

L $\frac{5}{187}$



LATVIJAS PSR ZINĀTŅU AKADEMIJAS
POPULARI ZINĀTNISKU RAKSTU SERIJA

LAIKA MĒRĪŠANA UN SKAITĪŠANA



LATVIJAS PSR ZINĀTŅU AKADEMIJAS IZDEVNIECĪBA

55-9.134

L $\frac{5}{187}$

LATVIJAS PSR ZINĀTŅU AKADEMIJA
FIZIKAS INSTITUTA ASTRONOMIJAS SEKTORS

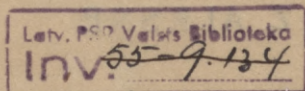
Z. ALKSNE

LAIKA MĒRĪŠANA
UN SKAITĪŠANA

LATVIJAS PSR ZINĀTŅU AKADEMIJAS IZDEVNIECIBA
RĪGĀ 1955

3. Алксне
ИЗМЕРЕНИЕ И СЧЕТ ВРЕМЕНИ

На латышском языке



0304033645

8 Pārē. 1966

Atbildīgā redaktore:
fiz.-mat. zin. kand. I. Daube



IEVADS

Laiks, tāpat kā telpa, ir materialās pasaules pastāvēšanas nepieciešama forma. Neviena lieta, neviena parādība un arī pats cilvēks nav domājams ārpus laika vienmērīgā rituma no pagātnes uz nākotni. Tāpēc laikam cilvēka dzīvē ir būtiska nozīme, un cilvēces kultūra nav iespējama bez pareizi organizētas laika mērīšanas un skaitīšanas.

Sis brošuras mērķis ir iepazīstināt lasītājus ar laika mērīšanas un skaitīšanas pamatiem. Laika mērīšana, tāpat kā jebkura cita lieluma mērīšana, nav domājama bez mēru vienību izvēles, kas saglabā nemainīgu savu lielumu. Brošurā apskatīta arī laika mērīšanas metodika, t. i., paņēmieni, kā praksē izmanto laika mēra vienības pareiza laika noteikšanai.

Kā redzēsīm, laiku var skaitīt dažādi, un katram skaitīšanas veidam ir savas priekšrocības un trūkumi. Laika skaitīšana ietver arī garu laika sprīžu skaitīšanas likumības, proti, kalendara problemu.

Laika mērīšana un skaitīšana pamatojas uz likumībām, kuras pēti astronomija — zinātne par debess spīdekļiem. Astronomija ir viena no vecākajām dabas zinātņu nozarēm. Jau pirmatnējie cilvēki novēroja Sauli, Mēnesi un spožākās zvaigznes. Par to liecina archeoloģiskie atradumi. Uz alu sienām atrasti Lielā Lāča un citu raksturīgāko zvaigznāju attēli. Astronomijas tālāku attīstību veicināja sabiedrības materialās dzīves prasības — nepieciešamība orientēties laikā un telpā.

Cilvēki atrada, ka daudzas debess parādības pēc noteikta laika atkārtojas, un iemācījās izmantot šo apstākli praktiskajā dzīvē. Saule un zvaigznes rādīja ceļu klejotājām cillīm, kuras nodarbojās ar medniecību un lopkopību. Debess spīdekļi vēstīja zemkopjiem par gada laiku mijām.

Kopš neatminamiem laikiem cilvēki uztvēra laiku kā nepārtrauktu dienas un nakts secību, jo viņu dzīves veids bija pakļauts gaismas un tumsas maiņai. Tā pirmā laika vienība — diennakts jeb, kā mēs parasti sakām, «diena» — radās, cilvēkiem to nemaz neapzinoties.

Novērojot debess spīdekļus, radās jaunas laika vienības.

Laika mērīšanas un skaitīšanas attīstībā iezīmējās 2 virzieni. No vienas puses, sāka veidoties garas laika vienības: nedēļa, mēnesis, gads. Dabiski, ka cilvēki daudz vēlāk nekā regularo tumsas un gaismas maiņu ievēroja gadalaiku maiņas un noteica gada garumu, saistot pārmaiņas apkārtejā dabā ar izmaiņām debess spīdekļu stāvokļos. Pirms tam cilvēki pazina īsāku vienību — mēnesi. Mēneša garumu bija samērā viegli noteikt, sekojot Mēness fazēm. Atbilstoši Mēness fāzu maiņai, mēnesi sāka dalīt nedēļās. Dažādu vienību izveidošanās radīja nepieciešamību tās apvienot kalendara sistēmā.

No otras puses, līdz ar sabiedriskās dzīves attīstību radās nepieciešamība sadalīt dienu sīkākās daļās. Kaut arī aptuveni, tomēr pēc debess spīdekļu novērojumiem cilvēki noteica laiku dienā un naktī, kad vēl nebija izgudroti pat visvienkāršākie pulksteņi.

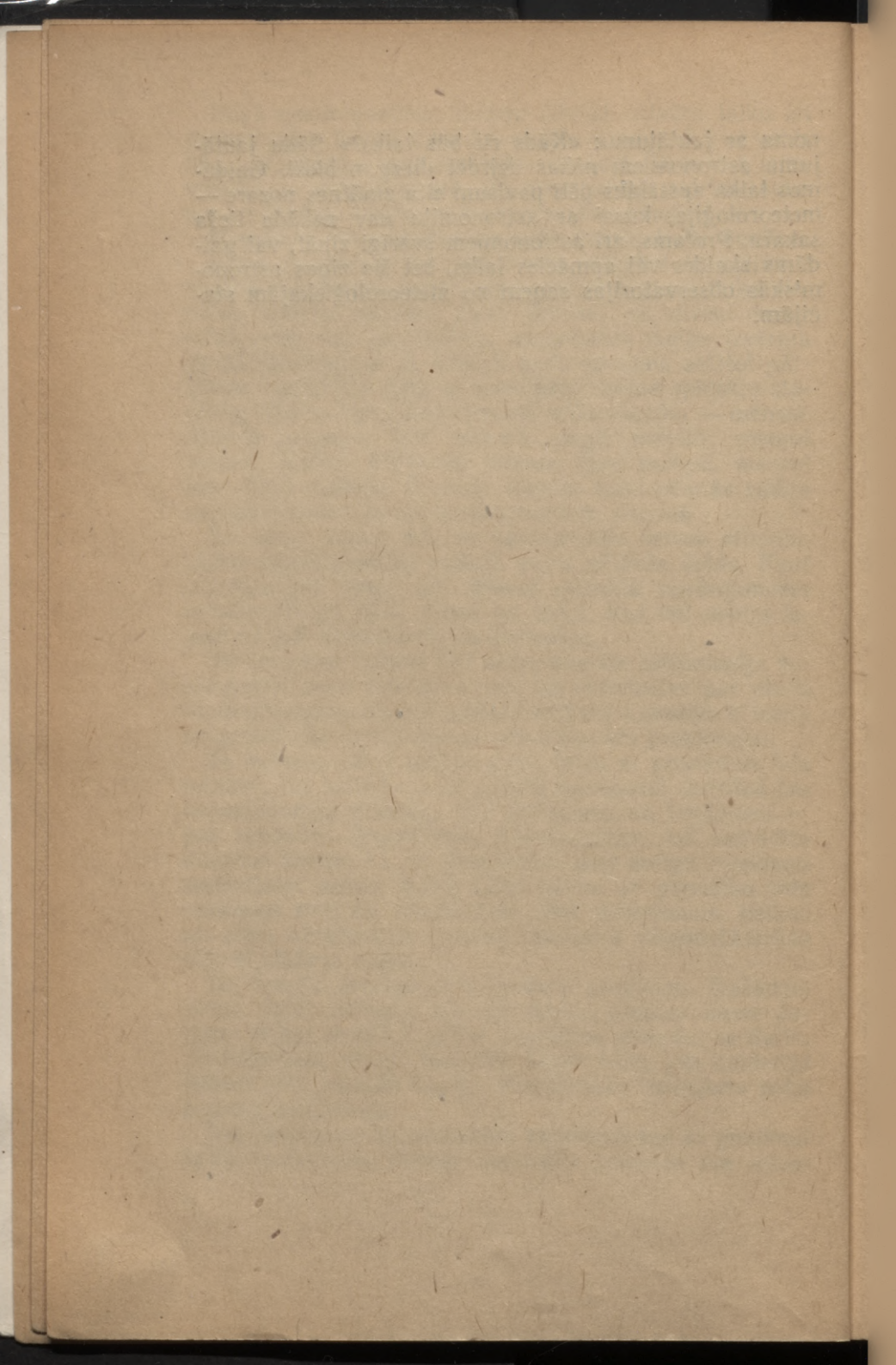
No senajiem laikiem līdz mūsu dienām astronomija nostāigājusi garu attīstības ceļu un izvērtusies par plašu un daudzpusīgu zinātni. Laika mērīšana joprojām ir viena no praktiskās astronomijas aktualākajām problemām.

Ja ikdienas dzīvē pietiek zināt laiku ar precizitāti līdz minūtei, tad satiksmes un sakaru saskaņotai darbībai jau nepieciešamas sekundes, bet jūrniekiem un lidotājiem — pat sekundes desmitdaļas. Ģeodezistiem, lai sastādītu dažādas kartes, kā arī gravimetristiem derīgo izrakteņu meklēšanai zemes dziļēs laiks jāzina ar pareizību līdz sekundes simt un tūkstošdaļai. Bet astronomus, fiziķus un citus zinātniekus interesē sekundes desmittūkstošās un vēl sīkākas daļas.

Ne mazāk svarīga ir kalendara problēma. Dažāda dienu skaits mēnešos un ceturkšņos, atpūtas dienu datumu maiņa dažādos gados apgrūtina plānošanas darbu visdažādākās dzīves nozarēs. Tāpēc būtu ļoti lietderīgi ieviest visā pasaulē kopēju, vienkāršu kalendaru nekā pašreiz lietojamais.

Vēl jāpiezīmē, ka astronomi nenodarbojas ar gaidāmā laika noteikšanu. Pilnīgi nepareizi griezties pie astro-

noma ar jautājumu: «Kāds rīt būs laiks?» Šādu jautājumu astronomiem nākas dzirdēt diezgan bieži. Gaidāmos laika apstākļus pētī pavisam cita zinātnes nozare — meteoroloģija, kurai ar astronomiju nav nekāda tieša sakara. Protams, arī astronomiem svarīgi zināt, vai gaidāms skaidrs vai apmācies laiks, bet šis ziņas astronomiskās observatorijas saņem no meteoroloģiskajām stacijām.



LAIKA ETALONS

Katru lielumu iespējams izmērīt, salīdzinot to ar kādu citu tās pašas dabas lielumu, kas pieņemts par vienību. Tā kāda priekšmeta garumu nosaka, pieliekot tam garuma mēru. Garuma mēra pamatvienība ir metrs. Metra mēra izgatavošanai izvēlas tādus materiālus, kas ārējo apstākļu ietekmē savas īpašības nemaina. Veikalos lietojamos metra mērus ik pēc noteikta laika pārbauda Mēru un mērijamo aparātu pārvaldēs, kur glabājas garuma mēru pamatvienības, metra etaloni vai, pareizāk sakot, precizas etalona kopijas. Pats metra etalons glabājas Parizes tuvumā, Starptautiskā Mēru un svaru biroja pārziņā. Etalons un tā kopijas izgatavotas no speciāliem metālu kausējumiem, kuru termiskās izplešanās koeficients ir ļoti niecīgs. Tos uzglabā īpašās telpās, kur pilnīgi novērsta temperatūras un spiediena izmaiņas. Starptautiskā metra garums ir attālums starp divām svītrām uz šī etalona.

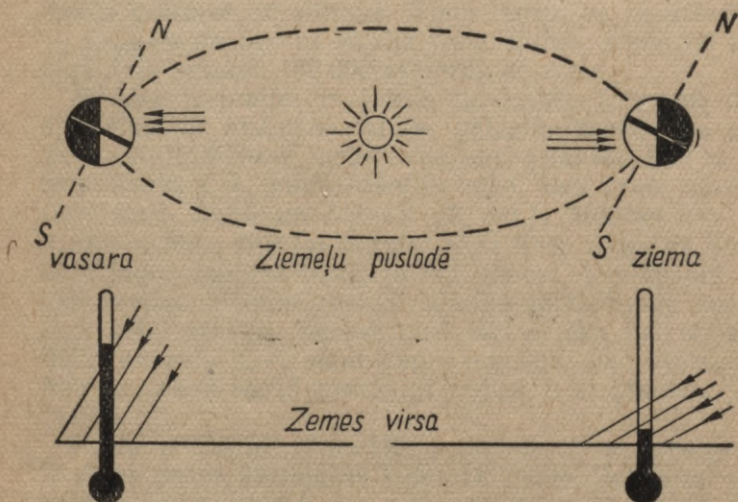
Tāpat laika mērīšanai nepieciešamas vienības, ar kurām būtu iespējams salīdzināt mērijamos laika sprīžus. Tātad jārada vai jāatrod dabā tāda parādība, kas atkārtojas pilnīgi vienādos laika sprīžos, kurus tad arī varētu pieņemt par laika vienību. Citiem vārdiem, laika mērīšanai nepieciešams kāds pilnīgi vienmērīgs, periodisks process. Pienāram, par vienību varētu pieņemt laika intervālu, kurā vienādas sveces nodeg vienādus gabaliņus. Kā vēlāk redzēsīm, sveces savā laikā tiešām ir noderējušas laika mērīšanai. Tomēr izmantot svēci kā laika mēra vienības etalonu būtu pilnīgi neiespējami, jo kas gan spētu apgādāt visu pasauli ar pilnīgi vienādām svecēm un kā varētu sagādāt tām vienādus degšanas apstākļus! Ļoti grūti ir mākslīgi radīt arī pilnīgi vienmērīgu mehānisku procesu. Tādēļ jau sen cilvēki atzina, ka daudz vienkāršāk ir atrast laika mēra vienību dabā.

1. att. Saules apspīdētā Zemes pusē ir diena, neapspīdētā — nakts.



Par laika mēra vienības etalonu tiek izmantota Zeme, pareizāk sakot, Zemes rotācijas kustība, kas ir viena no visvienmērīgākajām dabā sastopamajām kustībām.

Zemes rotācijas dēļ notiek dienas un nakts maiņa. Laika sprīdi, kurā Zeme veic vienu pilnu apgriezību, sauc par dienu. Šis laika sprīdis laika mērīšanā ir pieņemts par pamatvienību. Griezdamās ap asi, Zeme tajā pašā laikā pārvietojas arī pa savu orbitu (no latīņu valodas vārda *orbīta* — ceļš) ap Sauli, pie kam Zemes rotācijas ass slīpums pret orbitas plakni visu laiku paliek nemainīgs. Tādēļ mainās Saules staru krišanas leņķis pret Zemes virsu, un līdz ar to mainās gadalaiki. Zemes kustība ap Sauli dod garāku laika vienību — gadu. Tādā kārtā Zeme izveido milzīgu etalona pulksteni, kas jau vairāk par 3 miljardiem gadu (tāds apmēram ir Zemes vecums) iet bez apstājas.



2. att. Gadalaiku maiņa. Jo Saules stari krīt slīpāk, jo tie mazāk silda Zemes virsu.

Praktiskajā dzīvē laika mērīšanai tiek izmantoti pulksteņi, kurus darbina dažāda veida mehānismi. Pulksteņi rāda dienas daļas — stundas, minutes, sekundes. Pulkstenis — Zeme — noder tikai citu pulksteņu pārbaudei, tāpat kā metra etalons — garuma mēru pārbaudei.

Zeme noderēja cilvēcei par laika etalonu jau tādā senatnē, kad par Zemes stāvokli pasaules telpā un par tās kustībām vēl nebija pareiza priekšstata. Te galvenā nozīme bija tām pārmaiņām, kas novērojamas uz Zemes un pie debesīm, dienai nomainot nakti, vasarai — ziemu.

Pirms pārejam pie jautājuma par laika mēra vienības etalona izmantošanu, mums īsumā jāiepazīstas ar debess spīdekļiem un tām šķietamajām spīdekļu kustībām, kuru iemesls ir Zemes kustība, jo praktiski Zemes griešanās kā ap asi, tā arī ap Sauli, nosaka tikai pēc debess spīdekļiem.

DEBESS SPĪDEKĻI UN TO ŠKIETAMĀS KUSTĪBAS

Saule, Mēness,
zvaigznes.

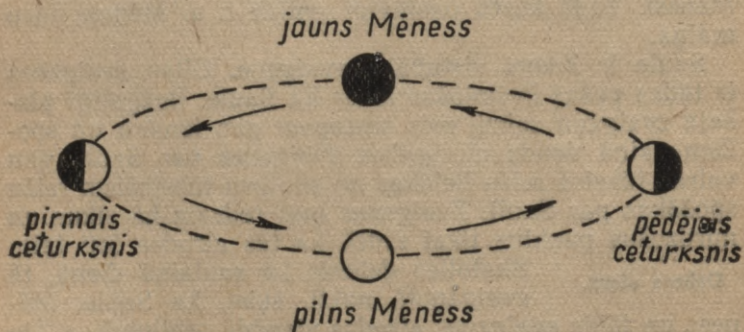
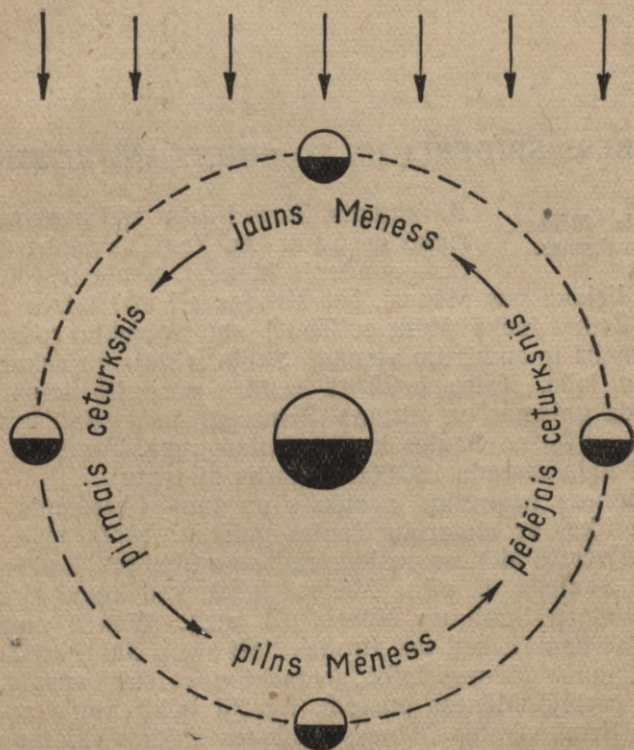
Kā zināms, Zeme līdzīgi citām planetām riņķo ap Sauli. Ap Zemi savukārt riņķo tās pavadonis Mēness. Saule ir 400 reizes lielāka par Mēnesi, bet atrodas arī 400 reizes tālāk no Zemes nekā Mēness. Tādēļ abu spīdekļu redzami diametri ir apmēram vienādi. Saule ir milzīga sakarsēta gāzu lode. Katru brīdi tā izstaro pasaules telpā ļoti daudz gaismas un siltuma. Zeme saņemno Saules tikai $\frac{1}{2}$ 200 000 000 no Saules kopējā izstarojuma. Tomēr šī niecīgā daļa sastāda 180 000 miljardu kilovatu.

Mēness turpretim ir auksts un tumšs ķermenis, kas spīd tikai ar atstarotu Saules gaismu. Tāpēc visa pret Zemi vērstā Mēness puslode redzama tikai tad, kad to apspīd Saule, t. i., pilna Mēness laikā, kad Zeme atrodas tieši starp Sauli un Mēnesi (3. att.). Mēness nav redzams nemaz, kad tas atrodas tieši starp Sauli un Zemi, t. i., jauna Mēness laikā, jo tad Saules stari apspīd Zemei pretējo Mēness puslodi. Pārējā laikā Saule apspīd pret Zemi vērstās Mēness puslodes lielāku vai mazāku daļu, un mēs novērojam gan «augošu», gan «dilstošu» Mēnesi. Tādā kārtā pastāvīgi notiek t. s. Mēness fazu maiņa.

Saule ir Zemei vistuvākā zvaigzne. Citas zvaigznes ir tādas pašas kvēlojošas lodes kā Saule. Bezgalīgi plašajā zvaigžņu saimē mēs sastopam gan izmēru un spožuma ziņā daudz niecīgākas zvaigznes par Sauli, gan vairāk tūkstoš reižu lielākas un simtiem tūkstošiem reižu spožākas par Sauli. Zvaigznes mēs redzam kā sīkus un mirdzošus punktus tikai tādēļ, ka tās atrodas ļoti tālu.

Debess sfera. Skatoties debesīs kā saulainā dienā, tā zvaigžņotā naktī, šķiet, ka Saule, Mēness un tālās zvaigznes atrodas vienādā attālumā — pie milzīgas, zilās debess velves. Senatnē domāja, ka šī

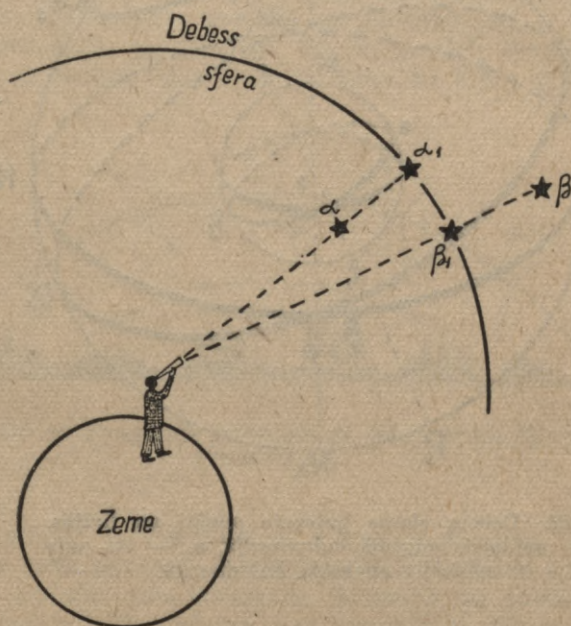
Saules staru virziens



3. att. Mēness fazes.

debess velve, pie kuras it kā piestiprināti visi spīdekļi, tiešām ir reāla sfera. Tagad pierādīts, ka spīdekļi bezgalīgajā Visumā atrodas dažādos attālumos, tomēr debess sfēras jēdziens ir paturēts, jo tas ir ļoti ērts debess spīdekļu redzamo vietu un kustību raksturošanai.

Debess sfera jāsaprot kā iedomāta lode ar brīvi izvēlētu rādiusu, uz kuras virsas projicēti visi debess spīdekļi. Par debess sfēras centru parasti pieņem Zemes centru vai novērotāja aci. Visi spīdekļi uz iedomātās debess sfēras projicējas vienādā attālumā no Zemes, kas vienlīdzīgs sfēras rādiusam (4. att.).

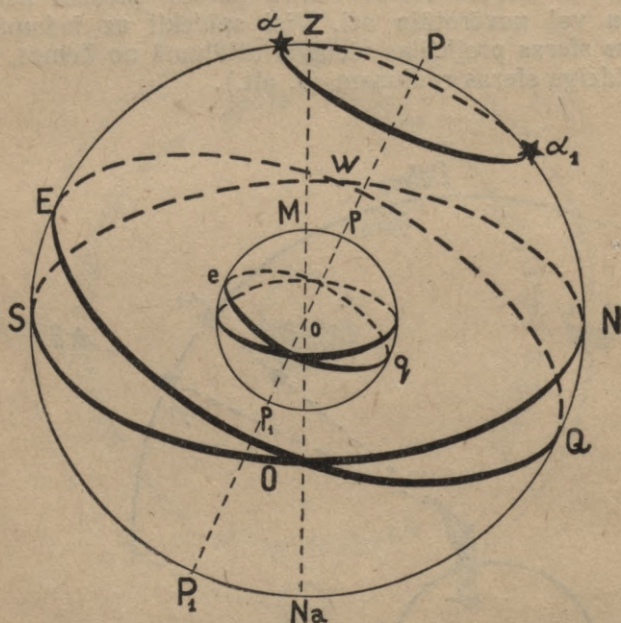


4. att. Skatoties no Zemes, spīdekļi α un β projicējas uz debess sfēras punktos α_1 un β_1 .

Spīdekļu redzamās vietas pie debess sfēras var raksturot ar koordinātēm, tāpat kā kādas pilsētas atrašanās vietu uz Zemes virsas var noteikt ar ģeogrāfisko platumu un garumu. Šajā nolūkā arī uz debess sfēras iedomājas

attiecīgus pamatpunktus un riņķus. Ar dažiem no tiem mums nepieciešams iepazīties.

Taisni, kas novilkta caur debess sfēras centru o paraleli Zemes rotācijas asij pp_1 , sauc par pasaules asi (5. att.) Tā krusto debess sfēru debess ziemeļu un dienvidu polos P un P_1 . Debess ziemeļpols atrodas Polar-



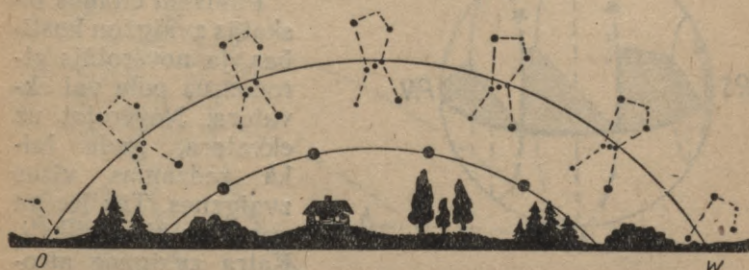
5. att. Debess sfēras galvenie punkti un līnijas.
 α — spīdekļis augšējā kulminācijā, α_1 — tas pats spīdekļis apakšējā kulminācijā.

zvaigznes tuvumā. Plakni EQ, kas ir perpendikulāra pasaules asij un iet caur debess sfēras centru, sauc par debess ekvatora plakni. Tā ir paralela Zemes ekvatora plaknei eq un sadala debess sfēru ziemeļu un dienvidu puslodes. Debess ekvatora plaknes šķēlums ar debess sfēru veido lielo riņķi, kuru sauc par debess ekvatoru. Ar svērteņa palīdzību katrā Zemes punktā var atrast vertikālu virzienu. Novērotāja vietas M vertikālā līnija

krusto debess sferu zenita Z un nadira Na punktos. Plakni, kas novilkta caur debess sferas centru o perpendikulāri līnijai ZNa , sauc par patiesā horizonta plakni, bet tās šķēlumu ar debess sferu — par patieso horizontu. Lielo riņķi, kas iet caur zenitu Z un debess poliemi P un P_1 , sauc par debess meridianu. Patiesais horizonts krustojas ar debess meridianu ziemeļu N un dienvidu S punktos, bet ar debess ekvatoru — austrumu O un rietumu W punktos.

Spīdekļu
redzamā dienas
kustība.

Zemei nepārtraukti rotējot ap savu asi no rietumiem uz austrumiem, liekas, ka debess sfera ar visiem spīdekļiem griežtos no austrumiem uz rietumiem. Tā kā šķietamā debess sfera griežas ap pasaules asi, tad spīdekļi pārvietojas pa riņķiem, kas ir paraleli ekvatoram, bet perpendikulāri pasaules asij. Saka, ka katrs spīdekļis

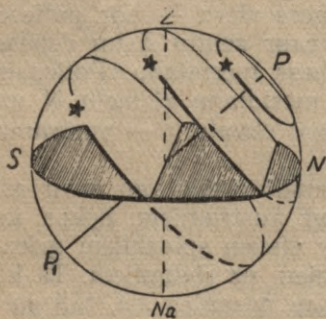


6. att. Oriona zvaigznāja pārvietošanās debess sferas šķietamās griešanās dēļ.

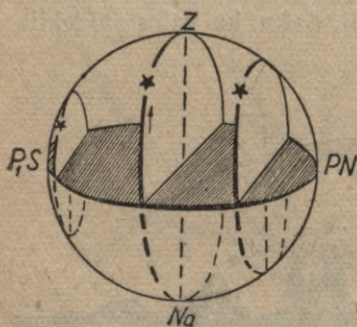
vienā dienā (t. i., vienā debess sferas apgrieziena laikā) apraksta savu paraleli. Novērotājs redz tikai tos spīdekļus, kas atrodas virs horizonta. Atkarībā no novērotāja vietas ģeogrāfiskā platuma, kas vienlīdzīgs debess pola augstumam virs horizonta, spīdekļu redzamās dienas kustības aina ir dažāda.

Latvijā, kur vidējais ģeogrāfiskais platums ir $+57^\circ$ (no $+55^\circ 40'$ līdz $+58^\circ 5'$), lielākā daļa spīdekļu lec austrumu pusē, pamazām sasniedz vislielāko augstumu virs horizonta un šķērso debess meridianu (atrodas augšējā kulminācijā), pēc tam nonāk pie horizonta rietumu pusē un pazūd aiz tā. Pēc rieta šie spīdekļi turpina ceļu zem

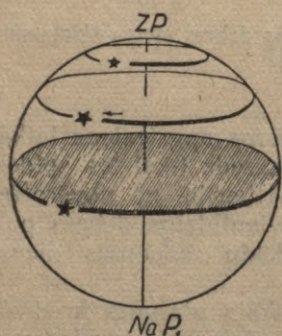
horizonta novērotājam neredzamā debess sfēras daļā, vēlreiz šķērso debess meridianu (atrodas apakšējā kulminācijā) un sasniedz atkal horizontu austrumu pusē.



a



b



c

7. att. Zvaigžņu šķietamā kustība dažādos ģeogrāfiskos platumos: a — starp polu un ekvatoru ($0^\circ < \varphi < 90^\circ$), b — uz ekvatora ($\varphi = 0^\circ$), c — uz pola ($\varphi = 90^\circ$).

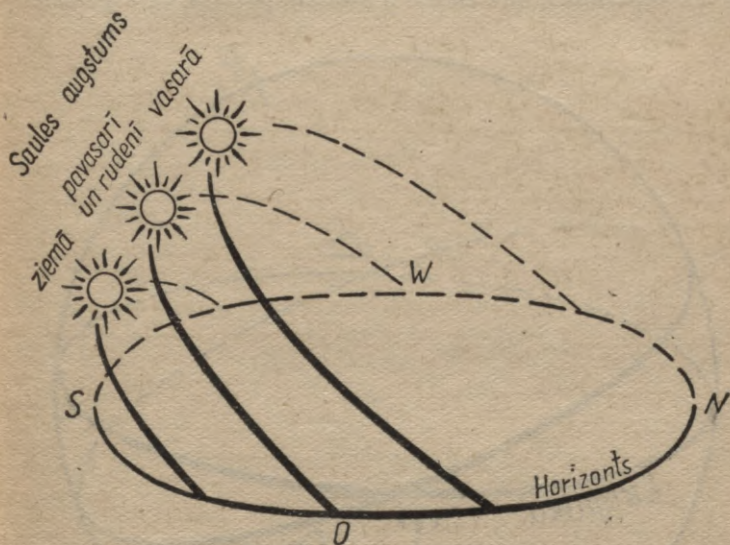
Tie zvaigznāji, kas atrodas ziemeļpola tuvumā, piemēram, Lielie Greizie Rati (Lielais Lācis), Latvijā atrodas vienmēr virs horizonta, un tos var novērot kā augšējā, tā arī apakšējā kulminācijā. Turpretim zvaigznājus, kas atrodas dienvidpola tuvumā, Latvijā nevar redzēt nekad (7.a att.).

Pavisam citādas izskatās zvaigžņu kustības, ja novērotājs atrodas uz pola vai ekvatora. Novērojot uz ekvatora, gada laikā redzamas visas zvaigznes. Tās lec un riet pilnīgi vertikāli. Katra zvaigzne atrodas 12 stundas virs un 12 stundas zem horizonta (7.b att.).

Skatoties no Zemes poliem, zvaigznes ne lec, ne riet, bet visu laiku pārvietojas paraleli horizontam, kas sakrīt ar ekvatoru. No Zemes ziemeļpola redzamas tikai debess ziemeļpolslodes zvaigznes, bet no dienvidpola — tikai dienvidu puslodes zvaigznes (7.c att.).

Saules redzamā
gada kustība.

Apskatisim, kā debess spīdekļu redzamo kustību ietekmē Zemes riņķošana ap Sauli. Šīs kustības dēļ rodas iespaids, it kā pati Saule riņķotu ap Zemi. Tiešām, atkārtojot pēc dažiem mēnešiem debess novērošanu tai pašā stundā, viegli pārlicināties, ka agrāk dienvidu pusē augstu stāvošie zvaigznāji atrodas rietumos, bet tie, kas atradās rietumos zemu pie horizonta, pazuduši pavisam aiz tā. Tas nozīmē, ka Saule savā šķietamajā gada kustībā pa šo laiku ir pārvietojusies no rietumiem uz austrumiem. Novērojot pašu Sauli, konstatējams, ka tās augstums pusdienas laikā (augšējā kulminācijā) palielinās no decembra līdz jūnijam, bet samazinās gada otrā pusē (8. att.). Tātad Saule savā šķietamajā gada kustībā uz austru-



8. att. Saules augstuma izmaiņas gada laikā.

miem novirzās gan uz ziemeļiem, gan uz dienvidiem. Pēc gada aina atkal atkārtojas, un tā tas turpinās ik gadus.

Saules pārvietošanās starp zvaigznēm būtu novērojama daudz vienkāršāk, ja dienā reizē ar Sauli būtu redzamas arī zvaigznes. Tomēr Saules ceļu iespējams atrast, ja zvaigžņu izvietojums pie debess sfēras ir labi

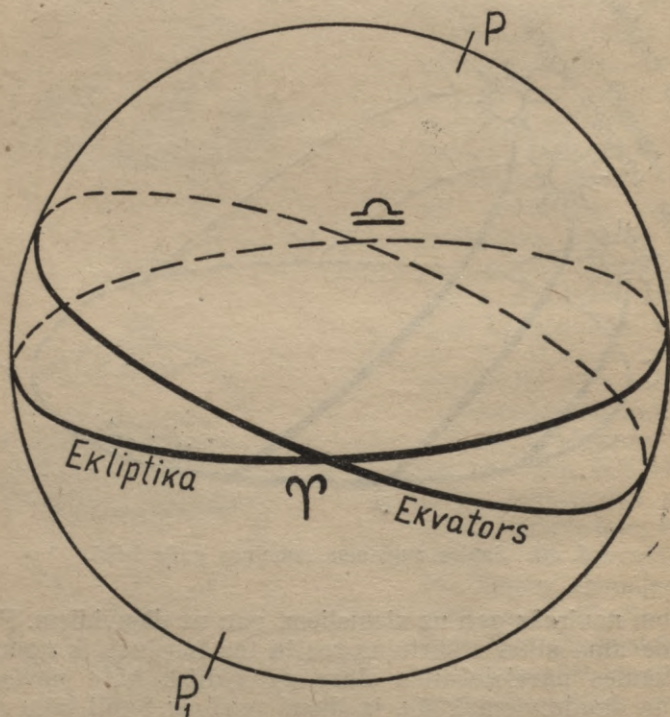


zināms un ja ievēro, ka pusnaktī redzami tie zvaigznāji, kas atrodas Saulei pretējā debess sfēras pusē.

Saules ceļu starp zvaigznēm sauc par ekliptiku. Ekliptikas plakne tāpat ir Zemes orbitas plaknes šķēlums ar debess sferu. Vārds «ekliptika» cēlies no sengrieķu valodas un nozīmē «aptumsums», jo, Mēnesim nonākot tikai pavisam tuvu ekliptikai, notiek Saules un Mēness aptumsumi. Zemes ass slīpums pret orbitas plakni ir $66\frac{1}{2}^\circ$. Tā starp ekliptiku un debess ekvatora plakni izveidojas $23\frac{1}{2}^\circ$ liels leņķis.

Ekliptika krustojas ar debess ekvatoru pavasara (γ) un rudens (ζ) punktos (9. att.).

Pavasara punktā Saule nonāk ap 21. martu. Tad tā pāriet no debess dienvidu puslodes uz ziemeļu puslodi. Ap 23. septembri, kad Saule ir rudens punktā, tā atgriežas



9. att. Ekliptika un ekvators krustojas pavasara (γ) un rudens (ζ) punktos. PP_1 — pasaules ass.

dienvīdu puslodē. Abos gadījumos dienas un nakts garums ir gandrīz vienāds. Ap 22. jūniju un 23. decembri ir vasaras un ziemas saulstāvji. Šajā laikā Saule vairākas dienas gandrīz nemaina savu pusdienas augstumu. Ziemeļu puslodē vasaras saulstāvju laikā ir visgarākā diena un visīsākā nakts, bet ziemas saulstāvju laikā visīsākā diena un visgarākā nakts. Dienvīdu puslodē ir otrādi.

LAIKA SKAITĪŠANAS SISTEMAS

Cilvēki tā pieraduši izmantot dažāda veida pulksteņus, ka parasti nemaz nedomā par etalona pulksteni — Zemi. Lai varētu izmantot šo etalonu, precīzi jānosaka laika intervāls, kurā Zeme vienu reizi apgriežas ap savu asi. Zemes kustība, tāpat kā kura katra ķermeņa kustība, ir relatīva tādā nozīmē, ka to iespējams novērot tikai attiecībā pret citiem ķermeņiem.

Tā vilcienā pasažieri var spriest par savu pārvietošanos, redzot pa logu nepārtrauktu ainavu maiņu. Ja vilciens ietu pilnīgi vienmērīgi un logi būtu aizklāti, pasažieri nemaz nejustu, ka virzās uz priekšu. Braukdami vilcienā, pasažieri vienlaicīgi piedalās arī Zemes kustībā. Bet šo kustību braucēji nemaz neizjūt, jo piedalās tajā kopā ar kalniem un jūrām, mežiem un laukiem, ceļiem un ēkām.

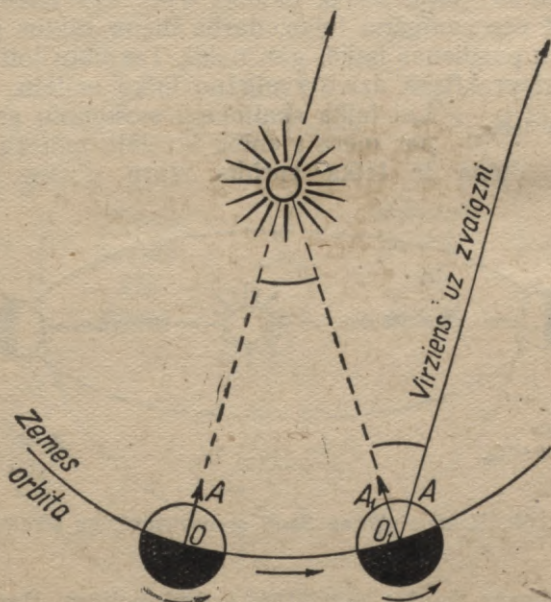
Zemes kustību novēro tikai attiecībā pret citiem debess ķermeņiem. Tādējādi, lai noteiktu dienas garumu, jāizmanto Saules un zvaigžņu šķietamās kustības, kas rodas Zemes kustības rezultātā. Atkarībā no tā, pret kuru debess spīdekli nosaka Zemes pagrieziena leņķi, izveidojas tāda vai citāda laika skaitīšanas sistēma. Apskatīsim, kādas sistēmas tiek izmantotas laika skaitīšanā.

Zvaigžņu laiks. Dienas garuma noteikšanu sarežģī tas, ka Zeme, rotējot ap savu asi, vienlaicīgi ceļo arī ap Sauli. Tāpēc Zemes viena pilna apgrieziena laiks attiecībā pret zvaigznēm un pret Sauli ir dažāds.

Laika sprīdi starp kādas zvaigznes divām sekojošām augšējām kulminācijām sauc par zvaigžņu dienu. Zvaigžņu dienu daļa 24 zvaigžņu laika stundās, stundu — 60 zvaigžņu laika minūtēs, minūti — 60 zvaigžņu laika sekundēs. Par zvaigžņu dienas sākumu skaita pavasara punkta augšējās kulminācijas momentu. Tas nozīmē, ka tajā brīdī, kad pavasara punkts atrodas augšējā kulmina-

cijā, zvaigžņu laiks dotajā vietā ir 0 st. 0 min. 0 sek. Tā kā pavasara punkts pie debesīm nekādā veidā nav atzīmēts, zvaigžņu dienas sākuma momentu tieši novērot nevar. To atrod aprēķinu ceļā pēc zvaigžņu novērojumiem.

Zvaigžņu dienas garums ir nemainīgs, un zvaigžņu laiks viegli nosakāms pēc zvaigžņu kulminācijas momentiem. Zvaigžņu laiks ir ļoti ērts, pat nepieciešams, astro-

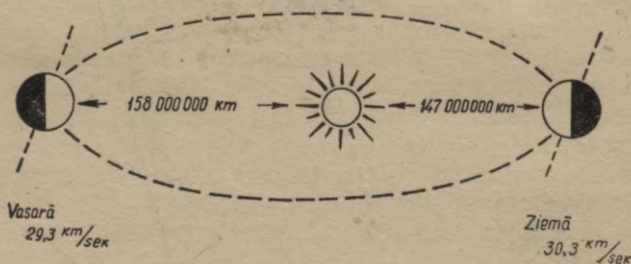


10. att. Zemes apgrieziena laiks attiecībā pret Sauli un pret zvaigznēm ir dažāds.

nomisku novērojumu veikšanai. Tāpēc katrā astronomiskā observatorijā ir pulksteņi, kas rāda zvaigžņu laiku. Ikdienas dzīvē tomēr nav ērti lietot zvaigžņu laiku, jo tas nesaskaņojas ar Saules redzamā kustību, t. i., ar gaismas un tumsas maiņu. Šo faktu paskaidrosim ar zīmējuma palīdzību (10. att.) Pieņemsim, ka kādā momentā, kad Zeme atrodas punktā O, novērotājs punktā A redz vienā virzienā Sauli un zvaigzni. Pēc 24 zvaigžņu laika stundām novērotājs ieraudzīs zvaigzni iepriekšējā virzienā. Tas nozīmē, ka Zeme būs veikusi vienu pilnu apgrieziena ap savu asi. Bet tajā pašā laikā Zeme būs pār-

vietojusies arī pa savu orbitu un ieņems stāvokli O_1 . Lai novērotājs ieraudzītu Sauli iepriekšējā stāvoklī, Zemei vēl jāpagriežas par leņķi AO_1A_1 . Tas prasa gandrīz 4 minūtes laika (precīzāk 3 min. 56 sek.). Nākošajā dienā šis lielums jau divkārtšojas, pēc viena mēneša būs jau gandrīz 2 stundas, bet gadā — vesela diena. Pēc zvaigžņu laika Saule janvāra mēnesī Rīgā lec apmēram plkst. 16.00, aprīlī 18.30, jūlijā 23.00, oktobrī 8.00. Tas nozīmē, ka, dzīvojot pēc zvaigžņu laika, darba diena sāktos gan no rīta, gan pusdienas laikā, gan naktī. Tas būtu ļoti neērti, tādēļ arī praktiskā dzīvē zvaigžņu laiku nelieto.

Patiesais laiks. Lai laika skaitīšanu saskaņotu ar Sauli, par mēra vienību izvēlēta patiesā diena. Patiesā diena ir laika sprīdis starp divām sekojo-

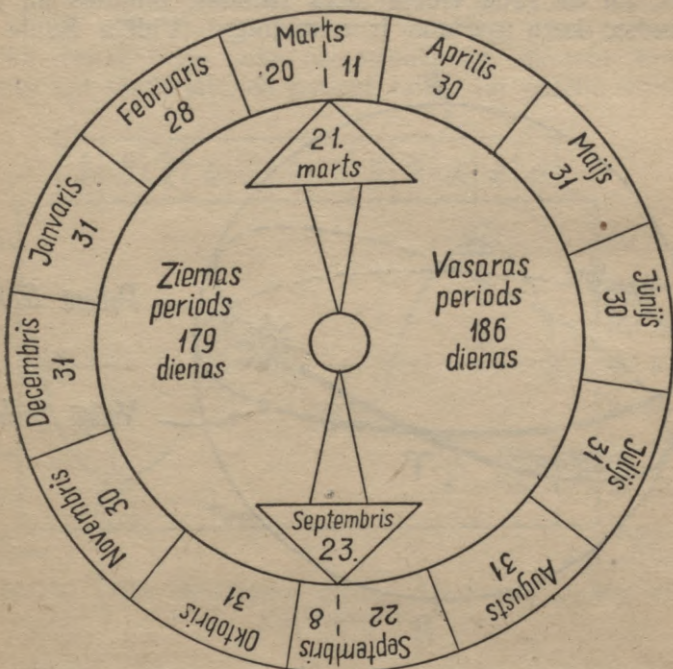


11. att. Zeme riņķo ap Sauli ar nevienmērīgu ātrumu.

šām patiesās Saules augšējām kulminācijām. Par patiesās dienas sākumu ir pieņemta patiesā pusdiens, kad Saule pie debess sasniedz vislielāko augstumu. Tomēr izrādās, ka arī patieso laiku nevar lietot praksē, jo patiesās dienas un līdz ar to patiesās stundas, minūtes un sekundes garums mainās.

Patiesās dienas garuma maiņas iemesls ir Saules nevienmērīgā kustība pa ekliptiku. Šīs kustības nevienmērībā patiesībā ir vainojama Zeme, jo, kā redzējam, Saules kustība ir Zemes kustības atspoguļojums. Zeme riņķo pa elipsi, kuras vienā fokusā atrodas Saule (11. att.). Ziemā Zeme ir tuvāk Saulei nekā vasarā. Zemes kustības ātrums nepārtraukti izmainās līdz ar Zemes attāluma izmaiņu no Saules. Zeme kustas jo ātrāk, jo tuvāk tā atrodas Saulei. Līdz ar to nepārtraukti mainās arī patiesās dienas

garums. Rudenī un ziemā patiesā diena ir garāka nekā pavasarī un vasarā. Bez tam Zemes orbitas plaknes slīpums attiecībā pret debess ekvatora plakni rada patiesās dienas pagarināšanos saulstāvju laikā, bet saīsināšanos — pavasarī un rudenī. Šo abu apstākļu dēļ patiesā diena ir



12. att. Ziemas un vasaras periodi nav vienāda garuma.

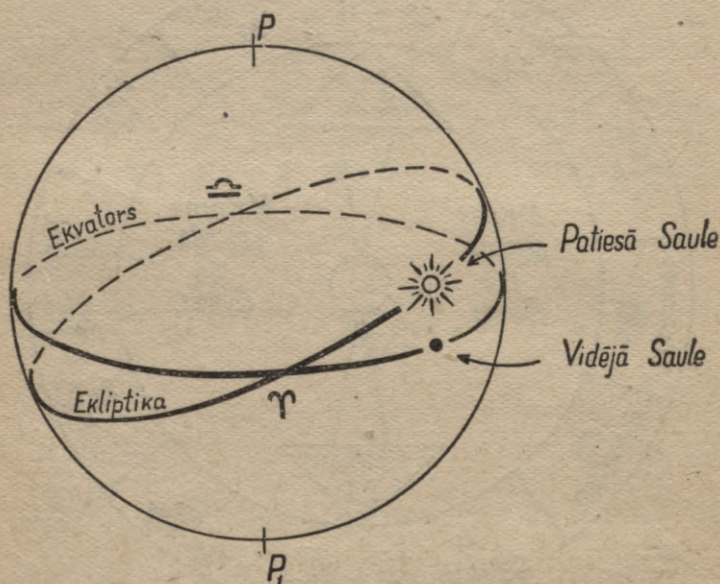
visgarākā decembra beigās un visīsākā septembra sākumā (starpība ir 50 sekundes).

Lai sekotu patiesā laika izmaiņām, pulksteņi būtu jāregulē katru dienu, jo nav iespējams konstruēt tādu pulksteņa mehānismu, kas pats pareizi sekotu patiesā laika nevienmērībām.

«Saulē rāda laiku mēnīgi,» rakstījuši uz sava ģerboņa Parīzes pulksteņmeistari pagājušā gadsimtā. Senatnē, kad pulksteņi bija ļoti primitīvi vai to vispār nebija, laiku skaitīja pēc patiesās Saules. Tikai 18. gadsimta sākumā pulksteņu izgatavošanas tehnika bija tiktāl attīstījusies,

ka patiesā laika nevienmērība kļuva jūtama. Līdz ar to radās nepieciešamība ieviest tādu laika vienību, kas būtu saskaņota ar Sauli un tomēr būtu nemainīga.

Vidējais laiks. Ikdienas dzīvē lietojamie pulksteņi tiek regulēti pēc t. s. vidējās Saules kustības, un tie rāda vidējā laika stundas, minutes un sekundes, kuru garums ir nemainīgs. Vidējā Saule ir

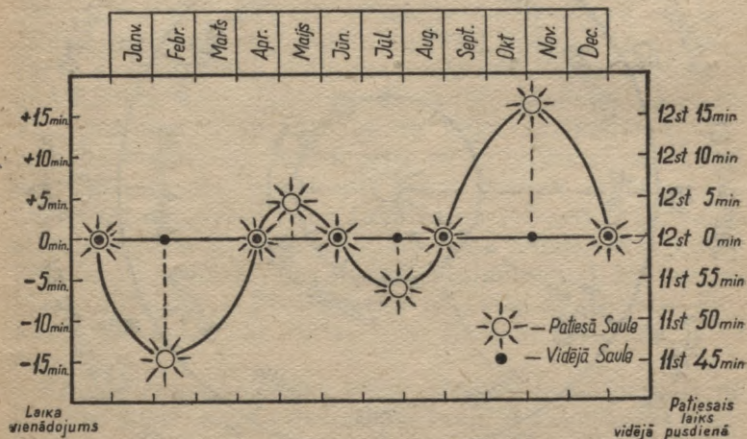


13. att. Patiesā Saule kustas nevienmērīgi pa ekliptiku, vidējā Saule kustas vienmērīgi pa ekvatoru.

iedomāts punkts pie debess sfēras, kas nepieciešams tikai laika skaitīšanai. Īstenībā šī Saule pie debesīm nav atrodama, tā nespīd un nesilda.

Vidējās Saules kustība ir noteikta tā, kā tas ērti laika skaitīšanai. Vidējā Saule kustas pilnīgi vienmērīgi, pie tam nevis pa ekliptiku, bet pa debess ekvatoru, un veic pilnu riņķi tajā pašā laikā kā patiesā Saule (13. att.). Vidējā diena ir laika spridis no vidējās Saules vienas augšējās kulminācijas līdz otrai. Visas vidējās dienas ir pilnīgi vienāda garuma, kas vienlīdzīgs vidējam aritmetiskajam patiesās dienas garumam gada laikā.

Novērot iespējams tikai patieso Sauli, bet pulksteņi rāda vidējo laiku. Lai pulksteņus varētu pārbaudīt pēc Saules, jāprot pāriet no patiesā laika uz vidējo. Gada laikā patiesā Saule reizēm aizsteidzas priekšā vidējai Saulei, bet reizēm atpaliek no tās. Pamatojoties uz Zemes kustības teoriju, katram datumam var precīzi aprēķināt patiesā un vidējā laika starpību, ko sauc par laika vienādojumu. Laika vienādojums rāda, cik minušu un sekundu jāpiešķaita vai jāatskaita no patiesā laika, lai dabūtu vidējo



14. att. Laika vienādojuma grafiks. Līkne rāda patieso laiku vidējā pusdienā.

laiku. Laika vienādojuma vērtības no gada uz gadu gandrīz nemaz nemainās. Vislielākās patiesā un vidējā laika starpības ir:

12. februārī — —14 min. 15 sek.

14. maijā — +3 min. 48 sek.

26. jūlijā — —6 min. 24 sek.

3. novembrī — +16 min. 24 sek.

Minusa zīme rāda, ka patiesais laiks aizsteidzies priekšā vidējam laikam, plusa zīme, — ka atpalicis.

16. aprīlī, 14. jūnijā, 2. septembrī un 25. decembrī vidējais laiks pilnīgi sakrīt ar patieso. Vidējo laiku ieviesa vispirms Šveicē, Ženevā 1780. gadā. 19. gadsimta sākumā to sāka lietot arī citās zemēs.

Astronomijā par vidējās dienas sākumu pieņemts vidē-

jās Saules augšējās kulminācijas moments, t. i., vidējā pusdienu. Ikdienas dzīvē jaunu dienu turpretim skaita no vidējās pusnakts, jo būtu ļoti neērti, ja datums mainītos dienas vidū.



15. att. Saules redzamais ceļš pa zodiaku. Jaunavas, Svaru un Skorpiona zvaigznāji no Zemes redzami pavasara naktīs, Strēlnieka, Mežāža, Ūdensvīra zvaigznāji redzami vasaras naktīs utt.

Dienu, kuras garums vienlīdzīgs vidējās dienas garumam, bet kuru skaita no vidējās Saules apakšējās kulminācijas, sauc par pilsonisko dienu. Pilsoniskā diena tāpat sākas par 12 stundām ātrāk nekā vidējā diena.

Pēc pilsoniskā laika skaitīšanas veida agrāk stundas skaitīja no 0 līdz 12 ar atzīmi «ritā» un vēlreiz no 0 līdz 12 ar atzīmi «vakarā». Daudzo pārpratumu dēļ, kurus rada šāds laika skaitīšanas veids, vispirms valsts iestādes un organizācijas un pēdējā laikā arī pilsoņi savā

ikdienas dzīvē stundas sākuši skaitīt no 0 līdz 24 bez kādām papildatzīmēm.

Kādēļ dienu
dala 24 daļās?

Cilvēces attīstības sākumā nebija nekādas nepieciešamības dalīt dienu sīkākās daļās un nebija arī iespējas to precīzi veikt. Laika skaitīšana faktiski sākās ar Saules lēktu un beidzās ar rietu. Izdalīja vienkārši rītu, pusdienas laiku, vakaru un nakti. Eģiptieši un babilonieši dalija dienu 4 daļās. Dienu no nakts atdalīja Saules lēkts un riets. Ķīnieši, japaņi, babilonieši un dažas citas tautas dalija dienu un nakti kopā 12 vienādās daļās. Katra no tām atbilst divām mūsu stundām un tādēļ tiek saukta par divkāršo stundu. Šāda dalījuma rašanās saistīta ar Saules gadskārtējā ceļa dalīšanu 12 daļās, atbilstoši Mēness 12 riņķojumiem ap Zemi gada laikā. Divpadsmit t. s. zodiaka zvaigznāji, caur kuriem iet ekliptika (Saule katrā no tiem atrodas apmēram vienu mēnesi gadā), tika izmantoti aptuvenai laika skaitīšanai (15. att.). Divkāršo stundu noteica kā laika sprīdi no viena zodiaka zvaigznāja kulminācijas līdz otra zvaigznāja kulminācijai, kas arī sastāda dienas $\frac{1}{12}$. Protams, ka par visa zvaigznāja kulminācijas brīdi var runāt tikai kā par aptuvenu laika momentu.

Sādu dienas dalīšanas veidu grieķi bija pārņēmuši no babiloniešiem, bet uz dienas dalīšanu 24 daļās jeb 24 stundās, domājams, tie pārgājuši, sekojot eģiptiešiem. Eģiptieši jau sen dalija dienu un nakti katru atsevišķi 12 stundās. Tādējādi dienas un nakts garums mainījās atkarībā no gadalaika. Rīgā, piemēram, garākā diena ir 17 stundas 50 minutes, bet īsākā — 6 stundas un 40 minutes. Tātad pēc šāda dalījuma vasarā stunda būtu trīs reizes garāka nekā ziemā.

VIETĒJAIS UN JOSLU LAIKS

Saule, šķietami pārvietojoties no austrumiem uz rietumiem, katrā Zemes lodes vietā kulminē citā laikā. Līdz ar to katram Zemes meridianam ir savs vietējais laiks. Kad vienā Zemes daļā vēl pavisam tumšs, otrā aust rīts, bet trešajā ir jau pusdienas laiks. Par nulles meridianu skaita to, kas iet caur Griničas observatoriju Anglijā. Nulles meridianam atbilstošo laiku sauc par pasaules laiku.

Ievērojot, ka Zeme griežas austrumu virzienā, viegli saprotams, ka uz austrumiem no kādas vietas vietējā laika pulkstenis vienmēr rādīs vairāk nekā uz rietumiem. Ja salīdzināsim pasaules laiku ar kādas vietas vietējo laiku, tad starpība būs vienlīdzīga tieši šīs vietas ģeografiskajam garumam. Piemēram, Rīgas LVU galvenās ēkas ģeografiskais garums ir 1 stunda 36 minūtes 28 sekundes. Tāpēc Rīgā vietējais laiks vienmēr būs par 1 stundu 36 minūtēm un 28 sekundēm vairāk nekā uz Griničas meridianā. Jebkuru divu vietu vietējo laiku starpība vienlīdzīga šo vietu ģeografisko garumu starpībai. Jāatceras, ka uz viena meridianā visā tā garumā no ziemeļpola līdz dienvidpolam ir viens un tas pats vietējais laiks.

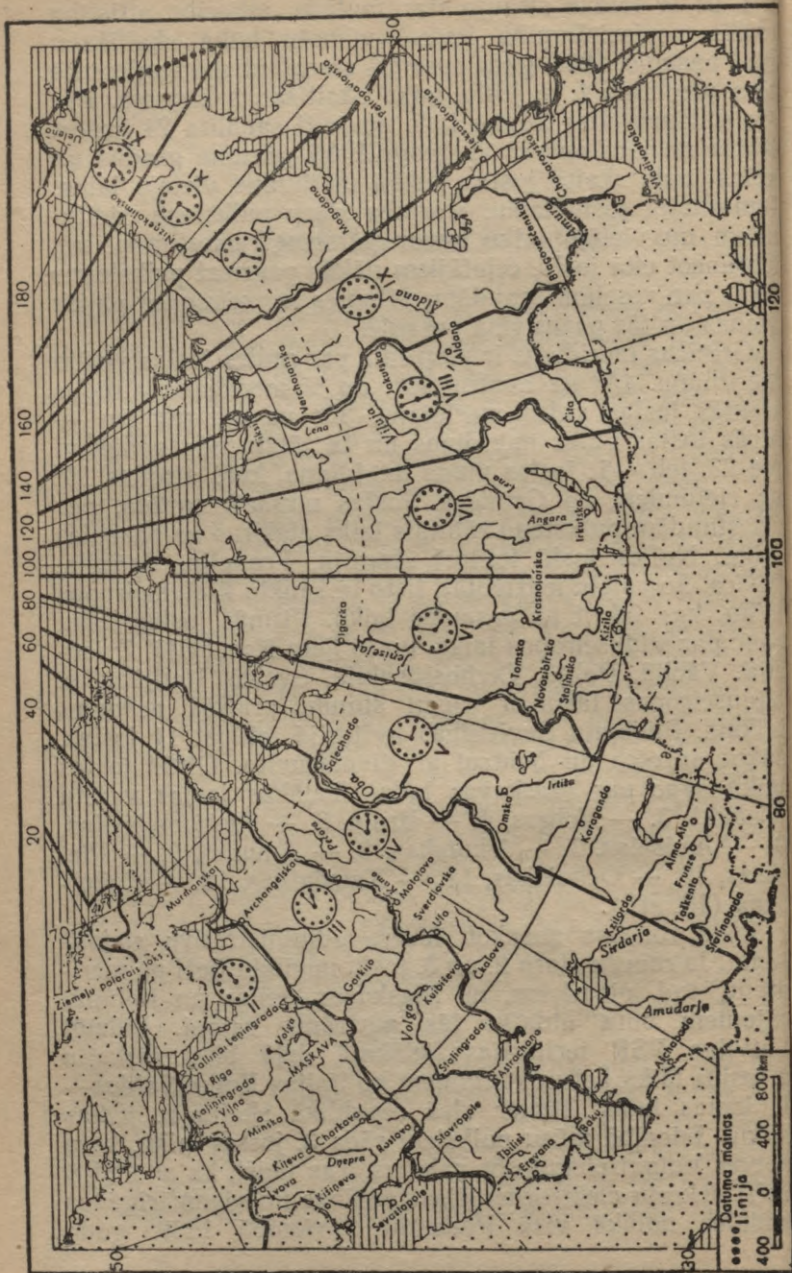
Agrāk katrā lielākā pilsētā pulksteņi tika regulēti pēc vietējā laika. Bet līdz ar ekonomisko sakaru attīstību tas radīja lielas neērtības. Tādēļ 19. gadsimta vidū atsevišķas valstis ievada vienotu dzelzceļa un pasta-telegrafa laiku. Francijā par tādu skaitīja Parizes laiku, Krievijā — Pulkovas observatorijas laiku utt.

Lielās valstīs vienota laika ieviešana radīja sarežģījumus, tāpēc ka teritorijas attālākajās daļās radās 5, 10 un vairāk stundu starpība starp vienoto valsts laiku un vietējo laiku. Arī mazās valstiņās dzīvoja katra pēc savas galvaspilsētas laika, un tā ceļotājiem bieži nācās dažu stundu laikā vairākkārt pagriezt pulksteņu rādītājus.

Līdz ar tālāko straujo starptautisko attiecību attīstību radās nepieciešamība ieviest vienotu laika skaitīšanu visā pasaulē. 1884. gadā specialā starptautiskā konferencē tika pieņemta t. s. joslu laika skaitīšanas sistēma. Pēc šīs sistēmas visā Zemes lode nosacīti sadalīta 24 joslās. Katra no tām aptver 15 ģeogrāfiskā garuma gradus un katrā joslā skaita joslas vidējā meridiana vietējo laiku. Izmantojot joslu laiku, starpība starp pulksteņa rādījumiem un vietējo laiku nevar pārsniegt pusstundu, un, iebraucot citā joslā, ceļotājiem nākas pagriezt pulksteņus tikai par veselām stundām. Minutes un sekundes paliek vienas un tās pašas visā pasaulē.

Griničas meridians ir pieņemts par nulles joslas vidējo meridianu. 15° uz austrumiem no šī meridiana atrodas pirmās joslas vidus meridians, 30° uz austrumiem — otrās joslas vidus meridians un tā tālāk, līdz nonākam pie 23. jeb —1. joslas vidus meridiana, kurš atrodas 15° uz rietumiem no Griničas. Joslas numurs norāda, par cik stundām pulksteņu rādītais laiks atšķiras no pasaules laika. Nulles joslā ietilpst Anglija, Francija, Spānija, Alžīra. Šo valstu iedzīvotāji lieto tā saukto Rietumeiropas laiku, kas sakrīt ar pasaules laiku. Pirmās joslas laiku sauc par Viduseiropas laiku, un to lieto Norvēģijā, Zviedrijā, Vācijā, Polijā, Čehoslovākijā, Šveicē, Itālijā u. c. Viduseiropas laiks ir vienu stundu priekšā pasaules laikam. Padomju Savienības teritorijā ietilpst 11 joslas, sākot ar otro un beidzot ar divpadsmito. Otrās joslas laiku sauc par Maskavas laiku. Tālākās joslas varētu nosaukt: 3. — Volgas, 4. — Uralu, 5. — Rietumsibīrijas, 6. — Jeņisejas, 7. — Irkutskas, 8. — Amuras, 9. — Piejūras, 10. — Ochotskas, 11. — Kamčatkas, 12. — Čukotskas (16. att.).

Joslu robežas nosakot, ievēro administratīvo sadalījumu. Ja robežu starp 2. un 3. joslu novilkta tieši pa meridianu, tad, piemēram, no Maskavas centra un rietumu rajoniem būtu atdalīti tās austrumu rajoni. Līdzīgi Latvijas PSR teritorijas lielākajā daļā būtu jāskaita 2. joslas laiks, bet uz rietumiem no līnijas Kolka-Saldus — 1. joslas laiks. Tomēr visā republikā skaita 2. joslas laiku. Istenībā mūsu pulksteņi rāda 3. joslas laiku, kura aptver Volgai pieguļošos rajonus. Tas tādēļ, ka ar PSRS TKP dekretu elektroenerģijas taupības un vienmērīgākas sadales nolūkā visā Padomju Savienībā 1930. gada



16
 st
 Do
 ne
 pr
 ka
 pa
 kā
 la
 vi
 de
 ur
 st
 la
 la

16. jūnijā pulksteņu rādītāji tika pabīdīti par vienu stundu uz priekšu. Šo laiku sauc par dekreta laiku. Dekreta laika pulksteņi rāda par vienu stundu vairāk, nekā to prasa atbilstošās joslas laiks. Dekreta laika priekšrocības sevišķi jūtamas vasarā, kad dienas ir garākas. Daudzās valstīs pavasarī pulksteņu rādītājus pārbīda par vienu stundu uz priekšu un rudenī atpakaļ. Tādā kārtā vasaras mēnešos šajās valstīs lieto t. s. vasaras laiku.

Par cik tad atšķiras mūsu pulksteņu rādītais laiks no vietējā laika?

Visā Latvijas PSR pulksteņi rāda vienādi. Ja pēc dekreta laika Rīgā pulkstenis ir 12.00, tad arī Liepājā un Rēzeknē ir tikpat. Pasaules laiks šinī brīdī ir par 3 stundām mazāk, tātad tikai 9.00. Pieskaitot pasaules laikam attiecīgos ģeografiskos garumus, dabūjam vietējo laiku:

Liepājā — 10 stundas 24 minutes.

Rīgā — 10 stundas 36 minutes.

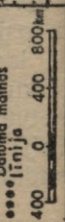
Rēzeknē — 10 stundas 49 minutes.

Tātad mūsu lietotais laiks atšķiras no vietējā laika:

Liepājā — par 1 stundu 36 minutēm.

Rīgā — par 1 stundu 24 minutēm.

Rēzeknē — par 1 stundu 11 minutēm.



KUR SĀKAS JAUNA DIENA?

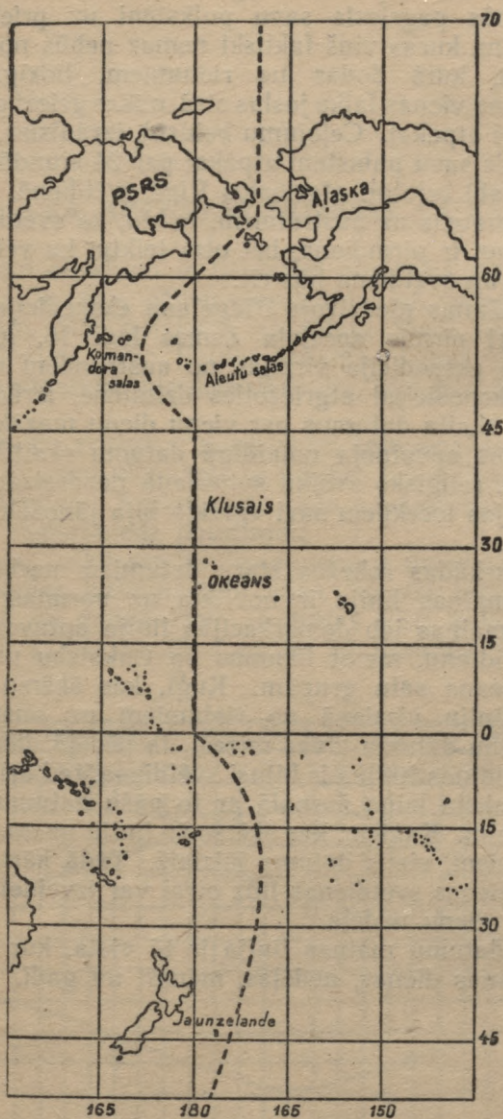
Tā kā visā pasaulē pieņemts lietot joslu laiku, tad dienas sākums un līdz ar to datumu maiņa pārvietojas lēcieneveidīgi ik pa stundai.

Kad Griničā ir pusnakts, Rīgā jau pagājušas trīs jaunās dienas stundas. Tālāk uz austrumiem, piemēram, Jakutskā, ir rīts, bet Cukotskā — pusdienas laiks. Uz rietumiem no Griničas turpretim vēl iepriekšējā diena, Ņujorkā — vakara stundas, Aļaskā — pusdienas laiks.

Kad Čukotskā iestāties Jaunais gads, bet Rīgā vēl pilnā sparā rit Jaunā gada sagaidīšanas darbi, Aļaskā vēl nav uzausis vecā gada pēdējās dienas rīts. Rīdziniekiem jāuzmanās, lai neaizmirstu laikus nosūtīt apsveikumus saviem Tālo Austrumu draugiem. Toties Vladivostokas iedzīvotāji, liksmi sagaidījuši Jauno gadu un atcerējušies savus Rīgas paziņas, var vēl mierīgi sūtīt laimes vēlējumus. Viņu telegramas nonāks laimīgo saņēmēju rokās, pirms vēl Kremļa zvani vēstīs par Jaunā gada iestāšanos visur tur, kur pulksteņi rāda Maskavas laiku. Tādā kārtā tehnika dod iespēju «apdzīt laiku».

Ja ceļotāji neievēro sekas, kas rodas Zemes griešanās dēļ, tiem viegli var rasties pārpratumi ar datumu skaitīšanu. Pārvietojoties pa Zemes lodi tās griešanās virzienā (t. i., no rietumiem uz austrumiem), ceļotājs izdara it kā lieku apgriezieni ap Zemes asi. Bet, ceļojot pretējā virzienā, viens apgrieziena un līdz ar to viena diena iznāk par maz.

Iedomāsimies divus pasaules apceļotājus, kuri izbrauc no Rīgas vienā laikā, bet dodas pretējos virzienos. Tam ceļotājam, kas dodas uz austrumiem, pēc katriem ģeogrāfiskā garuma 15° jāpagriež savs pulkstenis par 1 stundu uz priekšu. Nobraucot 180° uz austrumiem, viņš būs pagriezis savu pulksteni uz priekšu jau par 12 stundām. Veicot otru ceļa pusi, viņam nāksies pagriezt savu pulksteni



17. att. Datumu maiņas līnija.

Laika mērišana

vēl 12 stundas uz priekšu. Atgriežoties atpakaļ Rīgā, šis ceļotājs būs pagriezis savu pulksteni uz priekšu par 24 stundām, kuras viņš faktiski nemaz nebūs nodzīvojis. Ceļotājam, kurš dodas uz rietumiem, līdzīgā veidā iebraucot no vienas laika joslas otrā, nākas griezt pulksteni pa stundai atpakaļ. Ceļojumu beidzot, izrādīsies, ka viņš ir pagriezis savu pulksteni atpakaļ par 24 stundām. Tādā kārtā, ja abi ceļotāji atgrieztos Rīgā svētdienā, ceļotājs, kas bija braucis uz austrumiem, teiktu, ka svētdiena jau pagājusi un ir pirmdiena, bet otrs teiktu, ka vēl ir tikai sestdiena un svētdiena būs rīt.

Nepatikšanas piedzīvoja Magelana ekspedīcijas dalībnieki, kuri pirmie apceļoja Zemes lodi 16. gadsimtā. Magelana ekspedīcija virzījās no austrumiem uz rietumiem. Ekspedīcijai atgriežoties dzimtenē, izrādījās, ka kuģinieki skaita datumus par vienu dienu mazāk. Katolu baznīca tos apvainoja nolaidīgā datumu skaitīšanā un, galvenais, reliģisko svētku svinēšanā nepareizās dienās. Ekspedīcijas locekļiem savi «grēki» bija jānožēlo Seviļas katedrālē.

Dabā nekādas robežas starp datumiem neeksistē, un datumu maiņas līnija ir novilkta uz norunas pamata. Datumu maiņas jeb demarkācijas līnija aptuveni iet pa 180° meridianu, metot likumus ap Čukotsku un dažām Klusā okeana salu grupām. Kuģi, kas šķērso datumu maiņas līniju virzienā no rietumiem uz austrumiem, skaita vienu datumu divas reizes. Ja pēdējā diena pirms datumu maiņas līnijas ir bijusi svētdiena, tad arī nākamo dienu ieraksta kuģa žurnālā ar to pašu datumu, turklāt kā svētdienu. Kuģiem, kas šķērso šo līniju no austrumiem uz rietumiem, viens datums jāizlaiž. Tādā kārtā ceļotājiem no vienas svētdienas līdz otrai var izveidoties 5 vai 13 darba dienu nedēļa.

Tāpat datumu maiņas līnija ir tā vieta, kur vispirms rodas jaunas dienas, nedēļas, mēneši un gadi.

ja
pie
ko
Si
ku
šar
ins
pa
l
vēn
mo
kul

Die

riņo

Stundas

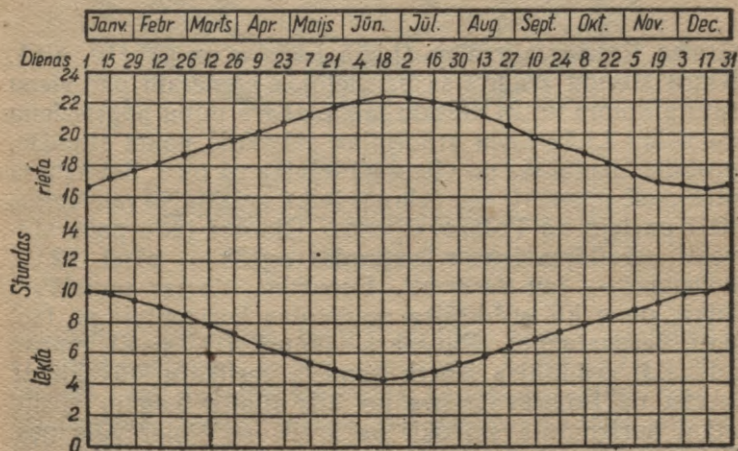
tekta

KĀ APTUVENI NOTEIKT LAIKU

Katram cilvēkam ir lietderīgi zināt, kā noteikt laiku, ja nav pulksteņa. Mūsu vecmāmiņas un vecvecmāmiņas, piemēram, šim nolūkam izmantoja Sauli un zvaigžņu kopu Sietiņu. Pēc Saules iedalīja dienas darbus, bet Sietiņa augstums pie debess rādīja, kad jāiet kungu rijas kult.

Saules un zvaigžņu novērojumi aptuvenai laika noteikšanai izdarāmi vienkārši ar aci bez jebkādiem optiskiem instrumentiem. Protams, ka šādu novērojumu precizitāte parasti nepārsniedz pusstundu.

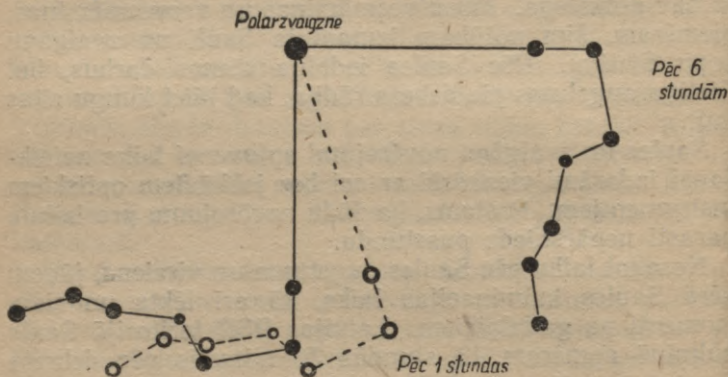
Nosakot laiku pēc Saules augstuma un virziena, jāņem vērā Saules kulminācijas laiks, kā arī lēkta un rieta momenti pa gadalaikiem. Latvijas PSR teritorijā Saule kulminē apmēram 13 stundās 30 minūtēs pēc dekreta



18. att. Saules lēkta un rieta momenti Rīgā pēc dekreta laika.

laika (Liepājā 13 st. 36 min., Rīgā 13 st. 24 min., Viļakā 13 st. 9 min.). Lēktu un rieta momentus var nolasīt pievienotajā grafikā (18. att.), kur tie doti Rīgai. Citām Latvijas PSR vietām tie atšķirsies par dažām minūtēm. Precīzi aprēķināti lēkta un rieta momenti Rīgai, Liepājai un Daugavpilij tiek ievietoti Vissavienības Astronomijas un ģeodezijas biedrības Rīgas nodaļas Astronomiskajā kalendārā.

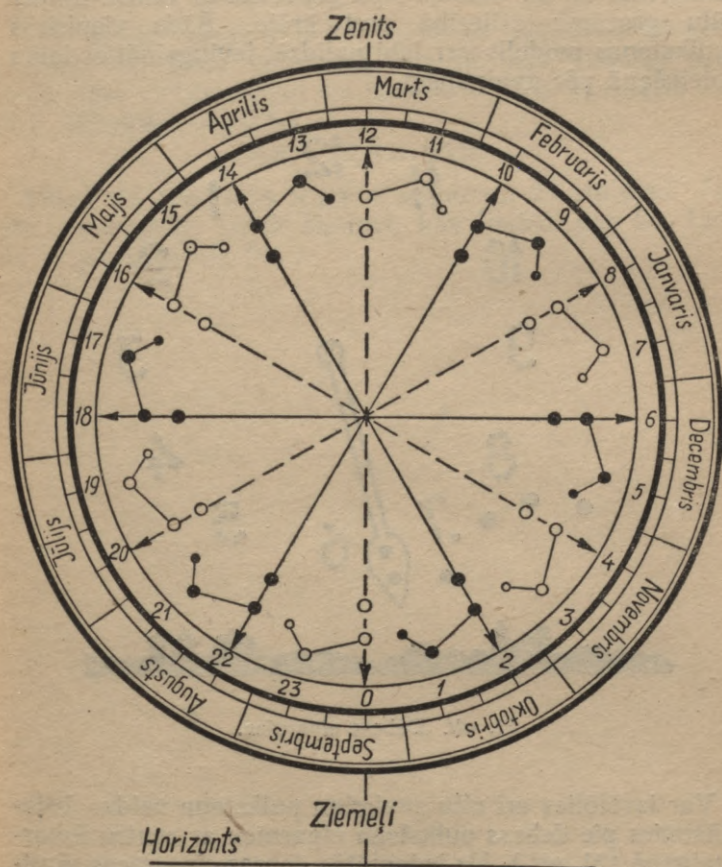
Naktī laika noteikšanai izdevīgi izmantot Lielā Lāča jeb Greizo Ratu zvaigznāju. Pie debesīm var iedomāties «rādītāju», kurš iet no Polarzvaigznes uz divām malējām



19. att. Lielā Lāča zvaigznāja «rādītāja» pārvietošanās.

Greizo Ratu zvaigznēm (Lielā Lāča α un β) (19. att.). Katru stundu «rādītājs» pārvietojas apmēram par vienu ratu platumu un 24 stundu laikā izdara pilnu apgriezību ap polu. Lielā Lāča «rādītāja» stāvoklis nakts stundās, protams, izmainās no viena gadalaika uz otru. Septembra otrā pusē pusnaktī pēc dekreta laikā «rādītājs» novietojas tieši uz leju no Polarzvaigznes. Oktobrī tādu pašu stāvokli «rādītājs» ieņem 2 stundas agrāk — plkst. 22.00, novembrī — jau 20.00 utt. Decembrī, ziemas saulstāvju laikā, pusnaktī «rādītājs» novietojas horizontāli pa labi no Polarzvaigznes. Pavasara sākumā, t. i., ap 21. martu, pusnaktī «rādītājs» ieņem gandrīz vertikālu stāvokli uz augšu no Polarzvaigznes un līdz jūnija beigām noslīd atkal horizontālā stāvoklī pa kreisi no Polarzvaigznes. Teiktais būs pilnīgi pareizs joslas vidējam meridianam, t. i., tur, kur vietējais vidējais laiks tieši par vienu stundu

atpaliek no dekreta laika, piemēram, Ļeņingradā. 20. attēlā redzams, kādus stāvokļus var ieņemt Greizie Rati dažādos mēnešos un stundās. Zīmētas tikai četras ratu



20. att. Zvaigžņu pulkstenis.

zvaigznes, zīmējuma centrā atrodas pols. Orientācijai atzīmēti horizonts, ziemeļi un zenīts. Ārējā aplī atzīmēti mēneši. Tie sadalīti 4 iedaļās, tā ka iespējams nolasīt arī nedēļas. Skaitļi iekšējā aplī apzīmē stundas. 20. attēlā redzams «rādītāja» virziens katrai stundai septembra beigās. Lai nolasītu Greizo Ratu stāvokli jebkuram citam

mēnesim, skaitļi jāiedomājas pagriezti tā, lai 0 atrastos pret vajadzīgo datumu. Ieteicams «rādītāju» uzzīmēt uz vienas papes ripas, bet iedaļas uz otras, un abas ripas sastiprināt tā, lai iekšējā ripa (apvilkta ar tumšu līniju) būtu grozāma attiecībā pret ārējo. Šāds vienkāršs «pulksteņa» modelis var ļoti palīdzēt ievingrināties laika noteikšanā pēc zvaigznēm.



21. att. Debess ciparnīca.

Var izvēlēties arī citu zvaigžņu pulksteņa veidu. Iedomāsimies pie debess pulksteņa ciparnīcu ar centru Polarzvaigznē (21. att.). Uz iedomātās debess ciparnīcas skaitlis 12 novietots tieši virs Polarzvaigznes, 6 — tieši zem tās, 3 — pa labi, 9 — pa kreisi. Katra ciparnīcas iedaļa atbilst debess sfēras pagriezienam par 2 stundām. Par «rādītāju» atkal varam izmantot Greizo Ratu 2 malējās zvaigznes (Lielā Lāča α un β).

21. attēlā, skatoties uz «rādītāju», varam nolasīt 6,5 stundas. Šim skaitlim pievienosim attiecīgā mēneša kārtas numuru no gada sākuma ar desmitdaļām, ko veido dienas, kas pagājušas no mēneša sākuma. Katras

s
z
s
)
s
a

3 dienas var skaitīt par vienu mēneša desmitdaļu. Piemēram, 27. septembrim atbilst skaitlis 9,9. Skaitļu 6,5 un 9,9 sumu reizināsim ar 2:

$$(6,5 + 9,9) \times 2 = 32,8.$$

Lai iegūtu pareizu laiku, dabūtais skaitlis vienmēr jāatņem no kāda konstanta skaitļa, kas atkarīgs no novērotāja vietas. Rīgai šis skaitlis ir 55,8. (Liepājai — 60,0, Rēzeknei — 55,6.)

$$55,8 - 32,8 = 23,0.$$

Tātad dekreta laiks Rīgā ir apmēram 23 stundas. Ja pēc atņemšanas iznāk skaitlis, kas lielāks par 24, tad no tā jāatņem vēl 24.

DAŽAS ZIŅAS PAR PULKSTENIEM

Nepieciešamība sadalīt dienu sīkākās daļās mudināja cilvēkus izgudrot īpašas laika mērīšanas ierīces — pulksteņus. Katrs pulkstenis, lai cik elementara vai sarežģīta būtu tā konstrukcija, mērī laiku ar dažāda veida kustību vai procesu palīdzību, kas atkārtojas vienādos laika sprīžos.

Saules pulksteņi.

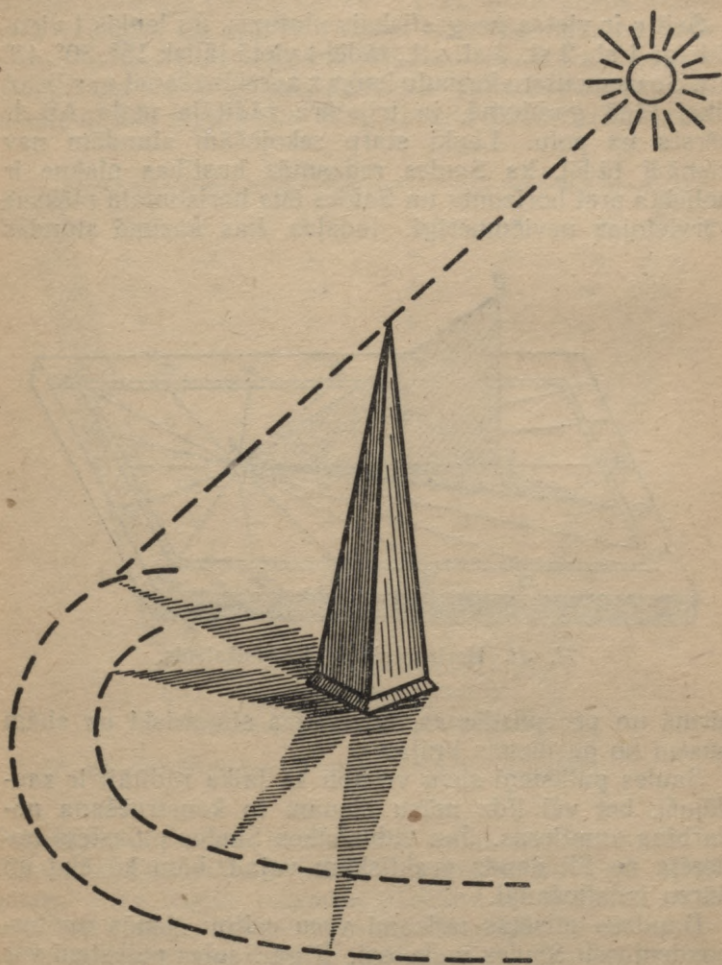
Vispirms laiku mērīja vienkārši pēc Saules. Kad cilvēki ievēroja, ka Saules apspīdētu priekšmetu ēna izmainās nepārtraukti līdz ar Saules kustību pa debess jumu, radās doma par laika mērīšanu ar ēnas palīdzību. Tā izveidojās pirmie pulksteņi — gnomoni jeb ēnas rādītāji. Par visprimitīvāko ēnas rādītāju nodereja vienkāršs vertikāli zemē nostiprināts koka vai akmens stabs. Pēc ēnas virziena un garuma sprieda par attiecīgās dienas daļas iestāšanos. Šī uzdevuma atvieglošanai ap gnomonu novilkta koncentriskus apļus ar tādu aprēķinu, lai ēna pārvietotos no viena apļa uz otru pēc noteikta laika sprīža. Gnomona veida pulksteņi jau vairāk tūkstoš gadu pirms mūsu eras bija pazīstami senajās kultūras zemēs: Babilonijā, Eģiptē, Indijā, Ķīnā. Eģiptē ēnas rādītājus cēla mākslinieciski izveidotu un rūpīgi apdarinātu milzu akmens pilaru, t. s. obelisku veidā. Ap 500. gadu pirms mūsu eras gnomoni ieviesās arī Grieķijā.

Dažus gadsimtus vēlāk radās pirmie uz matemātisku aprēķinu pamata izveidotie Saules pulksteņi — gnomonu tālākais uzlabojums.

Saules pulksteņi veido plāksne ar iedaļām un slīpu stienīti vidū. Rādītājs Saules pulkstenī ir stienīša ēna. Pamata plāksne var būt novietota ekvatora plaknē horizontāli vai vertikāli. Ir arī sferiskas formas Saules pulksteņi ar dobtu ciparnīcu.

Horizontāla Saules pulksteņa izgatavošanai vajadzīga

gluda plāksne un trijstūris, kura šaurais leņķis BAC vienlīdzīgs vietas ģeografiskajam platumam φ . (23. att.)



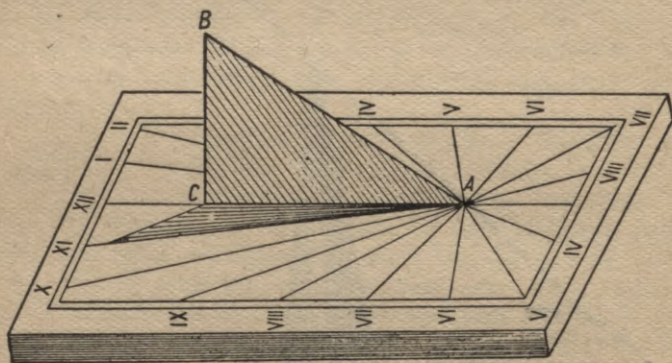
22. att. Gnomons — ēnas rādītājs.

Trijstūris jāpiestiprina plāksnei perpendikulāri ar virsotni A tieši uz dienvidiem. Tad, pagarinot malu AC, dabūjam tā saukto pusdienas līniju, uz kuras rādītāja ēnai jākrit tieši divpadsmitos. Iedaļas, kas atbilst citām stundām,

var atrast ar leņķa x palīdzību, kuru aprēķina pēc formulas

$$\operatorname{tg} x = \sin \varphi \operatorname{tg} t.$$

Seit φ ir vietas ģeografiskais platums, un leņķis t vienlīdzīgs 1 st., 2 st., 3 st. utt., tādēļ t vietā jāliek $15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ utt. Šo elementāro formulu leņķa x aprēķināšanai var lietot tikai tadā gadījumā, ja trijstūra rādītāja mala AB ir vērsta uz polu. Leņķi starp sekojošām stundām nav vienādi tādēļ, ka Saules redzamās kustības plakne ir noliekta pret horizontu un Saules ēna horizontālā plāksnē pārvietojas nevienmērīgi. Iedaļas, kas apzīmē stundas



23. att. Horizontals Saules pulkstenis.

pirms un pēc pusdienas, novietojas simetriski uz abām pusēm no pusdienas līnijas.

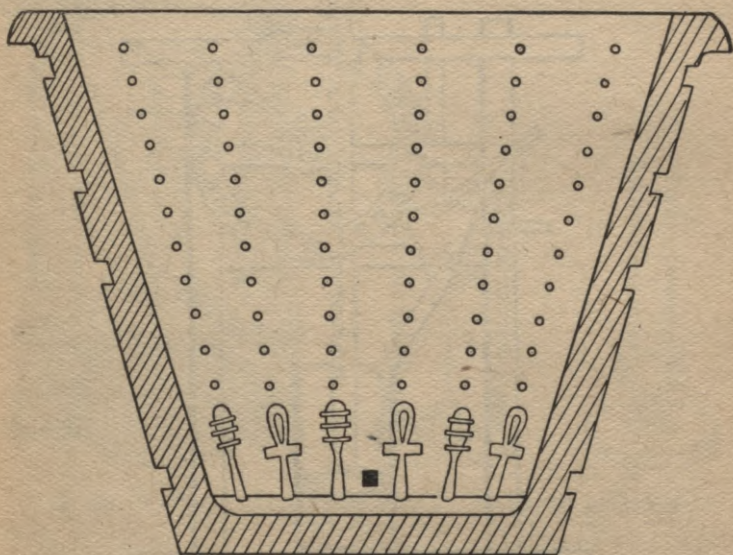
Saules pulksteņi savu vērtību kā laika rādītāji ir zaudējuši, bet vēl līdz mūsu dienām to konstruēšana nodarbina amatierus. Jau viduslaikos Saules pulksteņi noderēja ne tik daudz praktiskām vajadzībām kā ēku un dārzu izdaiļošanai.

Daudzās pilsētās redzami vecu celtnu sienās un torņos iemūrēti Saules pulksteņi. Rīgā Saules pulksteņi var apskatīt Brīvdabas muzejā. Saules pulkstenis atrodas arī Daugavpilī, pie Kulturas nama. Maskavā vertikāls Saules pulkstenis saglabājies Novodevičjas klosterī.

Ūdens, smilšu
un uguns
pulksteņi.

Protams, Saules pulksteņi rāda laiku tikai saulainā dienā. Tādēļ senatnē isus laika sprīžus mēģināja mērit citādā veidā. Ļoti plaši bija izplatīti ūdens pulk-

steņi jeb klepsidri. Ūdens pulksteņus jau sen lietojuši eģiptieši, babilonieši, ķīnieši, indieši. Par ūdens pulksteņiem nodereja dažādi veidoti trauki, kuros ūdens tecēja iekšā vai ārā. Uz trauku sienām iezīmētās iedaļas deva iespēju spriest par pagājušo laika sprīdi. Kā raksturīgu piemēru var minēt Eģiptē, Karnakas templī atrasto ūdens pulksteni, kas izgatavots 14. gadsimtā pirms mūsu eras.

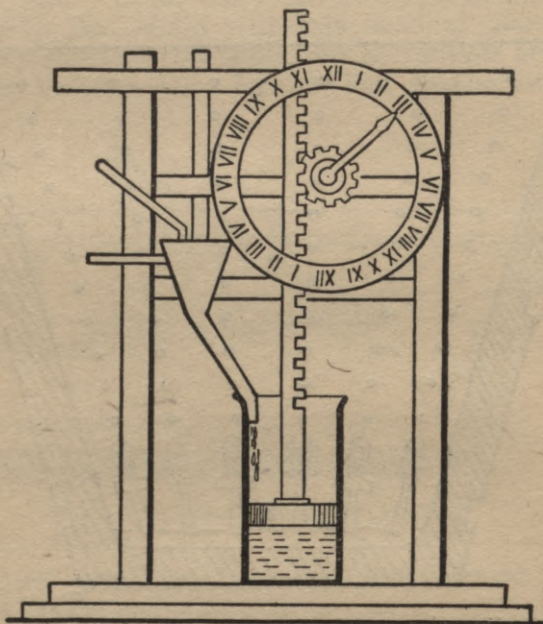


24. att. Karnakas templī atrastais ūdens pulkstenis.

Pulkstenis ir veidots no akmens, un tā tilpums — 28 l. Trauka apakšējā daļā izurbts caurums, pa kuru iztek ūdens. Visa trauka iekšpuse pārklāta ar aplīšiem, kuri sakārtoti rindās, simbolizējot 12 mēnešus. Katra aplīšu kārtā atbilst vienai notecējušai stundai. Trauka ārpusē pārklāta ar raksturīgāko zvaigznāju attēliem. Arī Indijā bija izplatīts īpatnēja veida ūdens pulkstenis. Indieši likuši uz ūdens gliemežnīcas ar mazu caurumiņu. Noteiktā laika sprīdi gliemežnīca piepildījās ar ūdeni un nogrima.

Grieķijā ūdens pulksteņi parādījās 6. gadsimtā pirms mūsu eras, bet Romā tikai 2. gadsimtā pirms mūsu eras.

Gadsimtiem aizritot, ūdens pulksteņu apdare kļuva arvien izdomas bagātāka. Ūdens pulksteņiem pievienoja arī ciparnīcu. Rādītāju darbināja, piemēram, ar virzuļa palīdzību (25. att.). Traukam piepildoties ar ūdeni, virzulis cēlās uz augšu un grieza zobratu, pie kura tika piestiprināts rādītājs. Rādītājs bija tikai viens, un uz



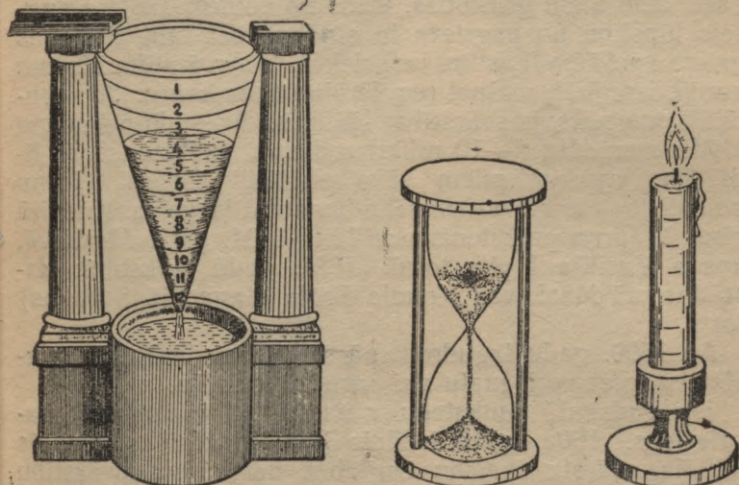
25. att. Ūdens pulkstenis ar ciparnīcu.

ciparnīcas bija atzīmētas vienīgi stundu iedaļas. Doma par zobratu izmantošanu pulksteņos pieder grieķim Ktezibijam, kas dzīvoja Aleksandrijā ap 140. gadu pirms mūsu eras.

Ists mākslas darbs bijis ūdens pulkstenis, ko slavenais arābu valdnieks Haruns al Rašids 9. gadsimtā dāvināja Kārlim Lielajam. Šis pulkstenis «sita» stundas, — t. i., metala traukā krita vara bumbas.

Pirmajā gadu tūkstoši pirms mūsu eras tika izgudroti smilšu pulksteņi, kur no viena trauka otrā birst smiltis.

Grieķi izmantojuši smilšu pulksteņus runu ilguma noteikšanai. Runātājam bija liels gods, ja klausītāji pieprasīja apgriezt smilšu pulksteņus, t. i., dot vēl tikpat daudz laika runas turpināšanai. Šādus pulksteņus lieto vēl arī tagad īsu laika sprīžu mērīšanai, piemēram, mediķi pulsa skaitīšanai u. tml.



26. att. Parasta veida ūdens, smilšu un uguns pulksteņi.

Senatnē lietoja arī uguns pulksteņus — sveces un lampas ar iedaļām. Ķīnieši gatavojuši no smalkām koka skaidiņām un sveķiem īpašus stieniņus, kas, lēnām griezdot, nodega noteiktā laika sprīdī.

Visi šie pulksteņi bija neprecīzi, un dienā to kļūda sasniedza 15—30 minutes. Tomēr vairumam cilvēku nebija pat šādu pulksteņu, un tādēļ priesteru pienākumos ietilpa laika noteikšana un paziņošana tautai. Priesteri tempļos rūpīgi sekoja saviem pulksteņiem un to gaitu kontrolēja pēc debess spīdekļiem. Par jaunas dienas daļas (rīta, pusdienas, vakara) vai stundas iestāšanos priesteri vēstīja tautai ar tauru skaņām, bangu riboņu vai kļiedzieniem.

Viduslaikos Eiropā joprojām bija izplatīti ūdens un smilšu pulksteņi.

**Ratu un svārstu
pulksteņi.**

Ap 12. gadsimtu Eiropā izplatījās ratu pulksteņi, kurus darbināja smagas svara bumbas. Kā jau rāda pats ratu pulksteņa nosaukums, tā mehānismā ietilpa vairāki zobrati (27. att.). Vienam no tiem bija piestiprināts stundu rādītājs. Lai bumba slīdētu uz leju lēni un samērā vienmērīgi, cita rata zobi ķērās īpašā stienī ar divām lāpstiņām. Zobratam griežoties, viens no zobiem aizķēra augšējo lāpstiņu un pagriezta to atpakaļ, bet tūlīt cits zobs grieza apakšējo lāpstiņu uz priekšu. Šo svārstību ātrumu varēja izmainīt, mainot regulētāja stieņa svaru. Jā regulētājs smagāks, jo svārstības lēnākas. Arī šādu pulksteņu kļūda sasniedza 5—10 minūtes dienā. Pulksteņus ar līdzīgiem mehānismiem sāka uzstādīt torņos. Torņu pulksteņos par atsvariem sāka izmantot ķieģelus. Krievijā pirmais torņa pulkstenis uzstādīts 1404. gadā Maskavā, kņaza Vasilija I pils tornī. 1624. gadā pulkstenis uzstādīts arī Maskavas Kremļa Frola (tagadējā Spaskas) tornī.

Ap 1500. gadu izgudroja pārnēsājamus kabatas pulksteņus ar atsperi, matu vai saru kā dzinēju.

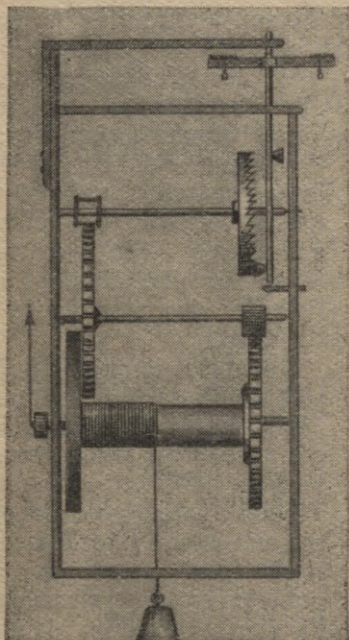
17. gadsimtā pulksteņu attīstībā sākās straujš pagrieziens. 1602. gadā izcilais itāļu zinātnieks Galilejs atklāja svārstu īpašību saglabāt nemainīgu svārstību periodu.

Pirmo svārsta pulksteni izgudroja K. Heigensa 1657. gadā. Heigensa svārsta pulksteņos par regulētāju tika izmantots speciāls aizturētājs (28. att.). Aizturētājs sastāv no zobrata un enkura, pie kam enkura svārstības regulē svārsta kustību. Bez tam aizturētājs ierīkots tā, ka līdz ar katru svārsta vēzienu zobrats pārvietojas tikai par vienu zobīgu. Tajā pašā laikā enkurs mazliet pagrūž svārstu, lai tas varētu turpināt savu kustību.

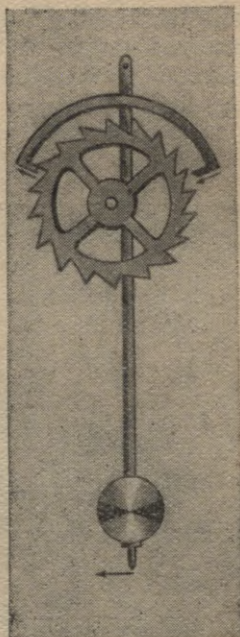
Tomēr arī Heigensa pulkstenis precizitātes ziņā nevarēja līdzināties pašreizējiem pulksteņiem, un arī tas rādīja tikai stundas. Minušu rādītāju sāka lietot tikai 18. gadsimtā, bet sekundu rādītāju tikai 19. gadsimta sākumā. Pulksteņu precizitāte palielinājās, uzlabojot to detaļu kvalitāti. Svārstu pulksteņu konstrukcija palika nemainīga.

Mūsu dienās izgatavo visdažādākos pulksteņus. Tie atšķiras gan konstrukcijas, gan precizitātes, gan ārējā izskata ziņā. Vismazākos pulkstenišus var novietot gre-

dzena akmens vietā. Vislielākais pulkstenis Padomju Savienībā uzstādīts Maskavā, Ļeņina kalnos, vienā no Maskavas Valsts universitātes jaunās ēkas torņiem 18 stāvu augstumā. Šī pulksteņa ciparnīcas diametrs ir 8,74 m, bet minūšu rādītāja garums — 4,13 m. Arī svārsts pārsniedz cilvēka auguma garumu.



27. att. Ratu pulksteņa mehanisms.



28. att. Svārsts un aizmūnītājs.

Tālāk iepazīsimies ar t. s. astronomiskajiem pulksteņiem. To konstrukcija var būt dažāda.

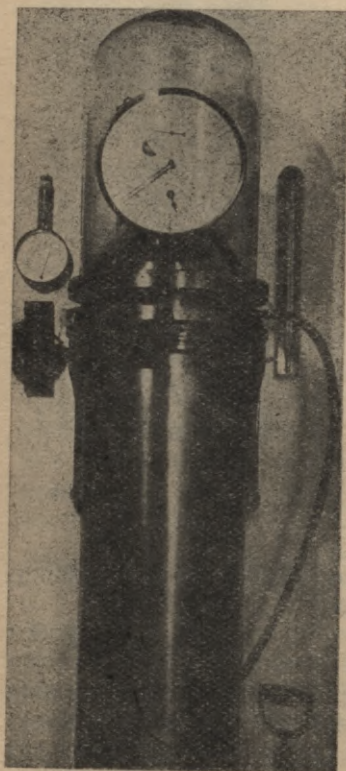
**Astronomiskie
svārsta
pulksteņi.**

Vēl šā paša gadsimta 20.—30. gados astronomiskās observatorijās izmantoja tikai svārsta pulksteņus. Astronomiskie svārsta pulksteņi atšķiras no parastajiem pulksteņiem galvenokārt ar to, ka tie tiek izgatavoti un glabāti daudz rūpīgāk.

Lai garantētu svārsta pulksteņa gājiena vienmērību, nepieciešams saglabāt nemainīgu svārstību periodu.

Svārstību periodu ietekmē temperatūras un atmosfēras spiediena izmaiņas, kā arī satricinājumi.

Temperatūras maiņas ir galvenais iemesls, kas traucē pulksteņa gājienu vienmērību. Temperatūrai paaugstinoties, svārstis pagarinās, svārstās lēnāk, un pulkstenis atpaliek. Temperatūrai pazeminoties, pulkstenis steidzas uz priekšu, jo svārstis saīsinās. Lai svārstību periods nemainītos, svārstu smaguma centram, neskatoties uz temperatūras maiņu, vienmēr jāatrodas vienādā attālumā no svārstu atbalsta punkta. To panāk ar dažādām temperatūras kompensācijas ierīcēm. Piemēram, svārstu sastāda no vairākiem metāla stieņiem, kuru termiskās izplešanās koeficienti ir dažādi. Pēdējā laikā svārstus gatavo no īpaša tērauda un niķeļa kausējuma — invara, kura termiskās izplešanās koeficients ir mazāks par 0,000001.



29. att. Astronomiskais svārstu pulkstenis.

Spiediena izmaiņas pulksteņa gājienu ietekmē mazāk nekā temperatūras izmaiņas, tomēr jācenšas pasargāt pulksteni no tām. Tiklīdz spiediens pieaug, pagarinās arī svārstību periods. Lai astronomiskos pulksteņus pasargātu no atmosfēras spiediena izmaiņām, tos ievieto hermetiski slēgtos cilindros, no kuriem pa daļai izsūknē gaisu. Slēgtā cilindrā spiedienu var izmainīt pēc vajadzības ar gaisa sūkņa palīdzību un tādā kārtā regulēt pulksteņa gājienu.

Protams, ka pulksteni, kas ievietots slēgtā cilindrā, nevar uzvilkt parastā veidā. Šāda pulksteņa uzvilšanai izmanto elektrisko strāvu. Tā, piemēram, Riflera astro-

nom
sli
str
gal
izs
V
div
pul
svā
pie
dzi
stib
jum
ar
gal
stur
šķir
A
jutī
pret
nep
p
žiem
un i
nīgā
svār
lādir
plāk
uz k
Kv
tala
ir lot
Kvar
radīt
venc
gum
dalīt
chron
Kv
temp
kvaro

nomiskos pulksteņus darbina maza svaru bumbiņa, kas slid uz leju 30—36 sekundes. Nonākot lejā, tā ieslēdz strāvu, un īpašs elektromagnets pierauj sviru, kuras otrs gals paceļ svaru bumbiņu atkal augšā. Līdz ar to strāva izslēdzas, un bumbiņa turpina darbināt pulksteni.

Vislabākie astronomiskie svārsta pulksteņi sastāv no diviem mehānismiem, kas darbojas saskaņoti. Galvenā pulksteņa mehānisms sastāv no ļoti precīzi izgatavota svārsta, kam zobratus un pulksteņa rādītājus nemaz nepievieno. Galveno pulksteni novieto speciāli izbūvētās, dziļās pagraba telpās, lai samazinātu temperatūras svārstību ietekmi un pasargātu pulksteni no ārējiem satricinājumiem. Darba pulksteni novieto laboratorijas telpās un ar elektrisku impulsu palīdzību tā darbību saskaņo ar galvenā pulksteņa darbību. Darba pulkstenis skaita stundas, minūtes un sekundes, un tā mehānisms neatšķiras no parasta laba pulksteņa mehānisma.

Astronomisko svārsta pulksteņu negatīva īpašība ir jutība pret satricinājumiem, grūdieniem, tajā skaitā arī pret seismiskām parādībām. Tomēr šo pulksteņu kļūda nepārsniedz dažas sekundes tūkstošdaļas.

Kvarca pulksteņi.

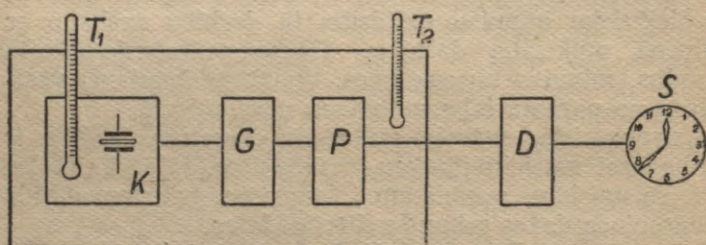
Tagad plaši izmanto arī kvarca pulksteņus, kuru darbības pamatā ir t. s. pjezoelektriskais efekts. Tas piemīt dažiem dabiskajiem kristāliem (kvarcam, turmalīnam u. c.) un izpaužas tādējādi, ka, īpašā veidā izgriezta un mainīgā elektriskā laukā ievietota, šāda kristāla plāksnīte svārstās, pie kam uz tās sānu virsmām rodas elektriskie lādiņi. Ja ārējā elektriskā lauka frekvence ir vienāda ar plāksnītes pašfrekvenci, svārstības ir ļoti intensīvas un uz kristāla sānu virsmām rodas spēcīgi lādiņi.

Kvarca pulksteņos svārstu aizvieto šāda kvarca kristāla plāksnīte — kvarca rezonators. Rezonatora frekvence ir ļoti stabila, parasti 60 000 vai 100 000 periodu sekundē. Kvarca rezonators K (30. att.) stabilizē ģenerators G radīto frekvenci. Ģeneratorā rodas ļoti vājš augstfrekvences maiņspriegums ar pastāvīgu frekvenci. Šo spriegumu pastiprina pastiprinātājā P, bet frekvenci pazemina dalītājā D. Tālāk pastiprināto spriegumu pievada sinchronam motoram S, kas darbina pulksteņa rādītājus.

Kvarca svārstību pašfrekvence lielā mērā atkarīga no temperatūras, atmosfēras spiediena, sprieguma. Tāpēc kvarcu novieto barostatā — stikla kolbā, kurā var

uzturēt nemainīgu spiedienu. Barostatu savukārt ievieto divkāršā termostatā. Iekšējā termostatā, izmantojot kontaktu termometru T_1 , automātiski uztur konstantu temperatūru ar precizitāti līdz $0,01^\circ$. Ārējā termostatā novieto arī generatoru un temperatūru regulē ar precizitāti līdz $0,1^\circ$. Ja visi nosacījumi ievēroti, kvarca pulksteņa gājiens izmainās ne vairāk kā par dažām desmittūkstošām sekundēs daļām dienā.

Pagaidām vēl nav izdevies garantēt kvarca pulksteņu nepārtrauktu darbu vairāku gadu laikā. Tādēļ izmanto kvarca pulksteņu agregātus, kas sastāv no 2—3 saskaņoti strādājošiem pulksteņiem. Sarežģītās konstrukcijas



30. att. Kvarca pulksteņa schema.

dēļ kvarca pulksteņi nespēj vēl pilnīgi «izkonkurēt» svārsta pulksteņus.

Pirmais padomju kvarca pulkstenis izgatavots 1932. gadā Ļeņingradā, Centralā radiolaboratorijā inženiera P. Kurovska vadībā. 1950. gadā D. I. Mendeļejeva vārdā nosauktā Vissavienības Zinātniski pētnieciskā metroloģijas instituta darbinieku grupa saņēma Staļina prēmiju par kvarca pulksteņu agregāta konstruēšanu, kuru var izmantot kā frekvences vienību etalonu.

Astronomiskie svārsta un kvarca pulksteņi tiek noregulēti tā, ka tie rāda zvaigžņu vai vidējo Saules laiku. Zvaigžņu laika pulksteņa svārstam jāveic 86 400 sekundu vēzienu vienā zvaigžņu dienā, bet vidējā Saules laika pulksteņa svārstam tikpat vēzienu jāizdara vienā vidējā dienā. To panāk, aprēķinot svārsta garumu tā, lai svārstību periods atbilstu attiecīgi zvaigžņu laika vai vidējā laika sekundei.

LAIKA DIENESTS

Pareizam laikam un tā rādītājam — pulkstenim — mūsu dzīvē ir liela nozīme, bet, diemžēl, nav iespējams izgatavot tādus pulksteņus, kuri darbotos pilnīgi bez kļūdām un vienmēr precīzi rādītu pareizu laiku. Pat pulksteņi ar ļoti rūpīgi izgatavotu mehānismu neiet ideāli pareizi, jo tos ietekmē temperatūras un spiediena maiņas, satricinājumi utt. Pulksteņu rādījumu un pareizā laika starpība uzkrājas var būt visai liela. Tādēļ pulksteņu rādījumi vienmēr jāpārbauda, t. i., jāsalīdzina ar laika etalona — Zemes — rādījumiem. Ikdienas dzīvē pulksteņus pārbauda, vienkārši salīdzinot tos ar citu pulksteni, kura rādījumu pieņem par pareizu. Bet arī šis pulkstenis ir jāpārbauda.

Mūsu dienās tas nerada nekādas grūtības, jo noteiktās stundās pa radio tiek raidīti pareiza laika signāli. Šos signālus raida specialas astronomiskas observatorijas, t. s. laika dienesti, kuru uzdevumos ietilpst pareiza laika noteikšana, uzglabāšana un izplatīšana.

Pareiza laika noteikšana ir laika dienesta galvenais uzdevums. Šo uzdevumu laika dienesta darbinieki veic ar astronomisku novērojumu palīdzību. Astronomiski novērojumi iespējami tikai skaidrā laikā, un novērojumu starplaikā pareizo laiku jāprot uzglabāt. Tātad laika dienestiem jāgarantē iespēja ar precīzu pulksteņu un citas aparaturas palīdzību saņemt pareizu laiku jebkurā brīdī. Novērošanai nelabvēlīgi laika apstākļi var turpināties mēnesi un ilgāk, tāpēc pareiza laika uzglabāšana ir ļoti atbildīgs uzdevums.

Laika dienestiem pareizs laiks arī jāizplata. Šo uzdevumu laika dienesti veic ar radio raidstaciju palīdzību. Iepazīsimies tuvāk ar laika dienesta darbību.

Pareiza laika
noteikšana
ar pasaž-
instrumentu.

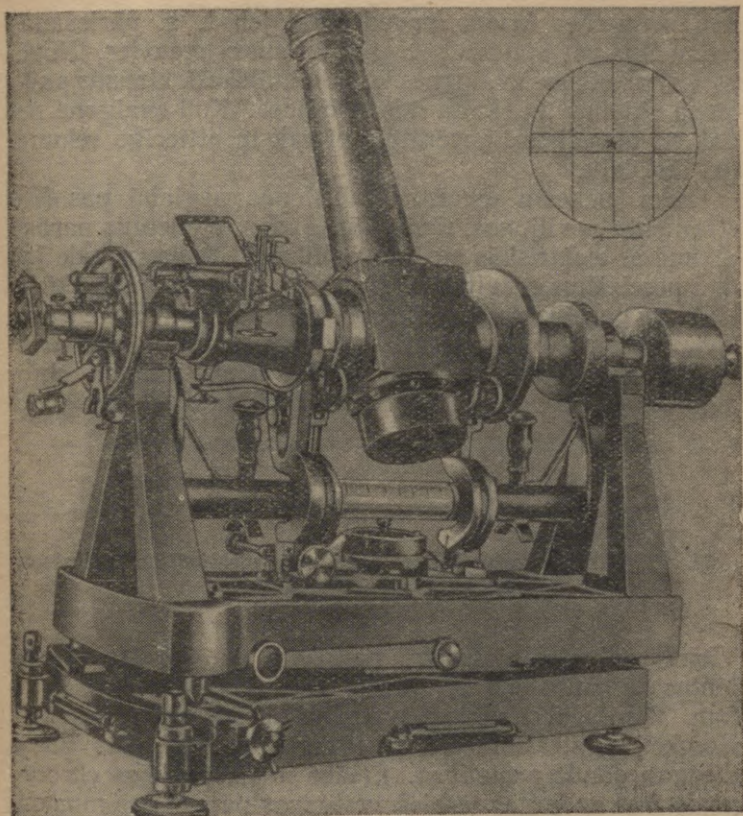
Pareiza laika jeb pulksteņa korekcijas noteikšana ir sarežģīts uzdevums. Šim darbam nepieciešami attiecīgi instrumenti un zināšanas. Par pulksteņa korekciju sauc pulksteņa rādījuma un pareizā laika starpību. Tātad pulksteņa korekcija ir lielums, kas jāpieskaita vai jāatskaita pulksteņa rādījumam, lai dabūtu pareizo laiku. Astronomi korekcijas nosaka, salīdzinot savus pulksteņus ar dabas doto pulksteni — Zemi, kuras gājiens pirmajā tuvinājumā pieņemts par ideālu. Zemes rotācija atspoguļojas debess sfēras šķietamajā griešanās kustībā, kas dod iespēju noteikt pareizu laiku pēc debess spīdekļiem — Saules un zvaigznēm.

Laika dienestos pareiza laika noteikšanu izdara ar pasažinstrumenta palīdzību. Pirmo pasažinstrumentu konstruēja dāņu astronoms O. Remers 17. gadsimtā. No tā laika pasažinstrumentu konstrukcija, būtībā nemainoties, guvusi daudz papildinājumu, un pasažinstrumenta ārējais izskats stipri izmainījies. Pēdējos gados mūsu optiskā rūpniecība apguvusi astronomu prasībām pilnīgi atbilstošu, ērtu un modernu pasažinstrumentu izgatavošanu. Pirmais šāda veida instruments novietots Maskavas Valsts universitātes jaunajā observatorijā Ļeņina kalnos.

Pasažinstrumentu novieto specialā paviljonā uz vairāku metru dziļa mūra pamata tā, lai tā teleskops grieztos ap horizontālo asi tieši debess meridiana plaknē. Instrumenta redzes laukā ir novilkti vairāki tievi pavedieni, kurus izgatavo no zirnekļa tīkla. Vidējais no vertikālajiem pavedieniem attēlo debess meridiana plakni. Skatoties okularā, var redzēt, kā spīdekļi krusto pavedienus, virzīdamies uz priekšu savā šķietamajā kustībā. Kulminācijas brīdī spīdeklis atrodas uz vidējā pavediena.

Saules un zvaigžņu kulmināciju momentu iegūti ilggadīgu novērojumu ceļā un sakopoti specialos sarakstos. Tādā kārtā novērotājam atliek tikai pēc iespējas precīzi atzīmēt pārbaudāmā pulksteņa rādījumus spīdekļa kulminācijas brīdī. Pulksteņa rādītā un sarakstos atrastā kulminācijas momentu starpība dod pārbaudāmā pulksteņa korekciju attiecībā pret pulksteni — Zemi.

Laika dienestos astronomisku novērojumu ceļā korekcijas nosaka zvaigžņu laika pulksteņiem. Pasažinstru-



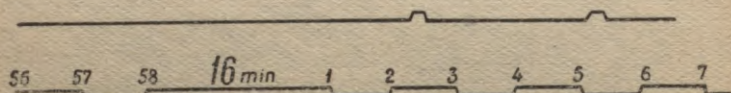
31. att. Pasažinstrumentis.

menta redzes laukā zvaigznes redzamas kā mazi, gaiši punktiņi, tā ka precīzi var noteikt, kad tās šķērso debess meridianu. Pulksteņa korekciju nosakot, neapmierinās ar vienas zvaigznes novērošanu, bet novēro no 5 līdz 10 un pat vairāk zvaigžņu pēc kārtas. Tāpat katras zvaigznes pāriešanas momentu atzīmē ne tikai uz vidējā pavediena, bet arī uz visiem sānu pavedieniem un pēc tam, zinot pavedienu attālumus, visus momentus aprēķina attiecībā uz vidējo pavedienu.

Atkarībā no tā, kādā veidā atzīmē novērotos kulminācijas momentus, laiku var noteikt ar lielāku vai mazāku precizitāti. Ļoti vienkārši un samērā precīzi momentus,

kad zvaigznes krusto pavedienus, jeb t. s. pāriešanas momentus var atzīmēt pēc «acs un auss» metodes. Novērotājs, sekodams zvaigznes kustībai tālskatī, klausās pulksteņa sitienus un skaita līdz sekundes. Kad zvaigzne nonāk uz pavediena, novērotājs pieraksta attiecīgo sekundi un tās daļu.

Laika dienestu precizos pulksteņus neglabā pasažinstrumentu paviljonos, tāpēc pāriešanas momentus parasti atzīmē ar elektriskās strāvas palīdzību. Šāda metode jau dod precizākus rezultātus. Katreiz, kad zvaigzne šķērso kādu no pavedieniem, novērotājs ieslēdz elektrisko strāvu, kuru reģistrē īpaši aparāti — chronografi. Ir pazīstami dažādu konstrukciju chronografi. «Rakstītājam» chronografam ir divas spalvas, kuras darbina elektromagneti.



32. att. Chronografa lenta, uz kuras pierakstītas pulksteņa sekundes un novērojumu momentī.

Viena spalva nepārtraukti pieraksta uz slidošas papīra lentas tā pulksteņa sekundes, kas pieslēgts chronografam. Otra spalva atzīmē zvaigžņu pāriešanas momentus. Korekcijas atrašanai lenta rūpīgi jāizmēri, kas prasa diezgan daudz pacietības. Ērtāks ir «iespiedējs» chronografs, kas uz lentas iespiež zvaigznes pāriešanas momentus sekundēs un to simtdaļās pēc tā pulksteņa, kuram nosaka korekciju. Var izmantot arī fotochronografu, kas momentus pieraksta uz filmas. Lai gan filma pēc tam vēl jāattīsta, tomēr, lietojot fotochronografu, iespējams 4—5 reizes ātrāk aprēķināt zvaigžņu pāriešanas momentus nekā ar iespiedēju chronografu. Vidējā reģistrēšanas kļūda uz fotochronografa nepārsniedz $\pm 0,001$ sek.

Zvaigžņu pāriešanas momentu atzīmēšanas precizitate lielā mērā atkarīga no astronoma-novērotāja prakses un novērotāja spējām. Lēna rakstura cilvēki parasti vilcinās ar momenta atzīmēšanu zvaigznes kulminācijas brīdī. Tie, kam straujāka daba, pasteidzas ieslēgt elektrisko kontaktu, pirms vēl zvaigzne nonākusi uz pavediena. Tādēļ katram novērotājam jānosaka savas, kā astronomi saka, personīgās kļūdas lielums, lai to varētu

ņemt vērā, apstrādājot novērojumus. Labs novērotājs būs tikai tas, kam personīgās kļūdas lielums nemainās.

Pulkovas observatorijas astronoms profesors N. Pavlovs izstrādājis automatisku zvaigžņu pāriešanas momentu reģistrācijas metodi. Pēc šīs metodes pavedieni tiek aizvietoti ar spraugām, caur kurām zvaigznes gaisma pāriešanas momentos krit uz fotoelektriskā elementa un rada elektrisko strāvu. Par automatiskās reģistrācijas metodes izstrādāšanu profesors N. Pavlovs 1947. gadā saņēma Staļina premiju.

Lai atrastu pareizu laiku katrā brīdī, jāzina ne tikai pulksteņa korekcija, bet arī gājiens. Par pulksteņa gājienu sauc korekcijas izmaiņu vienā dienā. Jo biežāk kādam pulkstenim ir noteikta korekcija, jo precizāk var atrast arī tā gājienu. Pareiza laika glabāšanai laika dienestos izmanto precizus astronomiskos pulksteņus, kuru gājiens ir ļoti vienmērīgs. Tas nozīmē, ka astronomiskie pulksteņi gan katru dienu nedaudz (sekundes daļas) atpaliek vai steidzas, bet vienmēr par vienu un to pašu lielumu, kuru var ievērot, nosakot pareizu laiku novērojumu starplaikā. Pieņemot pulksteņa gājienu kādam laika sprīdīm par nemainīgu, var atrast pareizu laiku šā laika sprīža jebkurā momentā.

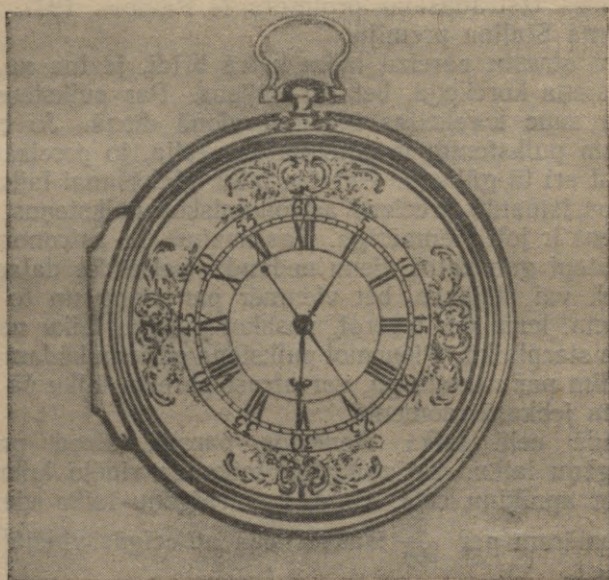
Šādā ceļā laika dienestos parasti atrod pareizu zvaigžņu laiku. No zvaigžņu laika uz vidējo laiku var pāriet aprēķinu ceļā, zinot, ka zvaigžņu laika vienības ir apmēram par $\frac{1}{365}$ īsākas nekā attiecīgās vidējā laika vienības.

Tātad, zinot zvaigžņu laika pulksteņa korekciju, var atrast arī vidējā laika pulksteņa korekciju, un līdz ar to pareiza laika noteikšanas jautājums principā ir atrisināts.

Pareiza laika izplatīšana. Pareizu laiku nosaka izmantošanai praktiskām vajadzībām. Tie, kam nepieciešams pareizs laiks, bieži vien atrodas vairāk tūkstoš kilometru attālumā no noteikšanas vietas. Tādēļ ļoti svarīga ir pareizā laika izplatīšanas problēma, kuru pilnībā varēja atrisināt tikai pēc radio izgudrošanas.

Lielo ģeografisko atklājumu laikā 15.—16. gadsimtā, kad strauji attīstījās tirdznieciskie sakari un kuģi arvien biežāk sāka šķērsot jūras un okeanus, meklējot jaunus izejvielu un noieta avotus, nepieciešamība zināt pareizu laiku it sevišķi pieauga. Lai kuģis varētu atklāt jūrā

pareizi ieturēt ceļu, jāprot noteikt kuģa atrašanās vietas ģeografisko platumu un garumu. Ģeografiskā garuma noteikšana šajā laikā radīja lielas grūtības. Kā zināms, divu vietu ģeografisko garumu starpība vienlīdzīga šo vietu vietējo laiku starpībai. Tāpēc, lai noteiktu ģeografisko garumu, jāzina pareizs laiks dotajā un kādā citā vietā, kuras ģeografiskais garums ir noteikts. Uzdevumu



33. att. Harisona chronometrs.

sarežģīja tas apstākļi, ka svārsta pulksteņi, kas nepanes satricinājumus, ceļā gāja ļoti neprecīzi vai pat apstājās.

Anglija kā jūras lielvalsts jo sevišķi bija ieinteresēta atrast iespēju precīzi noteikt kuģa atrašanās vietu jūrā. Tādēļ 18. gadsimta sākumā angļu admirālitāte izsludināja 20 000 mārciņu sterliņu lielu prēmiju par tāda pulksteņa izgudrošanu, kas precīzi rādītu pareizu laiku arī ilgā jūras braucienā. Noteikums bija tāds, ka 6 nedēļu laikā pulksteņa rādījuma kļūda nedrīkst pārsniegt 2 minūtes. 1736. gadā anglis Dž. Harisons izgudroja tādu

pulksteni — chronometru, kas bija vēl daudz precizāks. Pēc pusgada ilga ceļojuma tas uzrādīja tikai $1\frac{1}{2}$ minutes lielu kļūdu. Par savu izgudrojumu Dž. Harisons gan saņēma tikai daļu no apsolutās premijas.

Chronometru, tāpat kā kabatas pulksteni, darbina atspere, bet tā gājienu regulē gredzenveidīgs svārsts, kas svārstās horizontalā plaknē. Chronometri precizitatē gan nav līdzvērtīgi astronomiskajiem svārsta pulksteņiem, bet tie neapstājas, pat kuģiem šūpojoties vētras laikā.



34. att. Mūsdienu kuģu chronometrs.

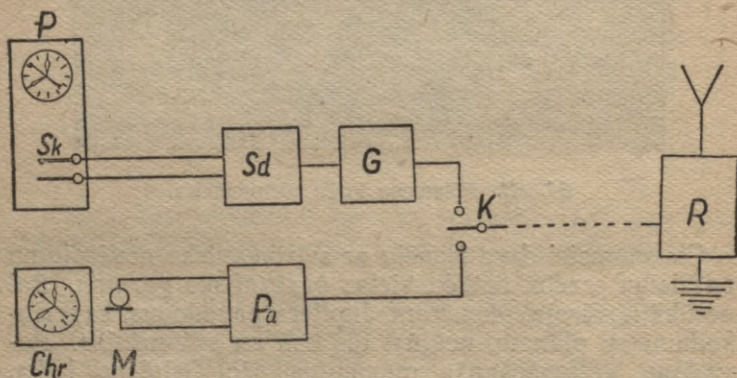
Chronometri deva iespēju ar astronomisko novērojumu palīdzību precīzi noteikt vietas ģeografisko garumu. Šai nolūkā novēroja, piemēram, Jupitera pavadoņus, kas, riņķodami ap planetu, nokļūst tās ēnā un aptumšojas. Pavadoņu aptumšošanās momentus pēc Griničas laika, kuras ģeografiskais garums labi zināms, aprēķināja ilgākam laikam uz priekšu. Tad kuģa atrašanās vietu varēja uzzināt, atzīmējot chronometra rādījumu aptumsuma momentā un salīdzinot to ar iepriekš aprēķinātajiem momentiem Griničai.

Lai noteiktu vietas ģeografisko garumu, novēroja arī Mēness stāvokli starp zvaigznēm. Mēness kustības teoriju 18. gadsimta vidū izstrādāja un piemēroja praktiskai lietošanai slavenais Pēterburgas akademiķis matemātiķis L. Eilers, kurš arī saņēma Anglijas admirālītes premiju. Tādā pašā kārtā noteica arī daudzu vietu ģeografisko garumu uz sauszemes.

Telegrafa izgudrošana pareizā laika izplatīšanas problēmu padarīja daudz vienkāršāku. Telegrafa centralēm pieslēdza astronomisko observatoriju pulksteņus. Iepriekš zināmās stundās, kad telegrafa centrales noraidīja pareiza laika signalus, tām pieslēdzās arī visas iestādes, kam pareizs laiks bija nepieciešams.

Pagājušā gadsimtā un šā gadsimta sākumā, tomēr izmantoja arī vēl citus laika izplatīšanas veidus. Dažās ostās bija paradums mest «laika bumbas». Tās meta no liela augstuma labi pāredzamās vietās. Bumbas mešana notika automatiski ar precīza pulksteņa elektrisko kontaktu palīdzību tieši pusdienas laikā. Ļeņingradā katru dienu plkst. 12.00 šāva Petropavlovskas cietokšņa lielgabals, kas bija savienots ar precīzāko Pulkovas observatorijas Laika dienesta pulksteni.

Radio izgudrošana un ieviešana pavēra vēl daudz plašākas iespējas pareiza laika izplatīšanā. Ar raidstacijas



35. att. Laika signālu raidīšanas shēma.

starpniecību noraidītos pareizā laika signalus var uzvert visās pasaules malās uz sauszemes un uz jūras.

Visi pazīst pareiza laika signalus (divi gari, viens īss), kurus noraida pa radio plkst. 1.00, 7.00, 12.00 un 19.00. Trešā signāla sākuma moments sakrīt ar pilnas stundas 0 minūtēm 0 sekundēm, pie kam kļūda nepārsniedz 0,05 sekundes. Šos signalus raida P. Sternberga vārdā nosauktā Valsts astronomiskā instituta Laika dienests Maskavā. Raidījumi notiek sekojošā kārtā (sk. 35. att.). Trīs minūtes pirms pilnas stundas tiek ieslēgts mikrofons (M) ar pastiprinātāju (Pa). Mikrofons uztver hronometra sitienus, kuri noder tikai uzmanības pievēršanai, lai radioklausītāji būtu gatavi pulksteņa pārbaudei. 15 sekundes pirms pilnas stundas ar slēdža (K) palīdzību līniju pārslēdz uz tā saucamo sekundu devēju (Sd), kuru darbina vidējā laika galvenā pulksteņa (P) sekundu impulsi. Sekundu devējs minūtes beigās dod 2 garus signalus. Pēc tam automatiski pieslēdzas pulkstenis un pēdējo signālu dod tieši pulksteņa sekundu kontakts (Sk). Sekundu devējs regulē zemfrekvences generatoru (G), no kura signāli nonāk raidstacijā (R).

Bez tam daži laika dienesti Padomju Savienībā un ārzemēs raida vēl īpašus ļoti precīzus signalus, t. s. «ritmiskos laika signalus», kur 5 minūšu laikā tiek noraidīti 305 signāli. Tos izmanto ģeodezijas, gravimetrijas u. c. darbos, kur parasto signālu precizitāte nav pietiekama.

Šos signalus uztver arī visi laika dienesti, to skaitā Latvijas Valsts universitātes Laika dienests. Labi zinot savu astronomisko pulksteņu korekcijas, kas iegūtas astronomisku novērojumu ceļā, visi laika dienesti kontrolē šo signālu noraidīšanas momentus, jo dažādu tehnisku iemeslu dēļ praktiski nav iespējams signalus noraidīt tieši iepriekš paredzētajos momentos. Atšķirības gan nepārsniedz sekundes simtdaļas, tomēr precīziem aprēķiniem tās ir svarīgas. Atrastos patiesos signālu noraidīšanas momentus publicē Vienotā laika dienesta Centralais zinātniski pētnieciskais birojs Maskavā.

ZEME KĀ NEPRECIZS PULKSTENIS

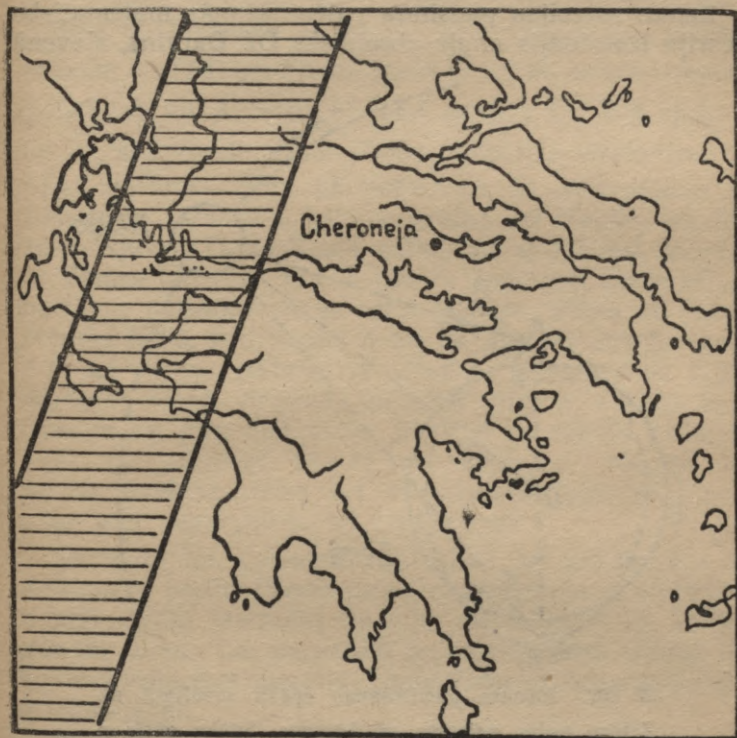
Laika dienesta darba pamatā ir pieņēmums, ka Zeme ir pilnīgi precīzs «pulkstenis». Tomēr izrādās, ka Zemes «gājiens» nav vienmērīgs. Pulkstenim — Zemei, tāpat kā katram mehānismam, ir savas kļūdas. Pēc ilggadiem pētījumiem ir atrasti 3 Zemes rotācijas nevienmērību veidi. Pirmkārt, Zeme lēni, bet nepārtraukti ar katru gadsimtu samazina savu rotācijas ātrumu ap asi. Otrkārt, ik pa dažiem gadu desmitiem notiek lēcienveidīgas, neregularas ātruma izmaiņas. Treškārt, nelielas rotācijas ātruma izmaiņas notiek periodiski katru gadu.

Zemes rotācijas nevienmērības pēti, salīdzinot debess spīdekļu novērojumus ar aprēķinu ceļā iegūtiem spīdekļu stāvokļiem. Īpaša astronomijas nozare — debess mehānika — jau sen ir sastādījusi planetu un Mēness kustību vienādojumus, kas dod iespēju noteikt šo spīdekļu stāvokļus pie debesīm jebkuram laika momentam pagātnē un nākotnē. Kustību teorija ir veidota, pieņemot, ka laiks plūst pilnīgi vienmērīgi. Šādu laiku sauc par efemerīdu laiku. Bet, novērojot Mēness un planetu stāvokļus, astronomi atzīmē pēc saviem pulksteņiem tā saukto astronomisko laiku, kuru nosaka Zemes rotācija. Ja Zeme griežas par ātru, novērošanas momentā spīdekļi vēl nebūs sasnieguši iepriekš aprēķinātās vietas. Vai otrādi, ja Zeme griežas lēnāk, nekā pieņemts teorijā, tie būs aizsteigušies uz priekšu.

Gadsimtu nevienmērības. Vispirms atklāja Zemes rotācijas ātruma gadsimtu izmaiņu, salīdzinot Saules aptumsumu novērojumus ar teoriju. Saules aptumsumus var precīzi aprēķināt daudzus gadsimtus uz priekšu un atpakaļ. Vietu, kur Saules aptumsums ir redzams, nosaka Mēness stāvoklis pie debesīm un Zemes pagrieziens leņķis. Ja Mēness neatrodas paredzētajā vietā uz savas orbitas vai ja Zeme ir pagriezusies

vairāk vai mazāk ap savu asi, nekā paredzēts aprēķinos, tad Mēness ēna krīt uz Zemes citā vietā.

Nutona laikabiedrs astronoms Hallejs, salīdzinot ziņas par senajiem Saules aptumsumiem ar saviem aprēķiniem, atrada, ka dati nesakrīt. Piemēram, grieķu vēsturnieks

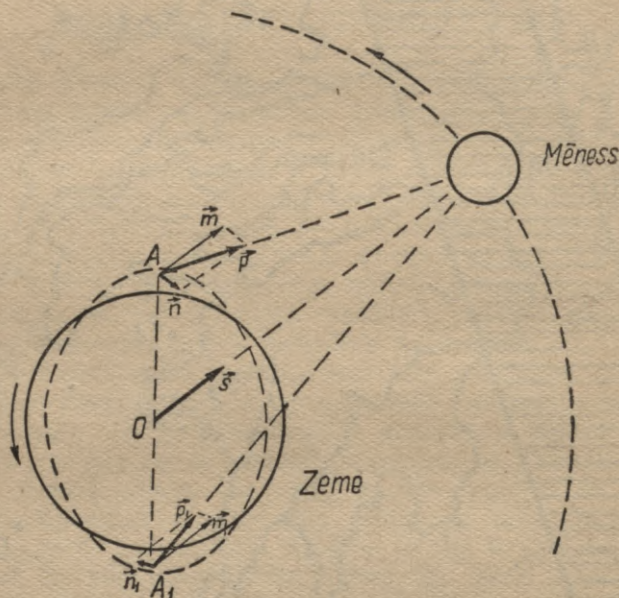


36. att. Halleja aprēķinātā pilnā Saules aptumsuma josla Grieķijā 71. gada 20. martā. Patiesībā aptumsums bijis novērojams Cheronejas pilsētā.

Plutarchs aprakstījis Saules aptumsumu, kuru tas novērojis 71. gada 20. martā Cheronejas pilsētā. Halleja aprēķini rādīja, ka aptumsuma joslai vajadzēja būt uz rietumiem no Cheronejas. Viens šāds gadījums zinātniekiem neradītu nekādas aizdomas. Bet, apskatot citus senos Saules aptumsumus, tika atrasta līdzīga novirze, pie kam starpība izrādījās jo lielāka, jo senāks aptumsums.

Meklējot šīs nesaskaņas izskaidrojumu, radās doma par Zemes rotācijas nevienmērību. Izrādījās, ka tiešām Zemes rotācijas ātrums nepārtraukti samazinās. Pēc padomju astronoma M. Zvereva datiem diena katru gadsimtu pagarinās par 0,0016 sekundes.

Zemes rotācijas gadsimta palēnināšanās matemātisko teoriju izstrādājis angļu zinātnieks Dž. Darvins, slavenā



37. att. Mēness pievilksanas spēka rezultātā uz Zemes rodas paisums un bēgums. Spēku pāris \vec{n} un \vec{n}_1 bremzē Zemes rotāciju.

dabas pētnieka Č. Darvina dēls. Šīs palēnināšanās cēlonis ir paisuma un bēguma parādība. Mēness pievilksanas spēks, iedarbodamies uz Zemi, rada vienlaicīgi divus paisuma viļņus pretējās Zemes lodes pusēs. Paisuma viļņi plūst apkārt Zemei, sekojot Mēnesim.

37. attēlā parādīti spēki, kas virza paisuma viļņus. Zemes centru O Mēness pievelk ar spēku \vec{s} . Zemes lodes pretējās pusēs Mēness pievilksanas spēku \vec{p} un \vec{p}_1 ietekmē, kurus varam iedomāties pieliktus punktus A

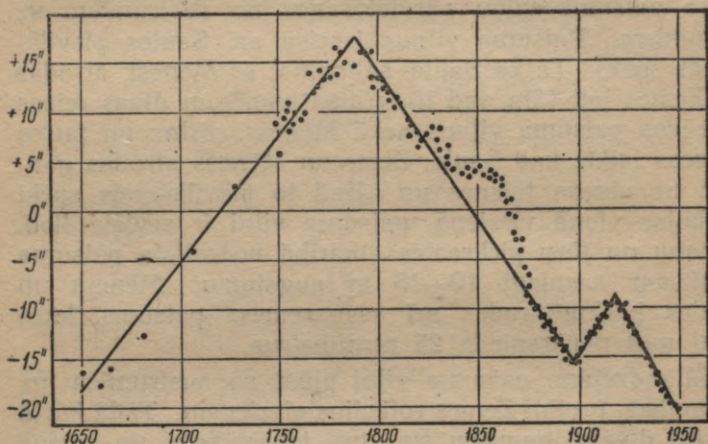
un A_1 , izveidojas 2 paisuma viļņi. Starp Mēness pievilkšanas spēkiem pastāv nevienlīdzība $\vec{p} > \vec{s} > \vec{p}_1$, jo Zemes centrs O atrodas tālāk no Mēness nekā punkts A, bet punkts A_1 vēl tālāk. Spēkus \vec{p} un \vec{p}_1 var sadalīt komponentos tā, lai spēki \vec{m} un \vec{m}_1 būtu paraleli un vienādi spēkam \vec{s} . Tādā gadījumā spēki \vec{m} un \vec{m}_1 nevar izmainīt punktu A un A_1 stāvokli pret punktu O. Bet spēki \vec{n} un \vec{n}_1 , kas vērsti pretim Zemes rotācijas virzienam, izraisa paisuma viļņu pārvietošanos no austrumiem uz rietumiem. Paisuma viļņus izraisa arī Saules pievilkšanas spēks. Tā kā Saule, salīdzinot ar Mēnesi, atrodas no Zemes ļoti tālu, tad tā izraisa apmēram divas reizes mazākus paisuma viļņus nekā Mēness. Pilna un jauna Mēness laikā, kad Saule, Zeme un Mēness atrodas gandrīz uz vienas taisnes un tātad to pievilkšanās spēki darbojas vienā virzienā, paisuma viļņi ir sevišķi lieli. Okeanu un jūru piekrastēs atkarībā no reljefa paisuma viļņi var sasniegt 10—15 m augstumu. Mēness un Saules ietekmē rodas arī «sauszemes» paisums, kura viļņi gan nepārsniedz 25 centimetrus.

Kā redzējām, paisuma viļņi plūst no austrumiem uz rietumiem, pretim Zemes rotācijas virzienam. Tādā kārtā līdzīgi divām bremsēm šie viļņi ietver Zemi un beržas gar tās virsu. Lai pārvarētu šo berzes spēku, Zemei jāizmanto rotācijas enerģija. Tāpēc Zeme ar katru gadsimtu griežas lēnāk.

Pēc vairākiem simt tūkstošiem gadu diena kļūs tik gara, ka līdzināsies 25 tagadējām stundām. Ar laiku dienas garums sasniegs pat 30, 40, 50, 100 stundu, pēc tam veselu nedēļu un beidzot mēnesi. Tad Zeme būs pagriezies vienmēr ar vienu pusi pret Mēnesi, tāpat kā tagad Mēness mums rāda tikai vienu savu pusi. Agrāk Zeme ir griezusies ātrāk nekā tagad. Var aprēķināt, ka devona laikmeta beigās, kad Zeme bija pārklāta milzu sporaugiem, no kuriem izveidojušās akmeņogles, diena bijusi 23 stundas gara. Arhaiskā laikmetā, t. i., apmēram pirms 1300 miljoniem gadu, diena bijusi apmēram 18 stundu gara.

Lēcienveidīgās
izmaiņas.

Pēdējo gadsimtu novērojumi par tuvāko debess ķermeņu — Mēness, Saules, Merkura un Veneras — kustību devuši iespēju atrast arī neregularas izmaiņas Zemes rotācijas ātrumā. Visu šo spīdekļu stāvokļi pie debesīm ir daudzkārt noteikti. Salīdzinājumi ar teoretiski aprēķinātiem stāvokļiem atbilstošos momentos norāda uz pēkšņiem neregulāriem lēcieniem šo spīdekļu kustībās. Tā Mēness kustībā novērotas krāsas lēcienveidīgas izmaiņas ap 1785., 1897, un 1918. gadu.



38. att. Pēdējo 300 gadu laikā novērotās kļūdas Mēness kustībā.

Lēcieni novērojami visu minēto spīdekļu kustībās vienlaicīgi, pie tam lēcieni ir jo lielāki, jo ātrāka spīdekļu redzamā kustība. Tas nozīmē, ka vainojami nevis debess spīdekļi, bet mūsu pulkstenis — Zeme. Zeme, griezdamās gan ātrāk, gan lēnāk, rada iespaidu, ka nevienmērīgi kustas Mēness, Saule, planētas.

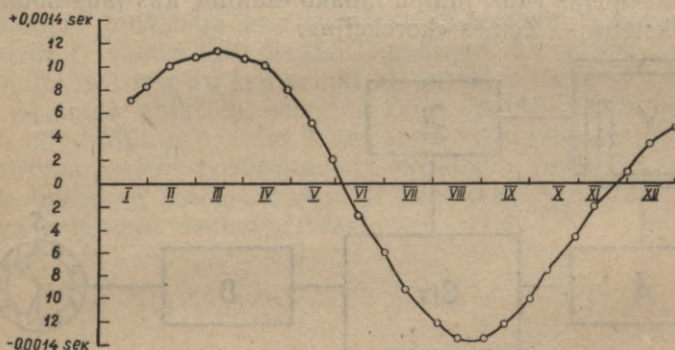
19. gadsimta beigās Zeme «steidzās» vairāk nekā sekundi gadā, pēc tam «atpalika» mazāk nekā sekundi gadā un ap 1920. gadu atkal sāka «steigties».

Zemes rotācijas ātruma visstraujākās lēcienveidīgās izmaiņas laikā 1898. gadā diena pagarinājās par 0,005 sekundēm. Lēcienveidīgo izmaiņu iemeslu vēl nav izdevies noskaidrot. Iespējams, ka tās saistītas ar izmai-

ņām Zemes iekšienē, varbūt ar dziļfokusa zemestrīcēm. Arī paisuma viļņu iedarbība dažādos gados var būt dažāda.

Nevienmērības ar gada periodu.

Kvarca pulksteņu un labāko svārsta pulksteņu gājienu sistematiski novērojumi un salīdzinājumi ar astronomisko novērojumu ceļā iegūto laiku liecina par Zemes rotācijas ātruma izmaiņām atkarībā no gadalaika. Zeme griežas ātrāk rudenī nekā pavasarī. Kā norāda Maskavas astronoms N. Parijskis, ātrums gan izmainās tikai par 0,000 000 029



39. att. Dienas garuma izmaiņa gada laikā pēc kvarca pulksteņu rādījumiem.

no sava lieluma. Tomēr šīs niecīgās ātruma izmaiņas rezultātā dienas vidējais garums starp augusta un marta mēnešiem izmainās par apmēram 0,0025 sekundēm.

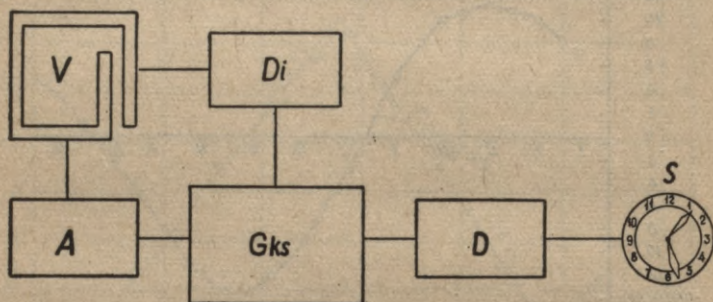
N. Parijskis, kas daudz pētījis Zemes rotācijas gada perioda nevienmērību iemeslus, izsaka domu, ka Zemes griešanās leņķiskā ātruma izmaiņā būtiska nozīme ir atmosfēras cirkulācijas izmaiņām. Turpretim pārmaiņas augu valstī, sniega un ledus kušana, okeana un augsnes temperatūras izmaiņas manāmi Zemes rotācijas ātrumu nevar ietekmēt.

Astronomiskais laiks tātad vienmēr atšķiras no efemerīdu laika, kaut arī Zemes rotācijas ātruma nevienmērības ir visai niecīgi lielumi. Šī atšķirība gan ir nenozīmīga mūsu ikdienas dzīvē, tomēr jāsaprot, ka, izmantojot Zemi par etalona pulksteni, mums ir liegta iespēja precīzi saistīt kādus notikumus (piemēram, Saules aptum-

sumus) ar noteiktiem laika momentiem ilgāku laiku uz priekšu. Mēs varam gan apmēram paredzēt, kādu ietekmi radīs Zemes rotācijas gadsimtu palēnināšanās un ikgadējās periodiskās izmaiņas, bet Zemes lodes «niķīšu» — neregularo lēcienveidīgo rotācijas ātruma izmaiņu priekšā zinātne pagaidām ir bezspēcīga. Izdarot novērojumus, var tikai konstatēt, kā Zeme ir rotējusi agrāk.

Mūsdienu zinātne ne tikai pierādījusi, ka Zeme negriežas vienmērīgi un tāād nav pilnvērtīgs laika etalons, bet arī atklājusi iespējas radīt jaunu, labāku etalonu, kas ļaus noteikt pulksteņa — Zemes «korekciju».

Jauns
laika etalons.



40. att. «Atomu» pulksteņa schema.

Pamatojoties uz jaunākiem atomu un elektronu svārstību pētījumiem, konstruēts «atomu» pulkstenis, kurā tiek izmantotas samērā lēnās atomu pašsvārstības molekulās. Šīs t. s. molekularās svārstības var izmantot precīzai laika mērīšanai, jo to frekvence, ja temperatūras un spiediena svārstības ir nelielas, paliek nemainīga ilgā laika periodā. Visērtāk izrādījies izmantot amonjaka gāzes NH_3 molekularās svārstības. Amonjaka molekulu atomiem tāda pati nozīme kā svārstiem parastajos astronomiskajos pulksteņos.

40. attēlā parādītā atomu pulksteņa schema. Ar amonjaku piepildīts viļņvedis (V), izveidots no apmēram 10 metru garas vara caurules. Augstfrekvences ģenerators (Gks) ar kvarca stabilizatoru ierosina elektromagnētiskās svārstības. Kvarca elektriskās konstantes tomēr ar laiku izmainās, un līdz ar to izmainās frekvence. Lai izmaiņām varētu sekot, svārstības pievada viļņvedim.

Amonjaka molekularo svārstību frekvence ir daudz augstāka par ģenerators radīto frekvenci. Tādēļ pirms viļņveža vēl novietots frekvences daudzkārstotājs (A). Ja elektromagnetisko svārstību frekvence atšķiras no molekularās pašfrekvences viļņvedī, tad diskriminatorā (Di) rodas «kļūdu signāls». Diskriminatorā rodas augstspriegums, kas automatiski regulē ģenerators frekvenci.

Lai darbinātu sinchromotoru (S), kas saistīts ar pulksteņa rādītājiem, augstfrekvences strāva no ģenerators iet cauri dalītājam (D).

Izveidojot dažādas shēmas, ir izdevies panākt tādu «atomu» pulksteņa konstrukciju, ka gājiena kļūda sasniedz 1 sekundi 230 dienās. Domājams, ka tālākie uzlabojumi dos iespēju samazināt kļūdu vēl desmitiem reižu.

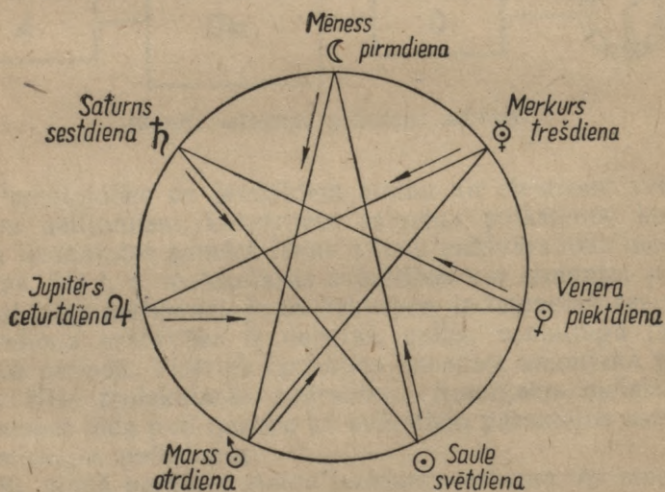
«Atomu» pulksteņi pārspēs Zemi gājiena vienmērībā un tātd kļūs par jaunu, katrā laikā izgatavojamu un ar astronomiskiem novērojumiem nesaistītu laika etalonu. Šie pulksteņi dos arī iespēju ar lielu precizitāti pētīt Zemes griešanās nevienmērības.

NĒDĒĻA, MĒNESIS, GADS

Sākot ar šo nodaļu, apskatīsim citus jautājumus, kuri, tāpat kā iepriekšējie, ietilpst laika mērīšanas un skaitīšanas problemā, bet tomēr sastāda īpašu grupu. Apskatīsim, kā skaitīja agrāk un kā skaita tagad garākus laika sprīžus.

Sāksim ar šī jautājuma vēsturi.

Nedēļa. Kā jau noskaidrojām brošūras sākumā, pirmā laika vienība bija diena. Dienas cilvēki skaitīja uz pirkstiem. Vispirms radās «mazā» nedēļa, jo cilvēki skaitīja uz vienas rokas pirkstiem līdz 5.



41. att. Astrologu septiņstūrīnā zvaigzne, kas noteica nedēļas dienu nosaukumus.

Kad sāka skaitīt uz abu roku pirkstiem, radās «lielā» — 10 dienu nedēļa. Babilonieši sāka lietot 7 dienu nedēļu.

atbilstoši Mēness fazu maiņai, jo no vienas Mēness fazes līdz otrai pāriet vidēji 7 dienas. 7 dienu nedēļai ir arī cits pamatojums. Eģiptē, Babilonijā un citās senajās valstīs bija plaši izplatīts uzskats, ka planētu stāvokļi pie debesīm nosaka cilvēku likteņus. Uz šāda ticējuma pamata attīstījās pseidozinātne — astroloģija. Zināmas bija tikai 5 planētas: Merkurs, Venera, Marss, Jupiters un Saturns, bet pie planētām pieskaitīja arī Sauli un Mēnesi. Astroloģi apgalvoja, ka katra no šīm 7 planētām ietekmē kādu nedēļas dienu, kuru tad nosauca šīs planētas vārdā. Piemēram, pēc astroloģu ticējumiem Saules diena (svētdiena) ir laimīga, bet Mēness diena (pirmdiena) ir smaga un nelaimīga. Aplī ierakstītu septiņzvaigzņu astroloģi uzskatīja par svētu figuru un izmantoja to nedēļas dienu nosaukumu izskaidrošanai. Kādu laiku tika lietotas 5 un 7 dienu nedēļas vienlaicīgi, vēlāk tika pieņemta tikai 7 dienu nedēļa. Vēl tagad Rietumeiropas tautu valodās nedēļas dienām ir saglabājušies planētu nosaukumi. Kā raksturīgu piemēru var minēt dažu nedēļas dienu nosaukumus angļu valodā: Monday, Wednesday, Saturday, Sunday. Vai arī itāļu nosaukumus: lunedì, martedì, mercoledì, venerdì.

Mēnesis.

Cilvēces attīstības zemākajās stadijās Mēness bija vienīgais gaismas avots, kas deva gaismu garajās naktīs.

Simtu un tūkstošu gadu ilgu novērojumu rezultātā cilvēki atrada, ka Mēness fazes atkārtojas pēc noteikta laika. Līdz ar to bija noteikta vēl viena dabiska laika vienība — mēnesis. Babilonieši pazina mēnesi kā laika vienību jau pirms 6000 gadiem un zināja, ka tas aptver $29\frac{1}{2}$ dienas. Senatnē mēneša sākumu vienmēr centās pieskaņot jauna Mēness sirpja parādīšanās brīdim. Tādēļ mēnesi vajadzēja skaitīt pārmaiņus 29 un 30 dienas. Pamazām gan kalendara mēneši zaudēja savu ciešo sakaru ar Mēness fazēm, un mūsu dienās mēnesis ir vienkārši gada divpadsmitā daļa. Arī dienu skaits mēnešos ir daudzkārt mainījies. Romieši ticēja, ka pāru skaits ir nelaimīgi, bet nepāru — laimīgi. Tādēļ ilgāku laiku romiešiem bija pārmaiņus 29 un 31 diena mēnesī, izņemot 28 dienu garo mirušo piemiņas mēnesi — februāri. Tomēr jau pirms 2000 gadiem mēneša dienu skaits tika noteikts vienlīdzīgs mūsu dienās pastāvošajam.

Daudzas tautas (lietuvieši, poļi, ukraiņi) mēnešus sauc

atbilstoši šajā laikā novērojamām dabas pārmaiņām un ar tām saistītiem darbiem: ziedu mēnesis, zāļu mēnesis, plaujas mēnesis, lapkritis u. c. Latviešu un lielākajā daļā citu Eiropas tautu valodās pieņemtie mēnešu nosaukumi cēlušies no senajā Romā lietotajiem nosaukumiem. Senie romieši gadu iedalīja 10 mēnešos un dažus mēnešus vienkārši numurēja pēc kārtas. Līdz mūsu dienām saglabājušies septembra (septem — septiņi), oktobra (octo — astoņi), novembra (novem — deviņi) un decembra (decem — desmit) mēnešu nosaukumi. Pārejot no 10 mēnešu gada uz 12 mēnešu gadu un pārceļot gada sākumu no marta uz janvāri, romiešu kalendars pārveidojās tā, ka šo mēnešu nosaukumi vairs neatbilst savai vietai gadā. Decembris vairs nav desmitais, bet gan divpadsmitais mēnesis. Janvara, februāra, marta, aprīļa un jūnija mēneši nosaukti attiecīgi dieva Janusa, mirušo dieva Februusa, kara dieva Marsa, Saules dieva Apolona un dievietes Junonas vārdos. Maijs saistīts ar planetu Jupiteru, kurš godināts ar vārdu Maius (dižais). Divi mēneši nosaukti valdnieku Jūlija Cezara un viņa pēcteča Oktaviana Augusta vārdos.

Kalendarā lietotais mēneša garums atšķiras no tā perioda garuma, kurā atkārtojas Mēness fazes. Laika sprādis starp 2 vienādām Mēness fazēm vienlīdzīgs 29,5306 vidējām dienām jeb 29 dienām 12 stundām 44 minūtēm un 3 sekundēm, un to sauc par sinodisko mēnesi. Sinodiskā mēneša nosaukums cēlies no vārda sinode (sapulce), jo mēnesis iesākas jaunā Mēnesī, kad Mēness un Saule «sapulcējas» vienā virzienā.

Gads.

Dažas senās tautas garākus laika sprižus mērīja ar laiku no viena lietus perioda līdz otram, no viena jaunā sniega līdz otram u. tml. Šāds laika mērīšanas veids bija ļoti nenoteikts un nostādīja cilvēkus pilnīgā atkarībā no laimes gadījuma sējas un ražas novākšanas laika izvēlē. Tāpēc tām tautām, kuras nodarbojās ar zemkopību, ļoti svarīgi bija izziņāt gadalaiku iestāšanās likumības. Lauksaimniecības attīstībai izdevīgākie apstākļi bija dienvidu lielāko upju auglīgajās ielejās: Nilas (Eģiptē), Tigras un Eifratas (Mezopotamijā), Gangas (Indijā), Jang-czi-czjangas (Ķīnā), kuras pārplūzdamas bagātīgi deva mitrumu un mēslojumu primitīvi apstrādātajiem laucīņiem. Plūdi, uznākot nejauši, varēja atnest arī daudz posta un nelai-

mes, jo ūdeņi grāva un iznīcināja visu, kas stāvēja ceļā. Tādēļ viens no priesteru-astronomu uzdevumiem bija vēstīt par plūdu tuvošanos. Ilggadīgu novērojumu rezultātā priesteri atklāja, ka pastāv ciešs sakars starp gadalaikiem un debess spīdekļu stāvokļiem. Šis atradums deva iespēju diezgan precīzi spriest par gadalaiku mijām un līdz ar to par plūdu iespējamību. Raksturīgs piemērs atrodams Ēģiptes vēsturē. Ēģiptiešiem bija svarīgi zināt, kad pārplūdis Nilas upe. Tāpēc ēģiptiešu priesteri vēl 3000 gadus pirms mūsu eras atrada, ka Nila pārplūst pēc tam, kad Saules lēkta staros pirmo reizi no jauna parādās visspožākā zvaigzne — Siriuss. Priesteri ievēroja arī to, ka šajā pašā laikā Saules pusdienas augstums ir vislielākais, t. i., atrada vasaras saulstāvju laiku. Pamatojoties uz šiem novērojumiem, ēģiptieši noteica gada garumu — 365 dienas, par gada sākumu pieņemot Sīriusa parādīšanās brīdi. Vēlāk tie pārlaboja gada garumu uz $365\frac{1}{4}$ dienām, kas ir jau ļoti tuvs patiesajam garumam.

Jau ap 1000. gadu pirms mūsu eras ķīnieši noteica gadalaiku maiņas pēc dažu zvaigznāju parādīšanās vakara krēslā. Par pavasara un rudens sākumu liecināja Hidras un Ūdensvīra zvaigznāji, par vasaras un ziemas saulstāvjiem — Skorpiona zvaigznājs un Plejades jeb Sietiņš. Skorpiona zvaigznāja zvaigznes Ķīnā nosauca par uguns zvaigznēm un to novērošanai bija speciāls ierēdnis. Arī Ķīnā, tāpat kā Ēģiptē, 2. un 3. gadsimtā pirms mūsu eras gadā skaitīja $365\frac{1}{4}$ dienas.

2. gadsimtā pirms mūsu eras grieķu zinātnieks Hiparchs gadā noteica $365\frac{1}{4} - \frac{1}{300}$ dienas. Šis lielums tikai par $6\frac{1}{2}$ minūtēm atšķiras no mūsu dienās pieņemtā, t. s. tropiskā gada garuma.

Tropiskais gads, kas atkarīgs no Saules redzamās kustības, atbilst laika spridim no viena Saules pāriešanas momenta pavasara punktam līdz otram, un tas satur 365,2422 vidējās dienas jeb 365 dienas 5 stundas 48 minutes 46 sekundes. Tādā kārtā tropiskais jeb Saules gads ir saistīts ar visu gadalaiku periodisku atkātošanos.

KALENDARA PROBLEMA

Kalendārs ir vēsturiski izveidojusies dienu skaitīšanas sistēma ilgākam laika periodam.

Sastādīt kalendāru nozīmē pēc iespējas labāk izkārtot trīs neatkarīgas laika vienības: dienu, mēnesi un gadu, kuru garumus nosaka dažādu dabas parādību periodiska atkārtšanās. Tropiskā gada garums vidējās dienās tikai aptuveni izsakāms ar daļskaitli 365,2422. Sinodiskajā mēnesī skaita 29,5306 vidējās dienas, bet arī šis skaitlis ir aptuvenš. Vispār nav iespējams atrast tādus skaitļus, kas precīzi izteiktu gada un mēneša garumu dienās. Tā kā šīs trīs neatkarīgās laika vienības nav savstarpēji samērojamas, tad nevar izveidot tādu kalendāru, kas būtu precīzi saskaņots ar Zemes un Mēness kustību. Bez tam skaidrs, ka kalendāra gadā un mēnešos jābūt veselam dienu skaitam. Senās tautas dažādi mēģinājušas piešķaņot veselu dienu skaitu sinodiskajam mēnesim, kuru nosaka Mēness fazes, un, galvenais, Saules gadam, kas saistīts ar gadalaiku izmaiņām. Šo mēģinājumu rezultātā radušies 3 kalendāru veidi.

Mēness kalendārs.

Galvenā un noteicošā laika vienība Mēness kalendārā ir sinodiskais mēnesis. Sastādot Mēness kalendāru, centās panākt, lai visi kalendāra mēneši sāktos jaunā Mēnesī. Mēness kalendāra gadā ietilpst 12 mēnešu, kuros pārmaiņus skaita 29 un 30 dienas. Tāpēc Mēness kalendāra gads vienlīdzīgs 354 veselām dienām, bet sinodiskais mēnesis ir 29,5306 dienas garš. Tātad 12 sinodiskajos mēnešos iznāca 354,37 dienas. Lai kalendāra gadā tomēr varētu skaitīt veselas dienas, tika veidoti iso (354 dienas) un garo (355 dienas) gadu cikli. Garo gadu pēdējam mēnesim pievienoja vienu lieku dienu. Arabu cikls, kurā uz katriem 30 isajiem gadiem ir 11 garie gadi, rada kļūdu tikai par 0,01 dienas. Šī kļūda jālabo pēc 100 cikliem,

t. i., pēc 3000 gadiem, kad sakrājas viena vesela diena. Mēness kalendaru izveidoja musulmaņu tautas, kuru reliģijā Mēnesim vispār liela nozīme. Mēness kalendara gads vidēji ir par vienpadsmit dienām īsāks nekā tropiskais gads, kurš saskaņots ar Saules kustību, un tādēļ musulmaņu jaunā gada sākums 33 gadu laikā pakāpeniski iziet visus gadalaikus.

Mēness-Saules kalendars.

Mēness-Saules kalendara izveidošanu var uzskatīt par mēģinājumu novērst gada sākuma pārvietošanos. Šajā nolūkā dažiem gadiem tika pievienots 13. mēnesis, kas deva iespēju saskaņot kalendaru ar Saules kustību. Mēness-Saules kalendara gadā dienu skaits mainās robežās no 353 līdz 385. Mēneši satur 29 un 30 dienas. Atkarībā no dienu skaita Mēness-Saules kalendārā mēneši tiek saukti vai nu par maziem jeb tukšiem mēnešiem, vai arī par lieliem jeb pilniem mēnešiem.

Ķīnieši jau 6. gadsimtā pirms mūsu eras bija atraduši Mēness-Saules kalendara «zelta likumu», pēc kura 19 Saules gadi ($365\frac{1}{4}$ dienas katrā) vienlīdzīgi 110 maziem un 125 lieliem mēnešiem. Tāpēc ķīnieši no katriem 19 gadiem septiņos gados skaitīja 13 mēnešu. Šo pašu «zelta likumu» 433. gadā pirms mūsu eras atklāja arī grieķu astronoms Metons, un tas iegājis vēsturē ar nosaukumu Metona cikls.

Mēness-Saules kalendars gan ir diezgan sarežģīts, bet tanī mēneša pirmais datums vienmēr sakrīt ar jauna Mēness parādīšanos. Kā šāda kalendara piemēru var minēt senebreju kalendaru. Jauns gads tur sākas septembrī vai oktobrī.

Mēness un Mēness-Saules kalendaru galvenā vienība — mēnesis ir cieši saistīts ar Mēness kustību. Priesteri no tempļu augstumiem rūpīgi vēroja debesis, centās saskatīt jauna Mēness šaurā sirpja parādīšanos, par ko nekavējoties ziņoja tautai. Romieši par «kalendae» nosaukuši mēneša pirmo dienu. Iespējams, ka no šī vārda cēlies arī kalendara nosaukums.

Saules kalendars.

Saules kalendars ir saistīts ar Saules redzamo kustību. Mēness fāzu periodam šajā kalendārā nav sevišķas nozīmes. Saules kalendaru jau senatnē lietoja zemkopju tautas, kurām bija svarīgi zināt gadalaiku maiņas.

Pirmo Saules kalendaru izveidoja eģiptieši apmēram

pirms 5000 gadiem. Ap 2800. gadu pirms mūsu eras galvenā vienība eģiptiešu kalendarā bija 365 dienas garš Saules gads. Gads dalījās 3 daļās: plūdi, sēja, pļauja. Katrā gadalaikā bija 4 mēneši, katrā mēnesī 30 dienas. Eģiptiešu kalendara gads sastāvēja no 12 mēnešiem un 5 papilddienām. Tā kā tas bija par $\frac{1}{4}$ dienas īsāks nekā tropiskais gads, tad gada sākums pārvietojās, apejot visus gadalaikus 1460 gados. Tikai mūsu eras sākumā eģiptieši ieveda $365\frac{1}{4}$ dienu garu kalendara gadu, piešķaitot ik pēc 4 gadiem vienu lieku dienu.

Saules kalendaru lietojuši no seniem laikiem arī Persijas, Indijas un Vidusāzijas iedzīvotāji.

Tadžiku zinātnieks un dzejnieks Omars Heijams (miris 1123. gadā) izveidojis vienu no labākajiem Saules kalendariem, skaitot katros 33 gadus 8 garos gadus ar 366 dienām. Heijama kalendara gads ir tikai par 19 sekundēm īsāks nekā tropiskais gads. Kā tālāk redzēsīm, Heijama kalendara gada garums ir precīzāks nekā mūsu lietojamā kalendarā, kas arī pieder pie Saules kalendariem.

VECAIS UN JAUNAIS STILS

Mūsu kalendars ir pakāpeniski izveidojies no senās Romas kalendara, kas bija saistīts ar lauku darbu periodiem un sastāvēja tikai no 10 mēnešiem. Ap 700. gadu pirms mūsu eras arī romieši gadā ievada 12 mēnešus un to sākumu pieskaņoja Mēness fazēm. Tā radās nepieciešamība sekot Mēness kustībai. Šo uzdevumu pamazām pārņēma priesteri pilnīgi savās rokās. Līdz ar to viņi kļuva par mēnešu un gadu skaitīšanas noteicējiem. Gadā bija tikai 355 dienas, un laiku pa laikam bija nepieciešams iespraust 13. mēnesi. Priesteri saziņā ar valdošo šķiru patvaļīgi mainīja 13. mēneša garumu, lai attālinātu vai tuvinātu vēlēšanu un maksājumu dienas. Rezultātā mēneši vairs nesakrita ar attiecīgajiem gada laikiem, un, piemēram, plaujas svētkus nācās svētīt ziemā. Franču rakstnieks Voltērs, izsmejot Romas kalendaru, sacījis, ka Romas karavadoņi gan bieži kaujās guvuši uzvaras, bet nav zinājuši savu uzvaru datumus.

Jūlija kalendars.

Lai izbeigtu šādu stāvokli, Romas valdnieks Jūlijs Cezars 46. gadā pirms mūsu eras reformēja kalendaru. Uz eģiptiešu astronoma Sozigena ieteikumu gada garumu noteica vienlīdzīgu $365\frac{1}{4}$ dienām. Trīs gadus pēc kārtas gadā skaitīja 365 dienas, bet katrs ceturtais gads tika skaitīts par vienu dienu garāks, t. i., 366 dienas. Tā radās mūsu garie un parastie gadi. Par garajiem skaitīja tos gadus, kuru gada skaitlis dalās ar 4. Romiešu garajā gadā nebija 29. februara, viņi skaitīja divas reizes no vietas 23. februari jeb, kā toreiz teica, sesto dienu pirms marta kalendām, t. i., pirms tagadējā 1. marta. Pēc reformas par gada pirmo mēnesi tika noteikts janvaris, jo Romas konsuli stājās pie sava amata izpildīšanas 1. janvārī. Šāds gadu skaitīšanas veids iegājis vēsturē kā Jūlija jeb vecā stila kalendars. Jūlija kalendara gads atšķiras

no tropiskā gada par 11 minūtēm 14 sekundēm. Šī kļūda 128 gados sastāda veselu dienu. Jūlija kalendara gads ir garāks par tropisko gadu, tādēļ tas sākas ar nokavēšanos. 16. gadsimtā nokavēšanās sastādīja jau 10 dienas. Šis apstāklis visvairāk uztrauca garīdzniekus, jo pārvietojās reliģisko svētku dienas, kas saistītas ar Saules redzamo kustību.

Gregora kalendars.

Pāvests Gregors XIII 1582. gadā pēc italieša A. Lilio projekta izdarīja jaunu kalendara reformu. Ar reformu tika likvidēta sakrājušos 10 dienu starpība un noteikts, ka par garajiem skaitāmi tikai tie pilno gadsimtu gadi, kuru simteņu skaitlis bez atlikuma dalās ar 4. Tātad pēc Gregora reformas 1600. un 2000. gads jāskaita par garajiem, bet 1700., 1800. un 1900. gads par parastajiem gadiem, jo ne 17, ne 18, ne 19 ar 4 nedalās. Gregora jeb jaunā stila kalendara gada kļūda ir $\frac{3}{10\,000}$ dienas, t. i., 26 sekundes (viena diena uzkrājas tikai 3333 gados). Tādēļ kļūdas izlabošanas dēļ 4916. gads būs jāskaita par parasto.

Gregora kalendars 1582. gadā tika ievests tikai pāvesta varai pakļautajās zemēs, kuru iedzīvotāju vairums bija katoļticīgie. Jauno stilu sāka lietot Itālijā, Francijā, Spānijā, Portugālē, Polijā. Daudzās citās valstīs jaunā kalendara reforma sastapa lielu pretestību, it sevišķi no citu ticību garīdzniekiem. Tā, piemēram, Anglijā jaunā stila kalendaru apstiprināja tikai 1752. gadā. Poļu karalis Stefans Batorijs, kura varā atradās Rīga, pavēlēja 1582. gadā ievest Gregora kalendaru arī Rīgā, bet pilsētas rāte atteicās šo pavēli izpildīt. 1584. gadā Stefans Batorijs piedraudēja pavēles neizpildīšanas gadījumā uzlikt 10 000 dukatu lielu naudas sodu. Tad rāte un protestantu garīdzniecība piekrita jaunā stila ievēšanai, bet turīgie pilsētnieki kopā ar ģildi sacēla nemierus, kuri iegājuši vēsturē ar nosaukumu «kalendara nemieri». Nemieru patiesais iemesls meklējams pretrunās starp rāti un ģildēm, kas cīnījās par pilsētas pārvaldīšanas tiesībām. Jauna kalendara ievēšanu ģildes izmantoja kā izdevīgu mirkli cīņas saasināšanai par rātes tiesību ierobežošanu.

Krievijā un Balkanu valstīs vecais stils saglabājās ļoti ilgi. Starpība starp veco un jauno stilu aizvien pieauga un 20. gadsimta sākumā sasniedza 13 dienas. Tikai

pēc Lielās Oktobra socialistiskās revolūcijas — 1918. gada 25. janvārī V. I. Leņins parakstīja dekretu par jaunā stila ieviešanu. 1918. gada 1. februāris tika skaitīts par 14. februāri.

Pārejai no vecā stila datumiem uz jaunā stila datumiem var izmantot sekojošu tabulu:

Tabula vecā un jaunā stila datumu maiņai

Datumu starpība dienās	Vecais stils		Jaunais stils	
	gads	datums	gads	datums
10	1582.	5. oktobris	1582.	15. oktobris
	1700.	18. februāris	1700.	28. februāris
11	1700.	19. februāris	1700.	1. marts
	1800.	17. februāris	1800.	28. februāris
12	1800.	18. februāris	1800.	1. marts
	1900.	16. februāris	1900.	28. februāris
13	1900.	17. februāris		1. marts
		18. februāris		2. marts
		19. februāris		3. marts
		— — — —		— — — —
		— — — —		— — — —
		28. februāris		12. marts
		29. februāris		13. marts
		1. marts		14. marts
		2. marts		15. marts
		3. marts		16. marts
2100.	— — — —		— — — —	
	15. februāris		28. februāris	

1600. un 2000. gads ir garie gadi kā pēc vecā, tā jaunā stila, un šajos gados datumu starpība nepieaug.

GADU SKAITĪŠANAS SĀKUMS

Interesants ir jautājums par gadu skaitīšanas sākumu jeb eru. Ir pazīstamas vairāk nekā 200 dažādas eras. Katra tauta savā laikā par gadu skaitīšanas sākumu ir izvēlējusies kādu ievērojamu notikumu savā vēsturē. Tā Ķīnā gadus skaitīja pēc valdnieku dinastijām, Grieķijā pēc olimpiādēm utt. Viena no vecākajām ir babiloniešu valdnieka Nabonasara era, pēc kuras grieķu zinātnieks Ptolemejs mūsu eras 3. gadsimtā sastādījis senās vēstures chronoloģisku tabulu. Mūsu eras rašanās saistīta ar Romas vēsturi. Romieši skaitījuši gadus no «Romas dibināšanas», kaut arī par šo notikumu ir tikai leģendaras ziņas. Tikai šīs eras 1284. gadā, kad Romas imperija jau bija sabrukusi, mūks Dionisijs ierosināja skaitīt gadus no Kristus dzimšanas un pasludināja bez jebkādiem pierādījumiem, ka Kristus dzimis pirms 532 gadiem. Skaitlis 532 vienkārši bija izdevīgs kristīgo svētku aprēķināšanai, kuri pēc šāda gadu skaita atkārtojas tajās pašās dienās un datumos. Tādā kārtā mūsu eras sākums nav saistīts ne ar kādu vēsturisku faktu, jo Kristus ir garīdznieku izdomāta mistiska persona. Mūsu era ir tikpat fantastiska kā daudzas citas, kas sākas no «pasaules radīšanas». Pēc senebreju eras no «pasaules radīšanas» mūsu eras 1954. gadam atbilst 5715. gads, tātad pasaule radīta 3761. gadā pirms mūsu eras. Pēc citas līdzīgas eras iznāk, ka pasaules radīšana notikusi 5508. gadā pirms mūsu eras. Tādā kārtā mūsu Zeme eksistē it kā tikai nepilnus 10 000 gadus. Bet kur tad, piemēram, ir dzīvojuši priekš 100 miljoniem gadu dažādie dinozauri, kuru skeletu paliekas atraduši paleontologi?

Arī Krievijā gadi tika skaitīti no «pasaules radīšanas», un tikai Pēteris I 7208. gada vietā ievada 1700. gadu no Kristus dzimšanas, vienlaicīgi gada sākumu pārnesot no 1. septembra uz 1. janvāri.

Nekādā ziņā nevar teikt, ka era no Kristus dzimšanas būtu tā labākā un mums pilnīgi pieņemama.

Protams, ka daudzu kalendāru sistemu un eru jucekli zinātniekiem nenākas viegli orientēties. Senās chronikas un raksti sniedz ziņas, minot notikumu laiku pēc savas gadu skaitīšanas sistēmas. Dažādu sistemu saskaņošanai pēc franču zinātnieka J. Skaligera priekšlikuma 1582. gadā tika ieviests tā sauktais Juliana periods, kas satur 7980 gadu. Par Juliana perioda sākumu pieņemts 4713. gada 1. janvāris pirms mūsu eras. Juliana perioda gadu skaits saistīts ar kalendāra datu atkārtošanos. Astronomijā bieži izdara aprēķinus, skaitot laika sprīdi dienās, kas pagājušas no Juliana perioda sākuma. 1955. gada 1. janvāra 0 stundām, piemēram, atbilst 2435108,5 Juliana dienas. Juliana dienu tabula ievietota Astronomiskajā kalendārā 1954. gadam.

Ziņas par senatnē redzētiem Saules aptumsumiem palīdz noteikt vēsturiskus notikumus pēc mūsu gadu skaitīšanas sistēmas. Senajās chronikās ir minēti vairāki vēsturisku notikumu laikā novēroti Saules aptumsumi. Katrā noteiktā vietā pilns Saules aptumsums redzams vidēji 1 reizi 300 gados. Tādēļ var diezgan droši spriest par Saules aptumsuma un vēsturiskā notikuma gadu un datumu. Tā chronikās minēts, ka Grieķijā Peloponesas kara pirmajā gadā bija redzams gredzenveidīgs Saules aptumsums. Astronomi aprēķinājuši, ka tas var būt bijis vienīgi 431. gada 3. augustā pirms mūsu eras.

Tāpat atrasts, ka kņaza Igora karagājienā pret polovciešiem pie Donas redzētais daļējais Saules aptumsums noticis 1185. gada 1. maijā pēc mūsu gadu skaitīšanas sistēmas. Līdz ar to noskaidrots arī karagājiena gads.

NĀKOTNES KALENDARI

Jaunā stila kalendara precizitate ir pilnīgi pietiekama mūsdienu praktisko vajadzību apmierināšanai, bet kalendara uzbūves iekšējā struktūra mūs nevar apmierināt.

Kam neiznāk saskare ar plānošanu un grāmatvedību, tiem varbūt arī pašreizējais kalendars neliekas tik slikts un sarežģīts.

Jautājums par kalendara reformu izvirzīts jau sen, un pie tā strādājuši daudzi ievērojami zinātnieki, starp tiem arī slavenais ķīmiķis D. I. Mendelejevs. Vēlāk pie Tautu Savienības tika noorganizēta speciala starptautiska komisija, kura vēl pirms otrā pasaules kara bija savākusi ap 200 dažādu kalendara standartizācijas projektu. Starp tiem par labāko bija atzīts sekojošais variants.

Gads sadalīts 12 mēnešos jeb 4 ceturkšņos pa 13 nedēļām katrā. Ceturkšņa 1. mēnesī ir 31 diena, pārējos divos mēnešos 30 dienas. Gads un katrs ceturksnis vienmēr sākas svētdienā. Gadā ir 364 dienas, un katru gadu pēc 30. decembra ir vēl viena diena bez datuma un nedēļas dienas apzīmējuma — starptautiskā Jaungada diena. Garajos gados tāda pati diena seko arī pēc 30. jūnija.

1939. gads reformai bija izdevīgs, jo tas sākās ar svētdienu. Bet, tā kā šādu kalendaru bija paredzēts ieviest visā pasaulē vienlaicīgi, tad vajadzēja iegūt visu valstu piekrišanu. Komisija to nepaguva veikt līdz otrā pasaules kara sākumam, un projekta realizēšana bija jāatliek. Pēdējā laikā šī projekta apspriešana ir atjaunota, un tā ieviešana dzīvē būtu solis uz pilnīgu kalendara standartizāciju. Cits projekts paredz vēl pilnīgāku kalendara standartizāciju. Te gads sastāv no trīspadsmit 28 dienu mēnešiem, un katram datumam no mēneša uz mēnesi atbilst viena un tā pati nedēļas diena. Tas būtu ļoti praktiski un lietderīgi, bet ceļā stājas «nelaimes nesējs» — skaitlis 13. Pasaulē vēl atrodas tādi cilvēki, kuriem bai-

ies saistīt savu dzīvi ar 13 mēnešu gadu, un viņi labprātāk piekrīt pirmajam no minētajiem standartizācijas projektiem.

Nereti mums gribas uzzināt, kādā nedēļas dienā esam dzimuši vai arī, piemēram, kādos gados 1. Maija svētkos ir 3 brīvas dienas pēc kārtas. Lai rastu ātru atbildi uz līdzīgiem jautājumiem, cilvēki pūlas sastādīt «mūžīgos» kalendarus.

Apskatīsim vienu «mūžīgā» kalendara veidu. Kalendars sastāv no vairākām tabuliņām, kuras sakopotas tā, ka katram gadam un katram mēneša datumam var atrast

Gada skaitļa otrie 2 cipari	00	01	02	03		04	05								
	06	07		08	09	10	11								
		12	13	14	15		16								
	17	18	19		20	21	22								
	23		24	25	26	27									
	28	29	30	31		32	33								
	34	35		36	37	38	39								
		40	41	42	43		44								
	45	46	47		48	49	50								
	51		52	53	54	55									
	56	57	58	59		60	61								
	62	63		64	65	66	67								
		68	69	70	71		72								
73	74	75		76	77	78									
79		80	81	82	83										
84	85	86	87		88	89									
Gada skaitļa pirmie 2 cipari															
Vecais stils	Jaunais stils	90	91		92	93	94	95							Mēneši
			96	97	98	99									
	4	11	18	15	19	A	B	C	D	E	F	G			I, X
	5	12	19	16	20	G	A	B	C	D	E	F			V
	6	13				F	G	A	B	C	D	E			II-g, VIII
0	7	14		17	21	E	F	G	A	B	C	D			II, III, XI
1	8	15				D	E	F	G	A	B	C			VI
2	9	16		18	22	C	D	E	F	G	A	B			IX, XII
3	10	17				B	C	D	E	F	G	A			I-g, IV, VII
Datumi	1	8	15	22	29	P	O	T	C	Pt	S	Sv	Nedēļas dienas		
	2	9	16	23	30	O	T	C	Pt	S	Sv	P			
	3	10	17	24	31	T	C	Pt	S	Sv	P	O			
	4	11	18	25		C	Pt	S	Sv	P	O	T			
	5	12	19	26		Pt	S	Sv	P	O	T	C			
	6	13	20	27		S	Sv	P	O	T	C	Pt			
	7	14	21	28		Sv	P	O	T	C	Pt	S			

42. att. «Mūžīgais» kalendars.

atbilstošu nedēļas dienu. Lai to izdarītu, vispirms tabulas kreisajā pusē jāatrod rindiņa ar gada skaitļa pirmajiem diviem cipariem un stabiņš ar gada skaitļa otrajiem diviem cipariem. Tad jāatrod rūtiņa, kurā krustojas rindiņa un stabiņš, un jāatceras burts, kas tajā atrodas. Tabulā pa labi jāatrod vajadzīgais mēnesis un tajā pašā rindiņā jāatrod ievērotais burts. Stabiņš no šī burta uz leju, pretim mēneša datumam rāda attiecīgo nedēļas dienu.

Jāatšķir parasto un garo gadu janvaris un februāris. Mēneša tabulā parastajiem gadiem jāizmanto apzīmējumi I un II, garajiem gadiem I-g un II-g. Gada skaitļa otro divu ciparu tabulā garie gadi likti ietvarā.

P i e m ē r s. Apskatisim, kādā dienā būs 1956. gada 1. janvaris.

Jaunā stila tabulā atrodam 19, augšējā tabulā 56. Stabiņa un rindiņas krustojumā atrodas burts A. 1956. gads ir garais gads, un mēneša tabulā skatāties apzīmējumu I-g. Attiecīgajā rindiņā skatāties no burta A uz leju un mēneša datumu tabulu. 1956. gada 1. janvaris būs svētdienā.

Visa šī sarežģītā rēķināšana atkristu, ja būtu ieviests kāds no iepriekš minētajiem, vienkāršajiem kalendariem.

Tāpēc kā astronomiem, tā starptautiskām organizācijām jāveltī visas pūles kalendara problēmas sekmīgai atrisināšanai.



IETEICAMĀS LITERATURAS SARAKSTS

- Blažko, S., Vispārīgās astronomijas kurss, LVI, 1951.
- Voroncovs-Veljaminovs, B., Astronomija, Mācības grāmata vidusskolu 11. klasei, LVI, 1953.
- Kučickis, R., Diena un nakts. Gada laiki, LVI, 1948.
- Я. И. Перельман. Занимательная астрономия, Гостехтеоретиздат, 1952.
- И. Ф. Полак. Время и календарь, Гостехтеоретиздат, 1948.
- П. И. Попов. Общедоступная практическая астрономия, Гостехтеоретиздат, 1953.
- П. О. Чечик. Радиотехника и электроника в астрономии, Госэнергоиздат, 1953.
- Б. С. Кузьмин. Основы астрономического метода измерения времени, Гостехтеоретиздат, 1954.

SATURS

	Lpp.
Ievads	3
Laika etalons	7
Debess spīdekļi un to šķietamās kustības	11
Laika skaitīšanas sistēmas	20
Vietējais un joslū laiks	28
Kur sākas jauna diena?	32
Kā aptuveni noteikt laiku	35
Dažas ziņas par pulksteņiem	40
Laika dienests	51
Zeme kā neprecīzs pulkstenis	60
Nedēļa, mēnesis, gads	68
Kalendara problēma	72
Vecais un jaunais stils	75
Gadu skaitīšanas sākums	78
Nākotnes kalendari	80

Z. Alksne
LAIKA MERTSANA UN SKAITĪSANA

Redaktore *A. Feldhūne*
Vāku zīmējusi *L. Gerasimoviča*
Techniskais redaktors *R. Bokmanis*
Korektore *V. Purgaile*

Nodota salikšanai 1955. g. 5. janvārī. Parakstīta iespēšanai 1955. g. 18. februārī.
Papīra formāts 54×84/16. 5,25 fiz. iespiedl.; 4,3 uzsk. iespiedl.; 3,83 izdevn. l.
Metiens 5000 eks. JT 02729. Maksā 1 rbl. 15 kap.

LATVIJAS PSR ZINĀTŅU AKADEMIJAS IZDEVNIECĪBA
Rīgā, Smilšu ielā Nr. 1.
Iespiesta Paraugtipogrāfijā Rīgā, Puškina ielā Nr. 12. Pasūt. Nr. 56.

LATVIJAS NACIONĀLA BIBLIOTEKA



0304033645

OBLIGĀTAIS EKSEMLARS

265

Maksā 1 rbl. 15 kap.