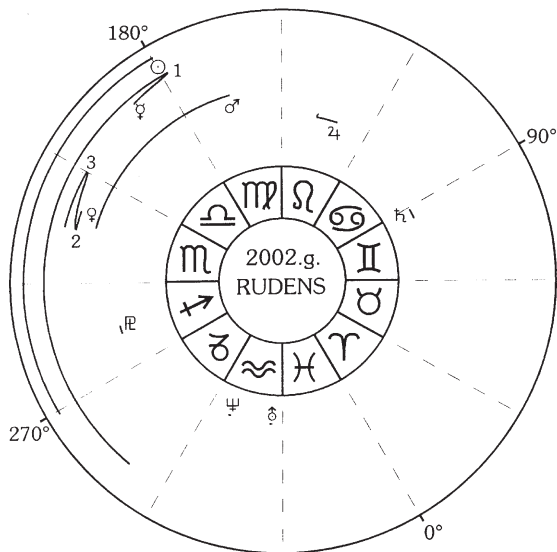
22. novembrī plkst. 14^h 3° uz augšu un 19. decembrī plkst. 16^h 3° uz augšu no Saturna.

Rudens sākumā un oktobrī **Urāns** būs labi novērojams nakts pirmajā pusē kā +5^m,8 spožuma objekts. Novembrī un decembrī tā redzamības ilgums vakaros un spožums arvien samazināsies.

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

16. oktobrī plkst. 1^h Mēness paies garām 4° uz leju, 12. novembrī plkst. 7^h 5° uz leju un 9. decembrī plkst. 16^h 5° uz leju no Urāna.

Saules un planētu kustību zodiaka zīmēs sk. 3. attēlā.



MAZĀS PLANĒTAS

2002. gada rudenī opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožākas par +9^m būs sešas mazās planētas – Cerera (1), Vesta (4), Īrisa (7), Eunomija (15), Melpomene (18) un Massalija (20).

Eunomija

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	22 ^h 51 ^m	+12°36'	1,255	2,220	8,1
3.10.	22 44	+11 55	1,279	2,209	8,2
13.10.	22 39	+11 07	1,324	2,199	8,4
23.10.	22 37	+10 22	1,387	2,189	8,6
2.11.	22 39	+9 46	1,465	2,181	8,8
12.11.	22 44	+9 23	1,555	2,174	8,9
22.11.	22 51	+9 15	1,653	2,168	9,1

Cerera

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	1 ^h 12 ^m	-8°36'	1,980	2,942	7,7
3.10.	1 05	-9 24	1,960	2,938	7,6
13.10.	0 56	-10 00	1,967	2,933	7,6
23.10.	0 48	-10 20	2,003	2,927	7,8
2.11.	0 41	-10 22	2,063	2,922	8,0
12.11.	0 36	-10 04	2,146	2,917	8,2
22.11.	0 33	-9 28	2,247	2,911	8,3
2.12.	0 32	-8 38	2,362	2,905	8,5
12.12.	0 34	-7 34	2,487	2,899	8,6
22.12.	0 38	-6 20	2,617	2,892	8,8

Vesta

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	10 ^h 05 ^m	+14°50'	3,239	2,446	8,3
3.10.	10 22	+13 31	3,156	2,437	8,3
13.10.	10 39	+12 10	3,063	2,428	8,3
23.10.	10 56	+10 50	2,961	2,419	8,2
2.11.	11 12	+9 32	2,851	2,409	8,2
12.11.	11 28	+8 16	2,733	2,400	8,1
22.11.	11 43	+7 05	2,609	2,390	8,0
2.12.	11 57	+6 00	2,479	2,380	7,9
12.12.	12 11	+5 04	2,346	2,370	7,8
22.12.	12 23	+4 17	2,210	2,360	7,7

Īrisa

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	21 ^h 48 ^m	-2°43'	1,123	2,039	8,2
3.10.	21 44	-3 28	1,168	2,016	8,4
13.10.	21 45	-4 02	1,227	1,994	8,6
23.10.	21 49	-4 20	1,298	1,973	8,7
2.11.	21 56	-4 21	1,377	1,954	8,9
12.11.	22 06	-4 05	1,462	1,935	9,1

Melpomene

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
23.09.	0 ^h 41 ^m	-8°42'	0,817	1,808	7,8
3.10.	0 35	-10 55	0,817	1,802	7,8
13.10.	0 29	-12 39	0,837	1,799	8,0
23.10.	0 24	-13 42	0,877	1,797	8,3
2.11.	0 23	-14 02	0,933	1,797	8,6
12.11.	0 24	-13 41	1,004	1,799	8,8
22.11.	0 29	-12 46	1,085	1,803	9,1

Massalija

Datums	α_{2000}	β_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums
22.11.	5 ^h 25 ^m	+22°17'	1,155	2,102	9,0
2.12.	5 16	+22 04	1,116	2,094	8,7
12.12.	5 05	+21 47	1,103	2,087	8,5
22.12.	4 55	+21 31	1,115	2,081	8,8

MĒNESS

Mēness perigejā: 6. oktobrī plkst. 17^h;
4. novembrī plkst. 3^h; 2. decembrī plkst. 11^h
un apogejā: 20. oktobrī plkst. 7^h;

16. novembrī plkst. 13^h; 14. decembrī plkst. 6^h.

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

24. septembrī 8^h55^m Vērsī (♈)

26. septembrī 21^h27^m Dvīņos (♊)

29. septembrī 8^h02^m Vēzi (♋)

1. oktobrī 14^h59^m Lauvā (♌)

3. oktobrī 17^h53^m Jaunavā (♍)

5. oktobrī 17^h52^m Svaros (♎)

7. oktobrī 16^h58^m Skorpionā (♏)

9. oktobrī 17^h21^m Strēlniekā (♐)

11. oktobrī 20^h45^m Mežāzī (♑)

14. oktobrī 3^h52^m Ūdensvīrā (♒)

16. oktobrī 14^h07^m Zivīs (♓)

19. oktobrī 2^h14^m Aunā (♈)

21. oktobrī 14^h57^m Vērsī

24. oktobrī 3^h17^m Dvīņos

26. oktobrī 14^h10^m Vēzi

28. oktobrī 21^h20^m Lauvā

31. oktobrī 2^h00^m Jaunavā

2. novembrī 3^h29^m Svaros

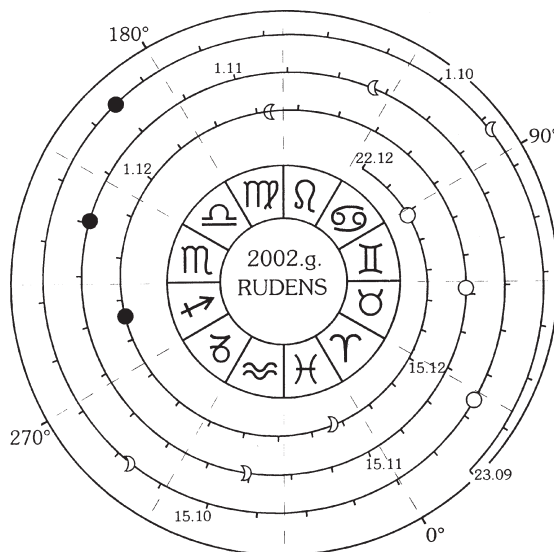
4. novembrī 3^h11^m Skorpionā

4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

- Jauns Mēness: 6. oktobrī 14^h17^m;
4. novembrī 22^h34^m; 4. decembrī 9^h34^m.
- ⋔ Pirmais ceturksnis: 13. oktobrī 8^h33^m;
11. novembrī 22^h52^m; 11. decembrī 17^h48^m.
- Pilns Mēness: 21. oktobrī 10^h20^m;
20. novembrī 3^h34^m; 19. decembrī 21^h10^m.
- ☾ Pēdējais ceturksnis: 29. septembrī 20^h03^m;
29. oktobrī 7^h28^m; 27. novembrī 17^h46^m.

- 6. novembrī 3^h02^m Strēlniekā
- 8. novembrī 4^h59^m Mežāzī
- 10. novembrī 10^h27^m Ūdensvīrā
- 12. novembrī 19^h42^m Zivīs
- 15. novembrī 7^h38^m Aunā
- 17. novembrī 20^h24^m Vērsī
- 20. novembrī 8^h25^m Dvīņos
- 22. novembrī 18^h48^m Vēzi
- 25. novembrī 3^h00^m Lauvā
- 27. novembrī 8^h42^m Jaunavā
- 29. novembrī 11^h55^m Svaros
- 1. decembrī 13^h16^m Skorpionā
- 3. decembrī 13^h59^m Strēlniekā
- 5. decembrī 15^h39^m Mežāzī
- 7. decembrī 19^h54^m Ūdensvīrā
- 10. decembrī 3^h46^m Zivīs
- 12. decembrī 14^h58^m Aunā
- 15. decembrī 3^h43^m Vērsī
- 17. decembrī 15^h43^m Dvīņos
- 20. decembrī 1^h30^m Vēzi



Tabula. Zvaigžņu un planētu aizklāšana ar Mēnesi

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
27.11.	Lauvas η	3 ^m ,5	3 ^h 52 ^m	4 ^h 41 ^m	45°	56%
10.12.	Ūdensvīra τ	4,0	21 36	22 16	5	42
18.12.	Vērša ω	4,9	4 22	5 20	15	97
19.12.	Vērša 132	4,9	19 35	20 32	35	99
20.12.	Dvīņu ϵ	3,0	18 40	19 35	20	99
21.12.	Dvīņu κ	3,6	19 46	20 43	20	95

Laiki rēķināti Rīgai ar precizitāti 30 s, citur Latvijā ± 5 min, tāpēc novērojumi jāsak savlaikus. Bez binokļa novērojumi būs problemātiski vai pat neiespējami. Zvaigžņu aizklāšanas šķiet momentānas.

Tabulu sastādījis Aivis Meijers

APTUMSUMI

Pusēnas Mēness aptumsums 20. novembrī.

Šis aptumsums būs redzams Eiropā, Āfrikā, Ziemeļamerikā, Dienvidamerikā. Tā maksimālā fāze būs 0,886, un tikai tās tuvumā varēs manīt nelielu vienas Mēness malas satumsumu. Latvijā aptumsuma norise būs šāda: pusēnas aptumsuma sākums – 1^h32^m;

maksimālā fāze (0,886) – 3^h47^m;
pusēnas aptumsuma beigas – 6^h01^m.

Pilns Saules aptumsums 4. decembrī.

Šā aptumsuma pilnās fāzes josla šķērsos Āfrikas dienvidus, Indijas okeānu un Austrālijas dienvidus. Kā daļējs tas būs novērojams Āfrikā, Indijas okeānā, Antarktīdā, Austrālijā. Latvijā nebūs novērojams.

METEORI

1. **Drakonīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 6. līdz 10. oktobrim. Maksimumi 2002. gadā gaidāmi 9. oktobrī plkst. 0^h30^m un no 6^h15^m līdz 9^h30^m. Plūsmas intensitāti ir grūti prognozēt, tomēr ir viedoklis, ka iespējami brīži, kad tā var sasniegt vairākus simtus meteoru stundā.

2. **Orionīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 2. oktobra līdz 7. novembrim. Maksimums 2002. gadā gaidāms 21. oktobrī plkst. 18^h, kad stundas laikā var būt novērojami līdz 20 meteoru.

3. **Leonīdas.** Šis plūsmas aktivitātes periods ir no 14. līdz 21. novembrim. 2002. gadā maksimumi gaidāmi 17. novembrī plkst. 22^h, 19. novembrī plkst. 6^h un 12^h36^m. Plūsmas aktivitāti ir grūti prognozēt, tomēr ir iespējami brīži ar lielu meteoru intensitāti (vairāki simti meteoru stundā) vai pat meteoru lietus!

4. **Geminīdas.** Pieskaitāma pie pašām aktīvākajām plūsmām. Novērojama laikā no 7. līdz 17. decembrim. Šogad maksimums gaidāms 14. decembrī plkst. 12^h, kad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteoru stundā. 🌠

PIRMO REIZI “ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ”



Mārtiņš Balodis – *Dr. habil. phys.* (1999), LU Cietvielu fizikas institūta Radiācijas fizikas laboratorijas vadošais pētnieks. Beidzis Latvijas Valsts universitāti fizikas specialitātē (1959), Ļeņingradas Valsts universitātē ieguvis fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta grādu (1967), *Dr. phys.* (1991). Veicis eksperimentālās kodolfizikas un atomu kodolu struktūras pētījumus vienā no Latvijas ZA Fizikas institūta laboratorijām, kas darbojās (1961–1999) pie Salaspils atomreaktora (apturēts 19.VI.1999.).

Mārtiņš Eihvalds – beidzis Rīgas 9. vidusskolu (1995). Astronomija interesē kopš bērnības, it īpaši kosmoloģija un viss, kas saistīts ar relativitāti. Nesen radusies doma studēt astronomiju ārpus Latvijas. Pašlaik aktīvi darbojas amatierobservatorijas projekta realizēšanā Baldones Riekstukalnā, nodarbojas ar debess fotografēšanu un novērošanu. Strādā par menedžeri tirdzniecībā.



Juris Kārklīšs – beidzis Rīgas Elektromehānisko tehnikumu rūpnīcu elektrotehnikas specialitātē (1984). 1988. gadā sācis nodarboties ar amatierteleskopu būvi, uzbūvējis 10 teleskopus, no tiem lielākais ir 25 cm Maksutova–Nūtona sistēmas reflektors. Vairāki citi projekti ir iesākti. Interesē kosmoloģija un radioastronomija.

Jānis Torgāns – *Dr. habil. art.* (1993, Rīga), Latvijas Mūzikas akadēmijas profesors (1989). Absolvējis Jāz. Vītola Latvijas Valsts konservatorijas muzikoloģijas nodaļu prof. Lijas Krasinskas klasē (1971). Jāz. Vītola Latvijas Valsts konservatorijas mācībspēks kopš 1967. gada. Beidzis neklātienē aspirantūru (1975) N. A. Rimskā-Korsakova Ļeņingradas Valsts konservatorijā (prof. Mihaila Druskina klase), ieguvis mākslas zinātņu kand. grādu (1979, Kijeva), *Dr. art.* (1992). Zinātniskās intereses saistītas ar instrumentālā koncerta žanra teoriju un vēsturi, kā arī ar Latvijas mūzikas vēsturi. Interesējas par kinomākslu, ļoti mīl ceļot, sevišķi patīk Austrija, Itālija un Vācija. Nevar iztikt bez jūras, liels gardēdis, īpaši konditorejas jomā.



Aivars Zemītis – *Dr. math.*, LZA koresp. loc. (2000), asoc. profesors Ventspils Augstskolā (2001). Pēc Jelgavas 2. vidusskolas beigšanas (1972) studējis lietišķo matemātiku Latvijas Valsts universitātē (LVU), no tā laika pazīst “*Zvaigžņoto Debesi*”. Studijas Maskavas Valsts universitātes (MVU) Skaitliskās matemātikas un kibernetikas fakultātē (1976–1978) beigtas ar izcilību. Zinātniskais darbs LVU saistīts ar šķidruma plūsmu matemātisko modelēšanu porainās vidēs (vadīt. LZA akad. A. Buiķis), fiz. mat. zin. kand. grādu ieguvis MVU (1987). Strādājis Vācijā (1993–2001) pie dažādu tehnoloģisko procesu matemātiskajiem modeļiem un pie attiecīgā programnodrošinājuma izstrādes Kaizerslauternes

Universitātē un Fraunhofera Industriālās un saimnieciskās matemātikas institūtā (*Fraunhofer ITWM*). Dzied Ventspils kori “*Līvzeme*”; 6 bērni – 5 dēli un meita.

CONTENTS

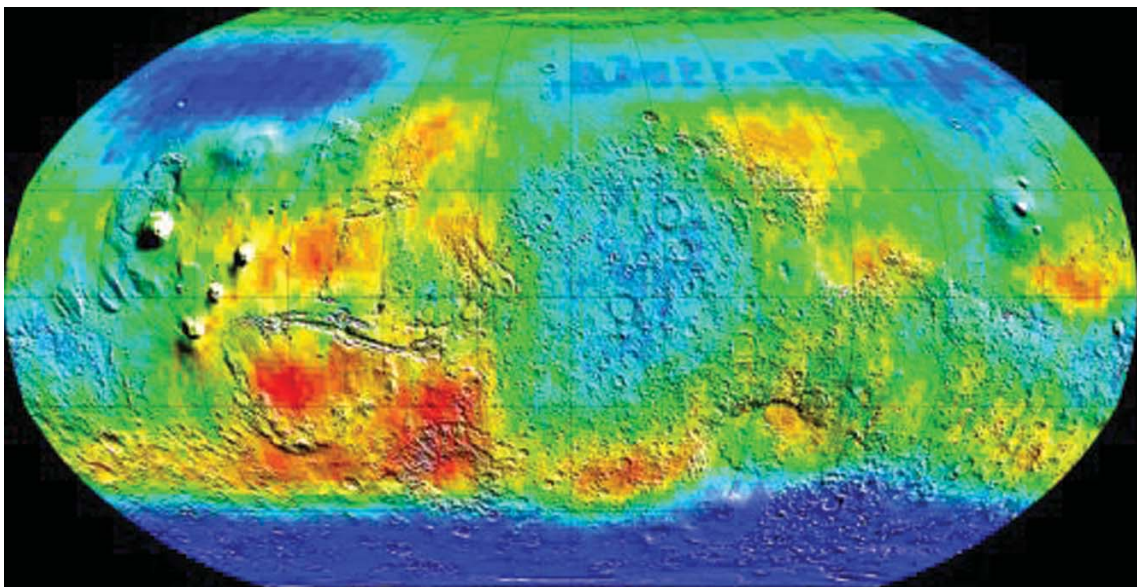
“ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO Light Generator and Amplifier by *A. Kundziņš (abridged)*. New Radiotelescope on Southern Hemisphere by *G. Ozoliņš (abridged)*. Solar Flash and Earth’s Rotation Speed by *A. Kovaļevskis (abridged)*. **DEVELOPMENTS in SCIENCE** Quasars and Fundamental Constants. *A. Balklaus*. A View Point of Nuclear Physicist on Some Stellar Processes. *M. Balodis*. **NEWS** New Evidence of the Existence of Large – Scale Structure in the Early Universe. *Z. Alksne, A. Alksnis*. Astronomy with Medium – Size and Small Telescopes. *A. Balklaus*. Comet Ikeya–Zhang in Spring Sky of Rīga and Riekstukalns. *I. Abakumov, A. Alksnis*. **In DISTANT COUNTRIES** Underworld Voyage of the Sun God at Night. *J. Klētnieks*. **The WAYS of KNOWLEDGE** Mathematical Technologies as an Essential Part of Technologies in the Future. *A. Zemītis*. The Evolutionary Trajectory. *I. Vilks*. **At SCHOOL** On Urgent Activities for Mastering Natural Sciences at Secondary Schools (*Resolution of the Latvian Physical Society*). Natural Logarithms and Proofs of Inequalities (*concluded*). *R. Ozols*. **MARS in the FOREGROUND** The Frozen Mud of Mars. *J. Jaunbergs*. **FOR AMATEURS** Renovation of Twin-Telescope. *M. Eihvalds, J. Kārklīņš*. **SPACE THEME in ART** Stars and the Earth – Main Theme in Creative Life of Composer Lūcija Garūta in the Context of European Culture. *J. Torgāns*. **FLASHBACK** Torturous Ways of Heliobiology. *N. Cimaboviča*. Between Heaven and Earth (Find at Mesolithic Period Settlement in Territory of Latvia). *I. Loze*. The Universe – a Disc (*e-mail from Hamburg*). *T. Romanovskis*. **CELEBRATING JĀNIS IKAUNIEKS** Jānis Ikaunieks – Science Popularizer. *A. Balklaus*. Decision of the Meeting of the Division of Physical and Technical Sciences of the Latvian Academy of Sciences. Lauding of Jānis Ikaunieks and “Zvaigžņotā Debess”. *I. Pundure*. **CHRONICLE** Institute of Astronomy in 2001 (*concluded*). *A. Balklaus*. Anniversary of Astronomical Observatory of the University of Latvia. *L. Roze*. NASDA Acknowledgement to Astronomers of University of Latvia. *K. Lapuška*. **The STARRY SKY in the AUTUMN of 2002**. *J. Kauliņš*. *Supplement: ASTRONOMICAL CALENDAR 2003*

СОДЕРЖАНИЕ

В “ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS” 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД Генераторы света и усилители (*по статье А. Кундзиньша*). Новый радиотелескоп на южном полушарии (*по статье Г. Озолиньша*). Вспышки на Солнце и скорость вращения Земли (*по статье А. Ковалевскиса*). **ПОСТУПЬ НАУКИ** Квазары и фундаментальные константы. *А. Балклавс*. Некоторые процессы в звёздах под взглядом физика – ядерщика. *М. Балодис*. **НОВОСТИ** Новые доказательства существования крупномасштабных структур в ранней Вселенной. *З. Алксне, А. Алкснис*. Астрономия с телескопами среднего и малого размера. *А. Балклавс*. Комета *Ikeya–Zhang* на весеннем небе Рижстукална и Риги. *И. Абакумов, А. Алкснис*. **В ДАЛЬНИХ СТРАНАХ** Путешествие солнечного бога в подземном мире. *Я. Клетниекс*. **ПУТИ ПОЗНАНИЯ** Математические технологии – неотъемлемая составная технологий будущего. *А. Земитис*. Траектория эволюции. *И. Вилкс*. **В ШКОЛЕ** О неотложных мероприятиях для преподавания естественных наук в средних школах (*резолуция ЛФО*). Натуральные логарифмы и доказательство неравенств (*окончание*). *Р. Озолс*. **МАРС ВБЛИЗИ** Марс – планета замёрзшей грязи. *Я. Яунбергс*. **ЛЮБИТЕЛЯМ** Второе дыхание телескопов – близнецов. *М. Эйхвалдс, Ю. Карклиньши*. **КОСМИЧЕСКАЯ ТЕМА в ИСКУССТВЕ** Звёзды и земля – сквозная тема творчества композитора Луции Гаруты – в контексте европейской культуры. *Я. Торганс*. **ОГЛЯДЫВАЯСЬ на ПРОШЛОЕ** Сложные пути гелиобиологии. *Н. Цимахович*. Между небом и землёй (находка эпохи мезолита на территории Латвии). *И. Лозе*. Звёздная шайба (*эпистома из Гамбурга*). *Т. Романовский*. **ЮБИЛЕЙ ЯНИСА ИКАУНИЭКСА** Янис Икауниекс – популяризатор науки. *А. Балклавс*. Решение Отделения физико-технических наук Латвийской Академии наук. Чествование Яниса Икауниекса и «*Я*в*жюг*эв Суйубы*». *И. Пундуре*. **ХРОНИКА** Институт астрономии в 2001 году (*окончание*). *А. Балклавс*. Астрономической обсерватории Латвийского Университета – 80. *Л. Розе*. Высокая оценка **ӨЫ́ÉΘ* работ астрономов Латвийского Университета. *К. Ланушка*. **ЗВЁЗДНОЕ НЕБО осенью 2002 года**. *Ю. Каулиньши*. *Приложение: АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ 2003*

THE STARRY SKY, AUTUMN 2002
Compiled by *Irena Pundure*
“Mācību grāmata”, Rīga, 2002
In Latvian

ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS, 2002. GADA RUDENS
Reģ. apl. Nr. 0426
Sastādījusi *Irena Pundure*
© Apgāds “Mācību grāmata”, Rīga, 2002
Redaktore *Dzintra Auziņa*
Datortālrunis *Jānis Kuzmanis*



Ledus izplatības karte Marsa augšnes virsslānī līdz 1 metra dziļumam. Ziemeļu polāros apgabalus klāj sausā ledus sniegs, jo tur šobrīd ir ziema.

NASA/JPL attēls

Sk. J. Jaunberga rakstu "Sasalušo dubļu planēta Marss".

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!

ZVAIŽNOTĀ DEBĒS



ISSN 0135-129X



9 770135 129006

Atmiņas. A. Čiževska gleznojums Gulagā.

Sk. N. Cimabovičas rakstu "Heliobioloģijas likloči".