TAHAN KÕIKE TEADA

M. IVANOVSKI



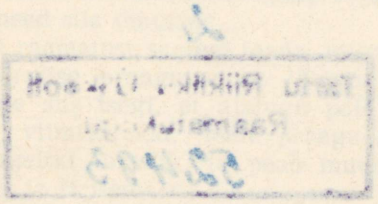


Eile, täna, homme

A-23839/II

M. IVANOVSKI

Eile, täna, homme



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1961

Originaali tiitel:

М. Ивановский

ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Государственное Издательство
Детской Литературы
Министерства Просвещения РСФСР
Ленинград 1958

Tõlkinud *F. Lõpp*

Värsid tõlkinud *R. Paavel*

2

Tartu Riiklik Ülikool
Raamatukogu
52493

Kas olete kunagi sellele mõelnud, kui suurt osa etendavad meie elus kell ja kalender? Kogu meie elu on ju nendega seotud.

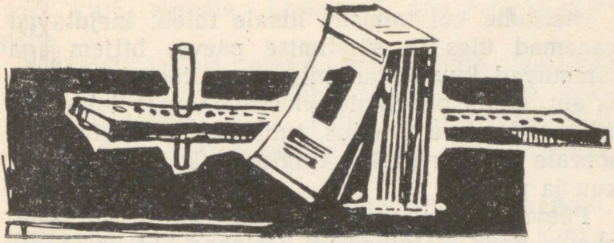
Kas koostatakse koolis tunniplaani või kavatsetakse reisile asuda, kas planeeritakse tootmist autotehases või kogu maa majandust — kusagil ei tulda toime nende märkamatute sõpradeta.

Kust need siis ilmusid?

Sellest raamatust saategi teada, missuguse pika ning keerulise arengutee on läbinud kalender. Te taipate siis isegi, et ajalugu pole seda veel lõplikult viimistlenud. Meie praegune kalender pole kaugeltki täiuslik, ta peab muutuma palju paremaks ja täpsemaks.

Te õpite tundma ka kella ajulugu, alates kõige vanematest ning lihtsamatest ajanäitajatest ja lõpetades tänapäeva keerukate mehhanismidega.

Mihhail Petrovitš Ivanovski (1905—1954) on õpilastele kirjutanud terve rea raamatuid, milles jutustatakse huvitavalt ning lihtsalt mitmesugustest küsimustest astronoomia ja füüsika valdkonnas («Teed tähtede juurde», «Maailmade tekkimine», «Päike ja selle perekond», «Liikumisseadused»). Käesoleva raamatu kirjutas autor 1953. aastal. Pärast kirjaniku surma asetleidnud mõningad uuendused ajaarvamises on seetõttu antud teosest välja jäänud.



Esimene peatükk

PÄEVADE LUGEJA

Hädavajalik abimees

Iga lehepöördega tervitab kalender algavat päeva ja saadab möödunut. Ta aitab meil päevi arvestada, teatab, mitu ööpäeva on möödunud aasta algusest ja kui palju neid veel on jäänud, näitab Päikese tõusu ja loojangu aega ning Kuu faase.

Punaste numbritega märgib kalender pühi ja puhkepäevi, musta raamiga — leinapäevi.

Kalendris on ka puhtaid lehekülgi, kuhu saab märkida tähtsaid ja pakilisi toiminguid, mis on vaja teha tulevikus. Kalender tuletab meile meelde suurte inimeste sünni- ja surmapäevi, tähtsaid avastusi ja leiutusi ning muid möödunud aegade silmapaistvaid sündmusi.

Oma kohustusi täidab kalender korralikult. Kuid ometi vaatame teda suhteliselt harva, sest oleme harjunud päevi mälu järgi lugema.

See on ka arusaadav, kuna kalendripäevad saadavad meid ju alati.

Otsekohe kui inimene ilmale tuleb, kirjutavad vanemad üles ta sündimise päeva, hiljem aga sammuvad kuupäevad inimesega koos läbi kogu ta elu. Õpilaspäevikuis, klassitöös, igal dokumendil — olgu see avaldus, tunnistus või lihtne kiri sõbrale — märgitakse tingimata kuupäev: aasta, kuu ja päev.

Päeva jooksul meenutatakse korduvalt kuupäeva. Seda mainivad nii ajalehed kui ka raadio ja paistab, nagu oleks kalender vaid muuseas olemas, nii-öelda igaks juhuks.

Kuid ei, see pole hoopiski nii!

Kalender on meie elus üks olulisemaid ja vajalikumaid asju, kalendrita ei tule kuidagi toime.

Umbes nelikümmend või nelikümmend viis aastat tagasi juhtus ühes külas õnnetus — kalender läks kaduma.

Lugu oli järgmine. Tadžikistanis, üsna Hiina piiri lähedal, on mõned külad just nagu ära eksinud Tjan-Šani mäeahelike vahele. Eraldatud muust maailmast kõrgete mägedega, pidasid inimesed seal rangelt kinni sajandite jooksul väljakujunenud tavadest.

Ühes niisuguses külas asus muistne kindlus. Väga ammu, võib-olla juba Tamerlani ajal, oli seal ühe torni jalamil kiviplaatidesse raiutud suur sirbiga inimkuju ja koer.

Kujud paiknesid niiviisi, et keskpäeval langes neile torni vari. Sel ajal käisid külaelanikud torni juures vaatamas, kuhu vari parajasti langeb. Talvel, kui päike käib madalalt, püsis vari nelikümmend päeva järjest koera kujul ja neid päevi nimetatigi «koera päevadeks». Kevade poole tõusis päike ikka kõrgemale ja kõrgemale ning vari jättis koera maha. Nüüd peatus ta sirbiga inimese jalgadel. Hiljem nihkus

vari kuju rinnale, kesksuvel aga langes otse pähe.

Sügisel laskus päike madalamale, ja kui vari ulatus sirbini, jõudsid kätte «sirbi päevad» — lõikus. Seda kivist kalendrit kasutades ei läinud inimesed päevade arvestamisega segi.

Samas külas hakati kaevama niisutuskanalit, sest vana arõkk oli ära kuivanud. Kanali kaevamise ajal varises iidne torn kokku, koos sellega aga hävis ka muistne kalender.

Kabuhirmus kogunesid talupojad varemete juurde. Rõõmu uue kanali ehitamise üle asendas hirm: kuidas hakkame nüüd elama? Kuidas saame teada, millal on paras aeg karjad mägedelt orgu ajada, et nad lumetormide kätte ei jääks? Millal võib teiselt poolt mägesid karavane oodata? Millal hakata sirpe teritama? Millal saabuvad igaaastased pühad?

Talupojad püüdsid meelde tuletada, kus seisis vari siis, kui torn veel terve oli, loendasid sõrmedel, kui palju päevi oli sellest möödunud, läksid arvestustes segi, vaidlesid ja hädaldasid: nüüd saavad nad küll vett, kuid ei tea, millal seda põllule lasta.

Hiljem toodi sellesse külla meie tavalised trükitud kalendrid.

Kaua aega ei suutnud talupojad uue kalendriga harjuda: jaanuari nimetati koera, juunit — pea ja augustit sirbi päevadeks. Hiljem seati kujudega kiviplaadid teises kohas uuesti üles ja varju näitamiseks pandi püsti teivas, ent talupojad vaatasid juba oma kivist kalendrile kui igivanale mälestusmärgile.

Üksikule külale on kalendri puudumine kõigest vaid suureks ebamugavuseks, kogu maale aga

põhjustaks niisugune fantastiline kalendrite kadumine suuri raskusi.

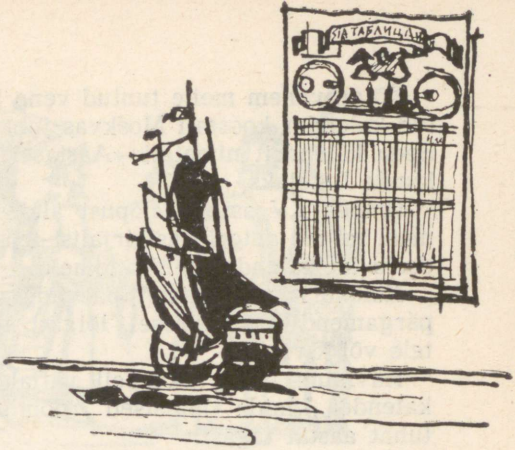
Kalendrita oleks võimatu juhtida kogu Nõukogude Liidu tohutu suurt ja keerukat majandust. Kalendrita ei saa ei koolis tunniplaani ega raudteerongide liiklusgraafikut koostada. Raske oleks ehitada lennukeid ja autosid, trükkida raamatuid, külvata vilja ning üldse tegelda igasuguse majandusliku tööga.

Eriti vajalik ja tähtis on kalender meie Nõukogude riigis, kus majandus on organiseeritud plaani järgi ja kus kõigi ettevõtete töö teenib üht eesmärki: luua kõigi produktide küllus, muuta meie maa tugevaks ja rikkaks, rajada kommunistlik ühiskond.

Meie maal, mis elab ja töötab plaani järgi, on kalendril küll vähemärgatav, kuid siiski asendamatu osa. Ja seepärast, kui kalender detsembrikuu viimast lehte pöörates meiega hüvasti jätab, asendab teda otsekohe teine, aasta uus eakaaslane, mis juba varem valmis oli trükitud. Vahetudes niiviisi igal aastal ööl vastu 1. jaanuari, seisavad kalendrid nagu tunnimehed valvel, et päevade ja aastate arvestus segi ei läheks.

Kaasaegse kalendri esivanemad

1961. aastal asus tööpostile vene kalendri kahesaja viiekümne üheksas põlvkond. Nagu näete, polegi kalendri sugupuu nii väga vana. Esimene vene kalender trükiti Peeter Esimese käsul vene trükikojas Amsterdamis 1702. aastal, üks aasta enne Peterburi (Leningradi) asutamist. Moskva trükikojas valmis esimene kalender 1709. aastal.



Esimest trükitud kalendrit maailmas võib pidada raamatu nooremaks vennaks. See ilmus 1474. aastal.

Esimene trükitud kalender polnud ei lehitsetav ega rebitav. Ta oli albumikujuline ja koosnes arvult kuuest lehest. Esimesel lehel oli tabelkalender, teistel aga mitmesugused tabelid taevakehade liikumise, planeetide ja tähtede omavahelise paiknemise ning muude meresõiduks vajalike andmete kohta.

Niisugused kalendrid olid kaua aega vaprate meresõitjate lahutamatuiks kaaslasteks.

Hiljem muutusid meresõidul kasutatavad astronoomilised teatmikud iseseisvateks raamatuteks ja nad eraldati tavalistest kalendritest. Viimased kujunesid aga sellisteks, nagu me neid praegu tunneme.

Nagu näete, pole trükitud kalendrid kuigi vanad, kuid üldiselt on kalender juba iidsel ajal kasutusel olnud.

Enne trükitud kalendreid kasutasid inimesed käsitsi kirjutatud kalendreid.

Kõige vanem meile tuntud vene käsitsi kirjutatud kalender koostati Moskvas juba 1670. aastal. Seda kalendrit nimetati «Aastaseks loendiks ehk kuude lugejaks».

Umbes XV sajandi lõpust alates leidus Venemaal mitme autori käsikirjalisi teoseid, mis sisaldasid ka kalendaarseid andmeid.

Kalendrit või lihtsalt päevade arvestust peeti pärgamendil, papüürosel, lõigati metallplaadikestele või kivisse.

Hävinud linna Pompeii väljakaevamisel leiti kalender, mida muistsed roomlased kasutasid tuhat aastat tagasi.

79. aastal toimus Vesuuvi vulkaani väga tugev purse. Väljapaiskunud tuha all hävisid kolm linna — Pompeii, Herculaneum ja Stabiae.

Hulk aastaid hiljem eemaldasid arheoloogid need tuhakihid ja avastasid hävinud linnad. Paljud hooned osutusid peaaegu terveteks. Mööbel, majatarbed — kõik olid oma kohal, nii nagu paanikas põgenenud elanikud need olid jätnud.

Ühest majast leidsid arheoloogid valgest marmorist kuubi, mille külgtahud olid kolmeks jaotatud. Iga jaotuse kohale oli kirjutatud kuu nimetus, selle alla aga olid märgitud päevad. Kuubi neli tahku vastasid aastaaegadele — kvartalitele, kogu kuup aga oli selle omanikule kalendriks.

Veel iidsem kalender — umbes 4000 aastat vana — leiti muistse Babüloni varemeist. See koosnes põletatud savist tahvlikestest, millesse on tehtud augud vastavalt päevade ja kuude arvule. Savikalendri omanik pidi iga päev pulgakese järgmisse auku edasi tõstma. Niiviisi arvestas ta päevi.

Ajulugu tunneb palju erinevaid, isegi veidraid



kalendreid ja päevade arvestamise vahendeid. Antiikmaailma ajaloolane Herodotos jutustab kalendrist, mida 2500 aasta eest kasutasid pärslased.

Kui Pärsia kuningas Dareios Doonau taha sõjakäigule läks, jättis ta üle Doonau viiva silla kaitseks sõjameeste salga ja andis neile pika rihma, millesse olid tehtud sõlmed.

«Võtke see rihm,» ütles Dareios, «ja sellest päevast alates, mil ma sküütide vastu lähen, tehke iga päev üks sõlm lahti. Kui on möödunud sõlmedega märgitud päevade arv ja ma pole tagasi tulnud, purjetage ära kodumaale.»

Vahendeid päevade loendamiseks leitakse harilikult väga mitmesuguste rahvaste muistsetes elamispaikades, ainult vene linnuste väljakaevamisel pole arheoloogid millelegi kalendritaolisele sattunud. Kõik vastavad leiud on olnud trofeed, saadud sõjasaagina teistelt rahvastelt. Venemaal valmistatud kalendreid ajaloolased ei tunne.

Võiks arvata, et vene inimesed tulid toime ilma kalendrita. Kuid see on täiesti mõeldamatu! Kalendrita on võimatu ühiskondlik elu ja majanduslik tegevus. Kalendrid olid tingimata olemas ja neid tarvitati. Kuid mida need endast kujutasid?

Taevalaotuse osuti

Andmeid meie kodumaa minevikust võime arheoloogiliste väljakaevamiste materjalide kõrval saada ka muudest allikatest. Meil on säilinud kroonikaid ja ajalooteoseid, mis on kirja pandud käesoleva aastatuhande algul.

Esimeste kroonikakirjutajate ülestähendusi uurides võime leida palju andmeid mineviku, samuti ka üht-teist muistse kalendri kohta.

Näiteks leidub ühes kroonikas niisugune lause: «Suvel 6713 sai kuu 8 ööga valgust täis». see tähendab kuu valgenes 8 ööga.

Nähtavasti oli sündmus millegi poolest tähelepanuväärne, kui juba kroonikakirjutaja vajalikuks pidas seda mainida. Kuid mida siis tähendab «sai valgust täis»?

Et seda salapärast fraasi lahti mõtestada, lugesid ajaloolased läbi kõik kroonikad ja muud vanad ürikud, otsides lauseid, kus esineks sama väljend.

Kõrvutades omavahel nimetatud fraasi mitmesuguseid tarvitamise juhtumeid, läkski korda selle tähendust kindlaks teha. «Sai valgust täis» tähendab süttis, muutus üleni valgeks, helenduvaks, samuti nagu öeldakse «süda sai täis», kui keegi vihastab. Niisiis tahtis kroonikakirjutaja juhtida tähelepanu sellele, et 6713. aasta! muutus noorkuu poolkuuks 8 ööga.

Pärast nn. kuu loomist ilmub taevasse noorkuu kitsas sirbike. Iga ööga muutub see laiemaks, ja seitsme päeva pärast omandab Kuu korrapärase poolketta kuju. Veel seitse päeva hiljem muutub Kuu täiskuuks, seejärel hakkab kahanema ja järgmise seitsme ööpäeva pärast näeme teda jälle poolkettana. Kahekümne kaheksa ööpäeva järel, see on neljanda nädala lõpul, kaob Kuu hoopiski — algab, nagu meil öeldakse, kuu loomine.

Kuu iga faas kestab tavaliselt seitse ööpäeva. Kuid kuu liikumine oma orbiidil on keeruline ja aeg-ajalt esineb faaside pikenemisi. Nii võib juhtuda, et Kuu ei saa «valgust täis» seitsme ööga vaid selleks kulub kaheksa ööd. Niisugust Kuu esimese veerandi pikenemist panigi kroonikakirjutaja tähele ja pidas vajalikuks seda ära märkida.

See ülestähendus näitas ajaloolastele, kuivõrd valvsalt ja väsimatult jälgisid kroonikakirjutajad Kuud. Tänapäeval osutub harva keegi Kuu faasidele tähelepanu, ja seejuures ta vaevalt märkab ebaühtlust nende pikkuses. Ja seda pole ka vaja.

Hoopis teistmoodi oli lugu vanasti. Ilmselt jälgiti siis Kuu faase pidevalt. Ainult igaöiste vaatluste puhul võis tähele panna Kuu esimese veerandi pikenemist ühe ööpäeva võrra.

Vene kroonikakirjutajate oskust ja hoolikust Kuu vaatlemisel tõendavad paljud näited.

Ülestähendustes päikesevarjutuste kohta esineb tihti taolisi väljendeid: «Märtsikuu 20. päeval Päike pimenes ja temast jäi järele ainult kitsas riba, nagu nelja päeva vanune kuusirp.»

Vene inimesed tegid eksimatult kindlaks Kuu vanuse: heites pilgu kuusirbile, ütlesid nad täpselt, mitu päeva on möödunud Kuu loomisest, see

tähendab — kuu algusest. Kroonikates leidub väga palju viiteid Kuu vanuse kohta. Öösel oma kloostrikongi akna juures töötades silmitsesid kroonikakirjutajad nähtavasti Kuud nagu meie laua- või seinakalendrit. Kuu oli neile tõeliseks taevaseks kalendriks.

Ja mitte üksi venelased, vaid ka paljud teised rahvad kasutasid iidsel ajal Kuu kuju muutusi kalendrina. Selleks ei valmistanud nad mingisuguseid riistu, vaid jälgisid Kuu kuju ja loendasid selle abil päevi.

Kuidas tekkis sõna «kalender»

Mõnedes muhamedi usu maades on tänapäevani säilinud tava, et noorkuu ilmumisel puhutakse pasunaid ja lüüakse trummi. Nii teadustatakse rahvale järgneva kuu algusest.

Sellest kombest ongi tekkinud meie sõna «kalender». Ladinakeelne tegusõna *caleo* tähendab «kuulutan, hõikan välja». Kuna ametlike teadete väljakuulutaja ainult iga kuu esimest päeva teadustas, siis saigi see päev roomlastel *calendae* nimetuse. Sõna *calendae* omakorda on aluseks meie sõnale «kalender».

Oma enam kui kahe tuhande aastase eluea vältel on sõna «kalender» omandanud kaks eri tähendust. Kalendriteks nimetame lehitsetavaid või rebitavaid vahendeid päevade arvestamiseks, samuti ka mitmesuguseid aastaraamatuid ja teatmikke, mis sisaldavad andmeid jooksva aasta sündmustest ja faktidest. Meil on olemas üsna arvukas kalendrite pere: astronoomilised, põllumajandus-, metsa-, jahi-, mere-, lastekalendrid . . .

Peale selle nimetavad teadlased kalendriks veel

seda korda või neid reegleid, mis on kehtestatud päevade ja aastate arvestamiseks.

Niisuguseid kahetähenduslikke sõnu on meie keeles palju. Näiteks: kell — mehhanism, ja kell — aja mõõt. «Grammatikaks» nimetavad kõik õpilased grammatika õpikut ja «aritmeetikaks» aritmeetika õpikut. Kuid tegelikult on aritmeetika teadus arvudest ja tehetest nendega; see on reeglite kogu, mida me kasutame arvutamisel. Teaduse nimetus on raamatule üle kandunud.

Täpselt samuti tuleb vahet teha sõna «kalender» kahe tähenduse vahel.

Seni rääkisime kalendritest kui päevade arvestamise vahendeist, nüüd aga siirdume keerukamale küsimusele kalendrist kui reeglite kogust, mida kasutame päevade arvestamisel.

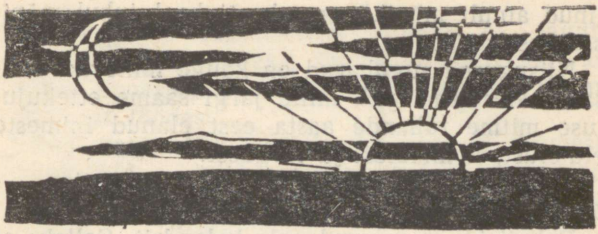
Kalendri selle tähendusega on ju kõik tuttavad. Aasta algab südatalvel, 1. jaanuaril, ja koosneb 365 ööpäevast. Igal neljandal aastal, see on aastal, mille number jagub neljaga, on lisapäev — 366. päev. Niisugust aastat nimetatakse lisapäeva- ehk liigaastaks. Liht- ja liigaastad vahelduvad täiesti korrapäraselt, välja arvatud iga sajandi algusaasta, mille kohta kehtib eri reegel. Aastad 2000 ja 2400 on liigaastad. Aastad 2100, 2200 ja 2300 on lihtaastad. Seega kehtib iga sajandi algusaasta kohta niisugune reegel: liigaastaiks loetakse ainult neid aastaid, mille sadade arv jagub neljaga.

Aasta on jagatud kaheteistkümneks erineva pikkusega kuuks. Kõige lühem kuu aastas on veebruar, milles on 28 või 29 päeva, ülejäänud kuudes on 30 või 31 päeva.

Kuud omakorda koosnevad neljast või neljast ja poolest seitsmepäevasest nädalast. Aastas on

viiskümmend kaks nädalat ja veel üks või kaks päeva, mis tuleb «laenata» järgmise aasta esimeselt nädalalt.

Selline ongi lühidalt kalendaarne kord, millest inimesed tänini on kinni pidanud. See pole aga alati niisugune olnud ega ka ühekorraga tekkinud. Kauges minevikus, mitu tuhat aastat tagasi, kui inimühiskond alles oma arenemise algastmeil seisis, polnud inimestel üldse kalendrit ega peetud ka päevade arvestust.



Teine peatükk

ESIMENE AJA MÕÕT

Matk aegade sügavikku

Ekskursiooni sooritamiseks kalendrieelsetesse aegadesse võib tellida pileti tavalisele reisiaurikule, mis sõidab Austraaliasse või Lõuna-Ameerikasse. Seal, nende mandrite südames, elavad õigusetuse ja rõhumise tingimustes veel praegugi täiesti ürgsete suguharude jäänused.

Brasiilia ürgmetsades ja Austraalia võsatihnikutes leidub rändrahvaid, kes ei tunne veel karjakasvatust ega põlluharimist. Nad elavad puude otsas või lihtsates lehtonnides. Toiduks korjavad nad metsikult kasvavaid puuvilju ja marju, kaevavad maa seest söödavaid juuri, kütivad linde ja väiksemaid ulukeid. Valged inimesed — kolonisaatorid — ajasid need suguharud headelt maadelt kõige metsikumatesse ja tervisele kahjulikkudesse paikadesse, kus nad kohutavate elutingimuste tõttu kiiresti välja surevad. Paljud suguharud ongi juba täiesti hävinud, teistest aga on säi-

linud ainult mõnikümmend või heal juhul mõnisada esindajat.

Niisugused suguharud on kauge mineviku elusad mälestusmärgid, mille järgi saame ettekujutuse mitme tuhande aasta eest elanud inimeste elu-olust, kommetest ja tavadest.

Üht brasiilia rändsuguharu — bakaiire — õppisid antropoloogid väga põhjalikult tundma.

Bakaiiride suguharul pole kalendrit. Selleks et arvestada päevi, peab ju oskama arvutada, kuid bakaiiride kogu «aritmeetika» piirdub kümne sõrmega. Kui juttu on suurematest arvudest, hakkab bakaiir oma juukseid sasima. Nende keeles tähendab see: «Palju! Nii palju, nagu on juukseid peas.»

Bakaiirid teavad, et on olemas päev ja öö, samuti ka Kuu faasid, nad rõõmustavad kitsast noorkuusirpi nähes, kuid öelda, mitu päeva on kuus — seda nad ei suuda . . . ja sasivad vaid juukseid peas. See on ju palju!

Aasta ei mahu ammugi nende arusaamisse. Pealegi pole aasta kui aja mõõt neile vajalik. Bakaiiride majanduslik tegevus on äärmiselt primitiivne: saabus kalapüügi-hooaeg — püütakse kalu, algas rändlindude lend — kütitakse linde. Vihmaperiood sunnib neid metsatihnikusse varju pugema, valminud viljad aga meelitavad sinna, kus kasvavad viljapuud.

Loodus ise juhib nende majanduslikku tegevust. Aastaaegadega seotud muudatused taime- ja loomariigis, samuti ka ilmade muutumine on neile looduslikuks kalendriks, millele nad alluvad, pidamata erilist arvestust päevade kohta ning tundmata selle järele ka vajadust.

Bakaiiridest enam arenenud suguharud eristavad juba aastaaegu, õigemini — nende üksikuid

osi. Paljudel suguharudel näiteks ei jagune aasta kevadeks, suveks, sügiseks ja talveks, vaid viieks, kuueks ja enamaks osaks, olenevalt majanduslikest töödest.

Neil tekivad juba kalendri algmed mitmesuguste tööde — jahipidamise, kalapüügi, viljade kogumise, külvi, lõikuse — aastaplaani näol.

Öö ja päev — ööpäev

Uurides vanu legende ja muistendeid, avastasid teadlased kummalise tõsiasja. Kui uskuda pärimusi, siis elasid nende tekkeajal, see tähendab 3000—4000 aastat tagasi inimesed 800—900 aastat vanaks.

Ka meie päevil jõuavad vahel inimesed erakordselt kõrge eani. Nõukogude Liidus on mitusada inimest, kes on sündinud noil aastail, kui elasid veel Puškin, Lermontov, Gribojedov, kuid sellist juhtu, et inimene oleks elanud üheksasaja aasta vanuseni, ei tunta kogu inimkonna ajaloos. Milles siis asi seisab? Kas tõesti kauges minevikus, eelajaloolisel ajastul inimesed elasid nii vanaks?

Selles muistse, peamiselt idamaise rahvapärimuse lahtimõtestamine nõudis ajaloolastelt erilist vaeva. Uuriti hoolikalt läbi bakaiiridest kultuursemate suguharude elu-olu, teostati väljakaevamistöid muistsetes asulapaikades.

Ajaloolaste ja arheoloogide poolt kogutud materjalidest näeme, kuidas inimesed järk-järgult ürgsest poolmetsikust seisundist välja jõudsid. Sajandite vältel õppisid nad tundma ning kasutama tuld, leiutasid kirve, oda, vibu ja nooled, hakkasid metsloomi kodustama ja karja kasvatama, samuti maad harima.



Jahimehed ei oodanud enam soodsat juhust, millal mõni uluk ise kogemata käe alla satub. Aastasadade kestel omandatud kogemused võimaldasid inimestel küttida enam-vähem läbimõeldult ja organiseeritult, selle asemel et teha seda õnne peale. Inimesed said aru seosest ümbritsevas looduses toimuvate muutuste ja aastaaegade vahel, õppisid tundma, millal rändlinnud lahkuvad ja tagasi tulevad, millal rebased, jänesed ja teised metsloomad karva vahetavad. Pandi tähele, millal karud talveunne jäävad ja hundid hakkavad karjadesse kogunema.

Need teadmised aitasid looduses esinevaid sündmusi ette näha, valida jahipidamiseks kõige sobivamat aega ja hoiduda metsa minemast, kui loomad parajasti poegivad ning on eriti kurjad ja ohtlikud.

Mereäärsed suguharud läksid aegsasti rannakaljude juurde, kuhu kogunesid linnukarjad ning kus seetõttu oli võimalik haha- ja kajakamune korjata. Sügise lähenemisel aga rändasid nad edasi

järvede äärde, kus rändlinnud puhkasid ning seetõttu jahipidamine alati edukas oli.

Kalurid õppisid kindlaks määrama aega, mil kalad tihedate parvedena merest jõgedesse tungisid ja karud, rebased ning metskassid neid püüdma tõttasid.

Ka karjakasvatajad oskasid aastaaegade vaheldumist tähele panna ja päevi loendada. Esimeste külmatunnuste ilmnemisel ruttasid nad talvekorteritesse, et neid stepis ei tabaks lumetormid ega ohustaks kiilasjää.

Elu ise oma igapäevaste murede ja vajadustega sundis inimesi tähele panema aastaaegade vaheldumist looduses ning oma tööd ja tegevust sellega kooskõlastama. Inimesed õppisid aega määrama, päevi lugema ja neid või teisi sündmusi ette nägema.

Vanemad, kes säilitasid suguharus oma mõjuvõimu, jälgisid aja kulgemist, et neil oleks alati võimalik tõendada oma vanemust. Ka noorukid, kes kiiremini täismeeste hulka pääseda ihkasid, lugesid päevi, millal neid sõjaretkest ja küttimisest lubatakse osa võtta.

Niiviisi tekkis ja arenes koos majandusliku ja ühiskondliku tegevusega ka aja mõõtmise kunst, tekkis ja täienes kalender.

Aja mõõtmise ja kalendri aluseks olid niisugused loodusnähtused, mis järgnevad üksteisele kõige korrapärasemalt, nagu Päikese tõus ja loojang ning Kuu faasid.

Päikese tõus ja loojang andsid inimestele esimese ja põhilise aja mõõdu — päeva, seejärel ka ööpäeva. Ööpäev on hilisem aja mõõt kui päev, sest inimesed ei mõistnud esialgu, et päev ja öö on omavahel lahutamatult seotud ning moodustavad ühe terviku — ööpäeva. Päev ja öö,

valgus ja pimedus näisid varem täiesti vastandlikena, just nagu headus ja kurjus. Seepärast loendasid inimesed päevi ja öid eraldi.

Niisuguse ajaarvamise jäänuseid esineb muistsetes Vene kroonikates. Kroonikakirjutajad ei kasutanud ega tundnudki sõna «ööpäev», vaid kirjutasid «päev». Märkides mingisuguse kahe sündmuse vahelist aega, kirjutasid nad: «Möödus kolm päeva ja kolm ööd» või «möödus neli päeva ja viis ööd».

Ööpäev kui aja mõõt on hoopis hilisem avastus.

Metuusalemi vanuse saladus

Teiseks aja määramise vahendiks olid Kuu faasid. Kuu faaside vaheldumist on kergem märgata kui Päikese asendi aeglast ja järkjärgulist muutumist horisondil aasta jooksul. Seetõttu oligi kalendri koostamisel Kuu inimestele varem abiliseks kui Päike.

Inimesed nägid, kuidas alguses ilmub kitsas helendav kuusirp, mis järk-järgult muutub kuuveerandiks. See omakorda kasvab, võtab poolketta kuju ja muutub siis täiskettaks. Täiskuu hakkab kahanema, muutub uuesti poolkuuks ja 28 ööpäeva möödumisel kaob lõpuks täiesti.

Kuu iga faas kestab ligikaudu seitse ööd (ööpäeva). See andiski inimestele seitsmepäevase nädala.

Pühapäeva nimetati vene keeles varem nädalaks[1], see tähendab päevaks, millal midagi «ei

[1] Vene keeles неделя. *Tõlk.*

tehta»[1], ei töötata.[2] Nädalale järgnes esmaspäev, see on esimene päev pärast nädalapäeva. Teist päeva nimetati teisipäevaks, nädala keskmist päeva kesknädalaks, neljandat päeva — neljapäevaks, viiendat — reedeks[3] ja kuuendat — laupäevaks[4], s. o. töö lõpetamise päevaks.[5]

Ristiusu levikuga Venemaal hakati nädala esimest päeva nimetama pühapäevaks, sõna «nädal» aga jäi seitsmepäevase ajavahemiku tähistamiseks. Nii on see säilinud tänini.

Päev, mil Kuu pärast loomist just nagu astub üle läve pimedusest taevasse, oli inimeste silmis eriti tähtsaks sündmuseks. Paljude muistsete rändrahvaste juures oli päev pärast Kuu loomist mitmesuguste pidustuste, mängude, võistluste või kogu suguharu kogunemise alguseks.

Sügisese noorkuu[6] ajal hakkasid üksikud sugukonnad ja pered, kes suviti üksteisest kaugel ringi rändasid, kokku kogunema. Noorkuu ilmumine

---

[1] Vene keeles не делают. *Tõlk.*

[2] Ukrainlased nimetavad veel praegugi pühapäeva «nädalaks».

[3] Vene keeles пятница — «viiepäev». Eesti reede nimetus on arvatavasti laenatud muistseilt germaani hõimudelt, kes selle päeva olid pühendanud oma jumalanna Fria auks (vrd. inglise *Friday*, saksa *Freitag*). *Tõlk.*

[4] Vene keeles суббота — «töö lõpp». Eesti «laupäev» (nagu ka soome «lauantai») on skandinaavia päritoluga ja tähendas algselt «pesemis-, pesupäeva». *Tõlk.*

[5] Mitmed Lääne-Euroopa rahvad, nagu prantslased, inglased, sakslased jt. sidusid nädalapäevade nimetusi tollal tuntud seitsme «hulkuva tähe» või planeedi nimetustega: Kuu, Merkuur, Veenus, Päike, Marss, Jupiter ja Saturn. Vastavalt planeetide arvule oli ka nädalapäevi seitse.

[6] Esimese noorkuu ajal pärast sügisest pööripäeva. *Tõlk.*

oli suurepäraseks looduslikuks signaaliks, sest kuud nägid üheaegselt kõik inimesed, ükskõik kui kaugel nad üksteisest ka viibisid.

Muistsed kreeklased korraldasid noorkuu ajal oma olümpiamänge.

Mongoolia rahvad viisid sügisese noorkuu ajal läbi ratsa- ja muid võistlusi.

Ajavahemik kahe noorkuu vahel — see tähendab kuu — muutuski kolmandaks looduslikuks aja mõõduks, mida inimesed kasutama õppisid. Peaaegu kõigi rahvaste keeltes tähendab sõna «kuu» nii taevakeha kui ka kaheteistkümnendat osa aastast.

Kuigi inimesed juba kauges minevikus õppisid jälgima Kuu faase, ei teadnud nad siiski, mis on aasta. Aasta oli liiga pikk aja mõõt, mis ei mahtunud nende teadvusse ja seepärast seda ka ei kasutatud. Inimesed arvestasid aega ainult kuude kaupa.

Selles peitubki nende inimeste pika eluea saladus, kellest jutustavad muistsed legendid. Mõistatuse lahendus on seega lihtne: tollal ei arvestatud inimeste vanust aastate, vaid kuude järgi. Legendaarse vanusega Metuusalem, kes pärimuse kohaselt suri 969. eluaastal, elas tegelikult ainult 78-aastaseks.

Huvitav on märkida, et muistendid kõrgest vanusest tekkisid karjakasvatajate rahvaste hulgas. Ja see pole sugugi juhuslik. Ajaloolise arengu käigus läks enamik rahvaid järk-järgult üle ajaarvamisele aastate järgi.

Kõigepealt hakkasid niisugust ajaarvamist kasutama põlluharimisega tegelevad rahvad. Nende majanduslik elu oli täielikult seotud aastaaegade vaheldumisega, mitte aga lunaarkuuga.

Ajaarvamine Kuu järgi säilis kõige kauemini

rändkarjakasvatajate, eeskätt türklaste, araablaste ja teiste Lähis-Ida rahvaste seas. Muhameedlaste kalendri aluseks ja peamiseks ajaarvamise ühikuks on praegugi lunaarkuu, kuigi arvestatakse ka aasta pikkust. Niisugust kalendrit nimetatakse kuukalendriks.

Neid kalendreid aga, mille aluseks on võetud aasta, nimetatakse päikesekalendriteks.

Niisiis on peamisteks aja mõõtmise ühikuteks, mida inimesed juba iidsetel aegadel kasutasid, alalised, kõige korrapärasemalt vahelduvad loodusnähtused, ja nimelt taevakehade liikumine: Maa pöörlemine oma telje ümber andis ööpäeva, Kuu tiirlemine ümber Maa — kuu ja Maa tiirlemine ümber Päikese — aasta.

Kuude nimetuste tekkimine

Et vana-vene kalendri iga kuu oli seotud teatud kindlate majanduslike töödega või aastaaegadest tingitud muudatustega, said kuud ka endale vastavad nimetused.

Vene esimese ajaloolase Nestori kroonikas on selline lause: «Sel kuul saab sõita veel ratastel, kuigi mööda konarlikku teed: seepärast siis oli kuu nimi konarlik, öeldi ka november.»

Tänu sellele lausele saadigi teada, kuidas varem nimetati novembrit. Eriti oluline oli aga see, et kroonikakirjutaja selgitas, miks novembrit kutsuti «konarlikuks». Novembris on teed konarlikud, see tähendab, et lund veel pole, kuid pori on juba kompadesse külmunud.

Teiste kuude vanu nimetusi oli aga märksa raskem selgitada.

Vanimas meie ajani säilinud vene käsitsi kirjutatud raamatus «Ostromiri evangeelium», mis

pärineb 1056. aastast, märgitakse, et juunikuud nimetati varem «izokiks».

Mida aga tähendab «izok»? Kaasaegses vene keeles pole peale ühe küla ja raudteejaama nime Izoga ühtki taolist sõna olemas.

Ühes hilisemas raamatus, mille autor on tundmatu, esitatakse vene lindude loetelu. Selles loetelus nimetatakse ööbikut, vihmakassi, pääsukest, varblast, varest ning salapärast izokit.

Teadlased hakkasid kõikide slaavi rahvaste vanu raamatuid uurima, nende hulgas ka bulgaaria ja serbia käsikirju. Ühes neist leitigi märge «izoki» kohta. Seal oli kirjutatud: «Izokid sünnivad pärast vihma.» Missugune lind siis sünnib pärast vihma? Aga võib-olla tähendab sõna «izok» hoopis mingit seeneliiki?

Ühes teises käsikirjas leidus izoki laulu kirjeldus. Ilmnes, et izok siristab.

Seda vana raamatut lugedes märkasid ajaloolased, et see oli kirjutatud ühes serbia kloostris. Ümberkirjutaja oli selle tõlkinud kreeka keelest.

Otsekohe hakati otsima kreekakeelset originaali, et järele vaadata, kuidas seda salapärast lindu kreeka keeles nimetatakse. Originaalkäsikiri leitigi. Nüüd selgus, et selles räägitakse tsikaadidest, see tähendab rohutirtsudest.

Juunikuus ilmub tõepoolest pärast vihma hulgaliselt rohutirtse ja nad siristavad valjusti. Kuid miks siis tundmatu autor neid lindude hulka arvas? Ilmselt sellepärast, et kreeklased pidasid tsikaade nagu ööbikuidki suurteks laulikuteks ja olid vaimustatud nende laulust. Tõlkija ei teadnud seda ja arvas rohutirtsu laululindude hulka.

Sugugi mitte vähem muret ei valmistanud ajaloolastele septembrikuu. Selle nimetuseks oli vene

keeles «ruen». Tänapäeva vene keeles pole aga midagi selletaolist.

Ajaloolane N. M. Karamzin hakkas uurima teiste slaavi rahvaste sõnaraamatuid ja leidis serbia keeles vana-vene sõnale «ruen» üsna sarnased sõnad «ruem», «rueno» ja «ruevno».

Serblased tarvitavad neid sõnu, rääkides kollastest lilledest, kollasest veinist või munakollasest. Seega on «ruevno» tähenduseks kollane! Selge: september on sügiskuu. Puude lehed kolletuvad. Ukrainlastel on tänapäevalgi sügiskuu oktoobri nimetuseks žovten, mis tähendab «kollane», vana-vene keeles on september ruen, samuti «kollane»!

Niiviisi, samm-sammult õppisid teadlased vana-vene kuudenimetusi tõlgitsema.[1]

---

[1] Ka eesti rahvapärases kalendris on paljude kuude nimetused otseselt seotud loodusega ja aastaaegadest tingitud töödega.

K e v a d. Märtsi nimetati paastukuuks paastumaarjapäeva järgi, mida pühitseti märtsikuus.

Aprilli nimetati jürikuuks, 23. aprillil peetava jüripäeva järgi.

Maid kutsuti lehekuuks, sest tavaliselt hakkasid puud sel ajal lehte minema.

S u v i. Juuni rahvapäraseks nimetuseks oli jaanikuu, sest jaanipäeval (24. juunil) pühitseti suve algust.

Juulit nimetati heinakuuks, sest siis oli käes kibekiire heinaaeg.

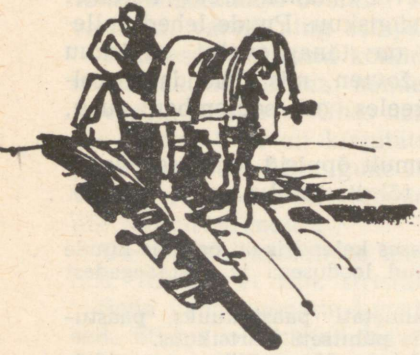
Augustit kutsuti lõikuskuuks, sest siis koristati valminud teravilja.

S ü g i s. Septembrit nimetati mihklipäeva järgi mihklikuuks. Mihklipäeval toimusid kõikjal traditsioonilised sügislaadad, kus talurahvas turustas oma põlluja karjasaadusi ning kodutehtud esemeid.

Oktoobrit kutsuti viinakuuks. Sel kuul alustasid mõisnikud oma viinaköökides viinapõletamist vastvalminud teraviljast ja kartulitest.

Novembrikuu oli seotud juba talve tulekuga, mistõttu seda ka talvekuuks nimetati.

K e v a d. Märtsi nimeks oli suhhi (kuiv kuu), sest siis hakkab maa tahenema. Märtsikuul on ka teine nimetus — berezol ehk berezen (kasemahlakuu, kasekuu). Kevadel, kui kasemahl liikuma hakkab, puuritakse kase tüvesse auk. Väljatilkuvat kasemahla kogutakse, juuakse ja keedetakse, sest ta on meeldiva maitsega ning sisaldab palju suhkrut.



Aprilli kutsuti beresoliks, dubeniks (tammekuu), kviteniks (kvitikuuks)[1], krassavikuks (kaunis kuu), zaigrai ovražkiks (vulisevate vete kuu) ja tsveteniks (õiekuuks).

T a l v. Detsembrit kutsuti jõulukuuks, sest talvise pööripäeva paiku pühitseti meie maal iidset valguse võidupüha, s. t. päeva, millest alates pimedus hakkab taganema üha pikeneva päeva ees. Hiljem, kui meie maale tungis ristiusk, hakati jõulupühi siduma Kristuse sünnipäeva pühitsemisega.

Jaanuari nimetati uue aasta esimese päeva — näripäeva — järgi näärikuuks.

Veebruari aga kutsuti sel kuul pühitsetava küünlapäeva (2. veebruar) või vastlapäeva järgi küünla- või ka vastlakuuks. *Tõlk.*

[1] K v i t t — tasa, arved õiendatud. Sel kuul tasuti võlgu ja õiendati arveid. *Tõlk.*

Maid kutsuti tsveteniks, leteniks (õite langemise kuu), traveniks (rohukuu) ja muriks. «Mur» on vana venekeelne sõna, samuti nagu «izok» ja «ruen». Selle sõna tähendust pole raske ära arvata, sest vene keeles on säilinud sõna «murava», mis tähendab «rohi».

Suvi. Juuni nimetuseks oli izok, tšerven, see tähendab tšervonnõi (punane), klassen, see tähendab kolos (viljapea) ja kressen. «Kressen» on jällegi muistne sõna, mis tähistab kuumust või tuld. Selle sõna järglased on keeles säilinud. Näiteks tähendab «kressalo» terasetükki, millega tollal, kui polnud veel tuletikke, räni-kivist sädemeid löödi ja taela süüdati.



Juulit kutsuti tšerveniks, groznikuks (õiekuu), senostaviks (heinakuu), stradnikuks (lõikuskuu) ja serpeniks (sirbikuu).

Augustit kutsuti zareviks (põtrade möirgamise kuu), serpeniks ja žniveniks (lõikuskuu).

Sügis. Septembrit nimetati rueniks, oktoobrit listopadiks (lehtede langemise kuu), novembrit grudeniks.



Talv. Detsembrit kutsuti studeniks (külmakuuks). Jaanuari nimetati prosinetsiks (sinikuu). Jaanuaris hakkavad päevad pikenema ja taevas muutub selgemaks, hakates sinendama. Veebruari nimetuseks oli snežen (lumekuu) või ljuten (külmakuu).

Mõned nendest nimetustest, nagu listopad, studen, snežen või tsveten, traven ja groznik, on seotud aastaaegadest tingitud muutustega looduses. Teised nimetused, nagu berezol, serpen, žniven ja stradnik on aga seotud majandusliku tegevusega.



Peaaegu igal kevad- ja suvekuul oli mitu nimetust. See on ka arusaadav: ühed vene hõimud elasid põhjas Volhovi ja Neeva kallastel, teised lõunas, Dnepri alamjooksul. Eri laiuskraadidel saabub kevad eri aegadel — lõunas varem, põhjas hiljem. Vastavalt sellele muutuvad ka põllutööde ajad. Erinevatest töötingimustest tulenesid ka kuude erinevad nimetused.

Praegused kuude nimetused pole vene päritoluga. Need toodi koos ristiusuga Bütsantsist ja nendest tuleb juttu edaspidi.

Kalendri teine võitja

1138. aastal tegi Novgorodi kroonikakirjutaja järjekordse ülestähenduse: «Aprillikuu 17. päeval, 3 nädalat enne lihavõtteid, aeti minema Svjatoslav, kes oli valitsenud 3 kuud vähem kui 2 aastat.»

Vürst Svjatoslavi lühikest valitsemisaega ei määranud kroonikakirjutaja mitte kuude järgi, nagu oleks pidanud tegema kuukalendrist lähtudes, vaid aastate järgi. Näeme, et juba XII sajandi algul arvestasid venelased suuremaid ajavahemikke mitte enam kuude, vaid aastatega.

«Ei suutnud ta enam hobuse selga istuda, sest

ta oli juba 90 aastat vana,» kirjutab kroonik raugast, kes vanadusest enam ratsutada ei suutnud. Jutustades vürst Olegi hukkumisest omaenda hobuse läbi, teatab kroonikakirjutaja Nestor: «Ja jõudnud Kiievi ning veetnud seal neli aastat, meenutas ta viiendal aastal oma hobust.»

Niisuguseid sissekandeid on kroonikates väga palju. Nähtavasti oli selleks ajaks juba loobutud ajaarvamisest kuude järgi, mistõttu see ka unustuse hõlma oli vajunud.

Inimesed ei leppinud enam ürgse kuukalendriga, vaid täiustasid seda, võttes aluseks peale Kuu faaside ka Päikese liikumise.

See on ka arusaadav, sest vene inimesed olid peamiselt põlluharijad. Mis on aga põllumehel tegemist Kuu faasidega? Ta töötab Päikest silmas pidades. Enne kui Kuu paistma hakkab, on põlluharija juba magama heitnud. Kui aga Päike päevpäevalt üha kõrgemale tõuseb ja päev järjest pikeneb, siis tähendab see, et läheneb kevad, jõuab kätte künniaeg ja kevadkülv. Kui aga päev lühenema hakkab, siis on see märguandeks, et suvi kaldub talve poole. Kes siis talviste tagavarade soetamisele ei mõtle, see süüdistagu hiljem iseennast!

Kuu sobib päevade arvestamiseks, nädalate, pühapäevade, puhkepäevade ja pühade või pidupäevade, kindlaksmääramiseks. Kuid Päike on siiski olulisem: tema tagab põllumehele saagi. Sest just Päikese, mitte Kuu järgi määratakse kindlaks kõigi tööde järjekord põllul, metsas, aiamaal ja mesilas.

Vene inimesed, kes väga hästi orienteerusid Kuu faasides, tundsid niisama hästi ka Päikese liikumise iseärasusi. Enamik muistseid pidustusi

oli kohandatud päevadega, mis olid seotud Päikese asendi muutumisega taevavõlvil.

Ööl vastu 23. juunit, see tähendab suvise pööripäeva ajal, kui päev hakkab lühenema ja Päike talve poole kalduma, korraldati mitmesuguseid pidustusi: süüdati lõkketuled, tantsiti, lauldi rituaalseid laule ja hüpati üle tule.

Kevadisel pööripäeval peeti kevadpäikese püha. Talvel, detsembri lõpul, kui Päike hakkab suve poole kalduma, tähistati aga talvist pööripäeva. Suurt osa talvistes pidustustes etendas kuusk, mis oma haljusega suve meenutas.

Asjaolu, et vene inimesed pühi Päikese teatud asendiga seostasid, näitas, et nad oma kalendri pidamisel arvestasid rohkem Päikest kui Kuud. Nad kasutasid ajaarvamises nii päikese- kui ka kuukalendrit.

Aasta ja suvi

Vene inimesed arvestasid aastaid Päikese järgi, kuid ei nimetanud neid mitte aastateks, vaid suvedeks. Vene kõnekeeles kasutatakse tänapäevalgi sõna «aasta» (год) asemel sõna «suvi» (лето). Tavaliselt ei küsi ju keegi: «Сколько вам годов?» (Mitu aastat te vana olete?). Nii pole vene keeles kombeks ja selle asemel öeldakse: «Сколько вам лет?» (Mitu suve te vana olete?).

Vene keeles kasutatakse sõna летосчисление (ajaarvamine), mitte годосчисление, samuti совершеннолетние (täisiga), летопись (ajaraamat, kroonika). Täiesti tavalised on niisugused väljendid: по молодости лет (nooruse tõttu), во цвете лет (parimas elueas), в летах (elatanud, aastais), на склоне лет (vanas eas, elu lõpu poole) jne.

Sõnal лето on vene keeles kaks tähendust: soe aastaaeg ja kogu aasta tervikuna.

Sõna год on vene keeles juba ammust ajast olemas, kuid varem tähendas see hoopis midagi muud kui praegu. Kui kellelgi tuleks mõte kasutada seda sõna endises tähenduses, tekiksid kummalised, ebaharilikud väljendid nagu: «Кашу надо год от года помешивать» («Putru tuleb aastast aastasse segada»), «В год прогулки за грибами мы устали и во время мертвого года крепко уснули». («Seenelkäigu aastal väsisime ja puhkeaastal uinusime sügavasti»), «Год урока длится 45 минут» («Õppetunni aasta kestab 45 minutit»).

Sõna год tähistas vanal ajal niisugust ajavahemikku, mis oli küllaldane, sobiv mingi töö teostamiseks. Sellest tuleneb ka sõna годный (kõlblik, sobiv). Praegu pole vene keeles niisugust lühikest ning kohast sõna ning selle asemel tarvitatakse muid sõnu: время (aeg), сезон (sesoon, hooaeg), период (periood).

Me ütleme: во время мертвого часа (puhketunni ajal), время от времени (aeg-ajalt) või зимний период (talveperiood), период дождей (vihmaperiood), строительный сезон (ehitushooaeg), отопительный сезон (kütteperiood) jne.

Umbes 600—700 aasta eest hakkas sõna год oma tähendust muutma. Selle sõnaga hakati tähistama Maa ümber Päikese tiirlemise aega. Seega muutus sõna год aja mõõtmise ühikuks.[1]

---

[1] Samasugune muutus toimus sõnaga год ka ukraina keeles. Kuid ukrainlased hakkasid sõnaga год, година tähistama teist ajamäära, mille jaoks neil ei olnud nimetust. Ukrainakeelne sõna година tähendab «tundi».

Neil aegadel, kui Venemaa ajalugu kirjutasid kroonikud, teati üsna hästi aasta pikkust. Nii kroonik Nestor Kiievis kui ka Kirik Novgorodis väidavad, et aastas on 356 päeva ja 6 tundi. Kahjuks ei kirjuta kroonikud aga midagi sellest, kuidas neil kaugetel aegadel aasta algust määrati. See on ju üsna keeruline toiming.

Ürgne kuukalender oli väga lihtne: kui kuu taevasse ilmus, lõppes kuu loomise periood ja algaski uus kuu. Kuidas ja kust aga leida päikeseaasta algust?

Valgete ribade mõistatus

Päev kaob päeva järel ja kõik nad näivad ühetaolised. Talve järel tuleb samm-sammult kevad, mis omakorda muutub märkamatult suveks. Suvi liitub sügisega, sügis omakorda talvega ja kõik algab jälle otsast peale. Kindlaid piire aastaaegade vahel pole. Ja kus võibki olla aasta algus, kui ta on ümmargune nagu ratas?

Aasta algust ei saa määrata soojade ilmade saabumise järgi. Ilmad on petlikud ja tujukad. Näiteks 1938. aastal muutusid Leningradis ilmad soojaks juba 15. märtsil ja Neeva vabanes jääkattest. 1944. aastal algas jääminek Neeval alles 20. aprillil. Kuidas saaks siis selle järgi määrata, millal kevad algab? Täpselt niisama muutlik on külmade saabumine. 1941. aastal andis pakane end tunda ja Neeva jäätus 7. novembril, 1938. aastal jäid aga külmad, nii imelik kui see ka ei ole, hoopis hiljaks ja Neeva hakkas jäätuma alles järgmise aasta 30. jaanuaril.

Kevade tulekut on küllalt raske ette arvata, kuid ometi tuleb seda teha, eriti põlluharijail.

Muidu võivad nad külviga hiljaks jääda. See aga tähendaks ikaldust ja nälga. Põllumajanduses toidab päev tervet aastat ja aasta algust tuleb osata õigeaegselt määrata. Kuidas tegid seda muistsed rahvad, on üsna hästi teada.

Rändurid, kes Peruus Cuzco linna lähedal asetseval kõrbemaastikul on käinud, ei ole märganud seal midagi iseäralikku. See on tavaline kivine ja viljakandmatu, päikesest kõrvetatud madalate küngastega kaetud tasandik.

Kuid siis avati lennuliin, mis viis üle selle kõrbe. Reisilt kojupöörduvad lendurid jutustasid, et lennukilt on selgesti näha mingisugused valged ribad. Need ribad on maantee laiused ja sirged nagu joonlauaga tõmmatud. Nad hargnevad lehvikuna laiali ja kulgevad mitme kilomeetri kaugusele.

Keegi nähtavasti tahtis kõrbet kaunistada!

Lendurite jutud hakkasid teadlasi huvitama. Nad läksid luurele ja veendusid, et kõrbes on tõepoolest arvukalt sirgeid jooni, kusjuures enamik neist algab ühe künka jalamilt.

Mõistatuslike joonte piirkonda saadeti ekspeditsioon. Ümbruskonda uuriti väga hoolikalt. Selgus, et need polnud värvitud ribad. Mingisugused uskumatult töökad inimesed olid käsitsi kivi kivi haaval kogu pinnase mitme kilomeetri ulatuses läbi sorteerinud: tumedavärvilised kivid kanti eemale, heledad aga jäeti kohale. See oli tohutu töö, mida võib võrrelda üksnes Egiptuse püramiidide ehitamisega.

Tõenäoliselt olid need valged ribad inkade kätetöö. On teada, et see muistne, tänapäeval väljasurnud rahvas lõi mitmesaja aasta eest Lõuna-Ameerikas võimsa ning küllaltki kõrge kultuuriga riigi. Kultuuritasemelt vastas ta umbes

muistsele Egiptusele ja eksisteeris 1532. aastani, mil hispaanlased ta vallutasid.

Jäi aga täiesti arusaamatuks, milleks oli inkadel tarvis kõrbesse jooni tõmmata. Kuigi valged ribad on väga sarnased teedega, ei võinud need siiski teede osa täita. Nad algasid kõik ühe ja sama künka juurest ning lõppesid kõrbes, kus polnud vähematki jälge mingitest hoonetest ega ehitistest.

Mõistatuse aitas lahendada juhus.

1947. aasta suvel võttis ekspeditsioonist valgete ribade rajooni osa ajalooprofessor P. Cosock. 22. juuni varahommikul ronis teadlane keskmise künka tipule ja jäi Päikese tõusu ootama.

Varsti ilmuski horisondi tagant päevase valgusallika serv. Sähvatas esimene kiir ja valgustas eredalt üht laia valget riba. See riba suundus horisondi poole ja näitas kohta, kus Päike tõusis, olles justkui teeks esimesele päikesekiirele.

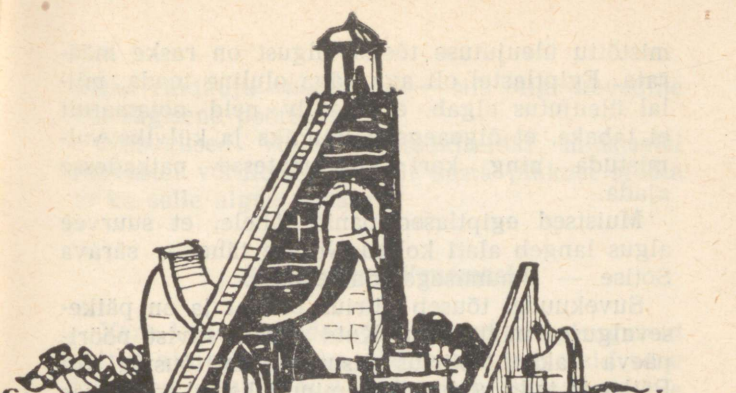
Ennäe, mida tähendasid need salapärased jooned!

22. juuni on ju suvine pööripäev — astronoomilise suve algus! Professor sattus muistsete inkade astronoomi ossa ja Päike ise seletas ära valgete joonte tähenduse. Need jooned suundusid kohtadesse, kus Päike pööripäevadel tõuseb.

Kuna professor Cosock oli ajaloolane, aga mitte astronoom, ei hakanud ta küsimust edasi uurima, vaid teatas oma avastusest astronoomidele, kes ilma erilise vaevata ka ülejäänud joonte tähenduse kindlaks tegid.

Ilmnes, et see oli omapärane astronoomiline instrument ning samal ajal ka muistsete inkade kalender, kus Päike ise aastaaegade algust näitas.

Samaks otstarbeks ehitasid hindud suure poolrõnga taolisi kiviehitisi, mille keskkohale oli püs-



titatud kolmnurgakujuline trepiga müür. Selle kolmnurkse müüri tipul teostasid india astronoomid öösiti vaatlusi, päeval aga arvestasid nad müüri varju järgi, mis langes poolringile, Päikese kõrgust. Päeval, mil vari oli kõige lühem, tähistasid nad suvist pööripäeva, kui aga vari oli keskpäeval kõige pikem — talvist pööripäeva. Nii määrati kindlaks aastaaegu.

Egiptlastel kuulutas aasta algust särav Sotis või Anubis — Penitäht, mida praegu Siiriuseks nimetatakse.

Kogu Egiptuse elu sõltus Niilusest. Jõe üleujutused niisutasid ja väetasid mudaga egiptlaste põlde, pannes aluse selle maa heaolule.

Meie nelja aastaaja asemel oli neid Egiptuses ainult kolm: üleujutus-, saagi küpsemise ja lõikusaeg. Egiptlaste aasta algas suurvee ajal, tavaliselt juunikuu esimestel päevadel.

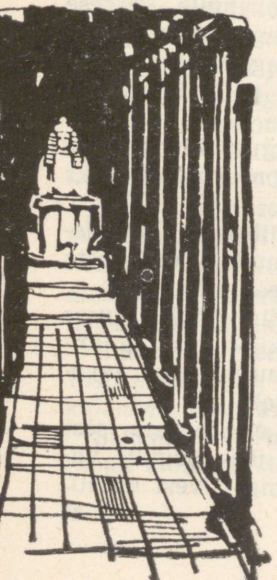
Suurvee aega on väga raske ette arvata, sest Niiluse vesi tõuseb aeglaselt ja järk-järgult. Vahel juhtub, et pisut tõusnud, langeb vesi uuesti,

mistõttu üleujutuse tõelist algust on raske määrata. Egiptlastel oli aga väga oluline teada, millal üleujutus algab, et veetulv neid ootamatult ei tabaks, et õigeaegselt künniks ja külviks valmistuda ning kari kõrgematesse paikadesse ajada.

Muistsed egiptlased panid tähele, et suurvee algus langeb alati kokku Niiluse tähe — särava Sotise — ilmumisega idataevasse.

Suvekuudel tõuseb Siirius päeval ja on päikesevalguses nähtamatu. Kuid pärast suvist pööripäeva hakkab Siirius pisut varem tõusma kui Päike ja teda võib mitme minuti kestel idataevas silmata. See hommikune Siiriuse ilmumine enne päikest oligi egiptlastel sõnumitoojaks Niiluse tõusust ja aasta algusest.

Jumalanna Hathori templis Denderas on raidkiri: «Hiiglane Sotis särab taevas ja Niilus tuleb oma kallastest välja.»



Ehitades suurejoonelisi püramiide, kohandasid egiptlased neid astronoomilisteks vaatlusteks. Ühte püramiidi ehitati pikk ning kitsas tunnelitaoline koridor. Selle avaus oli täpselt itta suunatud, nii et tõusva päikese esimesed kiired langesid kevadisel ja sügisesel pööripäeval püramiidi sisemusse ja valgustasid koridori lõpus seisvat raidkuju. Kõigil aasta ülejäänud päevadel ei küündinud päikesekiired kujuni, vaid valgustasid ainult koridori seinu.

Preestrid ootasid, millal

päike raidkuju valgustab — siis oligi kevadine või sügisene pööripäev.

Niisugused võtted võimaldasidki muistsetel rahvastel võrdlemisi täpselt aasta pikkust mõõta ja ka selle algust määrata.

Aasta algus Venemaal

Vana-Vene linnades pole leitud mingisuguseid ehitisi aja mõõtmiseks. Nähtavasti määrasid vene inimesed aasta algust lihtsamate astronoomiliste vahenditega kui inkad, hindud või egiptlased. Kuidas nad seda aga tegid, jääb teadmatuks. Kroonikates ei leidu selle kohta mingeid tõendeid ja isegi ei mainita, millal, missugusel kuul või kuupäeval aasta algas.

Meie kodumaa mineviku väsimatud uurijad — ajaloolased — hakkasid otsima kaudseid vihjeid. Nad kõrvutasid ja võrdlesid ülestähendusi, mida ühtede ja samade sündmuste kohta olid teinud erinevad kroonikakirjutajad, ja kontrollisid üksikuid daatumeid, mis kroonikates esinevad. Ajaloolased kasutasid ära ka teated päikese- ja kuuvarjutuste kohta. Need on nagu verstapostid ajaloo teedel: astronoomid võivad välja arvutada mitte ainult päeva, vaid ka tunni, millal ükskõik missugune päikesevarjutus minevikus toimus. Astronoomid M. Viljev ja D. Svjatski tegid niisugused arvestused kõigi kroonikates mainitud varjutuste kohta. Astronoomidelt saadud andmeid võrreldes lahendasid aga ajaloolased vaieldavaid küsimusi ja taastasid samm-sammult selle, mis oli meie eest sajandite sügavikku peidetud.

On teada, et bütsantsi kalendri järgi algas aasta 1. septembril. Nii oli Bütsantsis kombeks ja võiks

arvata, et vene inimesed, võttes vastu õigeusu ja bütsantsi kalendri, pidid ka selle võõramaise kombe üle võtma. Kuid ilmselt ei teinud nad seda. Nii selgub kroonikast.

Vene rahva ajaloos oli rahulikke aastaid. Siis märkis kroonikakirjutaja lühidalt: «Aastal 6537[1]. Rahulik elu.» Teised aastad olid sündmusterikkad ja sissekanded nende kohta on huvitavad eriti selle poolest, et kroonikakirjutaja loendas kõiki sündmusi järjekorras ja mainis, millal need toimusid.

Näiteks teatab Nestor oma kroonikas «Jutustus möödunud aegadest», et 6586. aastal läks Svjatoslavi poeg Oleg vürst Vsevolodi tagakiusamise eest pakku Tmutorokani 10. aprillil. Samal aastal tapeti Zavolotšjes Svjatoslavi teine poeg Gleb ja ta maeti 23. juulil. Võitluses Olegi vägede ja polovetsidega kaotas vürst Vsevolod lahingu 25. augustil. Ühes teises lahingus 3. oktoobril hukkus Jaroslavi poeg Izjaslav . . .

Kuid 6612. aastal, kirjutab Nestor, anti Svjatopolki tütar Pereslava Ungari troonipärijale naiseks. Pulmad peeti 21. augustil. Sama aasta detsembris sõitis Venemaale metropoliit Nikifor. Ja sama aasta veebruaris oli Päikese varjutus . . .

Loendades sündmusi ja kuupäevi, alustab kroonikakirjutaja Nestor oma iga-aastast ülestähendust aprillist ja nimetab edasi järjekorras juulit, augustit, oktoobrit, detsembrit ning lõpetab

---

[1] Vana-Venes arvati aega «maailma loomisest», see tähendab alates 5508. aastast enne «Kristuse sündimist», millest meie päevil aega arvatakse. Et teada saada, missugune aasta meie ajaarvamise järgi vastab 6537. aastale vana-vene ajaarvamise järgi, tuleb sellest aastaarvust lahutada 5509. Siis selgub, et 6537. aasta on sama, mis 1028. aasta meie ajaarvamise järgi.

veebruariga. Mõnel juhul kinnitab ta oma sissekannet sõnadega «samal aastal». Siit selgub, et kogu ajavahemikul aprillist veebruarini aastaarv ei muutunud. See oli üks aasta. Järelikult ei võtnud vene inimesed omaks võõrast tava, vaid elasid oma kommete järgi. Tõenäoliselt algas nende aasta veebruari ja aprilli vahel — märtsis. Nii see pidigi olema. Enamikul rahvail algas iidsel ajal aasta kevadega, nende põhitöö taasalustamisega.

Põdrakasvatajad rahvad, kes Nõukogude Liidu põhjaosas elavad, alustasid aastat aprillis, põtrade poegimise ajal. Vene inimesed aga tegelesid keeruka põllumajandusega, mille aluseks oli teravilja kasvatamine, ja nende aasta algas esimeste põllutöödega. Kündma ja külvama hakati Venemaal aga «kuival kuul», see on märtsis.

Niisiis võib kindlasti väita, et vene aasta algas märtsis. Kuid millal just saabus uus aasta: kas 1. märtsil, pööripäeval 21. märtsil või ehk mõnel muul päeval?

Uue aasta esimest päeva otsides avastasid ajaloolased kroonikates midagi hämmastamapanevat, mida polnud veel esinenud teiste rahvaste ajaloos. Püha Sofia kiriku põlemise kohta esineb niisugune sissekanne: «6553. aastal põles Püha Sofia laupäeva hommikul kl. 3 märtsi kuu 15. päeval».

Arvates 6553 maha 5509, peaksime saama aastaarvu meie ajaarvamise järgi. See oleks 1044. aasta. Kontrollides seda kalendaarsete käsiraamatute järgi, leiame oma hämmastuseks, et sel aastal polnud 15. märts laupäev, nagu öeldud kroonikas, vaid reede. Laupäevale sattus 15. märts aga järgmisel, see on 1045. aastal! Aga kui sellega nõustuda, siis oleks kroonikakirjutaja

6553. aasta asemel pidanud kirjutama 6554. aasta! Kas ta siis tõesti eksis?

Muidugi on viga võimalik, kuid seda erinevust võib ka teisiti seletada. Tegelikult laheneks kõik väga lihtsalt, kui eeldada, et kroonika kirjutamise ajal ei loetud aasta alguseks mitte 1. jaanuari nagu praegu, vaid mingit päeva pärast 15. märtsi. Siis oleks kroonikakirjutajal olnud täielik õigus lugeda 15. märtsi mitte uue, see on 6554. aasta hulka, kuna see polnud ju veel alanud, vaid vana, see on 6553. aasta hulka.

Ühes teises sissekandes on otsene viide aasta algusele: «6645. aastal, mis algas 7. märtsil . . .»

Niisuguseid vasturääkivaid teateid on kroonikates kaunis palju. Uurimiste tulemusena jõudsid ajaloolased järeldusele, et Venemaal algas vanasti aasta erinevatel päevadel. Ta võis alata veebruari lõpul, märtsis ja isegi aprilli algul, sõltuvalt esimese kevadise noorkuu või täiskuu ajast.

Aasta algus oli seotud Kuuga. Kitsa kuusirbi ilmumine kevadel teatas inimestele nii esimese nädala, esimese kuu kui ka aasta algusest. Nüüd on arusaadav, miks venelased ei vajanud keerukaid astronoomilisi ehitusi — taevakalender teatas neile aasta algusest.

Kuid pidada kuukalendrit niiviisi, et see päikeseaastast ei erineks, oli üsnagi keerukas ülesanne. Lunaarkuus on veidi üle 29 ja poole ööpäeva.

12 lunaarkuud kestavad 354 päeva. Päikeseaasta kohta aga kirjutab Nestor: «sest ühest aastast teiseni on 300 ja 60 ja 5 päeva.»

Kuuaasta on päikeseaastast üle 11 ööpäeva lühem. Pealegi sisaldab päikeseaasta mitte täisarvu lunaarkuid, vaid murdarvu. Seepärast pidid inimesed, kes kasutasid kalendrina Kuu faase,

oma ajaarvamises paratamatult päikesekalendrist ette jõudma. Esimesel aastal on vahe 11, teisel — 22, kolmandal — 33, neljandal — 45 ööpäeva, sest neljas aasta on ju liigaasta, ja nii edasi.

Seega nihkuvad kalendrite erinevuse tõttu umbes 16 aasta jooksul talvekuud suvele, suvekuud aga talvele. Suviseid pühi tuleb siis pidada lumetormis ja tuisus, talviseid pühi aga kuumuses.

See oleks veel väike viga, kui jaanipäeval ei saaks supelda ega vastlapäeval lumehangest alla lasta. Kuid asi on ju selles, et vene pühad olid alati seotud aastalaatadega. Kui pühad edasi nihkuvad, nihkuvad edasi ka aastalaadad. Kujutlege, et laadapäevad oleksid sattunud kevadise teedelagunemise ajale või hilisele sügiskuule, kui teed mööda ei saa liikuda ei jalgsi ega vankriga, nii et kuidagi aastalaadale ei pääse.

Kauplusi tollal ei olnud ja kõike osteti turult. Aastalaadalt hangiti kõik, mida vajati kuni järgmise aastalaadani. Kui teedelagunemise tõttu aga laata ei oleks toimunud, oleks suure maa-ala, võib-olla isegi kogu vürstkonna majanduslik elu olnud häiritud. Käsitöölised oleksid jäänud ilma leivata, toorainete ja uute tööriistadeta, talupojad aga soolata ja linnatoodeteta ning kaupmehed hätta müümata kauba virnadega.

Olukord kujunes talumatuks ja ähvardas kõiki muistseid rahvaid, kes kasutasid nii kuu- kui ka päikesekalendrit. Tuli kuidagiviisi elu kindlustada kalendrihäirete vastu, mis olid tekkinud lunaarkuu ja päikeseaasta ühismõõdutusest.

Ilmub kolmeteistkümnes kuu

Ajaloos on säilinud näiteid selle kohta, kuidas teised rahvad niisugustest raskustest üle said.

Babüloonia keiser Hammurapi, kes valitses neli tuhat aastat tagasi, andis välja niisuguse käsu: «Nii kõneleb Hammurapi: aasta on kõrvale kaldunud! Pandagu see kuu, mis nüüd algab, kirja teise eluulina.» (Eluul vastab umbes meie juulile). «Selle asemel, et riigimaksu Babülonis makstaks tišri (augusti) 25. päeval, laekugu see teise eluuli 25. päeval.»

Teisiti öeldes, Hammurapi käskis panna aasta lõppu lisakuu — teise eluuli. Sellega muutis Babüloonia keiser kuude arvestuse korrapärasemaks ja kooskõlastas lunaarkuud aastaga.

Ka muudel rahvastel, kes olid isegi kultuursemad kui babüloonlased, näiteks kreeklastel, «lonkas» kuu- ja päikesekalender samuti.

Korratused kreeka kuu-päikesekalendris naeris välja Ateena dramaturg Aristofanes oma komöödias «Pilved», mis toodi lavale 423. aastal enne meie ajaarvamist. Umbes aasta enne seda lükati Kreekas segaduse tõttu kalendris kõik pühad edasi.

Aristofanes jutustas oma komöödias «pilvede» suu läbi sellest, kuidas maa peale laskuvad jumalad ei leidnud oodatud ohvriande, sest pühad olid edasi lükatud.

Pilved rääkisid:

> Teie juurde tulla tahtes kuud — Selenet — nägime,
> kes meid kohe kinni pidas, käskis teile öelda nii:
> «Tervitan Ateena poegi ja Ateena liitlasi;
> kuid te peale kuri olen: mind te rängalt solvanud ...
> Päevi väärikalt ei märgi, kõik on pahupidi teil.
> Jumalad mind ähvardavad, kui nad jälle tühjal käel
> ohvriande mitte leides tagasi on koduteel.
> Oma pühi kindlal ajal pidama nad harjunud.»

Kümme aastat pärast komöödia «Pilved» lavastamist toimus Ateenas sündmus, mis erutas ja

rõõmustas kogu Kreekat. Astronoom Meton leidis võimaluse kuude ja aastate arvestamiseks ühisel alusel. Ta arvutas välja, et 235 lunaarkuud võrduvad peaaegu täpselt 19 päikeseaastaga. Kui oleks 12 kaheteistkümnekuulist aastat ja 7 kolmeteistkümnekuulist aastat, siis muutuksid viperused ja häired kalendris peaaegu märkamatuks.

Teate Metoni avastusest võtsid kreeklased vastu rõõmsamalt kui sõnumi mingist suurest võidust. Ateenas korraldati pidustused ja inimesed rõõmustasid nagu lapsed, kes on saanud ootamatu kingituse. Kui Meton saabus olümpiamängudele, siis katkestati kõik võistlused. Teda tervitati kui kõige kuulsamat kangelast. Tütarlapsed puistasid astronoomi üle lilledega ja ta sammus tribüünile mööda paksu roosivaipa.

Kunagi varem pole ajaloos veel ühelegi astronoomile niisugust üldrahvalikku austust osutatud nagu Metonile. Tema avastuse auks püstitati Ateenasse obelisk. Obeliskile kinnitati kuldtahvel ja graveeriti sellele uus kalender.

Nähtavasti olid kreeklased väga tüdinud kalendri korratustest, alalisest segadusest pühade, turu- ja kohtupäevade arvestamisel. Läheb näiteks külaelanik linna kohtusse, seal aga selgub, et on hoopis püha. Tõtatakse pühi pidama, aga linnas on hoopis argipäev. Sellepärast rõõmustaski rahvas nii väga Metoni avastuse üle, kuigi tema kalendril oli veel mitmeid puudusi. Õnnestunult kooskõlastas Meton kuu- ja päikeseaastad, kuid tehes kuud ühepikkusteks, pidi Meton paratamatult aastad päevade arvult erinevateks muutma.

Rooma kalender oli Kreeka omast veelgi segasem.

Rooma kalendris oli ka lisakuu, mis liideti

veebruari lõppu ja millele *mercedonius* nimeks anti. Esinedes ühel aastal, kadus *mercedonius* järgmisel aastal, nagu oleks ta ära närtsinud.

Lahendamatu ajaloomõistatus

Kolmeteistkümnes kuu on kuu-päikesekalendri puhul vältimatuks halbuseks. Ilmselt saadi seda ka Venemaal tunda. Kalendrikuud läksid lahku lunaarkuudest, mistõttu tuli pidada kahekordset arvestust. Oli paratamatult vajalik ajaarvestus võrdsustada. Kuidas seda Venemaal tehti? Sellest räägitakse ühes käsikirjalises teoses, mis leiti Novgorodist. Teos koostati 1136. aastal Antoniuse kloostris Novgorodis kloostrikoori juhi diakon Kiriki poolt.

Kirikist on teada, et ta sündis Novgorodis 1110. aastal. Noorusest hoolimata võis Kirikit tolle aja kohta üsna haritud inimeseks pidada. Ta oskas lugeda, kirjutada, tundis arvutamist ja kreeka keelt ning oli tuttav astronoomiaga. Tema sulest on ilmunud mitu teost, sealhulgas Novgorodi kroonika ja esimene vene populaarteaduslik raamat, mille pealkirjaks oli «Novgorodi Antoniuse kloostri teenija ja diakon Kiriki õpetus sellest, kuidas inimesed aega ja aastaid arvavad». Teisiti öeldes Kirik seadis endale ülesandeks lugejaile jutustada, kuidas inimesed aega arvestavad ja seda mõõdavad.

Diakon Kirik kirjutab: «Jutustan, mitu kuud on aastas. Saagu see teatavaks, et ühes aastas on raamatukuid 12, taevakuid on ka 12, kuid igast aastast jääb üle 11 päeva: need päevad moodustavad igal kolmandal aastal kolmeteistkümnenda kuu.»

Teadlased tegelesid ka sellega, et välja uurida, kuidas nimetati lisakuud *mercedonius* vene keeles ja millal see vahele pisteti.

Venelaste slaavi tõust naabrid — tšehhid kasutasid oma kalendris samuti kolmeteistkümnendat kuud. Tšehhidel oli selle kuu nimetuseks «grudzen». Tšehhid paigutasid grudzeni sügisesse teedelagunemise perioodi, mil vaibus kaubanduslik tegevus ja katkes ajutiselt ühendus külade vahel, mistõttu lisakuu ilmumine ei olnud nii märgatav.

Võib-olla kutsuti vene kolmeteistkümnendat kuud grudeniks ja paigutati see samuti sügisese teedelagunemise perioodi? Kas see oletus on õige, ei saa kindlaks teha, sest kroonikates selle kohta mingeid otseseid viiteid ei ole. Kuid tähelepanuväärivon asjaolu, et sügis- ja talvekuudel — ruenil, listopadil, grudenil, studenil ja prosinetsil on igaühel ainult üks nimetus, aprillil aga kuus eri nimetust: beresol, duben, kviten, krassavik, zaigrai ovražki ja tsveten.

Võib-olla kuuluks üks neist aprillikuu nimetustest tegelikult tundmatule kolmeteistkümnendale kuule? Võib-olla kutsuti seda ajaloolist tundmatut kviteniks? Ja selle nimetus ei tulnud mitte sõnast «kvjat», see tähendab «õis», vaid hoopis sõnast «kvit» — «kviitung», ja seega oleks «kviten» kuu, millega võrdsustati — kviteeriti — kuu- ja päikeseaasta!

Samuti on oluline märkida, et kõrvutiste kevadkuude nimetused langevad ühte. Märtsi kutsuti suhhiks ja beresoliks, aprilli — beresoliks ja tsveteniks, maid — tsveteniks ja leteniks, juunit — leteniks. Kas ei olnud ehk selle põhjuseks asjaolu, et oletatav kviten pandi nende kuude vahele, seega neid nagu lahutades ja üksteisest eemaldades? Ta nihutas ülejäänud kuud aasta

lõpu poole ja aprill ei jäänud enam teiseks, vaid kolmandaks kuuks. Mai aga muutus neljandaks kuuks. Meie aga, teadmata seda, kirjutame nimetuse kviten nii aprilli kui ka mai kohta, leten mai ja juuni kohta, kuigi nimetus tegelikult kuulub ühele kuule. Ajaloolastele aga näis, nagu käiks see kahe kuu kohta, kuna need nihkusid oma kohtadelt teisale, ühe kuu piirest teise.

Niisugused on oletused, millele kahjuks seni veel lõplikku kinnitust pole leitud.

Kuid viimaste aastate kestel on nõukogude ajalooteadus suuri edusamme teinud. Praegu teame tunduvalt rohkem oma esivanemate elust kui kolmekümne aasta eest. Praegu võib juba kindlalt öelda, et ka vana-vene kalendriga seotud mõistatused aja jooksul lahendatakse.

Võidab päikesekalender

Vana-vene kuu-päikesekalender oma vahelelükitava kolmeteistkümnenda kuu ja aasta liikuva algusega polnud muidugi täiuslik kalender. Aeg-ajalt andis kuu ja aasta ühismõõdutus ennast tunda. Iga kolme aasta järel tekkis kuu- ja päikesekalendri vahel ühe- või kahepäevane erinevus. Kalender hakkas järk-järgult aastaaegadest lahku minema. Aastas tuli päevi edasi tõsta, mis ajas segi nädalate, pühade ja laadapäevade arvestuse — tekitas raskusi kogu majanduselus.

Kalender ei vastanud sellele kultuuritasemele, mille oli saavutanud meie kodumaa tuhat aastat tagasi.

Kroonikate koostamise ajal oli Venemaa üheks eesrindlikumaks riigiks Euroopas. Novgorodis oli näiteks veevärk, mis teistele Euroopa linnadele oli täiesti tundmatu.

Vene inimesed, kes laevasõidu eest hoolitsesid, asetasid Daugava jõele kive, mis praeguste poide aset täitsid. Need kivid tähistasid madalate ja leetseljakute asukohti, mis laevasõitu ohustasid. ja olid jällegi uuduseks, mida samuti teistes maades ei tuntud.

Idast ja Läänest vene linnadesse saabuvad kaupmehed olid hämmastunud nende rikkusest, suurusest ja elanike rohkusest.

Talupojad tegelesid komplitseeritud põllumajandusega, mitte ainult teravilja-, vaid ka karja- ja köögiviljakasvatusega, aiapidamise ja mesindusega.

Käsitöölised moodustasid väga arvuka ja koosseisult üsna mitmekesise elanike rühma. Nad sulatasid väikestes ahjudes rauda ja oskasid töödelda nahka, luud, metalli, kivi.

Vene kaubakaravanid liikusid kõigil teedel ja jõgedel. Kaupmeeste lodjad ujusid üle Musta mere ja jõudsid Itaalia kallastele. Balti merest purjetasid venelased Vahemerre.

Kiievi vürstil Jaroslavil oli hea raamatukogu ja ta armastas raamatuid lugeda.

Vladimir Monomahhi isa, vürst Vsevolod kõneles aga viit keelt.

Sõdade ajal teostasid Vene vürstid keerukaid manöövreid, mis nõudsid sõjalist meisterlikkust ja arvukate vägede juhtimise oskust.

1128. aastal algas näiteks sõda Kiievi vürsti Mstislav Vladimirovitši ja Polotski vürsti vahel. Et Kiievi armee kogumiseks mitte aega raisata ja kiiremini purustav hoop anda, käskis vürst Mstislav eri linnade polkudel hakata iseseisvalt liikuma ja tegutsema.

Vladimiri, Gorodeni, Gurovi ja Kljatšeski polgud saadeti Izjaslavi linna peale. Kiievi väed

läksid Borissovi peale. Tšernigovlased andsid algul · löögi · Streževile, seejärel Borissovile. Kurski vürstil kästi vallutada Logoisk, Smolenski vürstil aga — Drutesk.

See plaan nägi ette suuri vägede ümberpaigutamisi. Polkudel tuli rännakuga läbida otsejoones kuni 700 kilomeetrit. Mobilisatsioon hõlmas tohutu suure maa-ala, mis ulatus poole miljoni ruutkilomeetrini.

Kõige tähtsam ja huvitavam selles sõjaplaanis oli asjaolu, et kõik kaheksa Kiievi armeed said käsu koguneda ja sooritada rännak sellise arvestusega, et kõik korraga ja ühel päeval löögi annaksid. Mstislavi käskkirjas öeldi: «Augusti kuu neljandal päeval tungida üheaegselt kõigil vaenlase kallale.».

Polotski vürst tegutses kiiresti ja otsustavalt. Ta püüdis Kiievi vägesid ühekaupa purustada. Kuid kiievlaste kooskõlastatud tegevus ei lasknud tal seda kavatsust täide viia. Suutmata mitmest küljest antud üheaegsele löögile vastu panna, alistus ta Kiievile.

Taolist plaani luua ja ellu viia oleks olnud täiesti võimatu, kui väepealikud poleks osanud oma tegevust päevade kaupa ette arvestada ja seda kalendriga kooskõlastada.

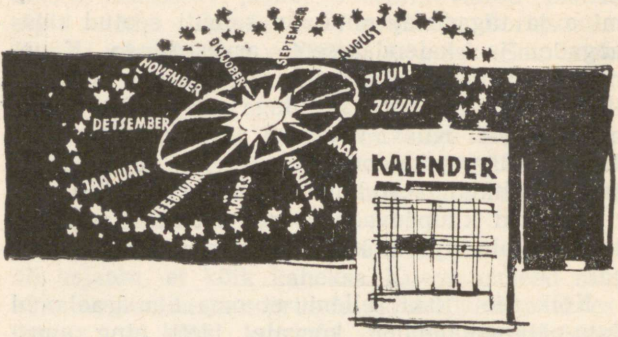
Niisuguse hoogsa kultuuri- ja majanduselu tõttu Venemaal osutus vana kuu-päikesekalender ilmselt sobimatuks. Oli vajadus täpsema kalendri järele.

Tellimust täites pidi käsitööline töö valmis tegema täpselt tähtajaks, mida ilma usaldusväärse kalendrita on aga raske kindlaks määrata. Vene kaupmehed kasutasid kaubatehinguteks laenu ja andsid üksteisele protsentide peale raha võlgu. Protsentide arvestamine, laenude tege-

mine ja tagasimaksmine on samuti seotud tähtaegade ja kalendaarsete arvestustega. Kaupmehed asutasid ühinguid ja pidasid laialdast kaubavahetust teiste maadega või sõitsid ringi aastalaatadel Kiievi-Venemaa arvukates linnades. Usaldusväärset kalendrit vajasid ka põllupidajad ja vaimulikud, sest kõik õigeusu pühad on seotud teatud kuupäevadega, mis määratakse kindlaks küllalt täpsete kalendaarsete arvutuste põhjal.

Kõik see viiski selleni, et oma aja äraelanud kuu-päikesekalender kõrvale jäeti ning unustati. Meie esivanemad läksid üle ainuüksi päikese- või, nagu tollal räägiti, raamatukalendrile, mida me väikeste muudatustega kasutame peaaegu tuhat aastat.

TRÜ Raamatukogu



Kolmas peatükk

AJA MÕÕTUDE KOOSKÕLASTAMATUS

Meie kalendri veidrused

Meie oleme oma kalendriga harjunud, nagu harjutakse vana, ammu õmmeldud palituga. Me kanname seda, ega märkagi, et ta on juba narmendama hakanud, ammugi iganenud, mitu korda parandatud, ega olegi nii mugav, nagu ta varem meile näis.

Sama lugu on kalendriga. Me oleme temaga harjunud ega pööra ta veidrustele ja isegi mõttetustele tähelepanu, kuid neid leidub meie vananenud kalendris üsna tublisti.

Näiteks kuud on millegipärast eri pikkusega: jaanuar, märts, mai, juuli, august, oktoober ja detsember sisaldavad 31 päeva, aprillis, juunis, septembris ja novembris on aga 30 päeva. Veebruar, see teadmata põhjusel solvatud kuu, sisaldab ainult 28 päeva ja kord nelja aasta jooksul saab ta lisapäeva, see on kahekümne üheksanda päeva.

Kuude erinev pikkus takistab toodangu pla-

neerimist. Pole ju võimalik võrdsustada tootmisülesandeid tehasele või tsehhile jaanuariks, kus on 31 päeva, ja veebruariks, kus on ainult 28 päeva. Kolm päeva vahet — see on ju üks kümnendik kuust — 10% kuuplaanist!

Ka kuude nimetused on veidrad. Näiteks tähendab sõna «september» — seitsmes, «oktoober» — kaheksas, «november» — üheksas ja «detsember» — kümnes. Need on kõik endised ladinakeelsed arvsõnad, mis on keelepärasemaks muudetud ja kuude nimetusteks kujunenud. Kuid oktoober pole ju kaheksas kuu aastas, vaid hoopis kümnes. Teda tuleks detsembriks kutsuda ja detsembrit kui kaheteistkümnendat kuud duodetsembriks, mitte aga detsembriks!

Ükski kuu peale veebruari (ja ka see mitte igal aastal) ei sisalda täisarvu nädalaid ja nad kõik algavad eri nädalapäevaga. Kui 1. oktoober langeb kesknädalale, siis algab november laupäevaga. Järgmisel aastal aga muutub see jällegi.

«Täis» kuudel on väga sageli viis pühapäeva. Lühike veebruar aga peab ootama liigaastat ja pealegi veel niisugust liigaastat, mil jaanuari esimene päev pühapäevale langeb. Siis kuulutab ta end täie õigusega «laiskade kuuks» ja saab viis pühapäeva. Viimane «laiskade kuu» oli 1948. aastal, järgmine saabub alles 1976. aastal.

Asjaolu, et nädalapäevade asukoht pole kindel, tekitab liigset tüli nii planeerimises kui ka arvepidamises. Pole ju isegi üks ja sama kuu eri aastail ühesuurune — kord on tal 5 pühapäeva ja 25 tööpäeva, kord jälle 4 pühapäeva ja 26 tööpäeva.

Iga kord kui raamatupidaja töötasu või puh-

kust arvestab, peab ta tervete nädalate asemel ikka päevi lugema.

Kolm aastat ühtejärge on meil 365 päeva, neljas aga on 366-päevane liigaasta. Sajandi vahetusel jääb aga liigaasta ära ja siis on seitse lihtaastat järjest. See raskendab tublisti ajaloolaste ja astronoomide tööd, kes peavad kindlaks määrama suuri ajavahemikke ajaloosündmuste või astronoomiliste nähtuste vahel. Liigaastate vahelduvuse ebakorrapärasus raskendab ja segab arvestamist.

Meie aasta algab esimese jaanuariga. Mille poolest see päev teistest parem on? Miks nimelt see päev aasta alguseks valiti, pole tegelikult kellelegi selge. Kas poleks näiteks hoopis parem aasta alguseks lugeda kahekümne esimest märtsi — kevadist pööripäeva? See oleks kõige loomulikumaks aasta alguseks. Siis saabub kevad ja ärkab kogu loodus.

Samuti võiks aasta esimeseks päevaks määrata 22. juuni — suvise pööripäeva, 23. septembri — sügisese pööripäeva või 22. detsembri — talvise pööripäeva. Selleks sobiks lõppude lõpuks isegi 3. jaanuar, sest sel päeval läbib maakera periheeli, see tähendab selle punkti oma orbiidil, kus ta on kõige lähemal Päikesele.

Kuid esimene jaanuar näib meile aasta täiesti suvalise algusena.

Lõpuks, miks me loeme aastaid 1949, 1950, 1951? Ei juhtunud ju 1950 aastat tagasi mingit tähelepanuväärset sündmust, millest oleks võinud hakata aastaid lugema. Kuid ometi loetakse enamikus maades aastaid mingist tundmatust aastast number üks.

Meil on väga imelik ja esimesel pilgul isegi arusaamatu kalender. Niisugusena saime ta pärandu-

seks eelmistelt põlvkondadelt, kes paljude sajandite vältel korduvalt kalendrit on kohendanud ja ümber teinud, et teda täpsemaks ja paremaks muuta. Kogu asi seisab selles, et meie peamised looduslikud mõõdud — ööpäev, kuu ja aasta ei ole üldse omavahel kooskõlas.

Kui võtta spetsiaalne astronoomiline käsiraamat, siis seal on öeldud, et lunaarkuus on keskmiselt 29,5305882 . . . keskmist ööpäeva, aastas on aga 12,3682331 . . . lunaarkuud ehk 365,2421988 . . . keskmist ööpäeva. Need pikad murdarvud on praktiliselt ühismõõdutud. Neid ei saa kuidagiviisi omavahel kooskõlastada. Teiste sõnadega, kuidagi ei ole võimalik valida kuude arvu niiviisi, et selles oleks täisarv ööpäevi, või et täisarv aastaid sisaldaks täisarvu kuid.

Ja siin pole asi üksnes murdarvude pikkuses, vaid ka selles, et need ei väljenda ööpäeva, kuu ja aasta täpset pikkust. Nimelt just seda tähendavadki punktid murdarvude lõpus.

Teil võib tekkida kahtlev küsimus: kas astronoomid, kes palju sajandeid Päikese ja Kuu liikumist ning Maa pöörlemist on jälginud, pole siis tõesti seniajani suutnud leida aasta, kuu ja ööpäeva täpset pikkust? Kuhu jääb siis nende kiidetud täpsus?

Kuid tegelikult pole siin süüdi astronoomid. Süüdi on taevakehad ise: Päike, Kuu ja nendega koos meie Maa, mis liiguvad üsnagi korrapäratult. Pole ju looduses midagi muutumatut, igavesti ja alaliselt tardunut.

Kui Maa ümber Päikese liigub, siis mõjustab teda mitte üksnes Päikese, vaid ka teiste planeetide külgetõmbejõud. Eriti «püüdlik» selles suhtes on planeet Jupiter. Suure massi tõttu «häirib» Jupiter kõige rohkem Maa liikumist, sunnib teda

oma orbiidilt kõrvale kalduma, kord pisut aeglustama, kord jällega kiirendama liikumist. Niisamuti mõjustavad Maad ka teised planeedid: Veenus, Marss ja Saturn. Kõige selle tõttu muutubki kogu aeg aasta pikkus. Kaks järjestikust aastat võivad teineteisest erineda mitme minuti võrra.

Tänapäeval on astronoomid järeldusele jõudnud, et pole mingit mõtet püüda aasta keskmiseks pikkuseks määrata mõnda muud näitajat kui ülaltoodud arv 365,2421988.

Umbes samasugune on lugu ka kuu pikkusega. Ent siin osutub kõige suuremaks «häirijaks» Päike. Ta muudab tunduvalt keerukamaks astronoomide töö, kes vastavate kalendrite jaoks arvestavad jooksva aasta iga päeva kohta eraldi välja Kuu liikumise. Niisuguseid kalendreid kasutavad meremehed, geograafid ja teised spetsialistid, kes Kuu abil oma asukoha tundmatus maakohas või avamerel kindlaks määravad.

Eriti palju muret valmistab astronoomidele meie koduplaneet Maa. Kogu aeg on arvatud, et Maa pöörlemine oma telje ümber toimub niisuguse järjekindlusega, et selle põhjal oldi juba ammust ajast harjutud «kellaaega õiendama». See tähendab, et saadi teada, mitme minuti ja sekundi võrra kell taha jääb või ette käib. Nüüd aga on avastatud, et ka Maa pole täpsuse mõttes küllalt täiuslik. Kuid Maa pöörlemiskiiruse kõikumistega on seotud palju huvitavaid asju, millest me hiljem üksikasjaliselt jutustame.

Seega meie kolm põhilist aja mõõtu — aasta, kuu ja ööpäev — ei ole omavahel kuidagi kooskõlas. Nende kasutamine põhjustas paratamatult segadust. Astronoomid sattusid üsna sageli olukorda: «Tõmbad noka lahti — saba jääb kinni». Kui aastad kuudega kooskõlastatakse, minnakse

segi päevade arvestusega, sobitatakse aga kokku päevad, minnakse segi kuude arvestuses.

Peale selle kajastusid meie kalendris mineviku tavandid, säilisid muistsete astronoomide vigade jäljed, kuhjusid moonutused, mida olid teinud vaimulikud, kui nad religioossete kombetalituste aega välja arvutasid. On ka niisuguseid «paiku», mis on kohale pannud teadlased, kes kas või mingil määral kalendrit parandada püüdsid.

Et sellest kõigest aru saada, tuleb uuesti teha ekspeditsioon sajandite sügavusse, millal astronoomia alles tekkis, ja jälgida, kuidas koos kuukalendriga tekkis ja täienes päikesekalender.

Zodiaak — loomaring

«Astronoomia on juba aastaaegade tõttu hädavajalik karjakasvatajaile ja põlluharijaile rahvaile,» kirjutas üks suuri proletariaadi õpetajaid — Friedrich Engels.

Ja tõesti, vajadus kindlaks teha aastaaegu, ette teada kevade saabumist, pidada päevade ja aastate arvestust, kutsuski ellu astronoomia. Muistsetel aegadel oli astronoomia teadus kalendri pidamisest.

Kalendri ajalugu on astronoomia esimeste sammude ajalugu. Kuid mitte helé päev polnud selle kauni teaduse hälliks. Kiirgav valgusallikas on äärmiselt aeglane, tema kõrguse muutumine taevas, ta tõusu- ja loojangupunktide liikumine horisondil liiga pikaldane ning märkamatu, et neid oleksid võinud tähele panna esimesed vaatlejad, kellel polnud mingeid instrumente.

Astronoomia ja kalender on öö lapsed, nad sündisid tähistaeva tumeda kupli all.

Rändkarjakasvatajad ajasid loomi ühelt rohumaalt teisele peamiselt öösiti. Päevase kuumusega sõid loomad karjamaal, ja inimesed puhkasid. Ääretuis steppides näitasid ränduritele teed tähed. Samuti olid tähed neile teejuhtideks ka sõjakäikude ajal.

Inimesed on ammust ajast tähistaevast imetlenud. Tähtede auks on loodud laule ja muistendeid, õpitud eristama tähtkujusid.

Tähistaevast tundsid ka paiksed rahvad. Vene inimesed tõusid vanasti väga vara, meie ajamõiste järgi kell kolm hommikul. «Ja ärgu leidku teid päike voodist,» kirjutas Vladimir Monomahh «Õpetuses» oma lastele.

Esimene, mida inimesed kodunt väljudes nägid, oli tähistaevas.

Just neist esimestest vaatlustest areneski karjakasvatajate ja muistsete põlluharijate rahvaste juures astronoomia.

Kahtlemata pandi eelkõige tähele, et öö vältel pöörleb tähistaevas sujuvalt ringi. Ühed täherühmad ilmuvad idas ja tõusevad järk-järgult kõrgemale, teised tähtkujud kaovad samal ajal läänes horisondi taha. Iga täht teeb öö jooksul oma tõusust loojakuni korrapärase kaare. See on taevavõlvi ööpäevane ja kõige märgatavam liikumine.

Hiljem täheldasid esimesed vaatlejad, meile tundmatud rahvad; babüloonlaste või egiptlaste esivanemad, et peale ööpäevase liikumise on veel teine, tunduvalt aeglasem aastane liikumine. Aasta jooksul muutub tähistaeva ilme pidevalt iga ööga.

Kõik tähtkujud, mis paiknevad taeva lääneosas, loojuvad igal ööl eelmisest varem, idas tõusevad nende asemele aga teised tähed. (Suvel ei näe me oma taevas ei kaunist Orioni ega säravat Siiri-

ust. Sügisel ilmuvad nad taas ja vilguvad tumedal taevavõlvil, kaunistades talveöid.)

Muutused tähtkujude asendis aitasid inimestel aastaaegade vahel vahet teha. Ühes väga vanas hiina raamatus on öeldud:

«Kui Suure Vankri tiisel näitab itta, on kõikjal kevad. Kui see pöördub lõunasse — on kätte jõudnud suvi. Kui see on suunatud läände, siis on sügis, kui aga pööratud põhja, siis on kätte jõudnud talv.»

Tähti mainivad luuletustes juba muistsed poeedid. Umbes kolm tuhat aastat tagasi kirjutas poeet Hesiodos:

«Niipea kui idas sa kerkimas näed Atlantiide-Plejaade, põimama kiirusta, ent kui need loojuvad — külvile asu. Neli korda kümme ööpäeva siis ühtjärge taevalaelt hoopis kaovad Plejaadid. Seejärel nad silmale nähtavaks saavad jällegi ajal, kui paras on vahedaks ihuda sirpe.
Kõikjal on selline põlduri seadus: nii neile, kes rannal merele lähedal elavad, samuti neile, kes mägede orus mühavast merevoost kaugemal elavad viljakal pinnal.»

Kuid taevavõlvi aastase liikumise juures jääb tähtkujude ilme ja omavaheline asend muutumatuks. Kogu tähistaevas pöördub tervikuna. Vanal ajal arvasid inimesed, et tähed on liikumatud, nagu oleksid nad taeva külge kinnitatud.

Tohutu hulga «liikumatute» tähtede hulgas märkasid inimesed kauges minevikus ainult viit liikuvat tähte. Need taevakehad on pealtnäha tähtede sarnased; nad ainult vilguvad vähem ja liiguvad, aegamööda ühest tähtkujust teise rännates.

Seetõttu nimetasidki kreeka astronoomid neid liikuvaid taevakehi planeetideks, mis meie keeles tähendab «rändurid», hulkuvad tähed.

Kuid juba ammu enne kreeka teaduse õitsengut märkasid muistsed tähistaeva vaatlejad, et rändavad tähed, ja Kuu koos nendega, ei vali vabalt oma teed taevas. Nad käivad alati üht ja sama rada ega või sellest kõrvale kalduda. Hiinlased nimetasid planeetide teed taevas «kollaseks teeks», kreeklased aga andsid sellele nimeks zodiaak, mis tähendab «väike loom, loomake».

Raske on öelda, missugusele rahvale kuulub planeetide tee — zodiaagi avastamise au. Selle kujutisi leidub nii hiinlaste, hindude, babüloonlaste kui ka egiptlaste templeis. See oli tuntud ka Ameerika muistsetele rahvastele — inkadele ja atsteekidele. Tõenäoliselt tegi iga vana kultuurrahvas selle avastuse iseseisvalt.

Kreeklased, kelle kultuuri pärisid kõik Euroopa rahvad, laenasid zodiaagi mõiste aga Babüloniast ja Egiptusest.

Babüloonia templite varemete väljakaevamisel leiavad teadlased alati nende kõrval ka püramiidse, astmelise kujuga torne. Neid ehitusi kutsutakse tsikuraatideks.

Iga tsikuraadi tipus on nelinurkne lameda katusega tornike. Selle väikese torni juurde viivad laiad trepid või kallakteed.

Tsirkuraatide otstarvet pole seni suudetud kindlaks teha. Need pole ei templid ega ka hauasambad. Kõige tõenäolisemalt olid nad babüloonia preestritele astronoomilisteks observatooriumideks, samuti nagu nende etemenanka ehk «maa ja taeva aluse maja», mida tuntakse piiblipärimuste kaudu Paabeli torni nime all.

Seistes öösiti tsirkuraadi väikeses tornis, jälgisid babüloonia preestrid taevakehade asendi muutumist zodiaagiteel ja pidasid meeles tähti, mille lähedalt planeedid mööduvad. Mõttes koostasid

nad neist tähtkujude rühmi, andsid neile nimed ja püüdsid mõista taevavõlvi ööpäevase ja aastase liikumise seadusi.

Võib-olla selgitas viis või kuus tuhat aastat tagasi mingis Babüloonia linnas, mis nüüd on hävinud, vana preester noormehele, keda ta oma järeltulijaks valmistas, täheteaduse aluseid.

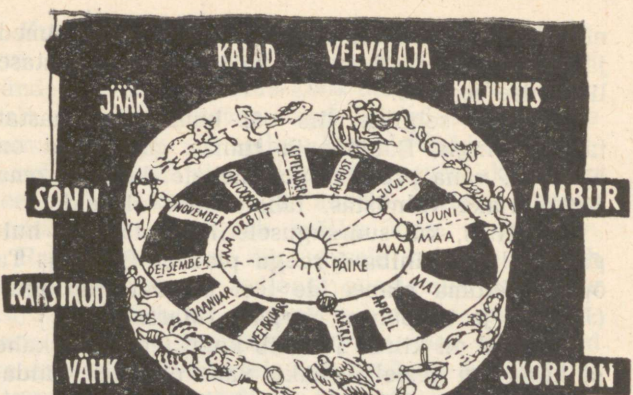
Ta näitas, kui suursuguselt liigub tähtede hulgas aeglane Niniba (praegu planeet Saturn). Ta õpetas leidma planeetide teel heledat Mardukki (Jupiter) ja tulipunast Nergalit (Marss).

«Nergal on kiire. Ta käib kogu tee maha kahe päikeseringi kestel,» rääkis vana preester, näidates Nergali teed tähtkujude hulgas. «Need tähtkujud annavad nagu templid-võõrastemajad rändavatele planeetidele ulualust. Vaata, praegu on nissanu kuu ja punane Nergal peatub Skorpioni templis, kui aga algab ajaru kuu, siis lahkub ta sellest templist.

Imekaunis Ištar (Veenus) vilgub alati koidukiirtes, tabamatu Nebo (Merkuur) aga, kes vaevalt nähtavale on ilmunud, peitub uuesti kiiruga Šamaši (Päikese) särasse.

Hõbedane Sin (Kuu) käib aasta jooksul kaksteist korda taeva läbi, kuldne Šamaš aga peatub selle aja jooksul järjekorras planeetide tee kõigis kaheteistkümnes võõrastemajas. Ta elab iga tähtkuju templis ainult ühe kuu. Päeval vaatab Šamaš templist välja ja kallab maailmale soojust ning valgust, öösel aga läheb ta templisse puhkama.»

Tänapäeva teadlasi paneb seniajani imestama, kuidas muistsed taeva vaatlejad suutsid tähele panna, et Päike oma näiva liikumise ajal läbib sellesama teekonna ja möödub samadest tähtkujudest kui planeedidki. Tähed päeval ju ei paista,



Zodiaak.

nad on nähtamatud. Meie praegu küll teame: neid pole näha sellepärast, et neid varjutab päike oma eredate kiirtega. Kuid kas muistsed uurijad seda teadsid? Ent nad oletasid, et tähed paistavad ka päeval, ja jälgisid Päikese teed tähtkujude järgi.

Kõige tõenäolisemalt pandi seda tähele hommikueelsetel tundidel. Lõunamaades on eha ja koit lühema kestusega kui põhjas. Seal paistavad tähed heledamalt. Eha ja koidu aeg on lühike ning seetõttu kergem märgata, missuguses tähtkujus Päike tõustes asub.

Tallelepandud kogemusi põlvest põlve edasi andes jälgisid inimesed paljude sajandite kestel zodiaagi tähtkujude järgi Päikese teed. Nad jagasid Päikese tee 12 osaks, tempiks või võõrastemajaks, andsid igale tähtkujule nime ja said nii-

viisi grandioosse kalendri, mis tähtede abil taevasse oli märgitud.

Et zodiaagi tähtkujude veidraid nimesid kergem oleks meeles pidada, koostati hiljem väike salm.

«Sõnn Jäära järel samme seab
Vähk Kaksikute järel,
nüüd Lõvi jälle Neitsit veab,
ja kaobki suvi ära.
Siis Kaalud, Skorpion külma toob,
lund Ambur alla valab,
nüüd Kaljukits kõik jäässe koob,
Veevalaja viib Kalad.»

Mõnede teadlaste arvates pole zodiaagi tähtkujude veidrad nimed midagi muud kui kuude muistsed nimetused.

Kui Päike asus Sõnni tähtkujusse, tähendas see künnikuu algust, sest muistseil rahvail olid veoloomadeks hobuste asemel härjad. Jäära kuu tähistas aega, mil lambad tuli karjamaale ajada. Kui Päike peatub Lõvi tähtkujus, on saabunud palav aeg. Janust vaevatud lõvid tulevad sellal kuivanud kõrbest Niiluse kallastele vett jooma.

Neitsi kuu, mida ka Viljapea kuuks nimetati, on lõikusaeg. Veevalaja tähistab troopiliste vihmasadude perioodi. Vähk annab teada, et tema juures külas viibiv Päike sammub nagu vähk tagurpidi talve poole. Kaljukits aga kõneleb sellest, et Päike pöördub talvest suve poole ja ronib iga päevaga üha kõrgemale taevavõlvile nagu kaljukits mäe otsa. Kaalud tähistasid tõenäoliselt kevadisele ja sügisesele pööripäevale lähedasi päevi, mil päev tasakaalustus ööga.

Praegu läbib Päike oma aastapikkusel teel zodiaagi tähtkujud niisuguses järjekorras: märtsis — Kalad, aprillis — Jäära, mais — Sõnni, juunis — Kaksikud, juulis — Vähi, augustis — Lõvi, septembris — Neitsi, oktoobris — Kaalud, novemb-

ris Skorpioni, detsembris — Amburi, jaanuaris — Kaljukitse ja veebruaris — Veevalaja.

Et teada saada, missuguses tähtkujus Päike momendil asub, tuleb südaööl vaadata, missugune zodiaagi tähtkuju on lõunas. Kui öösel paistab lõunas Veevalaja, siis peatub Päike tõenäoliselt Lõvi tähtkujus, kui aga lõunas on Skorpion, asub Päike Sõnni tähtkujus jne.

Vene inimesed tundsid hästi taevakehade teid ja zodiaagi tähtkujusid. Nad kutsusid neid tähtkujusid «zodiaagi kodudeks» ja kasutasid neid taevakalendrina endise, kuukalendri asemel.

Zodiaak oli aluseks sellele kalendrile, mida me praegu kasutame.

Rooma pontifekside tembud

Algul oli vanadel roomlastel, samuti nagu paljudel teistel rahvastel, kuukalender. Nende aasta kestis 354 päeva. Ta oli päikeseaastast 11 ööpäeva võrra lühem ja seetõttu vahetasid kevad ja sügis iga kuueteistkümne aasta tagant oma kohad.

Põllunduse, kaubanduse, käsitöö ja merenduse arenemisega muutus niisugune kalender ebamugavaks. Sellepärast läksid roomlased üle kuu-päikesekalendrile. Kuid selleks, et aastaajad kalendris oma kohtadel püsiksid ja päikeseaasta ning lunaarkuu pikkus kooskõlas oleksid, panid roomlased, nagu me juba teame, oma kalendrisse vahele kolmeteistkümnenda, lisakuu (*mercedonius*). Selles kuus oli 22 või 23 päeva ja ta esines kalendris iga aasta tagant.

Lisakuu vahelepaigutamisel talitasid roomlased aga üpris imelikult. Nad panid selle veebruarikuu sisse. Pärast 23. veebruari algas *mercedonius'e* esimene päev — kalenda. Kui aga *mercedonius*

lõppes, siis jätkus veebruar uuesti 24. kuupäevast alates.

Lisakuu vahelepaigutamine ja ta pikkuse kindlaksmääramine oli küllalt keerukas toiming. Seepärast oligi kalendri pidamine Roomas antud eriliste preestrite, päevade arvestamise eriteadlaste hooleks. Neid nimetati pontifeksideks. Kõik pontifeksid allusid ülempreestrile, *pontifex maximus*'ele.

Pontifekside käsutuses olid erilised ametnikud, kelle kohuseks oli käia linnades ja külades kalendasid välja kuulutamas.

Pontifeksidest sõltus täielikult, kas saata kuulutajad kohtadele õigeaegselt või oodata sobivamat juhust. Loomulikult toimisid nad niiviisi, kuidas neile näis kasulikum olevat.

Kuu esimene päev kalenda oli roomlastel igasuguste arvete õiendamise päev: siis maksti ja nõuti sisse võlgu, tasuti protsente liigkasuvõtjaile, koguti makse ja andameid.

Vaestele olid kalendad küllaltki kurbadeks päevadeks. Sellest ajast ongi säilinud väljend «kurvad kalendad» — võlgade ja maksude maksmise päevad.

Peale selle toimusid jaanuarikalendade ajal Roomas ametiisikute ümbervalimised.

Iga kuu lõpul tõid võlgnikud pontifeksidele altkäemaksu ja palusid, et nad ei ruttaks järjekordsete kalendade väljakuulutamisega. Liigkasuvõtjad, keda Roomas oli väga palju, saatsid samuti kingitusi ja kiirustasid pontifekse. Ametnikud, kes oma rahaasjad sassi olid lasknud minna, nõudsid pontifeksidelt kalendade edasilükkamist, et nad oma asjaajamise korda jõuaksid seada. Maksukogujad jälle käisid pontifeksidele peale vastupidise nõudmisega.

Pontifeksid täitsid nende tahtmist, kes rohkem maksid. Kalendad järgnesid vahel teineteisele imestusväärse kiirusega, lisakuud aga kord pikenesid, kord lühenesid täiesti suvaliselt.

Selle kohta kirjutas üks ajaloolane, et Rooma väejuhid võitsid küll alatí, kuid (segaduste tõttu kalendris) ei teadnud kunagi, missugusel päeval nad võidu olid saavutanud.

Lõppude lõpuks ajasid pontifeksid kalendaarse «raamatupidamise» niivõrd sassi, et nad ka ise enam sellest aru ei saanud. Nad olid kalendrile 80 ööpäeva võlgu.

Lõikuspüha, mida juba iidsetest aegadest peale oli peetud pärast saagi koristamist, tuli nüüd pidada ajal, mil vilja polnud veel peksmagi hakatud ja aidad alles tühjad olid. Bakhosele, see tähendab viinajumalale pühendatud päeval, kui pidi toimuma lõbus pillerkaar ja joomapidu, polnud viinamarjad veel korjatud ja seetõttu ei olnud kellelgi ka veini.

Rahvas oli pahane pontifekside tegevuse peale. Pole ju nali niimoodi eksida, et kõik pühad jõuavad kätte 80 päeva enne tavalist tähtaega.

46. aastal enne meie ajaarvamist võttis kõrgema võimu Roomas oma kätte väejuht Julius Caesar. Paljude auametite ja tiitlite hulgas sai Caesar ka *pontifex maximus'e* aunime ja muutus seega rooma kalendri käskijaks.

Oma võimu kindlustamiseks ja populaarsuse saavutamiseks rahva hulgas otsustas Julius Caesar lõpetada korralageduse, mis valitses päevade arvestamises. Oma sõjakäikude ajal viibis Julius Caesar Egiptuses ja teadis, et egiptlased kasutavad juba mitu tuhat aastat lihtsat, arusaadavat ning otstarbekohast kalendrit. Ta kutsus Aleksandriast kreeka astronoomi Sosigenese ja tegi sellele üles-

andeks täiustada rooma kalendrit egiptlaste kalendri eeskujul.

Egiptlastel sisaldas aasta täpselt 365 päeva. Ta oli päikeseaastast 6 tunni ehk veerandi ööpäeva võrra lühem. Iga nelja aastaga suurenes mahajäämus ühe ööpäeva võrra. Kõik pühad nihkusid niisiis iga nelja aasta tagant ühe päeva võrra edasi. 1461 aasta jooksul käis iga püha järjest läbi kõik päevad aastas ja jõudis oma endisele kohale tagasi.

Niisuguse «roniva» või hulkuva kalendri ebamugavus ei häirinud egiptlasi. Pühade nihkumine toimus aegamööda, järk-järgult ning seetõttu ka märkamatult. Majandusellu see erilisi sekeldusi ei toonud. Egiptlastele isegi meeldis, et nende pühad liiguvad. See paistis neile õiglane olevat, sest ühelegi päevale aastas ülekohut ei tehtud ja iga päev sai kas või kordki 1461 aasta vältel pidupäevaks olla.

Egiptlased pidasid kalendrit pühaks ja vaaraod andsid troonile asudes pühaliku vande kalendris mitte midagi muuta, ei päevi juurde panna ega nende arvu vähendada.

Oma vannet vaaraod ei murdnud, sest parem juba omada ebatäpset kalendrit, kui täpsust taga ajades seda segi paisata ja majandus- ning äriellu korralagedust tuua.

Valitseja Ptolemaios Euergetes püüdis vaaraode vannet murda. Ta otsustas pühade lõputu liikumise peatada ja kalendri püsivaks muuta.

7. märtsil 238 enne meie ajaarvamist andis Ptolemaios käsu päevade arvestuse ühtlustamiseks. Selleks käskis ta igale neljandale aastale liita ühe lisapäeva. Ptolemaiose kava kohaselt pidi kolmes aastas järgemööda olema 365 ööpäeva, neljandas aga 366 ööpäeva.

Ptolemaiose uuenduse vastu astusid ägedalt välja egiptuse preestrid. Seni polnud keegi peale nende suutnud kindlaks määrata pühade ja jumalaile ohvriandide toomise päevade saabumist. Vana kalender oli keeruline ja suurele osale elanikest arusaamatu. Inimesed olid tahes-tahtmata sunnitud pöörduma preestrite poole. Vana kalender kindlustas ning toetas preestrite autoriteeti ja võimu.

Uus kalender oli palju lihtsam ja arusaadavam. Selle kaudu võis igaüks ise, ilma et oleks tarvitsenud preestreilt abi paluda, kindlaks teha endale vajalikke päevi. Seda aga preestrid kartsidki. Nad kuulutasid Ptolemaiose vaaraode püha vande murdjaks ega allunud ta käsule. Uut kalendrit Egiptuses maksma ei pandud.

Saabunud Rooma, andis Sosigenes Julius Caesarile nõu nimelt Ptolemaiose kalender kui kõige lihtsam ja täpsem kasutusele võtta. Päevade arvestamise uue korra paremused olid vaieldamatud ja Caesar käskiski selle järgi toimida.

Esimene kalendri ümbertegemine

Enne uuele päevade arvestamise viisile üleminekut tuli kindlaks teha pontifekside patud. Astronoomid arvestasid välja kõik preestrite poolt varastatud päevad ja panid need kalendrisse, et pühasid nende õigele kohale tagasi seada.

Kõige selle tulemusel muutus 45. aasta enne meie ajaarvamist ebatavaliselt pikaks. See oli kõige ulatuslikum aasta kogu inimkonna ajaloos. Ta koosnes 15 kuust ja kestis 445 päeva. Roomlased nimetasid seda aastat *annus confusionis*, mis tähendab «segaduse või korralageduse aasta».

Õigem oleks seda olnud nimetada viimaseks korralageduse aastaks, sest kõik eelmised aastad olid samuti saanud hüüdnime *annus confusionis*.

Pärast aastat *annus confusionis* tulid tavalised aastad. Nende alguseks hakati lugema 1. jaanuari.

Vanas rooma kalendris, mis kehtis enne Julius Caesari reformi, peeti aasta alguseks 1. märtsi. See väljendus ka niisuguste kuude nimetustes, nagu september, oktoober, november ja detsember. Tõlkes, nagu me juba teame, tähendavad need nimetused: seitsmes, kaheksas, üheksas ja kümnes. Kui aga lugeda aasta algust uue rooma kalendri järgi, siis pole september enam seitsmes, vaid üheksas kuu. Samuti muutus ka ülejäänud kolme kuu asukoht üldises kuude loetelus. Nad kõik satuksid jälle oma kohale tagasi, kui me hakkaksime aasta algust 1. jaanuari asemel lugema 1. märtsist.

Sellest, et aasta alguseks loeti 1. märtsi, kõneleb ka asjaolu, et veebruar osutus «kärbitud» kuuks. Ta oli aasta viimane kuu ja päevade arv temas ei olenenud niivõrd Kuu faasidest kui päevadest, mis teistest kuudest üle jäid. Veebruarile kui aasta viimasele kuule «haagiti külge» ka lisakuu *mercedonius* ja sellega aasta lõppeski.

Kuid Roomas oli juba ammust ajast kujunenud kombeks valida ametiisikuid jaanuarikalendade ajal. Kogu ametlik, riiklik elu Roomas algas 1. jaanuaril ja seepärast oli mugavam ka aastat alustada sellest päevast. Seetõttu viidigi niisugune reform ellu.

Vanas rooma kalendris pidid kõik kuud tingimata sisaldama paaritu arvu päevi, sest paarisarvu peeti õnnetuseks. Seetõttu oligi kuus kas 29 või 31 päeva. Kahekümne üheksa päevalist kuud nimetati «tühjaks», kolmekümne ühe päevalist

kuud — aga «täis» kuuks. Päevade arvu «täis» kuudes jättis Julius Caesar endiseks. Seepärast ei tulnudki tal kõiki kuid ühepikkuseks teha. Kaotatud lisakuu *mercedonius* arvel liitis ta igale «tühjale» kuule ühe päeva juurde. «Tühjad» ja «täied» kuud vaheldusid korrapäraselt. Aastas oli nüüd 6 «täis» kuud ja niisama palju «tühje» kuid. Üksi veebruar vaeseke jäi ka nüüd jagamisel vahele. Ta jäi esialgu ikka oma kahekümne üheksa päevaga.

Kuu, mille nimeks oli olnud *quintilis*, nimetati Julius Caesari auks juuliks. Ka kogu kalender sai juuliuse kalendri nime.

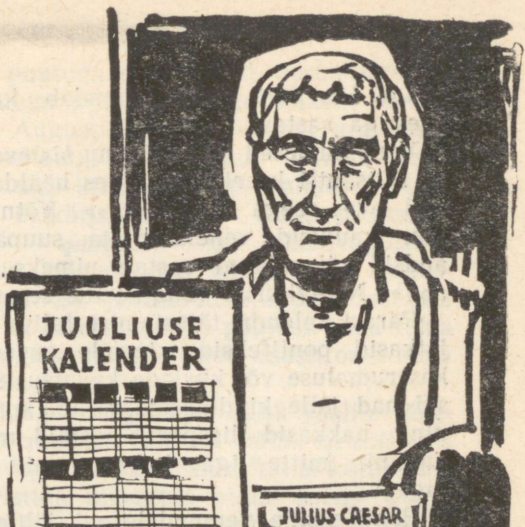
Juuliuse kalendri järgi pidi iga neljas aasta olema ühe ööpäeva võrra pikem.

Pidades kinni vanadest tavadest, ei liidetud lisapäeva, see on 366. päeva, aasta lõppu, vaid pandi see likvideeritud *mercedonius*'e asemele — 23. ja 24. veebruari vahele.

See rooma kalendri iseärasus põhjustaski «lisapäeva-aasta» mõiste tekkimise.

Vana rooma kalendri muude iseärasuste hulgas oli üks, mis oli võib-olla neist kõigist kõige veidram. Nimelt lugesid roomlased päevi mitte kuu algusest, vaid vastupidi — kuu lõpust. Praegu talitavad niimoodi kooliõpilased eksamite või õppevaheaja eel. Nad ei loenda, mitu päeva on möödunud, vaid mitu päeva on veel jäänud, ning ütlevad: «kuus päeva eksamiteni», või «viis päeva õppevaheajani». Roomlased aga loendasid niimoodi alati — kuus päeva kalendani või viies päev enne kalendat.

23. veebruar oli rooma ajaarvamise järgi seitsmes päev ja 24. veebruar kuues päev enne märtsi kalendat. Ladina keeles nimetati 24. veebruari *sextus calendas*.



Liigaasta lisapäeva nimetati samuti kuuendaks päevaks, kuid sellele sõnale lisati sõna «bis», mis tähendab «kaks korda, teist korda».

Sõna «bis» siirdus hiljem kõikidesse Euroopa keeltesse. Kui teatris midagi publikule meeldib, siis on kombeks hüüda «bis!», «bis!», see tähendab «korrake, esitage teist korda». Raudteel tuleb ette juhtumeid, kus kaks rongi saadetakse välja ühe ja sama numbri all. Kui üht rongi nimetatakse näiteks kuuendaks, siis on lisarong kuues-bis, see tähendab, teist korda kuues.

Täpselt niiviisi nimetasidki roomlased veebruari lisapäeva «kuues-bis enne märtsi kalendat», mis ladina keeles kõlab *bissextus calendas*.

Kaks kuuendat kuupäeva veebruaris olidki põhjuseks, miks niisugust aastat hakati nimetama

annus bissextilis, mis tähendab kahe kuuenda päevaga aasta».

Vene inimesed kuulsid sõnu *bissextus* ja *bissextilis* Bütsantsi kreeklastelt, kes hääldasid «b» asemel «v», seega «*vissekstilis*». Võtnud selle sõna üle, muutsid venelased ta suupärasemaks ja andsid pikendatud aastale nimeks «високосный год». Nii tekkiski vene keelde see uus sõna.

Pärast kalendri täiustamist Julius Caesari poolt jätkasid pontifeksid päevade arvestamist, kuid kas rumaluse või kurjade kavatsuste tõttu kaldusid nad jälle kindlaksmääratud korrast kõrvale ning hakkasid lisapäeva-aastaid määrama tihedamini, mitte iga kolme, vaid kahe aasta tagant.

Pontifekside vempudele sai jälile Julius Caesari järglane keiser Augustus. Ta seadis uuesti korra jalule päevade arvestuses ja liigaastad viidi jälle oma kohale.

Julius Caesari eeskuju järgides otsustas keiser Augustus ka ennast surematuks teha ja nimetada ühe kuu oma nime järgi. Kuid esimesele kuuele kuule olid juba varem nimed antud mitmesuguste rooma jumalate auks: jaanuar — kõikenägeva jumala Januse auks, kellel vastava uskumuse kohaselt pole silmad mitte üksi näol, et ette vaadata, vaid ka kuklas, et tagasi vaadata. Kellele siis veel peale Januse pidid rooma preestrid pühendama aasta esimese kuu! Seisab ju jaanuar kahe naaberaasta piiril ning seepärast just nagu vaatab üheaegselt ette, tulevikku, ja tagasi, minevikku. Märts sai oma nime sõjajumala Marsi auks, aprill — viljakuse jumalanna Afrodite auks jne. Viimaseks kuuendaks jumalaile pühendatud kuuks oli juuni — nimetatud taevajumalanna Juno auks.

Neid kuid puutuda ei tohtinud, sest Augustus kartis jumalatega võistelda. Seda oleksid preestrid võitluses Augustuse vastu võinud ära kasutada, kuid selletagi ei tundnud viimane end keisri kohal väga kindlana. Ega vandeseltslased ilmaaegu ta eelkäijat tapnud. Kuid järgmine, seitsmes kuu — *quintilis* — oli juba Augustuse eelkäija Julius Caesari poolt «hõivatud». Augustus ei tahtnud ka juulikuud puutuda, sest see oleks võinud ta järeltulijatele põhjust anda tema eeskujule järgneda ja seda kuud uuesti oma nime järgi nimetada.

Seepärast langes Augustuse valik juulile järgnevale kuule *sextilis*. Ent oh häda: *sextilis* oli «tühi» kuu. Augustus otsustas, et tal ei kõlba oma nime järgi ristida niisugust «teist sorti» kuud. Sellega oleks ta tahtmatult võinud rooma rahva silmis tunnustada Julius Caesari üleolekut endast, seda aga ta sugugi ei tahtnud. Kuid lõpuks leidis Augustus väljapääsu: ta muutis *sextilis*'e täieks kuuks. Säärasel kujul võis ta seda augustiks nimetada. Nii kutsutakse seda kuud tänapäevalgi. Kuid tekkis uus häda. Muutes augusti «täieks» ning säilitades «tühjade» ja «täite» kuude vaheldumise, sai Augustus aastas mitte enam kuus, vaid tervelt seitse «täit» kuud. Seevastu «tühje» kuid jäi ainult viis. Kõige selle tulemusena sisaldas nüüd aasta mitte enam 365, nagu seal oleks pidanud olema, vaid 366 päeva! Kust siis üleliigne päev ära võtta?

Küllap lugeja juba taipas, et auahne keisri ohvriks langes ikka seesama «paljukannatanud» kuu — veebruar. Temalt võeti kahekümne üheksas päev. Veebruarikuule jäi ainult kakskümmend kaheksa päeva ja ta jäi alatiseks «kärbituks».

Pärast Augustuse poolt tehtud parandusi kasutati juuliuse kalendrit ilma igasuguste uuendusteta üle viiesaja aasta.

Meie ajaarvamise tekkimine

532. aastal muudeti ajaarvamise algust. See toimus niimoodi.

Muistsed roomlased arvestasid aega Rooma linna asutamisest alates. Pärast seda kui Roomas kehtestati keisrivõim, hakati riiklikele dokumentidele märkima kaht kuupäeva: üks neist tähistas aega Rooma asutamisest alates, teine ühe või teise keisri valitsemisaja esimesest aastat peale. Ajaarvamine muutus niiviisi kahekordseks.

Aegamööda jäi aastate loendamine Rooma asutamisest peale unarusse ja keiser Diocletianuse ajal lõpetati see hoopis. Tekkis uus ajaarvamine — Diocletianuse ajaarvamine, mille alguseks loeti Diocletianuse imperaatoriks kroonimise aasta (284. a. m. a. j.).

Keiser Diocletianus polnud ei kuulus väejuht ega ka suur riigitegelane. Midagi erilist polnud ta korda saatnud. Ainus, mille poolest ta teistest keisritest erines, oli ta ääretu vihavaen ristiusu vastu.

Diocletianus oli kirglik muistsete rooma jumalate austaja ja jälitas halastamatult kristlasi. Ta näljutas neid vanglais ja laskis neid metsloomadel lõhki kiskuda. Seetõttu on arusaadav, et ristiusu pooldajad vihkasid teda kui oma õelaimat vaenlast.

Pärast Diocletianuse surma möödus üle kahe sajandi. Selle aja jooksul läks ristiusu vaimulikel korda tõendada, et nad suudavad palju paremini rahvale kuulekust ja alandlikkust sisendada kui

muistsete rooma jumalate preestrid. Ristiusk osutus suurepäraseks riigivõimu toeks ja ühiskondliku ebavõrdsuse kaitsjaks. Ristiusk muutus riigiusuks ja levis üle kogu Rooma impeeriumi.

Pontifex maximus'e tiitel ja kalendrikäsutaja kohustused läksid rooma kiriku peale, rooma paavstile.

Hämmastav on aga järgmine asjaolu: kuigi Diocletianuse surmast oli möödunud ligi kakssada viiskümmend aastat, arvestasid kristlased ikka veel aega tema valitsemisest alates. See ei seganud põrmugi rooma paavsti. Mingisugusest Kristuse sünnipäevast ei mõelnud, ei rääkinud ega isegi teadnud keegi veel midagi. Ka sellekohast püha ei olnud neil aastail veel olemas.

248. aastal Diocletianuse valitsemisaja algusest arvates tekkis vajadus järjekordse kirikupühade loetelu koostamiseks. Niisugune loetelu koostatakse tavaliselt paljude aastate peale ette kellegi teadustes kõige kogenuma vaimuliku poolt.

Sel korral tehti see ülesandeks õpetatud mungale nimega Dionysius Exiguus.

Dionysius Exiguus asus tööle. Seejuures arutles ta ise: miks kasutavad kristlased ajaarvamise aluseks oma õelaima vaenlase, julma türanni ja pagana Diocletianuse valitsemisaega? Diocletianuse valitsemisaeg ei olnud kristlastele sugugi rõõmustavaks sündmuseks! Miks siis kristlased ei arva aega oma usu looja — Kristuse sünnist?

Mõttekäik oli täiesti loogiline. Dionysius hakkas andmeid koguma: millal siis sündis Kristus? Ta otsis seda kreeka ja rooma ajaloolaste teostest, luges läbi vanad kroonikad, kuid ei leidnud kusagilt isegi viidet sellest muistsete juutide jutlustajast.

Tolleaegsed ajaloolased kirjutasid küllalt üksik-

asjalikult mitmesugustest ja isegi tähtsusetutest sündmustest Palestiina elus. Kuid ei Kristusest ega ka kellestki teisest Kristuse sarnasest jutlustajast polnud kusagil ühtki sõna.

Kristus on vaieldamatult müütiline isiksus. Juba XVIII sajandil tõestas rühm teadlasi ajalooliste dokumentide põhjal, et Kristus pole üldse elanud ja müüt temast tekkis juutidest väljarändajate hulgas, kes elasid Süürias ja Väike-Aasia maades.

Jeesus Kristus on kirjanduslik kuju, nagu Haiavata indiaani legendides või Väinämöinen soome muistendites. Müüt Kristusest tekkis umbes teisel sajandil ja Kristus sai peategelaseks religioossetes teostes, mida hakati nimetama evangeeliumideks.

Mitmesuguste ebausuliste tõekspidamiste allikat pole raske leida. Tundmata ja mõistmata loodusnähtusi, seostasid muistsed inimesed neid oma kujutluses kõikvõimalike jumalate ja vaimudega. Eriti arusaamatu näis neile asjaolu, et loodus — puud, rohi, ja muud taimed — igal aastal talveks just nagu sureb, et kevadel uuesti sündida, ellu ärgata. On loomulik, et nende fantaasia lõi legendi jumalast, kes kehastas nende kujutluses surevat ja uuesti ärkavat loodust. Sel jumalal olid eri rahvaste juures mitmesugused nimed. Muistsed juudid kutsusid teda Kristuseks. Hiljem muutus ta kõigi kristlaste jumalaks.

Avastamata dokumentaalseid andmeid Kristuse kohta, leidis munk Dionysius väga lihtsa väljapääsu: ta mõtles Kristuse sünni ise välja. Küllaltki keerukate arvutuste vältimiseks oli Dionysiusele kasulik, et Kristuse sünd satuks 284. aastale enne Diocletianuse ajastu algust. Ta määraski selle nimetatud aastale.

Et ta tööl oleks mõjukam ilme, tegi Dionysius mõned arvutused, mis ta väljamõeldisele tõepärasust juurde andsid, ja esitas oma töö rooma paavstile. Teised vaimulikud kontrollisid Dionysiuse arvutusi ja nägid, et need on äärmiselt võhiklikud, isegi evangeeliumiga vastuolus, kuid vastu vaielda nad ei saanud ega tahtnudki. Oli ju kristlastel tõepoolest kohatu arvata aega türann Diocletianuse valitsemisajast, aga mitte Kristuse sünnist.

Rooma paavst kinnitas Dionysiuse töö. Diocletianuse ajastu 248. aasta nimetati ümber 532. aastaks Kristuse sünnist arvates. Need maad, mis kuulusid rooma paavsti võimu alla, võtsid pärast seda järk-järgult ja üsna vastumeelselt kasutusele uue ajaarvamise. Teised maad ei tunnistanud Dionysius Exiguuse võltsingut ega hakanud aastaid lugema Kristuse sünnist.

Esimeste kristlaste järeltulijad — koptid ja abessiinlased, kes juba ligi 2000 aastat peavad kinni muistse kristluse tavadest ja kombetalitustest, ei taha senini aastaid lugeda Kristuse sünnist, mille on välja mõelnud mingisugune munk.

Pärast Rooma impeeriumi lagunemist 395. aastal meie ajaarvamise järgi eraldus Roomast võimas kreeka riik — Bütsants.

Alguses kasutasid kreeklased kalendrit, mille Julius Caesar oli kehtima pannud, kuid aja jooksul tekkisid järk-järgult rooma ja bütsantsi kalendri vahel mitmed erinevused. Kirikupühade ajad läksid lahku ja ajaarvamise pärast tekkis vaidlus.

Bütsantslased ei tahtnud aastaid lugeda Rooma asutamisest alates. Ja mis õigi neil tegemist võõra pealinna asutamisega! Samuti ei tahtnud nad ka Diocletianuse, selle kristlaste õelaima

vaenlase ajastut tunnustada. Ka ei nõustunud nad rooma paavsti käsuga, kes Dionysius Exiguuse väljamõeldise järgi täiesti omavoliliselt Kristuse sünnipäeva kindlaks määras.

Kreeka kirikumehed otsustasid luua omaenda ajaarvamise.

Lugu «maailma loomisest»

Seitsekümmend bütsantsi tarka või, nagu neid tollal nimetati, seletajat kogunesid koosolekule, mõtlesid, arutasid ja jõudsid otsusele: hakata lugema aastaid . . . maailma loomisest alates.

Selle otsuse puhul kirjutas üks Euroopa teoloog ilmse irooniaga: «Kahjuks ei saa maailma loomise hetke kohta mitte midagi kindlat öelda, kuna selle juures kedagi ei viibinud ja esimesed inimesed selle kohta mingeid märkmeid ka ei jätnud.»

On ju tõepoolest rumal rääkida maailma loomise «tunnistajatest». Kuid küsimuse tuum seisneb hoopis selles, et maailma pole kunagi «loodud», vaid ta on igavesti olemas olnud.

Harimatud inimesed usuvad imedesse. Nad usuvad «maailma loomisesse», sellesse, et üleloomulike jõudude (jumal) vahelesegamise tõttu tekkis maailm «mitte millestki». Neile ei tule ettegi, et taolised väited kõlavad täieliku mõnitusena astronoomia ja füüsika üle, mille üheks põhiliseks seaduseks on mateeria jäävuse seadus.

Bütsantsi seletajad uskusid samuti maailma loomisse, kuid et maailma loomise päeva on võimatu teada saada, see ei seganud neid põrmugi.

Nad «leiutasid» maailma loomise niisama lihtsal viisil, nagu Dionysius «leiutas» Kristuse sündimise.

Aastate hulk, mis maailma loomisest oli möödunud, pidi olema küllalt suur, sest maailm on vana, nagu targad otsustasid.

Seletajate nõukogu jäi oma valikus peatuma arvule 5508, millel puudus igasugune reaalne tähendus. Nende arvates toimus maailma loomine 5508 aasta eest enne Dionysiuse ajaarvamist.

Mingeid mõistlikke põhjendusi selle aasta valiku kasuks seletajad ei esitanud ega saanudki esitada. Ainsaks põhjenduseks oli asjaolu, et see aasta arv on väga suur. Kaugemale minevikku vaatama ei küündinud ei nende fantaasia ega ka mõistus. Kahju, et nad ei tundnud ei geoloogiat ega bioloogiat, muidu oleksid nad endale ette kujutanud, et juba üksnes Maa ajalugu hõlmab mitte tuhandeid, vaid sadasid miljoneid ja isegi miljardeid aastaid.

Niiviisi tekkis VII sajandi algul uus fantastiline ajaarvamise viis — alates maailma loomisest. See levis kõigisse Bütsantsi naabermaadesse, tungides ka Venemaale.

Kõik vene kroonikad ja vanad dokumendid dateeriti maailma loomisest arvates.

Diakon Grigori, kes kirjutas Novgorodi valitseja Ostromiri jaoks ümber evangeeliumi, lõpetas raamatu niisuguste sõnadega:

«Hakkasin seda (evangeeliumi) kirjutama 6564. aastal ja lõpetasin selle 6565.. aastal. Kirjutasin evangeeliumi ümber jumalasulasele, kelle ristimisel antud nimeks oli Jossif, ilmalikult aga Ostromir, kes on vürst Izjaslavi sugulane.»

Diakon Grigori toob ära Ostromiri kaks nime, kreeklastelt laenatud Jossifi ja põlise vene nime Ostromiri, kuid oma töö daatumi märgib ta ainult kreeka ajaarvamise järgi.

Mitte kusagil, mitte üheski teises kroonikas ei

mainita mingit muud vana-vene ajaarvamist. Kui midagi niisugust oligi olemas, siis oli see ebakindel ja eri paikades arvati aega erinevalt: kas linna ehitamise aastast, kloostri asutamisest või vürsti valitsemisaja algusest. Kindel ja alaline ajaarvamine tuli Venemaale Bütsantsist.

Bütsantsis levinud tava kohaselt lõpetasid ümberkirjutajad oma töö niisuguse märkusega: «6652. aastal kirjutasime raamatu ümber 50 päevaga: alustasime seda 1. oktoobril ning lõpetasime 19. novembrikuu päeval.»

Teades bütsantsi kalendri lähtearvu — 5508, võib välja arvutada, missugusel aastal praeguse ajaarvamise järgi diakon Grigori «Ostromiri evangeeliumi» ümberkirjutamise lõpetas. Selleks tuleb ümberkirjutaja poolt märgitud arvust lahutada 5509; 6565—5509=1056[1]. Tähendab, «Ostromiri evangeelium» kirjutati 1056. aastal.

Kui me sellest vanast ajaarvamisest poleks

---

[1] Esimesel pilgul võib näida imelikuna, miks me arvame maha 5509, kui «maailma loomisest» on möödunud 5508. aastat. Paistab, et maha tuleks arvata 5508, mitte 5509. Kuid tegelikult tuleb siiski maha arvata 5509 ja jällegi kalendri ühe mõttetuse tõttu, mida meil veel pole juhust olnud mainida. Seega on tõepoolest raske kalendaarseid daatumeid välja arvutada! Kust ka peale ei hakkaks, kõikjal võid kimbatusse sattuda, sest nii palju on kalendris tinglikkust ja ebaloogilisust, mis on kogunenud paljude sajandite jooksul.

Põhjus, miks tuleb maha arvata 5509, aga mitte 5508, on selles, et erinevalt aritmeetikas tarvitatavale arvestusele, kus positiivsete ja negatiivsete arvude vahel on «vahepealne» arv null, pole ajaarvamises mingit «null-aastat». Aastad algavad kohe: 1., 2. jne. meie ajaarvamise järgi, ja 1., 2. jne. enne meie ajaarvamist. Nii tuleb välja, et kõigi aastate reas just nagu puuduks üks aasta. Seepärast tulebki aastate lugemisel «maailma loomise» poole liita üks lisa-aasta.

loobunud, siis oleks 1960. aasta olnud meil juba 7469. aasta.

Võtnud üle bütsantsi ajaarvamise, ei alustanud venelased oma aastat 1. septembrist, nagu seda tehti Bütsantsis, vaid 1. märtsist. Selline moodus säilis Venemaal 7000. aastani.

See oli ärev aasta, mille number näis pahaendeline. Ebausklikud inimesed arvasid, et «7000. aasta maailma loomisest» on Maal viimaseks aastaks. Nad ootasid hirmuga maailma lõppu ja taevavõlvi sisselangemist. Nimelt lõppes 7000. aastal kirikupühade senine loetelu. Omaaegne pühade arvestaja ei hakanud seda loetelu pikendama pärast 7000. aastat. Ja milleks? Niikuinii pidi algama viimnepäev!

Ka vene vaimulikud ei söandanud loetelu jätkamisele asuda — mine tea, äkki langebki taevas maa peale!

Kui lõpuks 7000. aasta kätte jõudis, ei toonud ta kaasa mingeid hirmsaid sündmusi. Tähed vaatasid endiselt inimeste peale alla ja Päike soojendas endiselt Maad.

Saabus ka 7001. aasta. Ebausklikud inimesed rahunesid; vene metropoliidid aga sõitsid kokku Moskva kirikukogule ja kinnitasid uue kirikupühade nimekirja kuni 7890. aastani.

Samal kirikukogul otsustati aasta algus üle viia 1. septembrile, nagu seda tehti Bütsantsis. Alates aastast 7001 ehk meie ajaarvamise järgi 1493. aastast hakati aasta esimeseks päevaks pidama 1. septembrit. Niisugune kord püsis 1700. aastani.

15. septembril 1699 andis keiser Peeter I erilise ukaasi, milles käskis aega arvata nii, nagu kõigis Euroopa riikides ja alustada aastat «1. genvarist», see tähendab 1. jaanuarist.

Nii tehti sellepärast, et Venemaa pidas tollal elavat kaubavahetust Inglismaa, Hollandi ja teiste riikidega. Erinev ajaarvamine ja aasta algus raskendas kaubaraamatute pidamist, tõi segadust ärisuhetesse ning takistas ka vene ja välismaiste kaupmeeste vastastikust arusaamist.

Kuid meie kodumaa kaugemates nurkades püsis vana ajaarvamine (maailma loomisest alates) veel kaua.

Pärast Peeter I surma tegid mõned vanameelsed inimesed ettepaneku bütsantsi ajaarvamisele tagasi minna, kuid neid ei võetud kuulda. Vana ajaarvamisviis oli maa ühiskondliku elu jaoks sobimatu.

1763. aastal pidas vene teaduse rajaja Mihhail Vassiljevitš Lomonossov vajalikuks välja astuda niisuguse ajaarvamise vastu, mille aluseks võeti «maailma loomine». Oma geoloogia-alases teoses «Maakihtidest» tõestas Lomonossov, et ajaarvamine «maailma loomisest» on rumalus, sest Maa kihistised on tunduvalt vanemad.

«Uurigu keegi läbi kõik kiriklikud ja ilmalikud, nii kristlikud kui ka paganate kroonikad,» kirjutas Lomonossov, «. . . määraku kindlaks maailma loomise hetke aasta, päev ja selle vähimad osad . . . Kõiges annan talle järele ega vaidle milleski vastu. Kuid seejuures palun ka mulle anda luba otsida sedasama oma kroonikult (see tähendab pinnasekihtidest. — *M. I.*). Kuid ma võtan omaks, et ma ei leia mingit alust ega tunnusmärki niisuguseks täpsuseks. Võin ainult seda öelda, et sellesinase kõige vanema krooniku järgi on maailma iga palju pikem kui nende raskete arvutuste järgi.»

Lomonossovil on kahtlemata õigus. Maa on palju vanem, kui arvasid kreeka tõlgendajad. Kui

aga juba Maa on nii vana, siis on maailm ju veelgi vanem.

Harimatute kiriklaste igasugused väljamõeldised maailma loomisest on mõttetud ja rumalad.

Lääne-Euroopa ja Ameerika «õpetlaste» hulgas leidub seniajani inimesi, kes teaduslike faktide kiuste püüavad välja arvutada universumi vanust ning määrata selle tekkimise aega. Veel üsna hiljuti, aastat kolmkümmend tagasi, leidus inglise astronoomide hulgas keegi, kes «arvutas välja», et universum koos kõigi tähtede, udukogude, kaugete tähemaailmade ja meie Päikese ning planeetidega olevat kaks miljardit aastat tagasi olnud mahutatud ühte väikesesse «gigant-herneterasse» ehk «jumal-aatomisse». See tohutu suur hernetera olevat hiljem paisuma hakanud ja siis universumiks muutunud.

Kõik kiriklased ja kodanlikud ajalehed võtsid selle hüpoteesi vastu kärarikka heakskiiduga. Autorit ülistati iga viisi, kuigi selles hüpoteesis pole tõepärasuse varjugi.

Nagu kaasaegsed uurimised on näidanud, tekkisid Karjala graniidiladem ed rohkem kui kaks miljardit aastat tagasi. Maa ise on veel vanem, ta on umbes nelja ja poole miljardi aasta vanune.

Kuid kogu universumil polegi vanust, ta on igavene ja alati eksisteerinud.

Üldise kirikukogu astronoomia-alane viga

Pärast Dionysiuse uuendust ei muudetud kalendrit Lääne-Euroopa maades seitsmesaja aasta vältel, kuid aasta ja ööpäeva ühismõõdutus andis end uuesti tunda.

Päikeseaasta, see on ajavahemik kahe kevadise

pööripäeva vahel, sisaldab keskmiselt 365 ööpäeva, 5 tundi, 48 minutit ja 46 sekundit. Sosigenes aga muutis aasta 365 ööpäeva ja 6 tunni pikkuseks, see tähendab 11 minuti ja 14 sekundi võrra pikemaks kui tegelikult.

11 minutit pole ju suur ühik, kuid 128 aastaga (täpsemalt 128 aasta ja 68 päevaga) moodustavad need minutid kokku terve ööpäeva.

325. aastal toimus praeguse Türgimaa pinnal asuvas Nikaia linnas, mis tollal Rooma riigile kuulus, ristiusu kiriku esimene üldine kogu. Tänapäeva keeles tähendaks «üldine kogu» «ülemaailmset kongressi». Sellele kirikukogule sõitsid kokku kristlaste esindajad laiaulatusliku Rooma impeeriumi kõikidest provintsidest. Tollal oli kristlus kui uus religioosne õpetus alles tekkimas.

Rooma riik oli orjanduslik riik. Seepärast moodustasid elanikkonna enamiku õigusteta orjad, keda rikkad halastamatult rõhusid.

Esialgu tekkiski kristlus orjade keskel. Nägemata oma väljakannatamatust elust mingit väljapääsu, sattusid paljud orjad ristiusu jutlustajate võrku, kes tõotasid neile paradiisi ja täielikku vabanemist, kuid mitte eluajal, vaid pärast surma, «teises maailmas».

Algul kiusasid Rooma keisrid kristlasi julmalt taga. Põhjendatult nägid nad kristluses endale ohtu, sest nad märkasid, et kristlastest orjad salaseltse ja -ringe asutavad. Me juba rääkisime ühest keisrist — Diocletianusest, kristlaste õelast tagakiusajast. Teised keisrid ei olnud Diocletianusest palju paremad. Nad püüdsid samuti innukalt kristlikku «mässu» välja juurida, kuid tagajärgi see ei andnud. Rõhumisest ja isegi hukkamisest hoolimata ei öelnud kristlastest orjad oma vaadetest lahti. Kuigi uue usu lipukiri oli fantas-

tiline ning petlik, hakkasid orjad siiski ühinema võitluseks oma peremeeste vastu. Aga suurte inimhulkade ühenduses on tohutu jõud. Tunnetades oma jõudu, hakkasid orjad rõhujate vastu relvi haarama.

Varsti muutusid orjade ülestõusud Rooma impeeriumis peaaegu üldisteks ja puhkesid ühtesoodu kord ühes, kord teises provintsis. Asjatult saatsid Rooma imperaatorid nende vastu oma vägesid. Orjade ülestõusude leek lõi üha tugevamini ja tugevamini lõkkele.

Siis otsustasid Rooma valitsejad muuta poliitikat. Saavutamata edu relvade abil, otsustasid nad kasutada ristiusku ja võita orjad «paljaste kätega.»

313. aastal andis keiser Constantinus välja seaduse, mis lubas ristiusule vabaduse. Kristlaste kõigi rühmade etteotsa pandi spetsiaalsed inimesed, keda kutsuti vaimulikkudeks ehk piiskoppideks. Ristiusku hakkasid nüüd üle minema ka rikkad inimesed. Ja tõepoolest, miks ei pidanud siis nemad sinna astuma? Ristiusk kuulutab ju kõigi inimeste võrdsust ja vendlust, kuid mitte omavahel, maises elus, vaid kujutletava jumala ees. Seetõttu ei takistagi see usk rikastel vaeseid rõhumast, vaeseid aga manitseb ta alandlikud ja rahulikud olema. Ristiusk õpetab, et igasugune võim pärineb jumala tahtest. Niiviisi õnnestuski Rooma valitsejatel orjade vabadusliikumist maha suruda.

Kuid uuel kristlikul kirikul oli vaja ühineda. Tuli kindlaks määrata ühtsed kiriklikud kombetalitused, ühtsed pühad jne. Selleks kutsuski keiser Constantinus Nikaia linna kokku ristiusu piiskopid.

Ühes Nikaia kirikukogu tähtsamaks tulemuseks oli kiriklike pühade, jõulude ja lihavõtete jaoks reeglite kehtestamine. Neid pühi peeti rahva

hulgas juba iidsetest aegadest alates ja nad olid seotud looduse ärkamisega pärast pikka talveund.

Jõulusid pühitsetakse 25. detsembril, südatalvel. Kuid peaaegu samal ajal leiab looduses aset väga tähtis sündmus — niinimetatud talvine pööripäev.

Alates 23. detsembrist hakkab Päike iga päevaga üha kõrgemalt ja kõrgemalt horisondi kohal käima. Päevad muutuvad valgemaks ja pikemaks. Järk-järgult läheneb kevad[1]. Rahvas nimetab seda aega talviseks pööripäevaks. See tähendab, et Päike pöördub kevade poole.

Vanasti kogunesid inimesed jõulude ajal kuuse ümber, sest see on ainuke puu, mis ka talvel oma rohelise kuue alal hoiab. Nad ehtisid ja kaunistasid kuuske, kinnitades selle okstele omatehtud iluasju, süütasid lõkketulesid ja laulsid nende ääres. Hiljem hakati lõkete asemel kuuseokstel küünlaid süütama. Nii tekkiski talvise jõulupuu komme. Nikaia kirikukogu otsustas selle looduse iga-aastase sünnipäeva pühitsemise säilitada, kuid viis selle kokku väljamõeldud jumal-inimese, Jeesuse Kristuse sünniga.

Teiseks tähtsamaks ristiusu kiriku pühaks muutusid lihavõtted. See püha oli samuti juba sajandeid olnud paljudel rahvastel looduse talveunest ärkamise kevadpühaks. Lihavõtted on samuti seotud Päikese liikumisega taevavõlvil nagu jõuludki, kuid mitte talvise, vaid kevadise pööripäevaga, mil päev ja öö on ühepikkused. Hakates 23. detsembril järjest pikenema, muutub lühike talvepäev 21. märtsiks ööga ühepikkuseks ja väl-

[1] Kahepäevasel erinevusel pole suurt tähtsust ja selle põhjuseks on muidugi asjaolu, et vanasti oli inimestel raske lihtsate vaatluste abil küllalt täpselt pööripäeva kindlaks määrata.

tab kogu maakera ulatuses 12 tundi. Nikaia kirikukogu tegi otsuse, et lihavõtted tuleb pühitseda esimesel pühapäeval pärast esimest kevadist täiskuud. Kevadisteks täiskuudeks aga kutsutakse neid, mis tulevad pärast kevadist pööripäeva, see tähendab pärast 21. märtsi. Niisiis tuleb selleks, et lihavõttepühi ette kindlaks määrata, teha küllalt pikki astronoomilisi arvutusi.

Jättes lihavõtted alles, sidus Nikaia kirikukogu need legendiga tollesama Jeesus Kristuse ülestõusmisest.

Peale jõulude, lihavõtte- ja teiste pühade määras Nikaia kirikukogu veel kindlaks niinimetatud paastud ja paastupäevad.

Paastu ajal oli usklikel ette nähtud söömist piirata (näiteks mitte süüa liha ja piimasaadusi) ning eriti hoolega oma patte kahetseda. Rikastel inimestel ei tähendanud paast sugugi toidu piiramist, vaid hoopis vastupidi, tõi kaasa meeldiva vaheldused, sest paast jättis täieliku vabaduse neile, kes armastavad magusat ja tublit söömaaega. Rammusat kalasuppi, mitmesuguseid pirukaid ja kõikvõimalikke kalaroogasid peeti «paastutoitudeks» ning seetõttu võis igaüks, kellel selleks raha leidus, neid küllastuseni nautida. Vaene aga, kes istus oma kehva lõunalaua taha, võis end lohutada mõttega, et rikkad peavad samuti paastuma.

Nüüd, kus oleme veidi peatunud neil «kiriklikel» üksikasjadel, on kergem aru saada ka sellest mõttetust vassingust, mille, ilma et oleks ise seda teadnud, põhjustas Nikaia kirikukogu oma otsustega. Tundmata astronoomiat, tegi ta jämedaid vigu, mida kirikumehed pidid välja selgitama ja kõrvaldama tervelt kaheteistkümne sajandi kestel.

Kogu asi seisab selles, et peale jõulude ja teiste

pühade, mida igal aastal ühel ja samal ajal peetakse ja seepärast liikumatuteks pühadeks nimetatakse, on pühade nimestikus veel üks liikuv püha, lihavõtted, mida igal aastal eri ajal peetakse.

Lihavõttepühadega on seotud ka niinimetatud suur paast, mis algab seitse nädalat enne lihavõtteid.

Nikaia piiskoppide eksitus tuli sellest, et nad ei tundnud astronoomiat ja arvasid, et kevadine pööripäev on alati 21. märtsil, nagu see oli nende ajal. Kuid nad ei võtnud arvesse asjaolu, et 128 aastaga kasvab kalendri viga (11 minutit ja 14 sekundit aastas) terve ööpäeva suuruseks.

Meie ajaarvamise XVI sajandi lõpuks oli Nikaia kirikukogust möödunud ligi 1275 aastat. Selle ajaga oli kalendri viga kasvanud tervelt kümne ööpäeva suuruseks, mistõttu kevadine pööripäev sattus kalendris 21. märtsi asemel 11. märtsile. Vastavalt sellele hakati lihavõttepühi kümme päeva varem pidama, ühtlasi nihkus sama ajavahemiku võrra ettepoole ka suur paast. Ülejäänud pühad aga jäid oma kohale.

Seepärast hakkasid paastupäevad pühadele «otsa ronima». Suur paast algas vahel isegi jaanuaris, lähenedes ohtlikult aasta algusele ja isegi niisugustele suurtele pühadele nagu jõulud.

Sündis midagi täiesti mõistmatut — ei ole paastupüha ega ka pühadepaast. See ähvardas kõigutada rahvahulkades usu autoriteeti; ühtlasi oleks see tekitanud kahtlust vaimulike vastu ja endaga kaasa toonud väga ebasoovitavaid tagajärgi kirikule.

Seetõttu tuligi kiriklastel 1582. aastal teostada uus kalendrireform.

«Püha komisjoni» parandus

1582. aastal kutsus rooma paavst Gregorius kokku mitmest vaimulikust ja astronoomist koosneva komisjoni. Komisjon arutas olukorda ja otsustas: aeg 10 päeva võrra edasi lükata ja selleks et kalender enam ette jooksma ei hakkaks, iga 400 aasta tagant sellest kolm päeva välja visata. Selleks otsustati iga sajandi algusaasta, mille arv ei jagu 400-ga, lugeda lihtaastaks. Selle reegli järgi olid aastad 1700, 1800, 1900 lihtaastad, 2000. aasta aga loetakse liigaastaks, aastad 2100, 2200, 2300 on jälle lihtaastad.

Vastavalt paavst Gregorius XIII korraldusele hakati 1582. aastal Itaalias, Prantsusmaal ja Hispaanias neljapäevale, 4. oktoobrile järgnevat reedet lugema 15. oktoobriks, jättes tervelt kümme päeva vahelt välja. Kevadine pööripäev ning koos sellega ka liikuvad ja liikumatud usupühad sattusid jälle oma endistele kohtadele. Seda kalendrit hakati gregooriuse ehk uueks kalendriks kutsuma.

Ometi ei suutnud «püha komisjon» täielikult kõrvaldada segadust kalendris, just vastupidi — uuenduste tagajärjel muutus kalender isegi keerukamaks. Lisapäeva-aastad ei vaheldunud enam korrapäraselt ja seega tekkis uus, täiesti liigne takistav asjaolu astronoomide ja ajaloolaste töös.

Uus kalender muutus tõenäoliselt tunduvalt täpsemaks vanast juuliuse kalendrist. Kui võtta gregooriuse kalendri 400 aasta keskmine pikkus, siis läheb see ainult 26 sekundi võrra lahku aasta tegelikust pikkusest. Ööpäeva suuruseks kasvab viga alles 3300 aasta jooksul. See on tohutu ajavahemik isegi tervete rahvaste elus, üksikute inimeste elust rääkimata. Üks Euroopa vanimaid

linnu — Rooma — eksisteerib üldse ligi 2700 aastat, seega tunduvalt vähem ülaltähendatud ajavahemikust (3300).

Kuid kas on kellelgi peale klerikaalide tegelikult vaja kalendri nii suurt täpsust? Kas on tõesti nii tähtis, et kevadine pööripäev satuks tingimata 21. märtsile, mitte aga mõnele varasemale või hilisemale kuupäevale? Mis siis õige juhtuks, kui pööripäev satuks näiteks 10. märtsile, või isegi veel varasemale kuupäevale? Mitte kui midagi. Kõik oleks korras, kõik läheks oma harilikku rada. Pealegi toimub kalendriaja nihkumine ühe päeva võrra 128 aasta jooksul niivõrd aeglaselt, et inimesed selle aja vältel kalendaarsete muudatustega tingimata harjuda jõuaksid. Harjusid ju ka muistsed egiptlased tuhande aasta vältel oma «hulkuva» aastaga, mis viis selleni, et aasta algus muutus iga nelja aastaga ühe päeva võrra, seega 32 korda kiiremini kui juuliuse kalendris.

Maa lõunapoolkera elanikel satub kevad alati kokku põhjapoolkera elanike sügisega. Seetõttu langeb Austraalia, Lõuna-Ameerika, Uus-Meremaa ja teiste maade elanike kevadine pööripäev ühte meie sügisese pööripäevaga 23. septembril ja lihavõttepühi ei pea lõunapoolkera kristlased mitte kevadel, kui loodus tärkab, vaid sügisel, mil loodus hakkab talveunne suikuma. Kui Nikaia kirikukogu liikmed Maa lõunapoolkera elanikest midagi oleksid teadnud, võib-olla poleks nad siis oma 21. märtsiga niiväga peale käinud. Sellisel juhul aga ei oleks ehk paavst Gregorius XIII vaja olnud oma kalendrit kehtestada!

Kalendaarsete arvutuste puhul, mis hõlmavad suuri ajavahemikke, mitmeid sajandeid, on gregooriuse kalendri kasutamine niivõrd keeruline

ja tülikas, et astronoomid ja ajaloolased eelistavad alati kasutada juuliuse kalendrit.

Niisiis oli uue, gregooriuse kalendri kehtestamine tingitud ainult sellest, et luua soodustusi kiriklike pühade pidamiseks.

Järk-järgult läksid ka kõik teised riigid üle ajaarvamisele uue kalendri järgi. Kuid see ei toimunud sugugi korraga ja alati mitte päris libedasti. Näiteks Inglismaal kehtestati uus kalender 1752. aastal. Seejuures puhkesid seal mõnedes paikades rahutused, sest osa vähemteadlikke inimesi arvas, et nad jäeti pettuse teel ilma töötasust nende üheteistkümne päeva eest, mis uuele kalendrile üleminekul ajaarvestusest välja jäeti.

Möödunud, XIX sajandi lõpul läksid peaaegu kõik Euroopa ja Ameerika maad üle uuele kalendrile. Kas oli see hea või halb, kuid uus kalender sai kogu maailma rahvaste enamiku üldise heakskiidu osaliseks. Uus kalender muutus rahvusvaheliseks. Ainult vähesed maad Euroopas, sealhulgas Türgi, Kreeka ja revolutsioonieelne Venemaa hoidsid kõigi asjaolude kiuste veel kinni «vanast» heast, see tähendab juuliuse kalendrist. Rahvusvaheliste sidemete, kaubanduse ja transpordi arenemisega seoses põhjustas see palju ebamugavusi. Oletame, et keegi sõitis Berliinist Moskvasse. Ta sõitis välja näiteks 1. augustil, oli kolm ööpäeva teel, kuid Moskvasse ei jõudnud mitte 4. augustil, vaid hoopis 22. juulil. Kaubanduslike tehingute puhul tuli alati eraldi märkida, missuguse (kas «vana» või «uue») kalendri järgi on arvestatud maksete tähtpäevad, vastasel korral võis venelane aluseks võtta oma «vana», välismaalane aga «uue» kalendri.

Seepärast pöördusidki progressiivsed vene inimesed, teadlased ja ühiskonnategelased eesotsas

suure vene teadlase Dmitri Ivanovitš Mendelejeviga juba 1899. aastal tsaarivalitsuse poole ettepanekuga võtta tarvitusele üleeuroopaline kalender ja minna üle uuele ajaarvamisele.

Selleks ajaks oli vene ja üleeuroopalise kalendri vaheline erinevus suurenenud kaheteistkümne ööpäevani; 1900. aastast alates oleks aga vahe olnud juba kolmteist ööpäeva. Igaühele on selge, et niisugune lahkuminek raskendab kalendri kasutamist. Venemaa jäi ajaarvamises oma naaberriikidest peaaegu poole kuu võrra maha.

Kuid hoolimata kõigist paremustest, mis olid seotud uuele kalendrile üleminekuga, jäi tsaarivalitsus kurdiks teadlaste ja ühiskonnategelaste kõikidele üleskutsetele. Nii jäigi Venemaal kehtima vana kalender kuni Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsioonini.

Peamine põhjus, miks tsaarivalitsus kalendri vahetamisega ei nõustunud, seisis selles, et tsaristlikul Venemaal oli vana kalender üheks tööliskiassi ja talurahva religioosse uimastamise vahendiks. Kõik päevad aastas olid ära jagatud igasuguste pühakute ja «pühameeste» vahel, kirikupühade ja paastude vahel. Iga päev tuletas kalender oma lugejatele meelde kõikvõimalike kiriklike kombetalituste täitmise vajalikkust. Kirik õpetas, et kõik need paastud ja kombetalitused on sisse seatud jumala enda näpunäidete järgi ning püsivad kõigutamatult, nagu on kõigutamatu ka õigeusu kirik ja tsaari isevalitsus. Reaktsioonilised õigeusu vaimulikud koos tsaarivalitsusega arvasid, ja seda mitte alusetult, et kalendri puutumatuse rüvetamine näitaks rahvale, et isegi niisuguseid sajandite vältel kujunenud kombeid ja tavasid võib muuta. Tähendab, võib

muuta ka seda ekspluataatorlikku ühiskonnakorda, mis selle kalendri on loonud.

Just seda mõtet kartiski tsaarivalitsus kõige rohkem, sest kalendri muutmine oleks kõigutanud rahva usklikkust ja usku isevalitsusliku korra vääramatusse. See omakorda oleks võinud põhjustada revolutsioonilisi väljaastumisi, mis valitsusele palju ohtlikumad oleksid olnud kui 1752. aasta kalendrimässud Inglismaal. Venemaal oli ju parajasti 1905. aasta revolutsiooni eelõhtu!

Mis on aasta?

Üleeuroopaline gregooriuse kalender võeti meie maal tarvitusele alles pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni. See kehtestati Nõukogude valitsuse dekreediga 1918. aastal.

Kuigi Nõukogude valitsus ei kavatsenud vanade roomlaste eeskuju järgida ja kõiki kalendrialaseid viperusi veebruarikuusse paigutada, tuli see iseenesest nii välja. Dekreet üleminekust uuele kalendrile jõustus 1. veebruaril, ja veebruar, see juba vanast ajast alandatud kuu, sai veel kord kannatada. 1918. aasta veebruar oli Venemaal kõige lühem kuu, ta koosnes ainult viieteistkümnest päevast, sest pärast esimest kuupäeva tuli kohe neljateistkümnes. Seega «kärbiti» kolmteist päeva, et kaotada vana ja uue kalendri vahelist erinevust.

Praegu on kõigis maades ühesugune ja küllalt täpne kalender. Ühetaolisus ja täpsus ongi ta ainsateks väärtusteks, sest mugavuse ja lihtsuse poolest ta küll silma ei paista.

Kaasaegne kalendriaasta on keskmisest päikeseaastast kõigest 26 sekundi võrra lühem. Erinevus

on üsna tühine. Ööpäeva suuruseks kasvab see viga alles kolme tuhande kolmesaja aasta möödumisel.

Siiski saavad NSV Liidu Teaduste Akadeemia, Pulkovo observatoorium ja teised nõukogude astronoomiaasutused aeg-ajalt kirju, milles esitatakse uute, eriti täpsete kalendrite projekte. Leiutajad otsivad teed, kuidas täpsuses loodust ületada. Ent just see äärmise täpsuse püüe teebki selle töö väärtusetuks.

Mis on aasta? See on Maa tiirlemise aeg ümber Päikese. Kui kõik maailmas muutumatu ja püsiv oleks, siis ei muudaks ka aasta oma pikkust. Kuid seda ei ole. Maailmas on kõik allutatud vääramatutele ja alalistele muutustele.

Maa orbiidiks ei ole jäigad, kõvasti kinnitatud roopad, mida mööda Maa edasi veereb. Orbiit on kujuteldav joon — tee, mida mööda Maa ümber Päikese tiirleb. Maakera ei liigu kunagi täpselt sama teed mööda, nagu ta liikus aasta tagasi, sest orbiiti mõjustab päikesesüsteemi ülejäänud planeetide külgetõmbejõud. Seepärast polegi kaht täiesti ühepikkust aastat järgemööda.

Näiteks oli 1944. aastal, kui lugeda ta pikkust ühest kevadisest pööripäevast teiseni, 365 ööpäeva, 5 tundi ja 46 minutit. Järgmine, see on 1945. aasta oli 3 minuti võrra pikem, 1946. aasta aga veel 6 minuti võrra pikem. Arusaadavalt on aasta niisugune muutumine ajutine nähtus. Aasta hakkab uuesti lühenema ja keskmiselt on ta pikkuseks 365 ööpäeva, 5 tundi, 48 minutit ja 46 sekundit.

Kuid ka see keskmine suurus ei jää muutumatuks: see lüheneb saja aasta jooksul umbes 0,53 sekundi võrra. Praegu on kokku lepitud, et aasta sisaldab 31 556 926 sekundit keskmist aega.

Tänapäeva kalendri puudused on niisugused, et astronoomid ja ajaloolased on loobunud täiesti oma töös selle kasutamisest, kui on tegemist mingi kahe ajaloosündmuse või astronoomilise nähtuse vahelise aja arvestamisega. Teadlased kasutavad kas juuliuse ehk «vana» kalendrit või siis samuti juuliuse-nimelist[1] päevade üldnumeratsiooni. Kuupäeva, see tähendab aasta, kuu ja päeva asemel kasutatakse päeva numbrit. Nii näiteks algas 1950. aasta 1. jaanuari keskpäeval päev nr. 2 433 282.

Juuliuse päevade arvestuse alguseks valiti 4712. aasta enne meie ajaarvamist. See aasta oli kõige sobivam nii astronoomidele kui ka ajaloolastele. Päikese ja Kuu asend 4712. aastal enne meie ajaarvamist oli niisugune, mis võimaldas lihtsustada astronoomilisi arvutusi, peale selle on see aasta küllalt kaugel minevikus ega pole vaja aastate arvule lisada «enne» ja «pärast» ajaarvamise algust.

Lõpetanud arvutused juuliuse päevade järgi, muudab teadlane vajaduse korral päeva numbri eriliste tabelite abil tavalise kalendri kuupäevaks. Teadlaste töös on see muidugi segavaks asjaoluks.

Teaduslike kalendrite projektid

Tekkinud umbes viis tuhat aastat tagasi muistses Babüloonias ja Egiptuses, levis päikesekalender juba rohkem kui kahe tuhande aasta eest üle kogu Idamaa.

---

[1] Juuliuse numeratsioonil pole midagi ühist juuliuse kalendriga — see on vaid juhuslik kokkusattumus. Astronoom, kes selle päevade arvestamise korra välja mõtles, nimetas selle juuliuse numeratsiooniks oma isa auks, kelle nimeks oli Julius.

Mida mitmekülgsemaks ja keerukamaks inimese töö ning tegevus muutus, seda suurema tähtsuse omandas aja arvestamine ja mõõtmine.

Laenates üksteiselt kalendri, kandsid rahvad sellesse oma iseärasusi, kohandades seda majanduslike vajadustega.

Paljude sajandite vältel oli kalender tahes-tahtmata kahe isanda — nii ühiskondliku elu kui ka religioosse kultuse — teener.

Ühiskondlik elu ja majanduslik tegevus nõudsid kalendrilt lihtsust, selgust ja otstarbekohasust. Teadus näitas selleks ka tee — kalendriküsimustes täielikult loobuda Kuu «teenetest» ja aja mõõtmist mitte siduda Maa kaaslase liikumisega.

Usk aga püüdis kalendrit kohandada kirikuelus kehtivate määrustega. See väljendus muide selles, et kirik püüdis kalendrit siduda Kuu liikumisega, kuna osa kirikupühi on just Kuuga seotud. Tarvitseb vaid meelde tuletada Nikaia kirikukogu ja ta astronoomilisi vigu lihavõttepühade kindlaksmääramisel. Asja olemus seisis ju selles, et lihavõttepühade pühitsemine on ristiusu kiriku reeglite kohaselt seotud n o o r k u u g a. Sellest tingituna on lihavõtted «liikuvad» pühad. Kui seda poleks olnud, ei oleks Nikaia kirikuisadel vaja olnud pead murda ja vigu teha, mille parandamiseks kulus üle kaheteistkümne sajandi.

Muud rahvad, eriti Idamaadel, pöördusid samuti kirikupühade väljaarvutamisel abi saamiseks Kuu poole. Indias kasutatakse näiteks veel praegugi selleks otstarbeks niinimetatud tifiseid ehk Kuu ööpäevi. Tifis on $^1/_{30}$ igast lunaarkuust. Et aga keskmine lunaarkuu võrdub umbes $29^1/_2$ ööpäevaga, siis võrdub tifis keskmiselt 23 tunni ja 36 minutiga. Seega on ta 24 minuti võrra lühem meie «tõelisest», see on keskmisest Päi-

kese ööpäevast. Tuleb välja, et hindu brahmiinid ei arvesta ööpäeva abil kuu pikkust, vaid vastupidi, kuu pikkuse abil ööpäeva kestust! Kahe lunaarkuuga möödub keskmiselt 59 ööpäeva ja 60 tifist! Üksikute tifiste algus pole seotud mingite nähtustega taevavõlvil. Tifis võib alata ükskõik missugusel tunnil ööpäeva jooksul. Nii vastab üks ja sama päev kahele eri tifisele. Võib aga koguni juhtuda, et ühe ööpäeva vältel esineb tervelt kolm tifist. See juhtub siis, kui järjekordne tifis algab mitte hiljem kui pool minutit pärast kesköö. Siis jõuab ta lõppeda enne järgmist kesköö ja pärast seda algab juba järgmine tifis! Eks proovige niisuguses kalendris orienteeruda! On ju selge, et kõiki neid tifiseid ja üldse usupühade kindlaksmääramist on, nagu öeldakse, vaja selleks, «et asjal oleks suurema tähtsuse ilme», et kirikukalender oleks usklike silmis võimalikult keerukas ja segane, et sisendada sellega austust kiriklike kombetalituste ja kirikuseaduste vastu.

Niisiis on religioon takistanud kalendri lihtsustamist ja parendamist. Mitu sajandit teaduse ja kiriku vahel kestnud võitluse tagajärjel on kalender palju muutusi läbi teinud. Kalendrit on mitu korda ümber tehtud ja kohendatud. Kalender on küll kogu aeg täpsemaks, kuid mitte käepärasemaks ega lihtsamaks muutunud. Seda takistasid ebausk, religioossed eelarvamused, kalendrit koostavate vaimulike harimatus, iganenud kombed ja kirikureeglid.

Praegu aga segavad kõik need kalendri puudused majanduse planeerimist, takistavad sotsialistlikku ülesehitustööd. Erinevused kuude pikkuses ja eriti kuu tööpäevade arvus raskendavad tootmisplaanide koostamist. See tekitab tüli ka panga ja kaubanduse alal töötajaile. Isegi tunniplaanide

koostamine koolis ei ole kohmaka kalendri tõttu nii lihtne.

Kalendri ümbertegemine oleks väga soovitav, kuid kas see on teostatav?

Kas on võimalik luua tõeliselt head, teaduslikult põhjendatud kalendrit, nii et see oleks lihtne ja käepärane, et kõik kuud oleksid ühepikkused, et nädalapäevad jääksid samadele kuupäevadele, et poleks kogu seda aastatuhandeid kestnud segadust?

Kahtlemata on see võimalik. Eri aegadel on mitmesuguste rahvaste teadlased näidanud, kuidas kalendrit täiustada, ja on selleks väga väärtuslikke ettepanekuid teinud.

Üks taolisi teaduslikke kalendreid isegi kehtestati Prantsusmaal 1793. aastal. See kalender läks ajalukku prantsuse revolutsioonikalendri nime all.

Revolutsioonilise prantsuse rahva esindajaist koosneva Rahvuskonvendi otsuse kohaselt loodi komisjon kalendri ümbertegemiseks.

Komisjoni koosseisu kuulusid tolle aja parimad prantsuse teadlased J. Lalande, J. Lagrange, G. Monge ja teised. Komisjoni istungeid juhatas konvendi saadik Gilbert Romme.

Komisjon otsustas uue kalendri välja töötada rangelt teaduslikel alustel, nii et see tähistaks uue, revolutsioonilise epohhi algust ja oleks vastuvõetav kõigile kodanikele, hoolimata usutunnistuste erinevusest.

Teadlased lõpetasid oma töö edukalt. 5. oktoobrib 1793 kinnitas Konvent uue kalendri.

Aasta algus viidi üle 22. septembrile — Prantsuse vabariigi väljakuulutamise päevale. Õnneliku juhuse tõttu kuulutati vabariik välja just 22. septembril, see tähendab sügisesel pööri-

päeval. Nii kohaldati aasta algus kindla astronoomilise momendiga. [1]

Aastad liideti neliaastakuiks, mida nimetati fransiaadideks prantsuse rahva auks, kes neli aastat kestnud võitluse järel võidu saavutas ja oma isamaal vabariikliku korra maksma pani.

Neliaastakud koosnesid reeglina kolmest lihtja ühest liigaastast. Liht- ja liigaastate vaheldumine määrati iga kord kindlaks Pariisi observatooriumi täpsete astronoomiliste vaatluste alusel. Kui kalendri ja päikeseaasta ajavahe küündis ööpäevani, kuulutati järgnev aasta liigaastaks ja see ajavahe kadus. Sel kombel oli prantsuse revolutsioonikalender absoluutselt täpne. See kalender ei saanud kunagi päikeseajast erineda rohkem kui ühe ööpäeva võrra. Peale selle oli kalender rangelt teaduslik.

Aasta jagunes 12 kuuks, igas kuus 39 päeva. Ülejäänud viis päeva olid väljaspool kuid ja ülestõusnud rahva auks hakati neid nimetama sankülotiididekś [2]. Sankülotiidid kuulutati puhkepäevadeks, pühadeks.

Nädal kaotati hoopis. Kuu jagunes kolmeks dekaadiks ehk kümmepäevakuks. Samuti muudeti ka päevade ja kuude nimetused.

Esinedes Konvendis ettekandega päevade uutest nimetustest, ütles üks vabariiklasi:

[1] 1793. aastast möödunud 165 aasta jooksul oli 1958. aastaks [sel aastal ilmus käesolev teos vene keeles. — *Toim.*] kogunenud peaaegu ühe ööpäevane ajavahe (täpsemalt — 23 tundi 6 minutit ja 43 sekundit) keskmise aasta pikkuse aeglase muutumise tõttu. Seepärast oli tol ajal sügisene pööripäev ööpäeva võrra varem kui praegu.

[2] Sankülotid (pr. *sans-culottes* «ilma põlvpüksteta») — pikki pükse kandvate revolutsionääride ja lihtrahva nimetus Prantsuse kodanliku revolutsiooni päevil. *Tõlk.*

«Preestrid määrasid igale päevale mingi väljamõeldud pühaku mälestuse. Selles nimistus pole ei mõtet ega meetodit. See on vale, pettus ja šarlataansuse kogu.»

Pärast paljusid vaidlusi ja ümbertegemisi kinnitas Konvent päevade ja kuude uued nimetused.

Dekaadi päevad said oma nimetused ladinakeelseist järgarvudest, millele lisati ladinakeelsest sõnast *dies* «päev» tuletatud lõpp *-di*. Esimene päev kandis nime *primidi*, teine — *duodi*, kolmas — *tridi*, ja edasi: *quartidi*, *quintidi*, *sextidi*, *septidi*, *octidi*, *nonidi*, *décadi*. Kümnes päev — *décadi* — oli pühapäev, pidupäev.

Nii oli prantsuse revolutsioonikalendris 41 püha aastas, ja nimelt — 36 dekadid ja 5 sankülotiidi.

Õnnestunult olid välja mõeldud kuude nimetused. Kuud, mis moodustasid ühe aastaaja, olid ühesuguse lõpuga, mille poolest nad erinesid teiste aastaaegade kuude nimetustest. Kolmel sügiskuul olid järgmised nimetused: *vendémiaire* — viinamarjade kogumise kuu, *brumaire* — udude kuu, *frimaire* — külmakuu. Kõigi sügiskuude nimetuste lõpuks oli *-aire*.

Talvekuud: *nivôse* — lumekuu, *pluviôse* — vihmakuu, *ventôse* — tuulekuu. Nende nimetuste lõpuks oli — *ôse*.

Kevadkuud: *germinal* — idanemiskuu, *floréal* — õiekuu, *prairial* — aasade kuu. Nende kuude nimetuste lõpuks oli *-al*.

Suvekuud: *messidor* — viljade loomise kuu, *thermidor* — palav kuu, *fructidor* — puuviljade kuu. Nende nimetuste lõpuks oli *-or*.

Kiriklaste raevukast vastupanust hoolimata hakkas revolutsioonikalender tungima rahva ellu-ollu ja sellega hakati juba harjuma. Ometi

kehtis see kalender lühikest aega, ainult 12 aastat.

1. septembril 1805 kõrvaldas selle käibelt keiser Napoleon ja Prantsusmaa hakkas jälle vana kirikukalendrit tarvitama.

Kuuskümmend viis aastat hiljem Pariisi Kommuuni ülevatel ja heroilistel päevadel võeti revolutsioonikalender uuesti tarvitusele. Ta kehtis kaks kuud — 1871. aasta märtsis ja aprillis. Kommuuni hukuga hävitati revolutsioonikalender teistkordselt.

Prantsuse revolutsioonikalendri suureks eeliseks oli lihtsus ja selgus.

Selle kalendri puuduseks oli liiga pikk töönädal: üheksa argipäeva järjest ja alles kümnes oli puhkepäev. Ebaotstarbekalt paigutusid ka lisapäevad — sankülotiidid. Need olid seatud aasta lõppu ja seetõttu jaotusid pühad aastas väga ebaühtlaselt.

Peale prantsuse revolutsioonikalendri on teadlased mitmel korral arutanud ka muid projekte.

Uue kalendri aluseks võib näiteks võtta vana-vene kalendri. Nagu mõned ajaloolased arvavad, ei koosnenud vana-vene kalendris aasta mitte kaheteistkümnest, vaid kolmeteistkümnest kuust. See muutis ajaarvamise väga lihtsaks. Aastas on 52 nädalat. Arv 52 jagub jäägitult 4-ga. Saadakse 13 kuud, igas kuus 28 päeva ehk 4 nädalat. Iga kuu esimene päev on alati esmaspäev, teine päev — teisipäev ja nii edasi.

Üht päeva, liigaastail aga kaht päeva, mis jäävad 52 nädalast üle, võib lugeda nende hulgast välja. Need on pühad, uusaastapäevad.

Ka liigaastate vaheldumise võib korrapäraseks muuta, kui võtta kasutusele professor Mädleri projekt. See teadlane juhatas Tartu ülikooli

observatooriumi pärast seda, kui selle eelmine juhataja Friedrich Georg Wilhelm Struve määrati Pulkovo observatooriumi direktoriks.

Mädler tegi ettepaneku jagada 8 liigaastat senise 32 aasta asemel 33 aasta peale. Niisugune muudatus kõrvaldab liigaastate järjestuses ebamugava lünga sajandi lõpus ja suurendab kalendri täpsust.

Säärane kalender oleks kahtlemata praegusest kalendrist kohasem.

On tehtud isegi ettepanekuid nädala lühendamiseks laupäeva kaotamise arvel. Kuuepäevane nädal annaks võimaluse jagada aasta 12 kuuks, igaühes täpselt 30 päeva. Igas kuus oleks viis nädalat.

Aasta niisuguse jaotuse puhul jääks samuti nagu prantsuse revolutsioonikalendris üle viis «järelevalveta» päeva. Neil pole muidugi mingit mõtet aasta lõppu koguda ja seal pühade «tulva» korraldada. Palju mõistlikum on neid kuude vahele paigutada. Detsembri ja jaanuari vahel oleks uusaasta, aprilli ja mai vahel maipüha, oktoobri ja novembri vahel kaks oktoobripüha, novembri ja detsembri vahel konstitutsioonipäev.

Kalendrit võib osalt parandada ka kuude pikkuse reguleerimise teel. Selle projekti kohaselt jaguneb aasta neljaks kvartaliks — neljaks aastaajaks. Iga kvartali esimeses kuus, see on jaanuaris, aprillis, juulis ja oktoobris, peaks olema 31 päeva, kõigis ülejäänud kuudes aga 30 päeva. Üldse oleks igas kvartalis 13 nädalat ehk 91 päeva. Kõik muu jääks kalendris muutmata.

Head kalendrit välja mõelda on täiesti võimalik ja tegelikult ongi see juba tehtud. Jääb üle vaid sadade ettepanekute hulgast kõige parem

välja valida. Raskus on aga selles, et ükski riik ei saa eraldi isegi kõige paremat kalendrit kehtestada.

Kõik riigid maailmas on mitmesuguste kultuurialaste, äriliste ja kaubanduslike lepingutega, kaubahangetega, rahaliste maksetega vastastikuste teenete eest ja laenukohustustega nii tihedasti seotud, et pärast täiustatud ajaarvamise kehtestamist on iga maa sunnitud pidama kahekordset kalendrit, üht oma ja teist vana, rahvusvahelist kalendrit.

See tekitab aga niisugust segadust, mis toob rohkem kahju, kui sellest heast kalendrist kasu võiks saada.

Üks, kuigi ebaotstarbekas kalender on võrratult parem kui kaks isegi kõige kohasemat kalendrit — nii kinnitavad õigusega asjatundjad.

Kalendri ümbertegemisele saab asuda alles kogu maakera suurriikide rahvusvahelise kokkuleppe alusel.

Kord on juba tehtud katset kalendrit täiustada. Kuni Teise maailmasõja alguseni tegutses rahvusvaheline organisatsioon, mida kutsuti Rahvasteliiduks. Rahvasteliidu nõukogu juures oli kalendrireformi komitee. See komitee asus tööle 1923. aastal ja vaatas läbi 200 kalendri ümbertegemise projekti. Kahesajast projektist valis komitee välja kaks. Esimese projekti kohaselt oleks aastas 13 kuud, igas kuus 28 päeva ja lisaks üks uusaastapäev. Teise projekti järgi koosneks aasta neljast kvartalist, igaühes 91 päeva. Neli kuud sisaldasid 31 päeva, kaheksa aga 30 päeva.

Rahvasteliidu nõukogu võttis vastu ja kinnitas teise projekti.

Kõik riigid pidid uue kalendri kehtestama 1. jaanuaril 1939.

Kuid ähvardav maailmasõda segas kalendrireformi teostamist.

Pärast Teist maailmasõda võeti kalendriküsimus uuesti Ühinenud Rahvaste Organisatsioonis arutamisele. Algatajaks oli sel korral India, kus kalendri reformimise küsimus oli eriti terav ega kannatanud enam edasilükkamist. Indias loodi eriline rahvuskomitee eesotsas kuulsa teadlase, füüsikaprofessor Meghnad Sahaga.

Enamik kogu maailma maid, sealhulgas kõik Euroopa riigid, toetasid uue kalendri kehtestamise mõtet. Seda nimetati ülemaailmseks kalendriks.

Nagu juba märkisime, jaguneb aasta ülemaailmses kalendris neljaks täiesti ühesuguseks 91-päevaseks kvartaliks, kusjuures kvartali esimeses kuus on 31 päeva, ülejäänud kahes kuus aga 30 päeva. 91 jagub jäägitult 7-ga, seepärast ongi igas kvartalis täpselt 13 nädalat. Kuna neli korda 91 on aga ainult 364, siis jääb üks päev üle, mida soovitatakse pidada ülemaailmseks rahupühaks. See kavatsetakse pühitseda päris aasta lõpul, enne uusaastat. Liigaastail ilmub veel üks selline «kalendriväline» päev, mis peab samuti olema rahvusvaheliseks pühaks ja mida tuleb pühitseda enne 1. juulit.

Ülemaailmses kalendris ei paigutu nädalapäevad enam aastast aastasse ümber nagu meie praeguses kalendris, vaid jäävad alati ühele ja samale kohale paigale. Seejuures jäävad kuude nimetused endiseks ja uusaasta, 1. jaanuar on alati pühapäev, samuti nagu kõigi ülejäänud kvartalite esimesed päevad: 1. aprill, 1. juuli ja 1. oktoober. Lehekülgedel 106 — 107 on esitatud niisuguse kalendri projekt.

Ülemaailmse kalendri kehtestamine võimaldaks lisaks mugavale käsitsemisele, mis on tingitud kuude ühtlasemast pikkusest, veel tohutu suurt kokkuhoidu: poleks ju enam vaja trükkida mitmemiljonilistes tiraažides kõikvõimalikke iga-aastasi laua-, seina-, tasku- ja muid kalendreid. Neid kõiki asendaks alatiseks koostatud ülemaailmse kalendri iga-aastane tabelkalender!

Kõiki neid paberimägesid, mis praegu kuluvad kalendrite trükkimiseks, võiks kasutada muuks, vajalikumaks otstarbeks. Praeguste kalendrite peamiseks ülesandeks on ju näidata, missugusele kuupäevale mingi nädalapäev langeb.

Uus kalender kavatseti kehtestada 1. jaanuaril 1956, mis langes pühapäevale. Nõukogude Liit koos maailma teiste suurriikide — Inglismaa, Prantsusmaa ja Hiinaga — avaldas nõusolekut uue kalendri vastuvõtmiseks, muidugi tingimusel, et enamik maid sellele üle läheb.

Kuid viimasel hetkel teatasid Ameerika Ühendriigid ootamatult, et nad loobuvad uue kalendri kehtestamisest, kuigi projektide arutamisel erikomisjonis olid nad ülemaailmse kalendri projekti kõige paremaks tunnistanud. Ehkki see põhjustas protestitormi kõigis maades, sealhulgas ka Ameerika Ühendriikide silmapaistvate teadlaste ja ühiskonnategelaste hulgas, tuli projekti rakendamine edasi lükata. Ameerika Ühendriikide keeldumise põhjuseks oli mõnede mõjukate religioossete organisatsioonide vastuseis. Ameerika usuühingud ei nõustunud sellega, et uues kalendris on päevade järgnevus rikutud ülearuse rahupüha tõttu.

Nüüd tuli uuesti oodata, millal 1. jaanuar pühapäevale langeks. See toimus 1. jaanuaril 1961, kuid ka nüüd ei võetud uut kalendrit vastu. Selle

Ülemaailmne kalender
(aastas 12 kuud)

I kvartal	Jaanuar					Veebruar					Märts				
Pühapäev	1	8	15	22	29	—	5	12	19	26	—	3	10	17	24
Esmaspäev	2	9	16	23	30	—	6	13	20	27	—	4	11	18	25
Teisipäev	3	10	17	24	31	—	7	14	21	28	—	5	12	19	26
Kolmapäev	4	11	18	25	—	1	8	15	22	29	—	6	13	20	27
Neljapäev	5	12	19	26	—	2	9	16	23	30	—	7	14	21	28
Reede	6	13	20	27	—	3	10	17	24	—	1	8	15	22	29
Laupäev	7	14	21	28	—	4	11	18	25	—	2	9	16	23	30

II kvartal	Aprill					Mai					Juuni				
Pühapäev	1	8	15	22	29	—	5	12	19	26	—	3	10	17	24
Esmaspäev	2	9	16	23	30	—	6	13	20	27	—	4	11	18	25
Teisipäev	3	10	17	24	31	—	7	14	21	28	—	5	12	19	26
Kolmapäev	4	11	18	25	—	1	8	15	22	29	—	6	13	20	27
Neljapäev	5	12	19	26	—	2	9	16	23	30	—	7	14	21	28
Reede	6	13	20	27	—	3	10	17	24	—	1	8	15	22	29
Laupäev	7	14	21	28	—	4	11	18	25	—	2	9	16	23	30

30 a[1]

III kvartal	Juuli					August					September				
Pühapäev	1	8	15	22	29	—	5	12	19	26	—	3	10	17	24
Esmaspäev	2	9	16	23	30	—	6	13	20	27	—	4	11	18	25
Teisipäev	3	10	17	24	31	—	7	14	21	28	—	5	12	19	26
Kolmapäev	4	11	18	25	—	1	8	15	22	29	—	6	13	20	27
Neljapäev	5	12	19	26	—	2	9	16	23	30	—	7	14	21	28
Reede	6	13	20	27	—	3	10	17	24	—	1	8	15	22	29
Laupäev	7	14	21	28	—	4	11	18	25	—	2	9	16	23	30

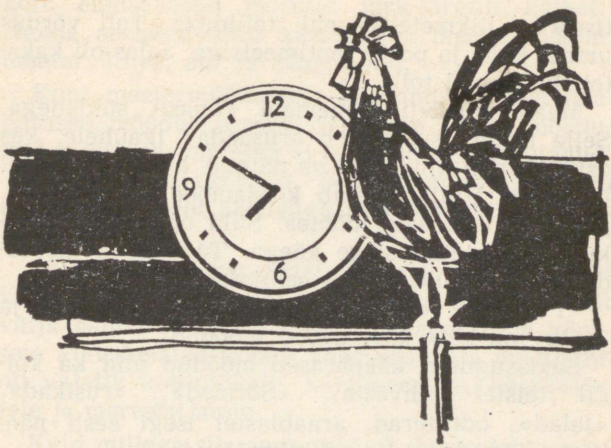
IV kvartal	Oktoober					November					Detsember				
Pühapäev	1	8	15	22	29	—	5	12	19	26	—	3	10	17	24
Esmaspäev	2	9	16	23	30	—	6	13	20	27	—	4	11	18	25
Teisipäev	3	10	17	24	31	—	7	14	21	28	—	5	12	19	26
Kolmapäev	4	11	18	25	—	1	8	15	22	29	—	6	13	20	27
Neljapäev	5	12	19	26	—	2	9	16	23	30	—	7	14	21	28
Reede	6	13	20	27	—	3	10	17	24	—	1	8	15	22	29
Laupäev	7	14	21	28	—	4	11	18	25	—	2	9	16	23	30

30 a[2]

[1] Liigaasta päev.
[2] Rahu ja rahvaste sõpruse päev (iga-aastane rahvusvaheline püha).

pooldajad on aga otsustanud jätkata oma jõupingutusi, et uus kalender lõpuks ometi maksma hakkaks,

Niisiis näeme, et meie päevil on kalendriküsimus astronoomia raamidest täiesti väljunud, sest gregooriuse liigaastate süsteem on selleks küllalt täpne, et inimkonna vajadusi rahuldada. Praegu piirdub küsimus ainult sellega, kuidas kõige lihtsamalt ja otstarbekohasemalt päevi kuude vahel ära jaotada.



Neljas peatükk

KUNSTLIKUD «AJA MÕÕDUD»

«Päikese sammude» avastamine

Muistsetes raamatutes mainitakse sageli mitmesuguseid imelikke mõõtusid. On teada, et näiteks 1200 aastat tagasi maksis Derbendi linn Pärsia vesiir Mervanile kakskümmend tuhat «peotäit» nisu tribuuti.

Novgorodis, kui teda veel aupaklikult «Härraks Suur-Novgorodiks» nimetati, müüsid kaupmehed punutud paela, sametit ja pitsi «küünra» viisi. Küünar oli vana vene mõõt. Aja jooksul tõrjuti see teiste mõõtude poolt välja ja jäi järk-järgult unarusse. Selle asemele tulid uued mõõdud: «samm» ja «jalg».

Sammumõõtu kutsuti ka arssinaks. Jalg aga jagunes omakorda väiksemateks osadeks «nime-

tissõrme liikmeteks» ehk tollideks. Toll võrdus umbes kahe ja poole sentimeetriga. Jalas oli kaksteistkümmend tolli.

Maad mõõdeti Venemaal vanasti süldadega. Selle mõõdu suurus on arusaadav igaühele, kes oskab krooli ujuda või on näinud, kuidas sel viisil ujutakse. Ujuja sirutab kordamööda käed ette, just nagu süldasid mõõtes. Süld on inimese pikkus ülestõstetud sirge käega. Tänapäeva mõõtudes võrdub süld 213,3 sentimeetriga.

«Peotäis», «küünar», «samm» ehk arssin ja «jalg» on kõik käepärased mõõdud.

Samasugused käepärased mõõdud olid ka kõigil teistel rahvastel. «Sõrmed», «rusikad», «jalad», odraterad, araablastel isegi eesli näokarva jämedus, olid pikkusmõõtudeks.

Täpsuse ja otstarbekohasuse poolest nad just silma ei paistnud.

Möödunud sajandeil näiteks eelistati idamail kaupu osta suurekasvuliste müüjate käest, sest neil oli küünarvars pikem. Kaupmehed jälle, vastupidi, valisid endale poeselle palgates kõige lühemate kätega inimesi, et oleks kergem ostjate kahjuks mõõta. On arusaadav, et niisugune mõõtmisviis aja jooksul käibelt kadus.

Kõik riigid kehtestasid oma mõõdud seadusega, määrasid täpselt nende suuruse, valmistasid näidised ja jälgisid rangelt, et kõik ainult õigeid mõõtusid kasutaksid. Kuid igas riigis kehtivad erinevad mõõdud takistasid suuresti rahvusvahelist kaubandust. Arssinad tuli ümber arvutada jalgadeks, jardideks, tuaasideks; perkovetsid bussèliteks, galloniteks või toopideks. Paljudel erinevatel mõõtudel olid ühesugused nimetused: juba tolle üksi oli Euroopas viis, ja kõik nad erinesid üksteisest. Viimase sajandi jooksul kadusid

kõik endisaegsed mõõdud järk-järgult käibelt. Nende asemele tulid kaasaegsed meetermõõdud: meeter, liiter, aar ja kilogramm.

Kuni meetermõõdustiku leiutamiseni olid käepärased mõõdud ainsad, sest teisi mõõte mööda ei tundnud sajandite inimesed ei tundnud ega kasutanud. Kaubanduse, käsitöö, sõjaasjanduse ja kogu ühiskondliku elu arenguga seoses tekkis vajadus ka aega mõõta.

Sõja ajal võõral maal laagris olles, samuti kindlusemüüridel ja valitsejate losside juures tuli välja panna vahtkondi, neid õigeaegselt ja võrdsete ajavahemike tagant vahetada. Aja mõõtmine oli vajalik kohtunikele, kaupmeestele, käsitöölistele ja meresõitjatele.

Kuid millega siis aega mõõta? See pole ju pits, mida on lihtne mõõta küünraga. Aega ei saa peoga puistata ega ämbriga valada. Käepärast mõõtu aja jaoks polnud, kuid inimesed tundsid tol kaugel ajastul ainult käepäraseid mõõtusid.

Maa ja taevakehade liikumine andis inimestele suured ajaühikud — aasta, kuu, nädala, päeva ja ööpäeva. Ööpäeva osi aga polnud millegagi mõõta.

Ööpäeva jaotamisel kasutasid muistsed rahvad neid nähtusi, mida nad endi ümber tähele panid. Vene inimesed jaotasid juba iidsel ajal ööpäeva valguse järgi, tehes vahet koidu, päikesetõusu, hommiku, keskpäeva, õhtu, päikeseloojaku, videviku ja öö vahel . . . Kella aset täitis neil ka isu. Näljatunne teatas hommikueine, lõunaoote, lõuna- ja õhtusöögi aega.

Atlandi ookeani ääres elavad rahvad, samuti ka novgorodlased, kes olid asunud Jäämere kallastele, kasutasid merd omamoodi kellana — mõõna ajal läksid nad kalapüügile, tõusu ajal,

kui vesi ise paadi randa kannab, tõttasid nad koju.

Orjapidajad rahvad, kes tihti sõdu pidasid ja vange orjadeks võtsid, pidasid kinni sõjalisest päevakavast. Nende päev jagunes valvekordadesse vastavalt tunnimeeste vahetuse arvule kindlusemüüridel või välilaagri ümber.

Öösiti arvasid inimesed aega tähtede järgi või kuulasid kõige vanema äratuskella — kuke — signaale. Ka tänapäeval mõõdavad vanad ja elatanud inimesed mõnikord ööd kukelaulu järgi: «esimese kukelaulu aegu», «teise kukelaulu aegu».

Need kõik olid väga ebamäärased ajavahemikud. Pilves ilmaga pole Päikese tõusu ega loojakut näha, koit ja eha aga on tavalisest pikemad. Tõus ja mõõn ei alga kindlal ajal, sest nad sõltuvad Kuu asendist taevavõlvil. Vahtkondade määramisel tuleb aga samuti, et mitte meelevaldselt toimida, tugineda mingile aja mõõtmise viisile.

Elu ise nõudis enam-vähem võrdsete ajavahemike mõõtmist. Ööpäeva piirides aga aega mõõta ei saanud, sest selle jaoks ei olnud mõõtu.

Õpetlaste ette kerkis ülesanne: kasutades käepäraseid mõõtühikuid, see tähendab jalga, küünart ja peotäit, luua ühik aja mõõtmiseks, leiutada tund ja minut.

Babüloonia astronoomid osutusid väga leidlikeks: nad mõõtsid ööpäeva ära sammudega, kuid mitte inimese, vaid Päikese sammudega.

Babüloonia astronoomid kujutasid mõttes ette, et Päike ei liigu taevavõlvil sujuvalt, vaid väikeste tõugete kaupa. Ta nagu teeks sammusid, mis on võrdsed ta kahe diameetriga.

Liikudes sel kombel päeva jooksul tõusust loojakuni, teeb Päike 180 «sammu». Kuna öö võr-

dub ligikaudu päevaga, siis «sammub» Päike oma öise teekonna kestel Maa all veel 180 korda. Päikese kogu ringtee võrdub seega 360 «sammuga».

Babüloonia õpetlastelt said Päikese sammudest teada kreeklased. Viimastelt võtsid selle omakorda üle roomlased. Päikese teekonna jagamine 360 osaks sai roomlaste kaudu tuttavaks kõigile kaasaegseile rahvaile ja praegu kasutame seda pidevalt. Ainult sõnade «Päikese samm» asemel ütleme lühidalt «kraad». «Kraad» on tuletatud ladinakeelsest sõnast *gradus*, mis tähendab «samm».

Tänapäeval nimetame kraadiks üht kolmesaja kuuekümnendikku osa ükskõik missugusest ringjoonest. Nii suured kui ka väikesed ringjooned, nii lõpmata suur taevaekvaator, meridiaanid ja paralleelid kui ka kopikalise mündi ümbermõõt sisaldavad võrdselt 360 kraadi.

Kraad on nurga ja kaare mõõtühik.

Nurkade mõõtmiseks kasutatakse lihtsat seadist malli — joonlauaga varustatud poolringi, millele on peale kantud kraadijaotused.

Lihtne ja sobiv sõna «kraad» levis laialdaselt. Nii näitab termomeeter temperatuuri «samme». Kraadidega mõõdetakse fotoplaatide tundlikkust, hapete ja piirituslahuste kangust jne. Kuid neil kraadidel pole mingit tegemist Päikese sammudega.

Babüloonia astronoomid, kes jaotasid Päikese teekonna 360 sammuks, valisid «Päikese sammu» ajaühikuks.

Päev jaotati Babüloonias tundideks aasta eeskujul: nagu aastas on 12 kuud, nii jaotati ka päev kaheteistkümneks tunniks, kusjuures iga tund koosnes viieteistkümnest Päikese sammust.

Sellest, et ka öö osadeks jaotada, ei olnud esialgu juttugi. Öösel elu vaibub ning öise aja jagamiseks võrdseiks osadeks pole nii suurt vajadust. See vajadus tekkis hiljem, seoses linnaelu arenemisega.

Pealegi ei osatud Babülonis valmistada kelli, mis ka öösel oleksid näidanud. Tollal kasutati peamiselt päikesekelli, mis töötavad ainult päeval. Seepärast jäi öö tundideks jaotamata. Kuid päeval algas ajaarvamine päikese tõusust ja lõppes õhtul. Tunnid olid ainult päeval ja just nagu kummist; nad võisid pikemaks venida ja ka lüheneda. Suvel, kui päev on pikk, muutub ka iga tund pikemaks. Talvel aga, vastupidi, muutuvad tunnid lühemaks.

Meile paistab selline kord veidrana, kuid Babülonis peeti seda arvatavasti otstarbekaks ja õigeks. Suvel, kibedal tööajal, tuli hea saagi kindlustamiseks niikuinii töötada rohkem, seetõttu oli hea, et päev ja tund just nagu põlluharijat abistades pikemaks muutusid.

Babüloonlastel oli veel üks iseärasus, mis oli seotud arvutussüsteemiga, nende aritmeetikaga (lähemalt räägime sellest järgmises peatükis). Nii nagu meie oleme nüüd harjunud arvutuse aluseks pidama kümmet, mis võrdub sõrmede arvuga, oli babüloonlaste arvutuse aluseks kuuskümmend. See ongi põhjuseks, miks me nurkade arvutamisel puutume sageli kokku kuuekümnega kordsete arvudega, nagu 360 kraadi ringis, 60 minutit nurgakraadis, 60 sekundit nurgaminutis jne. Täpselt samuti on tundide arv (12), milleks babüloonlased oma päeva jaotasid, lihtmurd kuuekümnest.

Nagu võib otsustada kroonika järgi, ei tundnud vene inimesed vanasti päeva jaotamist tundi-



deks, kuid sõna «tund»[1] oli vene keeles olemas juba igivanast ajast. See sõna aga ei tähendanud tollal üht kahekümne neljandikku ööpäevast, vaid tal oli hoopis teine tähendus.

Kui jälgida tänapäeva vene keelt, siis on kohe märgata, et me sageli ei kasuta sõna «tund» hoopiski mitte ajaühiku tähenduses. Keeleteadlased on loendanud sõna «tund» üheksa eri tähendust, kuid ainult üks neist tähistab ajaühiku mõistet.

Kui koos kalendriga võeti kasutusele ka ööpäeva jagamine tundideks, anti sõnale «tund» uus tähendus — kahekümne neljandik osa ööpäevast.

Laenates ööpäeva jaotuse tundideks, kohandasid vene inimesed selle oma elulaadiga. Nad ei

[1] Vene k. час. *Tõlk.*

jaganud päeva kaheteistkümneks, nagu tegid teised rahvad, vaid seitsmeteistkümneks tunniks. Nagu juba märgitud, tõusti Venemaal üsna vara. Tööpäev oli väga pikk ja venelased hakkasid tunde lugema ärkamise momendist alates, seega umbes kella neljast-viiest hommikul. Suvine päev vältas ligikaudu 17 tundi. Moskva laiuskraadil võrdub juunikuu päeva pikkus 17 tunni 34 minutiga. Siit tuligi päeva jaotamine 17 tunniks.

Järelikult, kui kroonikakirjutaja teatab, et «kell 3 päeval on päikesevarjutus», siis vastab see meie tundide arvestuse järgi umbes kella kaheksale hommikul.

Täpselt samuti omamoodi jagasid vene inimesed ka tunni väiksemateks osadeks. Nähtavasti ei võtnud nad esialgu omaks, et tunnis on 60 minutit. Arvutamine tosinate ja kuuekümnetega oli meie rahvale võõras. Venemaal eelistati arvutamist viie kaupa.

Diakon Kirik mainib oma teoses, et tund koosneb viiest osakesest, iga osake aga jaguneb viieks väiksemaks või teiseseks osakeseks. Need teisesed osakesed omakorda jagunevad viieks kolmandaseks osakeseks. Viieks jagamist kordab Kirik seitse korda. Olles kokku tunnis üles lugenud 68 125 üsna pisikest osakest, mainib Kirik, et «rohkem enam ei ole».

Kas Venemaal minutite ja sekundite asemel osakesi ja pisiosakesi loendati, on teadmata, sest peale Kiriki teose seda kuskil mainitud ei ole.

Tunni jaotamine tänapäeval 60 minutiks ja minuti jaotamine 60 sekundiks toimub analoogiliselt kraadide jaotamisega minutiteks ja sekunditeks. Nagu näeme, on sellel omapärasel arvestusviisil oma ajalugu, mis näitab, et aja mõõdud

kujunesid välja antiikmaailmas tarvitusel olnud arvutussüsteemist ja kaubanduslikest iseärasustest tingituna.

Miin, mis sünnitas minuti

Babüloonias ei arvutatud kümnete ja sadade kaupa. Nagu teame, valitses seal teistsugune ja üsnagi omapärane kord, mis oli tekkinud kahe rahva, sumerite ja akadlaste kokkusulamise tulemusena.

Umbes kuus tuhat aastat tagasi elasid Tigrise ja Eufrati jõe orus sumerid. See oli küllalt kõrge kultuuriga rahvas. Sumerid oskasid maad harida, karja kasvatada, tundsid kauplemist ja käsitööd. Tööriistu valmistasid nad rauast. Ka leiutasid nad oma kirja, kaaluühikud ja kalendri algmed.

Neljandal aastatuhandel enne meie ajaarvamist tulid Araabiast Tigrise ja Eufrati orgu, mida juba asustasid sumerid, teised suguharud — akadlased. See rahvas jäi oma arengutasemelt sumeritest maha.

On teadmata, kas akadlased sõdisid sumeritega või hakkasid mõlemad rahvad rahulikult koos elama. Lõppude lõpuks sulasid sumerid akadlastega täiesti ühte. Nad moodustasid ühe rahva, kes rajas võimsa ja rikka Babüloonia riigi.

Enne akadlastega ühinemist oli sumeritel peamiseks kaaluühikuks «miin». Meie mõõtude kohaselt võrdus miin ligikaudu poole kilogrammiga. Kaubanduslike tehingute puhul maksid sumerid müntide asemel ühe miini raskuse hõbedatükiga. Niisugust tükki, millel oli tsaarivalitsuse tempel, nimetati Venemaal samuti miiniks.

Akadlaste kaaluühikut nimetati seekliks. See oli ligikaudu 60 korda miinist väiksem.

Kui need rahvad ühte sulasid, jäid mõlemad mõõduühikud — nii seekel kui ka miin — võrdselt kehtima. Sumeri kaupmehed vahetasid meeleldi miini hõbedat 60 seekli vastu, akadlased aga võtsid 60 seekli eest vastu ühe miini.

Miin hakkas Babülonis täitma samu ülesandeid, mis meil rubla, seekel aga oli kopika eest.

Babülon oli elavas kaubavahetuses naabermaadega, müües neile vilja, villa, datliõli ja ostes rauda, mett, puitu ning mitmesuguseid ehitusmaterjale. Need kaubad on kõik raske kaaluga ja vana mõõtühik miin jäi nende puhul väikeseks. Tekkis uus ning suurem mõõtühik — talent.

Babüloonlased olid harjunud miini võrdsustama 60 seekliga. Seepärast tegid nad talendi 60 korda miinist suuremaks. Taoline kord lihtsustab tunduvalt arvutamist, sest tuleb jagada ja korrutada ühe ning sama tuntud ja tavaliselt kasutatava arvuga.

Niisugusest ühetaolisusest peame kinni meiegi, ainult et meil on detsimaalsüsteem — meie arvutame kümnete, sadade ja tuhandetega. Seepärast ongi meil tonn tuhat korda suurem kilogrammist, kilogramm aga on tuhat korda suurem grammist.

Babülonis osteti ja müüdi kaupa, kaaludes seda talentide, miinide ja seeklitega. Kauba eest tasuti samuti hõbetalentide, -miinide ja -seeklitega. Seega võis tükk hõbedat algul olla kaaluühikuks, pärast aga muutus see kaaluühik mündiks.

Nii kaalu- kui ka rahaühikud olid Babüloonias ühesugused ja mis peamine, nad kõik olid arvu kuuskümmend kordsed. Ei ostjail ega müüjail tulnud kokku puutuda arvudega 70, 80, 90, 100, 110. Niisuguseid arve polnud neil vaja. Meie arvu 71 lugesid nad kuuskümmend ja üksteist, 135 aga — kaks korda kuuskümmend ja viisteist. Arv

kuuskümmend täitis neil samasugust osa nagu meil sada või kümme.

Nii tekkiski Babüloonias huvitav arvutuse kuuekümnendsüsteem. Seni kui polnud leiutatud tehteid murdarvudega, oli kuuekümnendsüsteem väga mugav kaubanduses ja üldse igapäevases elus. Asi seisab selles, et 60 jagub jäägitult arvudega 2, 3, 4, 5 ja 6.

Selle korra võtsid babüloonlased kasutusele ka oma ajaarvamisse. Nagu talent koosnes 60 miinist, nii jaotati ka tund 60 minutiks[1].

Hiljem, kui tekkis vajadus veelgi väiksema ajaühiku järele, leiutati sekund, kuid vana korda rikkuma ei hakatud. Sekund muudeti minutist 60 korda väiksemaks.

Tunni jaotamise 60 osaks laenasid babüloonlastelt kõik teised rahvad.

Teadlased on mitu korda arutanud, kas poleks otstarbekas loobuda ajaarvamise kuuekümnendsüsteemist ja ühtluse mõttes meetermõõdustikuga üle minna tavaliseks muutunud kümnendsüsteemile. Muidugi oleks ühtne süsteem lihtsam ja mugavam.

Suure Prantsuse revolutsiooni päevil tehti koos meetermõõdustiku kehtestamisega ka ettepanek ajaarvamist muuta: jagada ööpäev 10 tunniks, tund 100 minutiks ja minut 100 sekundiks.

Seda ettepanekut aga ei õnnestunud ellu viia.

XIX sajandil soovitasid prantsuse astronoomid rahvusvahelisel konverentsil uuesti kehtestada

---

[1] Sellest ei tule siiski järeldada, et sõna «minut» on moodustunud sõnast «miin». See on ainult juhuslik kokkusattumus. Minut on ladina keelest pärinev sõna ja tähendab eesti keeles «väike, tilluke», märkides seega väikest tunniosa. Sekund aga tähendab «teine» ja selle all mõeldakse teist väikest tunniosa.

sajaminutiline tund. Nende ettepanek lükati aga tagasi. Ajaarvamises kehtiva korra muutmine on peaaegu teostamatu üritus.

Oletame näiteks, et on otsustatud kehtestada sajaminutiline tund. Mida tuleks selleks teha?

Kõigepealt tuleks kellatehastes kogu sisseseade muuta, valmistada kümneid miljoneid uusi kelli teistsuguste mehhanismide ja numbrilaudadega.

Tunni jaotamine 3600 sekundiks on vahetult seotud kraadide ja nurkade mõõtmisega.

Kõik maa- ja tähekaartide meridiaanid ja paralleelid on jagatud kraadideks, minutiteks ja sekunditeks. Uue ajaarvamise kehtestamiseks tuleks uuesti trükkida kõik geograafilised, topograafilised, mere- ja tähekaardid, ümber teha kõik astronoomilised, geodeetilised ja meresõiduinstrumendid. Hiljem tuleks uuesti koostada kõik käsiraamatud, tabelid, tähekataloogid ja -nimestikud, samuti kõik matemaatilised valemid, mille koosseisus esineb ajategur. Tuleb uutega asendada kõik füüsika-, geomeetria-, trigonomeetria ja paljude muude erialade õpikud.

Kõik see nõuab kolossaalseid summasid. Ükski riik ei söanda assigneerida ja kulutada neid aasta või isegi mitme aasta kestel.

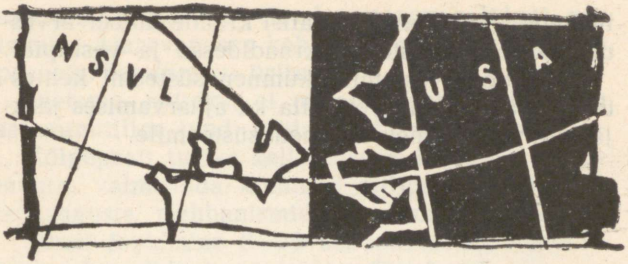
Kuid järkjärguline üleminek on täiesti võimalik. Viimasel ajal toodetakse üha rohkem astronoomilisi ja geodeetilisi instrumente, mille limb on jaotatud uutmoodi, kümnendsüsteemi alusel.

Erinevalt tavalisest kraadisüsteemist nimetatakse seda jaotussüsteemi kümnendkraadisüsteemiks.

Iga veerandtund jaotatakse 100 kraadiks. Iga kraad omakorda jaguneb 100 kraadiminutiks, iga minut 100 sekundiks. Juba on välja antud tabe-

lid, mis võimaldavad tavalisi kraade ümber arvestada kümnendsüsteemi kraadidesse ja vastupidi.

Nurkade arvestamise kümnendsüsteemi kehtestamise järel algab võib-olla ka ajaarvamises järkjärguline üleminek kümnendsüsteemile.



Viies peatükk

VÖÖNDIAJA KEHTESTAMINE

Vaidlus ööpäeva alguse üle

Babüloonia rahvad arvasid, et Päikese loojumisega lõppes ka ööpäev. Algav öö aga kuulub juba järgmisse ööpäeva. Niisugune arutlus on täiesti ratsionaalne ja sellele on raske vastu vaielda.

Egiptlased mõtlesid teisiti. Neil algas ööpäev Päikese tõusuga. Äsja lõppenud öö kuulus möödunud ööpäeva juurde. Ka see arvamus on ratsionaalne ning sellele on samuti raske vastuväidet leida.

Vene inimesed aga arvasid ennevanasti oma moodi. Nad ei teadnud, mis tähendab ööpäev. Päev ja öö, valgus ja pimedus näisid neile sobimatute vastanditena, nagu valge ja must või hea ja halb. Nad ei suutnud isegi ette kujutada, et päeva ja öö võiks üheks mõisteks — ööpäevaks liita.

Sõna «ööpäev» polnud veel vene keeles olemaski. See tekkis alles käesoleval aastatuhandel. Varem arvestasid kroonikakirjutajad päevi ja öid

eraldi. Ühes vanas ürikus on öeldud: «Kui arvestan aastaid, siis loen ma päevi, aga mitte päevi ja öid». Jutustades mõnest sündmusest, mis vältas kauem kui ööpäeva, kirjutasid kroonikud, et see kestis «2 päeva ja 3 ööd» või «3 ööd ja 4 päeva».

Päev algas vene inimestel väga vara: tõusti ammu enne koitu. Seepärast näis, nagu oleks öö kahte ossa jaotatud. Esimene pool loeti eelmise päeva hulka, teine aga liitus järgmise päevaga.

Nii lahendasid kolm rahvast — babüloonlased. egiptlased ja venelased — igaüks erisuguselt ööpäeva alguse küsimuse. Iga rahvas arvas omamoodi ja igal oli ka omamoodi õigus. Ööpäevas on mitu momenti, mis võivad olla selle alguseks, — nii koit, Päikese tõus, keskpäev, loojang, eha lõpp kui ka kesköö. Inimesed kasutasid seda momenti, mis kõige rohkem nende elulaadile vastas.

Kauges minevikus olid babüloonlased rändrahvas. Karjakasvatajad läksid ühelt karjamaalt teisele edasi peamiselt öösiti. Päev kulus neil aga puhkamiseks ja seepärast algas nende ööpäev õhtuga.

Egiptlased olid juba vanast ajast põlluharijad ja öösel nad tööd ei teinud. Seepärast alustasid nad oma päeva hommikuga.

Venelastel, kes elasid metsarajoonides, oli üsnagi keerukas majapidamine: nad tegelesid nii põlluharimise, karjanduse, aedviljakasvatuse kui ka mesindusega. Nende majanduslik tegevus nõudis hoolt nii päeval kui ka ööl. Seepärast jagasid nad öö pooleks.

Kreeklased, nende järel ka roomlased, alustasid päeva Päikese tõusuga. Üks muistne rahvas aga luges päeva alguseks momenti, mil võis hakata vahet tegema musta ja valge niidi vahel.

Selline olustikuga seotud ööpäeva alguse mää-

ramine kadus järk-järgult tarvituselt. Päike tõuseb ju aasta vältel eri aegadel: suvel varem, talvel hiljem, mistõttu päeva algus on muutuv. Pilves ilmaga, kui Päikest üldse näha pole, on päeva algus ja lõpp ebamäärased: pole ju täpselt teada, kas päev on juba lõppenud või mitte.

Küsimuse lahendamine musta ja valge niidi abil ei andnud samuti tulemusi: terava silmaga inimene suudab nende vahel isegi öösel vahet teha. Nii võis näiteks võlgnik, kes oli lubanud päeva lõpuks laenatud summa ära tasuda, valgeid öid kasutades oma naabri haneks püüda: ta võis viimasele valget ja musta niiti näidata ning öelda: «Vaata, päev pole veel lõppenud — oota veel!»

Hiljem mindi ööpäeva alguse määramisel täpsemale astronoomilisele moodusele üle. Selle võtsid kasutusele kaks antiikaja astronoomi — Hipparhos, kes elas teisel sajandil e. m. a., ja Ptolemaios, kes töötas kolm sajandit hiljem. Kumbki astronoom tegi seda omamoodi: Hipparhos pidas õigemaks ööpäeva alustada kesköö1, Ptolemaios aga keskpäeval.

Aja jooksul võtsid kõik ametiasutused ja kõik kodanikud peale astronoomide vastu Hipparhose ettepaneku. Öösel kõik inimesed magavad ja ööpäeva vahetamine toimub märkamatult ega põhjusta ühiskondlikus elus mingeid häireid.

Astronoomid küll nõustusid selle ettepanekuga, kuid ise nad seda kasutusele ei võtnud. Nemad ju öösiti ei maga, vaid teostavad vaatlusi, ja on väga ebamugav, kui keset tööd ööpäev järsku «üle hüppab»: alles oli «täna», aga juba algab «homme», äkki kadus teisipäev ja algas kolmapäev. Tekivad ülearused märkmed, ülearune segadus.

Peaaegu kaks sajandit pärast Ptolemaiose

surma hoidsid astronoomid oma tavast kinni: astronoomiline ööpäev algas keskpäeval, tsiviilööpäev aga kesköö. Kõik astronoomia observatooriumid jäid oma maa elust poole ööpäeva võrra maha.

1884. aastal nõudis üks astronoome rahvusvahelisel konverentsil visalt, et tsiviilööpäeva algus viidaks üle keskpäevale. See põhjustas ägedaid vaidlusi ja enamik saadikuid, kes esindasid 26 riiki, ei olnud sellega nõus.

On äärmiselt ebaotstarbekas, kui «eile» ja «täna» või «täna» ja «homme» satuvad ühele päevale! Nii juhtub, et hommikust sõite teisipäeval, lõunaajal on juba kolmapäev. Väga rumal olukord!

Nelikümmend aastat hiljem otsustasid astronoomid järele anda ja viia oma ööpäeva alguse kesköö le. 1. jaanuarist 1925 algas kõikides observatooriumides ajaarvamine keskööst. Muidugi pole see astronoomiliste vaatluste ülesmärkimiseks kuigi sobiv, kuid see-eest kadus põhjus lahkheliks, mis oli väldanud peaaegu kaks aastatuhandet.

Teine vaieldav küsimus, ja samuti ööpäeva alguse kohta, lahendati pärast 1884. aasta konverentsi, kuid seekord ei vaieldud selle üle, millal ööpäeva alustada, vaid hoopis selle üle, k u s ööpäeva alustada.

Ööpäeva alguse otsingud

Kaua aega oli uue päeva tekkimise koht mõistatuseks, mis inimesi ääretult huvitas. Iga inimene nägi, et keskpäev saabub idast koos päikesega. Sealtsamast ilmub ka kesköö. Ööpäevad, nädalapäevad — esmaspäevad, teisipäevad, kesk-

nädalad —, kuud ja uus aasta tärkavad kuskil idamaal, libisevad üle Maa ja kaovad lõunde.

Aga kus nimelt tekib uus päev, seda ei teadnud mitte keegi. Ei toonud vastust sellele küsimusele ka meremehed, kes olid sooritanud reise ümber maailma. Just vastupidi, asi läks veelgi keerukamaks, sest meremehed avastasid, et nende reisil võivad väga imelikul kombel isegi terved ööpäevad kaotsi minna.

20. septembril 1519 purjetas Fernão Magalhães viie laeva ja 243-liikmelise meeskonnaga Hispaaniast lõunde, et teha ring ümber maakera. Reis vältas peaaegu kolm aastat ja oli väga raske. Hispaaniasse pöördus tagasi ainult üks laev S. del Cano juhtimisel. Kogu meeskonnast jäi ellu vaid 18 madrust ja ohvitseri, kes olid aga raskest merereisist täiesti kurnatud.

Reedel, 10. juulil 1522 heitis del Cano laev ankru koduranda ja meremehed tõttasid oma perekondade juurde. Enne kaldaleminekut kirjutas del Cano laevapäevikusse saabumise päeva — «9. juuli 1522, neljapäev».

Nende vaprate meeste kangelastegu ja rõõmu kojujõudmise üle tumestas imelik lahkuminek kuupäevades.

«Täna on neljapäev,» väitsid meremehed.

«Ei, te eksite, täna on reede,» vaidlesid rannaelanikud vastu.

«Üheksas kuupäev!»

«Ei, kümnes!»

Vaidlusest said teada ka vaimulikud. Nad süüdistasid meremehi raskes usulises eksimuses. Vaimulike arvates läksid meremehed päevade lugemisega segi ja pidasid seepärast ka pühi argipäevadel. Paastu ajal aga olid nad söönud keelatud roogasid.

Meremehed vandusid, et nad ei ole eksinud. Del Cano näitas laevapäevikut, kuhu meremeestele omase täpsusega olid sisse kantud kõik päevad ja kõik reisi kestel aset leidnud sündmused.

Sissekanded järgnesid korralikult üksteisele ja vahelejätmisi polnud kusagil.

Kuid üks päev jäi ometi puudu. Nad olid siiski reedel tagasi jõudnud. Süütegu oli kindlaks tehtud.

Selleks et pääseda raskemast karistusest, tõttasid meremehed Sevilla katedraali pattu kahetsema. Surmatunnini ei suutnud madrused aru saada, kuhu neil üks päev kadus.

See sai selgeks hiljem, siis kui inimesed veendusid, et Maa tegelikult oma telje ümber pöörleb.

Maakera teeb ühe pöörde 24 tunniga. Ta keerab päikesekiirte poole kord ühe, kord teise külje. See tekitab päeva ja öö vaheldumise. Magalhãesi laevad purjetasid läände ja seega justkui eemaldusid Päikesest, jõudes vähehaaval sellest ette.

Iga päevaga jõudis päikesetõus nendele mõne minuti võrra hiljem järele kui eelmisel päeval. Hilines ka keskpäev ning päikeseloojang. Täpset kella Magalhãesi kaaslastel polnud. Seepärast ei torganud neile silma päeva mõningane pikenemine, mis oli tekkinud nende liikumise tõttu läände. Aja jooksul suurenes see erinevus ikka enam ja enam. Merereisi lõpuks ulatus see terve ööpäevani ja reede muutus ootamatult neljapäevaks.

Miks oli aga erinevus just ööpäeva suurune?

Maakera pöörleb läänest itta, Magalhães aga purjetas idast läände, see tähendab Maa pöörlemisele vastu. Magalhãesi reisi kestel tegi Maa 1024 pööret oma telje ümber. Magalhãesi laev tegi samuti ühe ringi ümber Maa telje, kuid vas-

tupidises suunas. Seepärast loendasidki meremehed teel olles ainult 1023 ööpäeva, see tähendab ühe ööpäeva vähem kui Hispaaniasse maha jäänud inimesed: 1024 — 1 = 1023!

Kui Magalhães oleks valinud teise tee ja laeva lääne asemel itta juhtinud, siis oleks ta Maa pöörlemisega ühes suunas liikunud. Ümber maakera sõites oleks laev teinud veel ühe lisaringi ümber Maa telje. See ring aga oleks lisandunud maakera pöörete arvule ja pikendanud reisi aega ühe ööpäeva võrra. Laevapäevikus oleks sel puhul olnud kirjutatud 11. juuli 1522, seega reede asemel laupäev!

Magalhãesi kaaslased elasid üle palju seiklusi, nägid uusi maid ja rahvaid, tutvusid kogu maailmaga, kuid ühte nad ei näinud, ja nimelt seda kohta, kus tärkab uue ööpäeva esimene tund. Kogu teekonna kestel vaheldus öö päevaga täpselt samuti, nagu koduski.

Tollal astronoomid juba taipasid, milles asi seisab, kuid kõigile teistele inimestele jäi arusaamatuks, kust ööpäev siiski algab. Euroopa elanikud mõtlesid, et ööpäev saabub neile Aasiast. Aasia elanikud näitasid Ameerikale, kuid inglise asunikud Ameerikas vaidlesid sellele vastu: «Kuulge ometi, me teame väga hästi, et ööpäev tuleb Ameerikasse Euroopast!»

Ja saladuslik karussell algas otsast peale.

«Eile» ja «täna» kohtuvad

Asi läks veelgi keerukamaks, kui inimesed lõpuks niisugusesse kohta sattusid, kus neljapäevast võis käe otse reedesse ulatada ja eilse päeva õhtut näha. Sellega said hakkama Siberist pärinevad vene kasakad.

Kakssada kümme aastat pärast Magalhãesi merereisi avastasid kaks vene uurijat Ivan Fjodorov ja geodeet Mihhail Gvozdev Ameerika, ent teisest küljest kui Kolumbus. Kolumbus saabus Ameerikasse üle Atlandi ookeani, venelased aga sattusid Ameerikasse Vaikse ookeani kaudu.

Pärast esimest merereisi külastasid vene kasakad, kaupmehed ja tööstürid tihtilugu omapoolset Ameerika kallast. 1784. aastal aga rajasid nad Alaska poolsaarele oma esimese asula. Hiljem ilmusid venelased ka Kaliforniasse, kus nad oma kanna kinnitasid ning järk-järgult Vaikse ookeani rannikumaid asustasid. Siin kohtusid nad prantsuse ja inglise kolonistidega, kes samuti Vaikse ookeani kaldale välja olid jõudnud, kuigi maakerą teisest küljest.

Venelased said vahetevahel inglastega kokku ja imestasid: venelaste ajaarvamise järgi oli reede, inglased aga kinnitasid, et on neljapäev.

Inglased seletavad: «Meil on «täna».»

Venelased aga raputavad päid: «Pole õige, teil on alles «eile»!»

Vene asunikud pärisid igaks juhuks Venemaalt saabunud meremeestelt, kas nad äkki tõepoolest päevade arvestusega segi pole läinud.

«Ei,» vastasid meremehed, «arvestus on õige. Meil laeval on sama päev. Inglased ise on midagi sassi ajanud.»

Inglased aga ei andnud järele. Nad olid samuti veendunud, et neil on õigus.

Nii nad siis elasidki kõrvuti, kuigi neil oli erinev kuu- ja nädalapäev. Vahetevahel käisid nad külas tänasest päevast eilsesse päeva ja imestasid ka ise selle üle.

Lustaka arusaamatuse mõistatus seisab selles, et venelased liikusid läänest itta, see tähendab samas

suunas Maa pöörlemisega. Läbinud poole Maa ümbermõõdust, see tähendab teinud pool ringi Maa telje ümber, jõudsid nad euroopa ajast pool ööpäeva ette.

Inglased aga liikusid idast lääne, see tähendab Maa pöörlemise suunale vastu. Läbinud poole Maa ümbermõõdust, kaotasid nad pool ööpäeva.

Venelased läksid ette, inglased jäid maha — kokku aga tekkis terve ööpäeva suurune erinevus. Ööpäevade-vaheline piir, see paik, kus algab üks ja lõpeb teine ööpäev, oligi just nende kahe vahepeal.

Kuid asunikud seda ei taibanud.

Aastat 70 tagasi luges keegi Irkutski lähedal asuvas väikelinna postiametnik innukalt mitmesuguseid reisikirjeldusi. Ühest raamatust sai ta teada, kuidas venelased Ameerikas tänasest päevast eilsesse külla läksid. See hakkas teda huvitama ja ta otsustas endale selgeks teha, kuidas see võis juhtuda.

Õhtul asus teadmishimuline postkontoriülem asja uurima. Ta süütas laualambi, mis pidi kujutama Päikest. Selle kõrvale asetas ta gloobuse ja hakkas arutlema.

Sel kohal, kus lamp-Päike paistab gloobus-Maale «otse näkku», on keskpäev. Postkontoriülem pööras gloobuse nii, et lamp valgustas seda Irkutski-poolselt küljelt.

«Nüüd on Irkutskis keskpäev! Maa vastasküljel aga on kesköö.»

Postkontoriülem heitis pilgu gloobuse tagaküljele. Umbkaudu Irkutski vastaspoolel asus New-York. Niisiis oli New Yorgis südaöö!

Päike tõuseb idast. Kamtšatkal on keskpäev juba möödas, seal on õhtu, aga Irkutskist lääne

pool, Inglismaal, ei ole keskpäev veel kätte jõudnud, seal on alles hommik.

Maa igal meridiaanil on oma kohalik aeg. See on selge! Nüüd katsume välja arvutada, missugune päev on Ameerikas.

Kui Irkutskis on keskpäev, siis sellest lääne pool on varajasemad hommikutunnid: Barnaulis on umbes kell 11 hommikul, Omskis — 10, Ufaas — 9, Moskvas — 8, Londonis — 5. Kell 4, 3 ja 2 aga satuvad Atlandi ookeani kohale. New Yorgis on kesköö, Chicagos aga alles eelmine ööpäev, kell 11 õhtul.

Peame meeles — Chicagos on «eile»!

Nüüd püüame Vaikse ookeani suunas tunde loendada. Irkutskis on keskpäev, Tšitaas — kell 1 päeval, Kamtšatkal — kell 4 päeval, Alaskal — kell 7 õhtul, San Franciscos — kell 9 õhtul, Chicagos kell 11 . . . täna õhtul.

Postiametnik vajus mõttesse. Tuli välja midagi arusaamatut. Missugune päev siis lõpuks ikkagi on Chicagos, kas tänane või eilne?

Postiametnik mõtles kogu öö ega suutnud ikka millestki aru saada. Hommikul saatis ta järgmise telegrammi: «Ameerika, Chicago. Postkontori ülemale. Palun teatada selle telegrammi saamise kuupäev ja kellaaeg. Irkutsk. Postkontor. Timofejevile».

Saadetud telegrammide raamatusse oli kirjutatud: 1. septembril kell 7 hommikul kohaliku aja järgi.

Õhtuks saabus vastus:

«Teie telegramm võeti vastu 31. augustil kell 9.28.»

Vaene postkontoriülem vaatas arusaamatuses telegrammi — ta saatis järelpärimise septemb-

ris, vastus saabus aga augustis. Telegramm läks ajas tagasi.

Postiametnik jutustas sellest paarile oma tuttavale. Need kandsid loo linnas laiali ja linnaelanikud hakkasid postiametnikku nöökima, et ta kavalusega eilse päeva kinni oli püüdnud. Ent nad naersid asjata. Maakeral leidub alati kohti, kus valitseb eilne päev.

Kui postkontoriülemale oleks pähe tulnud gloobust pöörlema tõugata, oleks ta kohe märganud, et keskpäev ja südaöö justkui libisevad mööda maakera pinda. Otse Päikese vastas on alati keskpäev ja see jookseb peatumatult ümber Maa. Seepärast on täiesti mõttetu otsida Maal kohta, kus päev algab. Päev algab kõikjal, kuigi erineval ajal. Ööpäeva algus liigub, käies läbi kogu Maa.

28. mail 1956 olid Šveitsi linnas Zürichis toimunud rahvusvahelisel lennupäeval kõik pealtvaatajad vaimustatud uuest Nõukogude reaktiivreisilennukist TU-104.

See suurepärane lennuk lendab väga suures kõrguses kiirusega 1050 kilomeetrit tunnis. Ühes minutis läbib ta 17,5 kilomeetrit, sekundis — 281 meetrit.

Selleks et lennukil TU-104 Vladivostokist Moskvasse saabuda hommikul, tuleb Vladivostokist välja lennata samuti hommikul, ja sellesama päeva hommikul. Reisijad istuvad lennukisse kell 8 hommikul kohaliku aja järgi, lend kestab ligikaudu 10 tundi ja Moskvasse jõutakse kell 9 hommikul Moskva aja järgi. Kogu selle 10-tunnise lennu ajal näevad reisijad oma silmaga päeva tärkamist ja veenduvad, et ööpäeva algus liigub, tehes ringi ümber Maa.

Maa on pöörlev kera ja mingit alalist paika,



Maa kui kell.

kus ööpäev algab, nagu näiteks trammil on oma ringteel lõpp-peatus, sellel ei ole. Kuid niisugust kohta on meile hädasti vaja, et ümbermaailmareiside ajal ja telegrammide saatmisel päevade lugemisega mitte segi minna. See kuupäevade vahetumise joon, ööpäeva alguse koht, kus tänane kesköö peab muutuma homseks, tuli kindlaks määrata igasuguste segaduste lõpetamiseks. See saigi teoks rahvusvahelisel konverentsil 1884. aastal.

Sekeldused kohaliku ajaga

Konverents kutsuti kokku Ameerika Ühendriikide pealekäimisel. See maa vajas kõige rohkem uut tundide arvestamise korda.

Ühendriikides ei ehitanud raudteid ja telegraafiliine mitte riik, vaid eraisikud. Iga miljonär võis osta maariba, rajada sellel raudtee ja vedada reisijaid, kaupa ning kõike muud, mis aga vaja oli.

Kapitalistlikud kompaniid ehitasid raudteid, mis sõlmjaamades ühinesid.

Seejuures koostas New Yorgi miljonär rongide sõiduplaani New Yorgi aja järgi. Chicago miljonär aga ei tunnustanud New Yorgi aega ning saatis oma rongid teele Chicago aja järgi. San Francisco raudteekompanii kehtestas oma teedel San Francisco aja, Washingtoni raudteel aga oli Washingtoni aeg.

Reisija astus rongilt maha sõlmjaamas, kus ristus mitu raudteeliini, ja kangestus hämmastusest: ta silme ees perroonil rippus viis kella, millest igaüks näitas erinevat aega. Missugust kella aga uskuda, seda vaene reisija ei teadnud!

Isegi kõige väiksemas pooljaamas, kus oli ainult üks raudteeliin, oli väljas kolm kella: üks näitas kohalikku aega, teine oli nende jaoks, kes sõitsid ida poole, kolmas aga nende jaoks, kes sõitsid lääne poole.

Sõlmjaamades oli kuni kuus kella. Ameeriklased olid nendega päris hädas. Raudteel said rahulikult sõita vaid raudteelased ise, kes selle segadusega olid harjunud, ja astronoomid, kes oma ameti tõttu kergesti taipasid, kus missugune aeg oli. Kõik ülejäänud kodanikud olid pahased, nurisesid ja nõudsid selle segaduse lõpetamist.

Euroopa riikides aga erilisi sekeldusi ei olnud. Lääne-Euroopa maadel on suhteliselt väikesed territooriumid. Erinevused kohalikus ajas olid tühised ega teinud inimestele suurt tüli.

Ainuke arusaamatus tekkis Bodeni järve kal-

dal. Seal puutusid kokku viie riigi — Šveitsi, endise Baadeni ja Würtembergi vürstiriigi, Baieri ja Austria — piirid. Igas riigis kehtis oma aeg.

Reisija, kes selle õnnetu järve kallast mööda sõitis, ületas tahes-tahtmata viie riigi piirid ja kaotas seejuures usu nii kelladesse kui ka oma silmanägemisse. Igas jaamas näitas kell mingit täiesti ebausutavat aega, mis kord ruttas ette, kord aga jäi maha.

Humoristlikes ajakirjades avaldati karikatuure ja naerdi välja segadusi kelladega selle järve kallastel.

Tohutu suurel Venemaal erilist lahkuminekut raudteekellade näitudes polnud. Valitsus tegi korralduse, et raudtee ja telegraaf kasutaksid eranditult ainult Peterburi aega.

Seepärast oli ka jaamades ainult kaks kella või oli ühel ja samal kellal kaks numbrilauda. Ühelt poolt näitas kell kohalikku aega, teiselt poolt aga Peterburi aega.

Moskva vaksalis pandi prooviks välja kahekordsete osutitega kell. Ühed osutid näitasid Moskva, teised Peterburi aega.

Niisugune kahekordne arvestus pole just eriti mugav, kuid siiski parem sellest olukorrast, mis valitses Ühendriikides.

Praegu koostatakse Nõukogude Liidus kõik raudteesõiduplaanid Moskva aja järgi.

Ajavööndite kehtestamine

Et kõrvaldada segadust Ühendriikide raudteel, tegi Kanada raudteede peainsener S. Fleming 1879. aastal ettepaneku uue korra kehtestamiseks.

Fleming soovitas maakeral alatiseks kindlaks määrata «ööpäevapiiri», see tähendab kuupäevaraja, kus igal kesköö1 tekiks uus ööpäev, seejärel aga kehtestada tundide vahetumise piirid. Kogu maakera tuli poolusest pooluseni jagada meridiaanidega iga 15° tagant 24 sektoriks või vööndiks. Iga vööndi piirides peavad kõik kellad minuti pealt üht ja sama aega näitama.

Ajavööndi piiril muutub aeg hüppeliselt ühe tunni võrra. See peab lõpetama segaduse minutite lugemisel ja kohaliku aja arvestamisel.

Alg- või nullmeridiaaniks, millest tundide lugemine algab, soovitas Fleming võtta Greenwich'i meridiaani.

Ettepanek oli väga väärtuslik ja tähtis. S. Flemingi projekti arutati 1884. aastal Washingtonis rahvusvahelisel astronoomide konverentsil, millest võtsid osa kahekümne kuue maa esindajad.

Vene teadlased toetasid energiliselt seda üsna mõistlikku projekti. Vastu olid aga prantslased. Neile polnud sugugi meeltmööda, et Pariisi meridiaani asemel eelistatakse Greenwichi meridiaani. Kõigist jõupingutustest hoolimata ei läinud korda prantslasi nõusse saada. Kuigi ühisele otsusele ei jõutud, hakkasid riigid sellest hoolimata uut korda sisse viima. Esimesena kehtestasid selle Ameerika raudteed. 1892. aastal panid uue korra maksma Suurbritannia, Türgi, Rumeenia ja Bulgaaria, 1893. aastal — Saksamaa ja Itaalia, 1894. aastal — Šveits. Hiljem järgnesid Šveitsi eeskujule Norra, Austria, Jaapan, Hispaania ja Portugal. Alles 1911. aastal kehtestas vööndiaja Prantsusmaa, kusjuures prantslased nimetavad seda siiski Pariisi meridiaani ajaks (ainult 9 minuti ja 21 sekundi võrra tagasi

lükatuna). Prantslased vaikivad sellest, et niisugune aeg vastab täpselt Greenwichi ajale.

1918. aastal andsid ka Ühendriigid välja seaduse vööndiaja kehtestamise kohta.

1919. aastal kehtestas Nõukogude Venemaa valitsus meie kodumaa territooriumil vööndiaja rahvusvahelise süsteemi. Esimestena kehtestasid selle meremehed, neile järgnesid raudteelased ja 1919. aasta augustis kogu maa.

Praegu käivad väheste eranditega peaaegu maailma kõigi maade kellade minutiosutid «ühes taktis». Kui Kremli kellade minutiosutid näitavad 15 minutit, siis tähendab see, et Pariisis, Varssavis, Londonis ja Šanghais näitavad kõikide kellade minutiosutid samuti 15 minutit, tunniosutid aga vastava vööndi aega.

Rahvusvahelise vööndiaja kehtestamisel jäi Leningrad väga soodsasse olukorda. Leningrad asub peaaegu oma, see tähendab teise aja vööndi keskpaigas. Seetõttu ei märganudki keegi muutust, kui 1919. aastal uus süsteem maksma pandi: Leningradi aega muudeti ainult 1 minuti ja 19 sekundi võrra.

Halvem olukord oli Moskvas. Ajavööndi piir läbis linna lääneosa, keskosa aga sattus kolmanda vööndi territooriumile. Tundidesse küündiv ajavahe ühe linna piires on äärmiselt ebamugav. Ei saa ju näiteks üle tänava minnes kella kord ette, kord taha keerata. Seepärast nihutati ajavööndi piir Moskvast kaugemale ida poole, nii et ka Moskva eeslinnad ja Moskva oblast ühist kellaaega kasutada võiksid.

Ülejäänud ajavööndite piirid tõmmati mööda suurte jõgede kaldaid, mööda liiduvabariikide piire, nii et nad võimalust mööda ei läheks läbi asustatud punktide. Ainult väheasustatud tund-



raalaladel, kõrbetes ja Siberi taigas on ajavööndite piirid tõmmatud sirgjoontena, täpselt meridiaane mööda.

Teise ajavööndi läänepiir kulgeb mööda NSV Liidu riigipiiri.

Meie kodumaa idapoolseim serv asub kaheteistkümnenda ajavööndi idapiiril. Nii hõlmab Nõukogude Liidu tohutu suur territoorium üksteist ajavööndit.

Peaaegu 40 aasta vältel pole NSV Liidu ajavööndite piirid muutunud. Kuid meie maa majandus on selle aja jooksul oluliselt muutunud. On tekkinud uued linnad, kaevandused, elektrijaamad ja raudteed. Raudteede ja jõgede ümbruses on kujunenud omavahel majanduslikult seotud rajoonid.

Tunduvalt on arenenud üksikute rajoonide vahelised majandussuhted. Ajavööndite piirid, mis kehtestati 1919. aastal, ei vastanud enam kaasaegsele majandusele ja hakkasid suurt tüli tekitama. Isegi sellised väikesed oblastid, nagu näiteks Ivanovo, Vladimiri, Rjazani ja Voroneži oblast, jagunesid kahte ossa ja neis tuli kasutada kaht aega, mis erinesid teineteisest ühe tunni võrra.

Krasnojarski krai jagunes nelja, Jakuudi ANSV aga koguni viide ajavööndisse.

NSV Liidu Ministrite Nõukogu juurde loodi erikomisjon ajavööndite süsteemiga seotud küsimuste lahendamiseks. Komisjoni koosseisu kuulusid astronoomid, geograafid, side- ja teedeministeeriumi esindajad.

Komisjon esitas ajavööndite uute piiride projekti, mis kinnitati 1956. aastal.

Uued ajavööndid kehtestati 1. märtsil 1957. Kell 0.00 Moskva aja järgi seati kõigi kellade osutid nõnda, et aeg, mida nad näitasid, oleks Moskva ajast ees samavõrra, kuipalju kohaliku ajavööndi number oli suurem Moskva vööndi numbrist.

Moskvalased ja leningradlased ei märganudki

seda reformi. Neis linnades ei tulnud osuteid ümber seada. Kuid see-eest tuli näiteks Voronežis, mis varem asus teises, nüüd aga kolmandas ajavööndis, osutid terve tunni võrra edasi lükata.

Eriti rõõmustasid Novosibirski elanikud. Varem oli see väike linn Obi paremal kaldal. Nõukogude võimu aastail kasvas ta jõudsalt. Palju tehaseid, vabrikuid ja elumaju kerkis jõe vasakule kaldale. Kuid Obi jõge mööda kulges 5. ja 6. ajavööndi piir. Ja nii juhtuski, et ühes linnas oli kaks aega. Seetõttu on arusaadav, et kõik vasaku kalda elanikud 1. märtsil 1957 meeleldi oma kellad ühe tunni võrra edasi lükkasid: kogu linnas hakkas nüüd kehtima ühtne aeg.

Igal hommikul kell kuus ütleb Moskva raadio diktor: «Tere hommikust, seltsimehed! Alustame hommikuvõimlemist, avage õhuaknad, laotage maha vaip . . .»

Samal ajal aga joovad siberlased kuski Magadanis või Anadõris lõbusalt õhtul teed ja valmistuvad kinno minema. Nende päev on juba möödas.

Kaug-Idas kuulatakse Moskva öist kontserti keskpäeval, ekspressi Vladivostok — Moskva reisijad aga lükkavad hommikuti kelli tagasi ja nurisevad, et rongi liikumise tõttu läände jääb neile ööpäevas ainult 23 tundi ja nad on sunnitud iga päev tund aega varem ärkama, hommikust sööma, lõunastama ja õhtustama.

Reisijad, kes sõidavad Moskvast Vladivostokki, tunnevad aga igavust, sest nende ööpäev kestab 25 tundi.

Nii suur on meie kodumaa.

Beringi väina keskel, Dežnevi neeme ja Walesi printsi neeme (Alaskas) vahepeal kulgeb kuupäevaraja ehk ööpäevapiir. Meie, Nõukogude Liidu elanike seisukohalt asub sellest joonest ida pool alati «eile», lääne pool aga «täna». Ainult täpselt kesköö l on üheks silmapilguks kogu maal üks ööpäev, kuid see hetk kaob ja algab teine päev.

Kuupäevaraja algab põhjapooluselt, kulgeb mööda Beringi väina, mööda Tšuktši poolsaarest, suundub lõunasse ja lõpeb lõunapoolusel. See piir on meelega tõmmatud üle inimtühjade paikade Vaiksel ookeanil ja teeb kaare saarte kohal, et mitte ühelegi maismaaelanikule ebamugavusi tekitada. Pole ju kuigi mõnus ööpäeva piiril elada — ühes majas on siis «täna», teises aga juba «homme», nagu oli tollal, kui vene kasakad inglise kolonistidega kohtusid.

Nõukogude inimesed, kes Tšuktši poolsaarel elavad, võtavad esimestena kogu maakeral algavat päeva vastu. Nemad tõstavad ka esimestena klaasi uue aasta terviseks.

Kuid teisel pool Beringi väina tuleb Alaska poolsaare elanikel terve ööpäev oodata, kuni uusaasta nendeni jõuab.

Samasuguses olukorras on ka Fidži ja Samoa saarte elanikud.

Laevadele ja lennukitele, kes ületavad kuupäevaraja, on kehtestatud erireeglid, et nendega sama lugu ei korduks nagu Magalhãesi meremeestega.

Kui laev üle Vaikse ookeani Ameerikast Nõukogude Liitu sõidab, rebib kapten kalendrist korraga kaks lehte, laevapäevikusse sisse-

kannete tegemisel jätab aga ühe kuupäeva vahele.

Sellel, kes tahab kaks korda aastas oma sünnipäeva pühitseda või teistkordselt uusaastat vastu võtta, tuleb vaid üle Beringi väina sõita, et see soov täituks.

Niisiis, teekond eilsesse päeva pole midagi imelikku ega võimatut. Selleks tarvitseb vaid üle ööpäevapiiri sõita.

Kaheksa varastatud ööd

Praegu ei häiri enam kedagi küsimus, kus ja millal ööpäev algab? Pärast kuupäevaraja kindlaksmääramist ja ööpäeva alguse üleviimist keskööle sai see kõigile selgeks. Kuid kaasaja teadlaste ees seisis veel üks ülesanne, mida muistsed astronoomid ei olnud lõplikult lahendanud. Nimelt tuli kindlaks määrata, millal lõpeb öö ja algab päev.

Sellele pealtnäha süütule küsimusele saadi aga üsna imelik vastus: päev algab varem, kui lõpeb öö. Ja see vastus on tõele väga lähedal.

Endale mingit tegevust otsides hakkas keegi veidrik arvutama, kumb on pikem — kas päev või öö. Päeva ja öö kestus on iga ööpäeva kohta antud suurtes lauakalendrites. Neid arve liites on võimalik teada saada, mitu tundi ja mitu minutit kestavad aastas kõik päevad, samuti kõik ööd kokku. Tulemus hämmastas veidrikku ääretult.

Võiks nagu arvata, et päevade summa peaks võrduma ööde summaga. Kui suvel on päevad pikad, siis see-eest talvel on nad lühikesed. Maakera pöörab kordamööda päikesekiirte poole kord ida-, kord läänepoolkera ja mõlemad ööpäeva pooled, valge ja pime, peaksid seega võrdsed olema.

Kalendriaastas on 365 ööpäeva ehk 8760 tundi. Nähtavasti peaks siis ööpäeva valgele poolele kuuluma pool sellest arvust, seega 4380 tundi.

Ent kui kellelgi tuleks pähe selle veidriku arvutusi korrata, saaks ta hoopis erineva tulemuse. Kogu valge aja kestus oli näiteks 1949. aastal Moskvas ligikaudu 4483 tundi. Kõigi ööde peale kokku jäi aga ainult 4277 tundi.

Vahe on 206 tundi! Aasta päevatundide summa on tunduvalt suurem öötundide summast! Erinevus moodustab üle kaheksa ööpäeva!

Kui Moskvas on päevad öödest pikemad, kas siis maakera vastaspoolel peaksid nad lühemad olema? Kas Kalifornia või Austraalia elanikel on siis öid rohkem kui päevi? Ei, tuleb välja, et nii lääne- kui ka lõunapoolkeral on päevade summa suurem ööde summast.

Siin on midagi, mille üle järele mõtelda. Maakeral toimub nähtavasti täiesti salapärane ööde kadumine, mis mingil kombel päevadeks muutuvad, ja ka Päike tõuseb horisondi tagant nähtavasti varem üles, kui see arvestuste kohaselt peaks toimuma.

Kui imelik see ka pole, aga nii see ometi on. Päike tõuseb tõesti iga päev enne kindlaksmääratud aega. Selles imelikus nähtuses võib veenduda, kui pilk kalendrisse heita. Vaadake, kui kaua kestavad päev ja öö kevadise ja sügisese pööripäeva ajal. 21. märtsil 1949 vältas päev 12 tundi ja 13 minutit, 23. septembril aga 12 tundi ja 17 minutit. Päev pole sugugi ööga võrdne, vaid peaaegu veerand tundi sellest pikem.

Sellel imelikul ebavõrdsusel on kaks põhjust. Üks neist peitub selles, et astronoomid loevad päeva alguseks seda momenti, mil horisondi tagant

ilmub nähtavale päikeseketta ülemine serv. Päeva lõpuks aga peetakse hetke, mil kogu päikeseketas on täielikult kadunud. Seega ei tee astronoomid, kes kalendri jaoks päevade pikkusi kindlaks määravad, oma arvestusi mitte päikeseketta keskpaiga, vaid selle ülemise serva järgi. Kui päikeseketta keskpaik horisondi taha vajub, ei saa päeva lõppenuks lugeda, sest Päike paistab veel. Seepärast ongi näiteks meil, Euroopa keskmistel laiustel (ekvaatoril aga alati), isegi kevadisel ja sügisesel pööripäeval päev ööst pikem selle ajavahemiku võrra, mis päikesekettal kulub täielikult horisondi taha kadumiseks.

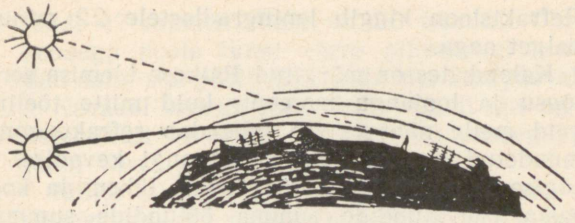
Päikese näiv diameeter võrdub keskmiselt 32 nurgaminuti ja 4 nurgasekundiga. Oma näiva diameetriga võrduva vahemaa läbimiseks taevavõlvil kulutab Päike 2 minutit ja 8 sekundit.

Ekvatoriaalmaade elanikud võidavad seetõttu iga päev 2 minutit ja 8 sekundit valget aega. Meie, parasvöötme elanikud võidame seda aga umbes kaks korda rohkem, sest Päike ei tõuse siin horisondi tagant otse üles, vaid teatud nurga all.

Päeva ja öö ebavõrdsuse teiseks põhjuseks on meie õhk, atmosfäär, mis ümbritseb maakera.

Õhuta ruumist tihedamasse keskkonda, see on atmosfääri tungides kalduvad päikesekiired otsesuunast kõrvale, kõverduvad või nagu õigemini öeldakse, murduvad.

Seda optilist nähtust — valguskiirte murdumist atmosfääris — nimetatakse refraktsiooniks. Refraktsioon avaldub kõige tugevamini siis, kui taevakehad — Päike, Kuu ja tähed — asuvad madalal horisondi kohal. Valguskiirtel tuleb siis läbida pikem tee atmosfääris ja nad murduvad tugevamini.



Refraktsioon.

Kui taevakeha seisab kõrgel taevavõlvil, siis on refraktsioon väga väike.

Refraktsioon moonutab suuresti Päikese kuju tõusu ajal. Siis paistab Päike lapergusena, sest refraktsioon kergitab tema alumist serva ülemisest rohkem. Peale selle refraktsioon nagu tõstab kõiki taevakehasid kõrgemale. Refraktsioon võimaldab meil näha tõusvat Päikest, kui see tegelikult on veel horisondi taga. Me ei saa kunagi näha tõelist Päikese tõusu, vaid ainult refraktsiooni poolt loodud miraaži. Tõeline Päikese tõus algab alati mõni minut pärast näilist Päikese tõusu.

Seesama nähtus esineb ka õhtul. Refraktsioon viivitab mõne minuti võrra Päikese loojumist ja me näeme Päikest ikka veel horisondi kohal, kuigi ta tegelikult on juba loojunud.

Refraktsioon varastab iga päev öölt meie kasuks mitu minutit hommikul ja niisama palju õhtul. Refraktsioon pikendab päevi ja lühendab öid.

Leningradis näiteks vältab päev 22. detsembril ainult 5 tundi ja 53 minutit. See on lühim päev aastas kõigile, kes elavad Leningradiga ühel laiuskraadil. Kui aga poleks refraktsiooni, oleks päev veel lühem ja kestaks ainult 5 tundi ja 31 minutit.

Refraktsioon kingib leningradlastele 22 minutit valget aega.

Kalendrites on märgitud Päikese ülemise serva tõusu ja loojangu moment, kuid mitte tõeline, vaid meile nähtav, see tähendab refraktsioonist muudetud moment. Seepärast ongi kevadisel ja sügisesel pööripäeval öö päevast lühem ja kogu aasta päevatundide summa öötundide summast suurem.

Kui lugeja on kunagi tähelepanelikult uurinud lauakalendri lehti, siis on ta tõenäoliselt märganud veel mõningaid veidrusi, mis võivad inimese segadusse ajada. Näiteks on õhtu millegipärast hommikust pikem.

Ettekujutatava Päikese leiutamine

Mis on keskpäev, see on kahtlemata igaühele selge. Keskpäeval seisab Päike kõige kõrgemal horisondi kohal. Vertikaalse teiba vari langeb meridiaanile ja kõigi esemete varjud on keskpäeval kõige lühemad. Päikesekeskpäev on päeva keskpaik, see moment, mis päeva kaheks, hommiku- ja õhtupoolikuks jagab. Pooled peavad tingimata omavahel võrdsed olema, muidu ei saagi neid poolteks ega keskpäeva keskpäevaks nimetada.

Kontrollime, kuidas on lugu tegelikkuses. Võtame 1949. aasta lauakalendri. Selles on märgitud Päikese tõusu ja loojangu aeg iga päeva jaoks. Vaatame 3. novembri lehte. Seal on öeldud, et Moskvas tõuseb Päike kell 7.38 ja loojub kell 16.48.

Järelikult möödus 3. novembril Päikese tõusust keskpäevani, see on kella 12-ni, 4 tundi 21 minutit, keskpäevast Päikese loojanguni aga 4

tundi 47 minutit. Vahe on 26 minutit! Õhtu oli peaaegu poole tunni võrra pikem kui hommik! Säh sulle siis poolt! Säh sulle siis keskpäeva!

Kevadel toimub sama lugu, ainult siis on õhtu hommikust mitte 26 minuti, vaid peaaegu poole tunni võrra pikem.

Milles siis asi seisab? Muidugi pole see arvutusviga ega ka trükiviga kalendris. Ka refraktsiooniga pole siin midagi tegemist, sest refraktsioon pikendab ühtmoodi nii hommikut kui ka õhtut. See on nende täiustamiste tulemus, mis on tehtud ajaarvamises meie elu mugavuse huvides.

Kell on üsna täpne mehhanism. Ta püüab sekundeid lugeda võimalikult ühtlaselt ja õiglaselt. Päike aga ei liigu taevavõlvil päris ühtlaselt.

Kreeka astronoomid, kes kasutasid ainult päikesekelli ning neid igati täiustada püüdsid, tegid ühe väga tähtsa avastuse, mis neid ühtlasi tublisti hämmastas. Nad veendusid, et Päike pole oma aastateekonnal sugugi nii täpne, nagu see neile varem näis. Päike muudab aasta jooksul kogu aeg oma liikumiskiirust zodiaagi tähtkujude hulgas.

Talvisel ajal Päike ruttab ja jõuab kiiremini zodiaagi ühest tähtkujust teise. Suvel muutub ta samm aeglasemaks ja ta peatub igas tähtkujus kauem. Sügise poole kiirendab ta jälle oma käiku.

Juba muistsed teadlased arvutasid välja, et aasta soe aeg, see tähendab ajavahemik kevadisest pööripäevast (21. märtsist) sügisese pööripäevani (23. septembrini) vältab 186 ööpäeva ja talve ning sügise peale jääb ainult 179 ööpäeva. Aasta on seega jagatud kaheks ebavõrdseks pooleks ja nende vahe on seitse päeva.

Päikese mõistatuslik iseärasus hämmastas ja erutas astronoome kahe aastatuhande vältel. Nad ei leidnud rahuldavat seletust Päikese aastaringses

liikumises täheldatud ebakorrapärasusele ja avaldasid väga mitmesuguseid oletusi.

Tõeliselt teadusliku seletuse sellele taevasele mõistatusele andsid kaks eelmiste sajandite suurt astronoomi — Mikołaj Kopernik ja Johannes Kepler.

Maakera pöörleb oma telje ümber. Ta pöörab päikesekiirtesse kord ida-, kord läänepoolkera. Maa pöörlemine tekitab päeva ja öö vaheldumise.

Maa telg pole vertikaalne, vaid kaldu Maa orbiidi tasandi suhtes, samuti nagu kirjutamise ajal pliiats on kaldu paberi suhtes. Maa telje kallak võrdub 66½ kraadiga ja see kallak jääb alati, nii talvel kui ka suvel ühesuguseks. Maakera telje põhjapoolne ots on muutumatult suunatud põhjataeva kindla punkti poole. See punkt läheneb praegu järk-järgult Põhjanaelale. Aastal 2100 on ta Põhjanaelale kõige lähemal, hiljem aga hakkab ta sellest jälle kaugenema.

Tehes tiiru ümber Päikese, hoiab Maa poolaasta jooksul päikesekiirte all põhjapoolkera. Siis on meil suvi, põhjapoolusel aga valitseb kuuekuuline polaarpäev.

Lõunapoolkeral aga paugub samal ajal pakane ja lõunapoolusel on alatine polaaröö.

Teisel poolaastal vahetavad aastaajad oma kohad. Maakera pöörab päikesekiirte poole lõunapoolkera. Austraalias, Uus-Meremaal, Lõuna-Ameerikas ja Aafrika lõunaosas algab suvi, Euroopas ja Põhja-Ameerikas aga talv. Sageli juhtub, et uusaasta eel kuhjab talv meil sügavaid lumehangi, kuid Austraalias käiakse palituta ja ostetakse kuuma ilma tõttu jäätist!

Maa tee ümber Päikese pole ringikujuline. Maa orbiit on ellips, ovaalne nagu täht «O».

Päike ei asu selle ellipsi tsentris, vaid ühes

fookuses, see tähendab lähemal ellipsi telje ühele otspunktile.

Maa liikumiskiirus mööda orbiiti pole talvel ja suvel ühesugune. Päikesele lähenedes kiirendab Maa oma sammu. 3.—4. jaanuari paiku on maakera kõige lähemal Päikesele ja kihutab üle 30-kilomeetrise sekundikiirusega.

Juunikuus läheb Maa oma orbiidi kõige kaugemasse ossa. Maa ja Päikese vahemaa suureneb 5 miljoni kilomeetri võrra, liikumiskiirus aga langeb umbes 29 kilomeetrini sekundis. Seepärast vältavadki suvi ja kevad 186 ööpäeva, kuid talv koos sügisega ainult 179 ööpäeva. Põhjuseks on erinev kiirus, millega Maa liigub oma orbiiti mööda talvel ja suvel.

See on muidugi väga meeldiv meile, põhjapoolkera elanikele. Me võidame üle seitsme sooja päeva ja peale selle on meil ka mahedam talv, sest detsembris ja jaanuaris läheneb Maa Päikesele ning saab 6% võrra soojust rohkem kui juunis ja juulis.[1]

Päikese liikumise ebaühtlus valmistas küllalt suuri raskusi ka vana-kreeka päikese- ja veekellade ehitajaile, eriti aga XVIII ja XIX sajandi kellasseppadele. Selleks ajaks oli juba leiutatud pendelkell, mis paistis silma oma täpse käigu poolest. Numbrilauale tekkisid minuti- ja sekundiosutid. Majanduselu arenemine õpetas inimesi minuteid ja isegi sekundeid hindama.

---

[1] See eelis, mida praegu kasutavad põhjapoolkera elanikud, pole igavene. Juba alates 1250. aastast saabuvad kevadine ja sügisene pööripäev üha varasemal ajal, mistõttu me järk-järgult kaotame oma eesõigustatud olukorra. 12 000 aasta pärast, kui Põhjanaelaks muutub Veega, on lõunapoolkera elanikel pikem suvi ja soojem talv.

Kell muutus hädavajalikuks esemeks ja tänu tehnilisele täiusele hakkas ta näitama hoopis täpsemat aega kui Päike. Seetõttu tuli kella kogu aeg õiendada, et ta käiks halvemini, kuid see-eest kooskõlas Päikesega.

Arusaadavalt tõstsid selle korra vastu mässu kõik kellade omanikud ja kellassepad. Nad polnud rahul sellega, et pidid kinni pidama päikeseajast. Kogu ühiskondlikus elus põhjustas see mitmesuguseid sekeldusi.

Algas kellasseppade tõeline mäss Päikese vastu, mis lõppes nende täieliku võiduga.

Otsustati mitte kohaldada kellamehhanismi käiku Päikese näiva liikumisega taevavõlvil, vaid arvata aega erilise, ööpäevase keskmise aja järgi.

Järk-järgult võeti see kasulik ja täiesti vajalik uuendus kõikjal kasutusele. Praegu ei käi meie kellad mitte tõelise, vaid niinimetatud «keskmise» Päikese järgi. See ettekujutatav taevakeha liigub täiesti ühtlaselt. Ta ei kiirusta talvel ega aeglustu suvel ning võib seetõttu kõikidele kelladele eeskujuks olla. Seda aega, mida näitab päikesekell, kutsutakse «tõeliseks ajaks».

Niisugune süsteem on kõigile kohane ja keegi ei tule selle pealegi, et keskpäev Päikese keskpäevaga enam kokku ei lange.

Neli korda aastas — 15. aprillil, 14. juunil, 1. septembril ja 24. detsembril — langeb päikeseaeg keskmise ajaga kokku, seejärel aga suureneb nendevaheline erinevus. Kaks korda aastas — 12. veebruaril ja 3. novembril — on keskmise aja ja päikese aja lahkuminek kõige suurem.

12. veebruaril jääb Päike oma ettekujutatavast kaaslasest maha $14^1/_2$ minutit, 3. novembril aga läheb sellest ette $16^1/_2$ minuti võrra. Tõelise ja keskmise aja erinevust nimetatakse «ajavõrrandiks».

Kõige viimane muudatus ajaarvamises kehtestati Nõukogude Liidus 1930. aastal. Rahvakomissaride Nõukogu määrusega lükati tunniosuti kõikidel kelladel NSV Liidu territooriumil ühe tunni võrra edasi.

Enne 1930. aastat lükati tunniosuti suve algul mõnikord tunni, vahel isegi kahe tunni võrra edasi. Sügisel seati see endisele kohale või jäeti edasilükatud asendisse mitmeks aastaks ühtejärge. Pärast 1930. aastat aga otsustati tunniosuti edasi lükata alatiseks, «kuni erikorralduseni».

Tunniosuti edasilükkamine ühe tunni võrra paistab pealtnäha tühise abinõuna, kuid see annab väga suurt säästu valgustuskuludes.

Praegu ärkame, tõuseme, lähme kooli või tööle tunni võrra varem. Selle tagajärjel lõpetame töö, heidame magama ja kustutame tule samuti varem.

Kellaosuti edasilükkamine sundis meid paremini kasutama ööpäeva valget osa ja õhtuti vähem elektrienergiat kulutama.

Leningradis näiteks on 12 000 tänavalaternat, igaüks võimsusega 200 vatti. Korterites, asutustes ja kauplustes on üle kahe miljoni väga mitmesuguse valgusjõuga lambi.

Õhtuse valgustusaja lühendamine tunni võrra annab üksnes Leningradis 150 000 kilovatt-tundi säästu. Kui palju see aga välja teeb kogu Nõukogude Liidu kohta?

Sellist säästu annab niisugune lihtne, pealtnäha tühine asi, nagu kellaosuti ettelükkamine tunni võrra.

Katsume nüüd kokku võtta kõik täiendused ja muudatused, mis on tehtud meie ajaarvamises selleks, et ta võimalikult paremini teenindaks meie maa ühiskondlikku ja majanduselu.

Missugusel ajal saabub meil praegu tõeline keskpäev? See tähendab, mis kellaajal läheb Päike läbi kohaliku meridiaani?

Vööndiaja kehtestamisega lükati Moskvas kellaosutid 30 minuti ja 17 sekundi võrra tagasi.

Hiljem lükati elektrienergia säästmiseks osutid ühe tunni võrra edasi. Seega käivad kõik Moskva meridiaanil asuvad kellad keskmisest päikeseajast 29 minuti 43 sekundi võrra ette.

Kui arvesse võtta ka ajavõrrandit, siis on 12. veebruaril Moskva aeg päikeseajast 44 minutit ja 13 sekundit ees.

Järelikult saabub Moskva meridiaanil tõeline keskpäev 12. veebruaril kell 12 ja 44 minutit ning 13 sekundit. Ja kui otsustada meie kella järgi, siis on hommikupoolne osa päevast 1 tunni, 28 minuti ja 26 sekundi võrra lühem kui õhtupoolne osa.

3. novembril on kellaaja ja päikeseaja vahe 13 minutit ja 13 sekundit[1].

Järelikult ei vasta meie kella näidud täielikult sellele ajale, mille määravad kindlaks teadlased taevakehade liikumise järgi. Osutid kohtuvad numbrilaual 12 kohal vahel varem, vahel hiljem tõelise päikesekeskpäeva saabumisest, kuid see ei häiri kedagi. Mingeid sekeldusi sellega ei kaasne ja erinevused ajas on täiesti märkamatud.

---

[1] Et välja arvutada, millal algab tõeline keskpäev muudel päevadel, tuleb kasutada ajavõrrandit.

Kaasaegses ajaarvamises on peamise tähtsusega sega täielik ühtlus. Kell võib ju näidata aega veidi «valesti», kuid ta peab kõigil käima ühtemoodi. Esineb juhtumeid, kus inimesed meelega muudavad kellaaega, kuid see ei tekita segadust.

Näiteks sõltub iga lahingu edu väekoondiste ja mitmesuguste relvaliikide kooskõlastatud tegevusest. Lahingus peab igaüks teadma, millal ta midagi tegema peab. Selleks koostatakse staabis aegsasti eelseisva operatsiooni plaan. Plaanis kirjeldatakse minuti pealt, millal suurtükivägi tule avab, millal astub lahingusse lennuvägi, millal vaenlase peale tormavad tankid ja asub rünnakule jalavägi.

Seda plaani peavad teadma kõik, aga kui seda kõik teavad, võib see kergesti teatavaks saada ka vaenlasele. Sel juhul jõuab aga vaenlane ette valmistuda ja pealetungi tagasi lüüa!

Selleks et plaani saladust hoida, kasutatakse teatud kavalust. Operatsiooni plaanis ei märgita operatsiooni alguse aega, vaid asendatakse see tähega «K», mis tähendab kellaaega, signaali andmise hetke. Kõigile komandöridele teatatakse, mida nad peavad tegema kas 10 minutit, 40 minutit või tund aega pärast «K»-d.

Millal aga saabub «K», seda ei tea mitte keegi peale väejuhataja. Kas tuleb see öösel või päeval, täna, homme või koguni nädala pärast, on teadmata, kuid see ei häiri kedagi. Pontooniüksuse võitleja teab, et 15 minutit pärast «K»-d alustab ta silla ehitamist, aga 50 minutit pärast «K»-d peab sild valmis olema.

See «K» muutub igaühele aja arvestamise alguseks. See võib saabuda igal hetkel ööpäeva vältel ja asendada tavalise, kesköösst algava tundide arvestuse.

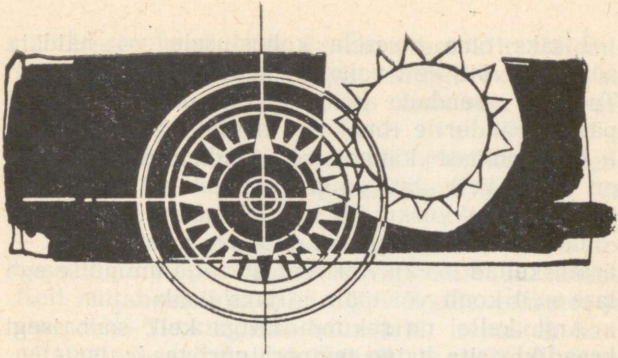
Eriti huvitav on aga see, et aja arvestamisel «K»-st võivad kõigi kellad olla valed, kuid kõik tehakse ikkagi õigel ajal.

Siiski kasutatakse «K»-moodust suhteliselt harva. Tavalistes käskkirjades arvestatakse aega nagu harilikult — kesköösť. Ja kui on kästud kell 6.00 välja astuda, siis tähendab see, et tulebki välja astuda kell 6.00 — ei sekunditki varem ega hiljem. Kuid missuguse kella järgi välja astuda? Lahinguolukorras pole ju võimalik kella raadio järgi kontrollida. Ja kontrolli võimaluse puudumise tõttu paistab, et kõik kellad armees käivad igaüks omamoodi. Mõned kellad käivad ette, teised jäävad taha, pataljoni komandöril on üks aeg, roodude komandöril — teine. Kuidas talitada?

Sõjaväemäärustik näeb ette niisuguse juhuse võimalust: õigeks loetakse kõrgema ülema kellaaeg. Kui kõrgem ülem annab oma alluvatele käsu, siis teatab ta neile ühtlasi oma kella järgi aja ja kõik seavad oma kellad tema kella järgi.

Mõneminutiline viga ei häiri kedagi — kell võib ju natuke maha jääda või ette minna. See pole tähtis. Antud juhul pole vaja, et kellad käiksid rangelt kooskõlas mingi observatooriumi kellaga. Oluline on ainult ühtlus, et kõigi kellade aeg oleks ühesugune.

Samasugust ühtlust tundide ja minutite arvestamisel jälgivad meie oludes tähetornide eriosakonnad, mida nimetatakse ajateenistusosakondadeks. Ajateenistusosakonnad tagavad kõigi kellade käigu ühetaolisuse, peale selle aga jälgivad nad rangelt, et mehaaniliste kellade ja suure loodusliku kella — tähistaeva — vaheline erinevus jääks alati ühesuguseks.



Kuues peatükk

TÄNAPÄEVA KELLA ESIVANEMAD

Meie lahutamatu kaaslane

Maailmas pole ühtki mehhanismi, mis võiks kellaga võistelda selle auväärse koha pärast, mis tal on inimese igapäevases elus. Kell on meie alaline, lahutamatu ja asendamatu kaaslane.

See väike, kuid väsimatult tiksuv mehhanism täidab oma ülesandeid hämmastava hoole ja usinusega. Me oleme temaga niivõrd harjunud, et meil just nagu midagi puuduks, kui me ta tiksumist toas ei kuule.

Kell käib peatumatult ööl ja päeval, talvel ja suvel, kui teda ei unustata õigeaegselt üles keeramast. Aasta-aastalt loeb kell hoolikalt sekundeid, minuteid ja tunde. Ta põeb suhteliselt harva ja tehniliselt viisaka ning hoolika suhtumise puhul on ta eluiga väga pikk.

On olemas kelli, mis päranduvad isalt pojale, pojalt pojapojale ja teenindavad ühteviisi hoolikalt kolme ning enamatki põlvkonda.

Lisaks oma otsesele kohustusele — näidata aega — võib kell vahel ka teisi ülesandeid täita. Ta võib asendada kompassi ja päikesepaistesel päeval rändurile ilmakaari näidata.

Kodurannast kaugel või tundmatul maastikul on täpne kell alati valmis reisijat abistama geograafilise pikkuskraadi kindlaksmääramisel.

Laiskvorstidele hirmuäratavast soost kellad — äratuskellad — ajavad voodist välja unimütse ega lase neil kooli või tööle hiljaks jääda.

Arst, kellel on sekundiosutiga kell, saab isegi kraadiklaasita haige temperatuuri teada.

Sapöör võib kellale ülesandeks teha viitsütikuga miini õhkimise tema poolt määratud ajal, ja kell täidab täpselt ta korralduse.

Tavaliste kellade vennad — samasugused kellamehhanismid, ainult ilma numbrilauata — täidavad mitmesuguseid teenistuskohuseid teaduslikes uurimisasutustes, tehaste laboratooriumides, meteoroloogiajaamades, telegraafis ja astronoomia observatooriumides. Seal pööravad nad ringi isekirjutavate aparaatide trumleid, veavad telegraafilinte, pööravad taevavõlvi liikumise järgi teleskoope, märgivad katsete ajal automaatselt sekundeid ja nende osi, suunavad õhutõrjekahurit vastavalt vaenlase lennuki liikumisele.

Kõduses majapidamises võivad samasugused kellamehhanismid gaasipõleti või elektrivoolu abil varem kindlaksmääratud ajaks tee keema ajada, hommikueine üles soojendada, valguse sisse või välja lülitada. Seega osutavad nad inimesele väikesi, kuid kasulikke teeneid.

Oma põhitöös täidab kell imeteldaval kombel niihästi inimese truu teenri kui ka tema tegevuse range käsutaja kohuseid.

Nii perenaine, kes paneb piruka ahju küpsema,

nii terasesulatają, kes töötab terase kiirsulatamisel kui ka väejuht otsustava lahingu eel jälgivad ühtmoodi kella. Igas ürituses tuleb oma tegevust kooskõlastada ajaga.

Kell seisab alati raudteelase, metallurgi, teadlase, autojuhi, lenduri, õpetaja, arsti ja üldse iga inimese silme ees.

Kell aitab korraldada rongide, laevade, autobusside ja muude transpordivahendite liiklemist. Kell näitab töö algust ja lõppu koolis, tehastes ja asutustes. Ta kiirustab hilinejaid, rahustab kannatamatuid, võimaldab kõigil ja kõikjal õigel ajal kohale jõuda ning täita antud ülesande tähtaegselt. Kell aitab korda hoida ja nii üksikinimeste kui ka tohutu suurte tehaste, lahingu ajal isegi tervete armeede tegevust kooskõlastada.

Oskus säästlikult kasutada tööaega võimaldab meie rahval täita suurte ning ulatuslike tööde plaane. Me muudame oma kodumaa rikkamaks, kaunimaks ja tugevamaks. Iga inimene püüab talle usaldatud ülesande täita täpseks tähtajaks või varem. Selleks jälgibki ta töötades kella.

Kell on meie parim sõber. Ta aitab kindlustada kogu meie elu normaalset kulgu.

Kell on tõesti suurepärane mehhanism, mis ei sarnane millegi muuga. Niiväga tahaks teada selle suure inimese nime, kes kinkis maailmale kella.

Niisuguse küsimusega võib iga inimese ummikusse ajada. Tõepoolest, kes siis leiutas kella?

Gnoomon — teadja

Leningradis Talvepalee esisel Lossiplatsil seisab uhke ning kõrge sammas, mis on välja tahutud ühest graniidimürakast. Sammas püstitati

1812. aasta Isamaasõjas vaenlase üle saavutatud võidu mälestuseks, mil purustati Napoleoni armee ja selle riismed Venemaalt välja kihutati.

Sellel sambal on imelik kuju. Kui kusagile väljakule kerkib mingi skulptuurirühm või kellegi suure tegelase büst, siis on selge, et see raidkuju oma välimusega meenutab möödunud aegade sündmusi. Käesoleval juhul aga on tegemist üksiku sambaga, mis pole sugugi tavalise mälestusmärgi taoline.

Niisuguseid ehitisi leidub peale Leningradi ka mujal. Neid on nii Moskvas kui ka paljudes teistes Euroopa linnades.

Väljakutele sammaste püstitamise komme on antiikrahvastelt üle võetud. Neid hakkasid inimesed ehitama ligikaudu viis tuhat aastat tagasi. Kuid ei babüloonlased ega ka egiptlased püstitanud oma kivitulpasid lihtsalt niisama, ainult ilu pärast. Need sambad ja obeliskid olid neile vajalikud.

Näiteks ütleb ühes komöödias, mille kirjutas kreeka dramaturg Aristofanes 2300 aastat tagasi, ateenlanna Praksagoras oma mehele Blepirosele:

«Kui vari muutub kümne sammu pikkuseks, siis võia end lõhnaõlidega ja tule õhtust sööma.»

Praksagoras määrab kindlaks aja, millal õhtusöök valmis saab, kuid ta käsib aega mõõta sammudega. Imelik viis! Kuid kella ju tollal polnud. Kella asemel seisid väljakutel kõrged tulbad. See, kes tahtis kellaaega teada saada, astus tulba juurde ja mõõtis sammudega selle varju pikkust.

Hommikul on esemete varjud pikemad, keskpäevaks nad lühenevad, õhtuks aga pikenevad jällegi. Varju pikkuse järgi saadigi aega teada.

Nähtavasti seisis maja lähedal, kus Blepiros oma abikaasa Praksagorasega elas, niisugune tulp ja selle vari oligi ajanäitajaks.

Vana-Kreekas nimetati tulpasid, mis näitasid aega, gnoomoniteks. Tõlkes tähendab see sõna «teadja».

Järgnevatel sajanditel, kui leiutati kohasemad kellad, jätkati ka gnoomonite püstitamist, kuid mitte enam selleks, et aega teada saada, vaid lihtsalt harjumuse tõttu: gnoomonita väljak tundus tühjana ja kõledana. Gnoomon muutus obeliskiks või sambaks, mis täitis mälestussamba aset või oli lihtsalt väljaku kaunistuseks.

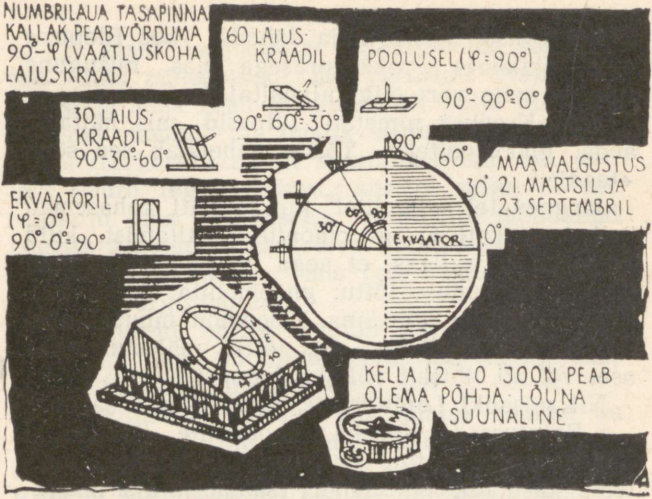
Nii seisabki Leningradis meie päevil sammas — Egiptuse ja Kreeka gnoomonite järeltulija. Kuid praegu ei tule Leningradis kellelegi mõttesse kasutada Aleksandri sammast aja määramiseks. Praegu on see sammas 1812. aasta Isamaasõja mälestusmärgiks ja tuletab osalt meelde seda kauget aega, mil inimesed veel sammudega aega mõõtsid.

Päikesekella leiutamine

Gnoomonid olid kaunis kogukad ja seetõttu nende kasutamine kellana tülikas: neid sai ainult väljakuile püstitada. Nendele aga, kes elasid linna gnoomonist kaugel, tuli püstitada oma gnoomon, mis muidugi mõista oli hoopis väiksem.

Aja jooksul täiustasid teadlased gnoomonit. See muudeti numbrilauaga päikesekellaks. Gnoomoni vari ju mitte ainult ei lühene ega pikene päeva jooksul, vaid käib ka gnoomoni ümber ringi nagu praeguse kella osuti.

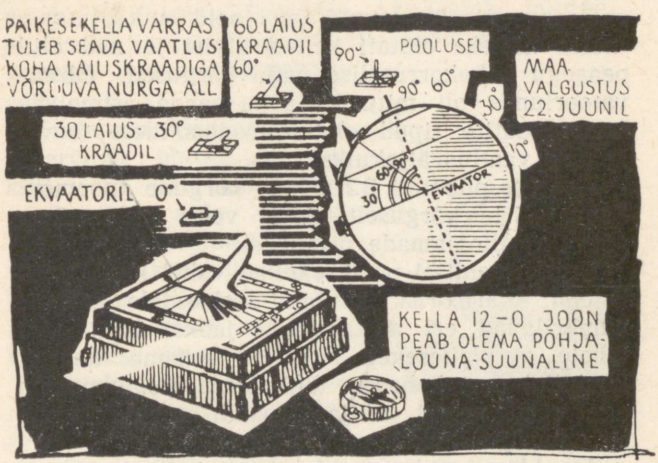
Babüloonia tundmatud targad tulid mõttele



Ekvatoriaalne päikesekell. Selle puuduseks on, et põhjapoolkera põhjaosas langeb vari pärast 23. septembrit numbrilaua vastasküljele. Maa skeemil on näidatud kriitiline moment.
Pärast 23. septembrit jääb numbrilaua ülapool varju ja seepärast kõlbab niisugune kell kõrgetel laiustel kasutamiseks ainult suvel.

tähistada gnoomonit ümbritsev väli tunnijaotustega. Gnoomon omandas numbrilaua ja muutus päikesekellaks. Osuti ülesandeid täitis vari, kellamehhanismiks aga oli kogu maakera, mis oma telje ümber pööreldes põhjustab Päikese näiva liikumise taevavõlvil.

Omatehtud päikesekella valmistamine erilisi raskusi ei tekita, kuid selleks on vaja tunda geomeetria ja geograafia algmeid niisama hästi, nagu tundsid neid teadusi babüloonlased, egiptlased ja muistsed kreeklased.



Horisontaalne päikesekell. Seda kella on hea kasutada igal aastaajal kõigil laiustel peale polaaralade.

Neil kaugetel aegadel oskasid inimesed maastikul märkida keskpäevajoont ja sirkli abil ringi kuueks võrdseks osaks jagada. Sedasama tuleb osata neil, kes peaksid tahtma päikesekella valmistada. Selle ehitus, mis on üsna lihtne, on jooniselt hästi näha.

Päikesekell ei suuda muidugi mehaanilise kellaga võistelda. Isegi siis, kui päikesekell on ehitatud eriti hoolikalt, läheb selle ajanäit paratamatult lahku tavalise kella ajanäidust. Selle põhjuseks on asjaolu, et Päikese näiv liikumine ümber Maa ei toimu ühtlaselt.

Kuigi muistsetel teadlastel polnud täpseid mehaanilisi ajanäitajaid, märkasid nad siiski Päikese liikumise ebaühtlust.

Selleks et saada täpsemaid kelli, püüdsid endisaegsed astronoomid teha neid suurematena. Indias näiteks ehitati kellad kivist ja nad olid peaaegu kahekorruselise maja kõrgused. Observatooriumis oli mitu kella ja nende astmeliste kivist osutite tipud olid astronoomidele taevakehade vaatlusväljakuiks.

Firenzes püstitati 92 meetri kõrgune gnoomon. Seega jäi ta kõrguselt ainult veidi maha tänapäeva raadiojaamade mastidest.

Kreekas ehitati päikesekellad vahel kuubikujulistena. Marmorist kuubiku tahkudele märgiti numbrilauad eri aastaaegade jaoks. Kui pandi tähele, et päikesekell hakkas valetama, keerati kuubikul uus, kohasem tahk ülespoole, gnoomon aga võeti pesast välja ja pandi uude, varem sissepuuritud auku.

Araablased valmistasid päikesekella kepi- või sauakujulisena. Kuid niisugune kell ei olnud ümmargune, vaid kandiline nagu pliiats. Igal kandil olid tunnijaotused ja puuritud auk osuti jaoks. Osuti, milleks oli teatud pikkusega pulk, rippus nööriga kella küljes.

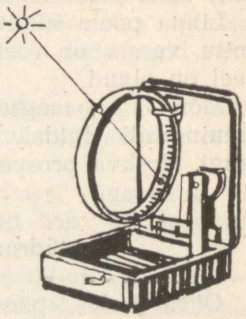
Asudes rännu- või karjateele, võttis araablane endaga kaasa keppkella. Kui oli vaja aega teada saada, pistis kellaomanik pulga avausse, mis vastas jooksvale kuule, tõstis kepi vertikaalselt püsti ja vaatas, missugusele jaotusele langeb osuti vari.

Astronoomiliste teadmiste arenemisega, kui Päikese liikumise kõik iseärasused olid mõistetavaks saanud, täiustati ka päikesekelli. Nad hakkasid nüüd palju täpsemalt aega näitama, kuid see-eest muutus niisuguste kellade kasutamine tunduvalt keerukamaks.

Väga täpse riista aja määramiseks Päikese

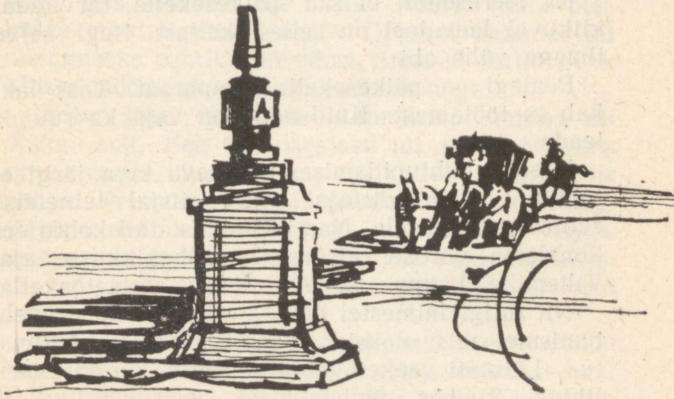
järgi valmistas 1904. aastal teeneline vene astronoom, NSV Liidu Teaduste Akadeemia auliige, professor Sergei Pavlovitš Glazenap. Selle riista nimetas leidur päikeserõngaks.

Professor Glazenapi päikeserõnga ehitus ei ole küll eriti keerukas, kuid omal jõul seda ehitada pole siiski nii lihtne nagu tavalist päikesekella. Päikeserõnga väline kuju on näidatud joonisel, aga selle käsitsemise reeglid ja ehituse kirjeldus on üksikasjaliselt esitatud professor Glazenapi huvitavas raamatus «Astronoomiasõpradele ja -harrastajatele».



S. P. Glazenapi päikeserõngas.

Pärast mehaanilise kella leiutamist päikesekella peaaegu enam ei tarvitata. Viimased



praktiliseks kasutamiseks mõeldud päikesekellad valmistati XVIII sajandil Venemaal. Siis ehitati parajasti Peterburi-Tsarskoje Seloo maanteed ja malmist valatud päikesekellad seati üles kõikidele selle maantee äärsetele verstapostidele.

Linna poole sõitev reisija sai hõlpsasti teada, mitu versta on veel sõita ja kui kaua ta juba teel on olnud.

Mõned vanaaegsed verstapostid on säilinud Leningradi ligidal. Üks neist seisab veel praegugi Moskva prospekti ja Fontanka nurgal.

Klepsüdrad — veevarastajad

Üheaegselt «päevase» päikesekellaga leiutamisega, aga võib-olla ka pisut hiljem, leiutati «öine» kell. Päikesekellaga ei saa ju alati kasutada. Satub pilv päikese ette, jääb kell kohe «seisma». Pärast päikeseloojangut ei ole aga niisugusest kellast üldse kasu.

Ka meresõidul ei saa päikesekellaga tarvitada: kiikuval laevalael on sellest kellast isegi selge ilmaga vähe abi.

Pealegi on päikesekell väliaparaat. Toas lakkab ta töötamast. Kuid aega on vaja ka ruumis teada.

Kreeka kohtupidamises valitseva tava järgi ei tohtinud ei süüdistajal ega kaitsjal teineteise suhtes eeliseid olla. Nad oli kohustatud kohtu ees kõnelema võrdsel määral — ühepikkuste ajavahemike kaupa. Selleks oli aga vaja toakella.

Nii tuligi inimestel hakata välja mõtlema mehhanisme, mis oleksid päikesevalgusest sõltumatud. Leiutati veekellad, mille ehitus on äärmiselt lihtne. Toober, ämber, paak, vaat või ükskõik

missugune anum, millel oli põhjas väike auk, võis täita kella ülesannet. Anum valatakse vett täis, vesi valgub tilgakaupa avausest välja, veepind alaneb, ja kui anuma seinale märkida jaotused nagu mensuuril, siis ongi kell valmis. Jääb ainult üle see õigel ajal «üles keerata» — vee, õli või isegi piimaga täita, nagu seda tegid egiptuse preestrid.

Kreeklased andsid veekellale veidi imeliku nimetuse — «klepsüdra», mis tähendab «veevaras või veenäppaja».

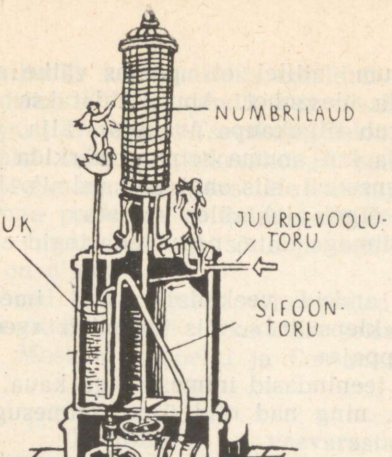
Klepsüdrad teenindasid inimesi väga kaua, üle tuhande aasta, ning nad olid üsna mitmesuguse ehitusega.

Osa klepsüdrasid olid varustatud ujuki ja vertikaalse joonlauaga, millele olid kantud tunnijaotused. Joonlaud oli kinnitatud ujuki külge ja ulatus läbi anuma kaanes oleva avause. Sedamööda, kuidas vesi välja voolas, vajus ujuk allapoole ja joonlaual oli näha vastav tunnijaotus.

Mõnedel klepsüdradel oli ujuki külge seotud nöör, mis suundus üle rulli. Nööri vaba otsa külge riputati mingi osuti. Ühtedel kelladel oli niisuguseks osutiks hõbedast linnuke, mille nokk libises mööda skaalat ning näitas aega.

Indias lasti veenõusse konnakarp, milles oli väike auk. See oli parajasti nii suur, et karp täitus veega täpselt tunni aja vältel ja vajus siis põhja. Preester, kes oli pandud kella valvama, jälgis ujuvat konnakarpi, ja kui see põhja vajus, asetas uue karbi ujuma. Kui oli vaja kellaaega teada saada, loeti põhjavajunud konnakarbid kokku.

Hiinas tuldi mõttele asetada mitu veenõu üksteise peale. Ülemisest nõust väljavoolanud vesi sattus alumistesse nõudesse. See muutis kellaval-



Ktesibiose klepsüdra.

vuri töö märksa lihtsamaks. Tal tuli ainult ülemisse anumasse vett kanda, teised täitusid ise. Ülemise anuma tühjenemisel polnud tähtis, et seda momentaanselt pidi uuesti täitma, vesi liikus ju teistes anumates edasi ja kell näitas aega.

Eriti kuulus oma veekellade poolest oli Aleksandria. Just selles linnas olid maailma esimesed kellassepad, kes reguleerisid ja remontisid klepsüdrasid. Aleksandria kellasseppi kutsuti automatoorius klepsüdraariusteks, see tähendab isetöötavate veekellade meistriteks.

Üheks esimeseks automatoorius-klepsüdraariuseks nimetavad ajaloolased mehhaanik Ktesibiost. Ktesibios elas teisel sajandil enne meie ajaarvamise algust. Ta oli suurepärane mehhaanik ja leidur.

Ktesibios valmistas esimese väga nupuka ehitusega veekella. Väliselt sarnanes Ktesibiose kell

väikese kapiga, millel seisis ümmargune sammas. Kapi peal, kummalgi pool sammast seisis lapse kuju: üks neist oli lõbusailmeline ja hoidis käes kepikest, teine aga pühkis silmist pisaraid.

Kepikesega lapsekuju oli kinnitatud varda otsa, mis kappi puuritud august välja ulatus. Ööpäeva jooksul tõusis kuju järk-järgult ülespoole ja kepike libises mööda sammast, millele olid märgitud tunnijaotused. See, kes tahtis kellaaega teada saada, vaatas, missuguse jaotuse juures kepike parajasti peatus.

Täpselt kesköö jõudis kepiga kuju kõige ülemisse asendisse ja näitas 24. tundi. Hetkeks ta peatus, siis aga langes kiiresti alla. Seejärel pöördus sammas veidi ja nuttev poisike lakkas pisaraid valamast. Teenija, kes kella järele valvas, võttis kesköö paagikaane maha ja täitis kella veega. Siis hakkas silmi hõõruv poisike uuesti nutma ja kepiga poisike tasapisi oma varda otsas ülespoole kerkima.

Selles templis, kust Ktesibiose kell leiti, oli olemas veevarustus. Kella veepaak täitus vahetpidamatult ja kell käis ise, automaatselt.

Ktesibiose kella mehhanism oli üsnagi keeruline. Veepaagist ulatus peenike varjatud toru nutva poisi silmade juurde. Väikeste silmaavade kaudu langes vesi pisaratena kuju jalge juures asuvasse kaussi. Sellest kausist voolas vesi teise peidetud toru kaudu kõrgesse ning kitsasse klaasanumasse, milles asus korkujuk. Ujukile oli kinnitatud varras, mille otsas seisis kepiga poiss.

Nutva poisikese pisarad veeresid klaasanumasse ja tõstsid selles veepinda. Ujuk ja ühtlasi kepiga poiss tõusid järk-järgult ülespoole.

Kaheteistkümnenda tunni lõpuks täitus klaas-

anum ääreni. Samaaegselt jõudis vesi klaasanumast väljuva põlvtoru ülemisse ossa.

Põlvtoru hakkas tööle nagu sifoon ja seda mööda valgus vesi kiiresti klaasanumast välja. Ujuk laskus anuma põhja; ühtlasi langes alla ka kepikesega poiss.

Põlvtoru kaudu väljuv vesi voolas väikesele vesirattale. Vee survel hakkas ratas pöörlema ja pani liikuma neli omavahel ühendatud hammasratast. Iga hammasratas pöörles eelmisest aeglasemalt, viimane, neljas ratas aga keeras vähehaaval telge, millel oli sammas tunnijaotustega. Samba pöörlemisel sattusid kepikese alla järjest uued tunnijaotused.

See oli hädavajalik, sest tolleaegne veekell sõltus päikesekellast ja pidi näitama päikeseaega. Et aga päikesekellal pole ükski päev teisega sarnane, siis tuli ka veekellal iga päev numbrilauda vahetada. Ktesibiose klepsüdra sammas tegi ühe täispöörde 365 ööpäevaga.

Pärast Ktesibiost valmistasid teised automatoorius klepsüdraariused veelgi keerukamaid kelli. Mõnedel neist oli ümmargune numbrilaud ja üksainus osuti ning nad lõid tunde ja pooltunde just nagu tänapäeva löögimehhanismiga kellad.

Niisugused klepsüdrad olid äärmiselt kallid. Neid võisid endale muretseda ainult väga varakad inimesed ja rikkad kloostrid. Koos mehaaniliste kellade täiustumisega kadusid klepsüdrad tarvituselt.

Klepsüdrade vennad

Meremeestel on mõistatuslik väljendus: «Klaasi lööma». Mingisuguseid erilisi «klaase» laeval

pole ja neid ei löö ka keegi, vaid iga poole tunni tagant lüüakse suurt laevakella ja seda nimetatakse «klaasi löömiseks».

Sellel väljendusel on oma ajalugu. Veekellal oli ka noorem veli — liivakell. Ehituselt sarnanesid liivakellad veekelladega, ainult vee asemel valati neile puhast ja eriti peent liiva. Läbi kitsa ava valgus liiv klaasi ühest osast teise. Kui kogu liiv oli avast läbi käinud, pöörati kell ümber ja liiv hakkas uuesti voolama.

Ei päikese- ega veekella polnud võimalik laevadel kasutada, sest laeva kiikumise tõttu ei näidanud nad õiget aega. Liivakell aga kõikumist ei karda. Liiv voolab ühtemoodi hästi nii vaikse ilma kui ka tormiga. Seetõttu saidki laevastikus eluõiguse just liivakellad. Kui liiv klaasi ühest otsast teise oli valgunud, keeras madrus klaasi ümber ja lõi laevakella, andes teada, et pool tundi on möödas ja klaas on ümber pööratud. Siit saigi alguse väljendus «klaasi lööma».

Liivakellad olid kaua aega laevastikus kasutusel. Neid võis leida igalt laevalt veel möödunud sajandi algul. Hiljem tõrjus kronomeeter liivakella laevalt välja.

Lihtsa ehituse ja odavuse tõttu oli liivakell nii vana- kui ka keskajal väga levinud.



Keskajal täitsid liivakellad inimestel taskukellade aset. Kuid taskus neid ei kantud. Moenarrid, kes armastasid kelladega uhkeldada, sidusid need siidlindiga põlveõndla kohale jalasääre külge.

Kõigist vanaaegsetest kelladest on liivakell osutunud kõige elujõulisemaks. Teda kasutatakse veel tänapäe-

valgi. Liivakella võib leida igas koolis, laboratooriumis ja raviasutustes. Mehhaaniliste mänguasjade tehases kontrollitakse liivakella järgi üleskeeratavate mänguasjade, nagu hüppavate konnade ja sammuvate elevantide omadusi. Näiteks pannakse üleskeeratud elevant liivakella ümber sammuma ja kontrollmeister jälgib, et ta käiks vähemalt 20 sekundit.

Kui ei nõuta erilist täpsust, siis mõõdetakse liivakella abil ka lühemaid ajavahemikke.

Peale liivakella leiutati klepsüdra eeskujul ka elavhõbekell. Viimases voolas ühest kellapoolest teise elavhõbe.

Elavhõbekell oli kallim kui liivakell, kuid nagu kinnitavad vanad raamatud, oli ta liivakellast täpsem. Seetõttu kasutatigi elavhõbekelli astronoomia observatooriumides. Elanikkonna hulgas nad ei levinud ja unustati lõpuks hoopis.

Tänapäeval hakatakse elavhõbekelli uuesti kasutama. Need meenusid elektrikutele ja nad hakkasid neid rakendama automaatseis katkestites.

Väike elavhõbekell ühendati tavalise elektrikatkestiga. Niisuguseid katkesteid kasutatakse tänapäeval trepikodades, koridorides ja üldse niisugustes kohtades, kus valgust on vaja vaid lühikeseks ajaks.

Kui kellelgi on öösel vaja läbi koridori minna, keerab ta lülitit. Sellega pööratakse ümber elavhõbekell, mis on ehitatud lüliti korpuse sisse. Elavhõbe on hea elektrijuht, mistõttu valgus põleb nii kaua, kuni elavhõbe on kella ühest osast teise voolanud. See kestab paar minutit ja siis kustub valgus iseenesest. Et valgust taas sisse lülitada, tuleb lülitit veel kord keerata.

Niisugune lihtne seadis võimaldab suurt kokkuhoidu, sest tavaliselt põleb valgus trepikodades ja koridorides täiesti asjata öö läbi.

Tarvitusele tuleb viipur

Kui hea veekell ka oli, siiski tekitas ta palju muret nii selle omanikule kui ka kellasseppadele. Juhtus, et puru sulges ava, mille kaudu vesi välja voolas, ja kell hakkas häbematult valetama. Suvel on asi veelgi hullem, siis on palju tolmu ja kuumust. Kuuma ilmaga aurab aga vesi kiiresti ära. Sageli juhtus, et halvasti tihendatud veekell kuumuse tõttu mitte üksnes seisma ei jäänud, vaid isegi tagurpidi käima hakkas, näidates pärast keskpäeva uuesti varaseid hommikutunde.

Leiutajad murdsid päid selle üle, kuidas luua täpsemat ning usaldusväärsemat mehhanismi kui on veekelladel.

Mõned automatoorius klepsüdraariused valmistasid ujuki ja väikese koormusega varustatud kelli: nad ei kinnitanud ujuki külge osutit, nagu Ktesibiose kellades, vaid nöörijupi. Viimane heideti üle ploki, nööri teise otsa külge aga seoti väike pomm — vastukaal. Kui vett klaasi juurde tuli, kerkis ujuk kõrgemale, pomm tõmbas nööri oma poole ja laskus järk-järgult alla. Nöör aga omakorda pööras rulli, mille telje külge oli kinnitatud tunniosuti.

Niisugused kellad olid oma välimuselt üsna praeguste kellade sarnased.

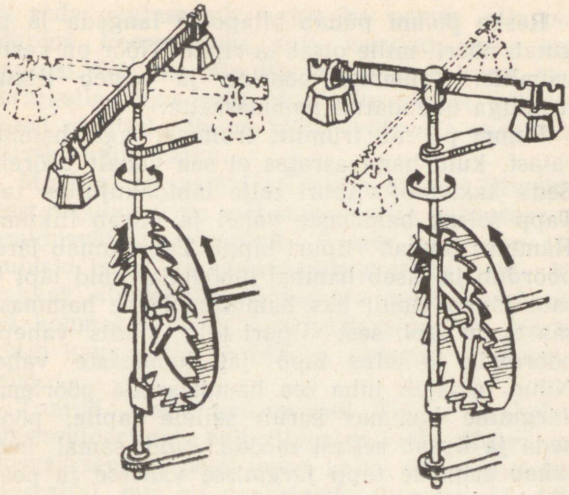
Ja lõpuks tuli keegi keskaegsetest kellasseppadest mõttele vee ja ujukita toime tulla: pööraku pomm allapoole vajudes ise telge koos tunniosutiga. Tuli ainult välja mõelda mingi pidurdamisseadis, mis takistas pommi liiga kiiret laskumist.

Niisugune seadis mõeldigi välja ning tarvitusele tuli pommiga kell, praeguse pommidega kella eelkäija.

Esimese mehhaanilise kella leiutaja nimi on teadmata. Ajaloolased oletavad, et esimesteks kellamehhanismide loojateks olid araablased. Tol ajal, see on 1000—1200 aastat tagasi, olid araablased tunduvalt kultuursemad ja haritumad kui eurooplased. Siis tulid paljud leiutised ja tehnilised uudisesemed araabia maadest.

Tänapäeva kella esivanemateks olid nähtavasti igasugused hammasratastega mehhanismid, mille abil araabia astronoomid määrasid kindlaks Päikese, Kuu ja planeetide asetuse. Need mehhanismid vabastasid astronoome pikkade arvutuste tegemisest. Kui need mehhanismid aga olemas olid, siis polnud enam kuigi raske mõttele tulla panna need tööle ilma inimese osavõtuta, lisades seejuures neile pommi ja seades nad nähtavale kohale üles. Sellepärast olidki esimesed kellad, mis Euroopas XIII sajandil tarvitusele tulid, tornikellad.

Peaaegu kõik nad olid paigutatud suurte kirikute tornidesse või esiviiludele. Oma välimuselt erinesid nad suuresti praegustest tornikelladest, näiteks neist, mis on paigutatud Moskva Kremli Spasski torni. Keskaegseil tornikelladel oli mitu numbrilauda, mille osutid näitasid Kuu faase, Päikese liikumist zodiaagi tähtkujude hulgas ja planeetide liikumist. Ühesõnaga, nad pidid kõigile usklikele demonstreerima «jumala suurt tarkust», mis oli pannud kõik need taevakehad liikuma. Paljude numbrilaudade hulgas, mis olid kaunistatud rikkalikult kulla ja hõbedaga, asetses ka väike, tagasihoidlik numbrilaud samuti üheainsa osutiga, mis näitas ööpäeva tunde.



Nii «töötab» viipur.

Alles järk-järgult, kui tornikelladega hakati varustama ka väikesi linnu ja külasid, võeti neilt maha kallid kaunistused, tunde näitav numbrilaud aga jäeti alles, kusjuures sellele lisati veel teine osuti, mis näitas minuteid.

Niisuguse ehitusega kellades täidab piduri-regulaatori osa eriline pöörlev detail — viipur. Viipur koosneb kangist, mille kummaski otsas on koormus, ja teljest, mille külge on kinnitatud kaks labidakujulist tappi.

Viipuri ehitus on äärmiselt lihtne, kuid selle töö on seotud tehnilise riukaga. Asja olemus seisab selles, et labidakujulised tapid on paigutatud teineteisest teatud kaugusele ja telje suhtes eri nurga alla.

Raske pomm püüab allapoole langeda ja pingutab nööri, mille otsas ta ripub. Nöör on keritud trumlile. Trummel pöörleb ja paneb liikuma trumliga ühendatud hammasratta.

Pomm pöörab trumlit, trummel aga hammasratast, kuid hammasratas ei saa vabalt pöörelda. Seda takistab viipuri telje labidakujuline tapp. Tapp seisab hammaste vahel ja piirab liikumist. Hammas tõukab viipuri tappi. Tapp annab järele, pöördub ja laseb hambal mööduda, kuid läbi lipsata jõuab ainult üks hammas. Teine hammas ei saa enam läbi, sest viipuri telg jõudis vahepeal pöörduda ja teine tapp jäi hammaste vahele. Nüüd takistab juba see hammasratta pöörlemist. Järgmine hammas surub sellele tapile, pöörab seda ja lipsab sellest mööda, kuid samal hetkel läheb esimene tapp järgmisse vahesse ja peatab omakorda hammasratta.

Hammasratta tõugetest pöördub viipur kord paremale, kord vasakule. Iga pöörde ajal lipsab ainult üks hammas läbi. Seetõttu ei lange pomm järsku, vaid järk-järgult, lühikeste, vaevalt märgatavate nõksakute kaupa.

Neil aastail püüti isegi toakelli hästi suurtena valmistada. Meistritele paistis, et suurema kella puhul on kergem vajalikku täpsust saavutada.

Kui mingi keskaegse linna sellide vahel tekkisid kokkupõrked ja kaklused, siis läksid kellassepatsunfti sellid tänavale minuti- ja tunniosutitega relvastatult. Osutid olid küllalt suured, et täita piikide ja odade aset.

Kuid kella suurus ei õigustanud siiski kellasseppade lootusi täpsuse suhtes.

Et niisuguse kella käiku reguleerida, riputati viipuri kangile koormusi. Mida raskemad need koormused olid, seda aeglasemalt viipur pöördus

ja seda aeglasemalt vajus ka pomm allapoole. Viipuri koormusteks tuli kasutada üsna suuri raskusi. Näiteks läks ühe keskaegse linna suure tornikella jaoks vaja õige mitu rasket telliskivi. Need riputati viipuri kangi külge ja reguleeriti niiviisi kella käiku.

Muidugi ei saanud telliskividest või liivakottidest regulaatoriga kell silma paista ei täpsuse ega usaldusväärsuse poolest. Suure koormuse tõttu kulusid teljed ja hammasrattad ruttu läbi. Kell hakkas «lonkama». Viipuriga kella mehhanism oli kohmakalt suur, viimistlemata, ei pidanud kuigi kaua vastu ja nõudis pidevat järelevaatamist.

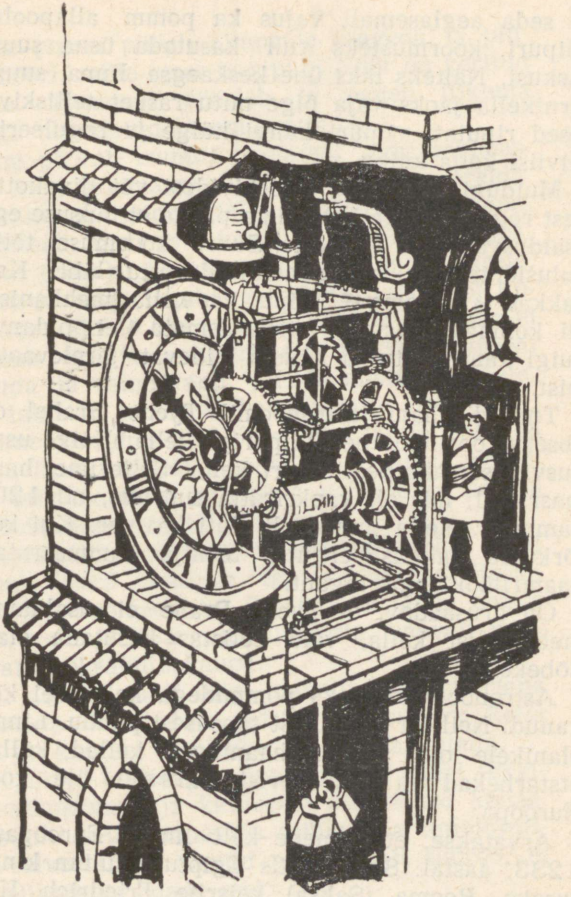
Tuntud taani astronoomil Tycho Brahel oli observatooriumis neli viipuriga kella. Kõige usaldusväärsemaks peeti suurt kella. Selle ühel hammasrattal, mis oli vankriratta suurune, oli 1200 hammast. Kella juures oli alati haamer. Kui kell tõrkuma hakkas, ergutas teenija hammasratast haamrilöökidega tagant.

On arusaadav, et Tycho Brahe ei usaldanud mehaanilist kella, vaid eelistas kasutada elavhõbekella.

Astronoomide jaoks pommidega kellad ei kõlvanud. Neil jäi vajalikust täpsusest puudu. Linnaelanikele olid aga mehaanilised kellad küllalt otstarbekad ja nad levisid kiiresti üle kogu Euroopa.

Arvatakse, et esimene kell ilmus Euroopasse 1233. aastal. Selle saatis Egiptuse sultan kingituseks Rooma (Saksa) keisrile Friedrich II-le (Friedrich Barbarossa pojapojale).

Venemaal said kellad tuntuks peaaegu samal ajal kui Lääne-Euroopas. Juba XIII sajandil hakkavad kroonikakirjutajad peale sündmuste aasta



Sellise ehitusega olid keskaegsed tornikellad.

ja päeva ka küllalt täpselt kellaaega märkima. Näiteks märgib kroonikakirjutaja 1300. aastal: «Aprillikuu 18. päeval, suurel laupäeval kell 1 öösel oli Varjaagi tänaval tulekahju... Tekkis tulemöll ja -lõõm.»

Või jälle niisugune sissekanne:

«1299. aastal, 22. mail, reede hommikul kell 7 lõpetas oma elupäevad Novgorodi peapiiskop Kliment.»

Meie vanades ajalooraamatutes on väga palju sissekandeid, kus on ära märgitud mitmesuguste sündmuste, nagu tulekahjude, virmaliste, päikese- või kuuvarjutuse päev ja kellaaeg. Kuid kroonikakirjutaja ei saanud ju kõiki sündmusi ise näha; nendest jutustasid talle pealtnägijad, kes teatasid ka aja, millal midagi tähelepanuväärset toimus. See tõendab, et kellad olid Venemaal levinud ja vene inimestele tuntud.

1404. aastal seati Moskvas Dimitri Donskoi poja, suurvürst Vassili lossi üles esimene tornikell. Kella asetas kohale serblane Lazar, kes oli saabunud Athosest. Rahvas imetles vürsti kella, mis lõi iga tundi ja mille löögid kõlasid üle kogu Moskva.

Kroonikakirjutaja märkis selle sündmuse üles järgmiste sõnadega:

«Seesinast kella kutsutakse rahvakeeles tunnimõõtjaks. Iga tunni puhul lööb haamer kella pihta, mõõtes ja lugedes öiseid ning päevaseid tunde: ei löö kella inimene, vaid inimesekujuline, oma häälega, iseliikuv ja imepäraselt valmistatu, mis on inimliku tarkusega välja mõeldud ja väga kavalasti leiutatud.»[1]

See, mida kroonikakirjutaja nimetab «inimese-

[1] Troitski kroonikast.



kujuliseks, oma häälega ja iseliikuvaks», oli inimese mehaaniline kuju, mis haamriga tunde lõi.

Vürsti eeskujule järgnedes hakkasid paljud rikkad inimesed, aga samuti kloostrid ja kirikud oma tornidesse või kellatornidesse «löögiga kelli» üles seadma. Löögiga kelladeks nimetati neid seepärast, et neil oli löögimehhanism.

Vene meistrid olid eriti osavad kelli valmistama, ent nad ehitasid neid mõnevõrra teisiti kui muu-

des maades. Meie kellassepad pidasid seda ebamugavaks, kui inimesel tuli silmadega osutit otsida ja vaadata, missuguse numbri kohal ta seisis.

Vanadel vene kelladel oli pöörlev numbrilaud seitsmeteistkümne tähega, mis märkisid numbreid, ja paigalseisev osuti. Jooksva tunni number seisis alati sel kohal, kus praegustel numbrilaudadel on 12.

Just niisugune kell seatigi Kremlis Spasski torni üles. Välismaalased, kes Moskvas viibisid, imestasid tundmatu välimusega kella nähes väga.

Esimese Spasski tornikella osuti seisis numbrilaual paigal ja näitas alati ülemise numbri poole.

Imetlusväärne oli ka selle tornikella löömine. Kell lõi eraldi päevaseid ja öiseid tunde, alustades lugemist iga kord ühest peale. Päeva esimene tund algas alati päikese tõusuga ja siitpeale lõi kell tunde järjekorras kuni päikese loojanguni.

Kuna suvel on päevad pikemad, siis lõi kell juulikuul päikese loojangu ajal seitseteist korda, kuulutades moskvalastele, et käes on päeva seitsmeteistkümnes tund.

Moskva kellasseppade meisterlikkus oli kuulus kaugel väljaspool meie kodumaa piire. Vene meistrid ehitasid ja korrastasid kellasid Pärsias, Türgis ja teistes idamaades.

Viipur lastakse erru

Kell, mille käigu regulaatori osa täitis viipur, teenis inimkonda mitu sajandit. Hiljem võimaldas mehaanika areng luua hoopis täiuslikumaid regulaatoreid. See uus tähtis teaduslik avastus tehti jumalateenistuse ajal Pisa peakirikus.

XVI sajandil olid kõik üliõpilased kohustatud

iga päev kirikus käima. Sellele eeskirjale tuli alluda ka tulevasel suurel teadlasel, Pisa ülikooli arstiteaduskonna üliõpilasel Galileil. Kord jumalateenistuse ajal tõmbas Galilei tähelepanu endale kiriku laest pikkade kettide otsas allarippuv lühter. Küünlasüütajad ei olnud nähtavasti oma tööd küllalt ettevaatlikult teinud ja raske lühter kiikus aeglaselt edasi-tagasi. Kaheksateistkümne-aastane Galilei ei paistnud just silma eriti innuka palvetajana. Teda huvitasid palju rohkem ümbritseva elu nähtused. Ta märkas juhtumit lühtriga ja jälgis selle kiikumist.

Tähelepanelikkus, oskus näha tavalises ebatavalist, lihtsas keerukat moodustabki suurte looduseuurijate iseloomuliku joone.

Tuhanded ja miljonid inimesed olid juba enne Galileid näinud, kuidas kiiguvad köie, nööri või keti otsa riputatud lühtrid, lampaadid, kiiged, ripploed ja muud esemed. Ent kuigi seda olid näinud paljud, ei märganud keegi enne Galileid kiikuvate esemete üht väga olulist iseärasust.

Pannud sõrme oma pulsile, jälgis Galilei tähelepanelikult lühtri üha lühenevaid võnkeid. Südamelöögid asendasid talle sekundimõõtjat. Galilei kontrollis tehtud avastust. Lihtsusele vaatamata näis see imestusväärne.

Niipea kui kirikuteenistus oli lõpule jõudnud, ruttas Galilei koju. Seal sidus ta võtme, mitmesuguse raskusega kaaluvihid ja muud esemed niidijuppide külge ja hakkas neid kiigutama.

Sekundimõõtjaks oli tal endist viisi pulss, Selle abil määras Galilei kindlaks pendli võnkumise seadused.

Kõigepealt pööras ta tähelepanu sellele, et niidi otsas rippuva kaaluvihi võnkumine muutus üha

aeglasemaks ja selle amplituud üha väiksemaks, kuid ühe võnke vältus ei vähenenud märgatavalt.

Hiljem selgus, et kui võngete amplituudid pole väga suured, siis tõukejõud võnke perioodi ei mõjuta.

Ka pole seejuures oluline pendli kaal. Nii raske kui ka kerge pomm, mis on riputatud võrdse pikkusega niitide otsa, võnguvad ühetaoliselt.

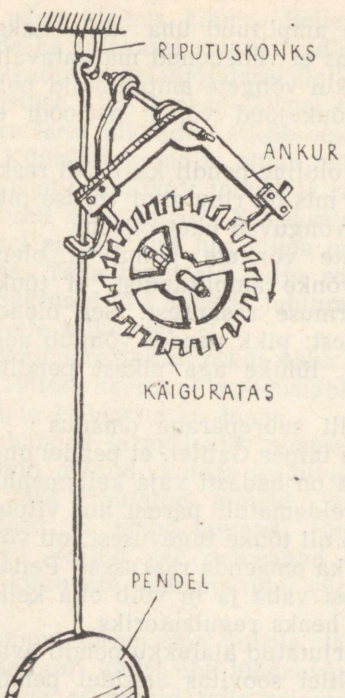
Tähendab, väikeste võngete puhul ei olene võnke periood ei võnke amplituudist, ei tõuke tugevusest ega koormuse raskusest. See oleneb ainult pendli pikkusest: pikk pendel võngub aeglasemalt kui lühike, lühike aga pikast pendlist kiiremini.

Nii avastati pendli suurepärane omadus.

Mitu aastat hiljem taipas Galilei, et pendel ongi just see seadis, mida on hädasti vaja kellamehhanismile. Ta on võrreldamatult parem kui viipur. Sõltub ju viipuri töö nii tõuke tugevusest, nii võnke amplituudist kui ka omaenda raskusest. Pendel on sellest sõltumusest vaba ja ta võib olla kellamehhanismile väga heaks regulaatoriks.

1582. aasta on kirjutatud ajalukku pendli avastamise aastana. Galilei soovitas arstidel pendlit kasutada haigete pulsi mõõtmiseks ja ta ise tarvitas pendlit pidevalt aja mõõtmiseks mitmesuguste katsete ja astronoomiliste vaatluste juures.

Täielikult koormatud teaduslike küsimustega, ei püüdnudki Galilei lahendada tehnilisi ülesandeid. Ta ei proovinud pendlit ühendada kella hammasmehhanismiga ja nii ehitada tõelist pendelkella. Alles oma elu lõpul osutas ta tähelepanu kellale ja valmistas tulevase kella joonise. Selle joonise leidis Galilei paberite hulgast pärast tema surma ta õpilane Viviani ja avaldas selle. Joonise järgi valmistas esimese pendelkella Galilei poeg. Kuid



Pendelkella mehhanism.

see leiutus ei äratanud tähelepanu ja pendelkella leiutajaks peeti kaua aega hollandi teadlast Christian Huygensit, kes võttis patendi pendelkellale 16. juunil 1657.

Pendelkella mehhanismi ehitus selgub juuresolevalt jooniselt. Pendli ülaossa on kinnitatud

plaadike, mille kummaski otsas asub eri kujuga hammastapp. Plaadike ise sarnaneb kahepoolse laevaankruga. Taolist plaadikest nimetataksegi ankruks.

Pendel liigub ja ankru tapid peatavad järjekorras käiguhammasratta hambaid, lastes neid ainult ükshaaval edasi. Samal ajal suruvad hammasratta hambad tappidele, tõukavad neid ja sunnivad sellega pendli liikuma.

Nii saavutatakse kahe seadise sõbralik koostöö. Pommiga trummel tõukab hammasratta kaudu pidevalt pendlit, seda liikuma pannes, ja pendel, just nagu tänutäheks talle osutatud teene eest, kindlustab kogu mehhanismi korrapärase töö.

Teatud kindla hammaste arvuga hammasrataste süsteemi abil antakse trumli liikumine edasi osutitele, mis liiguvad alati ühesuguste, korrapäraste «sammudega».

Christian Huygensile kuulub veel teinegi tähtis leiutis. Ta leiutas balanssiiri, mis taskukellas asendab pendlit.

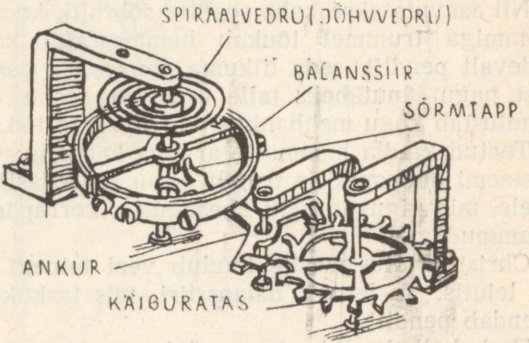
Taskukellad olid olemas juba varemgi. Nad võeti nähtavasti kasutusele XV sajandi lõpul, kui tuldi mõttele asendada kellapomm spiraalvedruga. Kuid regulaatorina kasutati esimestes taskukellades väikest viipurit.

Erilise täpsuse poolest niisugused kellad muidugi silma ei paistnud. Huygensi leiutatud balanssiir võimaldas luua häid, suurepäraseid taskukelli, aga hiljem ka sekundimõõtjaid ning väga täpseid mere- ja lennukikronomeetreid.

Taskukella balanssiir kujutab endast väikest ratast peenikese spiraalse jõhvvedruga: spiraalvedru kokku- ja lahtikeerdumise aeg oleneb samuti nagu pendli võnkumine ainult pikkusest ja ratta suurusest. Kuid ometi ei saa balanssiiri pend-

liks nimetada. Neil on väga vähe ühist: pendel allub raskusjõule, balanssiir aga terasvedru elastsusele. Seega on nad hoopis eri mehhanismid, kuigi nad täidavad üht ja sama osa.

Pöördudes oma teljel paremale ja vasakule paneb balassiir võnkuma ankru, mis laseb kella käiguratta hambaid ainult ühekaupa läbi ega luba sellel kiiresti pöörelda.



Ankurkella mehhanism.

Käiguratas omakorda tõukab ankru tappe ning sunnib ankrut ja selle kaudu ka balanssiiri pöörduma.

Käiguratta hammaste löögid ankru tappide vastu tekitavadki iseloomuliku «tik-tak» heli.

Tavalises taskukellas kostab see tik-tak kaheksateist tuhat korda tunnis. Teiste sõnadega, balanssiir ja ankur teevad viis võnget sekundis.

Aasta jooksul peab ankur peaaegu 158 miljonit lööki välja kannatama. Kui nõrgad need löögid ka ei oleks, on neid lõppude lõpuks ikkagi miljoneid. Ka veetilk, nagu öeldakse, õõnestab

kivi, mõjudes mitte oma jõu, vaid püsivusega. Arusaadavalt peavad ankur ja käiguratta hambad väga vastupidavad olema. Selleks on ankru tappidele kinnitatud õhukesed karastatud terasest plaadikesed või kalliskivi killukesed.

Peale ankrukellade on olemas ka teistsuguse ehitusega kelli. Lihtsamad äratuskellad töötavad tihvtikäigul. Odavates taskukellades on vahel silindersüsteem. On olemas veel muid kellasüsteeme, kuid nad kõik on tunduvalt halvemad ankrusüsteemist, mida kasutati esimeses, Huygensi näpunäidete järgi valmistatud kellas.

Noortele mehaanikutele, kes tahavad kellamehhanismiga praktiliselt tutvuda, toodab Leningradi metallitoodete tehas nr. 4 erilisi kelli. Nendele on lisatud joonised ja kirjeldus. Kellad on valmistatud selliselt, et neid saab ise lahti võtta ja kokku panna.

Mehhanismi lihtsusest hoolimata käivad niisugused kellad täiesti korralikult.

Esimesed vene mehhaanikud

Möödunud sajandil saavutasid vene kellassepad oma töös suure meisterlikkuse. Nende poolt loodud mehhanismid paistsid silma keerukuse ja teravmeelse konstruktsiooni poolest.

Näiteks ehitasid XVIII sajandi keskel Rževi kellassepp ja leidur Terenti Ivanovitš Voloskov suurepärase astronoomilise kella. See kell andis täieliku pildi taevakehade iga-aastase liikumise kohta.

Kuldne Päike liikus mööda sinist horisonti, mis suurenes või vähenes olenevalt päeva pikkusest. Hõbedane kuu käis oma teed, muutes iga päev oma kuju vastavalt tõelise Kuu faasidele.

Kellaosutid näitasid peale ööpäeva veel nädalapäevi, kuid ja aastaid ning märkisid eraldi liigaastaid. Peale selle oli Voloskovi kellal veel lisamehhanism, mis võimaldas teha väga keerukaid arvutusi ja kindlaks määrata usuliste pühade päevi.

Niisuguseid suurepäraseid meistreid on Venemaal alati palju olnud, kuid nad elasid raskel ajal, kus andekaile inimestele tähelepanu ei osutatud. Neil ei olnud seetõttu ka võimalik oma teadmisi, kogemusi ja andeid rakendada.

Voloskov veetis kogu elu Rževis. Ta ehitas isegi teleskoope ja mitmesuguseid teaduslikke aparaate. Voloskov leiutas väga head värvid, mis kõlbasid veel sada aastat pärast ta surma. Kuid Voloskovi eluajal ei näinud ta leiutised maailmavalgust. Isegi ta suurepärane kell seisis hüljatuna seina ääres.

Oma elu viimastel aastatel palus leiutaja, et ta naine selle kella tumeda rätikuga kinni kataks.

«Mul on kurb seda vaadata,» ütles ta ise.

Voloskov suri 1806. aastal tundmatuna ja vaesena.

Suurepärase kella ehitamisega algas oma tööd ka kuulus Kulibin, esimene vene mehaanikainsener.

Ivan Petrovitš Kulibin sündis Nižni-Novgorodis (praegune Gorki linn) 20. aprillil 1735. Juba lapsepõlves tundis ta huvi igasuguste omatehtud asjade vastu. Ta ehitas vesiveskeid, tuulelippe, käristeid ja muid liikuvaid mänguasju.

Kord hankis poisike ühelt rändkaupmehelt vene mehaaniku Adadurovi raamatu «Lühike õpetus lihtsate ja keerukate masinate tundmaõppimiseks». Raamatus räägiti kangidest ja plok-

kidest, talidest, hammasratastest ja hammasmehhanismidest. Seal kirjeldati ka kellade ehitust.

Raamat oli kirjutatud väga raskes keeles ja Kulibin ei taibanud kohe kõike, kuid ta sai sellest pikapeale jagu ja õppis raamatu isegi pähe. Kõige enam huvitas Kulibinit kellade ehitus. Ta ronis tihti Nižni-Novgorodi peakiriku kellatorni ja jäi sinna kauaks, õppides tundma ja tehes jooniseid sealsest kellamehhanismist.

Kodus saagis ta välja puust hammasrattad ja püüdis teha puust kellamehhanismi. Selle ta ka ehitas, kuid käima see ei hakanud, sest niisuguse keeruka mehhanismi jaoks pole puu kohane materjal.

Kui Kulibin sai seitsmeteistkümneaastaseks, oli tal juhus kord Moskvas käia. Seal tutvus ta ühe kellassepaga, kes jutustas talle oma tööst ja müüs talle rikkiläinud treipingi ning veel ühe vana kõlbmatuks muutunud tööriista.

Kulibin transportis oma ostu koju, parandas ja korrastas treipingi, seadis ka tööriista korda ja hakkas ehitama niisugust kella, mida ta oli näinud Moskvas.

Kella valmistamine õnnestus hästi. Igal täistunnil avanes numbrilaua kohal mängumaja uks ja sellest vaatas välja halli värvi linnuke. See kummardas ja hüüdis «ku-ku». Kui kell näitas kümme, kummardas ja kukkus ka linnuke kümme korda. Seejärel puges ta peitu kuni järgmise täistunnini.

Niisugused kellad olid tollal imeasjaks ja Kulibinil oli tellijaid kui murdu.

Näinud kord kellegi poolt Nižni-Novgorodi toodud teleskoopi ja mikroskoopi, asus Kulibin aega viitmata asja kallale ja ehitas ka ise niisugused aparaadid. Teleskoobi metallpeegli valmistami-

seks tuli tal leiutada vajalik metallisegu ja samuti välja töötada lihvimise moodus.

Nende aparaatide kallal töötades tuli Kulibin mõttele ehitada täiesti eriline kell, millist enne teda veel keegi ei olnud valmistanud.

Seda kella ehitas Kulibin pikka aega ja lõpetas töö 1767. aastal. Välimuselt ja suuruselt oli see kell «pardi- ja hanemuna vahepealne». Teda tuli kord ööpäeva jooksul üles keerata ja ta lõi hõbekellukesega täis-, pool- ning veerandtunde.

Iga tunni lõpul avanesid kella kullatud korpuse küljel tiibuksed ja korpuse sees nagu väikesel laval esinesid inimkujukesed, mis esitasid lühikese religioosse sisuga näidendi. Pärast etendust mängis muusika ja uksed sulgusid järgmise täistunnini. Keskpäeval mängis kell hümni, mille Kulibin ise oli loonud.

«Kanamuna-kujuline» kell tegi Nižni-Novgorodi mehaaniku kuulsaks. 1769. aastal kutsuti Kulibin Peterburi ja määrati Teaduste Akadeemia töökodade juhatajaks.

Sel alal sai Kulibinist suure õpetlase ja vene esimese akadeemiku Mihhail Vassiljevitš Lomonossovi otsene järglane ja tema töö jätkaja. Oli ju Lomonossov tegelnud kodumaiste aparaatide loomisega kuni oma surmani 1765. aastal.

Kulibin juhatas töökodasid üle kolmekümne aasta. Tema käte alt tulid välja esimesed vene mikroskoobid, teleskoobid, baromeetrid ja termomeetrid, geodeetilised instrumendid, mitmesuguste katsete jaoks vajalikud elektrimasinad, täpsed kaalud ja paljud muud aparaadid, mis olid valmistatud teadlaste tellimuste järgi.

Kulibin ehitas veel ühe suurepärase kella, mis oma keerukuselt ületas Voloskovi astronoomilise kella.

See mehhanism vajas üleskeeramist kord nädalas. Numbrilaua kohal asetses tuvimuna suurune hõbedane kuu, mille kuju muutus iga päev, näidates tõelise Kuu faase.

Numbrilaua ümber oli kaksteist zodiaagi tähtkuju. Kuldne päike liikus zodiaaki mööda ja näitas Päikese asukohta tähtede keskel. Sama ringi mööda liikusid ka planeetide kujutised.

Numbrilaual oli veel kaks ringi — must ja valge, mis tähistasid päeva ja öö kestust iga ööpäeva kohta. Kella osutid lugesid tunde ja minuteid, nädalapäevi, kuid ja aastaid. Eri osutid näitasid päikese- ja kuuvarjutuse päevi.

Lisaks päriskellale oli minutiosutil veel imepisike kell, mis oli kümnekopikase hõberaha suurune.

Kulibini astronoomiline kell asus kuni 1812. aasta Isamaasõjani krahv Buturlini Moskva-lähedases mõisas. Prantslaste pealetungi ajal peideti see kell tiigi põhja. Pärast prantslaste lüüasaamist võeti kell tiigist välja, puhastati ja pandi taas käima.

Viimane teade astronoomilisest kellast pärineb 1853. aasta ajalehtedest. Krahv Buturlin müüs kella 18 000 rubla eest maha. Mis kellaga edasi juhtus, on teadmata.

Ent Kulibini esimene, «kanamuna-kujuline» kell on säilinud. See asub praegu Ermitaažis.

Kellade valmistamine polnud Ivan Petrovitš Kulibini peamiseks tööks. See geniaalne mehaanikainsener sai hoopis kuulsamaks oma muude leiutistega.

Kahjuks elas aga Kulibin niisugusel ajal, kus mänguasju hinnati rohkem kui tõeliselt kasulikke leiutisi. Andekal inseneril ja leiduril tuli kogu aeg tegelda õukonnapidustustel igasugu ilutules-

tiku, ehteasjade, meelelahutuste ja kunsttükkide korraldamisega peeglite ja värviliste klaaside abil.

Tõelise töö jaoks jäi geniaalsel vene leiduril vähe aega ja ka raha ei antud talle selleks. Vene esimeste teleskoopide ja mikroskoopide ehitaja, mehaanikainsener ja leidur elas viletsasti, vaevalt otsa otsaga kokku viies. Ta pidi akadeemia juhtkonna ees isegi iga küünla pärast aru andma, mida ta öise töö ajal oli põletanud.

1813. aastal vallandati Kulibin vanaduse tõttu Teaduste Akadeemiast ja ta sõitis kodukohta, Nižni-Novgorodi. Seal jätkas ta tööd oma leiutiste kallal kuni surmani 12. juulil 1818.

Pärast Kulibinit suurendasid vene mehaanikute kuulsust veel paljud andekad kellassepad. Nende hulgas oli ka Jakov Lebedev, Spasski tornikella hooldaja Kremlis, Kostroma leidurid Krassilnikov, kes ehitas «toreda kronomeetri», ja Sobolev, kes kellamehhanismi eeskujul leiutas saagimismasina.

Ajaloos on tuntud ka Vassili Lebedev, kes ehitas löögimehhanismi ja muusikaga tornikella, samuti isa ja poeg Puškarjovid. Vladimir Mihhailovitš Puškarjov ehitas ja seadis üles poole sajandi kestel, kuni 1950. aastani, üle saja viiekümne tornikella Nõukogude Liidu mitmes linnas.

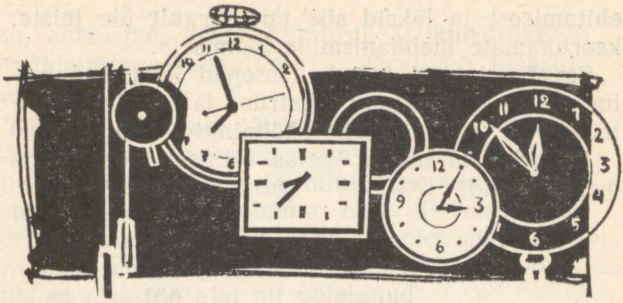
Möödunud sajandi kellasseppi nimetati vääriti kellasseppadeks. Nad olid tegelikult peenmehaanikud, andekad insenerid, kelle tööst sai alguse kogu kaasaegne masinaehitustehnika.

Kell ja veski on kaks mehhanismi, mis on kõigi kaasaegsete tööpinkide ja masinate esivanemad. Esimesed insenerid alustasidki nende

ehitamisest ja läksid siis järk-järgult üle teiste, keerukamate mehhanismide loomisele.

Seepärast ongi just kellassepad leiutanud paljud olulised masinad: ketrus- ja kudumismasinad, trei-, puur- ja teised tööpingid.

Kellade ehitamine õpetas esimesi insenere ja mehaanikuid.



Seitsmes peatükk

«KELL — SEKUNDITE TALLETAJA»

Võitlus käigu täpsuse eest

Nagu vanasti, nii toodavad kellatööstused ka praegu mõnikord ebatavalise kuju ja ehitusega kelli. On näiteks olemas kell, millel pealtnäha pole üldse mehhanismi. Kellal on läbipaistev numbrilaud ja samasugune läbipaistev tagumine kapslikaas. Kell sarnaneb väikese klaaskarbiga, mis on ümbritsetud metallrõngaga. Läbi karbi võib vaadata nagu läbi prilliklaasi. Ainult osutid segavad natuke. Osutid on kinnitatud läbipaistva numbrilaua keskele ja liiguvad, näidates niisama täpselt aega nagu tavaline taskukell.

Niisugune kell pole aga midagi muud kui huvitav mänguasi. Selle mehhanism on osavalt peidetud rõnga sisse, liikumine antakse osutitele edasi läbipaistvate plastmassist hammasrataste kaudu.

On ka üleskeeramisnuputa kelli. Niisugust

kella ei ole tarvis üles keerata, kuna see toimub automaatselt. «Igavese» kella sees on peidus õhukindlalt kinnijoodetud lame metallkarbike, samasugune nagu aneroidbaromeetril.

Kui õhurõhk tõuseb, siis paindub karbi põhi, mis on valmistatud lainelisest metallist, sissepoole ja tõmbab endaga kaasa kangikese. Kangike on ühendatud väikese põrkrattaga, mis omakorda pöörab trumlit ja keerab vedru üles.

Samuti juhtub ka siis, kui õhurõhk langeb. Igasugune, isegi väga tühine õhurõhu muutumine paneb tegevusse üleskeeramismehhanismi ja kell käib niikaua kuni puruneb.

On olemas ka teistsuguse ehitusega üleskeeramisnuputa kelli. Nende mehhanismi sisse on kinnitatud väike, kuid raske koormus.

Kellaomaniku iga käeliigutuse või sammu puhul hakkab koormus üles-alla kiikuma. See kiikumine antakse kangi kaudu edasi põrkrattale, mis keerabki üles kellamehhanismi.

Et inimene peaaegu kogu päeva liigub, siis keeratakse kella pidevalt üles ja selle vedru on alaliselt pinge all.

Magama heites võib selle kella lauale asetada, kus ta edasi käib, kuna vedru pingest jätkub peaaegu ööpäevaks. Hommikul, niipea kui kell käe peale või tasku pannakse, hakkab see end kohe automaatselt üles keerama ja ööks energiavaru koguma.

Eri tüüpi imekellasid on väga palju. Mitmed täiendused on neis tehtud mugavuse pärast, mitmed aga reklaami või meelelahutuse otstarbel. Nendes kellades ei ole siiski mehhanismi oluliselt muudetud või parandatud.

Peenmehaanika-insenerid püüavad kellameh-

hanismi sääraselt täiustada, et saavutada selle pikka iga, käigu ideaalset täpsust ja ühtlust.

Hammasrataste teljed valmistatakse praegu eriti tugevast terasest, telgede otsad aga toetuvad laagritele, mis on valmistatud kalliskividest, peamiselt rubiinidest.

Nii loomulikud kui ka kunstlikud rubiinid on tuntud oma vastupidavuse poolest ja kuluvad hõõrdumisel väga aeglaselt.

Vastavalt kella väärtusele on kive kas üheksa või viisteist. Suuremal arvul rubiine pannakse ainult parimatesse kronomeetritesse.

Igasuguse kella peamiseks vaenlaseks, kui jätta arvesse võtmata omaniku hoolimatus ja lohakus, on temperatuuri muutumine.

Soojenemisel kehad paisuvad. Suvel palavaga pendlid pikenevad ja kellad hakkavad aeglasemalt käima. Talvel aga muutuvad pendlid lühemaks ja kellad hakkavad ette ruttama.

Toakella käik oleneb sellest, kas ahi on köetud või mitte.

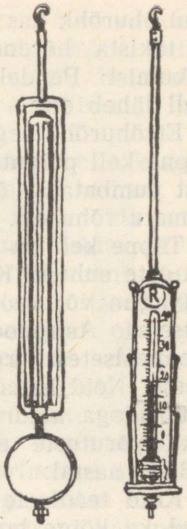
Selleks et temperatuuri kõikumiste kahjulikku mõju vähendada, hakati pendleid valmistama mitmest osast või monteeriti neisse tavaline termomeeter. Mõnedes kodudes on veel säilinud vanu termomeetriga kelli. Kui temperatuur tõuseb, muutub pendel pikemaks ja ta raskuskese langeb allapoole. Termomeetri torus aga kerkib soojenemisel elavhõbe kõrgemale ja koos sellega tõuseb ka raskuskese. Termomeetriga pendli üldine raskuskese jääb aga peaaegu muutumatuks ja sellega paralüüsitakse temperatuurikõikumiste kahjulik mõju.

Tänapäeval on sellistest pendlitest loobutud, kuna nad on kallid ja liiga komplitseeritud.

Kellapendlite jaoks leiutati isegi eriline sulam,

invar[1]. See koosneb 35,7% niklist ja 64,3% rauast. Invar paisub õige vähe soojuse mõjul. Et ka seda tühist paisumist vältida, mõeldi välja mitu eriseadist. Näiteks varustatakse pendli vars torukujulise kattega. Selle toru alumine ots toetub mutrile, millega lõpeb pendli vars. Toru ülemise otsa külge aga kinnitub pendli ketas.

Metall, millest on valmistatud toru, samuti ka selle pikkus on valitud kindla arvestusega: kui palju pikeneb temperatuuri tõusmisel pendli invarist vars, niisama palju pikeneb ka toru. Pendli ketas, mis on kinnitatud toru ülemise otsa külge, ei muuda seetõttu oma asendit.



Mitmest osast koosnev pendel ja termomeetriga pendel.

Peale selle pannakse täpsele kellale ümber soojust halvasti juhtivast materjalist kate ja kella hoitakse püsiva temperatuuriga ruumis.

On samuti tähele pandud, et ka ilmastik segab kella käiku. Kui püsivad selged ja vaiksed ilmad, jääb kell taha, pilves ilmaga, eriti aga tormi eel, hakkab ette käima.

Pendli niisuguste «kapriiside» põhjuseks on õhurõhu muutumine. Ilusa ilmaga on õhurõhk kõrge, õhk on tihedam ja pendlil liikuda raskem.

---

[1] Lühend ingliskeelsest sõnast, «invariable», mis tähendab «muutumatu».

Kui õhurõhk kas vihma või tormi eel langeb, siis ei takista hõrenenud õhk nii tunduvalt pendli liikumist. Pendel hakkab kiiremini võnkuma ja kell läheb ette.

Et õhurõhu segavat mõju pendlile vältida, tuli täpne kell paigutada klaaskupli alla. Sellest kuplist pumbatakse õhk välja ja kella hoitakse muutumatu rõhu all.

Täpne kell on väga tundlik aparaat igasuguste tõugete suhtes. Kui lähedalt sõidab mööda trammivagun või veoauto, reageerib kell kohe põrumisele. Astronoomilised kellad tuli paigutada maapealsetest ruumidest maa-alustesse kongidesse. Neid hakati üles seadma massiivsete alusmüüridega keldritesse, hoides neid igati juhuslike põrutuste eest. Pulkovos tehti seda juba 1861. aastal.

Kuid teadlaste suureks kurvastuseks ei päästnud ka kõige hoolikamad ettevaatusabinõud ega korrapärane hooldamine astronoomilist kella vigade eest. Kuskil oli peidus väike ning kaval vargapoiss, kes kord pendlit tõukas, kord seda pidurdas, järk-järgult sajandikke sekundeid varastades.

Konstruktorid mõistsid, et ideaalse, täiesti laitmatu kella loomine pole võimalik. See käiks vahetevahel niikuinii valesti.

Kuid see meid ei kohuta! Käigu pealegi valesti! Pole ju teab mis suur õnnetus, kui kell ööpäeva jooksul mõne sajandiku sekundi võrra ette ruttab või taha jääb. Isegi aja jooksul suurenedes pole see viga eriti ohtlik, kui seda saab kindlaks teha. Tuntud viga saab arvutuste teel alati kindlaks määrata ja sel kombel likvideerida.

Ohtlikud on aga tundmatud ja märkamatud

vead. Need võivad tõesti nagu väikesed vargapoisid «kopikakaupa» suure hulga laiali vedada.

Täpsete kellade ehitajad püüdsid luua niisugust mehhanismi, mis eksiks alati ühe ja sama suuruse võrra. Kella viga peab olema püsiv.

Püsiva vea suurust nimetatakse kella käiguks. Mida ühtlasem on käik, seda parem kell on.

Et head ja täpset kella luua, tuleb leida ja kõrvaldada põhjused, mis ebatäpsust tekitavad.

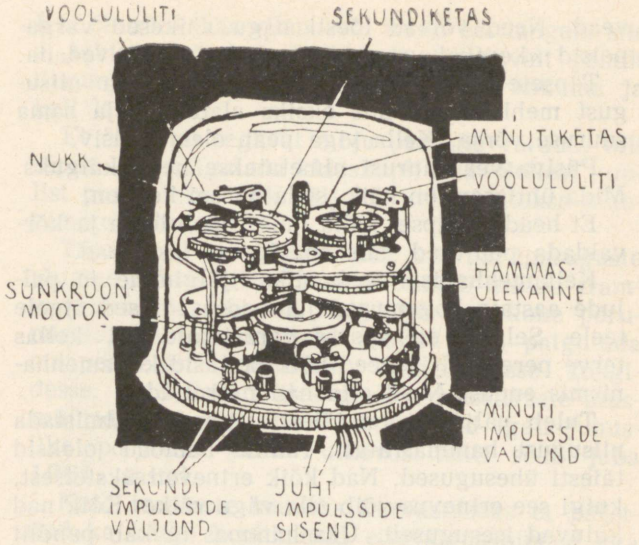
Kellamehhanismide hoolikas jälgimine ja paljude aastate kogemused juhtisid teadlased õigele teele. Selgus, et täpsuse varastajaid oli kellas terve perekond ja need kõik peitusid kellamehhanismis endas. Need olid hammasrattad.

Tuleb välja, et on täiesti võimatu valmistada niisugust hammasratast, mille hambad oleksid täiesti ühesugused. Nad kõik erinevad üksteisest, kuigi see erinevus võib olla väga väike. Kõik nad kuluvad isesuguselt. Üks hammas tõukab pendlit veidi varem, teine veidi hiljem. Käigu ühtlus ongi rikutud. Kui käiguhammasrattal on kolmkümmend hammast, siis tähendab see kolmkümmend viga.

Kella pendli ja hammasmehhanismi vastastikune sõbralik abistamine ei toimu täiesti laitmatult. Nad soodustavad teineteise väikesi patte. Hammasrattad ei anna pendlile täiesti ühetugevusi lööke, pendel aga, just nagu vastutasuks, ei lase jälle korrapäraselt hambaid läbi.

Tuleb välja, et hammasratastele ei saa usaldada tõugete edasiandmist pendlile. Tehku hammasmehhanism ainult oma tööd — liigutagu osuteid ja lugegu sekundeid. Ta ei peaks abistama pendlit ega end segama tema töösse. Sõbrad tuli lahutada ja eri ruumidesse paigutada.

Pendel muutus iseseisvaks ja tähtsaks seadiseks.



See aparaat annab peapendlile elektrivoolu abil tõukeid — impulsse.

Talle anti abiks teener, teine pendel, kes juhtmete kaudu elektrivoolu abil oma peremehele tõukeid — impulsse — edasi annab ja ise oma peremehe — peapendli — igale võnkele allub.

Nii saadi kaasaegne täpne kell. See koosneb peapendliga kellast ja abipendliga arvestuskellast. Selle kella käigu täpsus on hämmastav: kell võib ööpäeva vältel maha jääda või ette käia ainult ühe või kahe tuhandiku sekundi võrra.

Astronoomia seisukohalt polnud täpse kella leiutamine sugugi väiksema tähtsusega kui teleskoobi leiutamine.

Väikeste mehhanismide armee

Meie maal on igas perekonnas kell, mõnes peres isegi mitu kella. See tähendab, et Nõukogude Liidus on üldse umbes viiskümmend, võibolla isegi kuuskümmend miljonit kella!

Terve armee kellamehhanisme! Ja see on tõepoolest armee — väga distsiplineeritud, üksmeelne ja väsimatu armee. Selles on nagu tõelises armeeski sõdurid, ohvitserid, kindralid ja marssalid.

Suure kellade armee sõdurid seisavad oma vahipostidel tehaste tsehhides, asutustes, raudteejaamades, tänavanurkadel, laevadel, lennukitel ja autodel. Nad vaatavad välja kellakaupluste ja kellassepatöökodade vitriinidest. Alati ja kõikjal seisavad kellad aja valvel ja oma osutite korrapärase liikumisega aitavad meil tavalist päevakorda säilitada.

Kellade hulgas on kaks põhirühma või väesalka. Üks neist — pendelkellad — on oma ehitusest tingituna määratud ainuüksi «garnisoniteenistust» pidama. Nende pendlid ei kannata raputamist ega vähimatki põrutamist. Seetõttu täidavad nii tähtsad seinakellad kui ka lihtsamad pommidega kellad oma kohuseid postilt lahkumata just nagu tunnimehed.

Teise rühma kellad võivad täiesti vabalt kohalt liikuda. Nad on pendli asemel varustatud balanssiiriga, mis kardab ainult tugevaid tõukeid ja lööke. Seepärast peavadki balanssiiriga kellad — käe- ja taskukellad ning kõrikad äratuskellad — rahutut «väliteenistust». Nad järgnevad inimesele kõikjale, aidates tal reisil või tööl olles aega teada saada.

Kellade hulgas on ka rauku, kes on jäänud

«üleajateenistusse» möödunud sajandist. Need on vanaaegsed käo- või löögikellad, mis kuulutavad iga täis- ja veerandtundi.

On ka keigareid — ilusaid kabinetkelli. Mõned neist on inimesesuurused ja kõik nad on rüütatud toredasse klaasist ning poleeritud puust kesta. Need kellad on tavaliselt varustatud löögimehhanismi või mängutoosiga.

Kellade eriliigi moodustavad mittemagnetilised kellad, mis teenindavad elektrijaamu. Laevadel ja lennukitel kasutatakse kronomeetreid, mis ei karda kõikumist.

Sekundimõõtjad, millel sekundiosuti on pikk ning kitsas nagu ämblikujalg, on kindla koha leidnud sportlaste ja samuti kronometreerijate töös, kes tehaste tsehhides ühe või teise tööoperatsiooni kestust mõõdavad.

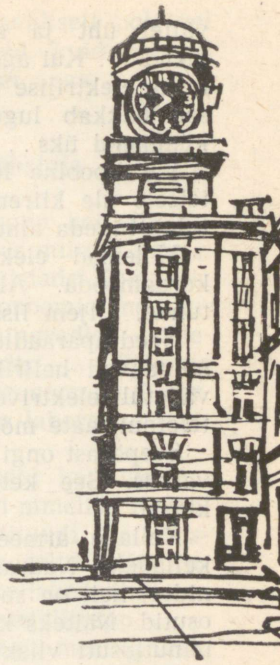
Kellade armee ohvitserid viibivad alati suletud ruumides ja on kellassepa pideva järelevalve all. Selliseid kelli võib leida suurtes tehastes ja asutustes, trammi- ja trollibussitrustides, telegraafiagentuurides, raadiojaamades ja vaksalites.

Ohvitserkelladel on elektriseadised ja juhtmete võrk, mille abil nad on ühendatud neile alluvate kelladega. Alluvatel kelladel pole omaenda mehhanismi. Need on tegelikult «tühjad» kellad, paljad kestad. Neil on vaid numbrilaud ja osutid, sees aga elektriaparaat, mis paneb osutid liikuma üksnes komandörkellade signaalide põhjal.

Niisugused on näiteks kõik tänavakellad, mis näitavad aega transpordivahendite juhtidele ja jalakäijatele.

Väga olulised kellad on telefonijaamades, neid nimetatakse «kõnelevateks kelladeks».

Neid võib telefoni teel välja kutsuda. Leningradis tuleb selleks valida number 8. Valinud selle



Meteoroloogiainstituudi kell Leningradis. Varem käitas see ajanäitaja enamikku elektrikelli Leningradi tänavail.

numbri, kuuleb abonent rahulikku häält, mis lausub aeglaselt:

«Kakskümmend, viiskümmend kaks.» Kui abonent kohe telefonitoru ära ei pane, kordab kõnelev kell rahulikult:

«Kakskümmend, viiskümmend kaks.» Kui aga vahepeal minut möödus, siis ütleb kell:

«Kakskümmend, viiskümmend kolm.»

«Kõnelev kell» võtab telefonijaamas oma alla terve ruumi. Sinna siseneda on rangelt keelatud.

See kell pole üldse tavalise kella moodi. Tal ei ole ei numbrilauda ega osuteid. Kellamehhanism on ühendatud suure alumiiniumtrumliga, millele on keritud helilindid. Trumli ühel lõigul on lindid, millele on salvestatud inimese hääl, kes ütleb tunde: null-null, üks ja nii edasi, kuni kella kahekümne kolmeni.

Trumli teisele lõigule on paigutatud lindid üleskirjutatud minutitega.

Trumli vastu on monteeritud kaks elektrilist silma — fotoelementi. Kitsa valgusjoa abil loeb kumbki silm oma lindile salvestatud heli.

Parempoolne lugemisseadis loeb terve tunni

vältel üht ja sama: kakskümmend, kakskümmend . . . Kui aga tund saab täis, nihutab mehhanism elektrilise silma järgmise lindi kohale ja see hakkab lugema: kakskümmend üks, kakskümmend üks . . .

Vasakpoolne lugemisseadis läheb ühelt lindilt teisele üle kiiremini, iga minuti järel, sest tal tuleb lugeda ainult minuteid.

Mõlemad elektrilised silmad loevad rangelt kordamööda. Alguses loeb parempoolne silm tunde, hiljem lisab vasakpoolne minutid.

Need aparaadid loevad vaikselt, endamisi. Nad muudavad heliribalt vastuvõetud valgusimpulsid vahetult elektrivoolu võngeteks ja saadavad need telefonitraate mööda edasi.

Seepärast ongi «kõneleva kella» ruumis täielik vaikus. See kell oskab ainult telefoni teel rääkida.

Kellade armee kindraleid nimetatakse tornikelladeks. Nad asuvad kõrgetes hoonetes või tornides, neil on suur numbrilaud ja tohutu suured osutid. Näiteks kaalub Kremli Spasski tornikella minutiosuti viiskümmend kilogrammi. Niisugune kell on kaugele näha ja tal on meloodiline löök.

Kremli Spasski tornikella löögid kanduvad Nõukogude Liidu raadiojaamade kaudu igal kesköö üle kogu maailma. Selle kella lööke kuulab kogu maakera.

Leningradis asub kindralkell raudtee-linnakassa hoonel. See on samuti väga eakas tornikell. See lööb täis-, pool- ja veerandtunde. Peeter-Pauli kindluse tornikellal on muusikatrummel, mis võib «Internatsionaali» mängida.

Kogu mitmemiljonilist kellade armeed juhatab marssalkell. See on hoopis eriliiki kell, mis ei

sarnane teiste ajanäitajatega. Tavaliselt pole sel kellal ei numbrilauda ega osuteid, kuid tal on haruldane eelis — näidata täpset aega.

Kellade armee ülemjuhataja

Marssalkelli, kes juhatavad kogu kellamehhanismide arvukat väeosa, on olemas mitmes linnas: Moskvas — Mõõtude ja Mõõduriistade Komitees, P. K. Sternbergi nimelises Astronoomia Instituudis ja Geodeesia Instituudis; Leningradis — Üleliidulises Metroloogia Instituudis ja Pulkovo Observatooriumis; Taškendi Astronoomia Observatooriumis ja muudes meie maa laboratooriumides ja teaduslikes asutustes.

Leningradis hoitakse niisuguseid kelli-ülemjuhatajaid Üleliidulise Mendelejevi-nimelise Metroloogia Teadusliku Uurimise Instituudi ajateenistusosakonna keldris Moskva prospektil. Keldrit, kus see kell asub, nimetatakse kellakeldriks.

Sellesse keldrisse viib kitsas metalltrepp.

Madalad võlvitud laed, peaaegu meetripaksused seinad ja mitu ust eraldavad seda ruumi välismaailmast. Maa all on vaikne — ei mingit kahinat ega häält. Siia ei tungi linnamüra ega trammide ja veoautode põrin.

Siin on täpsete kellade riik, kuhu sisseminek on keelatud. Ja näib kuidagi veidrana, et ruum on täis inimeste poolt loodud mehhanisme, kuid inimesed ei tohi neile isegi läheneda.

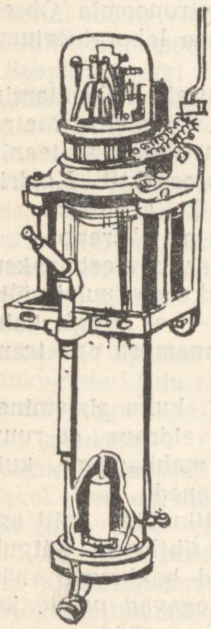
Inimeste juuresolek, nende liikumine, eriti aga nende kehasoojus võib kella ühtlasele käigule halvasti mõjuda. Kellad-erakud hakkavad «närveerima». Kõrvalised isikud segavad nende kui sekundite talletajate vastutusrikast tööd.

Seepärast ongi marssalkellad määratud alatisele üksindusele. Ainult äärmiselt vajalikel juhtudel laskuvad ajateenistusosakonna kaastöölised maa-alusesse ruumi, kuid see toimub väga harva.

Aga kus on siis kell ise?

Keldriruumi nurkades on vaheseintega eraldatud väikesed kongid. Iga kella jaoks on omaette kong.

Hääletult pöördus võti lukus ja ühe kongi uks avanes. Plõksatas lüliti ning tuhm elektrilamp hakkas valgustama toakese sisemust. Valguskiirtes säras kella vaskpunane kaitsekest. See ongi kell, mis kuni viimase ajani täpse aja säilitaja auväärset teenistust pidas. See on suur kell: peaaegu inimese pikkune, vaskse korpuse ja klaasist kaitsekiivriga.



Hiilgav punasest vasest silinder on kinnitatud massiivsetele, kapitaalseina sisse müüritud kronsteinidele. See silinder on kella pendlile kaitsekestaks. Kesta sees hoitakse alaliselt püsivat temperatuuri ja õhurõhku.

Kella ülemine osa on klaasist. Läbi klaasi hiilgavad mehhanismi pronksosad. On näha pendli riputuskonks, mingisugused kangid, juhtmed ja elektromagnetite poo-

Ajateenistuse veteran, elektrikell — «vaba pendel».

lid, kuid mitte ühtki hammasratast. See ongi peapendliga kell.

Parajasti lõi üks imeliku kujuga kõver kangike, mille abil juhitakse muid, abipendliga kelli, jõuliselt väikese rulli pihta, mis on kinnitatud peapendli külge. Kõlas selge klõpsatus. Meetripikkune pendel sai järjekordse impulsi — tõuke, kangike aga tõusis uuesti üles ning klõpsus täpselt kolmekümne sekundi pärast jälle. Saades kangikeselt korrapäraseid tõukeid, liigub pendel aeglaselt ning tähtsalt — kuuskümmend võnget minutis! Kolm tuhat kuussada võnget tunnis. Kaheksakümmend kuus tuhat nelisada võnget ööpäevas.

Numbrilauda ega osuteid sel kellal pole — neid pole talle vajagi. Seda kella ei vaata ju keegi, ta on määratud alalisele üksindusele ja rütmilisele tööle täielikus pimeduses.

Aja näitamine osutite abil ei kuulu keldrisse paigutatud kella kohustuste hulka. Seda teevad abipendliga kellad. Peapendel täidab kõige vastutavamat ja austavamat ülesannet: ta talletab sekundi näidissuurust — ajaühiku etalooni.

Instituudi teistes laboratooriumides säilitatakse seifides kolme luku taga vastupidavates kaitsekestades hoolikalt punasele sametile asetatuna NSV Liidu kõige tähtsamat kilogrammi ja meetrit. See on meetri näidis või etaloon. Sõna «etaloon» tähendabki «näidist».

Täpselt samuti, ainult kella abil, talletab ajalaboratoorium sekundi etalooni ja talletajat kella nimetatakse seepärast näidis- ehk etaloonkellaks.

Muidugi ei saa nii vastutusrikast ülesannet anda ainult ühele kellale. Isegi kõige usaldusväärsemad mehhanismid võivad eksida või juhus-

likult rikki minna. Sellepärast ongi kellakeldrisse paigutatud mitu näidiskella.

Teises kambrikeses, mis asub vaskpunase kaitsekestaga kella vahetus naabruses, on valgesse metallkesta paigutatud kell. Omal ajal oli see samuti peakell, kuid tal tuli esikoht loovutada, sest laboratoorium sai täpsema mehhanismi.

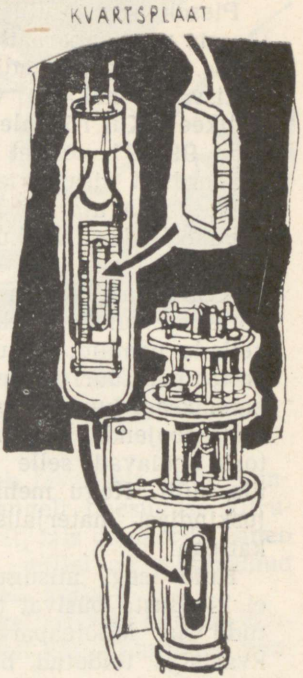
Järgmises ruumis seisab üleni klaastuppe peidetud kell. See oli peakellaks möödunud sajandil ja loovutas samuti oma koha, kui ehitati kell, mis ületas teda käigu täpsuse poolest.

Kõik need mehhanismid — peakella asetäitjad ja abilised — on paigutatud ajateenistusosakonna kellakeldri eri nurkadesse, et hoida neid võimalike õnnetusjuhtumite eest.

Näidiskellasid võrreldakse ja kontrollitakse vastastikku. Mingi ühe kella viga avastatakse otsekohe teiste poolt ja süüdlane saadetakse samas «ravimisele». Mõned keldrikambrikesed on tühjad, nende elanikud — kellad — sõitsid sanatooriumi, see tähendab tehasesse «Etaloon», kus neid remonditakse.

Peale «marssalite» on kellade armeel ka «ülemjuhataja». See on ebatavaline kell, mis oma täpsuse poolest jätab kaugele seljataha kõik pendelkellad.

See kell seisab suure toa keskel, kuid raske on selles suures hallis metall-laekas kella ära tunda! Tal ei ole ei pendlit ega numbrilauda, ei osuteid ega muud, mis tõendaks, et see kast kuulsasse kellade suguvõssa kuulub. Mõned samasugused nupud, nagu on raadioaparaatidel, osutavad selle imeliku kella sugulusele raadioseadmetega. Ja tõesti, see kell ongi üheks järglaseks tollele aparaadile, mille abil A. S. Popov saatis maailma esimese radiogrammi.



Kvartskell ehk sageduse kvartsetaloon.

Seda kella hakati ehitama 1936. aastal Geodeesia, Aerofoto ja Kartograafia Teadusliku Uurimise Keskinstituudis Moskvas. Töö lõpetati 1940. aastal.

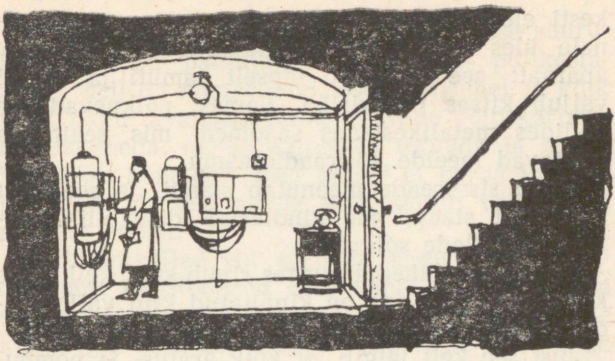
Pendli asendajaks ja uue kella südameks on erisorti kristall, nimelt piesokvartsi kristalli tükike. See võib olla kas rõnga, plaadikese või läätse kujuline. Meie esimeses kvartskellas oli see 61-millimeetrise läbimõõduga väike rõngas. Tervest kristallist väljatahutud rõnga paksus oli 10 millimeetrit.

Piesokvarts osutus väärtuslikuks materjaliks täpsete raadioaparaatide valmistamisel. Asi seisab selles, et kvartsplaadike või -rõngas, mida läbib alalisvool, hakkab värisema nagu pingutatud pillikeel. Kui rõngale on ülesandeks tehtud teostada 99 271 võnget sekundis, siis teeb ta seda erakordselt visa järjekindlusega — aasta, kaks, kolm . . . ja aja jooksul võnkumise kindlus või, nagu öeldakse, võnkumise stabiilsus isegi suureneb.

Kvartsplaadike on täiesti tundetu tõugete ja põrutuste suhtes, mida nii kardavad mehaaniliste kellade pendlid. Ainus, mida kvarts ei armasta, on temperatuuri ja õhurõhu muutumine. Seepärast pannaksegi kvartsrõngas tihedasti suletud nõusse. Seda soojendab elektriahi. Automaatsed reguleerid hoiavad selle temperatuuri pidevalt 60° üle nulli. Kogu mehhanism aga on kaetud soojuskindlast materjalist valmistatud kahekordse kattega.

Kuid isegi niisugused kasvuhoonetingimused ei kindlusta püsivat temperatuuri. Harkovi Mõõtude ja Mõõteaparaatide Instituudis otsustati kvartsiga täidetud balloonid paigutada sügavatesse keldritesse. Pulkovo observatooriumis on kaevatud 40 meetri sügavused keldrid. 30—40 meetri sügavusel ei ole temperatuuri kõikumine suurem kui üks tuhandik kraadi. Niisugustes tingimustes töötab kvartsplaadike väga hästi ega muuda oma võnkesagedust.

Kvartsplaadi võnkumisel pulseerub ka sellesse suunatud elektrivool, mille abil mõõdetaksegi aega. Voolu võnkesagedus on väga suur — ligi 100 000 korda sekundis, voolu tugevus aga, vastupidi, väike. Seepärast vähendavad spetsiaalsed aparaadid mitmekordselt sagedust ja võimen-



Leningradi Metroloogiainstituudi keldris hoitakse kvartskellasid.

davad voolu. See vool teeb tavaliselt 1000 võnget sekundis ja käitab rangelt ühesuguse kiirusega väikest elektrimootorit, mis omakorda paneb tööle arvestusmehhanismi, millel on numbrilaud ja osutid, just nagu tavalisel kellal.

Praegu ületavad kvartskellad oma täpsuse poolest enam kui kümnekordselt kõige paremaid pendelkelli.

Seepärast on ka arusaadav, miks kvartskellad tõrjusid pendelkellad sekundite peatalletajate kohalt välja.

Ajateenistuse staap

Keldrisse paigutatud kvarts- ja pendelkelladel on oma adjutantkellad. Ka need on täpsed astronoomilised kellad, kuid nad asuvad ülal, ajateenistusosakonna valgetes ning avarates tubades.

Ajateenistusosakonna ruumides on seintel roh-

kesti elektrijuhtmeid. Esimeses toas on vaheseinale üles seatud telegraafiaparaadiga sarnanev aparaat: see klõbiseb täpselt samuti ja sellest väljub kitsas pabeririba. Samas paiknevad ka hallides metallkestades seadmed, mis pealtnäha tuletavad meelde väliraadiojaamu.

Kogu sisseseade meenutab staapi, ja see ongi tegelikult staap, mis kindlustab distsipliini erilaadses kellade sõjaväes.

Sissekäigu lähedal nurgas ripub suur kell, selle kõrvale seinale aga on kinnitatud kilp valjuhääldaja, lülitite, signaallampide ja aparaatidega.

Just see kell jälgib, et kõik äratus- ja pommidega kellad, käe-, tasku-, seina- ja tänavakellad, et kogu see kirju väesalk hoiaks rivi, joonduks ja marsiks ühtlaselt, et minut langeks kokku minutiga.

Selleks et kellade armee sõdurid ühtses rivis püsiksid, annab staabikell kindlaksmääratud ajal raadio kaudu käskluse: «joondu!».

Raadio kaudu kõlab see käsklus küll pisut teisiti: igal täistunnil kostab kõikidest raadiovastuvõtjatest ja translatsioonivõrgu valjuhääldajatest kuus lühikest signaali. Viimane signaal langebki kokku täistunniga: kell see ja see, null minutit, null-null sekundit.

Eraldatud seltskonnana on koondunud oma nurka kellad-adjutandid. Need ongi noodsamad abipendliga kellad, kellega me juba eespool kohtusime. Need, nagu kõik astronoomilised kellad, ei tiksu, vaid klõpsuvad valjusti. Kuna neid kelli on palju, siis ühineb nende klõbin lõbusaks vasardamiseks. Näib, nagu töötaksid usinasti muinasjutulised sepahaldjad. Nad kopsivad väikeste vasaratega ja sepistavad väsimatult ning usinalt midagi.

Adjutantkellad on täiskasvanud inimese suurused. Nad on paigutatud klaasustega puitkestadesse, neil on numbrilaud, osutid, pendel ja kõik muu, nagu tavalistel kelladel. Neile võib kartmatult läheneda, nende ehitusega tutvuda ja nende läheduses kõnelda. Need kellad ei karda inimese juuresolekut, sest nende käik sõltub väga vähe nendest endist.

Adjutantkellad või «orjad», nagu ajateenistusosakonna kaastöölised neid vahel nimetavad, on elektrijuhtmete abil ühendatud keldris asuvate kelladega. Seal all võngub peapendel. Iga võnke puhul lülitab see hetkeks voolu sisse. Elektriimpulss, mis on lühem kui südametukse, antakse edasi abikellale. Abikella pendel kordab täpselt peapendli liikumist. Abikell järgneb peakellale nagu ori peremehele. Ta teeb peremehe eest kogu musta töö, liigutab hammasmehhanismi, keerab osuteid, loeb sekundeid ja lülitab sisse voolu peakella elektromagnetitesse. Peakell omakorda tõstab üles kangikese, mis kiire lühikese nõksakuga lükkab pendlit.

Peapendel on igasugustest muredest vaba. Tema ülesandeks on ainult võimalikult ühtlaselt võnkuda.

Ajateenistusosakonna kaastöötajal pole üldse vaja keldrisse minna. Adjutantkellad näitavad erilise osuti abil peakella käiku. Valjusti klõpsudes annavad nad kohusetruult teateid nii oma peremehe tervisest kui ka tööst.

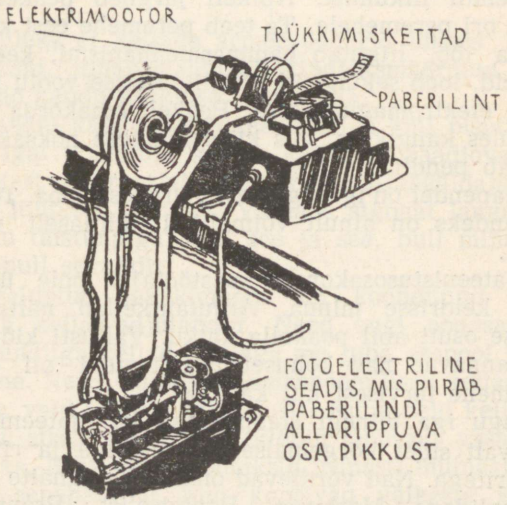
Nagu iga teinegi staap, peab ka ajateenistus pidevalt sidet kõrgemalseisva staabiga ja rindenaabritega. Nad võrdlevad oma kellade näite ajasignaalidega Moskvast, Pontoise'ist (Prantsusmaa), Rugbyst (Inglismaa) ja teistest linnadest.

Suure Isamaasõja ajal, kui Pariis oli hõivatud

sakslaste poolt, Pulkovo aga barbaarse tulistamisega purustatud, andsid ajasignaale Sverdlovski ja Taškendi raadiojaam.

Kõigile, kel on vaja teada eriti suure täpsusega aega, annavad mõned raadiojaamad erisignaale. Niisuguste signaalide vastuvõtmiseks ja üleskirjutamiseks on loodud spetsiaalsed aparaadid, milledest parimad võimaldavad kindlaks teha ühe kümnetuhandiku sekundilist ajavahet. Lihtsaimad nendest on kronograafid — üleskirjutavad ja trükkivad aparaadid.

Isekirjutavas kronograafis liigub nagu telegraafiaparaadis pabeririba, millele kaks sulge vahetpidamata sirgjooni tõmbavad. Kummagi sule vastas asub elektromagnet, mis tõmbab sulge



Nii töötab kronograaf, mis trükib sekundeid ja minuteid.

enda poole, kui sellest elektrivool läbi juhtida. Seejuures tekib sirgjoonele väike konks.

Kella kontrollimiseks raadiosignaalide järgi lülitatakse üks kronograafi sulg kella külge. Siis vastab selle sule poolt tõmmatud kahe konksu vahemaa ühele sekundile. Teise sule elektromagnet ühendatakse raadiovastuvõtjaga. See sulg kirjutab lindile täpse aja raadiosignaalid. Kumbagi üleskirjutist omavahel võrreldes võib väga täpselt kindlaks määrata erinevuse aja vahel, mille andis edasi raadio, ja aja vahel, mida näitab kontrollitav kell. Kella viga või, nagu räägitakse, parandus kirjutatakse pärast iga raadiosignaalide järgi kontrollimist erižurnaali.

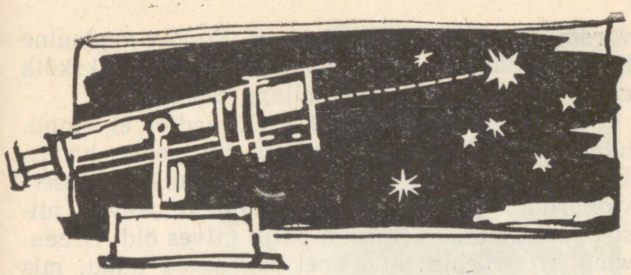
Kuid ka täpse aja raadiosignaalidel võib esineda vigu! Neid võib olla ja ongi, kuigi need on väga väikesed. Et ka neid vigu arvesse võtta, võrdlevad kõik ajateenistusosakonnad oma parimaid kelli «võõraste» täpse aja signaalidega. Niisuguste võrdluste andmed saadetakse edasi Moskvasse üleliidulisse «ajastaapi». Samasuguseid andmeid maailma kõigilt ajateenistusosakondadelt saab rahvusvaheline ajabüroo Pariisis. «Staabis» töötatakse saadud andmed läbi, arvutatakse välja vead, mis tehti täpse aja signaalide edasiandmisel, ja avaldatakse need eribülletäänides.

Täpse aja signaalide edasiandmine kestab ainult mõni minut, kuid kontrollimine ja vigade väljaarvutamine võib võtta mitu kuud aega.

Kiirustada ei tohi, sest ajateenistus nõuab suurimat täpsust.

Täpse aja signaalide kontrollimise kaasaegne moodus rakendati praktikasse 1928. aastal Pulkovo astronoomide poolt. Mõni aasta hiljem võtsid selle kasutusele Pariisi ja maakera teised suuremad observatooriumid.

Väsimatult ning valvsalt talletavad ajateenistusosakonna töötajad sekundeid, jälgivad aja lakkamatut kulgu ja hoolitsevad selle eest, et kõik kellad kogu maakeral käiksid korralikult, ühtlaselt ning täpselt ja et meie kellade käik ei läheks lahku looduse suurest kellast — tähistaevast.



Kaheksas peatükk

NÕUKOGUDE TEADUSE VÕIT

Tähed «teatavad» aega

Igavesed keldrielanikud, näidiskellad, elavad täielikus rahus ja nende eest hoolitsetakse hästi. Neid hellitatakse ja hoitakse nagu väikesi lapsi. Ja võiks arvata, et näidiskellad teevad ajateenistuses kõige tähtsamat tööd. Kuid see pole siiski nii.

Näidiskellad talletavad seda, mis neile ei kuulu. Nad pole sekundi peremehed, vaid ainult selle laohoidjad. Kui äkki juhtub õnnetus ja kellad jäävad seisma ning sekundite arvestus läheb segi, siis ei oska kellad kaotatud aega iseseisvalt taastada.

Sellepärast hakkavadki ajateenistusastronoomid kulmu kortsutama, kui mitu päeva järgemööda on pilves ilm. Neid häirib näidiskellade võimalik lahkuminek looduse suurest kellast — tähistaevast.

Tõsi küll, meie päevil pole pilves ilm ajateenistusele enam selliseks ebameeldivuseks nagu

varem. Praegu võimaldab A. S. Popovi geniaalne leiutis vajaduse korral kontrollida kella ükskõik millise observatooriumi kellaga maailmas.

Möödunud sajandil, kui veel raadiot ei olnud, olid mõned observatooriumid tihtipeale hädas. Eriti halb oli lugu Greenwich'i ja Pulkovo observatooriumis. Need observatooriumid asuvad niisugustes kohtades, kus on palju pilves öid, Greenwich'is on peale selle veel sagedased udud, mis on läbipaistmatud nagu piim.

Kuid kella tähistaeva järgi kontrollida on ometi vajalik.

Maakera pöörleb nagu vurr, kuid ta pöörlemine on äärmiselt sujuv ja meie, selle gigantse vurri elanikud, ei tunne seda üldse. Ainus, millega Maa pöörlemine ennast reedab, on taevavõlvi ööpäevane liikumine. Vaadates meid ümbritsevasse ääretusse ruumi, näeme, kuidas kõik universumi taevakehad tiirlevad meie ümber igaveses ringmängus. See on aga näiv liikumine. Kui sõita karussellil, siis näib samuti, et kõik esemed ümberringi just nagu jookseksid meile vastu, kuid ometi ei liigu meid ümbritsevad esemed, vaid hoopis karussell.

Kui me vaatleme Maalt tähti, siis näeme, et nad kõik joonistavad ringe ühe punkti ümber, mida nimetatakse maailmapooluseks. Maailmapooluse läheduses asub kõigile tuntud Põhjanael.

Tavalise fotoaparaadi abil võib kuupaisteta ööl Põhjanaelast saada huvitava ülesvõtte. Kõik tähed jätavad fotoplaadile korrapärased, just nagu sirkliga tõmmatud kaared.

Kui objektiiv on avatud terve tunni, siis jätab iga täht kaare, mis võrdub ühele kahekümne neljandikule ringjoonest. Kahekümne nelja tunniga teevad tähed pooluse ümber ühe täisringi.



Tähistaeva näiv ööpäevane pöörlemine.

Seepärast võibki tähistaevas olla suurepäraseks kellaks.

Kujutlege, et taevavõlvile on joonistatud kahekümne nelja tunnijaotusega numbrilaud. Taevakella kujuteldava osuti teljeks on Põhjanael, osuti teravikuks aga Suure Vankri tagumine rattapaar.

See oleks väga usaldusväärne kell, sest Maa pöörlemine on üheks kõige ühtlasemaks meile tuntud liikumiseks.

Seni arvati, et ööpäev on püsiv ning muutumatu looduslik aja mõõtühik. Paljud mõtlevad, et ööpäev, see tähendab aega, mille kestel Maa oma telje ümber ühe täispöörde teeb, moodustabki meie tavalise ajaarvestuse järgi täpselt kakskümmend neli tundi. See pole päris õige. Selle vea olemasolus võib veenduda ilma igasuguste astronoomiliste riistadeta.

Vaadelge õhtul tähistaevast ja märkige üles täpne aeg, millal mõni küllalt hele täht vastasmaja korstna või seina taha varju läheb. Oletame, et see juhtus kell 22.19.

Järgmisel ööl korrake vaatlust. Selgub, et teie poolt valitud täht läheb varju 22.15. Kolmandal ööl toimub see juba kell 22.11. Tähendab, iga päevaga läheb täht nelja minuti võrra varem varju.

Kui aga kell on täpselt kontrollitud, siis pole ööpäevane vahe mitte neli minutit, vaid veidi vähem — 3 minutit ja 56 sekundit.

Nii jõuab iga täht, mis on taevavõlvil täistiiru teinud, teie poolt märgitud kohale tagasi mitte 24 tunni pärast, vaid veidi kiiremini — 23 tunni, 56 minuti ja 4 sekundiga. See ongi aeg, mille kestel Maa teeb oma telje ümber ühe täispöörde. Seda nimetatakse täheööpäevaks, erinevalt keskmisest päikeseööpäevast.

Tähtede abil mõõdetud ööpäev osutub lühemaks päikeseööpäevast. Esimesel pilgul on veidi imelik, et looduses on kaht liiki ööpäevi, kuid meenutagem, et Maa pöörleb mitte üksnes oma telje ümber, vaid tiirleb ka ümber Päikese.

Aasta jooksul teeb Maa 366 pööret oma telje ümber ja ühe tiiru ümber Päikese. Rännates orbiidil ümber Päikese, kaotab pöörlev maakera tahtmatult kolmesaja kuuekümne kuuenda ööpäeva ja meie, Maa elanikud näeme aastas 365 korda Päikese tõusu; iga tähe tõusu aga näeme 366 korda.

Tuleb midagi taolist välja, nagu oli Magalhaesi meremeeste eksitus. Nad tegid reisi ümber Maa ja kaotasid ühe ööpäeva, sest nad liikusid Maa pöörlemisele vastu.

Meie aga teeme igal aastal reisi ümber Päikese ja kaotame samuti ühe päikeseööpäeva.

Kui maakera pöörleks teisele poole, siis me võidaksime ühe päikeseööpäeva ja meil oleks aastas 365 päeva asemel 367 päeva.

Oma töös kasutavad astronoomid peamiselt täheaega, mitte aga tsiviilset, see tähendab päikeseaega. Astronoomilised kellad on harilikult reguleeritud täheaja järgi. Nende kellade numbrilauad on samuti jagatud 24 tunniks, kuid iga tähetund on päikesetunnist peaaegu 10 sekundi võrra lühem. Ja iga täheminut on ka pisut lühem tavalisest minutist.

Tähekell on astronoomidele hädavajalik, sest ta käib ranges kooskõlas tähistaeva liikumisega. Kõik tähed tõusevad tähekella järgi ühel ja samal ajal. Näiteks tõuseb Siirius Moskvas ja Moskva laiuskraadil iga päev kell 2.21 ning loojub korrapäraselt kell 11.05 kohaliku täheaja järgi. Tänu tähekellale teab astronoom alati, millal ja missugused tähed asuvad taevas. Seetõttu muutub vaatluste ülestähendamine ja tähekataloogile kasutamine tunduvalt lihtsamaks.

Eraelus aga ei sobi tähekell üldse. On ju täheööpäev, samuti nagu kuuööpäev päikeseööpäevast lühem. Tähekell käib tavalise kellaga võrreldes kiiremini ja läheb sellest pidevalt ette. Seepärast võib juhtuda, et tähekesköö saabub meile keskpäeval, ja päikese tõusu ajal võib tähekell näidata hoopis hilist õhtutundi.

Maal reguleerib meie ja kogu looduse elu Päike, mitte tähed.

Ainult astronoomid kasutavad täheaega. Nad määravad tähtede järgi kindlaks paranduse algul oma põhilise tähekella jaoks, hiljem aga, kasutades eritabeleid, kannavad nad paranduse üle keskmise päikeseaja kellale, mis omakorda annab täpse aja edasi signaalkellale. Viimane aga teatab aega kõigile soovijaile.

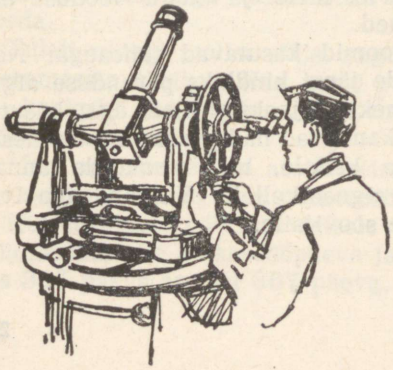
Passaažiriist

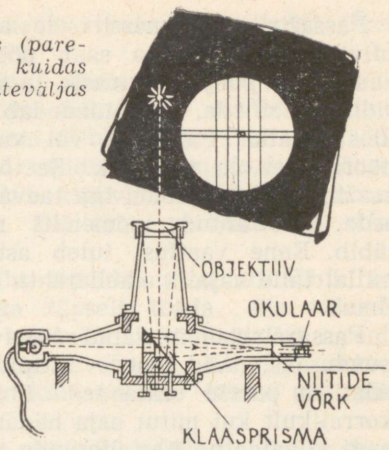
Täpse aja kindlaksmääramiseks on observatooriumides olemas spetsiaalsed astronoomilised riistad ja taevas erilised «kellatähed» või «ajatähed». Need tähed on küllalt heledad ja nende asukoht taevas suurima täpsusega kindlaks määratud. Astronoom teab, mis tunni, sekundi ja sajandiku sekundi ajal üks või teine «kellatäht» taevameridiaani tasandi läbib.

Pulkovo observatooriumi asutamisel valiti välja 44 «kellatähte». Praegu on nende arvu aga tunduvalt suurendatud, selleks et igal ööl oleks võimalik ükskõik missugusel tunnil kella mitme tähe järgi kontrollida.

Joonisel kujutatud massiivne astronoomiline instrument ongi peamiseks täpse aja eest hoolitsejaks. Ta on kõige astronoomiliste kellade käskija ja kohtunik, nende otsene ning vahetu ülem.

Joonise järgi on raske mõista, kuidas astronoomid seda riista vaatlustel kasutavad. Alaosas on tal mingisugused kangid, keskosa aga on kuubikujuline. Kogu see instrument meenutab rohkem miinipildujat kui astronoomilist pikksilma.





Passaažiriist. Sõõris (paremal ülal) on näha, kuidas täht teleskoobi vaateväljas liigub.

Ometi on see tõeline astronoomiline pikksilm ja pealegi väga kohane vaatlusriist. See on palju parem kui tavalised kooliteleskoobid, mille juures istudes või seistes tuleb kael välja sirutada ja pea kuklasse ajada.

Seda instrumenti nimetatakse passaažiriistaks. Selle juures töötab vaatleja täiesti rahulikult. Kuidas pikksilm ka kallutatud oleks, astronoomil oma asendit muuta ei ole vaja. Pikksilma toetav telg on sellepärast nii jäme, et ta on seest õõnes ja pikendab instrumendi optilist süsteemi. Telg on ühtlasi riistale alustoeks ja lõpeb okulaariga.

Riista keskosas asuvasse metallkuubikusse on paigutatud kolmetahuline klaasprisma. See võtab vastu tähe kujutise objektiivilt ja peegeldab selle piki telge okulaarile. Seetõttu võib objektiivi tõsta ja langetada, kuid okulaar jääb alati liikumatuks. Vaatleja vaatab sellesse nagu aknasse.

Passažiriist on massiivsele alusele kinnitatud niiviisi, et pikksilma saab pöörata ainult ühes suunas — põhjast lõunasse ja tagasi, täpselt meridiaani mööda, see tähendab liigutada ainult üles ja alla. Paremale või vasakule pikksilma pöörata ei ole võimalik. Seetõttu ei saagi passaažiriistaga vaadelda iga taevatähte, vaid ainult seda, mis antud momendil meridiaanitasandit läbib. Enne vaatlust tuleb astronoomil oodata, millal talle vajalik «kellatäht» ise objektiivi ette ilmub.

Passaažiriista piiratud liikuvus ei ole tema puuduseks, vaid just, vastupidi, ta väärtuseks. Alati on parem osata teha üht asja hästi ning korralikult kui mitut asja hädamisi. Passaažiriist ongi kohaldatud ühe ülesande täitmiseks: ta võimaldab väga täpselt kindlaks määrata hetke, mil täht meridiaanitasandi läbib. Ja selle kohustusega tuleb instrument hästi toime, palju paremini kui mõni suur teleskoop. Liikumatu seadeldis kaitseb astronoomi paljude vigade eest, mis tal mõõtmisel võivad tekkida.

Passaažiriista pikksilmas asuvad pinguldatud peened niidid; üks neist on horisontaalne ja paljud vertikaalsed. Oodanud ära, mil ilmub «kellatäht», saab astronoom instrumendi selliselt, et tähte horisontaalsele niidile «istuma panna». Täht liigub piki horisontaalset niiti nagu teed mööda. Teel kohtab ta vertikaalseid niite ja läheb neist risti üle, astronoom aga surub neil hetkedel klahvile, mis on seotud kronograafiga. Klahv lülitab sisse voolu ühte kronograafi pooli; seetõttu teeb sulg hüppe ja jätab paberilindile sakikese.

Samal ajal juhitakse kronograafi teise sule juurde näidiskella sekundisignaalid ja see sulg

teeb sama lindi naaberribale iga sekundi järel ühe sakikese.

Kui täht lahkub riista vaateväljalt, võtab astronoom kronograafilindi ja võrdleb sellele tõmmatud märkjooni. Ühel märkjoonel on jäädvustatud sekundid näidiskella signaalide järgi, teisel aga signaalid klahvilt, millele astronoom vajutas hetkedel, kui täht vertikaalseid niite läbis.

Et aeg, mil täht meridiaanitasandi läbib, on juba varem väga täpselt teada, siis määrab nüüd astronoom, kes mõõdab tähe ja kella poolt jäädvustatud sakkide vahesid, kindlaks erinevuse, mille võrra kell on ette läinud või taha jäänud.

Tavaliselt pole aga ainult ühest «kellatähe» vaatlemisest küllalt. Usaldatavate andmete saamiseks vaadeldakse öö jooksul mitut tähte ja kellaaja parandus määratakse kindlaks mitme sajandiku sekundi täpsusega.

Niisugust suhteliselt lihtsat meetodit kasutati möödunud sajandi lõpuni. Tollal tegid astronoomidele palju muret suured vead vaatlustulemustes. See oli ka arusaadav, sest astronoomil tuli üheaegselt täita kaht vastutusrikast ülesannet: tähte jälgida, tabada moment, millal ta niidi ületab, ja vajutada kronograafi klahvile. Vaatleja tähelepanu oli hajutatud ja see põhjustas vigu. Niisuguse meetodi puhul oli see aga täiesti paratamatu.

Nagu suur vene füsioloog I. M. Setšenov kindlaks tegi, antakse peaaju signaalid närve mööda edasi suhteliselt väikese kiirusega. Keskmiselt võrdub see ainult kahekümne seitsme meetriga sekundis. Nähes, kuidas täht niidi ületab, ei saa astronoom parimagi tahtmise juures samal het-

kel klahvile vajutada. Nägemismulje tuleb algul peaajule edasi anda, peaaju aga annab käsu käe sõrmedele: «klahvile vajutada». Aju käsk kihutab mööda närve nagu mööda telegraafitraati ja jõuab sõrmedeni umbes kuue sajandiku sekundi pärast.

Kui ajusignaalide edasiandmise kiirus oleks alati ühesugune, siis võiks selle hilinemise arvesse võtta, kuid närvid pole telegraafitraat ja peaaju käskude edasiandmise kiirus võib väga muutlik olla. Sellele avaldab mõju kõik, nii hea kui ka halb tuju, väsimus, isegi liigne tass teed või kohvi.

Kas võib saavutada ideaalset täpsust?

Astronoom tuleks vabastada klahvile vajutamise kohustusest. Seda peaks tegema mingi mehhanism.

Leiutati aparaat, mida kutsuti automaatselt registreerivaks kontaktmikromeetriks. See pannakse passaažiriista okulaari asemele. Mikromeetri vaatevälja on tõmmatud paralleelselt kaks horisontaalset ja kolm vertikaalset niiti. Horisontaalsed ja üks vertikaalne niit on paigal, kaht vertikaalset niiti võib aga paremale ja vasakule liigutada, kui keerata väikesi, pehme riidega kaetud käepidemeid.

Niipea kui täht vaatevälja ilmub, suunab astronoom riista selliselt, et tähe kujutis langeks kahe horisontaaljoone vahelisse «koridori».

Täht liigub seda «koridori» mööda, vaatleja aga suunab tähele vastu ühe liikuva vertikaaljoone, viib selle ühte tähe kujutisega ja aeglaselt käepidet keerates juhib niiti nii, et see tähest lahku ei läheks.

Käepidemed, mille abil astronoom niiti suunab, on ühendatud erilise kontakttrumliga. Kui

trumlit pööratakse, siis sulguvad vajalikul hetkel kontaktid ja kronograafi lülitatakse vool. Kronograafi sulg võpatab ja teeb sakikese (mõned kaasaegsed kronograafid märgivad lindile otsekohe minutid, sekundid ning kümnendikud ja sajandikud sekundid).

Automaatselt registreeriva mikromeetri puhul jääb astronoomil teha ainult üht — suunata vaateväljas niiti nii, et see ei läheks tähest lahku. Kõik ülejäänu teeb mikromeeter ise.

Selline moodus võeti Pulkovos tarvitusele 1897. aastast alates ja aja astronoomilise määramise täpsus suurenes tunduvalt. Hiljem lihtsustati vaatluste meetodit veelgi. Astronoomid võtsid kasutusele väikese mootori, mis pöörab mikromeetri trumlit ja juhib niiti niisuguse kiirusega, mis on lähedane tähe kiirusele vaateväljas. Vaatlejal tuleb niiti ainult veidi korrigeerida, suunates selle täpselt tähele.

Esialgu pidasid astronoomid automaatselt registreerivat mikromeetrit väga heaks ning täiuslikuks riistaks, kuid samal ajal täienesid ka kellad. Kellade täpsus hakkas jälle ületama astronoomiliste vaatluste täpsust.

Tuli välja midagi hoopis ebasoovitavat — mitte astronoom ei parandanud kellaaega, vaid kell astronoomi.

Kellassepad on astronoome ennetanud

Tekkis kahetsemisväärne olukord — kogu maailm oli harjunud astronoomilisi vaatlusi hoolika töö musternäidiseks pidama, ja äkki selline segadus: kellaaeg on kõik üle trumbanud!

Kuidas ebameeldivast olukorrast välja pääseda, seda astronoomid ei teadnud: tuleb võidelda

vaatlusvigade vastu, tuleb neid arvestada ja need kõrvaldada. Vigu aga on väga palju. Neid leidub õhuvooludes, nad laskuvad tolmukübemeina instrumentidele, nad varitsevad astronoomi igal sammul, püüavad tema kätt väärata ja kogu ta tööd nurja ajada.

Astronoomid hakkasid oma õelamaid vastaseid tundma õppima, et selgust saada, kuidas neid kõrvaldada.

Põhjusi, mille tõttu tekivad astronoomiliste vaatluste vead, on põhiliselt kolm.

Esimene põhjus seisneb selles, et me oleme Maa elanikud ja meie observatooriumid asuvad õhuookeani põhjas. Meie peade kohal laiub mitme kilomeetri paksune atmosfäärikiht. Õhk moodustab voolusid, liigub ja võngub. Õhu temperatuur, rõhk, niiskus ning puhtus muutuvad pidevalt ja iga päev. See kõik moonutab tähe kujutist ja asukohta, pannes tähe virvendama.

Proovige ebasoodsate vaatlustingimuste puhul tähte horisontaalniidile püüda. Seda on raske teha, sest tähe kujutis instrumendi vaateväljal kargleb nagu pall. Seda põhjustavad õhuvoolud.

Juba hulk aastaid vaidlevad astronoomid: kuhu on parem observatooriume ehitada? Kus on atmosfäär rahulikum? Linnades? Aga vabrikukorstnate suits? Aga soe õhk köetud hoonete ümbruses? Mägedes? Ei, seal on sageli udud ja puhuvad alalised tuuled. Mererand ei ole samuti selleks kohane: seal on auramine tugev! Roheliste väljade keskel, metsasaludes või parkides? Observatooriumi ümbritsev taimestik on selle poolest kasulik, et ta ei lase päikesel tugevasti maad kuumendada. Seetõttu pole ka õhtul pärast päikese loojumist tugevaid tõusvaid sooja õhu voolusid. See on hea, kuid on olemas ka puu-

dusi. Puud ja põõsad koguvad mingil seletamatul kombel oma krooni alla, lehestikku sooja õhku. See koguneb teatud piirini, siis aga tungib äkki tohutu suure mullina lehestikust välja ja lendab üles nagu nähtamatu õhupall.

Pulkovo observatoorium näiteks ehitati keset vana parki ja see põhjustas vahel astronoomidele üsna suuri pahandusi. Alatakse õhtul vaatlust ja kõik läheks nagu hästi. Äkki, kõige vastutusrikkamal hetkel, hakkavad tähed vaatlusväljal hüppama nagu noored mustangid. Mida see siis tähendab? See tähendab, et soe õhk paiskus lehestikust välja ja häiris atmosfääri rahu.

Greenwich'i astronoomid kaebasid samuti, et soe õhk, mis oli peitu pugenud iidsesse parki, tekitas neile pahandusi. Nähtavasti tekitasid need üllatused teadlastele nii palju tüli, et kui osa observatooriumi uude kohta üle kolis, kästi seal hävitada instrumentide lähedusest kogu taimestik. Suur maa-ala asfalteeriti täielikult ja nüüd . . . kaevatakse asfaldi üle. Asfalt kuumeneb päikese käes liiga tugevasti ja jahtub aeglaselt. Jälle kukkus halvasti välja!

Kuid astronoomid võitlevad siiski nende raskustega ja üsna edukalt. Nad võtavad hoolikalt arvesse valguskiirte murdumist õhus ja teevad vajalikke parandusi. Peale selle korratakse iga vaatlust ja mõõtmist mitu korda, saadud tulemusi hoolikalt võrreldes.

Teiseks vigade põhjustajaks on instrument ise. Ka kõige pisem instrumendi telje ja aluse vahele sattunud puru moonutab juba tulemusi. Palja silmaga nähtamatut tolmukübet võidakse pidada tühiasjaks, kuid ta võib põhjustada tunduva vea.

Mõned instrumendi enda süü läbi tekkinud vead kõrvaldavad astronoomid sel teel, et nad

jälgivad hoolikalt aparaadi puhtust ja korrasolekut. Passaažiriista vigu aga avastatakse pikksilma ümberasetamise teel.

Passaažiriista joonisel (lk. 220) paistavad pikksilma all käpakujulised kangid. Pöörates käepidet, sunnib astronoom neid käpakujulisi kange tõusma, ettevaatlikult teljest altpoolt kinni haarama ja selle niiviisi ümber keerama, et vasak telg satuks parempoolsesse pessa, parempoolne aga vasakpoolsesse pessa.

Passaažiriista ümberkeeramine võimaldab otsekohe leida riista vea. Kui enne riista ümberkeeramist näisid tähed pikksilma väikese kõveruse tõttu pisut paremal, siis pärast ümberkeeramist paistab täht veidi vasakul. Jagades saadud vahe pooleks, saadakse päris täpne resultaat.

Kolmas ja seejuures kõige suurem süüdlane vigade tekkimises on astronoom ise.

Maailmas pole kaht ühesugust inimest, pole ka ühesuguseid silmi. Iga inimene näeb omamoodi, erinevalt. Kui astronoom püüabki tähe niitide ristumiskohale, siis ühele paistab ta veidi kõrgemal, teisele veidi madalamal, ühele paremal, teisele vasakul. Kui astronoom märgib tähe vertikaalniidist üleminekut, siis teeb igaüks seda erinevalt. Üks vajutab kronograafi klahvile veidi varem, teine hiljem.

Vähe sellest, isegi üks ja sama inimene ei suuda terve öö jooksul täiesti ühesuguselt töötada. Vaatluse algul on mõõtmised võrdlemisi täpsed, lõpuks aga ilmneb väsimus ja vigu tehakse üha rohkem. Inimese silm on kõige kapriissem instrument.

Möödunud sajandil märkas Pulkovo astronoom O. Struve, Pulkovo observatooriumi rajaja poeg,

et tema töösse lipsavad paratamatult vead. Teadlane tegi kindlaks, et vigade põhjustajaks oli ta nägemine, ta silmad, ja otsustas ise oma vea paljastada.

Oma mõõtmiste täpsuse kontrollimiseks paigutas astronoom kahe kilomeetri kaugusele suure massiivse kilbi ja tellis töökojast mitmesuguse läbimõõduga väikesed valged elevandiluust silindrid.

Kilpi puuriti silindrite jaoks pesad. Öösel pani astronoomi abiline neisse pesadesse silindrid, valgustas neid tugeva laternaga ja kirjutas üles, millistes pesades need kunstlikud elevandiluust tähed asuvad.

Seadnud teleskoobi horisontaalselt, suunas O. Struve selle nagu kahuri kilbi pihta. Valged ringikesed kilbil paistsid talle eri suurusega tähtedena ja ta mõõtis hoolikalt ära nende asukohad.

Siis võttis teadlane oma abiliselt vihiku, võrdles oma mõõtmise tulemusi silindrite tõelise asukohaga kilbis ja määras kindlaks, kui palju ta oli eksinud.

Niisugust vigade kindlaksmääramise viisi tänapäeval enam ei kasutata, sest see ei anna usaldusväärseid tulemusi.

Igal astronoomil on oma isiklikud vead ja mitte keegi ei suuda öelda, kas ta täna eksib niisamuti nagu eile või kuidagi teisiti. Isiklik viga on tabamatu. Ta tekib ootamatult ja on seepärast ohtlik. See viga moonutab paratamatult mõõtmiste tulemusi.

Observatooriumide vaikuses käib võitlus täpsuse pärast. Sajandikud ja isegi tuhandikud sekundid võetakse arvesse. Saja meetri kauguselt nähtava ämblikuvõrgu jämedus mängib juba olulist osa ja astronoomil on, mille üle meele-

härmi tunda. Ta ei või uskuda iseennast ega usaldada oma silmi. Need petavad teda.

Aga kuidas siis vaadelda? Kuidas püüda tuhandikke sekundeid?

On üks väljapääs: tuleb leiutada kunstlikud silmad, mis teleskoobi juures võiksid asendada astronoomi. Vaadaku nad tähti, mõõtku, arvutagu ja kirjutagu ise tulemused kronograafilindile.

Luua kunstlikud, täpsed ning terased silmad, mis oleksid võimelised tähtede nõrka valgust kinni püüdma, niisugune on ülesanne!

Astronoomi kunstlik silm

XX sajandi kolmekümnendail aastail sõitis noor astronoom Nikolai Nikiforovitš Pavlov koos observatooriumi direktoriga asjatoimetuse pärast Pulkovost Pavlovskisse. Kiirustamata sõrkis hobune mööda teed, noor teadlane aga tutvustas direktorile oma teaduslike tööde plaane ja kavatsusi. Nad rääkisid astronoomiliste vaatluste täpsuse suurendamisest, sellest, kui hea oleks leiutada aparaat, mis oleks võimeline asendama teleskoobi juures astronoomi. Elektriline silm, mis on alati ükskõikne, igavesti rahulik, täpne ja terane, — just selle järele tunnevad teadlased vajadust.

Vestluses poetas Pavlov mõtte, et ta juba ammu kaalub niisuguse aparaadi ehitamist.

Tähelepanelikult oma kaasvestleja jutu ära kuulanud, naeratas direktor ja ütles:

«Hästi! Teie hakakegi sellega tegelema! Tänasest päevast alates loeme seda teie teadusliku uurimistöö teemaks!»

Nii muutus vestluses möödaminnes avaldatud

mõte teadusliku töö teemaks ja võib-olla teadlase kogu elu ülesandeks.

1934. aastal asus Nikolai Nikiforovitš Pavlov tööle.

Varsti saadi andmeid, et välismaal konstrueeritakse samuti elektrilist vaatlejat. Ilmus kirjeldusi katsete kohta. Hiljem välismaistes ajakirjades enam nendest töödest ei kirjutatud. Katsed lõppesid nurjumisega. Konstrueerijad ei leidnud moodust, kuidas kunstlikku silma inimsilmast tundlikumaks ja täpsemaks teha. Nende ehitatud aparaadid «nägid» ainult kõige heledamaid tähti.

N. N. Pavlov jätkas tööd, sest ta oli oma edus kindel. Tal oli üks oluline eelis. Noil aastail, mil noorsoo hulgas hakati huvi tundma raadiotehnika vastu, oli ta üks esimesi nõukogude raadioamatööre. N. N. Pavlov elas tollal Omskis. Vaevaga hankides või ise valmistades raadioosi, ehitas ta galeen-kristalliga ja spiraalpooliga detektorvastuvõtjaid, koostas keerukaid «pisilampidega» raadiote skeeme ja õppis innukalt raadiotehnikat.

Raadiotehnika tõrjus ajutiselt kõrvale isegi astronoomia, mille vastu Pavlov lapsepõlvest peale huvi tundis. Juba kümneaastase poisikesena teadis ta peast kõiki põhjataeva tähtkujusid, oskas eksimatult planeete üles leida ja rändas mõttes tähtede keskel ringi.

Kuid vaatamata uudsusele ja avarale tulevikule ei suutnud raadiotehnika siiski astronoomiat täiesti kõrvale tõrjuda. Raadiotehnika kujunes Pavlovile ainult ajutiseks huvialaks.

N. N. Pavlov hakkas astronoomiks, kuid ta ei lõpetanud sõprust raadioga. Ja kui ta asus elektrilist vaatlejat looma, olid ta kogemused raadiotehnika alal talle väärtuslikeks abilisteks.

Välismaa teadlased, kes sel alal enne Pavlovit

ja temaga üheaegselt töötasid, olid kas astronoomid, kes raadiotehnikat küllaldaselt ei tundnud, või insenerid, kes ei olnud tuttavad astronoomiaga. Nii ühtede kui teiste katsed nurjusid.

Pavlovil oli käes kaks trumpi: nii raadio kui ka astronoomia tundmine. See eelis tõotas võitu, kuid ei kaitsnud muidugi nurjumiste vastu. Esimene Pavlovi ehitatud aparaat oli lühinägelik. Ta «nägi» küll laternaid, kuid ei märganud tähti. Observatooriumile välismaalt tellitud fotoelementide tundlikkus oli liiga väike. Tähtede nõrgad kiired ei avaldanud neile mingit mõju. Isekirjutava aparaadi sulg tõmbas täiesti sirge joone.

Kuid Pavlov töötas Nõukogudemaal, kus teadus teeb ennenägematuid edusamme. Ta ei jäänud oma otsinguis abita. Üks laboratoorium, millel ei olnud astronoomiaga mingit tegemist, valmistas professor Pavlovi jaoks eriti tundliku fotoelemendi. Kodumaine aparaat osutus välismaisest võrratult paremaks. Niisuguse fotoelemendiga võis juba edus kindel olla.

1935. aasta detsembris alustas N. N. Pavlov katseid. Esialgu valiti välja meie kõige heledam täht — Siirius.

Tähe valguskiir pidi tungima läbi astronoomilise pikksilma kitsa pilu ja langema fotoelemendile.

Samal hetkel tekib fotoelemendis valguskiire toimel nõrk elektrivool. Tugevate raadioseadmete poolt võimendatuna mõjub see vool kronograafi isekirjutava aparaadi magnetitele. Magnetid tõmbavad ligi ankrukese, mille külge kinnitatud sulg jätab telegraafilindile sakikese.

Jõudis kätte otsustav hetk. Siirius lähenes observatooriumi meridiaanile. Pavlov jälgis tähe aeglast liikumist passaažiriista vaateväljas.

Nüüd läheb täht läbi meridiaani. Veel mõned sekundid, sekundi murdosad, ja äkki klõpsatasidki valjusti kronograafi magnetid. Sulg võpatas ja jättis lindile selgelt nähtava sakikese. Selle joonistas Siirius oma kiirega meridiaanile saabumise hetkel. Aparaat «nägi» esimest korda tähte.

Tõsi, Siirius on väga hele täht. Niisugust tähte märgata pole mingi eriline saavutus, kuid alguse kohta siiski hinnatav tulemus, sest, nagu öeldakse, iga algus on raske.

Teadlane jätkas oma leiutise täiustamist ja kahe aasta pärast oli kunstlik silm niisama tundlik nagu inimese silm, kuid täpsuselt ületas tunduvalt viimast.

Leningradi blokaadi rasketel aastatel jätkas Pavlov oma aparaadi täiustamist. 1946. aastal avaldati ta leiutise üksikasjaline kirjeldus trükis.

Professor Pavlovi elektriline silm on ümmarguse karbi kujuline ja niisama suur nagu liitrine purk. Karp on kruvitud passaažiriista okulaari külge, moodustades sellega ühe terviku.

Passaažiriista telje teise otsa külge on kinnitatud nn. «otsija» pikksilm. Selle abil suunab astronoom teleskoobi talle vajalikule «kellatähele», siis lülitab sisse elektrilise silma. Sellest hetkest alates täidab astronoom telegrafisti osa, kes valmistub telegrammi vastu võtma, kuid tema korrespondendiks pole teine telegrafist, vaid hoopis täht.

Niidid, mis passaažiriistas aitavad täpsust saavutada, on ära võetud. Neid asendab ümmargune kitsaste vertikaalsete piludega plaadike.

Sel hetkel, kui täht läbib meridiaanitasandi, tungib ta valguskiir pilusse ja satub fotoelemendile. Fotoelemendis tekib elektrivool.

Tähe signaal paneb automaatselt registreeriva

aparaadi sule võpatama ja see teeb paberilindile sakikese.

Automaatselt registreeriva aparaadi teine sulg, mis on ühendatud kellaga, märgib sakkidena üles sekundeid. Astronoom võtab lindi tähe ja kella signaalide üleskirjutusega ning rahulikult, kiirustamata uurib ja mõõdab seda.

Elektriline silm ei kiirusta, ärritu ega väsi kunagi. Ta ei ole kapriisne nagu inimese silm ega tee ka selliseid vigu.

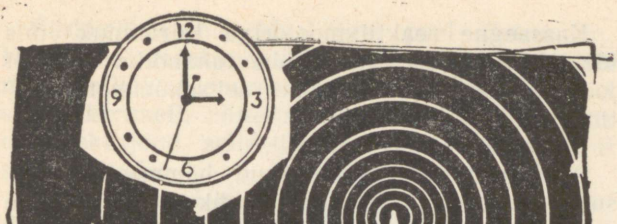
Tõsi küll, kuigi professor Pavlovi aparaat ei korda võõraid vigu, on tal siiski omaenese vead. Selleks et oma elektrilist asendajat kontrollida, mõtles teadlane välja kontrolöri. See kontrolör on väikese laterna kujuline ja teda valgustab tuhm neoonlamp. Lamp on otsejuhtme abil ühendatud automaatselt registreeriva aparaadiga.

Kui on tarvis elektrilise silma tööd kontrollida, asetab professor laterna passaažiriista objektiivi ette ja vajutab nupule. Lamp süttib, elektriline silm püüab välgatuse kinni just nagu tähe valguskiire. Automaatselt registreeriva aparaadi suled võpatavad: üks — elektrilise silma signaali mõjul, teine aga laterna signaali mõjul.

Kaks signaali, kaks sakikest. Teadlane võtab lindi ja vaatab, kui palju hilineb tähe signaal, see tähendab kui palju eksib tema elektriline asendaja. Selle paranduse võtab astronoom arvesse täpse aja väljaarvutamisel.

Professor Pavlovi isenägev ja -kirjutav aparaat säästis astronoomid paljudest vigadest. Eksimused mõõtmistel vähenesid mitmekordselt.

Nõukogude astronoomid võitsid täpsuse eest peetava lahingu. Tänu sellele leiutisele saavad nõukogude teadlased paremini teenindada täpse aja signaalidega kõiki oma rohkearvulisi ja mitmesuguseid abonente.



Üheksas peatükk

TÄPSE AJA KASUTAJAD

Tuhandik sekundit

Sekund on väike ühik, kuid siiski täiesti tajutav. Ühe sekundi jooksul võib kiirustamata öelda kaks lühikest sõna.

Aja astronoomilisel määramisel on aga kaasajal saavutatud mitme tuhandiku sekundi täpsus.

Üks tuhandik sekundit! Seda mõõtühikut on raske endale ette kujutada — nii väike on ta. Kõige kiirem liigutus, milleks on võimeline inimene, on silma pilgutus. Kuid silma pilgutamiseks kulub siiski nelisada tuhandikku sekundit. Ainuüksi silma sulgemiseks kulub seitsekümmend tuhandikku sekundit.

Torgates nõelaga sõrme ei tunne inimene valu otsekohe, vaid alles neljakümne tuhandiku sekundi pärast.

Isegi sääsk, üks kõige kiiretiivulisemaid putukaid, ei suuda ühe tuhandiku sekundi jooksul ainsatki tiivalööki teha. Selle ajaga suudab ta üksnes kas tiibu tõsta või alla lasta.

Kaasaegne reaktiivmootoriga kiirlennuk, mis ületab helikiiruse, jõuab ühe tuhandiku sekundi jooksul edasi kõigest umbes seitsekümmend sentimeetrit.

Nii väike on üks tuhandik.

Astronoomid on saavutanud hämmastava täpsuse. Kuid kas sellega võib uhkustada? Kellele on vaja niisugust äärmist täpsust, kellel on sellest kasu? Igapäevases elus saame suurepäraselt ilma selleta toime. Kui meie kell käib ööpäevas minuti võrra valesti, siis peetakse seda heaks kellaks. Isegi raudteesõiduplaanides ei märgita kunagi sekundeid — piisab täiesti minutitest.

Peamisteks ja väga nõudlikeks täpsuse taotlejaiks pole mitte meremehed, lendurid ega topograafid, kes täpse aja signaalide abil määravad kindlaks geograafilist pikkust, vaid hoopis maaaluste rikkuste otsijad — geoloogid.

Vene muinasjuttudes esineb lendava vaiba ja kiviriku[1] kõrval ka nõiduslik sõnajalaõis. See puhkeb sinise tulukesena kohas, kuhu mingi varandus maha on maetud. Kes saab niisuguse õie omanikuks, see võib üles leida ükskõik millise maasse peidetud varanduse.

Tänapäeval on nõukogude teadlased leiutanud hämmastavalt tundlikke aparaate. Muinasjutuline sõnajalaõis jääb neist kaugele maha.

Avastada maakihtide varjatud salasoppe ja lookeid, välja arvutada kahe või kolme kilomeetri sügavusel lasuvate kivimite tihedust, ja isegi kindlaks määrata peidetud looduslike rikkuste hulka — näha maapõue sügavusse — seda kõike võimaldavad kodumaise teaduse poolt loodud võluaparaadid.

---

[1] Muinasjutuline taim, mis lõhub lukud ja riivid. *Tõlk.*

Raskusjõud pole Maal igal pool ühesugune. Kui kuskil maakoore ülemistes kihtides leidub mass, millel on suurem tihedus kui seda ümbritsevail kivimeil, näiteks suur rauamaagilade, siis on raskusjõud selle lademe kohal suurem kui selle kõrval.

Kui maa sees leidub mõne kerge kivimi (kriidi, kipsi) kiht või nafta leiukoht, siis on raskusjõud niisugusel kohal normaalsest väiksem.

Mõõtes raskusjõu suurust maapinna eri paikades, teostab geoloog pinnase all lasuvate kivimite tiheduse luuret. Seostades seda muude geoloogiliste andmetega, nagu kivimite vanus ja kihtide loogete laad, otsustabki geoloog, missuguseid kasulikke maapõuevarasid võib antud kohas olla.

Raskusjõu kindlakstegemiseks on olemas mitmesugused riistad, mida nimetatakse gravimeetriteks. (Ladinakeelne sõna *gravis* tähendab «raske».) Kõige lihtsamaks gravimeetriks võib olla küllalt täpne pendelkell. Pendli võnkumise aeg oleneb pendli pikkusest ja Maa külgetõmbejõust.

Mitmesugused pendliga varustatud aparaadid, sealhulgas ka kell, on tähelepanuväärsed selle poolest, et nad on väga tundlikud raskusjõu kõige väiksematelegi muutustele. Sellest sai väga hästi aru suur teadlane ja esimene vene akadeemik Mihhail Vassiljevitš Lomonossov.

Lomonossov ehitas erilised pendlid või, nagu neid tollal kutsuti, pendulid ja teostas nende abil vaatlusi raskusjõu muutumise kohta maapinnal.

Ettekandes oma 1758. aastal tehtud tööde kohta kirjutab Lomonossov: «Valmistasin neli omaleiutatud pendulit, millest üks oli vasest, süllapikkune, kuid mehaaniliste osutite abil täitis ta niisuguse penduli aset, mille kõrguseks oleks kolmveerand versta.»

Lomonossovi ideesid raskusjõu uurimisest pendlite abil arendas ja täiustas teine suur vene teadlane Dmitri Ivanovitš Mendelejev. Ka tema valmistas pendelaparaate ja teostas raskusjõu mõõtmisi.

Tänapäeva täpsete kellade käigu jälgimine näitas, et nende pendlid, mis asuvad sügaval keldris, «tunnevad» niisuguseid nähtusi, nagu Kuu tõusmine taevavõlvile.

Kui Kuu tõuseb kõrgele horisondi kohale, siis avaldab ta külgetõmbejõud mõju Maa raskusjõule. Kuu külgetõmbejõud mõjub Maa raskusjõule vastupidiselt. Ta nõrgendab seda ja kõik esemed maakera sellel küljel, mis on Kuu poole pööratud, muutuvad veidi kergemaks. Näiteks muutub 25 kilogrammi raskune poiss või tüdruk kuupaistel 0,0055 grammi võrra kergemaks, kui ta oli enne Kuu tõusmist. Pendlid aga aeglustavad vastavalt oma võnkumist.

Seda pendelaparaatide tundlikkust kasutavad geoloogid raskusjõu kindlaksmääramiseks maapinna erinevates kohtades. Kus on raskusjõud suurem, seal võngub pendel kiiremini ja kell käib ette. Kus aga raskusjõud on väiksem, seal võngub pendel aeglasemalt ja kell jääb taha.

Seepärast esinebki Leningradis kontrollitud kella käigus juba mõningates linna lähedastes paikades väike erinevus. Leningradi pinnase all asuvad sinisavi kihid, Leningradi ümbruses aga tulevad kohati maapinna lähedale raskemad ja tihedamad graniidilademed. Niisugustes kohtades on raskusjõud pisut suurem ja Leningradi kell hakkab seal kiiremini käima.

Sel kombel võib kella käiku võrreldes kindlaks määrata raskusjõu erinevust ja kivimite tihedust.

Iseendastki mõista ei kasutata gravimeetriliste uurimuste jaoks kellasid, vaid spetsiaalseid aparaate.

Kõikide niisuguste aparaatide tähtsaimaks osaks on pendel. Seepärast võtavadki gravimeetrilise luurega tegelevad geoloogid oma töökohal iga päev vastu täpse aja signaale. Signaalid teadustavad neile sekundi usaldusväärselt kontrollitud suuruse ja võimaldavad pidevalt kontrollida pendli võnkumist.

Gravimeetrilisel luurel on ebatavaliselt suur tähtsus. Kogu meie rahvas püüab muuta oma kodumaad külluse maaks, võimsaks suurriigiks, mis oleks kindlustatud igasuguste ootamatuste vastu. Selleks aga peab meie maal eelkõige esmaklassiline tööstus olema. Seepärast tulebki meil uurida ja kasutada meie maa looduslikke rikkusi.

Kui aga ajateenistusosakonna töö kas või mõneks ööpäevakski lakkaks, siis jääksid tegevusetult seisma ka sajad gravimeetrilised ekspeditsioonid, mis töötavad meie kodumaa eri nurkades. Ajateenistus on loodusvarade otsijate väärtuslikuks abiliseks.

Teine täpsuse kasutaja

Äärmise täpsuse järele tunnevad vajadust mitte üksnes geoloogid, vaid ka sidetöötajad.

Lülitage sisse raadiovastuvõtja, keerake häälestusnuppu, ja te kuulete peaaegu igal skaalajaotusel, eriti lühilaineil, mõnda saatejaama. Teieni kandub laevade ja polaarjaamade morseaparaatide piiksumine, on kuulda ilmateadetes sisalduvaid üksluiseid arvuridu, kostab muusika, laul või kõne.

Isegi häälestusnupu kerge liigutusega püüame kinni juba uue saatejaama. Neid on sadasid. Nad töötavad kõik üheaegselt, kuid väga harva juhtub, et mõni jaam oma lainelt kõrvale kaldub, võõrale kohale nihkub ja naaberjaama saadet segab. Raadiosaatejaamad peavad rangelt kinni neile määratud lainepikkusest.

Lainepikkust jälgivad ja hoiavad kindlaksmääratud piirides erilised aparaadid. Nende aparaatide reguleerimiseks ja kontrollimiseks on aga vaja teada äärmiselt täpselt sekundi pikkust, seega tuleb jäilegi tegemist teha täpse aja signaalidega.

Vähesed teavad, et kui moskvalane kõneleb telefoni teel Leningradi, Kiievi või mõne muu suure linnaga, siis kõneleb samal ajal ja sama juhtme kaudu veel mitu inimest ja antakse üle ka mitu telegrammi. Kuid kõned ei lähe segi ega telegrammid sassi ja ükski kõneleja ei sega teist.

Mitmekordsed telefonikõned annavad väga suurt kokkuhoidu.

Seal, kus vana meetodi puhul oleks vaja läinud mitut juhet, piisab praegu ühestainsast. Seda võimaldab eri sagedusega vahelduvvoolu kasutamine.

Telefonikõne antakse juhtmeid kaudu edasi raadiosaatejaamade taoliste aparaatide abil. Iga niisugune aparaat on häälestatud kindlale lainepikkusele, kindlale elektrivõngete sagedusele.

Et kõnelejad üksteist ei segaks, selleks kontrollivad võnkesagedust ja hoiavad seda ettenähtud tasemel aparaadid, mis sarnanevad raadiojaamades kasutatavate aparaatidega.

Nende reguleerimiseks on vaja täpse aja signaale.

Kui näiteks ajateenistus millegipärast oma tegevuse mõneks ööpäevaks katkestaks, siis kaotaksid ka raadiojaamad ning kaugejaamade telefoniaparaadid oma selektiivsuse ja raadiovastuvõtjast kostaks arusaamatu pomin mitmest jaamast korraga; telefonikõnede pidamine oleks aga üpris raske.

Kolmandaks sagedasteks täpse aja kasutajateks on geodeedid, laevade ja lennukite tüürimehed, samuti geograafid ja arvukad ekspeditsioonid, mis töötavad Arktika ja Antarktika külmadel aladel, Siberi taigas või Kesk-Aasia kõrbetes.

Neid tarbijaid kutsutakse ajateenistuses ühise nimega — «pikkuskraadlased», sest nad määravad täpse aja signaalide abil kindlaks geograafilise pikkuskraadi.

Miljon needust pikkusele

Juba möödunud sajandil arvutas üks vana meremees välja, kui kalliks läheks inimkonnale maksma oskamatus merel geograafilist pikkust määrata. Ta sai väga aukartustäratavad arvud: kaotused heitluses geograafilise pikkusega ületavad ka kõige verisemaid merelahinguid. Mitusada laeva, mitukümmend tuhat elu, mitme miljoni rubla väärtuses kallist kaupa on ookeani põhja läinud. Ja see kõik on juhtunud vigade tõttu pikkuskraadi määramisel. Kahjusid, mis on tekkinud samal põhjusel ookeanil ringiekslemise tõttu, pole aga üldse võimalik üles lugeda.

Geograafilise pikkuse määramine sinisel ookeaniteedel oli üheks «neetud» ülesandeks, millele teadus ei suutnud kuidagi lahendust leida.

Meremehed määrasid geograafilist laiust kiiresti ning lihtsalt — mõõdeti Põhjatähe kõrgus horisondi kohal ja saadigi laius teada. Kui Põhjatäht ei paista, võib kasutada ükskõik millist muud heledat tähte või Kuud. Päeval võib mõõta Päikese kõrgust horisondi kohal. Erilist vahet siin pole, ainult neil juhtudel tuleb tingimata abiks võtta astronoomilised meretabelid. Geograafilise laiuse määramiseks oli palju mooduseid, pikkuse määramiseks aga mitte ühtegi.

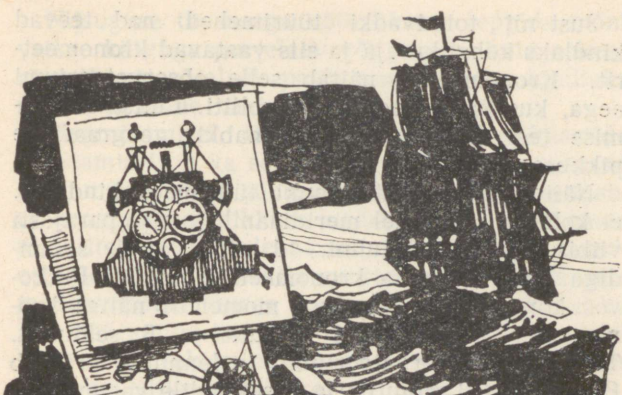
Asi läks nii kaugele, et Inglise valitsus avaldas 1713. aastal teadaande: «20 000 naelsterlingit sellele, kes leiab pikkuse määramise viisi». Tol ajal oli see kolossaalne summa, mis võrdus 120 000 kuldrublaga. See oli terve varandus!

Sajad inimesed, peamiselt astronoomid ja kellassepad, asusid selle ülesande lahendamisele.

Edu saavutas kellassepp John Harrison. Ta ehitas eriti täpse kronomeetri, mis ei kartnud mere lainetust. Kronomeeter võimaldab täiesti edukalt määrata geograafilist pikkust, kui ta ainult ise on täpne ja hoolikalt kontrollitud. Seepärast saatis iga ekspeditsioon ja iga kaugesõidule valmistuva laeva tüürimees alati oma kronomeetri kontrollimisele. Möödunud sajandil kontrollisid kronomeetreid astronoomia observatooriumid.

Pulkovos oli näiteks pidevalt kontrollimisel kuni viiskümmend mitmesuguste laevade ja ekspeditsioonide kronomeetrit. Käigu uurimiseks saadeti Pulkovosse kronomeetreid naabermaadest, sealhulgas ka Inglismaalt. Pulkovo on alati kuulus olnud oma hoolika astronoomilise uurimistöö ja selle hea kvaliteedi poolest.

Kui piki teid pandi püsti telegraafipostid, hakkas Pulkovo täpse aja signaale telegraafi teel edasi andma ning kontrollis esmakordselt maail-



Harrisoni esimene kronomeeter.

mas observatooriumist ligi kahe tuhande kilomeetri kaugusel asuvaid kronomeetreid.

27. ja 28. juunil 1899. aastal anti Pulkovost Arhangelskisse edasi täpse aja signaalid, mille abil oma kronomeetreid kontrollis Abruzzi hertsogi ekspeditsioon, kes Põhjapoolusele suundus. Kuhu merehoovused ka laeva kannaksid või kui kaugele ekspeditsioon ka siirduks, ta ei saaks ikkagi eksida, kui tal ainult on olemas kronomeeter.

Maakera igal meridiaanil on erinev aeg. Kui Moskvas jõuab kätte keskpäev, siis on Kaug-Idas seesama keskpäev ammu möödas ja seal on juba õhtu. Lihtsate astronoomiliste vaatluste ja Päikese järgi varem koostatud tabelite abil, öösel aga tähtede järgi võib välja arvutada kohaliku aja, see tähendab oma meridiaani aja.

Just nii toimivadki tüürimehed: nad teevad kindlaks kohaliku aja ja siis vaatavad kronomeetrit. Kronomeeter näitab selle observatooriumi aega, kus kronomeetrit kontrolliti. Lihtsa lahutamise teel saadud vahe annabki geograafilise pikkuse.

Näiteks tegi postilennuki tüürimees kindlaks, et kohalik aeg sellel meridiaanil, kus ta parajasti viibis, võrdus 10 tunni, 44 minuti ja 9 sekundiga. Siis vaatas ta kronomeetrit, mis oli Pulkovos kontrollitud. Vaatluse momendil näitas kronomeeter 2 tundi, 11 minutit ja 3 sekundit. Tähendab, observatooriumit ja lennukit eraldab 8 tunnile, 33 minutile ja 6 sekundile vastav kaugus. On teada, et üks tund võrdub 15 kraadiga, üks ajaminut aga 15 kaareminutiga. Viieteistkümnega korrutamine annab geograafilise pikkuse kraadides. Kui öelda, et lennuki asukoha geograafiline laius võrdub 53°01′, siis on asi selge: lennuk asub kusagil Petropavlovski lähedal Kamtšatkal. Nüüd võib pilvedest läbi sõita ja maanduma hakata.

Niisugust pikkuse määramise viisi nimetatakse «kronomeetri võrdlemise meetodiks». Tüürimees kannab kronomeetri abil endaga kaasas observatooriumi kella näitu ja võrdleb sellega vajaduse korral kohalikku aega.

Selle meetodi usaldusväärsus sõltub kronomeetri kvaliteedist. Kui kronomeeter on ühtlase käiguga, siis võib tüürimees rahulik olla. Kui aga kronomeeter kas laeva õõtsumise või juhusliku tõuke tõttu eksib, siis eksib ka tüürimees.

Eksitus võib aga väga tunduv olla. Moskva laiuskraadil põhjustab kronomeetri eksimine ainult ühe minuti võrra juba 15-kilomeetrise vea asukoha kindlaksmääramisel.

Niisuguse täpsusega võib üksnes leppida mõni vaikse käiguga purjelaev või praam, kuid ookeaniaurik või sõjalaev peab oma asukoha kindlaks määrama mõne kaabeltau[1] täpsusega.

Maamõõtmisel, täpsete geograafiliste kaartide koostamisel on ka sellest vähe. Seal pole lubatud isegi mõne meetri suurune eksimus. See tähendab, et geograafilise pikkuse määramisel ei piisa enam minutitest, vaid tuleb kasutada sekundite murdosi. Seepärast ei tekita suurte maa-alade täpsete mõõtmistööde juures raskusi niivõrd kohaliku aja määramine kui just kronomeetrite transportimine. Teel valvati neid nagu väikesi lapsi, hoides neid juhuslike ja ohtlike põrutuste eest.

1859. aastal töötas Pulkovo astronoomide ekspeditsioon tolleaegse Peterburi kubermangu raskesti ligipääsetavais kohtades. Varustuse transportimiseks ehitati eriline veok. Teadlased vedasid peale astronoomiliste ja geodeetiliste instrumentide endaga kaasas veel 12 kronomeetrit, sest muidu poleks nad suutnud täpset aega kindlaks teha. Kui nad ainult ühe kronomeetri oleksid kaasa võtnud, siis poleks nad töötamisel seda kuidagi kontrollida saanud ega oleks samuti teadnud, kas ning kui palju see eksib. Kui nad oleksid kaasa võtnud kaks kronomeetrit, ei oleks lugu parem olnud. Teadlased poleks sel juhul teadnud, kumb neist valesti aega näitab. Seepärast otsustasid astronoomid kasutada 12 kronomeetrit ja nende kõikide näitudest kokku leida täpseima aja.

Vene astronoom Pjotr Mihhailovitš Smõslov, kes seda ekspeditsiooni juhatas, kirjeldas oma raamatus üksikasjaliselt kõiki raskusi, mis sellel

---

[1] Kaabeltau = 1/10 meremiili, mis vastab 185 meetrile.

teekonnal tekkisid. Geodeetiliste tööde tegemiseks tuli sõita kaugetesse kolgastesse, kus isegi jalgradu ees polnud. Mindi läbi soode, roniti järskudele mäenõlvakutele. Eriti raske oli vihmase ilmaga. Kogukas tõld, mis mööda savist põhjatut pinnast vaevaliselt edasi liikus, ähvardas alatasa jäärakusse kukkuda ja tihti libiseski alla. Äravaevatud taluhobused ei suutnud oma rautamata kapjadega veokit kinni pidada. Vahel tulid ette järsud liivamäed, mille otsa aitasid tõlda lükata lähedastest küladest appikutsutud talupojad.

«Ühele niisugusele mäele pärast Paša jõe ületamist,» kirjutab P. M. Smõslov, «oli meie tarantassi võimalik vedada ainult vintsi ja lodjaköie abil, mis oli kinnitatud mäeharjal kasvava jämeda puu külge. Seejuures olid veel abiks kuni 40 inimest ja 6 hobust.»

Niisugustel teelõikudel hoidsid astronoomid hoolikalt kronomeetreid ja eelistasid neid käes kanda, selleks et vältida nende raputamist ning põrutamist.

Kuid isegi kõige hoolikam ümberkäimine kronomeetriga ei päästnud meremehi ja geodeete vigadest. Geograafilise pikkuse määramine kronomeetri võrdlemise meetodi järgi ei väärinud kuigi suurt usaldust. Observatooriumi seinte vahelt väljaviidud kronomeeter muutus täiesti kontrollimatuks aparaadiks. Teel olles polnud mingit võimalust tema kontrollimiseks. Võib-olla käib ta ette, võib-olla jääb maha. Seda ei teadnud mitte keegi. Ja mida kauem kestis ekspeditsioon, seda suuremaks kronomeetri viga muutus.

Usaldusväärsuse tagamiseks oleks kronomeetrit tulnud ka teel kontrollida.

Kakssada aastat tagasi maksis Briti valitsus

kronomeetri leiutajale Harrisonile ainult 10 000 naelsterlingit. Teise poole preemiast pidas valitsus kinni ettekäändel, et kronomeeter ei ole täiesti usaldusväärne instrument geograafilise pikkuse määramiseks. Õigupoolest aga oleks see preemia pidanud kuuluma suurele vene teadlasele Aleksander Stepanovitš Popovile. Just tema leiutis lahendas lõplikult geograafilise pikkuse määramise ülesande.

Ka praegu on kõikidel laevadel kronomeetrid, kuid keegi ei karda, et laeva kiikumine nende käiku segaks. Kogu ööpäeva peab raadioruhvis valvet radist. Antarktika külmades vetes ja Vaikse ookeani avarustel, ekvaatori lähedal ja mistahes maakera nurgas kuulavad radistid täpse aja raadiosignaale. Nüüd ei söanda kronomeetrid eksida, sest nende käiku kontrollitakse mitu korda ööpäeva jooksul.

Umbes kolmkümmend viis tuhat mitmesuguse lipu all sõitvat · kauba- ja sõjalaeva künnavad maakera meresid ja ookeane. Kolmkümmend viis tuhat radisti võtavad vastu täpse aja signaale ja kolmkümmend viis tuhat tüürimeest kummarduvad kaartide kohale laeva kursi märkimiseks. Kedagi neist ei sega geograafilise pikkuse määramise raskused. See on nüüd niisama lihtsaks ning usaldusväärseks tegevuseks muutunud nagu geograafilise laiuse määramine.

See on raadiotehnika ja ajateenistuse hindamatu teene.

Just nende signaalid aitasid Nõukogude Liidu kangelasel M. Vodopjanovil oma lennukit põhjapoolusel maandada, Nõukogude Liidu kangelastel V. Tškalovil ja M. Gromovil aga püstitada kauglennu maailmarekordid.

Raadiomajakate signaalid andsid neile õige

suuna, täpse aja signaalid aga aitasid geograafilist pikkust määrata.

Masin kihutas küll valge kõrbe kohal, kuid ta oli ümbritsetud tuhandeist nõukogude sõpradest.

Suure Isamaasõja aastail aitasid täpse aja signaalid orienteeruda raskete pommituslennukite eskadrillidel. Hoolimata Berliini täielikust pimendamisest ja hoolikast maskeerimisest, orienteerusid meie lennukid eksimatult pimeduses ja jõudsid täpselt pommitatava märgini.

Pärast Suurt Isamaasõda organiseeriti Nõukogude Liidu territooriumil eriti tihe lennuliinide võrk. Õhuteede üldpikkus ei jää enam maha raudteede ulatusest. Kasvab rahvusvaheliste lennuliinide arv. Sajad lennukid lendavad välja ja saabuvad rangelt sõiduplaani kohaselt ning iga lennuki tüürimees kasutab oma kronomeetrite kontrollimiseks täpse aja signaale.

Peegeldunud raadiolaine püüdmine

Kaks nõukogude akadeemikut — L. I. Mandelštam ja N. D. Papaleksi — töötasid juba enne Suure Isamaasõja algust välja uue meetodi kauguste mõõtmiseks raadiosignaalide abil. Nende leiutist rakendati esimest korda maailmas juba 1938. aastal Põhja Mereteede Valitsuse laevadel. Seda aparaati nimetati tollal raadiokaugusmõõtjaks. Praegu kasutatakse raadiokaugusmõõtjaid väga laialdaselt ja neid nimetatakse nüüd sagedamini raadiolokaatoriteks või raadiolokatsioonijaamadeks.

Erinevalt tavalisest raadiojaamast kiirgab raadiokaugusmõõtja raadiolaineid mitte igasse külge, vaid ühe kitsa kimbuna. Seda kimpu võib

soovikohaselt suunata igasse külge, pöörates raadiokaugusmõõtja antenni just nagu prožektorit.

Raadiokaugusmõõtja tegevus sarnaneb prožektori tegevusega, ainult et prožektorid valgustavad pidevalt, raadiokaugusmõõtja aga saadab oma kiiri üksikute annustena, lühikeste katkendlike impulss-signaalidena. Iga niisuguse impulsi kestus võrdub mõnele miljondikule sekundile. Selline katkendlik signaal liigub antud suunas. Kui signaali teele ei satu mingit tõket, siis läheb ta maailmaruumi ja kaob sinna. Kui see aga põrkab mingi takistuse, kas kalju, jäämäe, teise laeva või lennuki vastu, siis peegeldub raadiokaugusmõõtja signaal sellelt nagu kaja või nagu päikesekiir peeglilt.

Peegeldunud raadiokiir suundub tagasi.

Raadiokaugusmõõtja vastuvõtja püüab kinni omaenda signaalide kaja ja vastuvõtja ekraanil süttib roheline helenduv märgike.

Raadiolainete levimiskiirus on teada: see võrdub peaaegu 300 000 kilomeetriga sekundis. Kui signaal kulutas teekonnale takistuseni ja tagasi ühe kümnetuhandiku sekundit, siis läbis ta ühtekokku 30 kilomeetrit. Järelikult on takistuseni 15 kilomeetrit.

Võimsa raadiokaugusmõõtja abil suutsid teadlased isegi Kuu kauguse ära mõõta.

1946. aasta 10. jaanuari õhtul, kui Kuu tõusis, suunati raadiokaugusmõõtja antenn Kuu poole ja saadeti sinna signaal.

Raadiokiir tungis läbi atmosfääri ülemistest kihtidest ja jõudis planeetidevahelisse ruumi. Esimesena ajaloos jõudsid inimese poolt saadetud signaalid teise taevakehani. Signaalid peegeldusid Kuu pinnalt ja suundusid tagasi.

Raadiokaugusmõõtja vastuvõtja püüdis kinni

raadiokaja, mis Kuult tagasi peegeldus. Vastuvõtja ekraanil süttis rohekas punktike. Valjuhääldajas kostis heli, kuid täpsed kronograafid märkisid üles aja, mis raadiokiirel kulus reisiks Kuule ja tagasi.

Niisuguseid katseid «kõneluseks Kuuga» tehti mitu korda. Raadiosignaali «teekonna» aeg võrdus 2,38—2,72 sekundiga sõltuvalt Kuu ja Maa vahelisest kaugusest.

Kuu ja Maa vaheline kahekordne kaugus võrdub keskmiselt 768 800 kilomeetriga.

Selle uue kauguste mõõtmise viisi puhul on samuti vajalik sekundi pikkust täpselt teada, sest raadiolokaatoreis tuleb arvestada kümne- ja isegi sajatuhandikke sekundeid.

Ja lõpuks on täpse aja tarbijateks veel astronoomid, geofüüsikud, füüsikud ja keemikud ning üldse kõik teadlased, kes teostavad astronoomilisi ja füüsikalisi katseid. Range ajakontroll viib mõnikord ootamatute avastusteni.

Kuu pidurdab Maad

Ajaloolased, kes muistsete rahvaste elu uurisid, ei suutnud alati orienteeruda kroonikates, papüürustes ja muudes dokumentides, mis olid säilinud möödunud sajandeist. Kroonikakirjutajad ja muistsed ajaloolased, eriti roomlased, eksisid sageli kuupäevades, ajasid aastaid segamini, mõnikord aga kasutasid täiesti arusaamatut ajaarvamist.

Oli väga raske ja mõnikord isegi võimatu kindlaks teha, millal üks või teine sündmus aset leidis. Õnneks märkisid kroonikakirjutajad väga kohusetruult päikese- ja kuuvarjutusi. See andis astronoomidele võimaluse ajaloolastele appi tulla. Ast-

ronoomid võivad täiesti täpselt välja arvutada ükskõik millise kas möödunud või tulevase varjutuse päeva, tunni ja minuti.

Astronoom M. A. Viljev arvutas ajaloolastele välja kõik varjutused, mida nähti Venemaal sellest ajast peale, kust on pärit kirjalikud andmed. Üldse tegid aga astronoomid arvestused kaheksa tuhande päikesevarjutuse kohta, mis olid toimunud kolme viimase aastatuhande vältel.

Praegu kasutavad ajaloolased varjutusi ajaloo teetähistena või verstapostidena ja määravad sel kombel kindlaks möödunud sündmuste täpsed kuupäevad.

Näiteks teatab kroonikakirjutaja suurvürst Igori sõjakäigust: «Igor Svjatoslavitš, Olegi lapselaps, sõitis teisipäeval, 23. aprillikuu päeval Novgorodist vaikselt välja, olles oma väesalga kokku kogunud. Jõudnud aga õhtusel ajal Donetsi jõe äärde, vaatas Igor taeva poole ja nägi Päikest seisvat nagu Kuud, ja ta ütles oma bojaaridele ja väesalgale: «Kas näete, et seesinane on taeva märk?»»

Tänu kroonikakirjutaja märkusele varjutuse kohta on nüüd täiesti täpselt teada, et Igor sõitis Donetsi jõe kaldale 1. mail 1185.

Sel kombel ajalooliste sündmuste kuupäevi kontrollides põrkasid astronoomid kokku ühe mõistatusliku nähtusega. On üldiselt teada, et kuulus kreeka ajaloolane Plutarhos elas ja kirjutas oma teosed Haironeia linnas. Tema raamatuis on kirjeldatud varjutusi, mida ta vaatles. Astronoomid tegid suurema vaevata kindlaks, et ainuke varjutus, mis Kreekas Plutarhose eluajal näha oli, toimus 20. märtsil 71. aastal. Ent hämmastav on seejuures järgmine asjaolu: kuidas sai seda varjutust jälgida Plutarhos, kui seda Haironeias näha ei

olnud. Varjutusvööndi piir kulges sellest linnast tükk maad lääne pool!

Tekkis ebameeldiv arusaamatus. See heitis ilmselt varju astronoomiliste varjutuste õigsusele. Algul arvasid teadlased, et tõenäoliselt oli Plutarhos selleks ajaks kodulinnast välja sõitnud. Ta võis varjutust vaadelda kuskil teises kohas, kuid unustas seda mainimast.

Selline seletus on tõepärane. Võimalik, et astronoomid oleksid niisuguse seletusega leppinud, kuid asi läks ootamatult keeruliseks. Teiste ajaloolaste kirjeldustes, mis olid koostatud eri aastatel, esines samuti lahkuminekuid. Paljudel juhtudel ei nähtud varjutust nendes kohtades, kus see astronoomiliste arvutuste järgi oleks pidanud toimuma. Üks inimene võib muidugi eksida, kuid mitmel kroonikakirjutajal ühtemoodi eksida ei ole võimalik.

Tekkis mõistatus, mis oli täis salapärasust. Miski ajas arvestused segi. Kas peitus viga arvutustes või tormab Kuu oma teel ette või aeglustab hoopis Maa oma pöörlemist.

Tänapäevaks on teadlased täielikult lahti harutanud Kuu väga keerukate liikumiste mõistatusliku sõlme. Tehti kindlaks, et just maakera aeglustab oma pöörlemist. Nimelt Maa pöörlemise aeglustumise tagajärjel tekkiski too lahkuminek, mida täheldasid ajaloolased ja astronoomid.

Kujutlege, et te tulite jooksuvõistlusele rikkiläinud ajamõõtjaga. Oletagem lihtsuse mõttes, et iga 10 sekundi kohta jääb stopper 1 sekundi taha, kuid teie seda ei tea. Jälgides jooksjat, kes läbib 100-meetrise distantsi 11 sekundiga, olete te sel juhul veendunud, et teie silme all purustati maailmarekord. Näitab ju teie ajamõõtja mitte 11 sekundit, vaid 9,9 sekundit! Samuti võib juhtuda

ka muudel distantsidel, kus te tavalist head jooksjat jälgides olete veendunud, et purustati maailmarekord. Te näete siis ühtelugu maailmarekordeid seal, kus neid tegelikult pole üldse olemas. Tuleb välja, et kui teie kell jääb taha, siis toimuvad selle järgi otsustades kõik ülejäänud nähtused kiirendatult. See ongi põhjuseks, miks Maa pöörlemise aeglustumine tuleb ilmsiks Kuu liikumise näivas kiirenemises.

Tuleb välja, et Kuu liikus taevas kiiremini, kui astronoomid oma arvestustes ette olid näinud. Seepärast toimusid ka varjutused varemini, kui astronoomid olid ennustanud. Kui need aga ei toimunud ettenähtud ajal, siis tähendab, et nad ei toimunud ka ettenähtud kohal! Maakera «vea» suurus on täiesti tühine, see võrdub ainult tuhandiku sekundiga sajandi jooksul. Teisiti öeldes, ööpäevad muutuvad ühe sekundi võrra pikemaks miljoni aasta vältel.

Ent kui pisike see viga ka poleks, ometi on ta olemas ja tõestab juba antiikfilosoofide poolt väljendatud mõtet, et maailmas pole midagi muutumatut ega tardunut. Kõik maailmas voolab, kõik muutub.

Pulkovo astronoom B. M. Rubašev arvutas välja, kui suur oli ööpäeva kestus mitmesugustel geoloogilistel ajastutel. Kui Maal kasvasid lopsakad osjad sigillaariad ja lepidodendronid ning soojadesse soodesse ladestusid taimejäänuste paksud kihid, mis aja jooksul kivisöeks muutusid, siis tegi Maa ühe pöörde oma telje ümber praeguse aja järgi 22 tunni ja 16 minutiga.

Veel kaugemal ajastul, kui Maale ilmusid esimesed loomad, oli ööpäev veelgi lühem ja vältas ainult 20 tundi ning 36 minutit.

Sajandite sügavuses, ligi poolteist miljardit aas-

tat tagasi, ajastul, mida nimetatakse arhailiseks, oli ööpäevas ainult 16 tundi.

Tulevikus muudab ööpäeva järkjärguline pikenemine niivõrd ööpäeva pikkust, et see võrdub kuu pikkusega. Siis pöörlevad Maa ja Kuu, mis on ühe ja sama küljega teineteise vastu pööratud, ühise raskuskeskme ümber ja Maa elanikud näevad siis Kuud kuskil maakera kohal liikumatuna seisvat.

Leiti ka meie ööpäeva pikenemise põhjustaja. See on meie naaber maailmaruumis — Kuu. Just Kuu pidurdabki vähehaaval Maad, takistades tema pöörlemist. Oma külgetõmbejõuga põhjustab Kuu ookeanides tõusu ja mõõna. Tõusulained veerevad ookeane mööda idast läände, see tähendab maakera pöörlemisele vastu. Nad mõjuvad nagu piduriklotsid ja aeglustavad järk-järgult Maa pöörlemist.

Tehtud avastus sundis tähelepanelikumalt jälgima meie planeedi käitumist. Kas tal ei esine ka muid häireid?

1872. aastal otsustas tuntud vene astronoom Sergei Pavlovitš Glazenap kontrollida, kas maakera ikka tõepoolest täiesti ühtlaselt oma telje ümber pöörleb. Tema uurimused kinnitasid varem püstitatud oletust, et Maa pöörlemiskiirus muutub. 1860. aastal näiteks kiirendas Maa ootamatult oma pöörlemist ja ööpäev lühenes selle tõttu 2 tuhandiku sekundi võrra.

See S. P. Glazenapi töö andis teadusele esimese tõendi maakera pöörlemise ebaühtluse kohta.

Maa pöörleb tõesti imelikult: kord kiirendab ta õige pisut oma pöörlemist, kord jälle niisama ootamatult ja just nagu põhjusetult aeglustab seda mõnevõrra.

Kõige kiiremini pöörleb Maa augustis ja kõige

aeglasemalt märtsis. Augustis on ööpäev 0,0011 sekundi võrra lühem, märtsis aga 0,0010 sekundi võrra pikem kogu aasta keskmisest.

Väikesed muudatused maakera pöörlemise kiiruses liituvad järk-järgult päevast päeva. Aasta lõpuks võivad nad moodustada juba sellise koguse, mis ei jää astronoomile märkamatuks. Aparaadid, mida kasutavad astronoomia observatooriumide ajateenistusosakondade kaastöölised, on tänapäeval küllalt täiuslikud. Nad võimaldavad täheldada väga keerukaid ja senini märkamatuks jäänud muutusi Maa pöörlemiskiiruses.

Nii näiteks pandi tähele, et möödunud sajandi jooksul pöörles Maa tavalisest kiiremini, mistõttu ööpäev õige pisut lühenes. Vahe, mis tekkis aasta lõpuks, ulatus terve sekundini, mõnikord isegi ületas selle. Ajavahemikul 1865—1898 kaotasime peaaegu 35 sekundit.

Möödunud sajandi lõpul jättis Maa ruttamise järele ja ööpäev hakkas taas pikenema. See kestis kuni 1920. aastani. Praegu pöörleb Maa jälle tavalisest pisut kiiremini. Need muutused on iseenesest tühised ja me üldse ei märka neid. Kuid nad jutustavad teadlasele palju. Nad räägivad, et Maa ei ole hangunud kõva kera, vaid niisugune keha, milles leiavad aset lakkamatud muutused. Uute kellade tundlik kõrv võimaldab astronoomidel justkui kuulata Maa pulsilööke.

Ööpäeva pikkus kõigub igal aastal, kusjuures need kõikumised on sujuvad ja korrapärased. Millest need tekivad? Kahtlemata sellest, et igal aastal muudavad mingid suured massid Maa peal oma asendit. Kõige tõenäolisemalt on see veemasside ümberpaigutumine. Suvel aurab vesi rohkem ja kandub pilvede näol Maa atmosfääri. Talvel vesi aga külmub ja langeb jää- ning lumekihina

maha. Mida lähemal poolusele, seda paksem on see kiht.

Nagu nõukogude teadlased kindlaks tegid, on Antarktise mander lõunapooluse rajoonis kaetud tohutu jääkihiga, mille paksus ulatub 4 kilomeetrini. Kui see jäämass äkki ära sulaks, tõuseks ookeanide veepind kogu Maal mitmekümne meetri võrra. See aeglustaks üsna kindlasti ka Maa pöörlemist.

Peale iga-aastaste kõikumiste esineb Maa pöörlemises sageli veel äkilisi, hüppetaolisi muudatusi. Võimalik, et see on seotud suurte lihkumiste või nihetega maakoores. Kõiki neid küsimusi hakatakse praegu alles uurima, ja läheb veel mõni aeg, enne kui pilt lõplikult selgub. Kuid pole kahtlust, et nende nähtuste tundmaõppimine toob kaasa uued olulised ning huvitavad avastused, mis aitavad paljastada Maa elu saladust.

Seni aga on üks asi täiesti selge: maakera, mida alati peeti kõigi kellade eksimatuks kohtunikuks, osutus ise kellaks, mis ei vääri täit usaldust. Mitmesuguste taevakehade põhjalikud astronoomilised vaatlused paljastasid meie aja kõrgema seadusandja väikese, kuid siiski täiesti märgatava ebatäpsuse.

Mitme sajandi eest otsisid astronoomid võimalust raskuste ületamiseks, mis tekivad ajaarvamises aasta, kuu ja ööpäeva ühismõõdutuse tõttu. Selle ülesandega on teadus enam-vähem toime tulnud.

Meie päevil põrkasid teadlased kokku teise, palju keerukama nähtusega, meie põhilise ajaühiku — ööpäeva — ebakindlusega. Ööpäev kord pikeneb, kord lüheneb, koos sellega aga pikeneb ja lüheneb ka $^1/_{86\,400}$ ööpäevast — sekund. See põhjustab suurt segadust teaduslikus uurimistöös.

Ei ole ju keegi nõus mõõtma pikkusi kummist meetriga, sellepärast et see venib, kuid aja mõõtmisel peavad teadlased ja koos nendega ka meie kasutama «kummist sekundit». See moonutab uurimuste tagajärgi. Aega tuleb mõõta muutumatu sekundiga. Pikenegu või lühenegu ööpäev, sekund aga peab võimalikult muutumatuks jääma.

See sunnib, esiteks, looduses otsima või kunstlikult looma mingi rütmilise nähtuse, mis võiks sekundi näidiseks olla, teiseks aga kindlaks määrama sekundi kui aja põhiühiku täpse pikkuse. Mõlemaid neid tähtsaid ülesandeid arutati Rahvusvahelisel Astronoomiakongressil Dublini linnas 1955. aastal. Sel kongressil leppisid astronoomid kokku, et mingit uut rütmilist nähtust Maa pöörlemise asemel rakendama ei hakata. Nad hakkavad välja arvutama vajalikke parandusi või, nagu ütlevad astronoomid, «korrektsioone», kontrollides aega tähtede järgi ja selgitades välja korrapäratusi Maa pöörlemisel. Osutub, et neid korrektsioone võib üsna kergesti avastada jälgides vahetpidamata Kuu liikumist. Kuu on kõige lähemal Maale ja liigub näiliselt kõigist taevakehadest kiiremini. Kui Maa pöörleks täiesti korrapäraselt, siis võiks ainuüksi arvutuste abil leida Kuu täpse asukoha iga päeva ja tunni kohta mitme aasta peale ette. Niisuguste arvutuste tagajärjed esitavad astronoomid harilikult tabelite kujul, mida nimetatakse efemeriididekś. Kui Maa pöörlemiskiirus muutub, siis avaldub see otsekohe Kuu näivas liikumises tähtede keskel. See liikumine hakkab efemeriidist lahku minema.

Niipea kui see juhtub, mõistavad kibedate kogemuste läbi õpetatud astronoomid otsekohe, et asi ei seisa siin Kuus, vaid Maas! Nüüd võib püstitada ülesande, mis sarnaneb ühe tundmatuga võr-

randi lahendamisele: missugune parandus tuleb teha Maa pöörlemiskiirusesse, et Kuu liikumine efemeriidiga taas kokku langeks? Seda ülesannet on astronoomid väga kiiresti lahendama õppinud, eriti kui nad kasutavad kaasaegseid kiiresti töötavaid arvutusmasinaid. Leides selle meetodi abil astronoomilise aja korrektsiooni, leiavad astronoomid ka aja, mis meil oleks, kui Maa ideaalse korrapärasusega pöörleks. Sellist aega nimetatakse efemeriidiajaks. Seda aega soovitas Dublini kongress kõigil astronoomidel edaspidi kasutada[1]. Nii lahendati esimene ülesanne.

Mis puutub teise ülesandesse, siis otsustas kongress parema puudumisel võtta sekundi etalooniks 1/31 556 925,975 osa 1900. (troopilisest) aastast.

Sel kombel hakati meie ajaühikut kindlaks määrama üldtunnustatud näidise ehk etalooni abil. Täpselt samuti määratakse kindlaks meetri pikkus ja kilogrammi raskus etaloonide abil, mida hoitakse Mõõtude Büroos Pariisis.

On huvitav, et lõppude lõpuks tuli sekund kindlaks määrata aasta abil, sest selgus, et aasta pikkust on kergem kontrollida kui ööpäeva pikkust.

Pooluste ja mandrite mõistatused

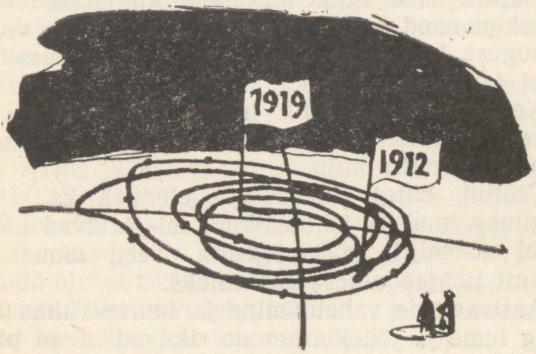
Iga observatoorium kontrollib aeg-ajalt oma geograafilist aadressi. Astronoomid määravad observatooriumi geograafilise pikkuse ja laiuse kindlaks niisuguse arvestusega, nagu ei viibiks nad ise mitte kindlal maal, vaid laeval keset ookeani.

[1] Alates 1960. aastast kasutavadki astronoomid efemeriidiaega. *Tõlk.*

Paistab, et hoonetega ei või ju midagi juhtuda. Ei saa ometi observatoorium oma alusmüürilt ära nihkuda. Ent siiski tuli välja, et kuigi Pulkovo 100 aasta vältel oma künkalt kuhugi polnud liikunud, on ikkagi ta laius- ja pikkuskraad veidi muutunud. Sedasama täheldatakse ka maakera ülejäänud observatooriumide puhul, kusjuures eri observatooriumide geograafilise aadressi muutused on ligikaudu ühesugused.

See tähendab, et mitte observatooriumid ei vaheta oma asupaika, vaid maa poolused. Ei põhja- ega ka lõunapoolus jää ühele kohale. Nad liiguvad, moodustades maailmaruumis korrapäratuid silmuseid.

Joonisel on näidatud, missuguseid silmuseid tegi põhjapoolus 1912.—1919. aastani.



Põhjapooluse nihkumine aastail 1912—1919.

Poolused liiguvad. Aga miks? Täpselt pole see veel teada, kuid üheks pooluste asukoha vahetamise võimalikuks põhjuseks on . . . ilus ilm Siberis.

Nõukogude teadlased akadeemikud V. V. Šuleikin ja A. J. Orlov osutasid tähelepanu sellele, et talvel tekib Siberis ja Mongoolia kohal kõrgrõhkkond, mis tavaliselt toob kaasa ilusa, vaikse ilma.

Õhurõhu tõus tähendab, et Siberi kohale koonduvad suured külma õhu massid. Õhurõhk suureneb peaaegu 300 kilogrammi võrra igale ruutmeetrile. Teiste sõnadega, igal Siberi ruutmeetril lasub 300 kilogrammi «üleliigset» õhku.

Territoorium, kus valitses niisugune lisarõhk, on väga suur, ja kui välja arvutada, kui palju kaalub kogu selle territooriumi kohal lasuv õhk, saadakse üsna suur arv. See õhumass võrdub kaalult kahekümne seitsmele 5000 meetri kõrgusele mäele.

Kujutlege, et Altai mägedele kuhjatakse veel kakskümmend seitse Kazbekki. On arusaadav, et niisuguse koormuse tõttu muutub veidi maakera kuju ja poolused nihkuvad oma kohtadelt.

Kevadel liigne rõhk hajub, õhk levib enamvähem ühtlaselt mööda Maad ja maakera omandab jälle endise kuju.

Teatud, kuigi väikest osa etendab ka talvel kogunev lumi ja jääliustikud, mis tekivad arktilistel saartel ja kõrgmägedes. Need muudavad samuti põhjapoolkera raskemaks.

Aastaaegade vaheldumine ja suurte külma õhu ning lume ja jää kuhjumine rikuvad talvel pisut tasakaalu põhja- ja lõunapoolkera vahel ning põhjustavad pooluste asukoha ajutise väikese ümberpaiknemise.

Peale selle on veel võimalik, et mingisuguste masside ümberpaiknemine, mis toimub maapõue sügavuses ja põhjustab ööpäeva pikkuse muutumist, avaldab mõju ka poolustele.

XX sajandi algul arutasid geoloogid ja geograafid elavalt üht julget oletust. Arvati, et eelajaloolisel ajal, kui maal veel inimesest jälgi ei olnud, moodustasid Lõuna- ja Põhja-Ameerika koos Euraasia ja Aafrikaga ühe mandri. Hiljem olevat see ürgmander tükkideks lagunenud. Mandrist eraldunud kaks tükki hakkasid järk-järgult läände siirduma ja moodustasid Ameerika. Lõhe mandripoolte vahel täitus veega ja nii tekkiski Atlandi ookean. Kui ühest küljest hoolikalt vaadelda Euroopa ja Aafrika läänekallaste piirjooni ning teisest küljest Põhja- ja Lõuna-Ameerika idakaldaid, siis võib märgata mõningat sarnasust. Ühe kalda igale nukile vastab teisel kaldal süvend, ja vastupidi.

Mõned teadlased tõendasid isegi, et mandrite liikumine pole nüüdki veel lõppenud. Ameerika liigub edasi lääne poole ja Atlandi ookeani laius suureneb.

Need teadlased muretsesid ka vastavad materjalid mitmelt ekspeditsioonilt, kes olid määranud geograafilist pikkust Gröönimaal. Materjalid avaldati trükis ja nende põhjal selgus, et ajavahemikul 1823—1870 kaugenes Gröönimaa Euroopast 420 meetri võrra. Seega «ujus» Gröönimaa igal aastal peaaegu 9 meetrit edasi! 1870.—1907. aastani olevat Gröönimaa, ühe teise ekspeditsiooni andmeil, liikunud veelgi kiiremini ja läbinud mainitud ajavahemikul koguni 1190 meetrit.

Need faktid on kahtlemata hämmastavad. Ainus asi, mis teadlasi häiris, oli andmete usaldusväärsus. Nimelt ei osatud möödunud sajandil geograafilist pikkust veel küllaldase täpsusega kindlaks määrata. Raadiot tollal ei tuntud. Pikkust määrati kaunis ebatäpselt. Teated Gröönimaa asukoha muutumise kohta võisid põhineda kõige tavalise-

matel vigadel, mida tehti pikkuskraadide määramisel.

Kuid küsimus oli niivõrd tähtis ja huvipakkuv, et ka astronoomid sellest vaidlusest geoloogide ja geograafide vahel osa võtsid. 1926. aastal organiseeriti geograafiliste pikkuste rahvusvaheline kontroll. Töötasid üksteist observatooriumi, mis olid põhipunktideks, ja abipunktidena mitukümmend vaatlusjaama.

Ilusa ilma ja täpse aja raadiosignaalide hea kuuldavuse tõttu täitsid observatooriumid oma ülesande edukalt.

Pärast seda tuli oodata veel mõni aasta, seejärel korrata pikkuste määramist ning võrrelda saadud tulemusi omavahel.

Nii ka tehti. Seitse aastat hiljem, 1933. aastal, algasid veelgi grandioossemad tööd mandrite ja saarte mitmesuguste punktide pikkuste määramiseks. Sellest tööst võtsid osa 22 esimese klassi observatooriumi ja neid abistasid 70 vaatluspunkti.

Nende vaatluste tulemusena selgus, et seitsmeaastane tähtaeg on liiga lühike. Mandrite nihkumist ei ole võimalik täheldada nii lühikese ajaga. Kui aga eeldada, et mandrid liiguvad, siis ei ületa nende nihkumiskiirus igal juhul 3 sentimeetrit aastas. Niisugust väikest ühikut on aga võimatu vaatluste puhul paratamatult tekkivaist vigadest eraldada.

Järelikult pole eelmiste ekspeditsioonide poolt hangitud andmed veel seni kinnitust leidnud. Selleks et mandrite liikumise kohta tõesti usaldusväärseid andmeid saada, tuleb vaatluste vaheaega tunduvalt pikendada. Alles siis võime ülesande lõplikult lahendada. Aastail 1957—1958, seoses rahvusvahelise geofüüsika aastaga, korrati uuesti töid geograafilise pikkuse määramise alal.

Kõik alati õigel ajal

Kõige tähtsamaiks ja kõige arvukamaiks ajateenistuse abonentideks on vabrikud ja tehased, kivisöe- ja maagikaevandused, transport, elektrijaamad ja üldse kogu rahvamajandus, kogu Nõukogude Liidu elanikkond. Õige aeg on hädavajalik kõigile ja igaühele.

Leningradi laevaehitajad ja elektrikud, Kamtšatka kalurid, Uraali ja Krivoi Rogi metallurgid, Vorkuta, Donbassi ja Kuznetski kaevurid, Ivanovo-Voznessenski tekstiilitöölised, Põhja metsatöölised, raudteelased, polaaruurijad, piirivalvurid, lendurid ja meremehed, kolhoosnikud, teenistujad ja kooliõpilased — kõik kuulavad ühtemoodi täpse aja signaale ja kõik õiendavad iga päev oma kellasid.

Täpset aega on vaja selleks, et tehaseviled ilma hilinemiseta laseksid kuulda oma võimsat häält, et õigel ajal süttiksid rohelised väljasõitu lubavad valgusfoorid raudteejaamades, et katkematu reana liiguksid vagonetid söe ja maagiga, et voolaks metall kõrg- ja martäänahjudest.

Täpselt sõiduplaani järgi peavad transpordilennukite lähetajad andma lipukesega märku väljalennuks. Õigel ajal peavad helisema kellad, mis tähistavad töö algust asutustes ja õppetöö algust koolides.

Kõike tuleb teha õigel ajal, ja kui seda vajab kodumaa, siis ka ennetähtaegselt.

Meie maa, kogu meie rohkem kui kahesaja miljoniline nõukogude rahvas on haaratud pingelisest loovast tööst. Me taastasime sõjas purustatud majanduse ja ehitame kommunistlikku ühiskonda.

Iga päeva ja iga tunniga muutub meie maa pale. Kerkivad uued tehased ja linnad. Volga

suurte tammide taga laiuvad uued mered. Elektrituledest särab endine inimtühi Arktika. Kõrbed ja stepid kattuvad metsade ja väljade rohelusega. Nõukogude rahvas tõkestab oma käega tee tuultele, mis toovad põuda, ja aheldab betoontorudesse jõgede vood, sundides neid tootma elektrienergiat.

Selles grandioosses töös on iga minut arvele võetud. Iga minut on kallis seepärast, et minutitest kogunevad tunnid, päevad ja aastad. Igaüks teab, et kaotatud minut läheb ega tule enam kunagi tagasi. Aega tuleb säästa!

See, kes on juhtunud sõitma rongis, mis ettenähtamatu takistuse tõttu teel hilines, teab, kui ebameeldiv see on. Rong hakkab peatuma väikestes jaamades ja seisukohtades. Temast sõidavad mööda teised rongid, tema aga seisab ning seisab, ja kui ka sõidab, siis lühikeste vahemaadena jaamast jaamani. Väike hilinemine muutub suureks. Raudteelased ütlevad niisugustel puhkudel: «Rong langes graafikust välja.» See tähendab, et rong hakkas kogu teel liiklust segama.

Nii reisi- kui ka kaubarongid sõidavad üksteise järel kindlate vaheaegadega. Kui üks hilineb, astub järgmine kohe talle kanna peale ja nõuab teed vabaks. Kui hilinenud rong oma mahajäämise suudab tasa teha, siis püüab dispetšer, kes valvab raudteeliikluse järele, teda abistada. Kui see aga ei õnnestu, siis jätab dispetšer selle rongi kusagile peatuskohta seisma ja hakkab teisi ronge mööda laskma.

Teisiti ei saagi olla. Vastasel korral hakkaksid hilinema ka tagant tulevad rongid. Siis ei hiline enam üks rong, vaid juba kõik. Kõik vedurid kulutavad siis liigselt kütust ja ükski kaup ega ükski reisija ei saabu kohale õigel ajal. Hiline-

mine võib ulatuda järgmisse ööpäeva ja naaberraudtee piiridesse. See avaldab aga mõju ettevõtete tööle. Viie- või kümneminutilised peatused toovad endaga kaasa miljonilisi kahjumeid. See on lubamatu. Seepärast lülitabki dispetšer süüdlase graafikust välja. Kannatagu üks, aga mitte kogu liiklus.

Hilineda ei tohi. Hilinemine on kuritegu. Täpselt niisama rangelt jälgitakse graafikut igas tehases, igas tsehhis. Keegi ei söanda hilineda ega teisi kinni pidada. Kõike tuleb teha õigel ajal, tähtajaks, minuti pealt, vahel isegi sekundi pealt. See on iga töö põhitingimus, kuid seda on võimatu täita ilma täpse aja signaalideta. Need signaalid aitavad hoida kogu meie maal kõigi ja igaühe ladusat ning hoogsat töörütmi.

Paljude huvitavate populaarteaduslike raamatute autor akadeemik Aleksander Jevgenjevitš Fersman kirjutas kord: «Me oleme juba täiesti ära harjunud aja mõistega, selle paratamatu vooluga. Me teame, et tulevik läheb läbi oleviku piiri ja kaob tagasipöördumatult minevikku, et aeg ei sõltu mitte millestki, et teda ei saa keegi reguleerida ega kinni pidada, et me ei saa millegagi lähendada tulevikku ega tagasi tuua minevikku . . .»

Jah, me teame, et aega ei saa reguleerida ega kinni pidada, meie võimuses pole kiirendada ega aeglustada aja voolu, seisma panna olevikku, tagasi tuua minevikku . . . kuid me pole jõudereisijad ajavankris, vaid võime aega erinevalt kasutada.

Aastad võivad meist mööda veereda nagu tühjad vagunid — mõttetult ja kasutult. Kuid nad võivad mööduda ka suurte sündmuste koormaga, täis pingutavat, loovat ja hoogsat tööd, õpinguid,

võitlusi ja võite. Meil pole võimalik aega taga sundida, kuid me oleme küllalt tugevad, et sündmusi kiirendada. Loova töö aastad omakorda aga lähendavad tulevikku.

Meie sotsialistliku kodumaa ajalugu annab selleks hiilgavaid näiteid.

TOIMETUSELT

Käesoleva raamatu valmimisest on möödunud juba üle 7 aasta. Need aastad on olnud teaduse ja tehnika erakordselt kiire arengu aastateks. Nõukogude inimeste loova töö viljana kerkivad kõikjal meie maal võimsad tehased, gigantsed elektrijaamad, saadetakse kosmosesse kunstlikke taevakehi. Kiirelt arenev tänapäev on jätnud jäljed ka meie teadmiste sellesse ossa, mis tegeleb aja mõõtmise ja säilitamisega.

Aja mõõtmisel võime aluseks võtta mis tahes püsiva ja korduva nähtuse, mille kordumist on täpselt võimalik kindlaks määrata. Et meie igapäevase elu toimingud on lahutamatult seotud öö ja päeva vaheldumisega, on loomulik aja mõõtmisel võtta aluseks Päikese ööpäevane liikumine, mis on Maa pöörlemise peegelduseks.

Praktiliselt määratakse täpset aega astronoomilistest vaatlustest. Viimastel aastatel on kasutusele võetud rida uusi instrumente, mis aitavad aja mõõtmise täpsust tunduvalt tõsta. Nimetagem siin näiteks fotograafilisi seniitteleskoope ja Danjoni prisma-astrolaabe. Esimesi neist kasutatakse tähtede meridiaanist läbiminekumomentide registreerimiseks, teistega määratakse aga tähtede läbiminekumomendid kindlast almukantaraadist (horisondiga paralleelne väikering taevasfääril).

Astronoomilisi vaatlusi ei saa teostada igal ajal. Et meie käsutuses oleks täpne aeg ka vaatluste vaheajal ja et meil oleks võimalus mõõta lühikesi ajaintervalle, peame mingil viisil säilitama täpset aega. Käesoleva sajandi kahekümnendate aastateni kasutati selleks otstarbeks erilisi sügavatesse keldritesse paigutatud pendelkelli. Hiljem tõrjuti pendelkellad

välja kvartskellade poolt. Viimaste täpsus küünib kuni 0,001 sekundini ööpäevas.

1955. a. ehitati esimene täiesti uut liiki kell, nn. aatomkell. Selle kella aluseks on aatomites ja molekulides toimuvad looduslikud võnkumised. Teatavasti iga molekul või aatom on kindlas energeetilises olekus, kusjuures ta võib üle minna ühest energeetilisest olekust teise, näiteks kõrgemast madalamasse. Sellise üleminekuga kaasneb energia vabanemine elektromagnetilise kiirguse näol. Kiirgusele vastaval sagedusel, s. t. võngete arvul sekundis on väga suur stabiilsus. Aatomkellad kujutavad endast raadiotehnilisi seadmeid, mis väljastavad kindla sagedusega elektromagnetilist kiirgust, viimast võib aga kasutada spetsiaalse ajaregistreerimisseadme käivitamiseks. Kaasajal on kahte liiki aatomkelli. Esimeste puhul kasutatakse ammoniaagi molekulide poolt väljastatavat kiirgust, neid oleks õigem nimetada molekulaarkelladeks. Teised põhinevad tseesiumi aatomi kiirgamisele (kiirguse lainepikkus on 3,26 cm). Tseesiumkella nimetatakse sageduse aatomietalooniks.

Vaatamata aatomkellade suurele täpsusele ei ole nad kvartskelli ajateenistusest välja tõrjunud. Vastupidi, aatomkellade ehitamine on tinginud kvartskellade veelgi laiema leviku. Nimelt ei sobi kaasaja aatomkellad aja pikemaaegseks säilitamiseks, sest pole võimalik kindlustada nende kestvat tööd. Küll aga sobivad need kellad kvartskellade kontrollimiseks. Aja jooksul kvartskellades kasutatav kvartskristall «vananeb» ja tulemusena kristalli võnkumise sagedus aeglaselt muutub, s. t. kvartskell hakkab süstemaatiliselt «valetama». Kvartsresonaatoris toimunud sageduse muutusi on aga võimalik avastada aatomkellade abil. Selleks võrreldakse kvartsresonaatori võnkesagedust näiteks sageduse aatomietalooniga. Kui nendes sagedustes on lahkuminek, siis erilises seadmes, nn. diskriminaatoris tekib signaal, mille intensiivsus on võrdeline sageduste erinevusega. Signaal lülitab kohe tööle teise seadme, mis korrigeerib kvartresonaatori sagedust. Kontrollides pidevalt kvartskelli aatomkelladega saavutatakse kvartskellade täpsem käik.

Kaasaja kvarts- ja aatomkellad on niivõrd suure täpsusega, et nende abil saab kontrollida seda looduslikku kella, mida varem kasutati aja mõõtmiseks — Maa pöörlemist. Juba möödunud sajandil avastati, et

Maa ei pöörle täiesti ühtlaselt. Seepärast ka need ajaühikud, mis on määratud Maa pöörlemisega ümber oma telje, aja jooksul muutuvad. Kuigi igapäevases elus pole need muutused märgatavad, ei saa sellist muutuvat ajaühikut kasutada aja mõõtmiseks suurt täpsust nõudvate teaduslike tööde juures. 1955. a. Dublinis toimunud ülemaailmsel astronoomide kongressil otsustati täpse aja mõõtmise aluseks jätta endiselt Maa pöörlemine, kuid leida sellele ajale parandid, mis arvestavad Maa pöörlemise ebaühtlust. Viimased saadakse Kuu pikaajalistest vaatlustest. Niisugust parandatud aega nimetatakse efemeriidiajaks.

Maa pöörlemises esinevad korrapäratused on kolme liiki: Maa pöörlemiskiiruse pidev vähenemine, sesoonsed muutused ja korrapäratud pöörlemiskiiruse muutused.

Maa pöörlemiskiiruse pidev vähenemine ehk ööpäeva pikenemine ligikaudu 0,001 sekundi võrra saja aasta jooksul on osaliselt tingitud Kuu mõjust Maale. Kuu tekitab ookeanides nn. loodeid, s. t. ookeanide rannikul veetase perioodiliselt tõuseb ja langeb. Tõusulaine liigub vastassuunas Maa pöörlemisele ja tõusulaine ning ookeanipõhja vahel tekkiv hõõrdumine tingibki Maa pöörlemise aeglustumise. Kuu poolt esile kutsutud tõusud ja mõõnad ei seleta aga täielikult Maa pöörlemise pidevat aeglustumist. See küsimus pole veel lõplikult lahendatud. Vahepeal arvati, et jäämassiivid Antarktikas pidevalt suurenevad ja see kasvav raskus Maa lõunapooluse lähedal tingibki Maa pöörlemise aeglustumise. Rahvusvahelise geofüüsika aasta jooksul teostatud mõõtmised aga näitasid, et Antarktikas toimub pigem üldine jäämasside kahanemine kui kasvamine. Seega Antarktikast selle mõistatuse lahendust otsida ei saa.

Lisaks mainitud nähtusele toimuvad Maa pöörlemiskiiruses veel sesoonsed muutused: sügisel Maa pöörlemine kiireneb, kevadel aeglustub. Nii näiteks selgus, et juulist kuni novembrini 1955. a. ööpäeva pikkus vähenes umbes 0,00002 sekundi võrra kuus, aga 1955. a. detsembrist kuni 1957. a. maini ööpäev pikenes keskmiselt 0,00004 sekundi võrra kuus. Mõnel määral on need muutused tingitud arvatavasti loodetest, mida põhjustab Päikese külgetõmbejõud.

Nõukogude teadlase Pariiski seisukoha järgi tekitab Maa pöörlemiskiiruse sesoonseid muutusi tohutute

vee- ja õhumasside ümberpaigutumine ühest kohast teise.

Veelgi salapärasemad on täiesti korrapäratud muutused Maa pöörlemiskiiruses. Kuni viimase ajani arvati, et neid muutusi põhjustavad protsessid Maa sisemuses. Väga huvitaval seisukohal on aga prantsuse astronoom Danjon. Ta avastas, et 1959. a. juulis toimus täiesti kiire ja ootamatu Maa pöörlemise muutus: alguses ööpäev pikenes 0,000075 sekundi võrra, hiljem aga uuesti kahanes 0,000037 sekundi võrra. Danjon loeb nende muutuste põhjuseks 20. juulil 1959. a. toimunud purset Päikesel. Analoogiline muutus Maa pöörlemiskiiruses esines pärast 23. veebruaril 1956. a. toimunud purset. Pursete ajal paisatakse Päikese väliskihtidest välja tohutult palju laetud osakesi — elektrone ja ioone. Danjoni arvates toimuvad kiired ja korrapäratud Maa pöörlemiskiiruse muutused laetud osakeste voolu poolt tekitatud magnetivälja ja Maa magnetivälja koosmõjul. Vaatlusmaterjali vähesus ei luba aga lõplikult öelda, kas Danjoni hüpotees vastab tõele või mitte. Mõningane alus selleks siiski on olemas. Näiteks on kindlaks tehtud, et Päikesel toimuvad protsessid mõjutavad Maa tehiskaaslaste kiirust, seepärast on üsna loomulik, et neil võib olla ka mingisugune mõju Maa liikumisele.

Kõikide selliste korrapäratuste avastamine toimub astronoomilistest vaatlustest määratud aja võrdlemisel aatom- ja kvartskelladega. Korrapäratuste määramise täpsus sõltub eelkõige sellest, kui täpselt me oskame määrata aega astronoomilistest vaatlustest. Kõrvuti Maa pöörlemise uurimisega on võimalik kaasaja täpsete kelladega katseliselt kontrollida ka mõningaid relatiivsusteooria tulemusi, uurida aatomites ja molekulides toimuvaid protsesse.

Kaasaja eksperimentaalfüüsikas, eriti tuumafüüsikas, on sageli vaja mõõta sekundi murdosi. Ükski mehaaniline kell (stopper, kronomeeter, kell) ei sobi sellisteks mõõtmisteks. Nende abil saab mõõta ajaintervalle kuni 0,001 sekundit. Lühemate ajavahemike mõõtmiseks kasutatakse näiteks ostsillograafe, elektronoptilisi muundajaid jne., millega saab mõõta ajavahemikke kuni 0,000 000 000 1 sekundit.

Vastupidi, väga pikkade ajavahemike mõõtmisel, nagu näiteks mitmesuguste mineraalide vanuse määramisel, kasutatakse täiesti erilist aja mõõtmise viisi,

nn. süsinikukella. Nimelt mineraalides, mis sisaldavad süsiniku mitmesuguseid isotoope, toimub nende isotoopide radioaktiivne lagunemine. Isotoobi sisalduvus antud momendil jagatud tema sisalduvusega momendil, kui radioaktiivne lagunemine algas, ongi aja mõõduks, mis on möödunud lagunemise algusmomendist. Kaasajal pole veel võimalust lugeda üksikuid lagunenud aatomeid, vaid nende arvu saab ainult teatud täpsusega hinnata, mis omakorda vähendab aja mõõtmise täpsust.

Astronoomias kasutatakse sageli peaaegu analoogilist meetodit tähtede vanuse määramisel. Tähed kujutavad endast väga kaugeid kõrge temperatuuriga gaasilisi kehi. Nende sisemuses, kus temperatuur ulatub miljonitesse kraadidesse, toimuvad tormilised tuumareaktsioonid — vesiniku muutumine heeliumiks. Eriliste mõõtmistega määratakse kindlaks vesiniku ja heeliumi koguste suhe tähes, mis annabki teatud ettekujutuse tähe vanusest.

Kirjeldatud aja mõõtmise meetodid pole kaugeltki täiuslikud. On kindel, et teaduse ja tehnika edasise arenguga täiustuvad ka aja mõõtmise vahendid, need meie truud abilised, ja juba üsna varsti kasutame kelli, mille kohta võib öelda — need ei eksigi.

SISUKORD

Esimene peatükk. Päevade lugeja 5
Teine peatükk. Esimene aja mõõt 17
Kolmas peatükk. Aja mõõtude kooskõlastamatus . 52
Neljas peatükk. Kunstlikud «aja mõõdud» . . . 109
Viies peatükk. Vööndiaja kehtestamine . . . 122
Kuues peatükk. Tänapäeva kella esivanemad . 155
Seitsmes peatükk. «Kell — sekundite talletaja» . 192
Kaheksas peatükk. Nõukogude teaduse võit . 215
Üheksas peatükk. Täpse aja kasutajad . . . 235
Toimetuselt 267

Ивановский Михаил Петрович

ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

На эстонском языке

Обложка Э. Тали

Иллюстрации Э. Палмисте

Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

*

Toimetaja B. Betlem

Tehniline toimetaja E. Lumet

Korrektor A. Sisas

Ladumisele antud 10. II 1961. Trükkimisele antud 17. V 1961. Paber 70×90, 1/32. Trükipoognaid 8,5. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 9,95. Arvutuspoognaid 11,41. Trükiarv 6000. Tellimise nr. 1454. Hans Heidemanni nimeline trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19. I.

Hind 44 kop.

2—5

44 kop.

A-23839

TARTU ÜLIKOOLI RAAMATUKOGU
1 0300 00083379 0