L. BOBROV

# SENSATSIOONIDE JÄLGEDEL

Tagastage raamat õigeaegselt!
Возвратите книгу вовремя!

128008

NA A-30084

L. BOBROV

# SENSATSIOONIDE JÄLGEDEL

KIRJASTUS „VALGUS" · TALLINN 1969

5
B 64

Originaali tiitel:
Л. Бобров
ПО СЛЕДАМ СЕНСАЦИЙ
Издательство ЦК ВЛКСМ
«Молодая гвардия» 1966

Vene keelest tõlkinud V. Heinaste
Kaane kujundanud U. Liivamägi
Illustreerinud A. Kolli ja I. Tšurakov

N
Tartu Riikliku Ülikooll
Raamatukogu
128008

2—1
23—TL—6—69

# ÄRGE LUGEGE SEDA RAAMATUT, KUI TEID EI HUVITA:

— kas on võimalik nooreneda, kui juua lumevett;
— missugused tagajärjed on magnetkäevõrude ja -vööde kandmisel;
— kuidas määrata inimese iseloomu tema käekirja järgi;
— kas saabub maailma lõpp;
— kas kuulus Deani masin lendab kosmosesse;
— millal on kõikvõimas küberneetika võimetu?

Kui aga teie — kahtlemata teadmishimuline inimene — otsustate selle raamatu ikkagi osta, siis pidage meeles, et selle lugemist võib alustada mistahes alljärgnevalt leheküljelt:
— viiendalt, kui teid mingil põhjusel veel ei huvita gerontoloogia ja geriaatria;
— saja kaheksandalt, kui te hingelt olete leiutaja ja tahate ehitada masinat, mis ei alluks klassikalise füüsika seadustele;
— viiekümne neljandalt, kui teile vähegi lähevad korda psühhomagnetism ja telepaatia;
— saja kaheksakümne kaheksandalt, kui te armastate matemaatikat ja loogikat;
— saja neljakümne kuuendalt, kui te kahtlete grafomeetria tulevikus;
— kahesaja neljakümnendalt, kui te pole veel tuttav futuruloogiaga.

Pidage ainult silmas järgmist: siin pole sõnagi juttu selgeltnägemisest, nahaga nägemisest, lumeinimesest, hüpnopeediast, tarkadest loomadest, lendavatest taldrikutest jms. Kas ainult need teemad ammendavad kõik huvitava teaduses? Kuus peatükki sellest raamatust ei kujuta endast mitte ainult kirevat kimpu erinevatest teaduslikest sensatsioonidest, vaid igaüks neist aitab lugejat lahti mõtestada ajalehtede ja ajakirjade pealiskaudsete sõnumite taga peituvate teaduslike probleemide varjatud külgi. Ja ärgu lugeja kurtku, kui autor, haaranud kinni mingist mõttelõngast ja hakanud harutama mingit sensatsioonisõlme, äkki teemast kõrvale kaldub.

Sensatsioonid ongi head selle poolest, et nad viivad kaasakiskuvatele uurimistele, mitmesugustele otsingutele, ootamatutele vastandamistele. Ja kas ei ahvatle noort lugejat, kes puutub kokku erinevate teaduslike arvamustega, võimalus astuda iseseisvalt üht paljudest uurimisradadest, kus teda tingimata ootavad suurepärased leiud?

Veel üks, viimane ja tõsine hoiatus: see raamat, millel pole kindlat algust, pole kirjutatud ka lõpuni. Oleks võinud lisada ühe peatüki teise järel, haarata ikka uusi ja uusi teemasid, kuid nagu ütles unustamatu Kozma Prutkov, on võimatu haarata ääretut. Pealegi tuleb iga peatüki lõpp teadusel ja tehnikal, õpetlastel ja inseneridel, võib-olla ka teil, kallis lugeja — ning miks ka mitte? — alles kirjutada. Autoril on aga hea meel lugeda uut raamatut, kus tänaste kahtluste küsimärgid sirgenevad homsete tõekspidamiste hüüumärkideks.

«Jooge lumevett! See ravib haigusi, taastab närbunud organismi jõu! Kujutlege vaid, keegi täidlane naisterahvas (üheksakümmend kilogrammi!) võttis tühipalja kolme kuuga kaalust maha terve puuda! Pange tähele — toiduratsioon jäi seejuures endiseks. Näete siis, mida tähendab lumevesi! Peale selle hoiab lumevesi ära südame ja veresoonkonna haigusi...»

«Noh, mis nüüd haiguste ravimisse puutub, siis selles suhtes võib veel lumevee toime üle vaielda. Vanaduse ravimisest rääkida pole aga mõtet: see pole haigus, vaid organismi loomulik seisund. Ja keemia aitab siin ainult sedavõrd, kuivõrd ta võimaldab meil lahti saada tavalistest haigustest...»

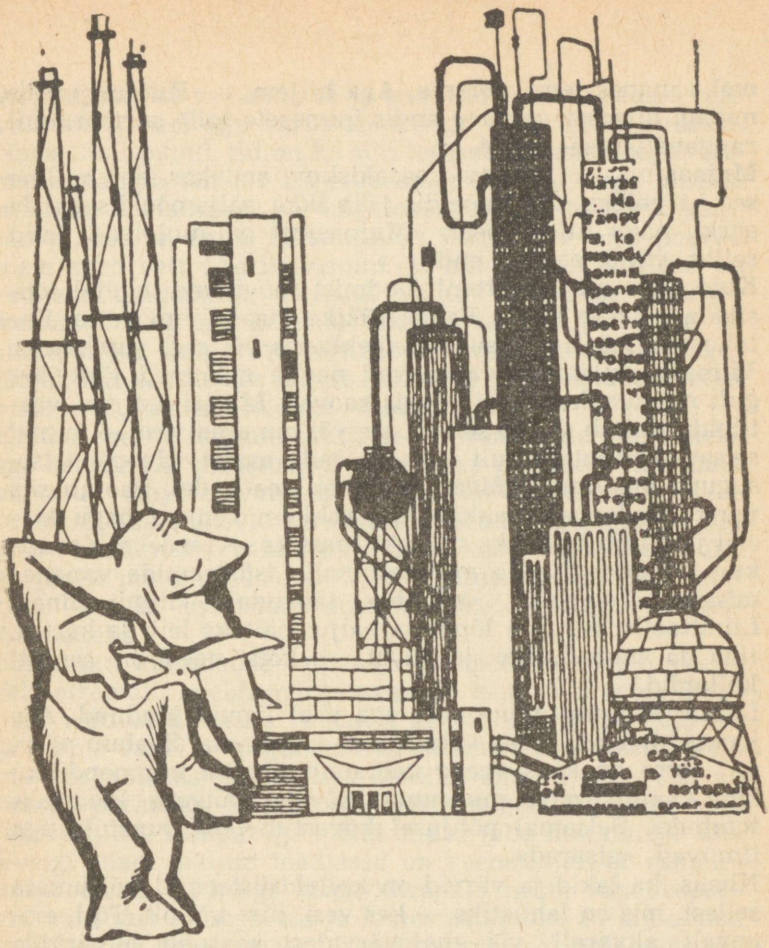
«Kuidas nii? Aga imettegev preparaat NKA? See on ju tõeline nooruseeliksiir! Seitsmekümne kuue aastane arst, kes ravis end NKA-ga, noorenes kahekümne viie aasta võrra. Ja muide, kas ainult NKA? Aga muumio? Selle tervendava palsami saladus on tänapäevani lahendamata!»

«Kõik see on tühi lori. Noorenemismooduseid on viimase saja aasta jooksul leiutatud küllaldaselt. Ometi osutusid need ideed vaid tühjadeks sõnakõlksudeks.»

Teadlased vaidlevad. Ajakirjanikud puhuvad lõkkele sensatsioone. Lugejad aga eksperimenteerivad samal ajal iseenese kallal.

Kas tõesti täitub alkeemikute unistus salapärasest imeeliksiirist?

## NOORUSEELIKSIIR?



«Tuppa astudes nägid nad seinal oma peremehe võrratut portreed, millelt ta vaatas neile vastu kogu oma imepärases nooruses ja ilus. Põrandal aga lamas surnud mees frakis. Tolle nägu oli kortsus, närbunud, eemaletõukav, ja ainult sõrmede järgi tundsid teenijad ära, kes see on...».

See oli Dorian Gray. Inimene, kellele aja hävitav toime aastakümnete jooksul jälgi ei jätnud, kes säilitas keha noorusliku värskuse ja vaimse reipuse. Dorian Gray ase-

mel vananes tema portree. Aga hiljem... Hiljem juhtus midagi hirmsat: portree andis inimesele tolle surmatunnil raugavälimuse tagasi.
Muinasjutt... Haarav, kaasakiskuv, andekas, ent milline see ka poleks, väljamõeldis jääb ikka väljamõeldiseks. Ja siiski, nagu ütles poeet: «Muinasjutt on luulelend, kuid selles vihje peidab end...»
Kuid enne vihje mõtteni jõudmist soovitame lugejal sooritada väikese katse. Pange tükike maalriliimi vette. See lahustub teisiti kui suhkur teeklaasis või sool supikausis. Viimaste sulamisel vähenevad nende mõõtmed järk-järgult niikaua, kuni nad hoopis kaovad. Maalriliim aga, vastupidi, tursub. Jätke seisma tee või mineraalvesi — ja nad seisavad muutumatult kas või sada aastat. Hoopis teistsugune on lugu liimiga. Algul on see vedel, kaotab siis varsti voolavuse, hakkab üha rohkem venima nagu kissell ja muutub lõpuks sültjaks massiks — tardeks. Keemikud nimetavad seda protsessi kolloidsüsteemide vananemiseks. (Muuseas, «kolloid» tähendab «liimitaoline». Liimitaolisi kehi on lõpmata palju: näiteks leib ja kartul, liha ja munad, või ja juust — kõik need on samuti kolloidid.)
Liimitüki muutumine pole aga veel lõpule jõudnud. Aja jooksul hakkab tarde veesisaldus vähenema. Saabub päev, mil tarre on koos veega kaotanud üheksa kümnendikku oma kaalust ning muutunud kõvaks kuivaks klaasjaks tombuks. Selsamal põhjusel kõvastub leib, juustule aga ilmuvad «pisarad».
Niisiis, ka lakid ja värvid on kolloidsüsteemid, sõltumata sellest, mis on lahustiks — kas vesi, liim või õli. Tõsi, erinevalt akvarell- või guaššvärvidest kaasneb õlivärvide kuivamisega ka puhtkeemiline protsess — oksüdeerumine. Sellest hoolimata on siin tegemist vananemisega füüsikalis-keemilises mõttes. Just see ongi põhjuseks, miks vanadele maalidele ilmuvad praod. Järelikult võib liialdamata väita, et portreed võivad tõepoolest vananeda. Kuidas on aga lugu originaalidega?
Peale surnud tarrete on veel teisigi: taimsed ja loomsed koed on samuti tarded. Meredes eksisteerivad elavad tarded — meduusid. Tardetaolisi süsteeme sisaldab nii primitiivne ainurakne kui ka looduse insenerikunsti meistriteos — mõtlev aju.
Me joome ööpäevas ligikaudu kolm liitrit vett. Sooleseinte

valgud imevad vee endasse ja annavad selle siis edasi vere valkudele, veri aga varustab sellega kõiki keha kudesid. Nagu liimi puhul, nii on ka siin tegemist tursumisega. Viimane mängib tähtsat osa eluprotsessides (tuletage meelde mesilase nõelamisest või nõgesekõrvetusest tekkivat paistetust, see on ehtne tursumine). Vananedes aga peavad meie koed vett üha halvemini ja halvemini. Kortsud on esimene tundemärk, et nahk kaotab elastsuse, hakkab kuivama. Kui aga kortsud tekivad tardetaolistes valgusüsteemides kulgevate mittepööratavate muutuste tagajärjel, kas ei tule siis igavese nooruse ja ilu saaduse võtit otsida füüsikalise keemia valdkonnas?

Kuidas see ka polnud, tahtis seda Oscar Wilde või mitte, aga keemikule viirastub «Dorian Gray portrees» tingimata varjatud vihje elavate ja surnud kolloidide vananemise füüsikalis-keemilisele sarnasusele. Muuseas, lugejale, kes pole harjunud «vaimutoitu neelama», vaid loetu üle ka järele mõtlema, leidub Wilde'i jutustuses piisavalt motiive uuteks assotsiatsioonideks, analoogiateks ja mõtisklusteks.

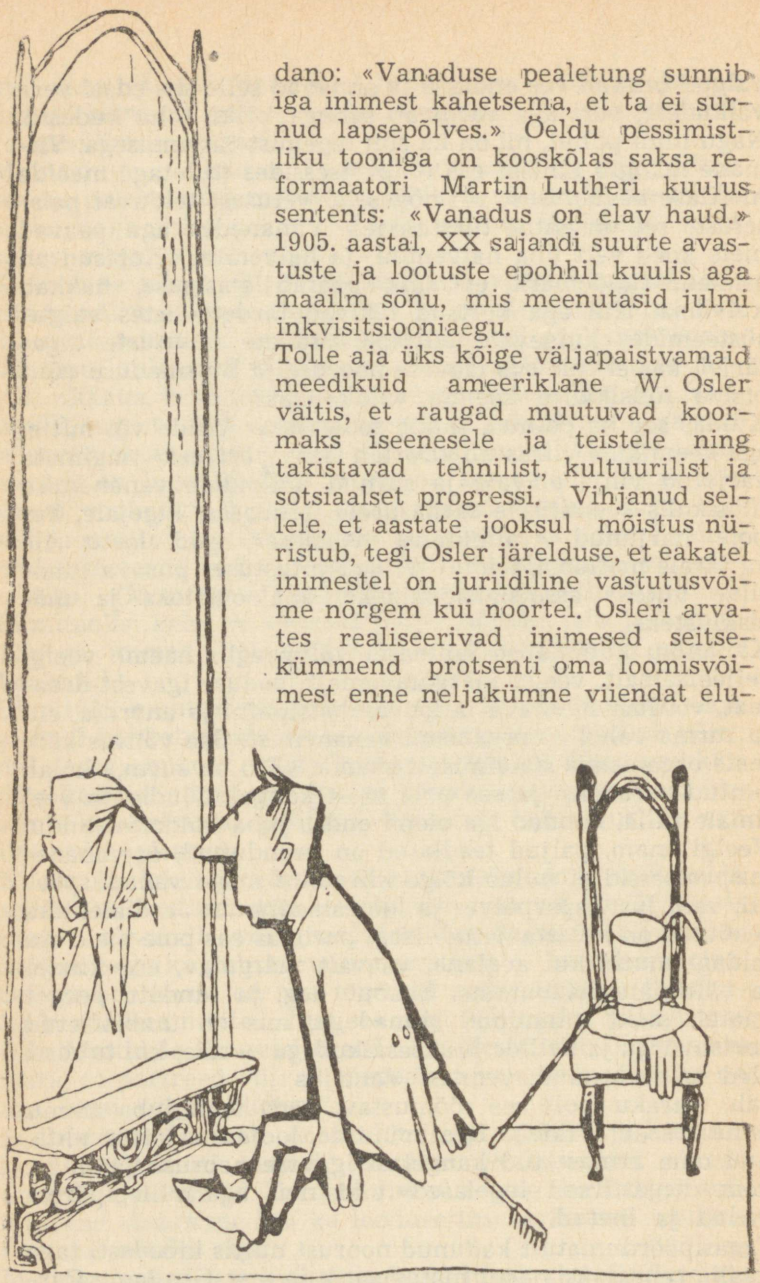
Kirjaniku kummalise fantaasia võlupeeglis näeme veelgi reljeefsemalt, veelgi märgatavamalt looduse igavest draamat, võitlust hävitava ja loova, distsipliini ja anarhia, elu ja surma vahel — organismi vananemist. See võitlus käib meie organismis sündimisest saadik. «Elu on surm,» kõlab tuntud paradoks, ja see pole tõest kaugel. Jõudmata veel ilmale tulla, kannab iga olend endas juba hukkumise idu. Veelgi enam, paljud teadlased on veendunud, et vananemisprotsessid ei kulge kõige kiiremini mitte vanaduspäevil, vaid just lapsepõlves ja lootestaadiumis. Ja dialektika seadused on halastamatud: isegi parimas eas pole meie elu midagi muud kui aeglane, vaevalt märgatav, ent kindel ja vältimatu hääbumine. Saabub aeg, ja tundetu peegel vaatab meid tuhmunud silmadega, mis on ümbritsetud kortsuvõrgu ja hallide juuksesalkudega — näe, kui tublisti oled sa muutunud, vennas! Vanadus...

Jah, paraku pole see rõõmustav; seda teati juba ammu enne Oscar Wilde'i. Ega müütide loojad asjatult ehtinud oma armastatud kangelasi igavese nooruse ja iluga, kõik «negatiivsed tegelased» olid neil aga millegipärast vanad ja inetud.

Tagasipöördumatult kadunud noorust nuttis kibedasti taga itaalia renessansiajastu matemaatik ja arst Girolamo Car-

dano: «Vanaduse pealetung sunnib iga inimest kahetsema, et ta ei surnud lapsepõlves.» Öeldu pessimistliku tooniga on kooskõlas saksa reformaatori Martin Lutheri kuulus sentents: «Vanadus on elav haud.» 1905. aastal, XX sajandi suurte avastuste ja lootuste epohhil kuulis aga maailm sõnu, mis meenutasid julmi inkvisitsiooniaegu.

Tolle aja üks kõige väljapaistvamaid meedikuid ameeriklane W. Osler väitis, et raugad muutuvad koormaks iseenesele ja teistele ning takistavad tehnilist, kultuurilist ja sotsiaalset progressi. Vihjanud sellele, et aastate jooksul mõistus nüristub, tegi Osler järelduse, et eakatel inimestel on juriidiline vastutusvõime nõrgem kui noortel. Osleri arvates realiseerivad inimesed seitsekümmend protsenti oma loomisvõimest enne neljakümne viiendat elu-



aastat ja veel kakskümmend protsenti vanuses kuni viiekümnenda eluaastani. Näited? Siin nad on. Albert Einstein, Niels Bohr, Paul Dirac tegid oma kõige väljapaistvamad avastused kahekümne kuue — kahekümne seitsme aasta vanuselt. Kahekümne kaheksa aastaselt avaldas Carl von Linné oma «Looduse süsteemi».

James Watt ei olnud veel kolmekümneaastanegi, kui ta leiutas aurumasina. Charles Darwin jõudis liikide tekkimise evolutsiooniteooriani kolmekümneaastaselt (tõsi küll, lõplikul kujul avaldas ta oma töö alles kaks aastakümmet hiljem). Nikolai Lobatševski esines ettekandega oma mitte-eukleidilise geomeetria kohta kolmekümne nelja aastaselt. Dmitri Mendelejev sai sel ajal, kui ta teatas perioodilisuse seaduse avastamisest, kolmekümne viie aastaseks. Isaac Newton rajas uue füüsika alused ammu enne neljakümneaastaseks saamist. Isegi geeniustest tegi keegi harva pärast neljakümnendat-viiekümnendat eluaastat midagi sellist, mida võinuks võrrelda tema elu peamiste saavutustega.

Ja nii tuligi Osler lagedale eutanaasiaideega — ideega vanainimeste «humaansest» suretamisest. Selle ettepaneku järgi tuleks kõik, kes on jõudnud kuuekümnenda eluaastani, — mida kõike küll välja ei mõelda! — kloroformiga igaveseks magama panna...

Isegi A. Weismann, kes teoreetiliselt põhjendas surma paratamatust ja kasulikkust, ei «jõudnud» niivõrd tähtsate sotsiaalsete järeldusteni.

Weismann arvas, et elusolendi surematus on võimalik. Loomulik valik aga eelistas surelikke, sest vanainimesed on noortele tüliks. «Sellest järeldub ühelt poolt paljunemisvajadus, teiselt poolt aga surma kasulikkus,» kirjutas ta uurimuses «Pärilikkusest ja selle kõrvalprobleemidest bioloogias». «Isendid, isegi kui nad on vaid osaliselt oma elujõu kaotanud, pole mitte ainult kasutud, vaid liigile koguni kahjulikud, sest nad võtavad ära koha, mis oleks võinud kuuluda eluvõimelisematele. Loomulik valik peab seepärast nähtavasti lühendama meie hüpoteetilise surematu isendi eluiga just aja võrra, millal isend on liigile juba kasutu. Teiste sõnadega, valik peab isendi eluiga lühendama niisuguse piirini, mis tagab parimad tingimused maksimaalse hulga eluvõimeliste isendite samaaegseks eksisteerimiseks.»

Kuid Weismann tegi kohe mööndused: «Kuigi neist kaalut-

lustest lähtudes kujutab surm endast soodsat nähtust, ei tähenda see veel, et surma tuleks seletada ainult niisugusel «teleoloogilisel» viisil.
Analoogiliselt võime eeldada, et surm tuleneb põhjustest, mis peituvad elu enese olemuses. Jää ujub veepinnal ja see võib meile teatud põhjusel olla kasulik. Kuid jää ei püsi veepinnal mitte seetõttu, et see on meile kasulik, vaid sellepärast, et teda sunnib ujuma tema molekulaarne struktuur. Just niiviisi seletati seni ka surma, — mitte kui kasulikku nähtust, vaid kui midagi elusloodusele algusest peale iseloomulikku.
Ma ei usu aga, et need seletused paika peavad; arvan, et surm pole primaarne paratamatus, vaid sekundaarne kohastumisnähtus. Olen veendunud, et elul pole teatud kindel pikkus mitte sellepärast, et igavene eksisteerimine oleks vastuolus elu enese olemusega, vaid sellepärast, et isendite igavene eksisteerimine oleks mitte millegagi põhjendatud luksus. Ülaltoodud hüpotees surma päritolust ja paratamatusest on viinud mu veendumusele, et organismid ei kaotanud oma võimet taastada «kulunud» rakke mitte sellepärast, et rakkudele pole iseloomulik piiramatu paljunemisvõime, vaid seetõttu, et piiramatu paljunemisvõime kadus siis, kui kadus vajadus selle järele. Arvan, et ehkki niisugune seisukoht pole tõestatud, sarnaneb see igatahes tõesega.»
Huvitav, et täpselt aasta enne Osleri saatanliku soovituse skandaalset avaldamist ilmus Balkani ajakirjanduses vaid väheste poolt märgatud artikkel «Vanadus», mille autoriks oli horvaadi kirjamees A. Matoš.
Kuigi füsioloogid kahtlevad elatanud inimeste loomingulistes võimetes, on siiski palju näiteid, kus eakad inimesed ei jäänud intellektuaalse loomingu alal maha noortest, kirjutas Matoš. Kõige väljapaistvam kreeka dramaturg Sophokles lõi kõrges eas tragöödia «Oidipus Koloonoses». Eluõhtul kirjutas oma parimad tragöödiad kuulus rooma poeet ja filosoof Seneca. Auväärses 94-aastases vanuses lõpetas Seneca «Kiidulaulu Athenale». Tema kriitik Gorgias elas 107-aastaseks, jätkates teaduslikku tööd kuni oma surmapäevani. Kui Gorgiaselt küsiti, kas armetu olesklemine niivõrd auväärses eas pole teda ära tüüdanud, vastas ta: «Mul pole ühtki põhjust vanaduse üle kurta!» Kreeka suurim filosoof Platon suri 80-aastaselt, jätkates oma mõtete kirjapanemist veel surivoodilgi. Voltaire säi-

litas kõrge eani oma peene huumorimeele ja salvava sarkasmi. 84-ndal eluaastal sõitis ta Pariisi oma näidendi «Irène» etendusele. Erutatuna vaimustatud vastuvõtust kaasmaalaste poolt, surigi pagendatu Pariisis oma austajate kätel. Saksa poeet Goethe oli üle 70 aasta vana, kui ta kirjutas «Wilhelm Meisteri rännuaastad». Surma eelõhtul lõpetas ta oma loomingu pärli — «Fausti» teise osa ega jõudnudki selle ilmumist ära oodata. Tuletagem meelde Lev Tolstoid. Noorusliku entusiasmiga jätkas ta loomingulist tööd ja võitlust kuni raugaeani, ajades oma uute filosoofiliste ideedega ärevile kogu maailma. Michelangelo ja Tizian töötasid kadestamisväärse energiaga veel 90-aastaselt, luues seejuures niisama suurepäraseid meistriteoseid kui nooruses või küpses eas. Kirjutades kaheksakümneaastase vanakesena ooperi «Falstaff», suutis helilooja Verdi järsult muuta oma ilmavaadet, öelda lahti paljudest senistest tõekspidamistest. Noorusliku reipuse ja vaadete värskuse säilitasid Galilei ja Newton, kes oma eluõhtulgi jätkasid uute teaduslike ja filosoofiliste süsteemide väljatöötamist.

Matoši poolt toodud näidete hulka on lihtne kümnekordistada, nimetades Ch. Darwinit, I. Pavlovit, A. Einsteini, A. Szent-Györgyit ja paljusid teisi. Kuid kas pole selletagi selge, et Osleri eutanaasiaideest inimvihkajaliku fašismini on vaid üks samm?

Kui paljudest kultuuri- ja materiaalsetest väärtustest oleks inimkond ilma jäänud, kui ta poleks oma raugaealisi liikmeid kohelnud hoolitsuse ja austusega!

Ja ikkagi, kui arvukas kuulsate vanakeste plejaad ja kui ammendamatu üksikute inimeste loominguline läte nende vanaduspäevil ka poleks olnud, ometi ahvatles inimmõistust kõigil epohhidel ikkagi mõte endise jõu, osavuse ja ilu tagasipöördumisest nõrka raugaihusse. Nõudis ju Faustki Mefistolt esmajärjekorras just noorust.

Optimistlikult suhtus vanadusprobleemi Cicero. Kes ütles, et vanaduses pole midagi head? Tühi jutt! Kevad on kaunis oma õite, sügis aga viljade tõttu. Targale inimesele on vanadus kõige väärtuslikum aeg elust, kinnitas Vana-Rooma oraator. Kired on vaibunud ega tumesta enam vaimu. Toetudes kainele mõistusele ja ülirikkalikele kogemustele, on inimene võimeline ühiskondlikus tegevuses seninägematuid tulemusi saavutama.

Võib-olla niisuguse väljavaate kõrval paljuülistatud noo-

ruserõõmud tõepoolest tuhmuvad? Kes teab, ehk polegi vanadust vaja ravida? Vahest polegi see haigus, vaid normaalne seisund? Kas ongi siis üldse mõtet aja kõikvõimsa despotismiga võidelda? Kui aga on, siis kuidas seda teha? Ja milleks? Kas inimesele ongi pikka iga vaja? Kas selleks, et veel liigsed kümme aastat pargipingil tegevusetult igavust tunda? Või selleks, et oma kodumaa aktiivne kodanik olla ja loovast tööst pidevalt rahuldust tunda?

Püüame kõiges selles järgemööda selgusele jõuda.

Sajandite sügavusest on meieni jõudnud nii vaimse kui ka kehalise vanadusnõrkuse klassikalised kirjeldused. Ja kes peaks seda spetsialistist paremini kirjeldama? Ent ei, kõige kujukamad ja täpsemad psühholoogilised ning isegi füsioloogilised vanaduse portreed ei pärine mitte arstidelt, vaid kirjanikelt. Antiikaja dramaturgide näidendites, Molière'i komöödiates, Shakespeare'i tragöödiates ja Dostojevski romaanides pretendeerib kunstnikupilk vanadusele iseloomulike joonte kujutamisel lausa teaduslikule täpsusele. Tuletage meelde kas või kuningas Leari. Huvitav detail: paljud meist kujutavad sageli ette, et raukadel tudiseb pea ja värisevad käed. Ometi aga leidis prantsuse neuropatoloog J. Charcot vaid hädavaevu niisuguse tüüpilise tudiseva peaga rauga, et demonstreerida teda loengutel üliõpilastele. «Shakespeare aga oli kunstniku kohta küllalt tähelepanelik vaatleja,» rääkis Charcot vaimustusega, «ega jäänud eksiarvamuse juurde, mis on laialt levinud isegi arstide seas.» Niisuguselt suurepäraselt neuropatoloogilt nagu Charcot, kuulsate «Loengud raugahaigustest» autorilt, on see kompliment aga eriti palju väärt.

Siseelundite anatoomilisi muutusi kirjeldasid jällegi kõige paremini mitte meedikud, vaid kunstnikud. Just Leonardo da Vinci kujutas esimesena rauga kõvaks muutunud lubjastunud artereid. Leonardot ja teisi renessansiajastu kuulsaid meistreid, kes tundide kaupa uurisid anatoomikumides raukade surnukehi, ajendas pigem rahuldamatu teadmistejanu kui esteetiline vajadus.

Mis aga arstidesse puutub, siis need, nagu kunstnikud ja kirjanikudki, lootsid — ja kahjuks sageli liigagi palju — oma intuitsioonile. Üldiselt aga tegeldi vanadusprobleemiga väga vähe, n.-ö. möödaminnes. Valitsevaks meetodiks teaduses oli nähtuste kirjeldamine, mis on rikas nii-

hästi subjektiivsete üle- ja alahindamiste kui ka jämedate vigade poolest.

Rohkem kui kuusteist sajandit tugines meditsiin Galenose ekslikule järeldusele, et rauga pulss olevat «ebaühtlane, aeglane ja nõrk». Tänapäeval teame, et veresoonte elastsuse vähenemine kutsub tõepoolest esile mõningaid häireid: pulsilaine levimiskiirus suureneb märgatavalt. On isegi ette pandud kasutada seda püsivat tunnust east tingitud muutuste skaalana. Väide, et vanainimeste pulss on «pehme» ja väiksema sagedusega, on aga täiesti väär. Alles 1839. aastal lükkas Canstatt Galenose väite ümber.

Pidage silmas, et jutt on pulsist — ühest kõige tähtsamast (peale kehatemperatuuri) karakteristikust, mille põhjal paljude sajandite



jooksul otsustati ning tänapäevalgi otsustatakse inimese tervise üle. Ja ometi oli seda viga üsna kerge avastada tunduvalt varem ning kõige lihtsamate vahendite abil... Arusaadavalt ei võinud niisugune tööstiil tõelist teadust rahuldada.

Nüüd tegeleb vanadusprobleemidega terve omaette teadusharu — gerontoloogia. Selles nimetuses on liitunud kaks kreekakeelset sõna: *gerõn* (rauk) ja *logos* (mõiste). Raske on öelda, millal just see termin tarvitusele võeti, ja veelgi raskem on määrata gerontoloogia enese tekkimisaega. Selle «vanakese» sugupuu ulatub mitme aastatuhandeni. Sellest hoolimata on kindel, et teadusharuna kujunes gerontoloogia välja alles viimase saja aasta jooksul.

Käesoleva sajandi algul tekkis vanadust uuriva teadusharu «ristiisana» veel üks ja mitte vähem kõlav nimi — geriaatria (kreekakeelsest sõnast *iatreia* — arstimine). Selle nimetusega «ristiti» meditsiiniharu, mis tegeleb raugaea haiguste uurimise, profülaktika ja ravimisega. Ja kuigi ametlikud «ristsed» olid alles hiljuti (1909. aastal), pole «ristitütar» sugugi nii noor, vaid isegi vist vanem kui ta ülivana õde — gerontoloogia. Eriline huvi vanaduse vastu ei tekkinud ju lihtsalt uudishimust, vaid ka praktilisest vajadusest: küllap ürgajal nõudsid vananevad ja elujanused suguharude pealikud, et posijad neid raviksid ja nende elu pikendaksid. Noh, aga enne ravimist oli vaja muidugi teada, mida ravida.

Viimaseil aastakümneil ilmusid gerontoloogialaboratooriumidesse niisugused tublid abilised, nagu elektronaparaadid ja radioaktiivsed isotoobid, keemiline analüüs ja matemaatiline arvestus. «Silma järgi», «tunde järgi» või «kuulmise järgi» tehtud mõõtmised asendusid mõõteriistade tundetute näitudega. Gerontoloogia lakkas olemast puhtkirjeldav teadusharu nagu anatoomia, mis avab vaid nähtuste väliskülje, kuid ei puuduta nende sisemist olemust. Gerontoloogia hakkas tungima vananemise intiimsematesse füsioloogilistesse, geneetilistesse ja biokeemilistesse mehhanismidesse. Millise otsuse tegi gerontoloogia vanaduse kohta? Võib-olla oli Cicerol oma kuulsas apoloogias õigus, kui ta inimese elusügisele kiidulaule laulis?

Inimese vanust on kõige kergem hinnata tema välimuse järgi. Sügavad kortsud, hallid juuksed, kühmus selg —

kui palju kordi oleme seda märganud, nii elus kui ka maalidel, ja kunagi näeme seda ka peeglist... Kõige vähem heidab aeg armu meie nahale. Räägitakse, et sellele aitavad kaasa päike ja tuul. Riietega kaetud kehaosadel ilmuvad vananemise tundemärgid tavaliselt hiljem, kõrgemas eas. 1961. aastal Washingtonis toimunud gerontoloogia-alasel konverentsil avaldatud ettekandes on öeldud: «Vanainimese nahk on kortsus, kuiv ja kollasevõitu, mullataolise värvitooniga. Keha paljudes piirkondades väheneb naha elastsus, tekivad soolatüükad ja pigmentatsioon. Naha väliskiht õheneb, veresoonte seinad aga paksenevad. Soojusvahetusel tähtsat osa etendavate soonepäsmakeste hulk väheneb, higi- ja rasunäärmete töö halveneb. Nõrgeneb naha kaudu hingamise intensiivsus: väheneb hapniku neeldumine ja süsihappegaasi eraldumine läbi naha. Karvad meeste näol muutuvad hõredamaks, naiste näol aga jämedamaks. Naha kaltsiumi-, magneesiumi-, naatriumi- ja kaaliumisisaldus suureneb aastatega, räni- ja väävlisisaldus aga väheneb.»

Juba kolmekümnendatel aastatel tehti kindlaks, et rauganaha haavad kasvavad kinni palju aeglasemalt. Näiteks marrastus, mille pindala on 20 $cm^2$, kasvab kümneaastasel lapsel kinni umbes 20 päevaga, kuuekümneaastasel inimesel aga 100 päevaga — viis korda pikema aja jooksul. Mees, kes kolmekümneaastaselt surub dünamomeetril parema käega 50 kg, vasakuga aga 35 kg, suudab seitsmekümneaastaselt suruda vaid vastavalt 35 ja 25 kg. Naistel nõrgenevad käed veelgi kiiremini.

Musklid lõtvuvad, tekivad lihasgruppide koordinatsioonihäired. Mõnikord muudab see tundmatuseni isegi niisuguseid püsivaid isiksust iseloomustavaid tunnuseid nagu käekiri ja kõnnak. Ja loomulikult ei leia me rekordeid üritavate sportlaste hulgast neid, kelle vanus ületaks kuutkümmend aastat.

Keemilised analüüsid näitasid, et haistmis- ja maitsmismeel nürinevad aastatega, mis omakorda kutsub esile isupuuduse. Maomahla happesus väheneb (kuuekümneaastaselt on see väiksem kui pool sellest, mis oli kahekümneaastaselt), järelikult halveneb ka seedeelundite töö.

Tuiksoonte seintele sadestuvad rasvakühmud, sadestumiskohtadel aga eralduvad lahustumatud kaltsiumisoolad ja tekib skleroos. Halva vereringe tõttu külmeta-

vad jalad ja käed isegi suvel. Aju varustamine verega halveneb, nõrgeneb mälu.
Ärritusimpulsi levimiskiirus närvisüsteemis on seitsmekümneaastasel inimesel ühe kümnendiku võrra väiksem kui kolmekümneaastasel. Võttes aga arvesse, et isegi nooruses on see kiirus võrdlemisi väike (umbes kolmkümmend meetrit sekundis), keerukate masinate ja hoogsa tempo ajastu nõuab aga operaatorilt momentaanset reageerimist hädaohusignaalile (vt. näiteks peatükki «Iseloom käekirja järgi?»), on selge, et kadunud sekundikümnendik võib olla katastroofi põhjuseks. Toome näite. ... Põiktänavast välja sööstev auto teeb järsu pöörde risttee poole. Juhi silmad jälgivad valgusfoori. Kollane tuli! Juht muutub valvsaks. Kui valgusfooris süttib punane tuli, tuleb otsekohe pidurdada. Kui aga süttib roheline, siis ei pea mitte pidurdama, vaid hoopis suurendama kiirust: ristteel viivitada ei tohi! Kui kiiresti juht ka ei reageeri, ikkagi kulub hoiatavale signaalile järgnevale lubavale või keelavale signaalile reageerimiseks rohkem aega kui siis, kui juht juba varem täpselt teab, millist signaali oodata. See on nn. valiku reaktsioon. Selle kestus kõigub mõnest kümnendikust sekundist mitme sekundini. Oletame, et te olete kolmekümneaastane ja teie reageerimisaeg on kolm sekundit. See tähendab, et seitsmekümnendaks eluaastaks pikeneb teie reageerimisaeg umbes 0,3 sekundi võrra. Auto, mis sõidab kiirusega 60 kilomeetrit tunnis, läbib selle ajaga 5—6 meetrit, lennuk aga, mille kiirus ületab helikiiruse, koguni rohkem kui kolmandiku kilomeetrit.
Olukord muutub keerukamaks seetõttu, et vananedes kaotavad meie meeleelundid oma endise tundlikkuse. Mõõdeti nelja tuhande inimese silmaläätse akommodatsioonivõimet, s. o. silmaläätse võimet muuta oma kumerust ja kiiresti kohaneda küll lähedaste, küll kaugete esemete vaatlemiseks. Ja mis selgus? Pärast viiekümnendat eluaastat väheneb enamikul inimestel silma akommodatsioonidiapasoon kolmeteistkümnelt dioptrialt ühe dioptriani. Kuni silmad on noored, on silmalääts silmakestast tihedam. Organismi vananedes hakkab aga silmakest tihenema. Lääts kaotab elastsuse ja selle pinna kumerus ei allu enam tõrkumatult ripsmelihastele. Viimaste kokkutõmbumisest aga olenebki normaalse silma akommodatsioon.

Ka nägemisteravus väheneb kuuekümnendaks eluaastaks peaaegu ühe kolmandiku võrra (võrreldes neljakümnenda eluaastaga). Ja mitte ainult teravus.

Kõigil on veel meeles palju kõmu tekitanud skandaal seoses atentaadiga Repini maalile «Ivan Groznõi». Lõuend oli noaga niivõrd purustatud, et selle taastamine nõudis põhjalikku restaureerimist. Viimast asus tegema autor ise. Ta otsustas kunstiteose ümber maalida. Kui aga sõbrad nüüd mõrvari nägu vaatasid, ei tundnud nad seda ära: pildil domineerisid violetsed toonid. Omal riisikol eemaldasid nad värske värvikorra ja andsid kuulsale maalile endise väljanägemise.

Repini värviaistingu pentsikus pani mõtlema ühe füsioloogi. Teadlane märkas, et ka paljudel teistel teostel, mis Repin oma viimastel eluaastatel maalis, domineerivad külmad lillad toonid. Kas see on kunstniku kapriis? Või hoopis... Uurijat vallanud oletus vajas kinnitust. Nii algaski jooksmine mööda pildigaleriisid ja muuseume, maalide ja ... kunstnike elulugude hoolikas uurimine. Võrreldes maalide nurkadesse märgitud aastaarve autorite sünniaastatega, jõudis teadlane järeldusele, et paljudel kunstnikel on elu lõpu poole tõepoolest kalduvus kasutada sinisemaid värvitoone ja seda täiesti seaduspäraselt.

Aastatega muutub silmamuna läbipaistev klaaskeha kollasemaks. See kollane valgusfilter, mis peab eriti hästi kinni siniseid ja violetseid kiiri, ongi põhjuseks, miks meistritel vanas eas nägemine muutub. Näod näivad kunstnikule nüüd liialt kollakatena, sinine taevas liialt rohekana ja seetõttu lisavad nad üha rohkem sinist värvi, kutsudes sellega esile oma noorte kolleegide hämmelduse ja — mis veelgi hullem — kunstiteadlaste vaidlusi uuest, «taevassinisest» või «sirelilillast» perioodist kunstniku loomingus...

Kujutlege nüüd kollase kilega kaetud silmi keemikul, kes uurib aine koostist lahuse või leegi värvuse järgi, astronoomil, kes pingsalt jälgib tähtede imeväikesi erivärvilisi välgatusi, arstil, kes diagnoosib haigust keele või näo värvuse järgi, fotograafil, kes valib valgusfiltreid värvifotode jaoks, trükitöölisel, kes teeb selle raamatu kaant, või kriminalistil, kes määrab kahtlaste plekkide päritolu...

Vanadusega kaasneb ka kuulmise nüristumine. 65—75-



aastastel patsientidel täheldatakse seda kümneid kordi sagedamini kui 25—35-aastastel. Raugakõrv kuuleb halvasti kõrge sagedusega helisid, näiteks sireeni häiresignaali, kuid ka madala sagedusega bassitoonide puhul pole olukord parem. Ja oh häda, kui niisugune lugu juhtub dirigendiga! Südantlõhestava falsetiga puhuvad flöödid, kaikuvalt kõmisevad kontrabassid ja trummid, kuulajad on valmis kõrvu kinni toppima, kuid dirigendile on ikka veel vähe, taktikepiga ergutab ta orkestrit veelgi...

Kuidas on aga lugu vaimsete võimetega?

Väga huvitavad on tähelepanu ja mälu mahu määramise katsed. Ühel kontrollkatsel näidati mitmesuguses vanuses katsealustele arvude erinevaid kombinatsioone ja paluti neid hiljem mälu järgi korrata. Kõige rohkem punkte said pidevalt 13—18-aastased noorukid

ja neiud, kõige vähem aga kaheksa-aastased lapsed ja kaheksakümneaastased raugad.
Lühidalt, närbumine haarab täielikult kogu inimorganismi ega heida armu ühelegi elundile. Selles mõttes on vanadus vahest ehk julmemgi kui mistahes haigus, sest viimane laastab ikkagi vaid teatud ulatuses ega haara elusorganismi kõiki elundeid ja süsteeme. Vanadus on salakaval: ruineerides organismi jõudu seestpoolt ja hävitades selle võimet väliskeskkonna mõjudele vastu panna, avab see aja trooja hobune väravad kurnavatele haigustele.
On selge, et kui raugad haiguste käes ei kannataks, siis elaks suurem osa neist tunduvalt kauem. Huvitav on aga teine küsimus, nimelt — kui palju kauem?
Ameerika miljonär J. Rockefeller tahtis maksku mis maksab pühitseda oma sajandat sünnipäeva. Ta elas spetsiaalsetes infektsioonivastase isolatsiooniga tubades, mis olid varustatud õhku konditsioneerivate seadmetega, pidas rangeimat dieeti, täitis punktipealt kõik oma ihuarstide ettekirjutused, peatumata mistahes kulutuste ees. Kõik oli aga asjatu! Eesmärk jäigi saavutamata: kuri saatus andis Rockefellerile surmahoobi 1937. aastal, kui ta oli üheksakümne kaheksa aastane.
Selsamal 1937. aastal oli «keskmise» ameeriklase keskmine eluiga meestel 61 aastat ja naistel 65 aastat. Varem oli eluiga veelgi lühem.
«Siin puhkab Gaius Julius Maximuse poolt vabaks lastud saja-aastane Adietumar; see monument talle ja tema viiekümneaastasele abikaasale Sporillale on püstitatud tema testamendi põhjal.» Sellised arvud antiikaja epitaafidel on haruharvad. Vanarooma hauakirju uurides tulid õpetlased järeldusele, et I—II sajandil oli Itaalias keskmine eluiga 31,5 aastat. Ürgajal oli eluiga veelgi lühem. Kiviaega kuuluvate koopaelanike jäänuste uurimisel selgus, et raukade luid leidub äärmiselt harva. Arvatakse, et koopaelanike ühiskond koosnes peamiselt noortest; tuhande inimese kohta leiti vaid mõni üksik indiviid, kelle vanus ületas 50 aastat (võrdluseks võib tuua niisuguse arvu: Prantsusmaal on tänapäeval seitseteist inimest sajast üle 60 aasta vanad).
Euroopas püsis keskmine eluiga paljude aastatuhandete vältel kuni hilise renessansiajastuni ühesugusel tasemel, moodustades umbkaudu 20—30 aastat. XVII sajandil see

näitaja (saksa pürjelite järgi otsustades) veidi muutus, tõustes 33,6 aastani. Seevastu aga XVIII sajandil hakkas surmatund saabuma üha hiljem ja hiljem: kui 1755. aastal rootsi «statistikaühik» lahkus *ad patres* (esiisade juurde) 34,5-aastaselt, siis ajavahemikus 1816 kuni 1840 tegi ta seda 41,5-aastaselt ja lõpuks aastatel 1945—1950 juba 68,5-aastaselt. Pikenes ka ameeriklaste eluiga: nende maise eksisteerimise keskmine pikkus suurenes umbes viiekümnelt aastalt (1909—1911) seitsmekümne aastani. Huvitav on märkida, et mistahes rahvusest naised elasid kõigil aegadel ja elavad praegugi kauem kui mehed.
Mõelge ise, «Romulusest kuni meie päevini» pikenes inimese keskmine eluiga 40—45 aasta võrra, kusjuures kõige rohkem pikenes elu kolme viimase sajandi jooksul. Ja mida lähemale meie päevile, seda suuremad on need ajalisad. Arusaadavalt pole see saatuse armulikkusest tingitud, vaid loodusjõud on teaduslik-tehnilise ja sotsiaalse progressi ees sunnitud taanduma.
Oli aeg, mil must katk ja koolera hävitasid elanikkonda tervete linnade kaupa; nüüd aga tunneme neid hädasid vaid ajaloolise kirjanduse kaudu. Ja mis siin veel mustast katkust rääkida! Käesoleva sajandi algul oli surnuaia-saatekirjades esimene, kõige levinum mõrtsukas gripp. Möödus kuus aastakümmet, ja olukord muutus järsult. Vaadake tabelit, milles on toodud kümme peamist surma põhjust USA-s. Kohe torkab teile silma, kuivõrd on vähenenud nakkushaigustest tingitud surmajuhud.
Tõsi küll, esikohale tõusid tervise teised julmad vaenlased, kuid arstiteadus küünitab juba kätt ka nende järele. Pöörake tähelepanu sellele, et 1900. aastal moodustas arv 1082 haigustest ja õnnetustest tingitud surmajuhtudest 63 protsenti. Järelikult kokku suri sajast tuhandest elanikust 1720. Aastal 1959, arvutades muutunud suhte järgi (801 inimest = 85,1 protsenti), kahanes surnute arv 941-ni — peaaegu kaks korda! Järelikult sisendab selle kurva raamatupidamise revideerimine reaalset lootust tervishoiu peatseks ja möödapääsmatuks triumfiks.
Pole enam mägede taga päev, mil lahtris «Surma põhjus» seisab ainult üks sõna — «vanadus». Ja mis saab siis? Kui palju aastaid antakse meile looduse poolt?
30. juunil 1934 suri ühes Konstantinoopoli haiglas türklane Zaro-agaa. Kui haigus teda maha poleks murdnud,

| Koht | Surma põhjus | Suremus 100 000 elaniku kohta | Protsentuaalne osa juhtude üldarvust |
|---|---|---|---|
| | 1900. aastal | | |
| 1. | Kopsupõletik ja gripp | 202 | 11,8 |
| 2. | Tuberkuloos | 194 | 11,3 |
| 3. | Soolkonna põletikud | 143 | 8,3 |
| 4. | Südamehaigused | 137 | 8,0 |
| 5. | Verevalum peaajusse | 107 | 6,2 |
| 6. | Neerupõletik | 89 | 5,2 |
| 7. | Õnnetusjuhud | 72 | 4,2 |
| 8. | Vähk | 64 | 3,7 |
| 9. | Difteeria | 40 | 2,3 |
| 10. | Meningiit | 34 | 2,0 |
| | Kokku | 1082 | 63,0 |
| | 1959. aastal | | |
| 1. | Südamehaigused | 364 | 38,6 |
| 2. | Vähk ja teised pahaloomulised kasvajad | 148 | 15,7 |
| 3. | Verevalum peaajusse | 108 | 11,5 |
| 4. | Õnnetusjuhud | 50 | 5,4 |
| 5. | Mõned lastehaigused | 39 | 4,1 |
| 6. | Kopsupõletik ja gripp (välja arvatud vastsündinute gripp) | 33 | 3,5 |
| 7. | Arterioskleroos | 20 | 2,1 |
| 8. | Suhkurtõbi | 16 | 1,7 |
| 9. | Sündimisega kaasnenud anomaaliad | 12 | 1,3 |
| 10. | Maksatsirroos | 11 | 1,2 |
| | Kokku | 801 | 85,1 |

siis oleks ta tõenäoliselt elanud veelgi kauem, kuid ta sai niigi 156-aastaseks. Vähemalt kinnitas seda Zaro-agaa ise. Täpselt tema sünnipäeva kindlaks teha ei õnnestunud, kuid on kindlalt teada, et tema poeg suri 1918. aastal 90-aastasena — 16 aastat varem kui isa. Olnud abielus ei vähem ega rohkem kui 13 korda, oli Zaro-agaal 25 last ja 34 lapselast. Vaimuannete poolest mitte eriti silmapaistev, loomult sangviinik, oli ta lihtne ja elurõõmus, mõõduka, liialdusteta eluviisiga, suitsetas vähe, janu

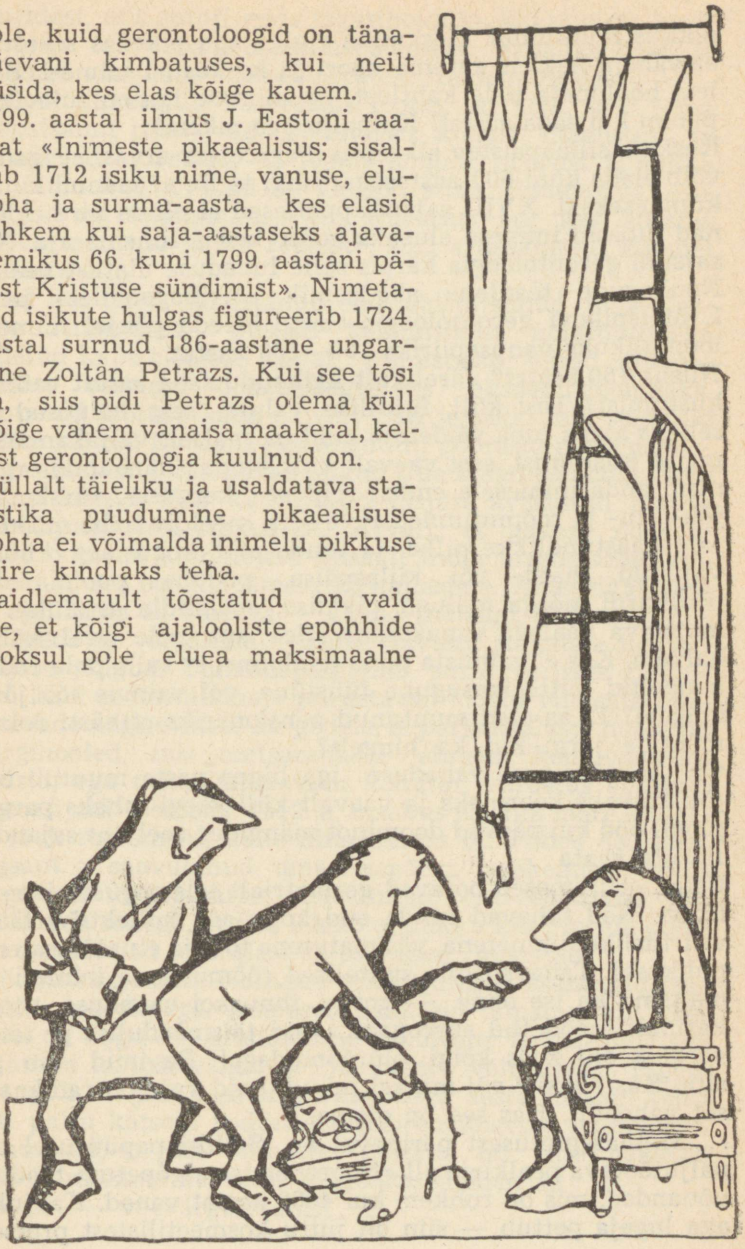
kustutas ainult vee ja teiste alkoholivabade jookidega, sõi ohtrasti leiba ja hapupiima, armastas maiustusi, mitte aga liha. Tagasihoidlik eluviis aitas tal säilitada õitsvat tervist elu lõpuni. Tõsi, lahkamisel avastasid anatoomid hajunud tuberkuloosikoldeid kopsudes, sklerootilisi moodustisi südameklappidel ja artereis, vaevaltmärgatavaid infarkti ja kilpnäärme atroofia tunnuseid. Siin nad on — end varjanud vaenlaste jäljed! Soodsamates tingimustes oleksid need agressorid nähtavasti olnud valmis igal hetkel omavolitsema, ja siis oleks Zaro-agaa käsi käinud halvasti, temast oleks saanud tuimade aruannete statistiline ühik.

Gerontoloogia-alane kirjandus, mis kubiseb terve epohhi üle elanud vanaisade biograafiatest, pöörab ebaõiglaselt vähe tähelepanu vanaemadele — osaliselt võib-olla küll seetõttu, et õrnema soo esindajad on alati silma paistnud ehtsa tagasihoidlikkuse poolest oma vanuse hindamisel. Sellest on aga kahju! Tõenäoliselt on pikaealisus päritav omadus, mis antakse edasi rohkem ema kui isa liinis.

Rahvaloenduste abil on vaidlematult kindlaks tehtud, et naised elavad keskmiselt kauem kui mehed ja saavad sagedamini saja-aastaseks. Keegi 1926. aastal USA-s surnud naine elas 111-aastaseks. Teine daam, miss Katherine Planckett, Byroni epohhil — 22. novembril 1820. aastal sündinud iirlanna, suri 14. oktoobril 1932. aastal Wellsi kaasaegsena. Liikus kuuldusi ka saja neljakümne aastasest inglise krahvinnast Desmondist, kuid nende tõepärasus on kaheldav.

Üldiselt tuleb aga rõhutada, et absoluutselt usaldatavaid, veenvaid dokumentaalselt kinnitatud teateid erilise pikaealisuse kohta on äärmiselt vähe — vaid mõned üksikud. Kui Saksamaal hiljuti kontrolliti kaheldava väärtusega andmeid kodakondsust tõendavate dokumentide järgi, siis selgus, et enamik inimesi, kes peaaegu vande all tunnistasid, et nad on üle 120 aasta vanad, polnud saanud veel saja-aastasekski. Kas ei tule just siit otsida põhjust, miks valdav enamik raukadest, kes enda kinnitust mööda elavad oma teise sajandi esimesel poolel, on koondunud just nendesse omal ajal mahajäänud rajoonidesse (näiteks Aserbaidžaani, Abhaasiasse), kus sündimist varem ametlikult ei registreeritud, dokumentide ümbervormistamisel aga toetuti peamiselt inimeste endi seletustele? Kuidas lugu ka

pole, kuid gerontoloogid on tänapäevani kimbatuses, kui neilt küsida, kes elas kõige kauem.
1799. aastal ilmus J. Eastoni raamat «Inimeste pikaealisus; sisaldab 1712 isiku nime, vanuse, elukoha ja surma-aasta, kes elasid rohkem kui saja-aastaseks ajavahemikus 66. kuni 1799. aastani pärast Kristuse sündimist». Nimetatud isikute hulgas figureerib 1724. aastal surnud 186-aastane ungarlane Zoltàn Petrazs. Kui see tõsi on, siis pidi Petrazs olema küll kõige vanem vanaisa maakeral, kellest gerontoloogia kuulnud on.
Küllalt täieliku ja usaldatava statistika puudumine pikaealisuse kohta ei võimalda inimelu pikkuse piire kindlaks teha.
Vaidlematult tõestatud on vaid see, et kõigi ajalooliste epohhide jooksul pole eluea maksimaalne



pikkus muutunud. Keskmine eluiga aga pikenes seetõttu, et vähem hakkas surema noori ja keskealisi inimesi. Sellest hoolimata pole kahtlust, et inimese iga on tulevikus pikem kui sada aastat! Kuipalju aga pikem?

Keskaja silmapaistev alkeemik Paracelsus arvas, et igaüks võib elada kuni 600-aastaseks, kuigi ta ise ei saanud kuuekümnesekski. XVIII sajandi õpetlased ei olnud nii helded, nad lubasid inimese elueaks kolm korda lühema aja. XX sajandi gerontoloogia kärpis selle lubaduse ulatust veelgi. Nõukogude teadlane akadeemik A. Bogomolets peab I. Metšnikovi gerontoloogia-alaste ideede põhjal inimelu loomulikuks vanusepiiriks 150—160 aastat.

Niisiis 160 aastat? Järelikult ligikaudu sada aastat vaikset kustumist? Tõsi küll, füüsilise valuta, sest haigused on selleks ajaks juba võidetud, kuid moraalselt väljakannatamatut kustumist, sest vaevalt küll suudab närbunud organism anda inimesele endist reipuse-, kerguse-, värskuse-, jõu-, ilu- ja rõõmutunnet. Pole eriti meeldiv näha mööduja te kaastundlikke pilke ja tunda end kogu aeg küüru vajunud, halli- või kiilaspäise, põdura, poolpimeda, poolkurdi, nõrga mäluga, pikalise, ebakindla astumise ja murduva häälega vanakesena. See aga pole veel kõige halvem. Kas ei valmista piina teadmine, et sulle pole enam kaugeltki mitte igasugune füüsiline või vaimne töö jõukohane? Et sa oled muutunud pensionäriks niihästi dokumentide järgi kui ka hingelt?

Oh jaa, niisuguse vanaduse iga liigne aasta muutub üle jõu käivaks koormaks ja vaevalt küll keegi tahaks pargipingil ööd kui päevad doominot mängides veel üht sajandit mööda saata...

Usun, et inimesed ootavad geriaatrialt teistsugust pikaealisust. Nad tahavad tunda end kogu aeg kollektiivi täisväärtuslike liikmetena, väsimatutena tööl ja elurõõmsatena puhkusel. Tahavad olla suutelised rõõmustama inimesi ja maitsma ka ise õnne — mitte ihnuskoi-vanaduse poolt kasinalt mõõdetud surrogaati, vaid täismõõdulist ja täisverelist elu koos kõigi elurõõmudega! Ravimid siin ei aita. Kas eliksiir või midagi muud, kuid vaja on radikaalset vahendit. Kas see on olemas?

... Muinasegiptusest pärineval nn. Smidti papüürusel on paljutõotava pealkirja all «Noorenemise algõpetus» toodud nõuanded, mis on rohkem kui 4000 aastat vanad. Kahjuks aga lugeja pettub — siin on juttu kosmeetilistest protse-

duuridest, mis autori enda tagasihoidliku kokkuvõtte järgi «aitavad tal vabaneda kiilaspäisusest, nahalöövetest ja muudest vanaduse ebameeldivatest tundemärkidest».
Eespool nimetatud Paracelsus tõotas, et kõik, kes tema imepalsamit proovivad, paranevad kõigist haigustest ja vabanevad muredest, ta tõotas kõigile noorust ja pikka iga. Kuid imelik lugu — Theophrastus Bombastus Aureolus von Hohenheim, s. o. Paracelsus ise, kes koostas igavese nooruse ja ilu retsepte, suri arusaamatul kombel 48-aastaselt.
Sellal kui ühed, lukustanud end läbisuitsunud maa-alustesse ruumidesse, pusisid kannatlikult nõiarohtudega täidetud katseklaaside kallal, valmistusid teised eluveeallikate otsingul ookeanitagusteks ekspeditsioonideks. Kaotanud lootuse leida eluvett risti ja põiki läbi sõidetud ja läbi käidud Euroopa kontinendilt, pöörasid noorenemisentusiastid oma janunevad pilgud Uue Maailma poole. Neid lootusi kütsid üles kuulujutud hiljuti avastatud maade muinasjutulistest rikkustest. Arvati, et igavese nooruse lätted ootavad kümblejaid kusagil India ürgmetsades ega jõua neid ära oodata. Ameerika kallastele (Ameerikat loeti sel ajal India ääremaaks — Lääne-Indiaks), Eldorado kullamägede ja võluallikate jahile tulvasid jumalate nektari otsijate jõugud. Tuhandepalgeline surm varitses rändureid, kuid ei tormilainete purustavad löögid viletsate purjelaevade nagisevatele külgedele, ei pärismaalaste hääletud mürginooled, mis metsaradadel ahneid konkistadoore tabasid, ega troopikapalaviku kohutav viirastus suutnud «veeotsijaid» peatada. 1512. a. maabus Kariibi mere kallastel jõuk meremehi, kelle ninameheks oli Ponce de León. Dessant ei saavutanud oma eesmärki, veekogusid võluveega seal millegipärast ei leidunud; eluveeotsijatel tuli rahulduda sellega, et nad läksid ajalukku kui Florida poolsaare avastajad ja ühtlasi ka esimesed rüüstajad.
Möödusid sajandid. Naiivsed ettekujutused asendusid teaduslike teooriatega. Inimesed hakkasid taipama, kui keerukas on kogu see grandioosne probleem. Arstiteadus aga ei jätnud lootust vanaduse ja surma võitmiseks. Pigem vastupidi — just nimelt viimase saja aasta jooksul tehti eriti palju katseid radikaalse noorenemisviisi leidmiseks. Ja huvitav, et just viimastel aastatel on jälle hakatud tõsiselt rääkima eluveest ja nooruseeliksiirist!
Eliksiir — veevärgikraanist...



Eluvesi — see on veevärgivesi miinus raske vesi...
Deuteerium — bioloogiline pidur...
Niisuguste pealkirjade all avaldasid ajakirjad 1965. aastal V. Umtšajevi (keemiakandidaadi V. Muhhatšovi) artikleid. Lugejate kirjad ujutasid toimetused üle. Kuulujutud lume- ja vihmaveest liikusid tänavail, metroos ja linnalähirongides, loengusaalides ja ülikoolide auditooriumides. Teemat arutati ka spetsialistide hulgas, «professionaalsel tasemel».
Nii sündis sensatsioon.
Selle probleemi vastu tärganud elav huvi, mida tõenäoliselt elukutsest tingituna haistsid kõigepealt ajakirjanikud, viis mind mõttele pöörduda vastava kirjanduse ja konsultantide poole.
Lugeja teab juba üht-teist huvitavat gerontoloogiast, neid teadmisi läheb meil edaspidi tarvis.

Nüüd aga peatume lähemalt Muhhatšovi hüpoteesil.
Tänapäeval on teada, et vesinikul on neli või viis isotoopi (viienda isotoobi olemasolu polevat nagu kinnitust leidnud). Kõige levinum neist on prootium. Sellest koosnevad peaaegu 99 protsendi ulatuses kõik massiivsed kehad universumis ja tähtedevaheline aine. Deuteeriumi leidub sellega võrreldes tähtsusetult vähe, vähemasti Maal: merevees on seda 6430 korda vähem kui prootiumi. Triitiumist ei maksa aga rääkidagi. Kõik isotoobid võivad moodustada keemilisi ühendeid. Joogivesi on «mitmesuguste vete» segu. Kas need erinevad omavahel? Kahtlemata. Deuteeriumiühendid on tunduvalt tugevamad kui prootiumiühendid. Näiteks on vesinikperoksiidil (prootiumperoksiidil) kalduvus iseenesest plahvatada. Deuteeriumperoksiid on aga, vastupidi, täiesti püsiv ja — nagu ütleks tuletõrjuja — plahvatuskindel aine.
Isegi kõige rässakama noormehe kuitahes elastne keha osutuks kontrollimisel ikkagi «vedelaks»: 60—70 protsenti sellest moodustab vesi. Kõik biokeemilised reaktsioonid kulgevad vett sisaldavas keskkonnas ja vesi võtab neist tingimata osa. Veel enam, vesinik kuulub niisuguste ülitähtsate biopolümeeride koostisse, nagu seda on nukleiinhapped, mis määravad elusolendi pärilikud omadused, või valkained, mis moodustavad kõigi meie elundite põhiosa. Ja kuigi deuteeriumi suhteline kaal eluprotsessides ja -struktuurides on tühine, leidub tema aatomeid igas organismis ikkagi astronoomilisel hulgal. Vanusega suureneb deuteeriumi hulk aga veelgi. Samal ajal võib molekulaarprotsessidele avaldada mõju kas või üheainsa deuteeriumi aatomi osavõtt sellest protsessist!
Heaks illustratsiooniks öeldule on valgu biosüntees.
Valguahel koosneb aminohapetest. Ahela lülide tüüpe pole kuigi palju — kõigest 23. Ühinedes aga erinevates kombinatsioonides, põhjustavad nad meie elundite omaduste suure mitmekesisuse. Iga valguliiki iseloomustab aminohapete teatud kindel järjestus. Viimase vähimgi rikkumine põhjustab valgu omaduste järsu muutumise. On teada, et näiteks pernitsioosne aneemia, nn. verevähk (raske pärilik verehaigus) tekib näiliselt tühise vea tõttu hemoglobiini sünteesil — üks aminohape vahetub valgumolekulis teisega.
Tänapäeva keemikud oskavad erinevaid lülisid ühendada polümeeride ahelaks. Katseklaasis saadavad valgumolekulid

pole aga võrdse pikkusega ning peale selle ei asu ka aminohapped alati neile määratud kohtadel. Isegi kõige hoolsama eksperimentaatori katseklaasis esineb kõrvalekaldumisi projekteeritavast «arhitektuurist» keskmiselt igas sajandas molekulis. Kui rakk töötaks niisamasuguse praagiprotsendiga, siis tabaks kogu elusloodust katastroof. Viib ju vähimgi «trükiviga» polümeeride saamisel väga raskete tagajärgedele (tuletage meelde pernitsioosset aneemiat!). Vea tekkimise tõenäosus raku töös on umbes üks miljon miljardikku. Praktiliselt kulgeb valgu süntees niisuguse ülipunktuaalsuse korral lausa matemaatilise täpsusega. Tulemuseks on polümeerid, mille lülid vahelduvad absoluutse järjekindluse ja nõutava ruumilise geomeetriaga. Töö laitmatu täpsuse tagab suurepäraselt ja häireteta töötav mehhanism, nn. matriitssüntees.

Valke «trükkivaks» matriitsiks on teatavasti desoksüribonukleiinhape (DNH). Viimase struktuuris — seda võrreldakse tavaliselt telegraafilindiga — sisaldub juhis, missuguses järjekorras peavad valgumolekuli moodustavad aminohapete lülid liituma. Analoogia telegraafilindiga pole juhuslik.

DNH on nagu valkki polümeer, kuid ei koosne mitte aminohapetest, vaid lämmastikalustest. Ka «lämmastiklülisid» on DNH ahelas palju — kuni 10 miljonit. Nende «lülide» tüüpe on aga ainult neli: adeniin (A), tümiin (T), guaniin (G) ja tsütosiin (C). Kuivõrd ökonoomne on loodus oma loomingus! Kui juba morsetähestik, mis tugineb vaid kolmele sümbolile (punkt, kriips, intervall), on suuteline edasi andma mistahes informatsiooni, siis võib ette kujutada, milliseid rikkalikke võimalusi pakub pärilikkuse keemiline šiffer. Kuidas aga DNH valgu loomist programmeerib?

Kõik aminohapped kodeeritakse DNH-s kolmetähelise «sõnaga». Tõsi küll, valgu moodustamisest võtab DNH osa vaid kaudselt, «posti teel» — käskjala abil. «Käskjalaks» on ribonukleiinhape (RNH). See on «stantsitud» DNH järgi, kannab matriitsi nimetust — lühidalt mRNH — ja kujutab endast kõige ehtsamat tõmmist DNH-st, õigemini, rakk on selle sünteesinud DNH-d ümbritsevas veekeskkonnas ujuvatest monomeeridest. See koosneb samuti nelja liiki lülidest, kusjuures iga mRNH lüli sobitatakse vastava DNH lüliga äärmiselt täpselt, nii nagu linotüüp matriitsiga. On teada, et niisugusteks struk-

tuurseteks antipoodideks on adeniin ja tümiin, guaniin ja tsütosiin. Niisiis, kui matriitsiks on sõna GGG, siis jäljendiks on CCC, kui aga CGG, siis GCC ja nii edasi. Tõsi küll, kui matriitsiks on AAA, siis tekib mRNH-l mitte TTT, vaid UUU. Viimased tähed märgivad uratsüüli. See alus sarnaneb tümiiniga, kuid erinevalt viimasest ei kuulu DNH koostisse. Küll aga kuulub uratsüül mRNH koostisse. Niisiis koosneb mRNH tähestik järgmisest neljast tähest: A, G, C ja U. Paaride G—C ja A—U range vastavus sunnib mRNH-d andma DNH käskudega üheseid kiirteateid ehitusplatsile, kus valgu molekule monteeritakse.

Niisiis kehtib rakumajanduses kõige rangem, tõeliselt sõjaväeline distsipliin. Kui matriitsiks oli AAA, siis selle jäljendiks mRNH-l on ainult UUU, mitte aga mingi muu koodimärk. See märk aga viib valgumolekulis DNH struktuuriga määratud kohale täiesti kindla aminohappe — fenüülalaniini. Mitte proliini, seriini, valiini või mõne muu kahekümnest aminohappest, vaid just fenüülalaniini.

Nüüd aga kujutlege, et sellesse harmoonia ja korra riiki tungis diversant või lihtsalt anarhistki, kes ignoreerib biosünteesi kõigutamatuid seadusi. Sellist näotut osa võib üsna vabalt mängida deuteerium. Võib juhtuda, et tema õõnestustöö ei viigi otsese katastroofini, kuid teatud jälje jätab ta tingimata. Ja arvatavasti üsna nukra. Asi on selles, et lämmastikaluste paaride vahelise üksühese vastavuse tagavad vesiniksidemed, mis nagu kinnitushaagid või raudteedel kasutatavad ühenduslukud kinnitavad biosünteesiprotsessis A U-ga, A T-ga ja G C-ga. Adeniini ja uratsüüli vahel luuakse näiteks kaks niisugust sillakest. Adeniini ja tümiini vahel on samuti kaks, guaniini ja tsütosiini vahel aga juba kolm sillakest. Kolmas sillake tekib seetõttu, et guaniini molekul, kuigi ta sarnaneb väga adeniini molekuliga, on viimasest ikkagi erinev. Erinevus nagu polekski suur — seal, kus adeniinis leidis vaeslapsena ululaluse üksainus vesiniku aatom, on guaniinil lämmastiku aatom koos kahe vesiniku aatomiga. Just sellest grupist asetubki üks vesiniku aatom nii kaugele ette, et tekib võimalus sildside loomiseks tsütosiini molekulile kuuluva hapniku aatomiga.

Suurem osa sillakesi on ehitatud vesiniku juurest hapniku või lämmastiku juurde. Samal ajal aga teame, et deuteerium annab hapniku ja lämmastikuga palju tugevama keemilise seose kui prootium. Tõsi küll, vesiniksidemete

olemus on veidi teistsugune kui tavalistel keemilistel sidemetel. Kui aga prootiumsidemete asemele tekivad kutsumata deuteeriumsidemed, siis on võimalik, et need võivad osutuda kas liiga nõrkadeks sillakesteks või liiga tugevateks haakideks. Mõlema variandi korral muutub vastastikuse keemilise toime kiirus, küsimus on vaid selles, kas just paremuse poole. Ja kes teab, võib-olla tekitab see niisuguse geneetilise trükivea, mis läbib valgumolekulide paljumiljonilisi tiraaže...

Olgu meil tegemist juuksekarvaga. Olenemata sellest, kas see on hall või punakas, krässus või sirge, koosneb ta ikka valkainest. Struktuurilt tuletab ta meelde keermelist köit. Iga keere koosneb omakorda seitsmest spiraalsest niidikesest, üks keskel, kuus äärtel. Niidikesed ongi valkaine molekulid. Ja *conditio sine qua non* (tingimuseks, ilma milleta pole) elusat valku, on võime säilitada teatud ruumilist struktuuri — sedasama, mida inimene pole veel õppinud kunstlike biopolümeeride molekulidele andma, kuid mis lihtsalt ja iseenesest tekib loomulikul biosünteesil. Vedrutaolise ehituse säilitab valguahel jällegi tänu oma vesiniksidemetele. Kui tegemist on fibrillaarsete valkudega (juuksed, küüned, lihased), siis on keermed kinnitatud ristsillakestega, kui aga globulaarsetega (hemoglobiin), siis pikisillakestega. Vesiniksidemete tugevusest sõltuvad valkaine, lõppkokkuvõttes ka kogu organismi tähtsaimad omadused. Oletame aga, et prootium on asendatud deuteeriumiga: mis siis juhtub?

Kärbsed, keda toideti maisijahuga, millele oli lisatud rasket vett, elasid kaks korda vähem kui kontrollkärbsed. «Raske vesiniku keemiliste ühendite suurem tugevus pidurdab elusa mateeria ainevahetust,» kirjutab Muhhatšov. «Elu ise aga ongi ainevahetus! Raske vesinik vähendab paljunemisvõimet, kutsub rakkudes esile pöördumatuid muutusi, s. o. organismi vananemist. Bakterite kultuurid lakkavad selles keskkonnas paljunemast ja hävivad.»

Lakkavad paljunemast ja hävivad... Kuid kas ainult bakterid, nood tibatillukesed olendid?

Kivistised, need esimesel pilgul tummadena näivad möödunud epohhide tunnistajad, jutustasid teadlastele imepärase ja fantastilise loo, mis sarnaneb pooleldi muinasjutuga, pooleldi unistusega. Maailm pole alati olnud niisugune, nagu ta on tänapäeval. Seal, kus Maa on praegu kaetud asfaltsoomusega ja kus taeva poole kõrguvad palju-

korruselised kivimajad, kohisesid kunagi läbipääsmatud põlismetsad, mille kõrval tänapäeva džunglid näivad madala võsana.
Hiiglakõrged kaharad osjad, võimsate tüvedega tihedad sõnajalahiiglased, 60 meetri kõrgused fantastilised lepidodendronid ja singillaariad — kuhu on küll kadunud kogu see paleosoilise aegkonna kivisöeajastu ohjeldamatu rohelus? Paleosoikumile järgnenud mesosoikumi lopsaka taimestiku keskel kihas veekogudes ja lompides intensiivne elutegevus, kõrvulukustava käraga tungisid läbi tihnikute aga dinosaurused. Need olid tõelised neljakorruselise maja kõrgused lihamäed, kuigi nad vajasid kasvamiseks niisama kaua aega nagu lehmadki. Kus on nüüd need maise floora ja fauna hiiglased?



Looma- ja taimeriigi esindajad muutusid mõõtmetelt väiksemaks ja märgatavalt vähenes ka nende kaal. Elusolendite kogumass oli tol ajal tunduvalt suurem kui tänapäeval. Seesama süsinik, mis praegu esineb surnud kivisöelademetena, elas tollal, paljunes, võitles koha pärast päikese all ja õgis teisi omataolisi. Mis aga sundis loodust miljardeid tonne orgaanilist ainet elu ringkäigust välja lülitama?
Lugeja taipab juba, mille poole eluveehüpoteesi autor sihib. Jah, kõige elusa endise intensiivse kasvu lämmatas organismidesse kogunev mürk — raske vesinik.
Vadim Mihhailovitš Muhhatšov arvutas välja, et varem võis kahjulikku deuteeriumi sisalduda vees vähem ja seda järgmisel põhjusel.
Vesinikuühendite segude isotoopse koosseisu kohalikud kõikumised pole meie planeedil harulduseks. Need on tingitud vee ringkäigust looduses. Põhjus? Põhjus on lihtne — raske ja kerge vee füüsikaliste omaduste erinevus. Esimese keemistemperatuur on kolme, külmumistemperatuur aga nelja kraadi võrra kõrgem kui teisel. Veekogude avatud pinnalt aurub kerge vesi hõlpsamini kui raske. Peale selle on kergetel $H_2O$ molekulidel atmosfääri kõrgematesse kihtidesse tõusta lihtsam kui rasketel $D_2O$ molekulidel. Päikesekiirte toimel lagunevad nad seal vesinikuks ja hapnikuks. Vesinik hajub kosmosesse, hapnik aga jääb Maa atmosfääri (vt. ptk. «Maailma lõpp?»). Pole võimatu, et ookeanid hakkavad kuivama, kusjuures raske vee hulk neis suureneb. Niisugune protsess viib deuteeriumisisalduse märgatavale suurenemisele näiteks järvedes, kus puudub vee äravool. Seal, kus niiskusevahetus on intensiivsem, koguneb deuteerium kiiremini. Näitena võib mainida jõgesid, mis voolavad läbi sooja kliimaga rajoonide (Rio Grande, Red River).
On selge, miks igavesed rändurid pilved ja neist langev vihm või lumi sisaldavad deuteeriumi alati vähem kui allikavesi.
Vee pidev tsirkulatsioon looduses on põhjuseks, miks pooluste ja mägede lumemütsid sisaldavad vähem deuteeriumi kui jõe-, järve- või merevesi, väidab Muhhatšov. Jätkates oma tegevust gigantse destilleerimisaparaadi — atmosfääri — külmutusagregaatidena, soodustavad nad kerge vee edasist eraldumist raskest.
Teistsugune olevat lugu olnud paleosoikumis. Geoloogid väidavad, et kaugel eelajaloolisel perioodil polnud polaar-

lumemütse ja järelikult ei saanud ka raske vee globaalses jaotuses esineda suuri muudatusi. Kui meil õnnestuks Antarktika, Gröönimaa ja suurte mäetippude jääkilbid üles sulatada ja saadud vesi ookeaniveega segada, siis väheneks deuteeriumi kontsentratsioon segus ja omandaks kivisöeajastule iseloomuliku taseme.

Niisiis, aastatuhandete jooksul rikastusid maakera veebasseinid — eriti soojas kliimas asuvad veekogud — mürgise raske veega. Neis elunevad taimed ja loomad aga kogusid ainevahetuse käigus deuteeriumi endasse veelgi suuremas kontsentratsioonis, kui on ümbritsevas keskkonnas. Meie kaasaegsete olendite isotoopne analüüs näitas, et noortes isendites leidub rasket vett tõepoolest vähem kui joogivees, vanades aga, vastupidi, rohkem.

V. Muhhatšov toob oma arvamuse kinnituseks ka niisuguseid argumente: rändlinnud sooritavad väsitavaid tuhandeverstaseid lende selleks, et haududa linnupoegi välja mitte lõunas, kus kliima on soojem ja sööta rikkalikumalt, vaid põhjas, kus rasket vett on vähem. Samal põhjusel suunduvad kalad kudema jõgede ülemjooksule. Põhjaalade elanikud ja mägilased on tervemad ja elavad kauem seepärast, et nad joovad väiksema deuteeriumisisaldusega vett.

Nüüd aga teoreetilised järeldused: «Deuteeriumi eemaldamine veest muudab viimase ebatavaliselt tugevaks stimulaatoriks, sest ainevahetusprotsessid ergutuvad ja tugevnevad. Loomad ja taimed hakkavad kiiremini paljunema ja kaalus juurde võtma ning kergemini arenema inimesele soovitavas suunas. Viljasaak mitmekordistub. Suureneb loomade juurdekasv ja liha- ning piimatoodang hektari kohta. Loomad muutuvad vastupidavamateks ja haiguste suhtes immuunsemateks.

Alustame pooleldi fantastilisest eeldusest. Võib-olla kergendab deuteeriumivaba vesi niisuguste raskete ja salapäraste haiguste ravimist, nagu vähk, südame ja veresoonkonna haigused, paljud vaimuhaigused ja ainevahetushaigused? Võib-olla!»

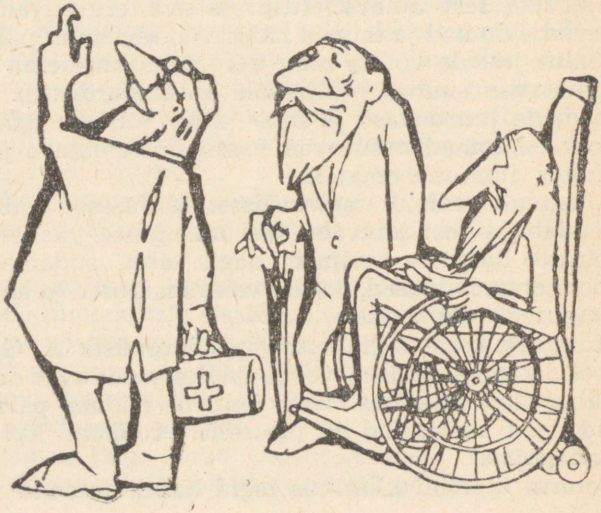
Huvitava katse tegi Leningradi biofüüsik A. Guman, kes jootis kanapoegi lumeveega (selles sisalduvat deuteeriumi vähem kui tavalises vees). Seitsme nädala pärast kaalusid need kanapojad 40 protsenti rohkem kui kontrollkanapojad.

Tomski ülikooli kliinikus tegid kakskümmend viis haiget

läbi kolmekuuse ravikuuri lumeveega. Ja milline oli tulemus? Kõigi haigete ainevahetus paranes. Vähenes kolesteriinisisaldus veres (kõrgenenud kolesteriinisisaldus käis kaasas südame ja veresoonkonna haigustega, viimased aga, nagu mäletate, kustutavad kõige rohkem inimelusid). Haige N kaalus enne ravikuuri algust üheksakümmend kilogrammi, mis oli tema kohta ilmselt liiga palju, ravikuuri lõpul aga seitsekümmend viis kilogrammi. Üsna kergesti võttis ta terve puuda kaalust maha, kuigi toiduratsioon seejuures ei muutunud.

V. Muhhatšov arvab, et raskete isotoopide viimisega halvaloomulistesse kasvajatesse saab pidurdada vähirakkudes kulgevaid biokeemilisi protsesse ja peatada sel teel ka haiguse kulgu.





Tõtt öelda aga vananemise deuteeriumihüpotees, vaatamata põhjenduste ilmekusele, ei suuda seletada paljusid vastuväiteid.

Hiidloomad võisid välja surra ka teistel, veelgi tõenäosematel põhjustel (kliima muutumine, kosmilise kiirguse valangud). Arusaamatu on ka see, miks fauna kõige suuremad esindajad (elevandid, jõehobud, ninasarvikud, gorillad) ja lopsakas taimestik — «endise hiilguse jäänused» — säilisid mitte mägedes, põhjas, vaid just troopikaaladel, kus niiskusevahetus on kõige intensiivsem. Aga vaalad? Nende esivanemad elasid kunagi ju maismaal! Miks siis gigantsed maismaa-imetajad asusid ümber vähem soodsasse keskkonda? Mis aga puutub mägilaste ja põhja-alade elanike erakordsesse pikaealisusse, siis pole nende andmete tõepärasus kuigi usaldatav. Peale selle oleks rumal jätta arvestamata veelgi tähtsamaid tegureid, nagu kliima iseärasused, õhu puhtus, toidu koostis jne.

Jah muidugi, seemned kõrge kontsentratsiooniga raskes vees ei idane, mikroobid, konnapojad, tõugud ja kalad aga hukkuvad. Kuid nagu selgus, võivad nad niisama hästi hävida ka tavalises vees!

Keegi saksa teadlane otsustas harjutada raske veega mikroorganisme. Need paljunevad kiiresti: juba tühipalja tunni jooksul vahetub mitu põlvkonda. Lisades vähehaaval üha rohkem ja rohkem rasket vett, hoidis katsetaja vahetpidamata paljunevat pisitillukeste olevuste kogumit pikka aega uues keskkonnas. Peatselt asendas raske vesi hariliku vee täielikult. Esialgsete mikroorganismide kauged järeltulijad tundsid end aga niisama hästi, nagu poleks midagi juhtunud! Kuid kõige rabavam avastus ootas eksperimentaatorit veel ees: kui mikroorganismid järsku sattusid tavalisse, deuteeriumivabasse vette, hävisid nad silmapilkselt... Kas tõesti kõrgeltarenenud taimed ja loomad ei suutnud evolutsiooni käigus kohaneda raske vee kontsentratsiooni vaevalt märgatava suurenemisega kahe tuhandiku protsendi võrra, 0,014 protsendilt kuni 0,016 protsendini? Ja kui nad tõepoolest kohanesid vee uue isotoopse koostisega, kas siis joogivee põhjalik puhastamine deuteeriumist ei too kaasa veelgi raskemaid tagajärgi kui selle kontsentratsiooni suurendamine? Lõpuks toome väljavõtte kuulsa ameerika biofüüsiku, gerontoloogiainstituudi kaastöölise

B. Strehleri monograafiast «Raku aeg ja vananemine», mille kirjastus «Mir» avaldas 1964. aastal. B. Strehler kirjutas selles, et putukate eluiga lühenes tunduvalt juba 20 protsendi raske vee lisamisel. Niisugusel katsel lülitub aga kõigi eluliselt tähtsate struktuuride koostisse palju rohkem deuteeriumi kui selle mistahes võimalikul akumuleerimisel loomulikes tingimustes. «Hüpotees, mille järgi vananemine on tingitud raske vee suurtest kogustest organismis, tuleb seega nähtavasti kõrvale heita,» resümeeris Strehler.

Oli ilus hüpotees! Ja äkki — kõrvale heita... Kahju, eks ole? Kuid teaduse Themis pole sentimentaalne. Kui paljude hiilgava populariseerimisandega esitatud ja publiku poolehoiu võitnud ideede surmaotsusele on ta väärama-tult kindla käega alla kirjutanud, kuigi need ideed olid põhjalikult välja töötatud ja autorid neid ennastsalgavalt kaitsesid!

1. juunil 1889. aastal toimus Pariisi Teadusliku Ühingu aktusesaalis Ch. E. Brown-Séquard'i loeng. Kuulajaskond oli erutatud, lausa vapustatud. Miks ka mitte — väljapaistev füsioloog, kuulsa Claude Bernard'i järglane Collège de France'is, jutustas noorenemiskatsetest, mis ta iseenese kallal oli sooritanud. Algul katsetas õpetlane muidugi loomadega. Pärast tegi ta ka endale kuus koerte ja küülikute värske munandiekstrakti süsti. Sel ajal oli Brown-Séquard juba seitsmekümne kahe aastane ja seetõttu pole mingi ime, et — nagu ta ise ütles — ta keha närbus ja mõistus tuhmus. Tulemus aga — lektor tundis, nagu oleks ta oma kühmus õlgadelt tervelt kolmkümmend aastat maha raputanud!

Varsti teatasid ka teised arstid imelise «Brown-Séquard'i ekstrakti» edukast kasutamisest. Austria kirurg E. Steinach jätkas uurimisi ja hakkas oma patsientidele tegema pilustuslõikeid eriliste väljumiskanalikeste jaoks, püüdes sellega stimuleerida nn. interstitsiaalsete rakkude kasvu, mis pidid tema arvates organismi uuendama. Ameerikas sai Steinachi järglaseks B. Benjamin, kes kohaldas uue meetodi ka naistele. Kolossaalse populaarsuse võitsid S. Voronovi poolt 1919. aastal Pariisis sooritatud noorenemiskatsed. Vene kirurg siirdistutas prantslastele inimahvide sugunäärmeid. Niisugused operatsioonid kutsusid esile terve laviini vastuväiteid, eriti pärast seda, kui rikaste vanakeste puhul hakati siirdistutamise jaoks inimahvide

asemel doonoritena kasutama noormehi, kes vaesuse tõttu olid meeleheitel ja keda ahvatles rahaline tasu.
Kõik need eksperimendid tuginesid eeldusele, et organismi nooruslikud jõud säilivad eelkõige suguhormoonide aktiivse eritumise tõttu. Samal ajal on juba ammu teada, et inimesi, kelle organismis maast-madalast need hormoonid täielikult puuduvad, iseloomustab eunuhhoidism, kuid nad vananevad niisama aeglaselt nagu kõik teised, normaalsed inimesedki. Brown-Séquard aga, kuigi ta tundis end kolmkümmend aastat noorenenuna, suri juba viis aastat pärast sensatsioonilist ettekannet.
XX sajandil hakati vananemisdraamas peaosa mängivaks «priimanäärmeks» pidama kilpnääret. Seejärel hüpofüüsi. Siis kompleksi hüpofüüs — neerupealised — kilpnääre. Paraku aga näitasid endokrinoloogia viimase aastakümne edusammud veenvalt, et kõik katsed püüda vanaduse saabumist ammendavalt seletada hormoonisekretsiooni häiretega on viljatud.
Arstid teavad, mida tähendab Simmondi tõbi. See kahjustab ajuripatsit, kutsudes esile seisundi, mis sarnaneb kõrge vanusega, kuid kõigest hoolimata erineb viimasest tunduvalt. Veel enam, ühe või mitme sisesekretsiooninäärme täielik atroofia ei põhjusta vananemist. Lühidalt öeldes, hormonaalse aktiivsuse vähenemine pole vanaduse põhjus, vaid tagajärg, õigemini — sellega kaasnev nähtus. See on vaid organismi kohanemine uue seisundiga, kus algab ainevahetuse üldine nõrgenemine. Vastupidi Brown-Séquard'i, Steinachi ja teiste hormonaalse geriaatria pioneeride teoreetilistele järeldustele selgus, et hormoonide kontrollimatu kasutamine, aastaid tegevuseta olnud endokriinsete näärmete liigne ülespiitsutamine võib rikkuda raugaorganismi une tasakaalu ja viia katastroofini.
Nagu näeme, varises vananemise «endokriinne» hüpotees teaduslike faktide all kokku. Mis sellest! Seevastu stimuleeris ta analoogiliselt sisesekretsiooninäärmetega uurimisi uues suunas, mille tulemuseks olid avastused, mis rikastasid gerontoloogiat ja valgustasid vanadusprobleemi teisi külgi.
Veel üks näide. Originaalse vananemishüpoteesi esitas Ilja Metšnikov, kes seda ühtlasi ka energiliselt kaitses. Tema «Optimismietüüdid» tekitasid sajandi algul tõelise sensatsiooni, tõmbasid endale arstide terase tähelepanu

ja, nagu sellisel puhul ikka, äratasid veelgi suuremat huvi mittespetsialistide hulgas. Vanadus on haigus, väitis Metšnikov. Selle põhjuseks on organismi järkjärguline mürgitumine. Mürki toodavad sooltebakterid. Mürkained mõjuvad ühelt poolt kahjulikult närvirakkudele, teiselt poolt aga aktiviseerivad õgirakkude tegevust, kes omakorda ründavad ja hävitavad teisi, organismile vajalikke, kuid nõrgenenud rakke. Närvisüsteem hakkab atrofeeruma. Tekib arterioskleroos. Nii saabub vanadus ja lõpuks surm. Et seda ära hoida, soovitas teadlane tõkestada kõdunemisprotsesse antibiootikumide abil. Või siis profülaktika mõttes jämesool hoopis eemaldada.

Jugoslaavia teadlane, meditsiinidoktor Mirko Grmek, raamatu «Gerontoloogia — õpetus vanadusest ja pikaealisusest» autor, kirjutab: «Kaasaegsete teaduslike uurimistööde valgusel on Metšnikovi mõlemad teooriad ekslikud.»

«Ekslikud»... Jah, teaduse Themis seisab valvsalt tõe kaitsel. Kuid ta on pime. Side silmadel segab teda märkamast, mis toimub teisel pool kaalukangi, mille kaussidele on visatud kuivad argumendid «poolt» ja «vastu». Seal on aga teadlase mõttelennust haaratud suure lugejateauditooriumi sügav erutus. Seal käivad spetsialistide hulgas tulised vaidlused, millest varem või hiljem kristalliseerub välja tõde. Tõde võidutseb. Themis kuulutab kohtuotsuse. Häbistatud hüpotees antakse arhiivi.

Kas tõesti ei jää järele mitte midagi peale tõe? Aga teadusliku otsingu romantikast haaratud inimesed, kes tulid teadusse pärast Brown-Séquard'i loenguid või Metšnikovi raamatu ilmumist? Ning nende uurimiste tulemused, mille ajendiks oli soov kontrollida hulljulge mõtte õigsust ja mis mõnikord näitasid täiesti ootamatult väljapääsu teaduse kõrvalharus? Kas võib kõrvale heita kõik need uued kallihinnalised tõeterakesed, mis vähehaaval, märkamatult liitusid, nii nagu sädemest tõuseb leek?

Ärgu ka deuteeriumihüpotees sobigu vananemise kõikehõlmava teooria ossa. Kuid kas pole huvitav teada saada, kuidas mõjub vee erinev isotoopne koostis elusorganismidele?

Veel üks paljutähendav fakt: poleemika «eluvee» ja «surmavee» ümber äratas selle mõistatusliku probleemi vastu huvi mitte ainult asjatundmatute lugejate hulgas, vaid ka spetsialistide ringis, nende seas, kes oma elukutse

tõttu tegelevad raske vee omaduste uurimisega. Nii nägi ilmavalgust veel üks lumevee ebatavalisi omadusi seletav hüpotees, mida toetas aktiivselt keemiakandidaat Z. Tkatšok.

Ei, deuteeriumiga pole siin midagi tegemist, väidab Zinaida Aleksandrovna. Värske lumevee imettegev toime on tingitud sellest, et ta mitme päeva jooksul säilitab jääle iseloomuliku füüsikalis-keemilise struktuuri. See on nagu vedel jää või — kui see rohkem meeldib — nagu jää lahus vees. Asi on selles, et $H_2O$ molekulid on võimelised üksteisega vesiniksillakeste abil ühinema ažuurseks kristalli meenutavaks ruumvõreks. Jää puhul on see tõepoolest kristall — tahke ja kindlapiiriline (tuletage meelde lumehelbekest!). Kuidas on lugu aga vedela vee korral? Rangelt võttes kristallstruktuuri siin pole, kuid agregaadid, mis koosnevad üksteisega haakunud veemolekulidest, on ka siin olemas, kusjuures vedelas vees on molekulid pakitud tihedamini. Jää ruumiline muster on küll tunduvalt hõredam ja tema sõlmede vahelised kaugused suuremad (seetõttu ongi jää veest kergem), kuid seevastu on seosed märgatavalt jäigemad (ja jää ongi kõva aine). Värske lumevesi säilitab teatud aja jooksul just nimelt niisuguse struktuuri, keedetud vesi aga kaotab selle, väidab Z. Tkatšok.

Selle originaalse idee andis Zinaida Aleksandrovnale hämmastav nähtus: magnetvälja toimel muudab vesi oma füüsikalis-keemilisi omadusi (vt. ptk. «Kuues meel?»). Nähtavasti on põhjus selles, et magnetiseeritud vee struktuur muutub ja see muutus säilib mitme päeva jooksul. Kui tuletada meelde nõukogude teadlase N. Trintšeri järeldust vee molekulide erilisest paigutusest rakkudes, siis näib «struktuurihüpotees» üsna tõepärasena.

Ja siiski pole see hüpotees ei vähem ega rohkem spekulatiivne kui deuteeriumihüpotees! Kumbagi eeldust võib kinnitada või ümber lükata ainult eksperiment — range ja erapooletu kohtunik.

Muuseas, mõni sõna spekulatsioonidest. Seesama B. Strehler, kes katsete põhjal drosoofilakärbsega mattis hiilgavalt maha vananemise deuteeriumihüpoteesi, on öelnud: drosoofilakärbsed, kes said umbes 4500 röntgeni suuruse kiirgusdoosi, elasid kauem kui kiiritamata kärbsed.

Mõelge selle kohutava arvu — 4500 röntgenit — üle järele. Seitse korda väiksem doos — 600 röntgenit — on

inimese jaoks absoluutselt surmav. Omal ajal langes õnnetule jaapani laevale «Õnnelik draakon» radioaktiivset tuhka, mida oli jäänud õhku pärast ameerika vesinikupommi katsetamist kurikuulsa Bikini atolli lähedal. Mõni kuu hiljem suri suurtes valudes raske maksakahjustuse tagajärjel laeva radist, kuigi kiirgusdoos oli saja või isegi mitmesaja röntgeni võrra absoluutselt surmavast väiksem. Kärbestel polnud aga vähimatki viga! Isegi vastupidi — nende jaoks on surmatoovad kiired omapärane «eluliksiir»!

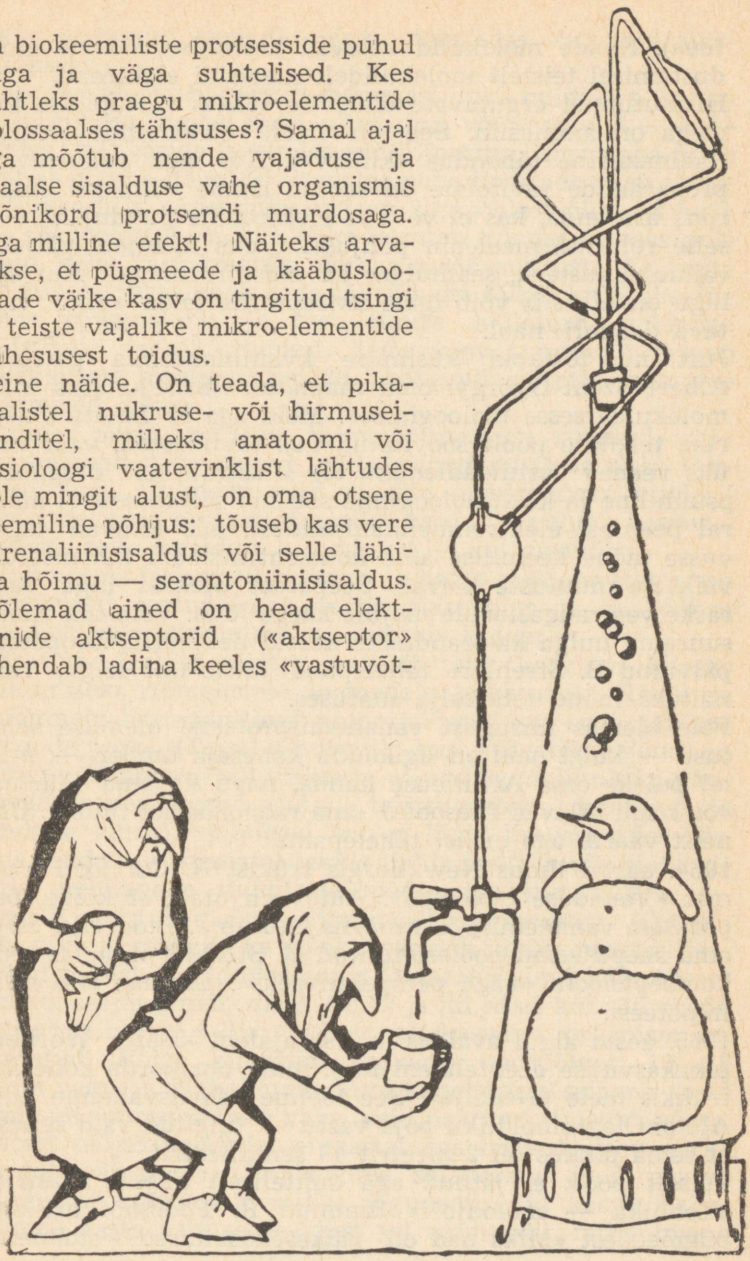
Kui meil poleks üksikasjalisi ja igakülgseid andmeid radiatsiooni toime kohta kõigesse elusasse,võiks keegi ehk katsete põhjal drosoofilakärbestega tulla veel järeldusele, et kiirgus mõjub organismile soodsalt. Kas aga teadusel on piisaval hulgal informatsiooni raske vee suurte ja väikeste annuste bioloogilise aktiivsuse kohta? Kas ehk mõned meie kindlad veendumused ei löö kõikuma pärast hulgalisi katseid «eluveega»?

Aastat kolmkümmend tagasi avaldas Kunze huvitavaid mõtteid kosmilise kiirguse kahjulikust toimest kõigesse elusasse. 1957. aastal formuleeris radioloog G. Failla, kes arendas Kunze ideid edasi, kiirgusgeneetilise teooria. Selle kontseptsiooni järgi saabub vanadus seetõttu, et ioniseeriv (näiteks kosmiline) kiirgus ja teised tegurid kutsuvad esile kahjulike mutatsioonide, s. o. kromosoomide ja nukleiinhapete struktuuri parandamatute vigastuste kuhjumise. Kosmilisest kiirgusest tingitud tavaline radiatsioonifoon on ju isegi nn. tolerantse ööpäevase doosiga, s. o. laboratooriumides radioaktiivsete preparaatidega töötamisel maksimaalse lubatava kiirgusdoosiga (0,03 röntgenit) võrreldes tähtsusetult väike. Me ei lase just eriti sageli end arsti juures röntgenikiirtega valgustada (doos on ligikaudu 10 röntgenit). Seda huvitavamad on need nõrgad mõjustused gerontoloogia seisukohast lähtudes, mida tõendab kas või see, et B. Strehler pühendab oma monograafias Failla teooria kriitilisele analüüsile mitu lehekülge. Asi pole nähtavasti mitte niivõrd raugastava mõju uurimises, kui just huvis kiiritusest tingitud vigastuste mehhanismi vastu. Miks peaksime siis B. Strehleri eeskujul, n.-ö. efekti väiksuse tõttu eitama raske vee mõju vananemisele, veel enam aga «eluvee» mõju organismile?

Siinkohal tuleks meenutada, et mõisted «vähe» ja «palju»

on biokeemiliste protsesside puhul väga ja väga suhtelised. Kes kahtleks praegu mikroelementide kolossaalses tähtsuses? Samal ajal aga mõõtub nende vajaduse ja reaalse sisalduse vahe organismis mõnikord protsendi murdosaga. Aga milline efekt! Näiteks arvatakse, et pügmeede ja kääbusloomade väike kasv on tingitud tsingi ja teiste vajalike mikroelementide vähesusest toidus.

Teine näide. On teada, et pikaajalistel nukruse- või hirmuseisunditel, milleks anatoomi või füsioloogi vaatevinklist lähtudes pole mingit alust, on oma otsene keemiline põhjus: tõuseb kas vere adrenaliinisisaldus või selle lähima hõimu — serontoniinisisaldus. Mõlemad ained on head elektronide aktseptorid («aktseptor» tähendab ladina keeles «vastuvõt-



tev»). Nende molekulid võtavad keemilise sideme moodustamisel teistelt molekulidelt meeleldi elektrone. Hirmutunnet ergutavate ühendite suhtes vastupidise toimega on aminasiin. See on helde elektronide doonor (ladinakeelne tähendus «kinkiv»). Kui aga rahustavate preparaatide ravitoime on seotud nende võimega elektrone ära anda, kas ei või siis elektronide puudujääk olla selle rõhutud meeleolu põhjuseks, mis kaasneb paljude vaimuhaigustega, sealhulgas ka skisofreeniaga? Kui aga lugu on nii, siis võib igale aktseptorile leida rohtu vastava doonori näol.

Just nii tõstabki küsimuse kvantbiokeemia patriarh Albert Szent-Györgyi oma raamatus «Sissejuhatus submolekulaarsesse bioloogiasse». Meid aga ei huvita ameerika teadlase poolt soovitatud uus ravimeetod, vaid veel üks veenev vastuvaidlematu tõe illustratsioon: organismi psüühiline ja ka füsioloogiline seisund sõltub suurel määral peentest elektronmehhanismidest, mis astuvad tegevusse mõne keemilise aine kontsentratsiooni tähtsusetult väikeste muutuste korral. Seepärast olekski liiga vara raske vee raugastavale mõjule käega lüüa. Võib-olla oleks suurema hulga katseandmete korral deuteeriumihüpotees pälvinud B. Strehleri tähelepanu mitte ühe lõigu, vaid näiteks mõne lehekülje ulatuses.

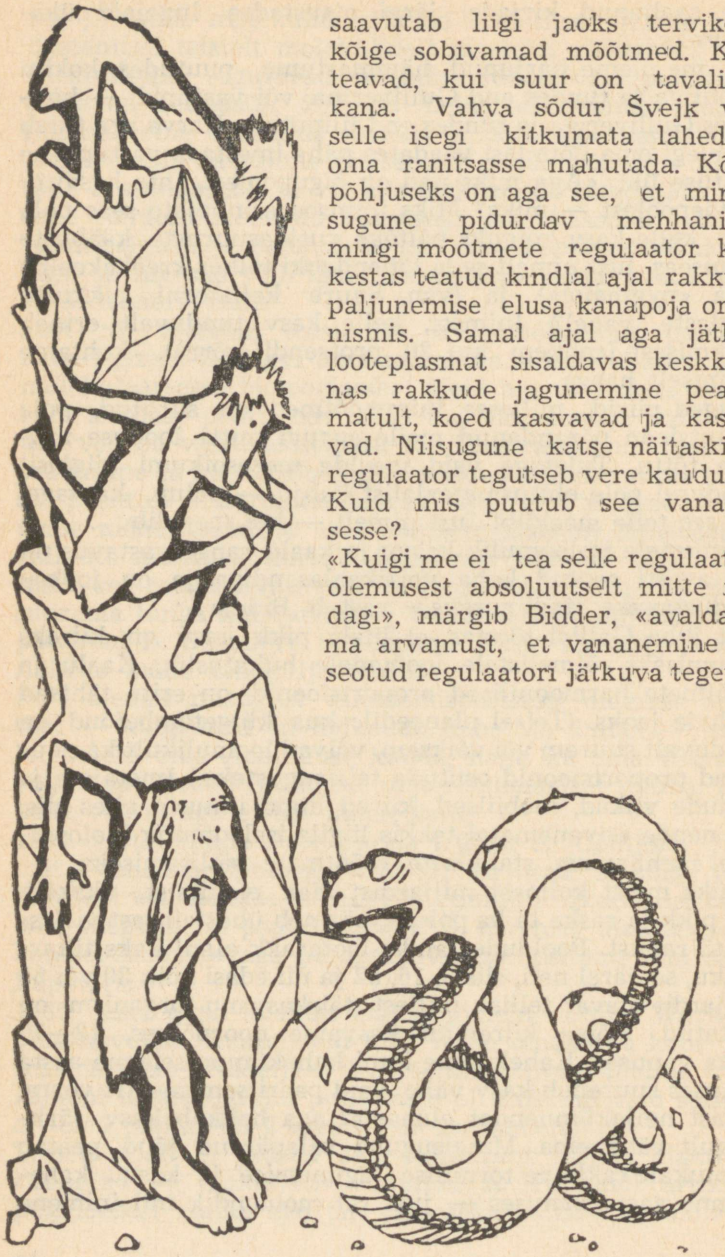
Pole olemas niisugust vananemisprotsessi olemuse seletust — kuigi neid on ligikaudu kahesaja ümber —, millel poleks oma Achilleuse kanda, nagu ka oma väärtust või, nagu ütlevad filosoofid, oma ratsionaalset tuuma. Üks neist väärib aga erilist tähelepanu.

1964. aastal ilmus New Yorgis trükist A. Comforti raamat «Vanaduse bioloogia». Autor kirjutab, et kõige tõepärasem vananemise käsitusviis kuulub J. Bidderile. Isegi oma skeptitsismi poolest tuntud B. Strehler nimetas seda kontseptsiooni «väga perspektiivseks». Esitame siin selle hüpoteesi.

1965. aasta algul avaldas inglise ajaleht «Daily Worker» pikakasvulise džentelmeni foto, mille omakorda kohe ära trükkis meie «Nedelja». See tõeline rahvusvaheline huvi Albioni tagasihoidliku poja vastu oli tingitud vaid sellest, et tema pikkus oli 2 meetrit 49 sentimeetrit.

Teiselt poolt ei jätnud aga suhteliselt hiljuti ajakirjas «Tehnika — molodjoži» ilmunud R. Podolnõi artikkel pügmeedest «Miks nad on väikesekasvulised?» toimetu-

sele saabunud kirjade järgi otsustades lugejaid ükskõikseks.
Jah, me oleme harjunud hämmastuma, puutudes kokku liliputiga ja tundes end Gulliverina, või vastupidi — kohtudes Gulliveriga ja tundes end liliputina. Harva aga tuleb kellelegi oma hõimlasi vaadates pähe imestada vastupidise nähtuse üle: «Aga miks nad on õigupoolest ühte kasvu?» Ja tõepoolest — miks? Miks inimsoo esindajate seas pole neid, kelle kasv kõiguks näiteks rusikasuuruste kääbuste (muuseas, just nimelt seda tähendabki tõlkes kreekakeelne sõna «pygmaioi») ja Ivan Suure kellatorni pikkuste hiiglaste vahel? Inimesi, kelle kasv tunduvalt erineb keskmisest (rohkem kui 20 protsendi võrra), kohtame äärmiselt harva.
Ranged piirid, millesse inimmõõtmed on surutud, pole evolutsioon pärandanud meile sugugi mitte looduse ihnsuse tõttu. Tuletage vaid meelde mesosoikumi hiiglasi! Loodusel pole ehitusmaterjalist kahju — palun, kasvage, kui see teile meeldib! Just nimelt — kui meeldib...
«Inimestele iseloomulik kasvu ja kaalu range vastavus on nähtavasti seotud keha vertikaalasendiga ja on jooksu soodustavaks tingimuseks,» vastab Bidder.
Vist juba Galilei tõestas, et liialt pikk kasv on kiireks liikumiseks võimelistele loomadele hukatuslik. Kaalu ja mõõtmete harmoonilised proportsioonid on eriti tähtsad lindude jaoks. (Teisel planeedil, kus külgetõmbejõud on tunduvalt suurem või väiksem, võivad loomulikult ka nõutavad proportsioonid osutuda teistsugusteks.) Imetajate ja lindude vilkad, mobiilsed, kiired liigid ilmusid alles siis, kui nende esivanematel tekkis liigile iseloomulik bioloogiline mehhanism stabiilsete mõõtmete säilitamiseks.
Igaüks meist kolmest miljardist Maa elanikust, ükskõik kui pikk ja raske ta ka poleks, pärineb ühestainsast viljastatud rakust. Pooldudes andis looterakk algul kaks tütarrakku, seejärel neli, siis 8, 16, 32 ja nii edasi kõik 30 või 50 miljardit elavat tellist, millest täiskasvanu organism on ehitatud. Kõige kiiremini kasvame noorpõlves, 13—18 aasta vanuses. Kahekümne kuni kahekümne seitsme aasta vanuses suureneb kasv vähe, vaid paari sentimeetri võrra, pärast neljakümnendat eluaastat aga hakkab kasv järkjärgult vähenema. Mingisugune salapärane jõud peatab võimukalt rakkude tormilise jagunemise ja kasvu kahekümne aasta vanuses — just sel momendil, mil inimene



saavutab liigi jaoks tervikuna kõige sobivamad mõõtmed. Kõik teavad, kui suur on tavaliselt kana. Vahva sõdur Švejk võis selle isegi kitkumata lahedasti oma ranitsasse mahutada. Kõige põhjuseks on aga see, et mingisugune pidurdav mehhanism, mingi mõõtmete regulaator katkestas teatud kindlal ajal rakkude paljunemise elusa kanapoja organismis. Samal ajal aga jätkub looteplasmat sisaldavas keskkonnas rakkude jagunemine peatumatult, koed kasvavad ja kasvavad. Niisugune katse näitaski, et regulaator tegutseb vere kaudu.

Kuid mis puutub see vanadusesse?

«Kuigi me ei tea selle regulaatori olemusest absoluutselt mitte midagi», märgib Bidder, «avaldasin ma arvamust, et vananemine on seotud regulaatori jätkuva tegevu-

sega pärast seda, kui kasvamine on lõppenud.» Regulaatori talitlus soodustab liigi õitsengut. Kui ürginimene tõi 18-aastaselt ilmale poja, siis 37-aastaselt liik teda enam ei vajanud, sest selleks ajaks oskas poeg juba ise jahil käia ja oma lapsi toiduga varustada. Kudede (kõhre-, lihase- ja närvirakkude) hilisemad, vanusest tingitud muutused, mida me tavaliselt seome vananemisprotsessidega, polnud liigi väljakujunemiseks enam olulised. Vastavalt sellele tagas kasvu reguleerimine optimaalse füüsilise arengu ajavahemikus kahekümnendast kuni neljakümnenda eluaastani. Järgnevad muutused kasvus polnud rassi jaoks enam olulised, sest ükski inimene ei elanud tollal kuuekümne-aastaseks.»

Niisiis, ei miski muu kui loomulik valik, mille puhul said eluõiguse ja jätsid omataolisi järele vaid kõige tugevamad, vastupidavamad ja oma mõõtmetelt kõige sobivamad indiviidid, ongi põhjuseks, miks inimesel on niisugused antropomeetrilised «parameetrid» nagu täiskasvanul küpses eas. Eeldades, et kunagi eksisteerisid väikesed, järelikult ka nõrgad kahejalgsed või, vastupidi, kohmakad ja aeglased hiiglamõõtmetega kahejalgsed, siis polnud nad keskkonna karmide tingimustega kohanenud ja olid seetõttu määratud väljasuremisele. Inimühiskonnas on juhusliku valiku määrav osa aja jooksul muidugi kadunud (vt. ptk. «Maailma lõpp?»). Sellest hoolimata pärandas aga evolutsioon meile teatud pärivusliku bioloogilise teguri, mis pidurdab kasvu. Looduse seisukohalt lähtudes oli oluline, et see pidur hakkaks tööle umbes kahekümne aasta vanuses, kindlustades rassi esindaja parima füüsilise arengu ajal, mil ta soetab endale järeltulijad ja annab pärilikkuse teel oma omadused edasi lastele.

Raske ja kiiresti mööduv oli see aeg (kui mäletate, oli meie ürgesivanemate keskmine eluiga 20—30 aastat). Noh, aga kui mõni õnneseen imekombel pääses ja siiski kauemaks elama jäi? Kasvuinhibiitor mõjus selle õnneliku kudedele kuni elu lõpuni, lämmatades samal ajal ühtlasi ka organismi teised funktsioonid. Metslased võisid vist küll huviga kiigata valgenenud juuste, kortsus naha ja kühmus seljaga kaashõimlasi, pingutades oma kohmakat aju, et leiutada uut sõna selle kentsaka abitu oleku väljendamiseks. Vanadus...

Inimene poleks seda olekut tundma õppinudki, kui poleks kasvupidurdajat! Elussüsteemid, mis lakkavad kasvamast,

on määratud paratamatule närbumisele ja surmale (Bidderi tees). Teiselt poolt aga kõik, kes on varustatud võimega vahetpidamata kasvada ja areneda, jäävad igavesti nooreks. Tõendid? Olge lahked: imetlusväärne seaduspärasus lesta ja mõnede teiste merekalade elus. Teatud ikka jõudnud isasloomad lakkavad kasvamast ja hakkavad hulgaliselt surema. Emasloomad, vastupidi, kasvavad edasi ja elavad kauem. Muidugi võtab hüpoteesi autor arvesse, et üsna tihti ei sure põhjas laisklejad loomulikku surma, kuid sellest hoolimata on emasloomade surevus tunduvalt väiksem kui isasloomadel. Näib, et ka tuurakala kasvab pidevalt ja seetõttu ei vanane. Ja polegi nagu rohkem tõendeid. Tõtt öelda pole neid just ohtrasti. Vastuväiteid on seevastu aga ülearugi.

Raske on uskuda suremusstatistika täpsust tingimustes, kus lestal on nii palju vaenlasi — küll meres, küll kaldal. Kaotad hetkeks valvsuse, ja juba oledki kaluri võrgus või oma kiskjast venna hambus. Paljud kalad nähtavasti lihtsalt ei ela seniajani, kui vanadus oma õigused maksma paneb.

Kasvu ja eluvõime vahelist seost on raske leida mitte ainult kalade, vaid ka kahepaiksete, roomajate, lindude ja imetajate jaoks. On registreeritud juhtumeid, kus siga elas 27-aastaseks, lehm 30-, koer 34-, šimpans 37-, lõvi ja krokodill 40-, kaamel 50-, hobune 62-, kassikull 68-, elevant 98- ja hiiglakilpkonn isegi 152-aastaseks! Arvatakse, et vaalad võivad elada koguni mitu sajandit. Kes teab, ehk leidub loomade seas tõepoolest kui mitte just surematuid, siis igavesti noori eksemplare?

Bidderi ideid kommenteerides teeb Strehler fakte austava spetsialisti ettevaatlikkusega järelduse: «Niisiis pole meil mingit kaalukat põhjust väita, et kõik hulkraksed vananevad.» Tuleb välja, et kõikide liikide jaoks pole vanadus kohustuslik? Aga kas ei saaks teha nii, et ta poleks kohustuslik ka inimese jaoks?

Kui Bidderi hüpotees on õige, siis tuleb uurida salapärast inhibiitorit, mis pidurdab organismi kasvu. Selle mõju neutraliseerimine tähendab inimeste muutmist mitte ainult noorteks, vaid ka pikkadeks, massiivseteks ja tugevateks. Praegu pole kiviaeg, et karta inimese keha suurtest mõõtmetest tingitud ebamugavusi. Näiteks kasahh Ahtajevit 232-sentimeetrine kasv ei seganud, vaid hoopis aitas suurepäraselt korvpalli mängida. Ja kes ütles, et ini-

mene peab alati käima mööda maad (kontinenti) ja Maal (planeedil)? Neptunuse kuningriigi ülesharimata uudismaa köidab juba ammu teadmishimuliste ja julgete meeli, Jacques Yves Cousteau räägib aga tõemeeli *Homo aquaticus*'test, tulevastest ihtüandritest. Kasv pole ujujale takistuseks. Vaalad on ju küll tohutult suured, kuid nad tunnevad end vees oivaliselt. Inimene valmistub teisi planeete asustama. Kui seal aga raskusjõud on väiksem kui Maal, siis võivad pikk kasv ja suur kaal olla kasulikud.

Ei suuda vastu panna kiusatusele (andku paljukogenud lugeja meile andeks!) tülitada veel tuhande esimest korda suure unistaja Herbert Wellsi varju ja meenutada tema unustamatut «Jumalate rooga»! Selle romaani «peategelane» — «herakleoforbium» — on imettegev kasvukiirendi. Imedesadu saab alguse üksildases Kenti farmis, kus keemik Redwood ja füsioloog Bensington hakkasid kasvatama hiiglakanapoegi. Mõte vabaneda kitsendustest, mida loodus inimkeha mõõtmetele on ette seadnud, köitis ka teise kirjaniku — L. Lagini meeli. Kahjuks on nii Wellsi «herakleoforbiumil» kui ka Lagini «Patendist AB» pärineval «Bereniike eliksiiril» parandamatu puudus — autorid vaikivad arukalt nende preparaatide retseptidest. Sellest hoolimata on agaramad ajakirjanikud juba valmis «kõhklemata kinnitama, et neisse fantastikaromaanidesse on patenteeritud idee NKA-st». Jutt on kogu maailmas kõmu teinud nafta-kasvuainest, mille avastas aserbaidžaani akadeemik Džebrail Husseinov.

Ausalt öeldes avas selle raamatu autor K. Levitani ja A. Melamedi brošüüri «Patent NKA» salajase umbusuga. Skeptilisele vastuvõtule häälestas juba nimetus ise, Lagini romaani rõhutatult muudetud pealkiri. Võis arvata, et ajakirjanikud oskavad juba sääsest elevanti teha. Kuid ei, esimestest ridadest peale ootab lugejat meeldiv pettumus.

«Me kaalusime kaua, kuidas alustada seda juttu kohtumistest aserbaidžaani teadlasega,» kirjutavad autorid. «Võinuks alustada näiteks nii.

... 1541. aasta jaanuari tuisusel hilisööl kärgatas Freiburgi lähedal asuva väikese saksa linna Staufeni agulis plahvatus. Risti ette lüües ja vanakurja meelde tuletades tulid maja rusude juurde naabrid: nendeni jõudis kõiketeadev kuulujutt, et öösiti nõidus siin mingite rohtude kallal sissesõitnud alkeemik. Nii lõpetas oma elupäevad

elueliksiiri otsinud magister Georg Sabelicus Faust-noorem, Nekromantia Põhjatu Allikas, Astroloog, Teine Võlur Kuu all, nagu ta oma kirjades selle maailma suurtele ennast ise nimetas. Seesama doktor Faust, kellest on loodud legende ja kirjutatud mahukaid raamatuid...
Meenutades riivamisi, et inimkond on viis sajandit asjatult igavesest noorusest unistanud, tuleks sellise alguse järel asetada mõttepunktid ja rabada lugejat järgmise fraasiga. «Nüüd on elueliksiir lõpuks leitud ja te võite seda osta igast «Sojuzselhoztehnika» osakonnast tingimusel, et teil on tellimisavaldus järgmiseks aastaks ja te olete varustanud ennast sobiva taaraga — kanistrite, vaatide ja tsisternidega.»
Me oleme aga kindlalt veendunud, et lugeja on skeptik ega usu meid. Muuseas, me ise oleme ka teatud määral skeptikud. Oleme kuulnud juba mitmesugustest, kasvustimulaatoritest, nagu gibberelliin, auksiin, heteroauksiin jt. Hämmastama panid kaks asjaolu: uus preparaat ei maksa praktiliselt mitte midagi, ja mis peaasi, seda on edukalt katsetatud niihästi laboratoorseis tingimustes kui ka miljonitel põlluhektaritel.
Tõeliste skeptikutena ei uskunud me seda. Ja nädal hiljem, korjanud kokku ajakirjaniku lihtsad kimpsud-kompsud, olime juba Bakuus.»
Niiviisi, sundimatult, humoristlikult ja teaduslikust küljest täiesti korrektselt (andmed pärinevad algallikatest!) on kirjutatud tagasihoidlik raamatuke, mille «neelad» korraga läbi nagu seiklusjutu. Ja milleks veel seiklused! Kas võib siis Husseinovi preparaadi hämmastavaid «seiklusi» tavaliste seiklustega võrrelda? Siin leidub aga tõepoolest, mille üle imestada.

Süsivesikuvahetuses on tähtis osa hormoonil, mida eritab ajuripats; see peaaju lisand aga, kui te pole unustanud, reguleerib keha kasvu. Ajuripatsi haigus — hüpofüsaarne kahheksia — on vahest kõige täpsem «vanadusmudel». Niisiis, kui ajuripats eemaldada, ent samaaegselt viia organismi teatud kindel annus NKA-d, siis süsivesikuvahetust ei rikuta. Järelikult võib stimulaator teatud määral asendada kasvuhormooni! Ega siis muidu parane NKA mõjul ainevahetus ning suurene organismi kaal.
Ja see pole veel kõik. Iseseisvalt, sõltumatult D. Husseinovist, avastas akadeemik A. Karajev, et NKA, soodusta-

des haavade kinnikasvamist, surmab mikroobid ja kiirendab vigastatud kudede kasvu.

NKA mõjub soodsalt kesknärvisüsteemile. Selle toimel tõuseb närvisüsteemi toonus, lüheneb aeg, mis kulub organismi reageerimiseks ärritusele, näiteks hädaohusignaalile, suureneb organismi valmisolek vastuabinõude rakendamiseks.

Vähehaaval ja ettevaatlikult loomade kallal katsetades jõudsid teadlased järjega NKA toime kontrollimiseni inimeste juures. Ja äkki...

«Kodanik S. on 65-aastane. Pärast NKA tarvitamist hakkasid tema hallid juuksed tumenema, paljas pealagi juustega kattuma ja kulmud tumenema, tõusis üldine töövõime ja intensiivistus vaimne tegevus...»



«Kodanik L. kohutas kuusteist aastat inimesi oma hirmsa väljanägemisega: ekseemi vastu ei aidanud ükski rohi. Pärast NKA-vannide võtmist 23 päeva jooksul ei jäänud ekseemist jälgegi, L. käte nahk meenutab praegu vastsündinu nahka — see on roosa ja sile, kadunud on sõrmede kangestus, hakkasid kasvama küüned...»
«Pärast NKA sissevõtmist tõusis mu vaimne ja füüsiline aktiivsus,» teatas seitsmekümne kuue aastane arst Z. «Samaaegselt toimus minuga midagi ebatavalist: ma tundsin, et mu organism noorenes umbes kahekümne viie aasta võrra. Vabandagu ametlik arstiteadus meid sellise julge eksperimendi pärast, kuid meie, NKA katsetajad, kes on preparaadi toimet oma nahal kontrollinud, väidame, et NKA-l on imetlusväärne omadus kutsuda esile noorenemist...»
Akadeemik D. Husseinovi aadressil hakkas ootamatult saabuma hulgaliselt niisuguseid kirju. Teadlased laiutasid käsi: mida küll «omavolitsejatega» teha? Arusaadavalt on ju uute, veel mitte järele proovitud meditsiiniliste vahendite katsetamine ilma igasuguste metoodiliste soovitusteta riskantne ettevõte, mis võib tahtmatult lõppeda väga õnnetult. Veidigi tugevam kontsentratsioon — ja NKA muutub surmavaks mürgiks! Kolhoosnikud teavad väga hästi, et suurepärasel kasvustimulaatoril NKA-l, mis tõstab märgatavalt saagikust, on suurtes annustes tugeva mürgi toime — ta hävitab taimi. Asjaarmastajate eksperimentide puhul aga prooviti annuse suurust empiiriliselt, kobamisi. Üks ettevaatamatu samm, ja end nii hästi soovitanud preparaat on, asja ees teist taga, kompromiteeritud. Õnnetuse korral aga langeb selle vari tahtmatult ka süüta süüdlaste, teadlaste reputatsioonile.
Ja nii saabuski Stavropoli krai ühte linnakesse, kuhu NKA isehakanud eksamineerijaid oli siginenud, komisjon, et kontrollida kirjade autorite sensatsiooniliste väidete õigsust. Ja siis: «Kõik, mis eksperimentaatorid kirjutasid, on sajaprotsendiliselt õige,» konstateeris noor teadlane, Husseinovi kaasvõitleja Paša Zamanov.
Aserbaidžaani Röntgenoloogia ja Radioloogia Instituudi teadusliku töötaja Mazarski järeldused olid palju ettevaatlikumad. Oletame, et NKA stimuleerib teatud elundite ja süsteemide tegevust, aga kui kauaks? Kas mõne aja möödudes ei ilmne äkki preparaadi kahjulik toime?
Selgus, et kartused polnud alusetud. Mõni nooruseeliksiiri

entusiast minestas ja sai ataki. Oli vaja põhjalikumalt uurida kõiki positiivseid ja negatiivseid efekte, mida NKA raugaorganismis esile kutsus. Selle töö tegi kohusetruult ära Üleliiduline Gerontoloogia Instituut Kiievis. Katseid sooritati küülikutega. Ja inimestega. Ning paljude kuude jooksul.

Tulemused olid aga vastu ootusi väherõõmustavad. Preparaat ei pidanud vastu eksamil «nooruse- ja pikaealisuse eliksiiri» nimele. Arstiteadus keelas kategooriliselt NKA sissevõtmise, kuigi viimane endiselt säilitas oma terapeutilise väärtuse välispidise ravina.

Jaa, vara on veel võidumarssi mängida. Kuid kas see tähendab, et geriaatria tõmbas nooruseeliksiiri otsingutele kriipsu peale?

Ei, tuhat korda ei! Stimulaatorite toime olemus pole veel kaugeltki läbi uuritud. Pole võimatu, et ühenduses mingi teise preparaadiga, mingisuguste muude kasutamisviisidega NKA veel näitab, milleks ta on suuteline ja sunnib veel kogu maailma endast kõnelema. Ainult miks just tingimata NKA? Kas maailmas on veel vähe küll tuntud, küll tundmatuid kasvustimulaatoreid? Aga järsku leiavad biokeemikud mingi teise võimaluse «inhibidderi» — Bidderi hüpoteetilise inhibiitori juhtimiseks? Kes teab, võibolla kulub ka «eluvesi» gerontoloogidele marjaks ära?

Aastatel 1963—1964 vilksatasid ajalehtedes ja ajakirjades teated ebatavalisest leiust: Zeravšani mägedest leiti iidset palsamit — muumiot. Muumio on unikaalne ravim, millel pole looduses võrdset! See arstib haigusi, kasvatab kinni haavu ja soodustab luumurdude kokkukasvamist! Muumio päritolu on salapärane ning keemiline koostis keerukas ja omapärane!

Peatselt avaldas ajakiri «Priroda» rubriigis «Teadusliku tõe kaitseks» professor K. Kostrini sõnavõtu. «Laskumata «imepalsami» meditsiinilise väärtuse üksikasjadesse, pean vajalikuks juhtida tähelepanu ülalmainitud publikatsioonide sensatsioonilisusele,» mossitas autor. Ja pani nagu «i»-le punkti peale.

Pärast Egiptuse vallutamist araablaste poolt VII sajandil algas iidsete hauakambrite riisumine. Uurides palsameeritud surnukehi, pöörasid vallutajad tähelepanu asfalti meenutavale kivistunud ainele, millega laibad olid läbi immutatud. Selles tunti ära muumio — iidsest ajast kuulus universaalne ravim, imettegev palsam. Hauakambrite ahned



TRÜ Raamatukogu

rüvetajad hakkasid nimekatelt surnutelt otsekohe asfalti maha kraapima ja teistesse maadesse vedama, müües seda seal muinasjutuliselt kõrge hinnaga «hauamuumio» nime all. Just sel ajal juurduski rahvaste keeltes palsameeritud inimjäänuste nimetusena sõna «muumia», mis pärineb asfaldi araabia- ja pärsiakeelsest nimest.
Muumio on naftast saadav orgaaniline ühend. See pole juba ammu enam saladus. Ka mineraalsete komponentide kuulumine selle koostisse on üldtuntud fakt. Mis aga puutub selle kordumatutesse raviomadustesse, siis need on iseloomulikud mitte ainult muumiole, vaid ka mõnedele teistele bituminoossetele looduslikele ainetele, näiteks siberi «kiviõlile». Kas poleks siis parem, resümeeris professor Kostrin, kui naiivsete sensatsiooniliste avalduste asemel tagasihoidlikult asjalikku, sihikindlat ja igakülgset muumio uurimist jätkataks?
Mõistlik nõuanne! Ei maksa unustada varasemaid uurimisi, nagu ei maksa uskuda ka vanu legende. Huvitav on siin aga vaat mis: muumio lähimaks sugulaseks on NKA! «Nõukogude meditsiin kinnitas naftalaan-nafta ravitoimet,» kirjutab professor Kostrin. «Naftalaan-nafta sisaldab palju vaiku. Viimane on hea ravivahend maohaavade, maksahaiguste ja sisesekretsiooninäärmete haigestumiste korral, samuti ainevahetushäirete ja mõnede nahahaiguste puhul. Tänapäeval on kuurort «Naftalaan» tuntud kogu maailmas.»
Tuleb lisada, et naftalaan-nafta sisaldab rohkem nafteenhappeid kui mistahes muu päritoluga nafta. NKA aga on nafteenhapete naatriumisoolade lahus. Ja sel kombel jäi nii NKA-le kui ka muumiole ravimpreparaadi reputatsioon.
Märkides erineva ühtsust ja ühesuguse erinevust, paljastades legende ja kaitstes tõde, kinnitab keemia võimukalt oma kanna geriaatrias. Üha sagedamini ja meelsamini laskub gerontoloogia anatoomilistelt ja psühholoogilistelt pjedestaalidelt rakulähedasele ja molekulaarsele tasemele.
Ja mis sellest, kui muumio polegi nii unikaalne — mida rohkem niisuguseid aineid tõmbab endale geriaatrite tähelepanu, seda parem. Olgu nad pealegi juba ammust ajast tuntud — sellest hoolimata pole ju muumio, samuti ka selle hõimu NKA kõik saladused veel lahendatud. Ja lõpuks, mis sellest, et kumbki neist pole suuteline preten-

deerima unikaalse ravimi, kõiki haigusi raviva imerohu nimele, rääkimata juba pretendeerimisest nooruseeliksiiri kohale. Kas neil suurepärastel preparaatidel pole siis juba ilma selletagi küllaldaselt teeneid? Ravides meid haigustest, peletavad nad juba praegu eemale vanaduse ja surma.

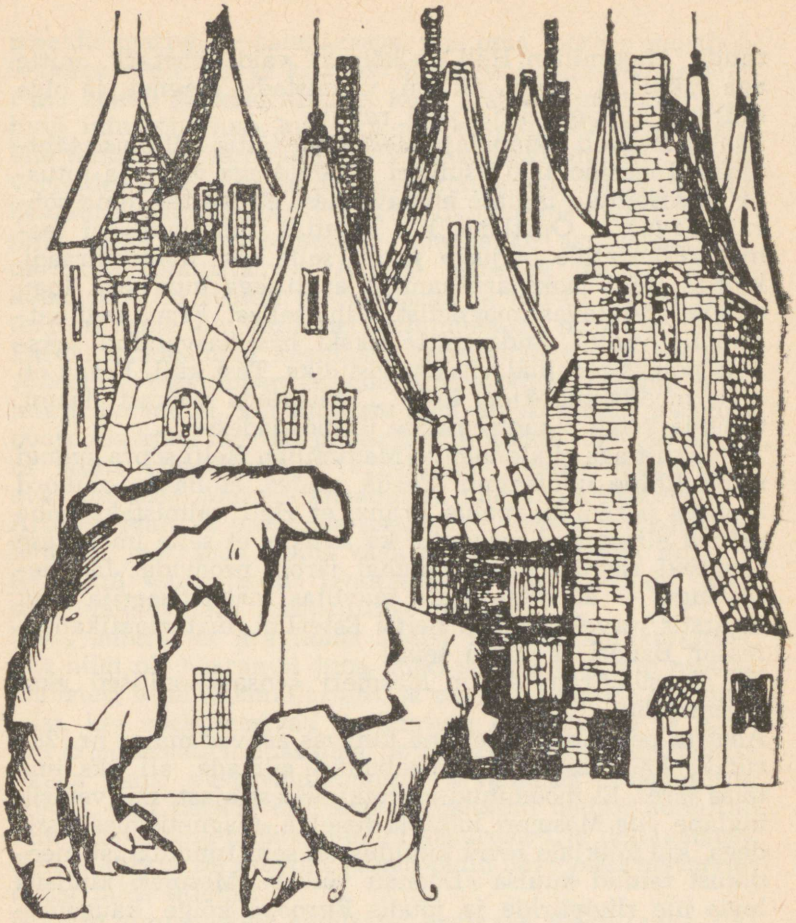
Üha enam ja enam kaldub gerontoloogia arvama, et vanadusel pole mitte ainult mingi üks põhjus, vaid ta on tingitud tervest bioloogiliste nähtuste kompleksist. Kui lugu on aga tõepoolest nii, siis mida julgemad on geriaatrite otsingud farmatseutilises keemias ja selle iidsete ning uusimate ravimite valdkonnas, biokeemias ja biofüüsikas, kaasa arvatud kõige intiimsemad rakusisesed mehhanismid, bioküberneetikas ja matemaatilises bioloogias, kus kehtivad ranged suuruslikud kriteeriumid, seda kiiremini saabub aeg, kus organismi raugalik närbumine pole enam fataalne paratamatus, seda kauem hakkavad inimesed elama, teadmata, mida tähendab füüsiline nõrkus, tunnete surrogaat ja mõistuse hämardumine.

«Eluvesi»... NKA... Muumio... Uurimiste ja avastuste ahel pole sellega veel lõppenud! Gerontolooge ja geriaatreid ootab veel palju saladusi ja avastusi. Kas nooruseeliksiir on põhimõtteliselt võimalik? Kui jah, siis kas õnnestub leida selle retsepti? Ja kui õnnestub, siis missuguse mõõdupuuga hakkavad inimesed oma eluiga mõõtma, milliseks kujuneb aeg elada ja milliseks aeg surra? Kümned probleemid, sajad mõistatused. Kõik nad ootavad juurdlejaid ja teadmishimulisi.

Tundmata ja uurimata maa on pjedestaalide jaoks ebakindel pinnas. Sellele astujal jääb üle lohutada end vaid lootusega, et vead, mis ta teeb, osutuvad austusväärseiks. Ja ikkagi sunnib nende ridade kirjutaja kätt liikuma võibolla lapsik, naiivne ja pime, kuid siiras usk, et nooruse ja pika ea eliksiiri retsept leitakse.

«Jaapani firmad müüvad miljonite viisi magnetkäevõrusid. Räägitakse, et nende kandmine mõjub hästi tervisele . . . »
«Seda küll, kuid ameerika spetsialistid suhtuvad magnetehete terapeutilisse väärtusse skeptiliselt . . . »
«Kuid on ju täpselt teada, et vee magnetiseerimisel suureneb soolade lahustuvus selles! Just sel teel võib vabaneda katlakivist torudes. Aga kas arterioskleroosi puhul veresoonte seintele sadestunud kaltsiumisoolad ei kujuta siis endast katlakivi?»
«Magnetvälja mõju elusolendile on uuritud veel äärmiselt vähe. Veel enam, on olemas kuri kahtlus, et see mõjub tervisele koguni halvasti. Näiteks on teada, et magnettormide ajal sagenevad südameatakid ja suureneb isegi haigete suremus.»
«See on pigem juhuslik kokkusattuvus. Magnettormide seos haiguste ägenemisega pole veel kindlalt tõestatud.»
«Kui aga magnetväli elusolendile mõju avaldab, miks siis just tingimata ainult head? Tänapäeval, mil kunstlikult luuakse üha tugevamaid ja tugevamaid elektromagnetilisi välju, ei saa sellest küsimusest vaikides mööda minna . . . »
Teadlased astuvad uude ainevaldkonda — elektromagnetilisse bioloogiasse. Missugune on selle probleemistik? Millised raskused siin esinevad ja milliseid lootusi ta annab? Mida annab see ainevaldkond inimesele?

## KUUES MEEL?



Ühel ilusal suvisel päeval 1774. aastal külastas Viini astroloogi Helli keegi tundmatu, välimuse järgi otsustades välismaalane. Millega võib lihtne jesuiidi paater niivõrd kõrgele külalisele kasulik olla? Valmistada suur magnet? Miks mitte, see on ju tühiasi! Ja-jah, just niisuguse kujuga, et seda oleks mugav asetada kõhule. Härra loodab, et sel teel võib aidata ootamatult haigestunud abikaasal vabaneda valudest kõhus? Oo, selle vastu (nõustuge sellega!) ei tarvitse tagasihoidlik Jeesuse ordu teener huvi

tunda: Maximilian Hell on kõigest vaid tähetark, mitte aga eskulaap. Tema asi on valmistada magnet, ja olge mureta, küllap tellija jääb rahule.
Paater Hell oli sõnapidaja mees ning täitis tellimuse tähtajaks. Tagasihoidlik jesuiit ei pidanud aga vastu ja jutustas sissesõitnud inglase ebatavalisest ettevõttest oma sõbrale Franzile. Õpetlane, kes kirjutas dissertatsiooni teemal «Planeetide mõjust» ja sai selle eest doktorikraadi, kuulas Helli jaoks arusaamatu erutusega huvitavat lugu kõhule asetatavast magnetist. Vähe sellest, Franz tegi patsiendile visiidi, mida mitte ükski hästikasvatatud sakslane poleks pidanud viisakusvisiidiks. Tõsi küll, Franz oli arst, meditsiinidoktor, kuid... küsitleda võõrast daami, tungida kõige pikantsemaisse üksikasjadesse...
Tegelikult aga ei ajendanud Maximilian Helli sõpra sugugi mitte lihtne uudishimu. Teada saades, et haige olukord muutus paremaks, palus Franz, et Hell valmistaks kohe mõned niisugused magnetid ka temale, et selle imepärase rauatüki ravitoimet oma nahal järele proovida. Ja imelik lugu — algusest peale saavutas magnetiseerija edu: ta arstis terveks kellegi neitsi Esterlini, matemaatikaprofessor Baueri ja palju teisi.
Nii algasid Franz Anton Mesmeri sensatsioonilised eksperimendid.
Austria pealinnas äärelinna tänavas asuvas majas nr. 261 sündis hämmastunud linnaelanike silmade all üks ime teise järel. Ei möödunud aastatki sellest ajast, mil veidrik inglane viis Mesmeri mõttele tegelda magnetismiseanssidega, kui kõikjale leviv kuuldus oli seni tundmatust meedikust teinud kuulsa «Doonau võluri». Mesmeri kuulsus levis üle riigipiiride ja jõudis Euroopa kõige kaugematesse nurkadesse. Kuid just sel ajal, mil silmapaistvad arstid küll kirjalikult, küll suuliselt magneti võlujõudu kinnitasid, märkas Mesmer oma eksitust: inimestele ei avaldanud mõju mitte hobuserauakujuline elutu metallitükk, vaid sellega manipuleeriv elav inimene ise. Kahjuks ei osanud Mesmer aimatagi, et tegemist oli hüpnoosiga, haiguse ravimisega sisendamise teel, sest need mõisted ilmusid meditsiini alles palju aastakümneid hiljem.
Patsientidel polnud nende ebajumala hinge närivate kahtlustega muidugi mingit pistmist. Efektsed protseduurid, mis nende hädisele mõistusele ja kihelevale keelele kas või vähegi ainet andsid, rahuldasid neid täielikult, neile

meeldis igasugune salapärasus, mis oma mõrkja müstikalõhnaga nende närve kõditas. Mesmeri juurde voolas murruna kokku jõukaid kliente, kuid arst ei tundnud mingit huvi inimvõhikluse kullaaukude ekspluateerimise vastu. Mis tähtsus on kergeusklike võhikute paljuhäälsel kooril, võrreldes akadeemilise professorkonna kas või üheainsagi heatahtliku hinnanguga? Viis korda pöördus Mesmer maailma kõige autoriteetsemate teaduslike asutuste poole, taotledes tunnustamist. Asjata! Ametlik teadus põlgab kõike, mis on seotud petturlusega ja musta äritsemisega teaduse nime all. Viini meditsiininõukogu ning Berliini ja Pariisi akadeemiad keeldusid kategooriliselt igasugusest tõsisemast tutvumisest mesmerismiga. Nüüd ei jäänud Mesmeril üle muud, kui kutsuda appi ühiskondlik arvamus, pöörduda kõigi haritud ja teadmishimuliste lugejate poole: ta laskis trükkida oma «Traktaadi loomse magnetismi avastamisest». Mesmeromaania lõi uue jõuga lõkkele.
Arusaadavalt ei otsustata teaduslike ideede saatust hääletamise teel, seda teadis väga hästi ka Mesmer. Ent mis teha, kui «surematud» ignoreerivad uut meetodit koos selle vaieldamatu terapeutilise efektiga!
Häda sunnil, et ära hoida üldist mesmerismiharrastust, mis niigi oli haaranud juba kõiki seltskonnakihte mustatöölistest kuni õukondlasteni, ja osavate kelmide paljunemist, kes spekuleerivad harimatute lihtinimeste ja haritud aristokraatide ebausuga (muuseas, ühesuguselt võhiklikega oma vastuvaidlematus arvamuses magnetismi kohta), olid faktide ette seatud õpetatud mehed sunnitud tunnistama oma olukorra kogu absurdsust ja delikaatsust. Nende kõrkus oli murtud ja nad pidid oma vaikimisvandenõust lahti ütlema.
Niivõrd autoriteetset komisjoni nagu see, mille Louis XVI oma kuninglikul tahtel moodustas maestro Mesmeri kahtlaste uuenduste kontrollimiseks, ei olnud paljukogenud Euroopa seni veel näinud. Nimede hulgas särasid niisugused kuulsused, nagu elektriliste protsesside uurija Benjamin Franklin, moodsa keemia rajaja Antoine Laurent Lavoisier ja järgult madalamad, kuid ikkagi kuulsad astronoom Bailly, botaanik Jussieu ja lõpuks arst Guillotin, kellele varsti osutati kordumatut au proovida omal nahal tema enda leiutatud kuratlikku seadeldist — giljotiini...
Ja lõpuks sai ka viimane lehekülg mahukas aruandes valmis kirjutatud. 11. augustil 1784. aastal kuulutati välja



otsus: «Pärast seda, kui komisjoni liikmed jõudsid otsusele, et elumagnetismi-fluidum pole tunnetatav mitte ühegi meie meelega ning et see ei avaldanud mingit mõju ei meile endile ega ka katsealustele haigetele; pärast seda, kui nad tegid kindlaks, et puudutamised ja silitamised kutsusid vaid harvadel juhtudel organismis esile tervendavaid muutusi, tavaliselt aga põhjustasid kujutlusvõime hädaohtlikke kataklüsme; pärast seda, kui nad, teiselt poolt, tõestasid, et kujutlusvõime võib ka ilma magnetismi abita olla krampide põhjuseks, magnetism ilma kujutlusvõimeta ei suuda aga mitte midagi esile kutsuda, otsustasid nad ühel häälel, et mitte miski ei tõesta elumagnetismi-fluidumi olemasolu ja et



järelikult see mittetunnetatav fluidum on kasutu, et selle hämmastavat toimet avalikel seanssidel tuleb osaliselt seletada puudutamistega ja nende poolt esile kutsutava kujutlusega, kuid samuti ka automaatse kujutlusega, mis vastu tahtmist sunnib meid kordama meie meelte poolt tajutud toiminguid. Samal ajal peab komisjon oma kohuseks lisada, et need puudutused, need lakkamatud püüded kriisi esile kutsuda võivad olla kahjulikud ja et niisuguste kriiside jälgimine on ohtlik meis peituva loomuliku püüde tõttu kõike järele aimata, ning seetõttu võivad igasugusel pikaajalisel ravimisel teiste silma all olla kahjulikud tagajärjed.»

Sel kokkuvõttel, mis on võetud D. Mendelejevi tööst «Materjalid spiritismi kohta», peatus Leningradi Ülikooli professor L. Vassiljev.

Oma raamatus «Inimpsüühika salapärased nähtused» kommenteerib ta seda järgmiselt: tuntud šveitsi arst Paracelsus ning tema järglased van Helmont ja Fludd kinnitasid, et üks inimene võib mõjuda teise inimese organismile ja psüühikale saladusliku «elujõu» abil, mis pidavat voolama kätest, silmadest ja keha teistest osadest. Seda oletatavat jõudu või emanatsiooni kutsuti algul fluidumiks. Hiljem hakati väitma, et elusolendeile avaldab fluidum mõju, mis sarnaneb magneti toimega, viimasele aga omistati tollal raviomadusi. Seetõttu nimetati fluidum ümber «loomseks magnetismiks», inimesi aga, kes tundsid kunsti, kuidas oma ravimagnetismi patsientidele üle anda, hakati kutsuma magnetiseerijateks. XVIII sajandi teisel poolel andis Viini arst Mesmer sellele tõest kaugel seisvale õpetusele täpse formuleeringu ja hakkas seda levitama... Komisjon uuris detailselt Mesmeri ja tema järglase Deloni arstipraksist ja korraldas «animaalse magnetvedeliku» küsimuses selgusele jõudmiseks rea teravmeelseid katseid. Need katsed veensid lõplikult, et sellist vedelikku pole olemas, kuid samal ajal viisid nad ka tähtsale avastusele, näidates, kuivõrd tugevat füsioloogilist mõju võib avaldada erutatud kujutlusvõime. Kõike seda, mida Mesmer ja ta järglased pidasid magnetvedeliku mõjuks, seletas komisjon kujutlusvõime toimega (hiljem asendati see sõna nähtuse olemust täpsemini väljendavate sõnadega «sugestioon» ja «autosugestioon»).

Professor Vassiljev, kes õigustatult peab komisjoni järeldusi otsuseks, mis «mängis tähtsat osa võitluses ebausu

vastu», on arvamusel, et need järeldused «viisid tähtsale avastusele» (peetakse silmas hüpnootilist sugestiooni). Stefan Zweig, kes arhiivimaterjalide kaudu tähelepanelikult uuris kogu dramaatilist mesmerismiajastut, avaldab oma biograafilises jutustuses «Franz Anton Mesmer» veidi teistsugust arvamust, nagu oleks komisjoni otsus pidurdanud hüpnootiliste nähtuste avastamist ja põhjendamist: «Pärast Akadeemia otsust ja meditsiinilise kolleegiumi analoogilist eitavat ning vaenulikku hinnangut langes teadlaste jaoks nüüd ja igaveseks ära küsimus psühhoteraapilistest meetoditest ja isikliku mõjutuse abil arstimisest... Pärast seda, kui kuulus Pariisi Akadeemia kaheksateistkümnendal sajandil kord juba oma arvamuse kirjalikult oli esitanud, ei eksisteerinud tema jaoks peaaegu kuni kahekümnenda sajandini enam mingisuguseid hüpoteetilisi, ülisensuaalseid nähtusi. Kui 1830. aastal keegi prantsuse arst pakkus Akadeemiale uut tõestust, siis lükati see tagasi. Ta lükkas ikka veel kõik tagasi isegi 1840. aastal, kui Braid oma «Neurohüpnoloogiaga» tegi hüpnoosist kõigile mõistetava teadusliku tööriista. Juba 1820. aastast alates demonstreerisid asjaarmastajad magnetiseerijad Prantsusmaa, Euroopa ja Ameerika linnades ja külades täiskiilutud saalide ees kõige hämmastavamaid näiteid inimeste sugereerimise kohta; mitte ükski kas või vähegi haritud inimene ei püüa seda enam eitada. Kuid Pariisi Akadeemia, seesama, kes ei tunnistanud ei Franklini piksevarrast ega Jenneri kaitserõugeid, kes Fultoni aurulaeva nimetas utoopiaks, punnib mõttetu kõrkusega visalt vastu, pöörab pea kõrvale ja väidab, et ta ei näe ega näinud midagi.

Ja nii kestis see täpselt sada aastat, kuni lõpuks 1882. aastal, prantsuse arsti Charcot' taotlusel suvatses kõrgeauline Akadeemia hüpnoosiga ametlikult tutvust teha: niivõrd kaua — tervelt sada aastat — pidurdas Franz Anton Mesmerile antud ekslik otsus avastust, mis, juhul kui akadeemikud oleksid olnud veidi õiglasemad ja asja üle järele mõtelnud, oleks võinud teaduse varasalve rikastada juba 1784. aastal.»

Nii või teisiti, kuid saksa kirjanik ja nõukogude teadlane on ühesugusel arvamusel: pihuks ja põrmuks kritiseeritud katsetel oli ka oma mõistlik sisu, ratsionaalne tuum, mille Mesmer maha magas, kuid mis hiljem kandis teaduslikku vilja hüpnoteraapiapõllul. Sellest tuleb juttu edaspidi.

Praegu aga räägime teise idee saatusest, ideest, mis mesmerismi toitis ja mida sellest tähendusrikkast augustipäevast alates, mil Pariisi Akadeemia komisjon Mesmeri spekulatiivsed kaalutlused maatasa tegi, hakati pidama jampsimiseks. Jutt on vaat millest: kas magnet ei avalda organismile ehk tõepoolest tervistavat mõju?

«... Kõige rohkem hämmastas tema välimuses kitsas metallvõru, mis diadeemina laupa pärgas.

«See on ema», ütles Lemanchelle, «tal on migreen.»

Proua Lemanchelle tervitas mind kaebliku häälega ja, nähtavasti märgates, kui imestunult ma tema laupa silmitsesin, ütles naeratades:

«Ärge mõelge, noormees, et see on kroon; see on lihtsalt magnetvõru peavalu vastu.»»

Migreeni all kannatavat ema, kes peas magnetvõru kannab, kohtate Anatole France'i novellis «Punane muna».

«Mesmerismi kustuv järelkaja,» muheleb lugeja. «Meie haritud sajandil ei näe niisugust asja enam kusagil.»

Kuid ei, näeme!

Jaapani teadlaste arvukatest töödest järgneb, et väikeste magnetkäevõrude kandmine avaldab soodsat mõju inimeste vererõhule.»

See pole väljavõte kirjaniku novellist, vaid teadlaste, professor V. Klasseni ja keemiakandidaadi V. Minenko artiklist. Kirjutatud pole see mitte möödunud sajandil, vaid tänapäeval. Selles veendumiseks piisab, kui siseneda raamatukokku, lehitseda ajalehe «Izvestija» 1965. aasta väljaandeid ja peatuda 3. juuni numbril. Tõsi küll, teadlased lisavad: «Võimalik, et see on vaid reklaam. Kuid...»

Vaatame lähemalt, mis peitub selle paljutähendava «kuid» taga.

Kolmekümnendatel aastatel sooritasid nõukogude füüsikud R. Berlaga ja F. Gorski huvitava katseseeria. Nad vaatlesid, kuidas sadestuvad kristallid lahustest, mille lähedal asetseb magnet. Ja selgus, et kristallisatsioon kulges teisiti kui magnetvälja puudumisel. Harkovi majandusinstituudi töötajad tegid hiljem vaieldamatult kindlaks, et lühiajaline, sekundi murdosa jooksul toimuv magnetväljaga mõjutamine muudab peaaegu kõiki vee füüsikalis-keemilisi omadusi — nii pindpinevust kui ka viskoossust, elektrijuhtivust ja isegi tihedust.

Kui palju tüli teeb perenaistele vee karedus! Kõige selle põhjuseks on kaltsiumi, magneesiumi ja raua soolad. Need

kahjulikud segud moodustavad teekannudes katlakivi, rikuvad kohvi maitse, jätavad vanni seintele ja värskelt pestud pesule punakaspruunid plekid. Kehvavõitu läheb ka neil, kes ei arvesta vee «karedat iseloomu» tehnikas. Kui soojustehnik õigeaegselt ei märka, tekib katelde ja torude seintele katlakivi, pärast seda on aga varsti käes ka avarii. Samal ajal aga muudab magnetiline töötlemine vee soojendamisel sadestuvate soolade molekulaarset struktuuri ja on põhjuseks, miks tugeva ja tiheda sadestuse asemel tekib seintele vaid mure, kergesti ärauhutav pulber. Veel enam, «magnetiseeritud» vesi ise hakkab lahustama varem moodustunud katlakivi. Harkovi ühes automajandis olid sadade autode radiaatorid kaetud paksu valkja kirmega. Kui aga autojuhid hakkasid tavalise vee asemel kasutama magnetiliselt töödeldud vett, kadus see kirme iseenesest.

Vee, selle kõige levinuma lahusti magnetiline «õilistamine» aitab reguleerida tsemendi kõvastumist, suhkru kristalliseerumist, polümerisatsiooni ja teisi protsesse. Töötlemismeetod on seejuures rabavalt lihtne: torusse, milles voolab vedelik, paigaldatakse rõngas, millesse on monteeritud pisikesed magnetid.

Nähtusel on seos ka meie tervisega. Vesi moodustab ju inimorganismist kaks kolmandikku. Ning kas ei kujuta veresooned siin endast torusid, milles voolab vesi koos lahustunud sooladega ja selles lahuses heljuvate orgaaniliste ainetega? Analoogia jääks poolikuks, kui mitte meenutada, et kaltsiumi soolad on võimelised sadestuma ka arterite seintele, eriti neis kohtades, kus moodustuvad rasvakühmukesed. Nii algavad südame ja veresoonkonna haigused, mis annavad kõige suurema protsendi surmaga lõppevaid juhte...

Mõtleme nüüd pisut järele. Magnetvõru käel või peas ümbritseb vööna veresooni. Kas ei «õilista» see ehk meie artereis tsirkuleerivat soolast helepunast vedelikku?

Vara on teha veel mingeid konkreetseid järeldusi, seda enam aga anda soovitusi. «Kui aga meenutada ülaltoodud rangelt tõestatud andmeid selle kohta, et pärast magnetilist töötlust suureneb järsult vee võime lahustada raskesti lahustuvaid ühendeid, siis ei saa sellele küsimusele nii kergesti käega lüüa,» näitavad teadlased kätte käimata teeradu tundmatusse.

Teie aga räägite — mesmerism!...
Ja see pole veel kaugeltki kõik.
Tegevuskoht — Perm. Aeg — meie sajandi neljakümnendate aastate algus. Tegelased — nõukogude teadlased. Ja veel Suure Isamaasõja eesliinidelt siia saadetud haavatud sõdurid. Inimelude eest peetava võitluse dramaatilised episoodid. Kui kauged on need episoodid mesmeromaanide poolt XVIII sajandil Euroopas mängitud jantidest nii ajas, ruumis kui ka meetodite poolest! Aga mis see siis on? Milleks on haiglas magnetid? Kas tõesti haigete ravimiseks?!!
Just nimelt — ravimiseks. «Magnetväli avaldab närvisüsteemile tuimestavat mõju,» arvab nii Permi Meditsiiniinstituudi professor M. Mogendovitš kui ka tema kaastöötaja meditsiinikandidaat R. Skatšedub. «See aitab seletada, miks magnetvälja mõjul haigetel valud vähenevad.»
Uraali teadlased tõestasid esimestena, et leukotsüüdid, valgelibled, mis kaitsevad organismi mikroobide eest, aktiviseeruvad magnetväljas. Seega väheneb magnetvälja mõjul organismi hapnikuvajadus ja nõrgeneb ka üldine gaasivahetus. See selgus katsetel valgete hiirtega (loomake asetati klaaskasti püsiva elektromagneti pooluste vahele).
Magnetvälja toimel kadusid väikesed halvaloomulised kasvajad loomadel.
Mõned aastad tagasi hakati magnetvälja raviotstarbel kasutama Bukaresti Balneoloogia ja Füsioteraapia Instituudis. Rumeenia arstid teatavad, et see avaldab soodsat mõju parkinsonismi, poliomüeliidijärgse halvatuse, polüartriidi ja kroonilise bronhiidi korral ning epideemilise kollatõve järgsete komplikatsioonide puhul.
Magnet ravib!
Kui see aga nii on, siis milleks veel viivitada? Võib-olla tuleks viivitamatult alustada magnetsõrmuste, -käevõrude ja -vööde massilist tootmist ning müüa neid võimalikult suurel hulgal ja odava hinnaga otse apteegiletilt nagu ravimeid ja prille, et kandke lahkesti terviseks?
Enne sellele küsimusele vastamist kuulakem aga õpetlikku lugu.
«Keegi naisreporter, kes pidas jahti isehakanud arstidele, külastas hiljuti patsiendina suurt šarlatani. Tähtsa näoga hakkas «doktor» patsienti uurima. Ta uuris selgroogu salapärase musta kastikese abil, mida ta nimetas «neurokalo-

rimeetriks» ja mis pidi tema jutu järgi mõõtma närvide soojust. Galvanomeetriga ühendatud termopaari otsad asetati seljale kummalegi poole lülisammast. Paljutähendaval ilmel teatas Chicago «arst» ajakirjanikule, et selle kael on nihkunud paremale, nihkunud on ka vaagnakoobas, kuid mis kõige hullem, «pöördelüli» on tagurpidi asetunud.»

Nagu «Neljas selgroolüli»! Kas mäletate, kuidas Martti Larni seda kirjeldas?

«Patsiendi kaeblemine oli nüüd muutunud juba tugevaks ulgumiseks, kuid arst lohutas:

«Ime, et te veel elus olete. Kogu selgroog on teil nihkunud tolli võrra vasakule ja iga selgroolüli alla on tekkinud kõhre. Näiteks siin... ja siin!»

Ta surus sõrmega ühele turjalülile ja hakkas siis vanataadi selgroogu ksülofonina tarvitama.

«Aitab... aitab,» ulgus patsient. «Ma ei jõua enam kannatada. Ma lämbun...»»

Ent esimesena mainitud tsitaat on võetud J. McNeali tõsisest artiklist, mis ilmus hiljuti ameerika kuukirja «Popular Mechanics» veergudel. Kõige huvitavam aga alles tuleb: «Seesama ajakirjanik pöördus hiljem teise šarlatani poole, kes kinnitas, et ta ravivat haigusi elektromagnetilise mähise abil. Patsient kurtis liigesepõletiku üle. «Arst» käskis tal lahti riietuda ja end linasse mähkida, vöötas ta seejärel paksu kummivööga, milles olid elektrijuhtmed, ja lülitas voolu sisse. «Arsti» kinnitust mööda pidi niisugune ravikuur kiiresti, tühipalja paari kuu jooksul patsiendi täiesti uueks inimeseks muutma. Aparaat pidi ju «looma veres elektrone» ja «vabastama organismi lämmastikühendite kuhjumisest».

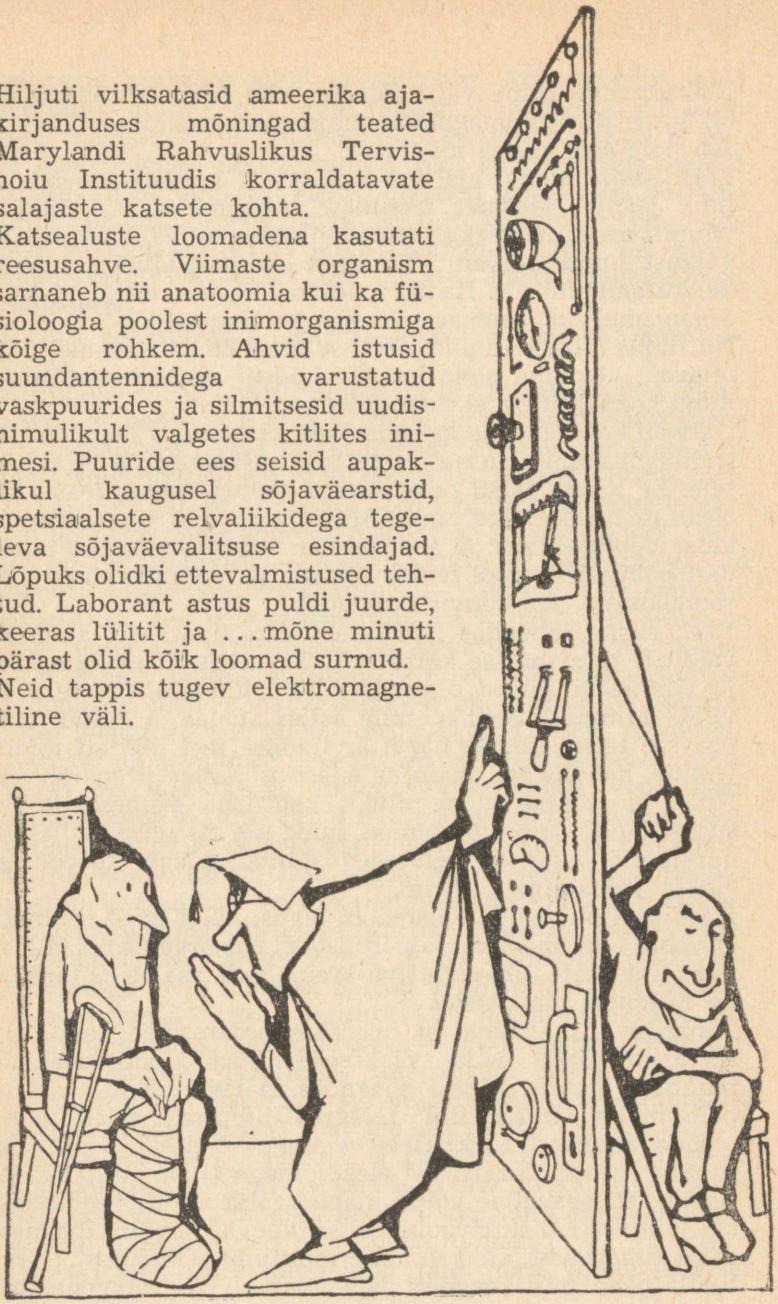
Seadeldiste hulka, mille abil šarlatanid lihtsameelseid tüssavad, kuuluvad magnetismi, raadiolainete ja isegi mingite «teadusele tundmatute kiirte» generaatorid.»

Autor täiendab öeldut arvudega: 1962. aasta sügisel konfiskeerisid föderaalinspektorid osavate eskulaapide haarangul ainuüksi New Yorgis üksteist täiesti kasutut aparaati. Kogu maal aga pumpasid šarlatanid oma klientidelt näilike arstiteenuste eest igal aastal välja kuni miljard dollarit!

Vahest soolas aga USA Arstide Liit elektromagnetiliste kastikeste ja vööde jälitamisel üle?

Otsustage ise.

Hiljuti vilksatasid ameerika ajakirjanduses mõningad teated Marylandi Rahvuslikus Tervishoiu Instituudis korraldatavate salajaste katsete kohta.
Katsealuste loomadena kasutati reesusahve. Viimaste organism sarnaneb nii anatoomia kui ka füsioloogia poolest inimorganismiga kõige rohkem. Ahvid istusid suundantennidega varustatud vaskpuurides ja silmitsesid uudishimulikult valgetes kitlites inimesi. Puuride ees seisid aupaklikul kaugusel sõjaväearstid, spetsiaalsete relvaliikidega tegeleva sõjaväevalitsuse esindajad. Lõpuks olidki ettevalmistused tehtud. Laborant astus puldi juurde, keeras lülitit ja ... mõne minuti pärast olid kõik loomad surnud.
Neid tappis tugev elektromagnetiline väli.



Elektromagnetiline väli? Mis see siia puutub? Siiamaani oli juttu ju püsivmagnetite mõjust organismile.
Asi pole aga sugugi nii lihtne.
1791. aastal, samal ajal kui kuulsusest ja elatisvahendeist ilma jäänud Mesmer üksildase raugana oma kunagise triumfi areenilt märkamatult lahkuda püüdis, nägi päevavalgust Luigi Galvani «Traktaat elektrijõududest lihaste kokkutõmbumisel». Itaalia teadlane oli arvamusel, et kõik organismid on «loomse elektri» generaatorid.
Nii ilmus läbikukkunud «loomse magnetismi» asemel näitelavale «loomne elekter». Uuel ideel oli rohkem õnne, kuigi konfliktideta ei saadud ka siin läbi.
Galvani kaasaegne ja kaasmaalane Alessandro Volta kordas traktaadi autori katseid, kuid tuli teistsugustele järeldustele. Ei, konna jalad pole mingid elektriallikad, teatas ta. Need on vaid elektrijuhid. Mis aga puutub lihaseid läbivasse voolusse, siis oli see Galvani katsetes tingitud muudest põhjustest: vool tekkis kudede ja metalltraatide ning soolalahuste kokkupuutekohtadel.
1837. aastal lahendas itaallane Carlo Manteucci ammuse vaidluse teravmeelse katse abil. Ta võttis lihaspreparaadi ja viis närvi sellest otsapidi teisele lihasele (mitte närvile!). Mingisuguseid metalle selles ahelas ei olnud. Niipea kui teises lihases närvi ärritamise teel tekitati tõmblemine, kandus see otsekohe edasi esimesele preparaadile. Nüüd ei jäänud enam mingit kahtlust: esimese lihase spasmid olid tingitud voolust, mida see sai teiselt lihaselt. Järelikult kaasneb elutegevusprotsessidega tõepoolest elektri tekkimine kudedes.
Ka Voltal oli muide omamoodi õigus, kuigi ta ei teadnud, et voolu tekkimise kõrvalpõhjusteks elusorganismis ei tarvitse tingimata olla elektripatareid. Seda osa oleks täitnud ka Mesmeri magnetsau.
Tänapäeval on teada, et mistahes organismis kanduvad ärritusimpulsid edasi elektrokeemiliste potentsiaalide muutuste kaudu. Teiste sõnadega, närvikiudude süsteem pole midagi muud kui telegraafijuhtmete võrk, mida mööda liiguvad elektritelegrammid. Teiselt poolt aga väidab Faraday avastatud elektromagnetilise induktsiooni seadus, et igasugune välise magnetvälja muutus indutseerib juhtmetes elektrivoolu, mille tugevus ei sõltu magnetvälja tugevusest, vaid viimase muutumise kiirusest. Järelikult peab püsivmagneti lähenemine või kaugenemine

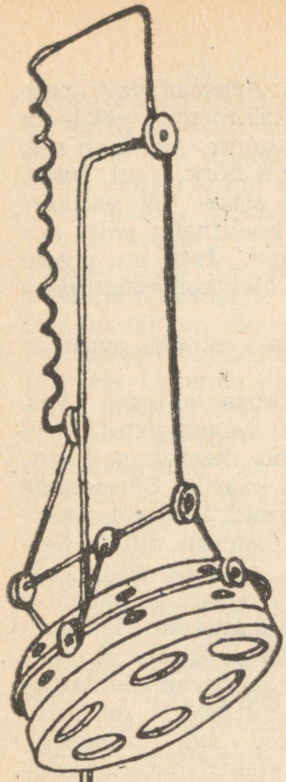
tekitama närvides alati elektrivoolu. Arusaadavalt pole seejuures oluline, mis nimelt liigub: kas magnet või loom selle magneti väljas, liikumine on suhteline. Iseasi on see, et püsivmagneti abil tekitatud vool on nõrk, igal juhul tunduvalt nõrgem kui elektromagneti sisse- või väljalülitamisel indutseeruv vool. Sellest hoolimata pole aga õige rääkida «puhtast» biomagnetismist. Jutt on pigem bioelektrist või, kui just tahate, elektromagnetilisest bioloogiast.

Hiljuti aga rikastus elektrofüsioloogia veel ühe avastuse võrra.

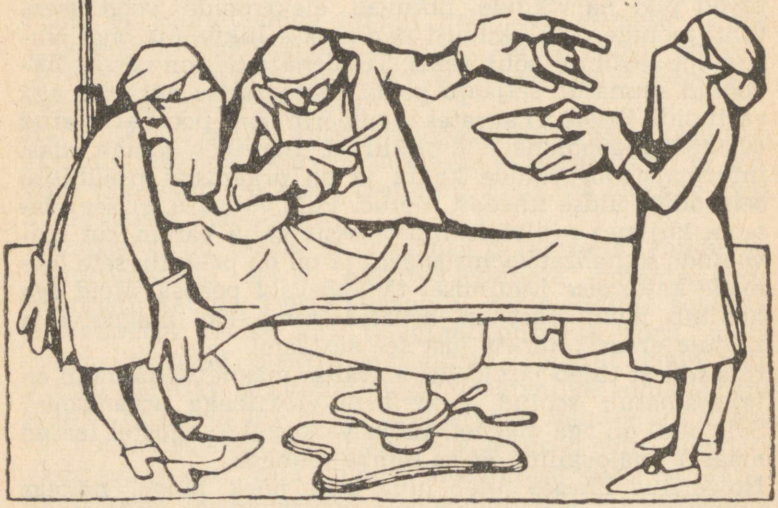
Kujutage endale ette inimese täispikkuses siluetti. Peas, abaluude vahel ja ristluude kohal olgu valged ristid. Riste ümbritseb mitu rida punktiirjooni, mis meenutavad kinnisi kontsentrilisi jooni topograafilisel kaardil. Sõrmeotste ja varvaste all on horisontaalsed kriipsud. Siinsamas kõrval on nagu põrandale laiali laotatud sisaliku siluett. Sellel on neli ristikest — kaks kuklas ja kaks seljal. Ja samuti horisontaalsed kriipsud — varbaotste ja sabaotsa juures. Ei, see pole mesmeromaani kabalistika. Sellisena näeb välja kaart, mille koostas ameerika õpetlane R. Baecker. Kaart näitab piltlikult, kuidas jaotuvad elektripotentsiaalid meie kehal (ristikesed on plussid — positiivsete laengute sümbolid, kriipsukesed aga miinused). Baecker on arvamusel, et selle erilise elektrisüsteemi tekitavad piki närvikiude liikuvad elektronide vood (seni tunti ioonide põikliikumist närvis; see liikumine ongi biovoolude levimise põhjuseks). Tundenärvides on need põikvoolud suunatud seljaaju poole, motoorsetes närvides aga vastupidi. Baeckeri arvates reguleerib tema poolt avastatud süsteem biovoolude levimiskiirust närvides, annab edasi informatsiooni valude kohta ja on organismi psüühilise seisundiga üldse tihedalt seotud. Pole võimatu, et see süsteem kujunes evolutsiooniprotsessis välja varem kui biovoolude signalisatsioonisüsteem ja tal on primitiivsete loomade käitumise juhtimisel tänapäevani peaosa. Meid aga huvitab muu: Baeckeri arvates reageerib magnetvälja mõjule erksalt nimelt just see süsteem!

Kas sellest tuleb järeldada, et välise magnetvälja mõju on lahutamatult seotud elektriliste efektidega organismis? Sel juhul on aga magneti mõju väikestel kaugustel teatud määral analoogiline Volta samba toimega.

Isoleeritud lihases tuleb luua vaid nõrk pinge, näiteks



ühendada lihas taskulambipatarei poolustega, kui ta otsekohe tõmbub kokku. Ent ükskõik kui visalt te tema ümber magnetiga ka ei askelda, kas või kõige tugevamaga, sellisega, millest Mesmer isegi und ei näinud, ei liiguta lihas end üldse. Ei liiguta, kuigi närv jääb juhiks ka surnud lihases (täpsemalt, laboratooriumipreparaadis, kus kude on katsealuse looma kehast juba eemaldatud). Ei liiguta, kuigi vool kahtlemata tekib, lihtsalt peab tekkima! Missugune elund siis magnetvälja mõju vastu võtab? Kas niisugune, mida isoleeritud lihasel pole, näiteks silm? Või kõrv? Või nina? Või nahk? Või kuulmekile? Võib-olla aga varustas loodus oma loomingu kurikuulsa kuuenda meelega, mida me seni ei tunne?



Ärge muiake. Teaduses pole olemas naiivseid küsimusi. Naiivsed võivad olla vaid vastused.
On olemas niisugune ilus ja tark sõna nagu «fosfeen», mida võib aga üsna lihtsalt seletada — sädemed silmist. Õigemini küll silmis: inimene näeb ootamatuid vilkumisi, tulukesi, pälke ja peaaegu et langevaid tähti. Seda on elektromagneti sisselülitamisel juhtunud paljudega, isegi siis, kui elektromagnet polnud eriti tugev. Voolu väljalülitamisel helendus kadus. Niisiis magnet «ei helisenud», «ei lõhnanud», vaid «säras». Mõned aga kiirustasid tegema järeldust, nagu tungiks «magnetfluidum» organismi nägemiskanalite kaudu.
Nii iseenese kui ka teiste oletusi asusid kontrollima J. Holodov ja tema kolleegid MRÜ kõrgema närvitalitluse füsioloogia kateedrist. Tööd juhatas prof. L. Voronin. Eksperimentaatorite valik jäi peatuma kaladel ja sugugi mitte juhuslikult.
Päeval ja öösel, küll hea, küll halva ilmaga ujuvad angerjad Euroopa jõgedest üle kogu Atlandi ookeani Uue Maailma ranniku poole, jõudes Bermuuda saarteni. Seal heidavad nad marja ja surevad. Marjast arenenud maimud aga alustavad vastupidist teekonda — tagasi oma esivanemate elupaika. Teel angerjake kasvab, ja nii hämmastav kui see ka pole, jõuab oma neljandal eluaastal nendesamade jõgede ülemjooksule, kust oma kauget retke alustasid tema vanemad. Niisuguseid pikki ja vintsutusterohkeid rännakuid ei soorita sugugi mitte ainult angerjad. Missugused kompassid küll juhivad kalu neil tuhandeverstastel rännakutel? Kalad pole ju geograafiat ega navigatsiooni õppinud, aga teed ei tunne nad halvemini kui ehtsad lootsid!
Paljud teadlased kalduvad arvama, et kalu, nagu muide ka mõningaid teisi rändureid, aitab orienteerumisel Maa magnetväli. Sel juhul peavad aga eksisteerima tundlikud bioloogilised mehhanismid, mis on suutelised tajuma meie planeedi kui gigantse magneti nõrka välja. Kas niisugused mehhanismid on olemas? Kui jah, siis missugune on nende ehitus?
Pange koger, kass või tuvi magnetvälja. Kas märkate nende käitumises mingit muutust? Selles asi ongi, et ei. Kuid kas võib sellest järeldada, et magnet ei avalda loomadele mingit mõju, et loomad magnetvälja ei taju? Ei või. Kustutage lambike ja jälgige, kuidas reageerivad sel-

lele teie katsealused, seejärel aga süüdake lamp uuesti. Kas midagi muutus? Vaevalt küll. Kuid kellele tuleks pähe väita, et kalad, loomad ja linnud ei taju valgust? Ühe või teise ärritaja mõju üle otsustamisel on rangeks abiliseks Pavlovi tingrefleksside meetod.

Juhtides vette nõrka elektrivoolu, võpatab tukastama jäänud kala ja hakkab akvaariumis erutatult ringi tormama. Kui aga lülitada sisse lihtsalt lamp või plaksutada valjusti käsi, siis kala ei liigutagi end. Vilguta tulega või ära vilguta, tee müra või ära tee — paljunäinud akvaariumielanikku see ikkagi ei hirmuta. Et saavutada samasugust efekti valguse või heli abil, tuleb nende mõju algul suurendada, kasutades sellist tugevat ärritajat nagu elektrivool. Pärast viit või kümmet kombinatsiooni alustab kala oma tantsu otsekohe, kui ta märkab valgusesähvatust või kuuleb plaksu. Ta ei oota enam, kuni teda elektripiitsaga ergutatakse. Tal arenes tingitud refleks valguse ja heli suhtes. Täpselt samuti hakkasid omal ajal Pavlovi koerte süljenäärmed eritama sülge vaid lihtsa kellahelina peale, kuigi «lauale kanda» keegi midagi ei kavatsenudki. Lõunaeinet asendas saatesignaal.

Holodovi katsetes asendas saatesignaal valulist elektripiitsalööki. Ja et paaniline hirm haaras kala iga kord, kui vaid süttis valgus või kõlas müra, siis järelikult tajus ta hoiatussignaali hästi. Mis juhtub aga siis, kui niisuguseks signaaliks on kuulmatu ja nähtamatu magnetiline «polundra»?

Katse tehti katse järel, kuid kala ei liigutanud magnetvälja toimel uimegi. Vist juba kahekümnendat korda lähendab eksperimentaator magnetit märkamatult akvaariumile, saates selle liikumist elektrilöögiga. Kolmekümnendat korda... Neljakümnendat... Ei, kala ei reageeri! Lootust kaotades pidid teadlased oma ettevõtte juba pooleli jätma, kui järsku... Pärast viitkümmend «harjutust» alustas kala lõpuks elektrilööki ootamata oma ringtantsu niipea, kui magnetit lähemale tooma hakati. Tähendab, ta ikkagi tajub magnetvälja! Kuid miks ta siis nii hilja taipas, mida temalt nõutakse?

Tavaliselt kujunevad refleksid raskesti välja siis, kui ärritus on kas liiga nõrk või, vastupidi, liialt tugev. Holodovi katsetes oli magnetvälja tugevus sada örstedit, s. o. ligikaudu poolteistsada korda suurem kui Maa väljatugevus. Väljatugevuse vähenemisel olukord aga ei paranenud.

Väljatugevusel kümme örstedit ei tekkinud üldse refleksi. Seejärel suurendati väljatugevust kümne tuhande örstedini. Ka see ei aidanud! Jäi üle vaid järeldada, et magnet on valguse või häälega võrreldes tunduvalt nõrgem ärritaja, ükskõik kui palju selle võimsust ka suurendada. See on nagu sääsepirin metsakohinaga võrreldes: kas õhus kõlab kihulaste duett või pasundab tuhandel häälel kõigest väest terve kihulaste parv — ükskõik, nende koorilaul ilma saateta, *a capella*, on ikkagi nõrk.

Jääb täiesti arusaamatuks, kuidas need magnetilise «fluidumi» suhtes kurttummad kalad suudavad Maa magnetvälja jõujoonte järgi orienteeruda. Kas siis loomade magnetilise navigatsiooni hüpotees ei pea paika?

Vaadake ja te veendute ise.

Ühtlaselt valgustatud kasti on asetatud sooteod. Neid on palju, sest vastasel juhul oleks raske mingit seaduspärasust leida. Lehtritaolise tunneli kaudu, mille avaus on pööratud lõuna poole, võivad nad oma varjendist välja roomata. Aeglaselt nagu ikka, lahkuvad laboratoorse perekonnaelamu sarvilised elanikud ühiselamust, tassides seljas oma habrast spiraalset telki. Pole midagi lihtsamat kui nende aeglaste turistide rännakut jälgida. Nende vaatlemisega hakkasid tegelema ameerika teadlased F. Brown, H. Webb ja teised.

Hommikuti asutasid teod end teele piki Maa magnetvälja jõujooni. Keskpäeva lähenedes hakkasid nad otse lävelt üha rohkem ja rohkem vasakule hoidma. Õhtul aga roomasid nad uuesti lõunasse. Kurss muutus ööpäeva jooksul ja ka päevast päeva. Võis selgesti märgata, kuidas ühel ja samal kellaajal täheldatud marsruut kaldus päev-päevalt pikkamööda kõrvale, seejärel aga hakkas esialgsesse suunda tagasi pöörduma. Need võnkumised paistsid silma range vastavuse poolest Kuu faasidega. Ja nii kuust kuusse. Lühidalt, tigude reisiplaane iseloomustas range geomeetriline korrapära, kusjuures «koordinaatvõrguks» olid Maa magnetvälja jõujooned.

Teinud kindlaks selle seaduspärasuse, võtsid teadlased kätte ja asetasid «ühiselamu» läve alla sirgmagneti, mille magnetvälja tugevus oli veidi suurem kui Maal. Magnettahk asetati kord nii, kord teisiti, küll piki teed, küll risti või põigiti, kusjuures märgatavalt muutus ka väljatugevus. Kolm aastat kestnud vaatluste tulemusena kandsid uurijad kaardile viiskümmend üks tuhat marsruuti. Ja

missugune oli tulemus? Teod reageerisid kõigile magnetilistele vahelesegamistele inimese poolt, korrigeerides iga kord oma kurssi magnetiliste koordinaatide uue võrgu järgi. Kõik kulges nii, nagu oleks igal teol olnud «magnetfluidumite» vastuvõtuks kaks suunatud ja samaaegselt ka pöörlevat antenni: üks neist tegi pöördeid ööpäevases rütmis, teine aga Kuu faaside rütmis. Niisiis on kusagil tigude organismis tõepoolest peidus kompassinõel!

Meid huvitab kõige rohkem aga teine järeldus: eriti erksalt reageerisid teod neile magnetvälja muutustele, mis olid suuruselt võrreldavad Maa magnetväljaga. Kui aga tehisväli ei olnud mitte poolteist-kaks, vaid viiskümmend korda tugevam kui loomulik väli, millega nad miljonite aastate jooksul oma evolutsiooni käigus olid harjunud, siis vähenes «magnetiliste antennide» tundlikkus märgatavalt. Kas paradoks? Vaevalt küll. Pöördume tagasi analoogia juurde heli tajumisega. Selles ei ole midagi imestamisväärset, kui isegi kõige teravam kuulmine, mis on suuteline eristama vähimatki sahinat või kihulaste mitmehäälsust, ei reageeriks suurtükiväe kõrvulukustavale kanonaadile. Võib-olla ei reageerinud ka kalad Holodovi katsete ajal seepärast, et väljatugevus oli nende jaoks liialt suur? Raske öelda. Magnetväli on kapriisne jõud. Ilmselt ei sisaldu J. Holodovi artikli pealkirjas mitte ilmaasjata hämmastusnoodike: «Magnetväli — kummaline ärritaja». Tõepoolest kummaline!

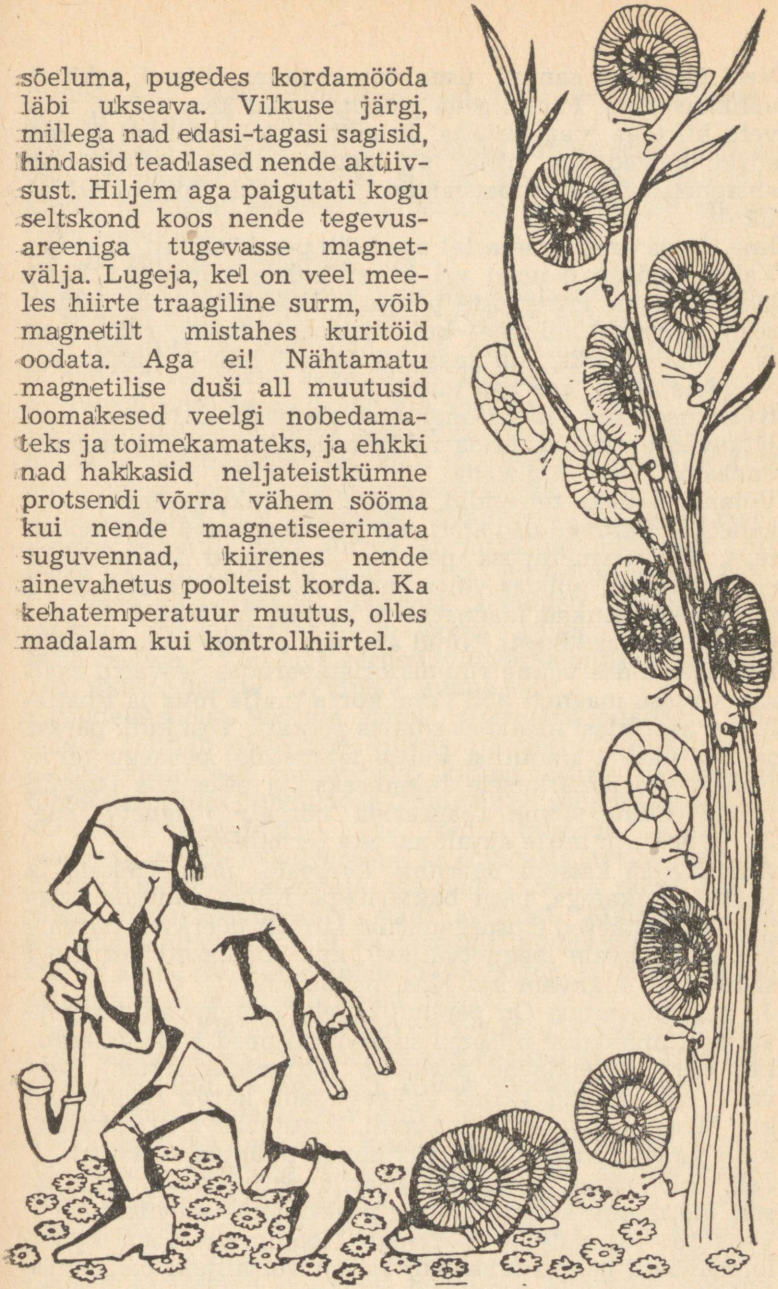
1948. aastal paigutas doktor J. Barnothy hiiri magnetväljadesse, mis olid Maa magnetväljast mitu tuhat korda tugevamad, s. o. olid niisama tugevad kui Holodovi katsetes. Ja närilised märkasid magneti lähedust: nad lakkasid kasvamast. Isasloomad aga koguni hukkusid. Tehisväljast eemaldatud emasloomad arenesid normaalselt ja tõid varsti ilmale täiesti terveid järeltulijaid.

Teine kord asetati sellessesamasse magnetvälja täiskasvanud hiired, kes pidid saama emadeks. Aeg jõudis kätte ja ilmale tulid sabaga lapsukesed. Need osutusid aga normaalsetest väiksemateks. Ja jäid niisugusteks kogu eluajaks. Veelgi tugevamas magnetväljas aga hukkusid looted juba emaihus.

Säh sulle siis veel magnetkäevõrusid!

Kord jaotati puur vaheseinaga, millesse oli tehtud ava, kaheks osaks. Kärsitud loomakesed seda nagu ainult ootasidki: nad hakkasid üksteise võidu puuri ühest otsast teise

sõeluma, pugedes kordamööda läbi ukseava. Vilkuse järgi, millega nad edasi-tagasi sagisid, hindasid teadlased nende aktiivsust. Hiljem aga paigutati kogu seltskond koos nende tegevusareeniga tugevasse magnetvälja. Lugeja, kel on veel meeles hiirte traagiline surm, võib magnetilt mistahes kuritöid oodata. Aga ei! Nähtamatu magnetilise duši all muutusid loomakesed veelgi nobedamateks ja toimekamateks, ja ehkki nad hakkasid neljateistkümne protsendi võrra vähem sööma kui nende magnetiseerimata suguvennad, kiirenes nende ainevahetus poolteist korda. Ka kehatemperatuur muutus, olles madalam kui kontrollhiirtel.



Veel üks fakt, samuti üsna kummaline. Hiirtel tekitati vähkkasvajad. Pärast seda paigutati nad koos teiste, tervete hiirtega magnetvälja. Eranditult kõik terved hiired surid, haiged aga mitte! Ja lõpuks, mõned ellujäänud «magnetiseeritud» patsiendid paranesid hiljem täielikult.

Ime, lausa ime! Teadlastel aga käib pea küsimustest ringi. Vahest mõjub magnet eri hiireliikidele erinevalt? Kuid kus on nende erinevuste põhjus? Ja kuidas leida üldist seaduspärasust nii vee- kui maismaaloomade, roomajate ja lindude jaoks, kui magneti toimel hiired hukkuvad, kaladele ei tee see aga midagi?

Küsimused aga selleks ongi, et neile vastata. Ja teadlased jätkavad otsinguid. Mida rohkem vaatlusi, seda kiiremini õnnestub neid üldistada.

Võtame näiteks termiidid, suured troopikasipelgad. Puhkehetkel asetuvad nad alati risti Maa magnetvälja jõujoontega. Kui termiidipesa pöörata, liigutavad ka putukad end otsekohe, püüdes võtta endist asendit. Siis otsustasid teadlased putukad magnetvälja mõjust isoleerida ja paigutasid nad raudkasti. Nüüd asetusid sipelgad kaootiliselt, kaotades üldse võime ruumis orienteeruda. Seevastu saab aga võimsa magneti abil kohe korra majja luua ja tibatillukesi aafriklasi mistahes suunas pöörata. Tõsi küll, pärast sellist tugevat mõjutust kulub termiitidel peaaegu terve ööpäev meelemärkusele tulemiseks, ja alles siis taastub nende endine võime reageerida nõrgale magnetväljale. Ja nii ei käitu mitte ainult aafrika termiidid.

Analoogilisi katseid sooritati kärbeste, maipõrnikate ja teiste putukatega, isegi bakteritega. Kõigil juhtudel reageerisid pisikesed elusorganismid kiiresti ja erksalt nõrgale kui ka tugevale magnetväljale, mis mõnikord oli isegi sadu kordi tugevam kui Maa magnetväli.

Ja uus mõistatus! On pandud tähele, et tugevad magnetväljad (umbkaudu niisama suured kui need, millega ergutati hiiri) vähendavad putukate liikumisaktiivsust. Seevastu aga nõrgad väljad (kõigest sada korda tugevamad kui Maa magnetväli), vastupidi, ergutavad küll kihulasi, kuid jätavad indiferentseteks nende püüdjad — kalad.

Jah, pole sugugi nii lihtne paarilt paljulubavalt vaatluselt üle minna konkreetsetele praktilistele soovitustele! Vekslite vasakule ja paremale loopimine paari-kolme loteriivõidu põhjal tähendab varem või hiljem pankrotis-

tumist. Kuid Mesmeride ajastu on, tänu taevale, pöördumatult vajunud Lethesse.
Kui me aga magneti toime jälgimisel jõudsime kord juba inimese juurest bakteriteni, siis on ehk huvitav vaadata, kuidas suhtuvad sellesse kummalisse loodusjõusse taimeriigi esindajad.
Niisiis katsed taimedega.
Miks vars kipub ülespoole, juur aga allapoole? Tunnistage, et vaevalt küll selline küsimus (jällegi naiivne!) kunagi teie mõistust on vaevanud. Aga vaat Charles Darwinile ei andnud see pikka aega rahu. Tõeline teadlane ei väsi ju kunagi imestamast kõige üle, mis on ta kõrval, jalgade all, meie ümber ja meie sees, olgugi see igapäevane, loomulik ja harjumuspärane, kuid mis kontrollimisel osutub alati imeks, looduse igapäevaseks imeks.
Oma viimases töös «Taimede liikumine», mille Darwin lõpetas vahetult enne surma, kirjutas ta: «Vaevalt küll oleks liialdus öelda, et juureotsake, millel on võime juhtida oma naaberosade liikumist, tegutseb analoogiliselt madalal arenguastmel oleva looma ajuga, mis asetseb keha esiosas, võtab meeleorganitelt vastu muljeid ja määrab mitmesuguste liigutuste suuna.»
Paljudele meist, kes me elame biokeemia õitsengu ajajärgul, tundub niisugune vastus naiivsena. Ning veelgi naiivsemana, kui meenutada, kuidas saksa botaanikud tõlgendasid täht-tähelt seda Timirjazevi väljendust mööda «õnnetut metafoori» ja lõid taimede «psühholoogiast», nende «teadvusest» ja «hingest» terve õpetuse. Evolutsiooniõpetuse rajaja aga nägi tärkava taime käitumises mitte «psüühikat», vaid keemiat. Mainitud töös avaldas ta arvamust, et «koleoptiili ülemises osas leidub teatud ainet, millele avaldab mõju valgus ja mis valguse toime annab edasi alumisele osale».
Oletus leidis kinnitust. Nüüd on teada, et koleoptiili otsakeses moodustuvad tõepoolest spetsiaalsed keemilised kasvuregulaatorid — auksiinid. Nende jaotusest kudedes aga sõltub, kuhupoole tärkav võrse kooldub.
Võiks alustada pikka ja kaasakiskuvat jutustust, kuidas nõukogude füsioloog N. Holodnõi jõudis kahekümnendatel aastatel silmanähtava, kuid kummalise fakti seletuseni: miks juured ei sirgu pilvede poole ning lehed ei puuri mulda, miks üks ja seesama aine sunnib horisontaalselt asetsevaid juurekesi koolduma allapoole, koleop-

tiile aga ülespoole. Kuid te ise leiate ja loete läbi N. Holodnõi raamatukese «Looduses ja laboratooriumis», mis on muutunud bibliograafiliseks harulduseks. Siin aga toetume lihtsalt teadlaste autoriteedile ja eeldame ilma tõestuseta, et kasvu stimuleerivatele ainetele ja protsessidele avaldab mõju Maa külgetõmme. Kiusatusest hoiduda on aga raske, sest katsed tsentrifuugiga, millesse olid asetatud idanevad seemned, on selleks liialt efektsed.

Trumli kiire pöörlemine tekitab horisontaalse tsentrifugaaljõu, mis on suurem kui vertikaalsuunaline gravitatsioonijõud. Ja petetud eod ei suuna oma varsi mitte taeva poole, vaid trumli tsentri suunas, juured aga, vastupidi, kasvavad tsentrist eemale, olenemata sellest, kuspool on maapind. Siinkohal oleks huvitav teada, kuidas peaksid taimed käituma kaaluta olekus.

Muuseas, külgetõmbejõu kõrvalekallutav mõju juhib meid, asja ees teist taga, kõrvale õigest kursist, mida tänapäevani määratakse Maa magnetvälja jõujoonte järgi.

See väike kõrvalepõige teemast polnud päris asjatu — ta aitab meil mõista teadlaste järgmist väidet: mistahes suunatud välismõju, olgu selleks kas raskusjõud, valgus, soojus või keemiline toime, sunnib bioelektrilisi potentsiaale taime pinnal ümber paigutuma. Seejures aga laetakse nii varte kui ka juurte ühed osad positiivselt, teised negatiivselt. Kasvustimulaatoril auksiinil on aga omadus hoida liikumissuunda miinuselt plussile. Neis kohtades, kus ta kontsentratsioon suureneb, algavad biokeemilised protsessid, mis kas kiirendavad või aeglustavad võsu selle külje kasvu. Nii algab kooldumine.

Kas panite tähele? Jälle need bioelektrilised potentsiaalid, mida jätkub ka igale poole! Kas taimede jaoks on võimalik koostada Baeckeri kaarti? Kuid ei maksa teoreetilistesse üksikasjadesse laskuda, vaatame parem, mida näitab range ja erapooletu kohtunik — katse.

A. Krõlov ja G. Tarakanova asetasid maisiseemned «Voronež-76» ja nisuseemned «Krasnozjornaja» papitükile. Seejärel niisutasid nad neid ja paigutasid seemned nii, et koleoptiilid olid Maa magnetipooluste suunas — osa lõuna-, osa põhjapooluse suunas. Selgus, et need seemned, mis «vaatasid» lõunasse, hakkasid tunduvalt kiiremini idanema. Veel enam, nende varred ja juured pikenesid ja paksenesid märksa varem! Koleoptiilid aga, mis olid pööratud magnetilise põhjapooluse suunas, kooldusid järk-

järgult ja pöörasid end kangekaelselt — kuhupoole, mis te arvate? Kas alla, maa poole? Ja eksisitegi — hoopis pinnasega paralleelselt ja otse magnetilise lõunapooluse suunas! Magnetiline mõju osutus tugevamaks kui gravitatsiooniline. Te räägite, et põhjus jääb arusaamatuks. Miks tugevamini, miks lõunapooluse suunas? Ka mulle on see arusaamatu. Kuid võib-olla just niisugustest arusaamatustest tulenevadki avastused nagu koleoptiilid seemnetest? Avastused, mida jätkub kõigile, oleks vaid käed osavad, pea õigel kohal ja iseloom visa...

Kanada agronoom Pittman märkas, et nisuseemnete orienteeritud asetuse puhul põhja-lõuna suunas suureneb saagikus mitme protsendi võrra.

Ameerika uurijad teatasid hiljuti, et tehismagnetväli suurendab tomatisaaki ja kiirendab ka selle valmimist.

Roomas tegutseb juba rohkem kui kolmkümmend aastat elektrogeneetika instituut. Selle direktor, tuntud selektsionäär Alberto Pirovano on avaldanud poolsada tööd, milles ta kinnitab, et magnetvälja mõjul õnnestub tal muuta taimede pärilikkust.

Kõike seda ei öelnud me mitte selleks, et anda oma sõnadele suuremat kaalu: näete, magnetämblik on kogu maailma enda võrku mässinud ning hakkame nüüd kõik kiiresti biomagnetismi probleeme uurima. Nagu lugeja juba märkas, on alltekst siin teistsugune. Tuhandete aastate jooksul lõikasid inimesed küll rikkalikku, küll kesist saaki, murdmata seejuures pead, miks ja milleks taim oma juured suunab allapoole, krooni aga sirutab ülespoole, ning kuhupoole idu küll võrsub — kas edelasse või kuhugi mujale. Kui aga keegi hakkas nähtuste põhjuste vastu huvi tundma, siis hakati pahatihti tema üle irvitama ja teda napakaks pidama. Ning seda veel heal juhul. Halvemal juhul aga tassiti ta tapalavale. Sellest hoolimata ei suutnud «kõiketeadva» tardumuse võidutsemine ja sõjaka vaimupimeduse viha kaotada inimestes huvi paradoksaalse mõtlemise ja silmanähtavate asjaolude revideerimise vastu, lapselikult naiivsete ja, nagu hiljem selgus, filosoofiliselt sügavamõtteliste «mikside» formuleerimise vastu. Teaduses ei leidu kohta tühjale ajaviitele, kui vaid tõsiselt asja kallale asuda.

Tõsiselt... Kui uskuda kuuldusi, siis mängis suure looduseuurija vanaisa Erasmus Darwin üleüldiseks hämmastuseks igal hommikul tulpidele trompetit. Et kes teab, võib-

olla annab see mingisuguseid tulemusi. Kahjuks ei tulnud sellest aga midagi välja. Mis siis ikka, kiiduväärt on julgus, millega inimene hakkas ebatavalisi suundi rajama, vältides seejuures ortodoksseid vaateid ja «dissertaableid» teemasid, jättes tähele panemata väikekodanlaste muiged ning kartmata kaaskodanike silmis veidrikuks muutuda. Nii või teisiti, ainult originaalitsemisest teaduse tarbeks ikkagi ei piisa. Kui Erasmus Darwinil oleks olnud oma kuulsa pojapoja Charlesi terav silm ja kolossaalne töövõime, siis poleks tal tulnud pettuda. Tänapäeval on ju teada, et muusika, s. o. tegelikult õhu rütmiline võnkumine avaldab taimedele tõepoolest märgatavat füsioloogilist mõju. Lehekesele ei ole Liszti või isegi lihtsalt



sireeni kuulamine sugugi kasutu, nii nagu oleks tal oma psüühika. Niisiis, kui te kohtate aias või juurviljapõllul kas magneti või trompetiga veidrikku, siis ärge kiirustage tema väljanaermisega.

Kuid nüüd oleme tõepoolest teemast kõvasti kõrvale kaldunud.

Kes meist poleks istunud saetud puutüvel? Kuid kaugeltki mitte igaüks meist pole lõikekohta silmitsenud uurija tähelepaneliku pilguga. Mis seal siis imestamisväärset on — kännud on laialt levinud ja igas suhtes perspektiivitu nähtus. Aga vaat nõukogude teadlane N. Švedov märkas huvitavat iseärasust: ühed aastarõngad on puudel tunduvalt paksemad kui teised. Niisugune vaheldumine kordub teatud kindla perioodiga, mis langeb kokku Päikese aktiivsuse üheteistkümneaastase tsükliga. Selle avastuse tegi teadlane juba seitsekümmend aastat tagasi.

Kas kaldusime teemast jälle kõrvale? Näib, et mitte.

«Magnetifilosoofiaga tegelev heatahtlik lugeja!» nii pöördub lugejate poole William Gilbert oma 1600. aastal Londonis ilmunud raamatus «Magnetist, magnetilistest kehadest ja suurest magnetist — Maast». Tähelepanuväärsed sõnad! Kõrvale heites poolmüstilise tõlgenduse, ilma milleta XVI ja XVII sajandi vahetusel töötanud autor läbi ei saanud, taipame järele mõeldes, et Gilbertil oli õigus, kui ta tõstis magnetiprobleemi filosoofilise mõiste tasemele. Kui palju teeneid on sel vanal abimehel, tagasihoidlikul rauatükil, mis alustas oma epopöad võbisevast, kuid kangekaelsest püüdest valida välja vaid üks suund kompassiskaalal, mis oli arstimiks kaunite daamide kõhul, mis hüpnotiseerivalt välkus magnetiseerija käes, mis hiljem pani aga aeglaselt liikuma vooluraami ja sisendas konstruktorile mõtte elektrimootori loomisest ning mis lõpuks leidis magnetofonilintide sahinas endale surematu keele ja kiiretes ning tarkades elektronarvutites püsiva ning põhjatu mälu! Ja kui palju võib temalt loota veel tulevikus!

Siinkohal oleks sobiv kasutada tublisti kulunud, kuid ikkagi veel efektset võtet: kujutada ette fantastilist maailma, kus puuduvad magnetid ja magnetväljad. Sel juhul peaks meelde tuletama, et spordisõbrad poleks televiisoriekraanidelt näinud Tokio ja Mehhiko olümpiamänge, sest keegi poleks siis teadnud, mida kujutavad endast videomagnetofonilindid, ega poleks üldse midagi kuul-

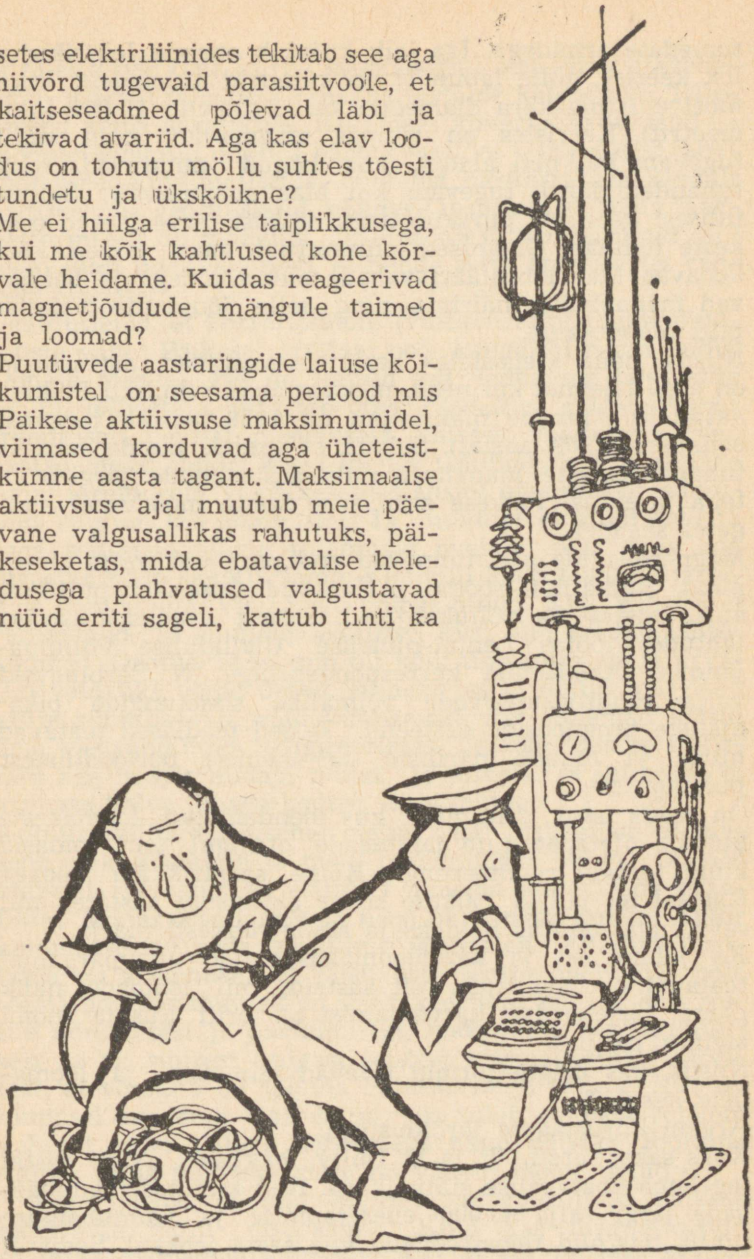
nud televiisorist, nagu muuseas ka mitte telefonist, telegraafist, raadiost või elektronarvutitest. Jääksid seisma kõik trammid, trollibussid ja elektrivedurid; raketid, kui nad tõuseksidki õhku, oleksid mittejuhitavad. Kogu elektroenergeetika oleks paralüseeritud, tehased seiskuksid ja kodudes kustuks valgus, sest elekter on lahutamatult seotud magnetismiga. Võib-olla arvate, et jätkuks ka vanaisade aurumasinaist ja kõige moodsamat tüüpi sisepõlemismootoritest? Ränk eksitus! Ka kütus, ehitusmaterjalid ja kõik, mis meid ümbritseb — maa, vesi, õhk, sealjuures meie ise — lühidalt, kõik elusa ja eluta looduse hiiglasuure muuseumi eksponaadid oleksid viimse kui üheni kadunud olematusse. Mateeria koosneb ju elementaarosakestest, viimased kujutavad enesest aga tibatillukesi magneteid. Jääks vaid tühjus. Ja pilkane pimedus, sest valguski on elektromagnetiline võnkumine!

Kuid milleks piinata end kohutava ja täiesti ebareaalse mõttelennuga? Võtame parem tegelikkust sellisena, nagu ta on. Molekulide struktuuri uurimise hämmastavalt peente meetoditega, mis põhinevad tuuma magnetilise ja elektron-paramagnetilise resonantsi nähtustel. Geomagnetilise luure, maakide magnetilise separatsiooni ja magnetilise defektoskoopia usaldusväärsete võtetega ning teaduse ja tehnika muude imedega. Grandioossete perspektiividega termotuumatrombide ohjeldamiseks, keerates need magnetpüüniste abil kuulekateks palmikuteks. Kas piisab? Küllap vist, muidu lihtsalt ei jätkuks paberit. Kuid me unustasime midagi muud. Unustasime, et kosmonautidel on Maad ümbritsevatest radiatsioonivööndidest raske läbi tungida just seetõttu, et Maa on — nagu Gilbert seda nimetas — «suur magnet». Magnetilisest põhjapoolusest väljuvate ja lõunapoolusesse suubuvate jõujoonte tihe võrk on suurepärane püünis radioaktiivsete osakeste jaoks, mis laviinina purskuvad välja päikeste sisemusest ja jõuavad maailmaruumi sügavusest meieni. Me unustasime, et Maad vapustavad magnettormid, mis panevad kompassinõela hullumeelsena hüplema, telegraafiaparaadid hoolimatult ilma operaatori abita arusaamatuid telegramme vorpima ja kaugjuhtimise raadioreleeseadmed «vigurdama» ning absurdseid ja hädaohtlikke käsklusi andma. See magnetstiihia pöörane märatsemine katkestab side teiste kontinentidega, laevadega merel, lennukite ja kosmoselaevadega, maapeal-

setes elektriliinides tekitab see aga niivõrd tugevaid parasiitvoole, et kaitseseadmed põlevad läbi ja tekivad avariid. Aga kas elav loodus on tohutu möllu suhtes tõesti tundetu ja ükskõikne?

Me ei hiilga erilise taiplikkusega, kui me kõik kahtlused kohe kõrvale heidame. Kuidas reageerivad magnetjõudude mängule taimed ja loomad?

Puutüvede aastaringide laiuse kõikumistel on seesama periood mis Päikese aktiivsuse maksimumidel, viimased korduvad aga üheteistkümne aasta tagant. Maksimaalse aktiivsuse ajal muutub meie päevane valgusallikas rahutuks, päikeseketas, mida ebatavalise heledusega plahvatused valgustavad nüüd eriti sageli, kattub tihti ka



tumedate armidega. Iga laik kujutab enesest lehtrikujulist keerist, mille läbimõõt on kümneid tuhandeid kilomeetreid (maakera diameeter on ligikaudu 13 000 kilomeetrit). Keeristes on võimas magnetväli, sadu kordi tugevam kui neil aladel, kus laigud puuduvad, ning tuhandeid kordi tugevam kui Maa magnetväli. Sellest tulisest keerisest purskub nagu düüsist terve laetud osakeste fontään. Gigantsed ioniseeritud gaasi pilved küllastavad Maa ionosfääri vabade elektronidega ja hakkavad magnetvälja häirima ning selle jõujoonte tavalist pilti moonutama.

Niisiis, neile «segastele» aastatele vastavad aastaringid on alati laiemad kui need, mis vastavad rahuliku Päikese aastatele (viimane maksimum oli 1958. aastal, järgmist oodatakse 1969. aastal). Selgus, et vanade puude, näiteks tuhandeaastaste mammutipuude aastaringide järgi võib teha järeldusi Päikese aktiivsuse kohta möödunud kaugetel aegadel.

Magnettormide ajal tunnevad end paremini mitte ainult puud. Rikkalikul söödal paljunevad hoogsalt putukad, aplad metsa- ja põllukahjurid. Sellest seaduspärasusest lähtudes töötas Lenini-nimelise Üleliidulise Põllumajanduse Akadeemia korrespondentliige N. Šerbinovski välja rändtirtsuparvede võimalike sissetungide pikaajaliste prognooside süsteemi. Teised teadlased teatavad hiirte ja muude närilíste paljunemise perioodilistest puhangutest.

On teada isegi juhtumeid, kus loendamatud loomakeste hulgad, ületades uute jahimaade otsingul teid, pidasid kinni terveid raudteeronge. Kõige saagirikkam hooaeg Kaspial oli jällegi Päikese suure aktiivsuse aastatel, mil sevrjuuga muutus heldeks ja andis rohkesti marja.

Ka jahimehed ja karusloomakasvatajad on märganud teatavat perioodilisust: oli aastaid, mil loomade nahk pärast järjekordset karvaajamist oli eriti ilus ja loomi sigines palju.

Niisiis, kas magnettormid tulevad taimedele ja loomadele kasuks?

Ärgem kiirustagem järeldustega.

Kaks saksa arsti, T. ja B. Dülly, hakkasid 1935. aastal tegelema ebatavalise statistikaga. Nad kirjutasid kuupäevade järgi välja 40 000 enesetapmise ja vaimuhaiguse juhtu, mis olid registreeritud viie aasta jooksul. Seejärel

võrdlesid nad oma kurba kronoloogiat sellesama ajavahemiku jooksul täheldatud magnettormide kalendriga. Tulemused kanti graafikule. Kummagi kõverjoone tõusud ja mõõnad langesid niivõrd hästi kokku, et uurijad olid rabatud! Meedikute statistilist analüüsi hakkasid aga ägedalt kritiseerima geofüüsikud, nõudes täpsustamist, mida magnettormi all oli mõeldud. Ja tõepoolest, kriteeriumid olid nagu liialt laialivalguvad, et nende järgi ärritusastet rangelt hinnata.

Peab ütlema, et korrelatsiooni (vastavuse) otsimine sündmuste vahel Päikesel ja Maal pole kaugeltki enam uudis. Donald Menzel, kes on tuntud kui lendavate taldrikute müüdi paljastaja, jutustab oma raamatus «Meie Päike» irooniliselt paarist niisugusest katsest. Näiteks mõned aastad tagasi jõudis keegi inglise teadlane oma uurimiste najal järeldusele, et päikesepaistelistel päevadel on sündimus suurem kui sombustel. Ja muidugi ei viivitanud ta oma sensatsiooniliste tulemuste avaldamisega. Siis aga otsustas keegi skeptik samm-sammult kõiki teadlase järeldusi kontrollida. Vigu nagu poleks olnud. Kuid skeptik ei rahunenud. Ta suundus asutusse, kust olid saadud lähteandmed. Osutus, et ka siin oli kõik tipp-topp, välja arvatud vaid üks väike detail: nimekirjas ei olnud märgitud mitte sünnipäevad, vaid kuupäevad, mil vanemad käisid oma vastsündinuid registreerimas. Sellega tõestas statistika aga hoopis midagi muud, ja nimelt, et inimesed ei armasta halva ilmaga kodust välja minna...

Kuulus William Herschel oletas omal ajal, et on olemas seos päikeselaikude ja nisu börsihindade vahel. Donald Menzeli raamatus on esitatud mõlema kõverjoone graafikud. Mõnes osas langevad need päris hästi kokku. Autor kommenteerib seda graafikut järgmiselt: «Paljud teadlased on arvamusel, et niisuguste seoste olemasolu pole tõestatud. Börsihinnad on liialt keerukas nähtus, mis sõltub nõudmisest ja pakkumisest, maksudest, seadusandlusest ja nii suurest hulgast teistest sotsiaalsetest faktoritest, et võimatu on jälgida Päikese mõju sellele. Kui sel viimasel aga ongi teatud osa, siis tuleb eeldada rohkem vahetut seost selliste nähtustega nagu näiteks tooraine küllus, mida inimeste mõju on vähem moonutanud.»

Nagu näeme, ei eita Menzel kategooriliselt Päikese aktiivsuse mõju nisusaagile. Kuid kas magnettormid mõjuvad taimedele vahetult? Kas ei või Päikese aktiiv-

susest tingitud atmosfäärihäired põhjustada ilma paranemist või muuta sademete režiimi?
Tuleb silmas pidada, et magnettormidel pole midagi ühist tavaliste atmosfääritormidega ja ilmale ei avalda nad mingit mõju. Ilm sõltub peamiselt soojushulgast, mida kiirgab Päike, päikesekiirguse voog aga suureneb valgusallika maksimaalse aktiivsuse perioodidel märgatavalt — ühekahe protsendi võrra. Maal muutub soojemaks, isegi talvel. Võib-olla just seetõttu suurenebki üksikutes paikades saagikus, muutub lopsakamaks taimestik ja tekivad soodsamad tingimused rohu- ning lihasööjate jaoks? Ohjeldamatult hakkavad siginema putukad, närilised ja kalad. Kuidas lugu ka pole, kuid suhted Päikese ja Maa vahel kujutavad enesest keeruliste seoste kogumit, kus pisiasju pole olemas. Mine ja seleta siis veel, kuhu ja milleks... Kuid teadlased ei pane relvi maha. Nad jätkavad vaatlusi, arvutusi, võrdlusi ja... imestamist.
Kolm ameerika teadlast — Ch. Butchman Syracuse'i ülikoolist, professor G. Fridman ja meile juba tuttav R. Baecker otsustasid 1963. aasta novembris korrata sakslaste statistilist katset kõrgemal teaduslikul tasemel. Kõigepealt loobusid nad üldse magnettormi ähmasest mõistest ja võtsid kasutusele lihtsalt magnetiliste häirete tabeli, mida iga kolme tunni järel registreerib Friedrichsburgi observatoorium ja Kaubandusdepartemangu Geodeesia Büroo. Teiselt poolt said nad USA kaheksa suurema psühhiaatriahaigla vastuvõturuumidest andmeid selle kohta, kui palju haigeid oli haiglas ja missugustel päevadel. Ajavahemikus 1. juulist 1957 kuni 31. oktoobrini 1961 raviti neis haiglates 28 642 inimest. Ja ükskõikselt kinnitasid mõlemad arvuread jällegi, et magnetiliste häirete perioodidel psüühiliste häirete hulk suureneb. Samasugune seaduspärasus tehti kindlaks ka surmajuhtumite sageduse kohta mitmesugustes haiglates.
Meie päevil on soliidne statistiline materjal kogutud ka tserebrospinaalse meningiidi ja eklampsia (teadvuseta olek krambihoogudega) kohta, samuti südame ja veresoonkonna häirete teravnemise kohta magnettormide ajal. Paljudes meie kuurortides on organiseeritud eriteenistused, mis informeerivad arste magnettormide lähenemisest. Nii õnnestub ära hoida mitmeid infarkte, insulte ja närviatakke.
Fakte on palju, seletusi vähe. Kuid mõningad seletused

siiski on. Vaat mida räägib näiteks bioloogiakandidaat A. Presman: «Mis puutub magnettormide mõjusse, siis haigete inimeste puhul on meil tegemist erilise olukorraga. Tagavad ju juhtimissüsteemid terve inimese organismis selle täieliku kohanemise ja adaptatsiooni ümbritseva loodusliku keskkonna muutustega. Haigestumiste korral aga võib nende süsteemide tegevus olla puudulik või isegi halvatud, mistõttu inimorganism muutub välismõjudele tunduvalt vastuvõtlikumaks.»

Tähelepanuväärivja võiks isegi öelda julge väide! Kas või see, et autor ei räägi mingisugusest hüpoteetilisest põhjuslikust seosest Päikese häirete ja arstide hoolitsuse vahel oma patsientide eest, vaid magnettormide mõjust inimesele kui vastuvaidlematust faktist. Mis siis ikka, Presman on teadlane, eks ta tea paremini. Kuid toodud tsitaat, nagu muuseas ka kogu artikkel, on huvitav teises suhtes — nimelt püüde poolest seletada, milles seisab magnetväljade mõju inimestele ja loomadele.

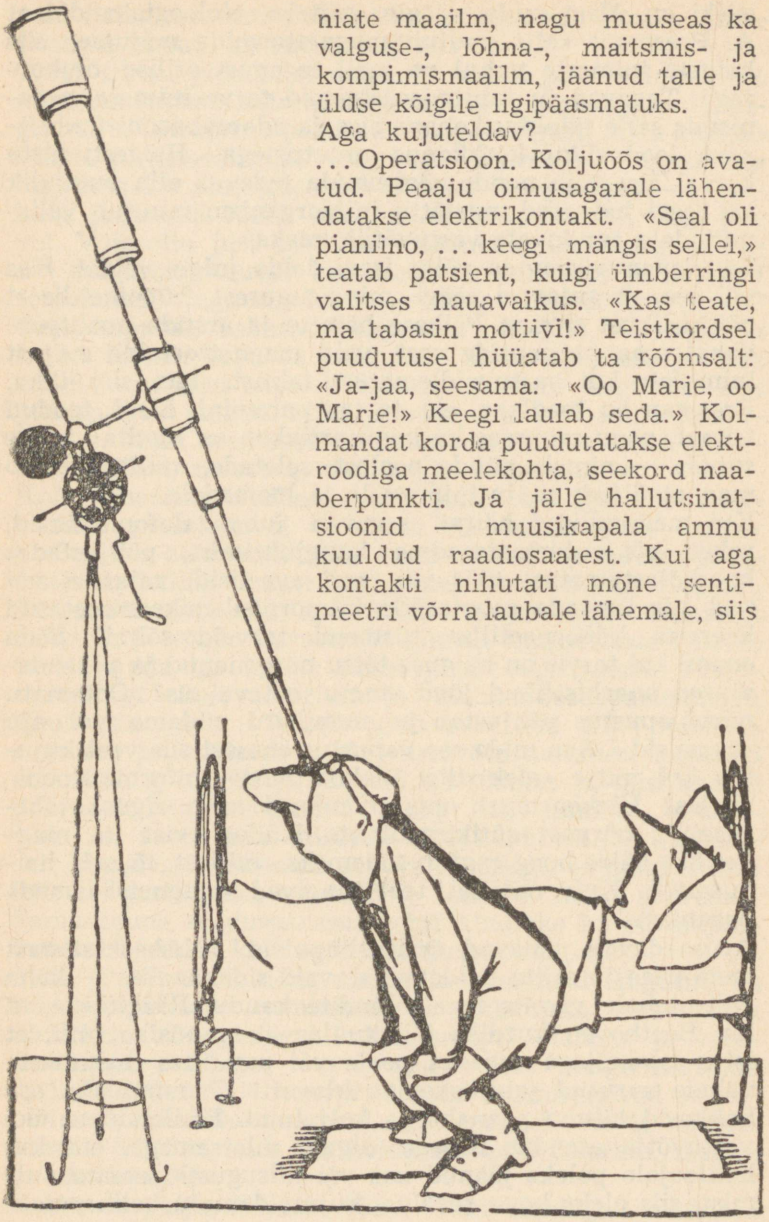
Kui magnetilised häired segavad juba telefonikõnesid, raketi või automaatseadme kaugjuhtimist, põhjustades kooskõlastamatust töös või isegi avariisid, miks ei või nad siis ässitada sabotaažile inimorganismiks nimetatud keeruka küberneetilise süsteemi terveid sõlmi? Seda enam, kui tervis on haiguse tõttu nõrgenenud ja põrandaalused anarhistlikud jõud ammu ootevalmis? Ootamatu närvivapustus põhjustab ju mõnikord südame või aju «avariisid»! Aga mida see vapustus enesest siis veel kujutab kui mitte «elektrilist ülekoormust» informatsiooniahelas? Ülekoormust, mis mõnikord saab alguse tähtsusetult nõrgast sütikimpulsist. Küllap vist ka magnetilise häire hoog osutub sädemeks, millest tõuseb haiguseleek. Kuid millisel teel tungivad «magnetsädemed» organismi?

Arusaadavalt jõuavad ärritusimpulsid väliskeskkonnast meie peaajju mitte kuidagiviisi, vaid sidekanalite — keha välispinnale viivate meeleelundite kaudu. Räägitakse, et kui Beethoven kurdiks jäi, kuulas ta muusikat nii, et istus ise seljaga orkestri poole või puudutas hammaste vahele surutud jalutuskepiga klaverit. Trumminaha osa hakkasid täitma peanahk ja koljuluud. Häälelainete üks vastuvõtja asendus teisega, olgugi viletsamaga, ent kui heliloojale poleks jäänud kas või niisugustki ersatskuulmist, siis oleks kogu reaalne, kujuteldamatu heliharmoo-

niate maailm, nagu muuseas ka valguse-, lõhna-, maitsmis- ja kompimismaailm, jäänud talle ja üldse kõigile ligipääsmatuks.

Aga kujuteldav?

... Operatsioon. Koljuõõs on avatud. Peaaju oimusagarale lähendatakse elektrikontakt. «Seal oli pianiino, ... keegi mängis sellel,» teatab patsient, kuigi ümberringi valitses hauavaikus. «Kas teate, ma tabasin motiivi!» Teistkordsel puudutusel hüüatab ta rõõmsalt: «Ja-jaa, seesama: «Oo Marie, oo Marie!» Keegi laulab seda.» Kolmandat korda puudutatakse elektroodiga meelekohta, seekord naaberpunkti. Ja jälle hallutsinatsioonid — muusikapala ammu kuuldud raadiosaatest. Kui aga kontakti nihutati mõne sentimeetri võrra laubale lähemale, siis



meelestusid katsealusele pudelifirma reklaamplakatid. Autosugestiooni kahtlustav arst kasutas kavalust ja teatas, et lähendab ajule elektroodi, kuigi puudutas seda vaid sõrmega. Küsimusele, missugust muljet see avaldas, vastas opereeritav ausalt: «Mitte mingisugust.»
Niisuguseid psühhofüsioloogilisi nähtumusi uuris süstemaatiliselt doktor José Delgado Yale'i ülikooli neurofüsioloogia laboratooriumis. Juhtinud haigete ajju (haigeteks olid eranditult parandamatud langetõbised ja skisofreenikud) juuspeened elektroodid, kutsus ta nupule vajutamisega patsientides esile viha ja rõõmu, sõprustunnet ja umbusku, janu ja nälga. Inimesed ei tundnud end seejuures sugugi halvasti. Kõik nende tundmused ja muljed avaldusid nii, et vaatlejatel ei tekkinud vähimatki kahtlust kunstlikult esile kutsutud emotsioonide siiruses ja loomulikkuses. Needsamad väljendid, needsamad žestid, endine suhtumine kõrvalseisjaisse, just nagu polekski ajju viidud võimukat elektriregulaatorit...
Nii tõestati, et inimese psühhofüsioloogilist seisundit võib mõjutada ka ilma meeleelundite abita.
«Ent nagu doktor Galvani, nii kasutas ka doktor Delgado elektrilist ärritust,» vaidlen ma iseenesega. «Samal ajal aga ei pane mitte mingisugune lihase magnetiseerimine seda tõmblema! Kas magnetväli mõjub peaajule?»
Kujutage endale ette organismi komandopunkti — peaaju — direktori kabinetina, millel on viis ust ja igaühel neist silt «Ette teatamata mitte siseneda». Eesruumis istuvad viis sekretäri: heli küsimustes sm. Kõrv, valguse alal sm. Silm, lõhnade asjus sm. Nina jne. Külastaja-signaal peab siia saabudes tundma korda: kui sa oled, ütleme, sm. Sahin, siis astu sm. Kõrva, mitte aga sm. Nina juurde, sest see pole heli alal kompetentne ega tunnista kedagi peale sm. Lõhnade. Muuseas, sekretärid on energilised inimesed, kes tunnevad linnu juba lennu järgi ära: «Ahaa, seltsimees Kihulase Pirin! Andke oma avaldus. Üks hetk!», ja sm. Kõrv suundub oma privaatukse kaudu šefi kabinetti.
Ent siis ühel heal päeval häirib seda distsipliini ja auastme-eetika mõttes eesrindlikku asutust skandaalne uudis: hoonesse tungis Nähtamatu! Ta moonutab ettekandeid, võltsib käskkirju ja on üldse valmis mistahes alatuseks. Oh häda, õnnetus on vältimatu! Ega asjatult märgatud neil päevil halba tundemärki: Päikesel tekkisid

laigud! Kuid kes julges jultunu sisse lasta?! Kahtlus langeb sekretäridele — kellele siis veel? Eriti aga sm. Silmale. Kõigele lisaks ilmusid aeg-ajalt silmapiirile tumedad, õigemini, heledad tüübid — hüüdnime järgi Fosfeenid, hiljem aga selgus, et läheduses tegutses tegelikult Nähtamatu! Ehk tungiski ta nähtamatult läbi šefi juurde viiva ukse? Või murdis sisse läbi akna otse õuelt? Ta on ju ikkagi Nähtamatu! Ilmselt on siin vaja sm. Sherlock Holmesi abi!

Kerge on nalja heita, palju raskem on aga korraldada katseid, kontrollida oletusi ja hajutada kahtlusi.

Pärast pikki ja piinavaid ebaõnnestumisi saavutasid eksperimentaatorid lõpuks edu. Selgus, et kui kujundada kaladel tingitud refleks magnetile, siis pole refleksi valgusele enam vaja treenida, see tekib juba iseenesest. Ja vastupidi, kui arendati välja refleks valgusele, siis osutus magnetiline selle «tasuta kaasaandeks». Mis aga puutub refleksi helile, siis selle puhul pole niisugust lähedast sugulust magnetilisega märgata. Näis loomulikuna järeldada, et magnetvälja nagu valgustki võtavad vastu nägemiselundid.

Suur oli aga pettumus, kui selgus, et silmadeta kalad ei taju magnetvälja sugugi mitte halvemini kui nägijad, jutustab J. Holodov. Ei, võrkkestaga pole siin mingit tegemist, otsustasid teadlased, kuni äkki... pimedad kalad demonstreerisid oma võimet reageerida valgusele! Tõsi küll, halvemini kui nägijad, aga küllaltki märgatavalt. Saa siis aru, kas magnet «valgustab» või valgus «magnetiseerib»...

Seejärel otsustati kalal läbi lõigata närvid, mis ühendavad peaaju erilise elundiga, mida teistel selgroogsetel ei ole, nn. küljejoonega. Refleks magnetile aga ei kadunud! Eemaldati aju haistmiskese — ja jälle ei muutunud midagi, aju reageeris endistviisi magnetväljale. Eemaldati keskaju — nüüd nõrgenes veidi refleks valgusele, see muutus niisuguseks nagu pimedal kalal. Eemaldati väikeaju — kadus refleks helile. Refleks magnetile jäi aga püsima! Selgus, et sellest vabaneda pole kergem kui seda esile kutsuda. Alles siis, kui vigastati vaheaju, kadusid täielikult refleksid nii valgusele kui ka magnetile.

Näis, et nüüd on asi korras, magnetvälja tajub vaheaju! Kahjuks pole see järeldus õige, sest registreeriti kala liigutusi, mitte aga protsesse, mida juhib vaheaju. Viimane

juhib aga vegetatiivseid funktsioone (näiteks veresoonte laienemist ja ahenemist, südame rütmi jne.).
Ja siis tuligi appi kaasaegne elektrofüsioloogia. Tõsi küll, mugavuse mõttes jäeti veeasukad kõrvale ning kasutati katseloomadena küülikuid. Suurekõrvalise pea külge kinnitati kontaktid — ja juba joonistas elektroentsefalograafi sulg sklerootilisi autograafe. Pruugib vaid sisse lülida alalisvoolust toituv elektromagnet, kui viie kuni kümne sekundi pärast tekivad loomakese normaalsel elektroentsefalogrammil muutused, mis sarnanevad muutustega üleminekul ärkvelolekust unne. Niisiis avaldab magnetväli tõepoolest pidurdavat toimet!
Teadlaste tähelepanu köitis aga teine mõistatus. Nad otsisid «kuuenda meele» elundit.
Magnet kinnitati tagajalgade külge. Kõhule. Pähe. Ega imestatud põrmugi, saades teada, et just nimelt pea on magnetvälja suhtes kõige tundlikum. Kuid pea — see on silmad, kõrvad, nina, keel, nahk! Ei jäänud üle muud, kui lõigata läbi kõik meeleelundeid peaajuga siduvad närvid. Loomad taluvad piinarikast operatsiooni väga halvasti ja seetõttu tekkis kahtlus, kas õnnestub kindlaks teha reaktsiooni nii nõrgale ärritajale, nagu seda on magnetväli. Ja äkki — üllatus! Sidekanalitest eraldatud aju reageeris magnetväljale märksa tundlikumalt kui normaalne aju.
«Me otsisime meeleelundeid, mille abil organism reageerib magnetväljale, kontrollimisel aga selgus, et selle delikaatse asjaga tegeleb aju ise, ilma meeleelundite abita, mis teda ainult segavad,» jutustas bioloogiakandidaat J. Holodov. «Viies elektroodid peaaju mitmesugustesse osadesse ja kirjutades üles nende elektrilise aktiivsuse magnetvälja mõjul, selgub, et reaktsioon tekib kõigis osades, kuid kõige intensiivsem on see hüpotalamuses ja ajukoores. Magnetväli mõjutab nähtavasti närvikoe ainevahetust, nimetatud aju osad on aga ainevahetuse muutuste suhtes kõige tundlikumad. Niisiis mõjutab magnetväli kõigepealt kesknärvisüsteemi funktsioone, kuid on võimalik, et hiljem laieneb välja mõju ka teiste elundite tööle, mille rakkudele on iseloomulik intensiivne ainevahetus.»
Nähtamatu tungib sisse tagavarauksе kaudu!
Ja siiski on küülik ikkagi küülik! Inimene pole aga küülik, veel vähem — katsealune.

Kuidas lahendada lõplikult «inimese ja magneti» probleemi? Kas nad on sõbrad või vaenlased? Kas biomagnetismi uurimisel on mingit praktilist väärtust?
Teadlased otsivad endiselt vastust sellele küsimusele.
«Pärast seda, kui nad tõestasid, et kujutluse abil võib ka ilma magnetismita spasme esile kutsuda, magnetism ilma kujutluse abita seda aga ei suuda, otsustasid nad ühel häälel, et pole olemas mingeid tõendeid elumagnetismifluidumi olemasolu kohta ja et see tunnetamatu fluidum on järelikult kasutu.»
Täpselt 137 aastat pärast nende ridade kirjutamist ilmusid «Vene füsioloogiaajakirja» 1921. aasta väljaande kolmandas köites ettekande «Magneti mõjust somnambuulsetele hallutsinatsioonidele» teesid. Autor, noor teadlane Leonid Vassiljev, esitas oma vaatlusandmed ja mõtted kujutluse ja magnetismi kohta.
Vassiljev otsustas korrata ja kontrollida Charcot' ja tema järglaste Binet' ja Féré poolt möödunud sajandil korraldatud psühhomagnetismi-alaseid katseid. Oo, need olid imetlusväärsed katsed! Imetlusväärsed kas või juba sellepärast, et nende taga seisis troonilt tõugatud ja ristilöödud Mesmeri vari.
Noor naine istub mugavalt tugitoolis. Ta silmad on pooleldi suletud, näolt võib lugeda täielikku rahu. Ta kuulatab. Kusagil kaugel-kaugel kõlavad võluvad akordid, mida saadab rooside uimastav lõhn. Äkki avab naine üllatunult silmad — tema käele laskub hääletult ja teadmata kust haruldast värvi pääsusaba. Ettevaatlikult, et toredat liblikat mitte hirmutada, tõstab naine käe silmade juurde, et paremini silmitseda mustrit selle tiibadel, ent... nii liblikas, roosilõhn kui ka muusikahelid kaovad äkki teadmata kuhu. Imestunult vaatab naine ümberringi ja hakkab siis ähmaselt tajuma külmi valgeid haiglaseinu, arstikabineti proosalist korratust. Samal hetkel ilmub liblikas ereda laiguna uuesti ta käele, jälle kõlavad õrnad helid ja levib lillekuninganna aroom...
Naine uneleb...
Tugitooli seljatoe taga aga seisab valges kitlis mees. See on magnetisöör... vabandage, hüpnotisöör, kuigi ta hoiab käes rasket hobuserauakujulist magnetit. Ei-ei, see pole hoopiski Mesmer. Mesmeri pole juba ammu enam elavate kirjas. Tegevus toimub Pariisis Salpetrière'i haiglas, mille Charcot' nimi igaveseks kuulsaks tegi.

1919. aastal alustati ühes Petrogradi kliinikus hüpnoosiseansse Binet' ja Féré meetodil. Ja nagu omal ajal pariislaste katsetes, nii põhjustas ka siin magneti lähendamine sisendatud hallutsiooni kadumist või nõrgenemist. Magneti eemaldamisel aga muutusid hüpnoosiuned endiselt selgeks. «Mul oli väga tugev hobuserauakujuline magnet, mis kaalus poolteist kilogrammi,» meenutab neid päevi professor L. Vassiljev. «Selle abil sain ma prantsuse autorite andmeid täiendada veel ühe ootamatu tähelepanekuga. Magneti lähendamisel katsealuse peale polnud oluline, kuhu just magnet asetada — kas kuklasse, lau-



bale või pealaele, oluline oli vaid, et pea sümmeetriatelg asetseks magneti pooluste vahel. Viiel katsealusel rikkus magnet sisendatud hallutsinatsioonid siis, kui magneti põhjapoolus asetses vasakul pool, lõunapoolus aga paremal pool pead, ja ainult ühel katsealusel pooluste vastupidise paigutuse korral.

Hiljem õnnestus mul demonstreerida neid nähtusi akadeemik V. Behterevile ja tema poolt spetsiaalselt määratud komisjonile. Noorusaastail töötas Behterev Charcot' kliinikus Pariisis ja siitpeale säilitas ta kogu eluks huvi magneti toime vastu hüsteerikutele. Komisjon kinnitas mõnede katsete tulemusi. Üks neist näitab, et kerge hüpnoosi tulemusena ilmnenud nõrgad sugereeritud hallutsinatsioonid magnetvälja mõjul ei nõrgene, vaid, vastupidi, tugevnevad.

Koostöös E. Galvase, J. Perihanjantsi ja P. Terentjeviga õnnestus mul tugeva hobuserauakujulise magneti abil kutsuda esile fosfeene naisel, kes eelnevalt oli võtnud annuse peiotli mahla (peiotl — mehhiko kaktus, mis sisaldab meskaliini ja muid alkaloide). See preparaat kutsub esile ebatavaliselt tugeva ja pikaajalise ajukoore nägemiskeskuse ärrituse. Kui sulgeda silmad, siis tekivad vaateväljas iseenesest kaleidoskoopilise kiirusega vahelduvad ebatavaliselt eredad ja värvirikkad kujutised. Magneti kiire üles-alla nihutamine mõne sentimeetri kaugusel kukla taga kutsus pimedas toas viibival katsealusel iga kord esile liikuva fosfeeni langeva tähe jälje näol.»

Niisiis avaldab magnet mõju kujutlusele. Kuid need katsed ei lükka veel ümber järeldust, et «ilma kujutluse abita ei suuda magnet midagi esile kutsuda» — loomulikult inimesel.

Kõrgema Normaalkooli (Prantsusmaal) füüsikalaboratooriumi direktor professor Roquard pidas 1963. aastal Chicagos sensatsioonilise loengu... veeotsijatest. Teema polnud muidugi uus, kuigi uut selles oli — prantsuse füüsiku poolt saadud katsetulemused. Ja muidugi polnud midagi uut ka selles, kuidas teemasse suhtusid tõsised teadlased, kes, nagu neile kohane on, eelistavad ettevaatlikkust ägedusele, skeptitsismi kergeusklikkusele.

Nad ei uskunud...

Nad ei uskunud nende uurimiste tulemusi, mida meie sajandi kolmekümnendatel aastatel sooritas Kairo ülikooli geoloogiaprofessor Tromp.

Nad ei uskunud, lugedes Tomski Tehnoloogiainstituudi professori N. Kaškarovi tööd «Maa-aluste vete avastamine muutuste põhjal, mida nad atmosfääris esile kutsuvad», mis ilmus Kiievis 1913. aastal.

«Inimene, kel on vee leidmiseks annet, võib käes hoitava lihtsa kaheharulise (kahvlikujulise) sarapuuoksa pöörete järgi, mida põhjustavad tema reflektoorsed (ebateadlikud) kramplikud liigutused, näidata kätte maa-aluse voolu koha, selle laiuse, voolu ligilähedase kauguse maapinnast ja veevoolu suuna ning jälgida seda,» kirjutas insener Kaškarov. Paljud veeotsijad ei tunneta mitte ainult maa-aluste vee- ja gaasisoonte, vaid ka elektrivoolude mõju ning avastavad isegi metallide ja maakide lademeid. Mõnel otsijal õnnestub pärast pikaajalist treeningut omandada võime eristada eri ainete poolt põhjustatud aistinguid ja teha kindlaks, mis nimelt selles kohas neile mõju avaldab.»

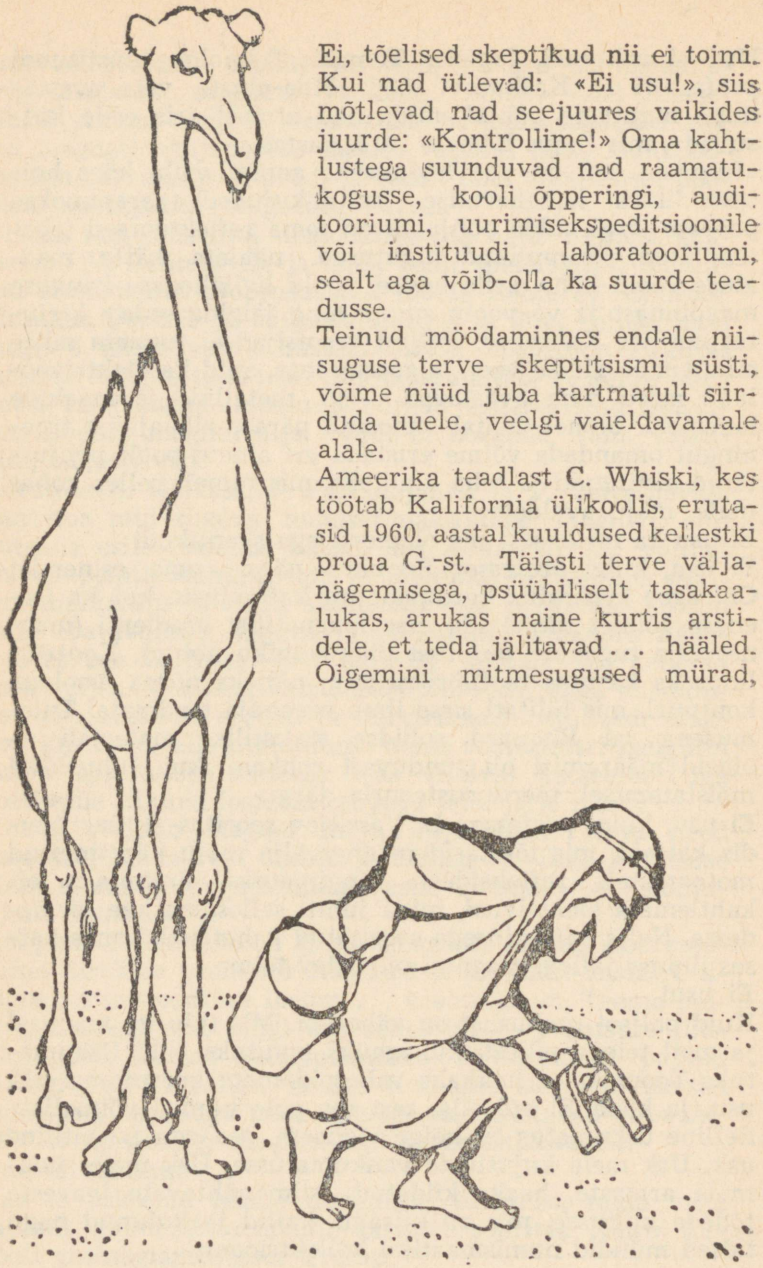
Ei usu ka meie, sest me oleme teiega skeptikud!

Ei usu, kuigi professor Roquard pärast oma esinemist Chicagos kontrollis korduvalt nii katsealuste kui ka iseenese võimet tunnetada maa magnetilist gradienti (magnetvälja tugevuse muutust pikkusühiku kohta). Kontrollimiseks kasutas ta füüsikariistu, näiteks nõrga vooluga kontuuri, mis lülitati sisse ilma veeotsija teadmata. Tulemusena sai Roquard soliidse statistilise materjali — õigeid määramisi oli tunduvalt rohkem kui juhuslikul mõistatamisel tõenäosusteooria järgi.

Ei usu, kuigi professor L. Vassiljev sooritas Ajuinstituudis katseid, mis tõestasid magnetvälja mõju käe tingitud motoorsetele refleksidele. Tingimatuks ärritajaks oli kahtlemata elektrivool, mida juhiti sellesama käe sõrmedesse. Nelja katsealusega sooritatud kaheteistkümnes katses ilmnes jällegi magneti pidurdav toime.

Ei usu!

Kuid paljast umbusust on vähe abi. Mis tulu on teadusel ja meil teiega sellest, kui igaüks muutuks äkki Uskumatuks Toomaks ja hakkaks vahetpidamata korrutama: «Ei usu, ja kõik! Ei või olla, sest see pole kunagi võimalik.» Selline uskumatus on kõige tõelisem, peaaegu fanaatiline usk. Usk meie kujutluste vankumatusse. Usk meie südamele armsate, heaks kiidetud, silmanähtavate igaveste tõdede kultusse, mis on niisama kallid ja kulunud nagu iidsed mündid numismaatiku kollektsioonis.



Ei, tõelised skeptikud nii ei toimi. Kui nad ütlevad: «Ei usu!», siis mõtlevad nad seejuures vaikides juurde: «Kontrollime!» Oma kahtlustega suunduvad nad raamatukogusse, kooli õpperingi, auditooriumi, uurimisekspeditsioonile või instituudi laboratooriumi, sealt aga võib-olla ka suurde teadusse.

Teinud möödaminnes endale niisuguse terve skeptitsismi süsti, võime nüüd juba kartmatult siirduda uuele, veelgi vaieldavamale alale.

Ameerika teadlast C. Whiski, kes töötab Kalifornia ülikoolis, erutasid 1960. aastal kuuldused kellestki proua G.-st. Täiesti terve väljanägemisega, psüühiliselt tasakaalukas, arukas naine kurtis arstidele, et teda jälitavad... hääled. Õigemini mitmesugused mürad,

mis meenutasid tosina üheaegselt ja mitmesugustel lainepikkustel töötava raadiovastuvõtja tasaseid hääli. Arstid arvasid, et tegemist on hallutsinatsiooniga ja hakkasid proua G.-d ravima, nagu kannataks too tavalise psühhoosi all, kuid see ei aidanud. Huvitav oli see, et proua G. kuulis imelikke hääli vaid oma uues, hiljuti valminud majas. Väljaspool seda, tänaval, tuttavate ja naabrite juures ning lõpuks oma endises elukohas oli ta kuulmine samasugune nagu kõigil normaalsetel inimestel.

Pikemalt aru pidamata külastas Whisk seda daami (ta oli nähtavasti samuti skeptik). Vestlused daamiga sundisid teadlast arstide diagnoosis kõvasti kahtlema. Kuid Whisk ei piirdunud kahtlemisega. Ta tõi «rääkivasse» elamusse tundlikud füüsikariistad ja tegi kindlaks, et siin tekkisid tõepoolest elektromagnetilised väljad, mille päritolu ta seletas mõningate iseärasustega elektri-, vee-, gaasi-, keskkütte-, telefoni- ja raadiovõrgu konstruktiivses kujunduses. Rääkimata kellelegi oma oletustest, küsis ta iseeneselt: kas proua G.-l pole ehk mingisugust «kuuendat meelt»? Et neis küsimustes lõplikult selgusele jõuda, konstrueeris Whisk seadeldise, mis tekitas üldjoontes neidsamu elektromagnetilisi nähtusi, mida täheldati proua G. korteris, ja hoolitses selle eest, et kogu aparatuuri sai sisse lülida täiesti märkamatult. Niipea kui seade tööle hakkas, võpatas naine:

«Mis teiega juhtus, madam?» päris uurija osavõtlikult.

«Kuidas, kas te tõepoolest midagi ei kuule?» hüüatas hämmastunud daam.

Ei, Whisk ei kuulnud midagi. Mitte midagi, peale iseenese kahtleva hääle: «Oo, vennas, esimene õnnestumine ei tähenda veel midagi. Ees seisab tohutu töö. Tarvis on kõike kontrollida ja veel kord kontrollida.» Nii algaski katseseeria, millest Clarence Whisk tegi ettekande hiljutisel biomeditsiini-alasel kongressil USA-s.

Ettekandesse suhtuti umbusklikult — aga kuidas siis veel? Samal kongressil võttis sõna ka teine teadlane — doktor Allan Frey, psühholoog, kes spetsiaalselt uuris elektromagnetiliste väljade mõju inimese psühhofüsioloogilisele seisundile.

«Enamikul inimestel võib suhteliselt nõrkade elektromagnetiliste väljade abil tõepoolest ilma suurema vaevata mitmesuguseid kahjutuid aistinguid esile kutsuda,» kinnitas ta. «Piisab, kui valida sobiva sagedusega võnkumi-

sed ja neid siis vastavalt moduleerida. Mis aga selle taju mehhanismi puutub, siis sellest ei tea ma midagi.»
Välismaa kommentaatorid seletavad doktor Frey liigset tagasihoidlikkust sellega, et erinevalt Whiskist on ta USA mereväe teenistuses. Kui aga doktor Frey mõnda asja ei tea või midagi varjab, kas see tähendab siis, et teadus ei saa ilma doktor Frey abita hakkama?
Juba ammu katsuti mõistatuslikku nähtust põhjendada teoreetiliselt ja seda püütakse teha ka praegu.
Rääkides elektromagnetilistest lainetest, haarab peaaegu igaühe teadvus sellest mõistest vaid kitsa, professionaalsete raamidega piiratud osa. Radiokeemiku jaoks tähendab see mõiste eelkõige gammakiiri, arstile röntgenikiiri, bioloogile ja optikule ultravioletseid ja ka «nähtavaid» kiiri, soojustehnikule infrapunaseid kiiri, radistile raadiolaineid jne. Kiirgusspektril ei ole aga demarkatsioonijooni, ta on pidev ega lõpe neil lainepikkustel, mida kasutavad televisioon ja raadiosaatjad. Spekter ulatub kaugemale, pikalaineliste võnkumiste valdkonda, mis on jäänud «puutumata», sest see piirkond huvitab vaid väheseid. Praegu on aga psühhofüsioloogide tähelepanu koondunud just sellesse ja raadiolainete diapasooni.
Röntgeni- ja gammakiirte bioloogilisest toimest pole mõtet rääkida, kõik teavad, mida tähendab kiiritustõbi ja kiiritusteraapia. Spektri ultravioletne ja nähtav osa ei tähenda ainult päevitust ja nägemisaistinguid, vaid ka imelisi metamorfoose rohelises lehestikus. Infrapunane kiirgus on soojuskiirgus. Edasi tulevad aga juba võnkumised, millele pikka aega ei omistatud mingeid bioloogilisi «teeneid» ega kuritegusid. Niisugune umbusk pole muidugi veel lühinägelikkus. Selle vahemiku uurimiseks polnud nähtavasti lihtsalt mingit erilist praktilist vajadust. Pole olemas ka meetodeid, et märgata nõrku efekte. Alles meie päevil hakkab endale tungivalt eluõigust nõudma uus teadusharu — elektromagnetiline bioloogia.
Alates tekkemomendist kümbleb meie planeedi loomariik «infrapunasetagustes» elektromagnetilistes lainetes. Neid kiirgab Päike, kusjuures raadioamatööri seisukohast on need lained ultralühilained (lainepikkusega sentimeetritest kuni meetriteni). Laineid tekitavad raadiohuvilistele hästi tuntud atmosfäärihäired. Neil lahendustel tekib tunduvalt pikemalaineline kiirgus, kui saabub Päikeselt,

ja see annab endast märku tüütu raginaga raadiovastuvõtjas. Spektri kõige madalama sagedusega osa on esindatud aeglaselt muutuva Maa elektri- ja magnetväljaga. Maa väljatugevus ei muutu mitte ainult iga üheteistkümne aasta järel, vastavalt Päikese aktiivsusele, vaid aasta, kuu ja isegi ööpäeva jooksul. Alles hiljaaegu avastati Maa magnetvälja pulsatsioon vahemikus kaheksast kuni kuueteistkümne hertsini. (Huvitav, et aju biopotentsiaalide peamist komponenti — alfarütmi — iseloomustab seesama sagedus. Arvatakse, et see pole juhuslik kokkusattumus. Vastastikuse seose peaksid teadlased aga veel välja selgitama.)

Kui lugeja pole unustanud, et igasugune muutus magnetvälja tugevuses (näiteks magnetvõruga käe rütmilisel liigutamisel) indutseerib juhtmetes (närvides) elektrivoolu, elektrilaengute liikumine aga tekitab paratamatult magnetvälja, siis võime juttu jätkata.

Kui ilmusid raadiosaatejaamad, elektromagnetid ja elektrimootorid, hakkas biolooge huvitama võimsate kunstlike elektromagnetiliste väljade mõju organismile. Efekt leitigi: raadiolained soojendasid kiiritatavaid kudesid ja seda sügavamalt, mida pikemalaineline oli kiirgus. Ultralühilaineid, seejärel aga ka sentimeeterlaineid hakati laialdaselt rakendama füsioteraapias. Igas ambulatooriumis on olemas seadeldis seesmiseks soojendamiseks ÜKS-vooludega (loomulikult nimetatakse sagedust üli'kõrgeks vaid võrreldes elektrivõrgu vahelduvvoolu sagedusega — viiekümne hertsiga).

Ühel heal päeval lõid bioloogid aga äkki häirekella. Terapeutiline efekt osutus üksikutel juhtudel hoopis teistsuguseks kui see, mida võis oodata, lähtudes ainult raadiolainete soojuslikust toimest. Nõukogude teadlased märkasid esimestena, et väikese energiaga sentimeeterlained (niivõrd nõrgad, et nad isegi ei soojendanud kudesid) aeglustasid südame tööd, vähendasid vererõhku ja põhjustasid närvisüsteemi kurnatust. Õnneks olid füsioloogilised funktsioonid häiritud vaid lühikest aega — juba kahe-kolme nädala pärast taastus normaalne seisund. Kauaoodatud efekt oli aga leitud!

Üksikutelt seosetuilt vaatlustelt oli vaja üle minna tõsisele süstemaatilisele uurimistööle.

Ahvilt pole võimalik välja pinnida, missugune on ta enesetunne. Sellest hoolimata on aga meie kauge esiva-

nema miimika ja žestid küllaltki väljendusrikkad. Kui meeterlainete kimp suunati looma kehale, siis ei täheldatud mingeid erilisi emotsioone. Seevastu aga pea kiiritamisel... Mis siis küll kõik juhtus! Algul muutus ahv valvsaks. Mõne aja pärast hakkas ta uniseks jääma. Saabus narkoositaoline seisund. Seejärel loom ärkas, hakkas silmi pilgutama ja pead pöörama, vaadates seejuures üha sagedamini kiirgusallika poole. Lõpuks muutus looma ilme kiskjalikuks, pärani avatud silmadesse tekkis kurjakuulutav tuluke — kõik see rääkis sasikarvalise katsealuse äärmisest ärritusest. Nähtavasti polnud liialt pikk raadiodušš kuigi meeldiv...

Seda tundsid omal nahal ka inimesed. Pikka aega tugevate elektromagnetiliste väljade mõjutsoonis viibinud raadiojaamade töötajad kurtsid halva enesetunde ja üldise nõrkuse üle. Halvenes nägemine, muutus vere koostis. Spetsiaalsed katsed aga näitasid, et inimesed, keda kiiritati sentimeeterlainetega, hakkasid kuulma hääli! Näis, nagu tekiksid need kusagil kuklas. Sellist muljet on väga lihtne esile kutsuda: piisab lauba kiiritamisest, kusjuures elektromagnetiline väli võib olla üsna-üsna nõrk.

Niisiis, Whiski poolt kirjeldatud nähtus polegi müstifikatsioon?

Vaatlusandmeid kokku võttes tulid teadlased järeldusele, et elektromagnetilise välja energia suurendamine kiiritustulemustele peaaegu ei mõju.

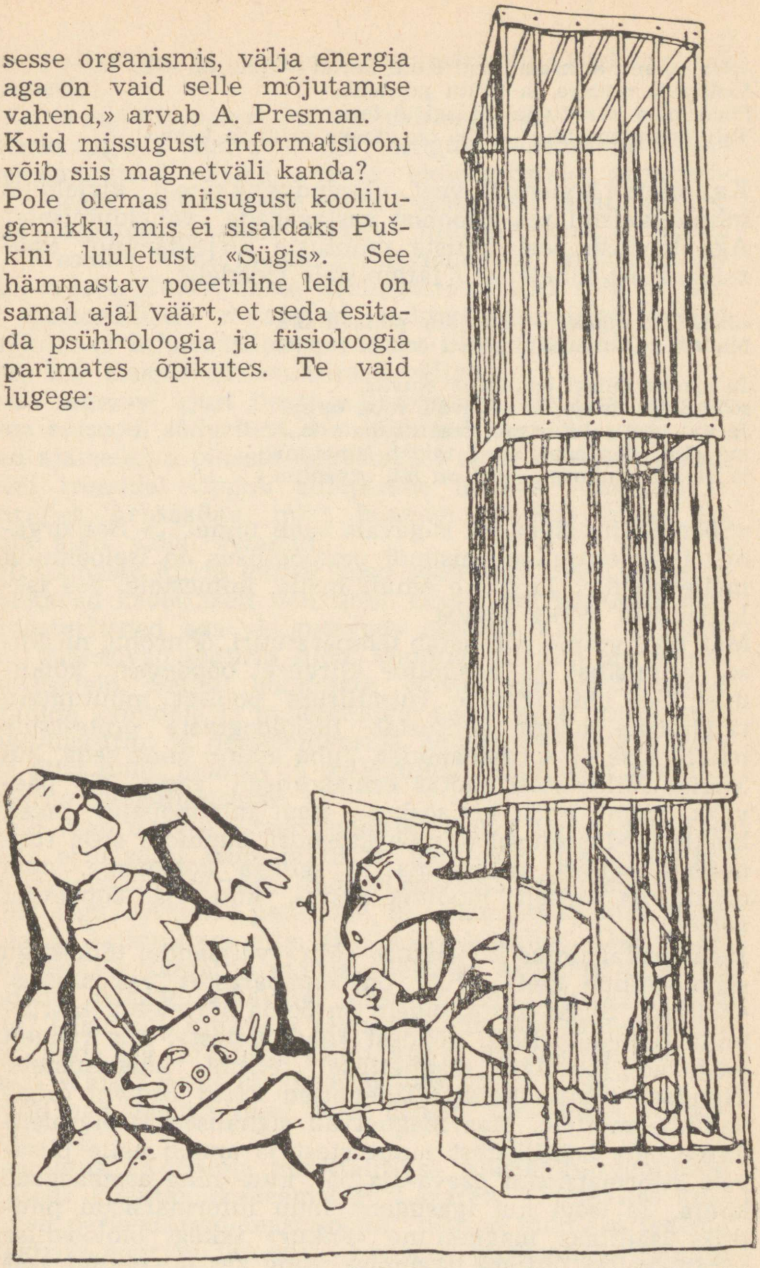
USA füüsikalaboratooriumidele saadeti 1961. aastal ankeedid küsimusega, millist mõju avaldab töötajatele püsiv magnetväli. (Sõna «püsiv» tuleb siin mõista tinglikult, sest inimesed kahtlemata liiguvad selles väljas ja muudavad seega ka neile mõjuvat väljatugevust.) Vastused näitasid, et kuni 20 000 örstedi tugevust magnetvälja inimesed ei taju. Ainult need, kel olid suus terashambad, tundsid metalli maitset.

Samal ajal pole aga kahtlust, et nõrgad magnetväljad mõjuvad organismile. Veel enam, selle mõju tulemused ilmnevad sageli selgemalt siis, kui välja energia väheneb. On selge, et bio- ja psühhomagnetismis pole välja energia kõige olulisem suurus. Mis on siis aga kõige tähtsam?

See küsimus on teadusel lõplikult veel lahendamata.

«Elektromagnetiline väli mõjutab informatsiooniprot-

sesse organismis, välja energia aga on vaid selle mõjutamise vahend,» arvab A. Presman. Kuid missugust informatsiooni võib siis magnetväli kanda? Pole olemas niisugust koolilugemikku, mis ei sisaldaks Puškini luuletust «Sügis». See hämmastav poeetiline leid on samal ajal väärt, et seda esitada psühholoogia ja füsioloogia parimates õpikutes. Te vaid lugege:



«See on mu armsaim aeg! Kuid kevad — piin on see:
toob sula endaga ja tüütu porileha.
Põen, olen kärsitu ja midagi ei tee.
Talv enam meeldib — siis on värske vaim ja keha.»

Kas olete kohanud veel väljendusrikkamat kirjeldust inimorganismi reaktsioonist aastaaegade vaheldumisele? Aga looduse perioodiliste muutuste kirjeldamine? Pöörake erilist tähelepanu järgmistele ridadele:

«Jah, igal sügisel — ma jälle puhken siis.
Ma muidu kunagi nii hästi end ei tunne.

Ja armas jällegi on lihtne eluviis,
söön palju, isuga, ja sügavalt vaon unne.
Ja kui veel jalutus mu vere käima viis,
ma jälle olen noor, mind täidab õnnetunne
ja värske eluhoog — nii on mu organism.»

«Söön palju, isuga, ja sügavalt vaon unne...» See organismi füsioloogilise seisundi perioodilisus on iseloomulik meile kõigile. Ja mitte ainult meile, inimestele. See iseloomustab kõike elavat.
Maa pöörlemine põhjustab temperatuuri, õhurõhu, niiskuse, valgustuse ja kosmilise kiirguse ööpäevast kõikumist. See oma igavese rütmilisuse poolest muutumatu tingimuste kogum põhjustab füsioloogiliste protsesside tsüklilisuse elusorganismides. Juba ammu enne seda, kui Thales Mileetosest jaotas esmakordselt aasta 365 päevaks, ammu enne kirjaoskuse, isegi inimmõistuse teket, kinkis loodus elusolenditele kalendri, sundides seda tunnetama, sellest aru saama ja sellega kohanema, pani organisme täpselt mõõtma aasta-, kuu- ja ööpäevast aega.
1964. aastal ilmus kirjanduse «Mir» väljaandel tõlkekogu «Bioloogiline kell». Jutt on omapärasest rakusisesest «kellast». Siiski mitte, õigem on öelda ajareleest, biorütmide regulaatoritest, nendest «elulainetest», mis rangelt vastavad biosfääri magnetilise režiimi kõikumistele. Tigudega tehtud katsete tulemused viisid Browni originaalsele mõttele. Maa magnetväli signaliseerib elusolenditele oma tsüklilistest muutustest ja annab neile piisavalt informatsiooni päeva- ja öö-, kuu- ning aastaaegade kohta. Ja isegi kui igasugune muu informatsioon puuduks, säilitaks magnetiline «ankur» ikkagi bioloogilise «äratuskella» ühtlase tiksumise. Ning kas nimetatud vas-

tavus alfarütmi ja magnetilise pulsatsiooni vahel ongi nii juhuslik?
Noh, ja mis siis sellest, kui see kõik ongi nii?
«Perioodiliselt muutuvad mitmesuguse sagedusega elektromagnetilised väljad võivad bioloogilistele protsessidele peale sundida neile võõra rütmi, või teisiti öeldes, viia organismi «kahjulikku» informatsiooni,» arvab A. Presman. «See moonutab normaalseid informatsiooniprotsesse. Teoreetiliste kaalutluste põhjal võib arvata, et perioodiliselt muutuvad elektromagnetilised väljad mõjutavad informatsiooniprotsesse elusorganismides rohkem kui kaootiliselt muutuvad väljad.»
Juba ammust ajast tuuakse resonantsi klassikalise näitena episoodi sõduritest, kes lõhkusid rippsilla, sest vahvad ajateenijad pidasid marssimisel täpselt jalga, niikaua kuni trossidel rippuv sillapealne hakkas võnkuma ja purunes. Arusaadav, miks jalavägi sammub nüüd üle silla alati vabal sammul.
Infrapunaste kiirte toimel koed soojenevad, sest aatomid hakkavad kaootiliselt võnkuma. Organismi sattuvad sentimeeterlained aga «kiigutavad» osakesi nagu taktsammul marssivad sõdurid silda. Muidugi, ka siin on olemas soojusefekt. Sellest hoolimata võivad aga raadiolained sundida ioonidele ja molekulidele peale neile mitteomase liikumisrütmi ja desorienteerida biovoolude levikut närvis ning muid ioonide ja molekulide liikumisest tingitud informatsiooniprotsesse.
Meid ümbritsev elektromagnetiline taust kujutab endast väga erinevatel lainepikkustel töötavate raadiosaatjate ja televisioonikeskuste kooskõlastamata kiirguste kaootilist segu, nii-öelda pataljone, mis sammuvad sillal nagu juhtub. Ja kujutage ette, äkki kõlab käsklus: «Üks, kaks, üks, kaks!» Rautatud saabaste läbisegi astumine asendub sadade jalgade kõlavate, üksmeelsete löökidega. Aga sild? Õigemini, aju? Kui teatud tingimustel ilmneb sagedus, mida aju eriti hästi tajub, kas ei või siis juhtuda nii, nagu Whiski poolt kirjeldatud loos proua G.-ga?
Nüüd aga mõelge teise, veel vähem tõenäolise võimaluse üle.
Raamatus «Kõrgema närvitalitluse füüsikalis-keemilised alused» kirjutas akadeemik P. Lazarev: «Tsentrites kulgevad perioodilised reaktisoonid peavad kindlaks tegema elektromotoorjõu ilmumise tsentrite piirkonnas. Valguse



elektromagnetilise teooria kohaselt peab ümbritsevas keskkonnas sellega kaasnema valguse kiirusega leviv elektromagnetiline laine. Iga aisting, iga liigutus peab ümbritsevas keskkonnas esile kutsuma suure pikkusega (kuni 30 000 kilomeetrit) laineid. Missugune võib olla nende lainete füsioloogiline osa, seda on raske öelda, kuid võimalik, et nad aitavad meil seletada hüpnoosi ja teisi psüühika keerukaid nähtusi.»

Täpselt aasta pärast akadeemik Lazarevi raamatu ilmumist alustas itaalia neuroloog Cazzamalli koos füüsikutega oma kuulsaid katseid.

Põrand, lagi, neli seina. Voodi, laud, tool. Tuba nagu tuba ikka, ainult ilma akende ja usteta. Tõsi küll, laes on suletud luuk; kuid ainult sealtkaudu võisid pääseda

kambrisse voodil lesiv mees ja see, kes seisab eemal valges kitlis ja kõrvaklappides. Nende juurest viivad juhtmed laual olevasse lampvastuvõtjasse, sealt omakorda raamantennini. Antenn on suunatud tollele, kes lamab voodis. Lamaja on hüpnoosiseisundis. Ta ei näe kambri kehva sisustust, vastuvõtja vilkuvaid oranže silmi ega professor Cazzamalli keskendunud nägu. Ta viibib kaugel-kaugel, imeliste unelmate maailmas, kuhu teda viis hüpnotiseerija tahe. Ta ei aimagi, et professor Cazzamalli kuuleb samal ajal uskumatult imelikke hääli: kord flöödi meloodilist nuttu, kord tšello bassihäälset *pizzicato*'t, kord arusaamatut inimkõnepominat, kord vilet, kord raginat. Kust need tulevad? Võib-olla väljastpoolt? Ei, kambri seinad on kindlalt ekraneeritud pooleteisemillimeetrise pliikihiga, mis neelab kõik raadiolained. Järelikult tekivad helid seespool, kambris endas? Kuid siin pole mingeid kiirgusgeneraatoreid, välja arvatud...

«Ärgake!» käsutab professor Cazzamalli. Inimene voodis hakkab liigutama, raputades maha viimased hallutsinatsiooniriismed. Ja näe imet — kõrvaklapid vaikivad otsekohe!

Professor Cazzamalli jõudis järeldusele, et pingsa tegevuse, sisendatud hallutsinatsiooni poolt esilekutsutud tugeva emotsionaalse ärrituse korral muutub inimaju meeter-, detsimeeter- ja sentimeeterlainete allikaks.

Need järeldused said teaduslikus kirjanduses terava kriitika osaliseks. Katsed korrata professor Cazzamalli eksperimente (neid püüdis sooritada ka professor L. Vassiljev Leningradis V. Behterevi nimelises Ajuinstituudis) ei andnud tulemusi. Seevastu õnnestus aga kahel saksa füüsikul, F. Sauerbruchil ja W. Schumanil, registreerida madalsageduslikku elektromagnetilist välja inimese ja loomade kokkutõmbuvate lihaste lähedal. Filmilindilt leitud võnkesagedus vastas kesknärvisüsteemist kokkutõmbuvatesse lihastesse saabuvate biovoolude rütmile (ligikaudu viiskümmend hertsi).

Niisugune sagedus on elektromagnetilistel lainetel, mille lainepikkus on ligikaudu kuus tuhat kilomeetrit, s. o. just neil lainetel, mida akadeemik Lazarev pidas informatsioonikandjateks telepaatia korral (loomulikult, kui viimane on vaid olemas). Lõpuks täheldasid A. Kamenski ja teised nõukogude teadlased sentimeeterlainete vahetut toimet isoleeritud närvikiule. Kiiritamisel suurenes vii-

mase tundlikkus ärritamise suhtes. Suurenes ka biovoolude levimiskiirus närvikius.
«Niisiis, küsimuses, missugune on elektromagnetilise energia liik, mida töötav aju toodab ja ümbritsevasse keskkonda saadab ning mis teise ajju tungides seal teatud neuropsüühilisi protsesse esile kutsub, on esitatud kaks seisukohta: Lazarevi järgi on tegemist tohutult suure lainepikkusega madalsagedusega elektromagnetiliste lainetega, Cazzamalli järgi aga väga väikese lainepikkusega ülikõrgsagedusega lainetega,» resümeerib professor Vassiljev. «Kui eeldada, et on olemas nii üks kui ka teine, jääb ikkagi veel selgusetuks küsimus, kas need lained suudavad teise aju koort ärritada, et seal vahetult, ilma meeleelundite osavõtuta neuropsüühilisi protsesse esile kutsuda?»
Kas nad suudavad?...
«Lähtudes faktidest, mis on olemas elektromagnetiliste väljade bioloogilise toime kohta, ja andmetest nende väljade tekkimise kohta elusorganismides, võib oletada, et paralleelselt informatsiooni edasiandmisega närvi kaudu ja keemilisel teel on organismis võimalik veel omapärane «raadioside». Viimane näib olevat tõenäoline mistahes tasemel: süsteemide, rakkude ja molekulide vahel.
Mõned teadlased suhtuvad bioloogilisse raadiosidesse kui niinimetatud telepaatiliste nähtuste võimalikku põhjusesse,» väidab bioloogiakandidaat A. Presman.
Telepaatia... Vaat milleni viisid meid arutlused magneti ja aju vastastikuse seose suurest müsteeriumist!
Lugejal on veel värskelt meeles vaidlused meeltevälise taju pooldajate ja vastaste vahel.
«Mõtete edasiandmine kauguste taha on võimalik,» kinnitasid entusiastid. «Eksperimentaalseid fakte on palju, kuid teoreetilist seletust pole veel suudetud anda. Pole võimatu, et informatsiooni ülekandjaks ajust ajju on mõistatuslik elektromagnetiline stiihia.»
Aga skeptikud? Kuidas nad entusiastide jultunud väiteid pareerisid?
«Elektromagnetilised lained ei kõlba telepaatiaks,» tõestas füüsika-matemaatikadoktor professor A. Kitaigorodski. «Muidugi, ajuvoole tuntakse juba ammu. Kui aga on olemas voolud, siis peab järelikult eksisteerima ka elektromagnetiline väli. Arvutused aga näitasid, et vii-

mase tugevus on tähtsusetult väike ja selle abil on võimatu signaale edasi anda, vastu võtta ja dešifreerida. Signaal võib levida kahel viisil: kas igas suunas, nagu veepinnal tekkivad rõngad pärast kivi viskamist vette, või ühes suunas, kontsentreeritud kimbuna, nagu suundantennist väljuv signaal. Esimesel juhul peab signaali intensiivsus kahanema vähemalt pöördvõrdeliselt kauguse ruuduga (vastasel korral poleks rahuldatud energia jäävuse seadus). Kui see aga nii on, siis peaksid kaks lähestikku asetsevat subjekti suurendama oma telepaatilist mõju miljoneid ja miljardeid kordi, võrreldes



suhtlemisega suurelt kauguselt. Mitte sinnapoolegi! Parapsühholoogid väidavad, et kaugus pole siin üldse oluline. Järelikult pole meie oletus õige. Tuleb välja, et signaal on suunatud sinnapoole, kus asub «sugulasling».
Sel juhul tuleks leiutada mehhanism, mis keeraks «aju-raadio» kiirt ja kompaks maailmaruumi selle «hinge» otsinguil. Sellisteks pööreteks vajalikku kiirust ja pööramise tundlikkust on aga teaduse faktidega raske kokku sobitada. Edasi läheb veelgi raskemaks. Avastatud «hing» peab otsekohe vastama ja saatma oma kiire vajalikus suunas. Hiljem, kui «hinged» on teineteist leidnud, peab otsekohe käivituma mehhanism, mis säilitab kiirte vastastikuse orientatsiooni, ja seejärel... Muide, lubage, pole enam jõudu samas vaimus jätkata. Teaduslikku seletust telepaatia ei saa...»
Nii arvab professor Kitaigorodski. Minu arvates aga avaldas kõige kainemat arvamust sel delikaatsel teemal füüsika-matemaatikakandidaat V. Smilga:
«Ma olen absoluutselt igasuguste katsete vastu siduda telepaatiliste nähtuste võimalikkust üheselt müstika, idealismi või millegi muu taolisega. Kui selguks, et telepaatilised nähtused tõepoolest esinevad, siis tähendaks see vaid üht: inimesel (või loomal) on veel üks meeleelund, veel üks vahend informatsiooni vastuvõtmiseks ja edasiandmiseks. Ei midagi muud. Niisuguse fakti täpne fikseerimine oleks teaduses küll ainulaadne sündmus, kuid mingit tragöödiat sellest ei tekiks.
Kuidas informatsiooni konkreetselt edasi antakse, see on teine küsimus. Üldiselt rääkides võib iga keskpärane teadlane soovitada kümmekonda mõeldavat mehhanismi, mille abil saaks informatsiooni ühelt organismilt teisele anda mingil uuel viisil. Kõigepealt meenub muidugi elektromagnetiline hüpotees. Väga lihtne on oletada, et elektromagnetiliste lainete abil side loomiseks kaugusel sadadest meetritest kilomeetriteni on vaja nii väikese võimsusega saatjat, et inimorganismi energiavarud ületavad selle võimsuse mitme suurusjärgu võrra.
Väited, et niisuguseid signaale on kõrvaliste raadiolainete tugeva segava tausta tõttu võimatu vastu võtta, ei lükka midagi ümber, sest niisuguste hinnangute korral eeldatakse tavaliselt, et telepaatiliste vastuvõtjate tundlikkus on seesama mis harilikel raadiovastuvõtjatel. Oletus aga, et aju intensiivse töö korral kiirguvad ümbritse-

vasse keskkonda elektromagnetilised lained, mis võivad kanda informatsiooni, pole vastuolus ühegi loodusseadusega.

Ma ei kavatse praegu mingeid mehhanisme soovitada, mis seletaksid niisuguste nähtuste võimalikkust. Tänapäeval on iga taolise seletuse hind identselt võrdne nulliga. Niipalju kui mulle on teada, pole sooritatud ühtki küllalt autoriteetse komisjoni poolt fikseeritud ja teadlaste seas ametlikult tunnustatud eksperimenti, milles oleks tehtud kindlaks telepaatiline side kas või kümne meetri kauguseltki. Enamik teateid välismaa parapsühholoogide tulemustest paneb mind aga äärmiselt kahtlema nende teaduslikus aususes. Keegi kuulis kusagil midagi. Keegi nägi midagi. Keegi on nördinud. Keegi propageerib. Puhkeb äge vaidlus. Arutatakse võimalikke mehhanisme ja heidetakse need kõrvale. Kõik on olemas. Puuduvad vaid ranged faktid. Niisugune olukord on ideaalselt soodne kõigile sogase vee armastajatele. Selles mõttes olen ma A. Kitaigorodskiga täielikult nõus.

Meie järeldused on aga diametraalselt vastupidised,» resümeerib Smilga. «Telepaatia võimalikkus pole vastuolus mitte ühegi põhilise loodusseadusega. Kuluaarides nende küsimuste arutelu nagunii jätkub. Mingisuguse kindla seisukoha võtmiseks on vaja teaduslikult kindlaks tehtud fakti.»

Mis siis ikka, ka meil lugejaga pole skeptitsismist puudu. Skeptitsism on hea asi. See kaitseb meid vigade ja läbikaalumata tegude eest, hoiab üleloomulikesse jõududesse uskumast. Just sellist eesmärki taotles Prantsuse Akadeemia, kui ta mesmerismi üle teaduse parda heitis. Heitis üle parda koos kõigi väärtuslike tõeteradega, pidurdades elektromagnetilise bioloogia arengut peaaegu saja aasta võrra. Muide, kui teil meeles on, siis seesama Akadeemia heitis kõrvale ka Franklini piksevarda, Jenneri kaitserõuged, Fultoni aurulaeva...

Tänapäeval tõestas elektromagnetiline bioloogia oma täielikku eluõigust. Talle on vaja lahtist mõistust ja osavaid käsi. Ta vajab entusiaste ja skeptikuid. Elektromagnetiline bioloogia ootab uusi uurijaid.

«Isaac Newtonil pole õigus! Mõju ja vastumõju pole samaaegsed. Täiesti võimalik on hakata liikuma ainult sisejõudude arvel, tõukumata teistelt kehadelt ja kasutamata reaktiivjõudu. Deani masin tähendab revolutsiooni kosmonautikas!»
«Deani masin on samasugune müüt nagu Bellerophoni kuju, mis olevat rippunud õhus ilma millelegi toetumata. Sel pole mingit tulevikku. See on tavaline ja peale selle veel põhjendamatult keeruline mehhanism.»
«Kuid käivad kuuldused, nagu oleksid välismaal kõik tööd Deani masina uue variandi kallal salastatud ja et nendele pannakse suuri lootusi?»
«Mehaanikaseadused on vankumatud. Kõik katsed neile kallale kippuda on lõppenud krahhiga. Mis puutub relatiivsusteooriasse ja kvantmehaanikasse, siis need uued teadusharud määrasid vaid Newtoni füüsika kehtivuse piirid, kuid ei lükanud seda ümber.»
«Kas klassikaline mehaanika on oma arengus juba niivõrd kivistunud, et sel alal polegi enam midagi avastada?»
«Sellest hoolimata pole midagi naiivsemat kui katsed kummutada Newtoni teooria targutustega Deani masina ümber . . .»
Kuid kas ei saaks Deani masinat kasutada teisel eesmärgil? Kas taolised aparaadid ongi nii perspektiivitud? Ja kas Newtoni järeldused on igas suhtes tõesti laitmatud?

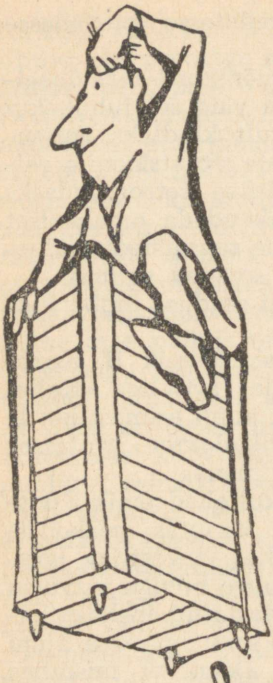
## SÜNDINUD ROOMAMA?



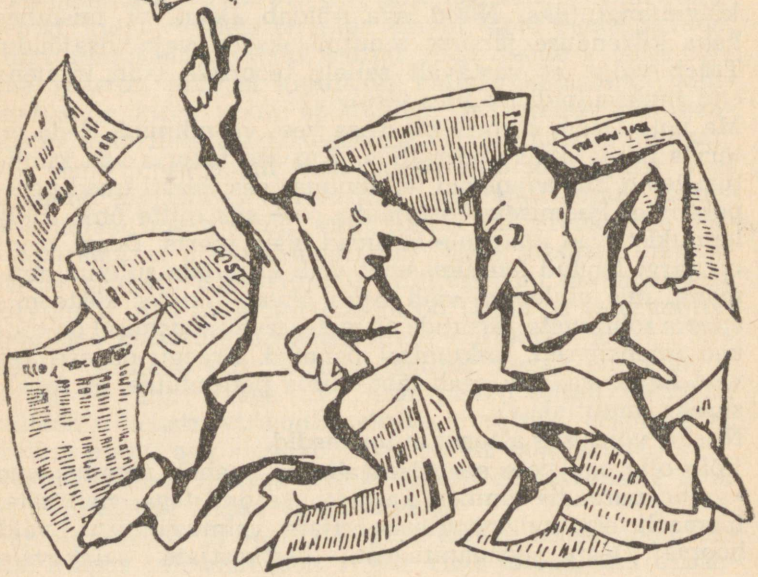
«Türklaste eest põgenedes proovisin ma kord ratsa üle soolauka hüpata. Hobuse hüpe ei küündinud aga kaldani ja me plartsatasime täie hooga mudasse. Juba kadus haisvasse porisse hobuse kere, juba hakkas sohu vajuma mu pea, pinnal tolknes veel vaid mu paruka pats. Mida teha? Haarasin sellest patsist kinni, tõmbasin end kõigest jõust ülespoole ja tirisin ilma suurema vaevata soost välja nii enda kui ka oma hobuse, keda ma hoidsin kõvasti jalgadega nagu tangidega. Jaa, ma tõstsin õhku

nii enda kui ka oma hobuse, ning kui te arvate, et see on lihtne, eks proovige siis ise järele . . .»
Mnjaa, need pole muud kui parun Münchhauseni naljalood! Needsamad. Selle tsitaadi avaldas ajakiri «Tehnika— molodjoži» sissejuhatusena artiklile «Kas Isaac Newtonil on õigus või mitte?» Ajakirja sõnavõtuga lõppes diskussioon Deani kurikuulsa masina üle. See oli populaarteaduslikus kirjanduses puhkenud emotsionaalse-intellektuaalse tormi viimane, üheksas laine. Näis, nagu oleks see purustanud pilbasteks uue, sugugi mitte piibelliku kapteniga päästelaevukese, millega *perpetuum mobile* utoopiline idee püüdis teadusesse pääseda. Meelte käärimine oleks nagu vaibunud. Näis, et arutada pole enam midagi. Milleks laipa veel galvaniseerida?
Ja siiski on Deani masinaga seotud sensatsioon väärt, et sellest veel kord juttu teha. Ei, sugugi mitte selleks, et publikut mingil moel uuesti jalust rabada. Liialt tugevasti ahvatles see mastaabilt pretsedenditu sensatsioon, et seda nii kergesti unustada. Ta ei ärritanud mitte ainult põnevate kõmuteadete ootajaid, vaid isegi õpetlasi, eriti aga rahutut leiutajatepere. Leiutajad on tõepoolest rahutu rahvas: erutatud kärarikastest vaidlustest ameerika patendi nr. 2 886 976 üle, pole nad tänapäevani rahunenud, kuigi «i»-dele on juba ammu täpid peale pandud, kuigi ammu on kindlaks tehtud kõigi nende katsete tõeline väärtus, millega kiputakse kallale mehaanika põhiseadustele, kuigi ammu on kõigi nende teoreetiliste «uuenduste» autoritele antud teenetele vastav õiglane hinnang. Või veel! Sensatsiooni kaja eksleb leiutise varjuna veel praegugi kirjastuste koridorides. Aeg-ajalt ilmub toimetuse lauale uuesti mingi «uut tüüpi» mittereaktiivse lennuaparaadi, s. t. moderniseeritud Deani masina «ilmeksimatu» projekt. Kas leidur on diskussiooni materjalidega tutvunud? Aga muidugi! Kas ta on Deani ja tolle mõttekaaslaste alusetute pretensioonide kriitikaga nõus? Täielikult! Milleks siis raisata asjatult aega, energiat ja lõpuks — raha? Saage aru, Deani patent esitab teadlikult kõlbmatu konstruktsiooni («eksiteele viimise eesmärgil»), tõeline masin aga «lendab ja on ainult salastatud».
Norman Deani nimega seotud legendide levimisele aitas suurel määral kaasa ajakirjandus.
Eks ole huvitav ja õpetlik jälgida, kuidas sensatsioon tekkis, kuidas informatsioon riigist riiki imbus, kes esime-

sena usaldustuult spekulatsiooni eredatesse purjedesse puhus?
Maleülesannete koostajad esitavad mõnikord teravmeelseid ülesandeid, mida võib lahendada vaid sel juhul, kui aimad või, õigemini, teed vaidlematult kindlaks, missugused olid malelaual tekkinud teravale situatsioonile eelnenud käigud. Sellist võtet nimetatakse retrograadseks analüüsiks. Proovime siis meiegi rakendada omalaadset retrograadset analüüsi. Niisiis, liigume sensatsiooni jälgedes. kuid tagurpidi — lõppmängust avangu suunas.
Finaali me juba teame: matt Newtoni seaduse ümberlükkajatele.
Matisituatsioon tekkis kohe pärast akadeemik B. Konstantinovi esinemist ajalehes «Izvestija» artikliga «Kellel on õigus, kas parunil või Newtonil?», kuigi esimest korda andis tuld juba füüsika-matemaatikadoktor professor G. Džanelidze Leningradi ajalehes «Smena».
Huvitav, et kolm nädalat enne seda, kui akadeemik Konstantinov Deani aparaati torpedeeris, kirjutas peakonstruktor O. Antonov sellessamas ajalehes «Izvestija» järgmist: «Tehnika on täis ootamatusi. Suure huviga tutvusin ma Deani uue teooriaga. Newtoni avastatud mehaanikaseadusi peeti tavaliste kiiruste jaoks kuni viimase ajani kõigutamatuteks. Nüüd aga väidab Dean, et mistahes keha kiirenduse järsuks muutmiseks on vaja lisajõudu. Tuleb välja, et vastavalt sellele teooriale võib inimene end juukseidpidi ise üles tõsta.
Ma pole Deani teooria õigsuses veel veendunud. Seda on tarvis põhjalikult kontrollida. Kui see teooria aga kinnitust leiab, siis avanevad lennunduse ees täiesti uued perspektiivid. Peamiseks tõstejõuks pole siis mitte õhk, mida lennuki tiivad allapoole suruvad, vaid inerts. Deani teooria järgi loodud lennumasinat võib kujutada suletud anumana, mis ei lenda, vaid ujub õhus, liikudes süsteemis eneses toimuvate järskude tõugete arvel: tõusmisel on tõuked intensiivsed, laskumisel pehmed. Praegu on see aga veel fantaasia, mis peab läbi käima pika elutee, et reaalsuseks muutuda.»
Niisiis, võitlusse astusid autoriteedid.
Võib-olla aga pole see ülemaailmne paabeli segadus uue «lennuaparaadi» ümber kasinate teadmistega, naiivsete, tõemeeli eksinud populariseerijate vaimusünnitus, vaid hoopis Deani ookeanitaguste eestkostjate salakavala



plaani tulemus? Need inimesed olid ehk leiutise perspektiivituses juba ette kindlad, kuid heitsid kurikavalalt bluffsööda Euroopa kontinendile? Oli kuidas oli, ent nõukogude teadlased selgitasid õigeaegselt selle importsensatsiooni olemuse. Missugused on vedrud, milledel Deani aparaat võis nii kõrgele hüpata? Kas seda tõepoolest võidi salastada? Kas Deani masin on võimeline kunagi kosmosesse tõusma? Ja kas Dean oli esimene, kes ehitas taolise masina, mida ta nimetas lennuaparaadiks? Millises suunas tuleks seda leiutist täiustada? Ja lõpuks, kas Deani teooria on üldse olemas?



Niisiis, jätkame retrograadset analüüsi.
Esimese lühikese teate Deani jõumasina kohta avaldas meil ajakiri «Znanije — sila» 1962. aasta märtsis, tutvustades lugejat eelnevalt ausalt oma kahtlustega: «Kui osutub, et Deani leiutis pole üks neist ülespuhutud sensatsioonidest, mis tihti ilmuvad välismaa ajakirjade veergudel, siis võib inimene leida tulevikus põhimõtteliselt täiesti uue liikumisviisi.»
Kaheksa kuud hiljem avaldas ajakiri «Izobretatel i ratsionalizator» juba põhjalikuma informatsiooni. See oli umbkaudu järgmine.
Kas on võimalik liikuda ruumis ainuüksi sisejõudude arvel? Newtoni kolmas seadus (mõju võrdub vastumõjuga) määrab halastamatult kõik taolised katsed ebaõnnestumisele. Sellest seadusest läks korda üle astuda ainult parun Münchhausenil, kes end juukseidpidi soost välja tiris.
Teiseks selliseks meheks pärast parunit sai Norman Dean. Ta esitas aparaadi, mis vastavalt autori ideele on võimeline lendama, tõukudes iseeneselt.
Iga koolijüts teab, et pöörlemisel tekivad tsentrifugaaljõud. Kui raskuskese asetseb pöörlemisteljel, siis on kõik tsentrifugaaljõud vastastikku tasakaalus ja kustutavad üksteist. Kui see aga ei asetse pöörlemisteljel, mis siis? Siis tekib jõud, mis tõmbab kaasa telge, millele on kinnitatud ekstsentrik. Pöörlemiskiirusel 3000 pööret minutis ja ekstsentrilisuse korral pool meetrit ületab tsentrifugaaljõud pöörleva keha kaalu 4500 korda! Seda jõudu kasutaski Dean, kes ühendas mitu ekstsentrikut ühtseks süsteemiks ja pani nad elektrimootori abil pöörlema.
«Nagu katsed näitasid, tekitab aparaat püsiva tõstejõu,» teatasid insenerid V. Kardašov ja L. Stepanjan. «Sõltuvalt selle suurusest aparaat kas ripub õhus paigal või liigub ülespoole. Aparaati võib panna liikuma ka horisontaalsuunas. Kas see pole energia jäävuse seadusega vastuolus? Näib, nagu ei oleks. Energiat aparaadi tõusuks annab ju jõumasin, mis paneb pöörlema ekstsentrikud.»
Edasi järgneb tõlge prantsuse kuukirjast «Science et vie», mis on juba ammu tuntud kergekaalulise ja sensatsioonijanuse väljaandena. Ajakiri «Znanije — sila» viitab aga veel ka ameerika ajakirja «Popular Mechanics» prantsuse variandile. Erinevalt ajakirjast «Science et vie» on selles

avaldatud mitte teiste-kolmandate kaudu saadud kompilatiivne materjal, vaid Deani tema koduses laboratooriumis külastanud pealtnägija jutustus. Sellest hoolimata näitab aga tähelepanelikum tekstiga tutvumine otsekohe, et reportaaži autor on tehnikas täielik võhik, kes kordab pimesi sõna-sõnalt kõike, mida leiutaja talle rääkis.
Lõpuks nimetab «Science et vie» ameerika algallikat — selleks on «Analogue». Mul õnnestus hankida selle kuukirja vajalikud numbrid. Ajakirja täielik nimetus on «Analogue: Astounding Science Fact and Fiction» («Analoog: hämmastav teaduslik fakt ja väljamõeldis»). Selles avaldatakse peamiselt fantastilisi jutustusi, mis vahelduvad populaarteaduslike artiklitega. Just see ajakiri oligi trampliiniks XX sajandi teise poole ühele kõige jalustrabavamale sensatsioonile. Umbkaudu neljakümne lehekülje pikkuse põhjaliku artikli Norman Deanist on kirjutanud ajakirja šeff ise — John W. Campbell-juunior. Artikkel väärib tsiteerimist. Niisiis, sõna on «Analogue'i» peatoimetajal härra J. W. Campbellil.

«Võib jääda mulje, nagu oleks kosmosemootori loomine puhttehniline probleem,» kirjutab Campbell. «Mitte sinnapoolegi! See on julm tundedraama, karakterite kokkupõrge, poliitiline mäng ja alles seejärel — tehniline looming, kusjuures asja tehniline külg on reeglina kõige lihtsam.
See, mida me nimetame Teaduseks, on kõigepealt rahvas, «inimesed», kellele on «omane kõik inimlik».
Pöördugem faktide poole.
Ma usun, et on leiutatud, katseliselt kontrollitud ja patenteeritud täiesti uut tüüpi kosmosemootor; ja see on tõeline avastus. Samal ajal on see ka kolossaalne hädaoht rahvuslikule julgeolekule: oleks andestamatu viga leiutist lasta käest libiseda, avaldades detailselt aparaadi skeemid ja töötamispõhimõtte. Kuid nüüd on juba hilja kahetseda, praegu pole see enam saladus.
Asjalugu oli järgmine.
1956. aasta suvel, aasta enne seda, kui Nõukogude Liit saatis orbiidile maailma esimese tehiskaaslase, pöördus Washingtonis elunev Norman L. Dean Patentide Büroo poole avaldusega patendi saamiseks masinale, mis muudab pöörlemise ühesuunaliseks kulgliikumiseks. Talle öeldi ära. Seejärel püüdis Dean äratada huvi mitmesugustes riiklikes organisatsioonides. Tulemusteta. 1959. aasta mais

oli patent lõpuks käes. Nüüd on see 25 sendi eest kättesaadav kõigile soovijaile. Kuid mitte rohkem kui 50 sendi eest võis iga valitsusametnik minutiks sõita taksol oma asutusest majani, kus elas leidur ise, ja tutvuda seal aparaadi töötava mudeliga. Mitte keegi neist ei saanud hakkama niisuguse kangelasteoga. Deani vaimusünnitusega tutvumiseks sõitsin ma kohale New Yorgist.

Palun meeles pidada ja edaspidi mitte silmist lasta järgmist.

1. Eelnevad väited tunnete osast mõistuse, inimeste suhete sfääris, teaduslikus tegevuses jäävad jõusse, sõltumata sellest, kas Deani masin osutub kosmosemootoriks või mitte.

2. Teadusevalla ametnike vastumeelsus Deani masina kontrollimise suhtes tööolukorras jääb meie ametlikust teadusepoliitikast tulenevaks karmiks järelduseks, sõltumata sellest, kas aparaat töötab või mitte.

Muidugi, usk sellesse, et Norman Dean tegi väljapaistva avastuse, on minu isiklik veendumus, mis tugineb vaatlustel. Kuid asjaolu, et mitte ükski riiklik organisatsioon ei olnud leiutisest huvitatud, isegi mitte pärast patendi avaldamist, — see pole enam subjektiivne mulje, vaid ümberlükkamatu fakt.

Juba Galilei võitles õiguse eest demonstreerida avalikult oma leiutisi, selle eest, et leiutised ei sõltuks mingitest autoriteetidest ega teooriatest, mis teaduses käskivalt ja vastuvaidlematult tooni annavad. Valitsuse kosmoseuurimise keskuse (NASA) teadlased ei suvatsenud aparaadiga tutvuda. Ei tahtnud seda teha ka Mereasjade Valitsus ega Senati Kosmoseuurimise Komisjon. Tõepoolest, aga kes see niisugune Norman L. Dean õigupoolest on? Ah lihtsalt üks härra? Mitte doktor? Isegi mitte bakalaureus? Aitab, niisugused ei suuda teaduslikult mõelda. Uurida tema ideid? Vabandage, seda küll mitte.

Sellest hoolimata jääb fakt aga faktiks: Norman Dean, lihtne kinnisvara pantimise ekspert, tõestas, milleks ta on suuteline.

Ei vaidle vastu, et nii mehaaniliste süsteemide konstrueerimise kui ka nende teoreetilise põhjendamise alal on ta asjaarmastaja, diletant. Niivõrd suur asjaarmastaja ja diletant, et erinevalt professionaalidest ei kartnud ta esitada väljakutset füüsika kõige põhilisematele seadustele.

Tema seadeldis, nagu muuseas üldse kõigi omatehtud aparaatide katsemudelid, ei paista just silma oma suure kasuteguri, kerguse või kompaktsuse, seda enam veel teostuse elegantsi poolest. See ei suuda isegi ennast tõsta. Deanil on aga olemas fotod, millel tema aparaadi käivitatud mudel on jäädvustatud õhus rippumas. Kahjuks on need esimesed variandid katsetuste ajal purunenud.
Hariduse ja kogemused andis Deanile tema ettevõtlikkus; et ta intuitsioon on seotud rohkem maiste asjadega, siis pretendeerib ta oma leiutise kasutamisele ka maa peal. Aparaat võib kasulik olla näiteks tõstukina raskete tööstuses.
Deani katsed masina omaduste määramiseks näitasid, et aparaat, mis on varustatud 150-hobujõulise rootormootoriga, võib arendada kuni 2400-kilogrammist veojõudu, kui mitte arvestada kadusid hõõrdumise ületamiseks (neid on aga konstruktsiooni täiustamisega lihtne vähendada miinimumini). Minu autol on mootor, mille võimsus on 400 hj; kogu auto kaalub 2320 kilogrammi. Oletame, et pool mootori võimsusest läheb hõõrdumise ületamiseks. See aga tähendab, et Deani aparaadiga varustatud auto saavutaks startides paugupealt kiiruse 100 kilomeetrit tunnis ja kihutaks vaba langemise kiirendusega. Maksimaalne kiirendus, mida autod startides kuival betoonrajal suudavad saavutada, on viis korda väiksem.
Lihtsaim moodus Deani efekti demonstreerimiseks on näidata, et tavalisele saunakaalule asetatud aparaadi kaal hakkab masina sisselülitamisel otsekohe vähenema. Mõõtmistäpsusest ei saa loomulikult olla juttugi, kuid see pole ka oluline, et märgata aparaadi tõstejõudu.
Ei või öelda, et ma Deani aparaadi teooriast hästi aru saaksin; mulle jäi mulje, et ka autoril enesel pole sellest n.-ö. udust aimugi. Kuid kas ennemuistsed ehitajad kujutasid endale ette, missugused füüsikalis-keemilised protsessid toimuvad lubja «kokkuhakkamisel»? Isegi tänapäeva teadus pole selles lõplikult selgusele jõudnud! Ei, Dean pole sugugi kohustatud teoreetilistesse peensustesse tungima. Ta lõi masina. Masin töötab. Mida siis veel vaja on?
Saabunud Washingtoni ja tutvunud hoolikalt Deani masina konstruktsiooniga, hakkasin ka mina mitmesuguste instantside ukselinke kulutama. Siin ei oldud eriti heal arvamusel ei mister Deanist ega tema püüdlustest oma

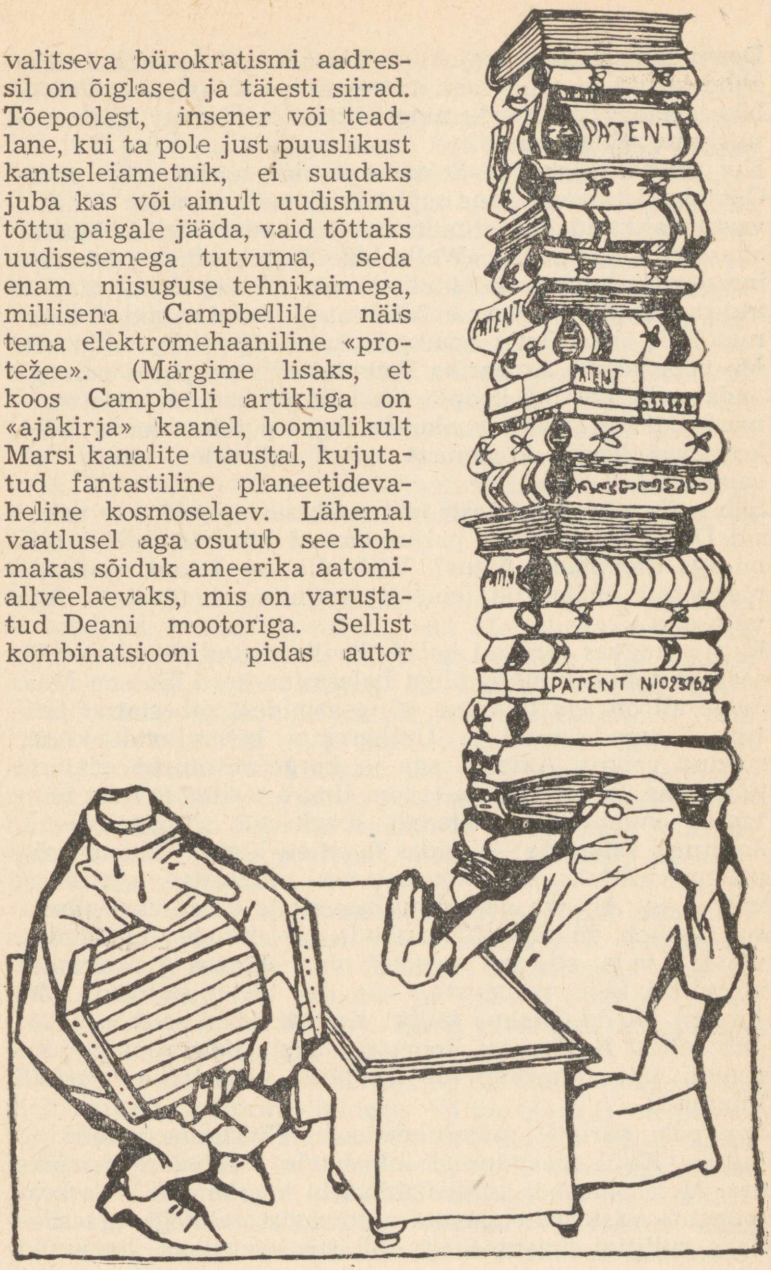
leiutisele tähelepanu tõmmata. Jutuajamistest Senati Kosmoseuurimise Komisjonis aga taipasin ma, et NASA spetsialistid vaagisid Deani ideed ja et leiutaja kohta on juba ammu sisse seatud toimik. Selle organisatsiooni esindaja koostas aruande, milles on must valgel näidatud, nagu oleksid Deani arvestused abitud ja ekslikud; teisiti öeldes — ettepanek oli tagasi lükatud puhtteoreetilistel kaalutlustel. Neilsamadel kaalutlustel, millel kirikuisad eitasid Galilei astronoomiaalaseid avastusi, keeldudes kategooriliselt ettepanekust heita pilk teleskoopi ja oma silmaga veenduda, et teadlasel on õigus...

Mereasjade valitsusest «pallitati» mind Leiutajate Rahvuslikku Nõukokku. See riiklik organisatsioon on asutatud kaigaste pildumiseks leidurite kodaraisse või, parimal juhul, teeviitade suuna muutmiseks leiutamisradadel, suunates eriti pealetükkivaid külastajaid teistesse asutustesse. Asutus täidab hiilgavalt oma psühholoogilise piduri missiooni, kusjuures tal on sooja tõrva unikaalsed omadused: küllaldane pehmus, et mitte murduda, kuid ka täiesti piisav venivus, et takistada küsimuse kiiret lahendamist. Niisuguses tõrvas oleksid ka mammutid ja mõõkhammastiigrid toppama jäänud. Külastage seda asutust ja te kohtate seal segamatut rahu ja vaikust, mida tänapäevani iialgi miski ei häiri.

Seejärel otsustasin ma uuesti tülitada Mereasjade Valitsust. Seal anti mulle mõista, et enne kui leiutisega tegelema hakata, on tingimata vaja kõiges teoreetiliselt selgusele jõuda. Lähemalt tutvunud Mereasjade Valitsuse leiutiste täiustamisega tegeleva eriosakonna tööga, avastasin ma, et selle filosoofilise doktriini väljatöötamisel on nad saavutanud märksa paremaid tulemusi kui leiutiste täiustamisel. Kui üldtunnustatud mõistete abil seadeldist või printsiipi täielikult seletada ei õnnestu, siis sellele seadeldisele või printsiibile eluõigust ei anta. (Märgin siinkohal, et koer ei suuda biokeemia ja füsioloogia terminite abil seedeprotsessi seletada, kuid see ei sega teda sugugi toitu edukalt seedimast.) Mereasjade Valitsuse esindaja, kelle poole ma pöördusin, saatis mulle kirja, milles ta viisakalt, kuid kindlalt teatas, et Deani masin on teoreetiliselt võimatu. Julgen väita, et selline hoiak ei soodusta võitlust leiutajate tegevuse kohta levinud eelarvamuste vastu. Arvan, et igale üliõpilasele on kasulik uurida Galilei töid, mida kirikuisad vastavalt tollal valitsenud

teoreetilisele maailmavaatele püüdsid viisakalt, kuid kindlalt juhtida. Kasulikud on samuti Newtoni ja Hooke'i märkused nende oponentide kompetentsuse kohta...
Kordan, mitte ükski NASA, Mereasjade Valitsuse või Senati Kosmoseuurimise Komisjoni liige pole silmagagi näinud seda, mille ta viisakalt, kuid kindlalt tagasi lükkas. Nagu mulle selgitati — «erakordse koormatuse tõttu». Niisiis, tegelikult ei tea ükski ametiasutus, kas Deani masin töötab või mitte.
Washington on keeruka ettevaatlikkuse lummav riik; siin tegutsetakse põhimõtte järgi «kui vaid midagi ei juhtuks». Loomad juhinduvad teatavasti kahest printsiibist: «hoiduda ebameeldivustest» ja «saada naudingut». Nii näiteks tungib lõvi jõehobusele kallale mitte lihtsalt nälja kustutamiseks, vaid ka võidu nautimiseks, sest risk on suur: jõehobune on ju tugev ja ohtlik loom. Washingtonis toimitakse teisiti: bürokraat, kes kartlikult kõrvale hoiab kõigest, mis direktiivide raamest välja jääb, pääseb kergesti igasugustest ebameeldivustest, kuid see on ka kõik! Leiutamispalavik on talle vastumeelne: mollusk kardab end kõrvetada. Te võite tema kujutlust ergutada vaid väljavaatega kalduda kõrvale instruktsioonidega määratud kohustustest.
Seepärast pole absoluutselt mingit tähtsust, kas Deanil on õigus või mitte. Pole mingit kahtlust, et igaüks, kes juhtub saama tõeliselt revolutsioonilise idee autoriks kosmonautikas, satub samasugusesse olukorda nagu Dean... «Kui nad ka edaspidi ei soovi mu leiutisega tegemist teha, siis ehitan ma ise lennumasina ja tõusen Washingtoni kohal õhku,» räägib Dean...
Tõenäosus, et NASA või Mereasjade Valitsus hakkaksid Deani aparaati vabatahtlikult uurima ja katsetama, on tühiselt väike. Igal ortodokssel inimesel on loomupärane omadus püüda kõiki väljapaistvaid saavutusi kinni külmutada sel tasemel, milleni ta ise on jõudnud. Mis siis ikka, dinosaurused võivad variatsioonidega roomajate teemal tegelda kui tahes palju, ent nad ei suuda hetkekski, isegi mitte loomingulise vaimustuse hoos, kujutada endale ette imetajat...»
Nii jõudsid Dean ja tema vaimusünnitus ühe hoobiga laia avalikkuse ette. Deanist hakkas rääkima kogu maailma ajakirjandus.
Näib, et Campbelli kibedad etteheited ameerika teaduses

valitseva bürokratismi aadressil on õiglased ja täiesti siirad. Tõepoolest, insener või teadlane, kui ta pole just puuslikust kantseleiametnik, ei suudaks juba kas või ainult uudishimu tõttu paigale jääda, vaid tõttaks uudisesemega tutvuma, seda enam niisuguse tehnikaimega, millisena Campbellile näis tema elektromehaaniline «protežee». (Märgime lisaks, et koos Campbelli artikliga on «ajakirja» kaanel, loomulikult Marsi kanalite taustal, kujutatud fantastiline planeetidevaheline kosmoselaev. Lähemal vaatlusel aga osutub see kohmakas sõiduk ameerika aatomiallveelaevaks, mis on varustatud Deani mootoriga. Sellist kombinatsiooni pidas autor



Deani fantastiliste projektide ideaalseks konstruktiivseks kehastuseks ja nähtavasti mitte vähem ideaalseks söödaks Mereasjade Valitsusele ning ühtlasi ka Senati Kosmoseuurimise Komisjonile.)

Kui uskuda ajakirja «Science et vie» teadet, siis andis Campbelli tundeküllane sapine kirjutis tulemusi: «Masina vastu hakkasid huvi tundma seitse suurt firmat. Massachusettsi kompanii «Wellesley Engineering» esindaja insener Carl Isaacson püüdis konstrueerida Deani masina uut mudelit ja märkas, et käivitatud Deani masin ei tõusnud küll õhku, kuid aparaadi kaal vähenes tunduvalt. Me pöördusime Ameerika Patentide Büroo poole palvega anda meile patendi koopia, kuid Büroo keeldus seda tegemast. Mister Dean omakorda aga põikles meie USA korrespondendi küsimuste eest kõrvale: leiutis oli salastatud.»

Säh sulle siis! Kas tõesti leidus lihtsameelseid, kes uskusid Deani eestkostjate paljulubavaid kinnitusi? Võib-olla on aga Campbellil õigus? Võib-olla on Deani masinale tõepoolest määratud kunagi kosmosesse tõusta? Aga võib-olla...

Mustas taevas säravad heledad vilkumatud tähed. Nende seas on tohutult suur, üleni helesinine kera. See on Maa. Jalge all on aga tolmune, rõugearmidest rebestatud pinnas. Vihmade meri... Ümberringi hirmutavalt külm, surnud vaikus. Äkitselt aga — kerge rütmiline pinnase põrumine. Kraatri harja tagant ilmub teadmata kust nähtavale kummaline, heledalt leegitseva silmaga olend. Jalutu ja ratasteta — kuidas ta ometi liigub? Kui ta keha maona väänleks, siis oleks see veel arusaadav, aga see ei väänle ju! Aga vaadake, kui osavalt ta ebatasasel pinnasel roomab, liikudes üle aukude ja lohkude, möödudes, või kui vaja, siis ka murdes oma võimsa peitlitaolise noka abil läbi takistuste, mis ta teele satuvad. Mis juhtus? Olend kukkus külili! Kuidas, isegi selili? Ja liigub sellest hoolimata! Roomab, nagu poleks midagi juhtunud, jättes meeter meetri järel selja taha teedeta kuupinda...

See pole päriselt müstifikatsioon. Niisugune iseliikuja kuluks Kuul maandunud inimestele tõepoolest marjaks ära. Meie planeedi külalislahkuseta kaaslane ei võta kosmonaute vastu sätendavate automagistraalidega ega siledaks rullitud maanteedega. Maiste kiirustega harjunud

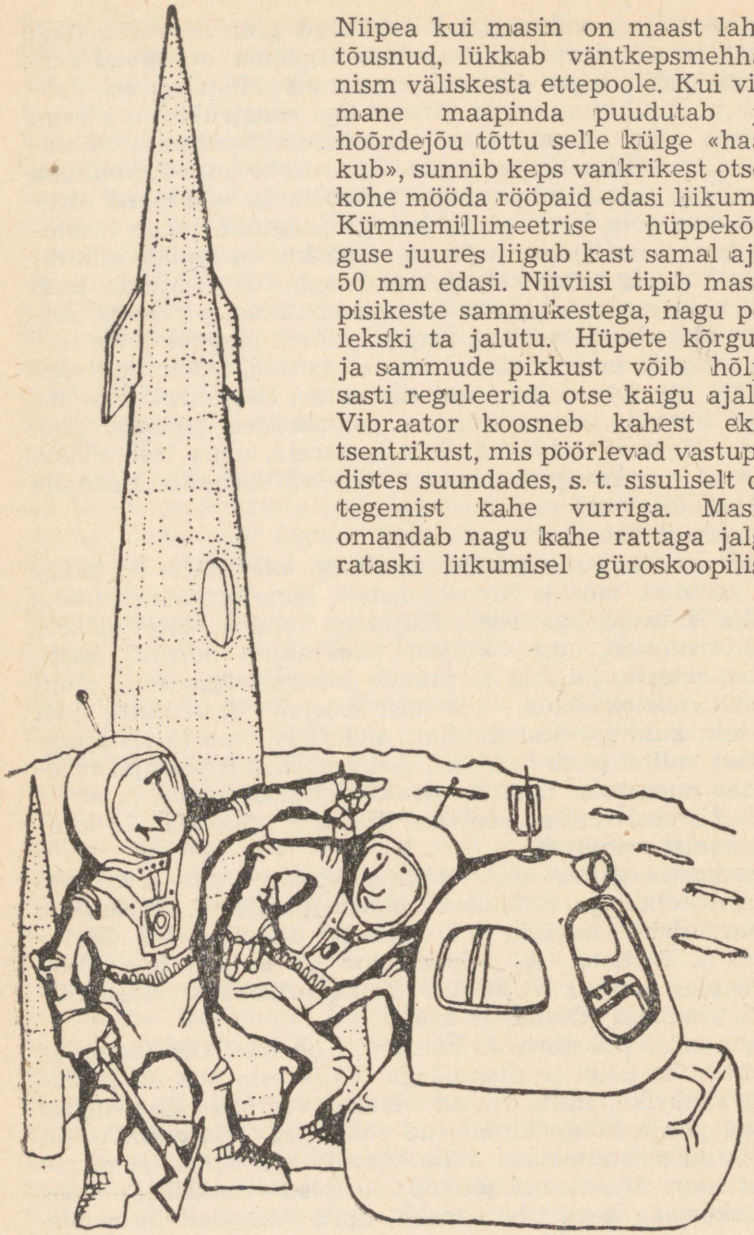
ratas- või roomiktanketid hakkavad pinnase vähimategi ebatasasuste korral nii tugevasti hüplema, et võivad kergesti kõik reisijad oimetuks raputada. Mistahes ese kaalub ju Kuul kuus korda vähem! Ega konstruktorid praegu asjata räägi sammuvatest transpordivahenditest. Nähtavasti on selline liikumisviis Kuul sobivam. Ämblikuna hoolikalt jalgu tõstes ning ettevaatlikult vaid sinna astudes, kus pole künkaid, lohke ega pragusid, tagab kosmiline ratsu reisijate mugavuse. Aga kui ta ümber kukub? Aga kui jalg satub kaljuprakku? Aga kui... Muide, isegi kui neid «agasid» poleks, kas poleks ikkagi parem ja lihtsam ehitada selline «roomaja», millest eespool juttu oli? Ei mingeid esiletungivaid osi: ei rattaid, roomikuid ega jalgu. Mootor on peidetud sisemusse. Seejuures pole see reaktiivseade, nii et kütuse- ja oksüdeerijapaake pole vaja. Mootorit toidavad elektripatareid, mida laeb Päike. Ainult — missugust mootorit valida? Võib-olla kasutada Deani masinat?

Otsustage ise.

1959. aastal, kui meil Deanist keegi veel mitte mõhkugi ei teadnud, mõeldi Novokuznetski Metallurgiainstituudis välja suurepärane riist. Kujutage endale ette väikest kohvrisuurust, igast küljest õhukindlalt suletud kasti. Ilma rataste, jalgade ja muude liikumisorganiteta. Kuid kõlab raadiokäsklus — ja kast sööstab edasi. Mitte just kiirelt, kuid see-eest kindlalt; puksiiris veab ta lastejalgratast, millel istub turjakas, poolraskekaalu poksijat meenutav noormees. Kast ise kaalub 25 kilogrammi ja arendab kiirusel umbes poolteist meetrit sekundis 13-kilogrammist veojõudu.

«Imekasti» ehitas ühiskondlikus korras rühm instituudi kaastöötajaid ja üliõpilasi: vanemõpetaja V. Trišunkin, laborandid T. Antipin ja I. Bedarev, üliõpilased V. Larionov, A. Bethold, A. Ponomarjov ja J. Šupilov. Tööd juhendas dotsent N. Filatov. Tema jutustaski sellest hiljuti ajakirjas «Nauka i žizn».

Ebatavalise puksiirveoki käitumine on täielikus kooskõlas mehaanika kõigi printsiipidega. Väliskesta alla on peidetud vankrike, mille rattad võivad veereda edasi-tagasi katte põhja külge kinnitatud rööbastel. Platvormile on asetatud elektrimootor, selle kõrvale aga viimasest toituv vibraator. Vibraatori tõuked suruvad vankrikest koos väliskestaga kord vastu maad, kord lükkavad ülespoole.



Niipea kui masin on maast lahti tõusnud, lükkab väntkepsmehhanism väliskesta ettepoole. Kui viimane maapinda puudutab ja hõõrdejõu tõttu selle külge «haakub», sunnib keps vankrikest otsekohe mööda rööpaid edasi liikuma. Kümnemillimeetrise hüppekõrguse juures liigub kast samal ajal 50 mm edasi. Niiviisi tipib masin pisikeste sammukestega, nagu polekski ta jalutu. Hüpete kõrgust ja sammude pikkust võib hõlpsasti reguleerida otse käigu ajal. Vibraator koosneb kahest ekstsentrikust, mis pöörlevad vastupidistes suundades, s. t. sisuliselt on tegemist kahe vurriga. Masin omandab nagu kahe rattaga jalgrataski liikumisel güroskoopilise

püsivuse, mis on väga oluline konarlikul maastikul sõitmiseks. Andnud väliskesta põhjale ja kaanele kumera kuju, võib selline voolujooneline kast roomata külili või isegi pea peale pööratuna. Võib jõuda ka niikaugele, et masin püüab jonnipunnina säilitada teatud kindlat asendit, mis talle stardis anti. Kui aga mehaanilise roomaja ninale kinnitati teravik, siis hakkas konstrueeritud üksarvik nagu ehtne kompressorvasar lõhkuma ja peenestama kõiki takistusi, isegi betoonseinu.

Kas tahate teada, kus läheb vaja Novokuznetski leiutajate inertsiaalset sammuvat mehhanismi? Laskem sellele vastata parem autoritel endil: «Seda võib kasutada allveetöödel, näiteks jõe ristlõikeprofiili kaardistamisel. Inertsiaalne sammuv puksiirveok võib vedada koormaid läbi soiste paikade ja tassida masinaid läbi veega täitunud murrukohtade kaevandustes. Üsna perspektiivne näib olevat «imekasti» kasutamine metallurgiaahjude ja -korstnate remontimisel, pulbi- ja kanalisatsioonitorude puhastamisel. Lõpuks pole sugugi võimatu, et sellised puksiirveokid võivad tulevikus olla kasulikud ka transpordivahendina, näiteks Kuu uurimisel.»

Sellise masinana, kui see vastavalt Novokuznetski patendile ümber ehitada, võiks arvatavasti kasutada Deani aparaati, mis seni küll muud ei oskagi kui ainult ühe koha peal hüpata. Siis vahest oleks ta sattunud ka kosmosesse. Muidugi mitte sellepärast, et ta ise lendaks, sest see, kes on sündinud roomama, ei suuda lennata. Täielikus kooskõlas Newtoni seadustega oleksid teda tõstnud ja sihtkohta toimetanud raketid. Seal aga võib ta osutuda asendamatuks transpordivahendiks, loomulikult üldtunnustatud füüsikaseaduste raamides, ja miks ka mitte? Ja võib olla veendunud, et kui juba ärimehed tundsid huvi Deani masina vastu, siis tõenäoliselt seepärast, et nad haistsid siin just niisuguseid potentsiaalseid, kuid kindlaid praktilisi kasutamisvõimalusi.

Kolm kuud enne esimeste teadete ilmumist Deani tööde kohta meie ajakirjanduses kirjeldati ajakirjas «Junõi tehnik» nõukogude inseneri V. Turiku ratasteta hüppavat autot. Selle ekstsentrikmehhanismi konstruktsioon on põhimõtteliselt samasugune nagu Deani masinal. Valmistati mudel, mida seejärel katsetati. Masin liikus korralikult mööda maad ja keegi ei kavatsenudki sellel pilvedesse tungida.

Neli aastat enne seda oli aga ilmunud tšeljabinsklase Burundukovi projekt. Sellest kirjutas ajakiri «Tehnika— molodjoži». Konstruktsiooni südameks olid kaks liugekstsentrikut, mis võisid muuta oma kaugust pöörlemisteljest. Ülemises asendis oli raskus teljest kõige kaugemal, nii et tsentrifugaaljõud oli maksimaalne; alumises asendis aga oli kaugus teljest vähim ning tsentrifugaaljõud seetõttu minimaalne. Projekti autor lootis, et niipea kui turbiini pöörlemiskiirus muutub küllalt suureks, ületab tsentrifugaaljõud mehhanismi kaalu ja kogu konstruktsioon hõljub taeva poole. Kas see pole Deani masin, mis? Insener G. Ostroumov, kes analüüsis põhjalikult ekstsentrikutega mehhanismide tegevust, näitas juba tollal veenvalt, et ei Burundukovi aparaat ega ka ükski teine taoline konstruktsioon — minevikus, olevikus või tulevikus — ei hakka kunagi lendama.

Toodud näidete nimekirja oleks võinud veelgi jätkata. Juttu ei alustatud aga sugugi mitte selleks, et kallale kippuda Norman Deani kahtlase väärtusega loorberitele. Tähtis on võtta õppust kogu sellest loost «Münchhauseni idee patenteerimisega».

Me ei kavatse Deani hurjutada, kuigi tema naiivsus, mis on lähedal võhiklusele, väärib kõige rangemat hukkamõistu.

Me ei kavatse Deani kiita, kuigi tema ind, mis pole kaugel maaniast, väärib kõige otsekohesemat vaimustust.

Deani advokaadile oleks aga tahtnud mõnes asjas ikkagi vastu vaielda. J. W. Campbell-juuniori esinemise juhtmotiiviks oma hoolealuse kaitsel on vastandada teadlast, kes pimesi usub teoreetilisi dogmasid ja üleolevalt suhtub nende harimatutesse ümberlükkajaisse, insenerile, mõnikord aga isegi ilma erihariduseta leiutajale, kes nn. silmanähtavate tõdede kiuste eksperimenteerib ega hooli oma otsingute teoreetilisest põhjendamisest. Autori sümpaatia kuulub ilmselt viimasele, kuigi aus olles tuleb öelda, et mõlemad äärmused — nagu üldse kõik äärmused — on halvad. Kuid hoidugem siin rääkimast teadlaste snobismist, võrratu sarkasmiga naelutas Campbell selle (koos bürokraatiaga) juba häbiposti. Räägime pigem — kuidas seda nüüd paremini öelda — kas või kultuuripuudusest mõnede leiutajate ja jultunud hüpoteeside autorite töös. Seda enam, et selle pahega, õigemini, selle nuhtlusega tuleb üsna sageli

kokku puutuda, vähemalt toimetusepraktikas. Tunnustatud tõdede ümberlükkamisi tuleb ette vaid kord poole sajandi kohta, ümberlükkajaid aga ilmub kord poole aasta jooksul...

Toome siin sõna-sõnalt Campbelli tsitaadi: «Dean ei pea tingimata oma leiutisest aru saama, kui ta seda tööle oskab panna.» Ja edasi juba päris tabavalt: «Et asi oleks kasulik, ei pea ta tingimata olema arusaadav.»

Kuldsed sõnad! Pole vaja tuhnida tehnika ajaloos, et sellele silmanähtavalt õigele teesile tõendusi leida. Kui palju leiutusi ja avastusi on saanud teoreetilise põhjenduse alles palju aastaid või isegi aastasadu hiljem! Kuid kas Dean oleks suutnud oma vaimusünnitust viia leiutise, seda enam veel kasuliku leiutise tasemele?

Ei, kui rääkida müütilisest mittereaktiivsest lennuaparaadist, millest kogu tohuvabohu alguse sai, kuid mida tänapäevani keegi pole suutnud tööle panna.

Jah, kui pidada silmas konstruktsiooni, mis on patenteeritud USA-s numbri 2 886 976 all. See konstruktsioon on tõepoolest suuteline jõudma Kuule või isegi Marsile, kui... kui sinna eelnevalt Maalt vedada lint, mida mööda masin liiguks, klammerdudes selle külge nagu kass köiel ronides. Lubatagu siis aga küsida: mis siin üldse arusaamatut on? Mida ei suudeta seletada?

Ajakirjanik Campbelli hinnang kindlustusagent Deani masina kohta oli nähtavasti rohkem emotsionaalne kui ratsionaalne. Kuid just sellele rajavadki sageli oma arvestuse ennatlike spekulatsioonide autorid, kes maniaki vaikse visadusega toimetuste ukselävesid kulutavad, et aga ainult «trükki pääseda». Siis tulgu kas või veeuputus.

Meil on trükisõna vastu suur lugupidamine. Ja populaarteaduslik kirjandus püüab lugejate usaldust jõudumööda õigustada. Ma ei tea ühtki ajakirjanikku, kirjanikku või toimetajat, kes julgeks ainult oma isiklike muljete põhjal enesekindlalt kaitsta seda või teist teoreetilist kontseptsiooni, kui ta pole just selle ala spetsialist. Mistahes uudse idee hindamisel on tavaks kasutada autoriteetsete konsultantide abi. Lõppude lõpuks, elementaarse eetika enese seisukohalt lähtudes pole ajakirjanikul õigust olla vahekohtunik teaduslikus vaidluses. See tava tundub niivõrd loomulikuna, et tahtmatult usud seda kehtivat kõikjal. Samal ajal aga demonstreerib

kõmurikas lugu Deani masinaga veel kord, kui kergemeelne oleks uskuda lääne populaarteaduslike väljaannete sensatsioonilisi avaldusi. Kuid praegu on see meile ükskõik.

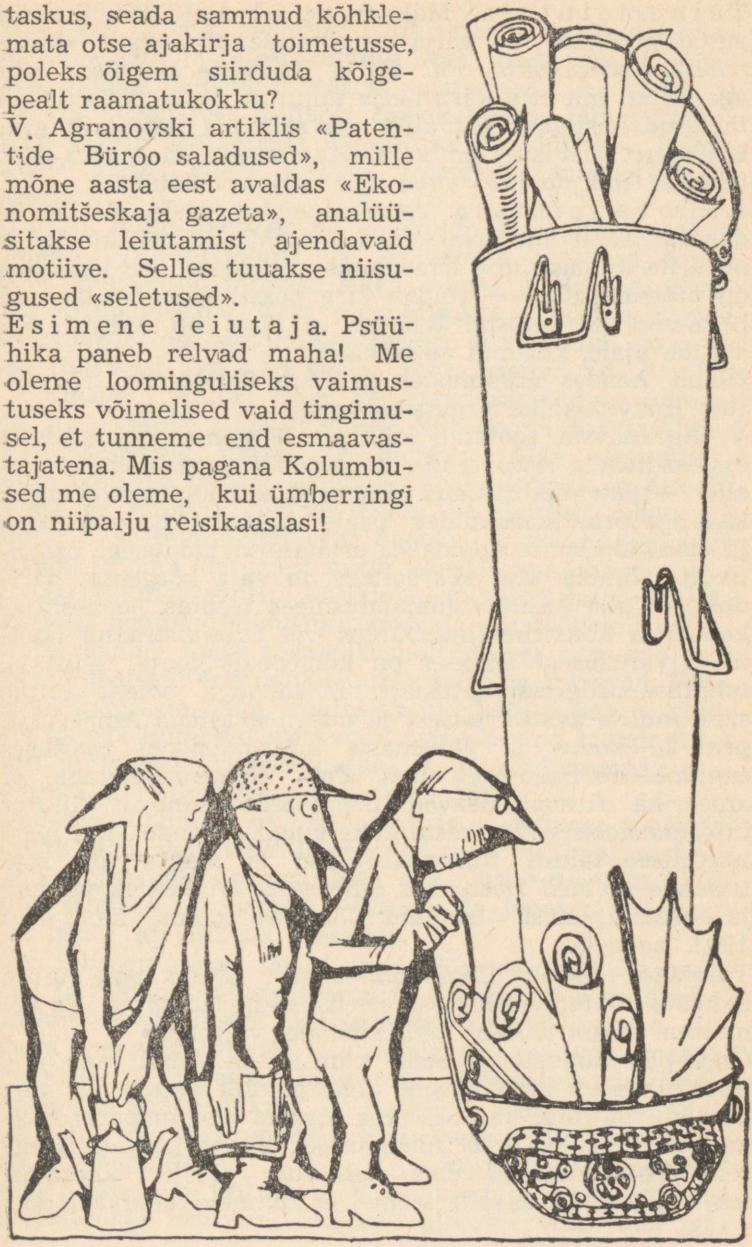
Muidugi tuleb vahetevahel teatud määral ka leiutise või hüpoteesi autorile lootma jääda. Ja just siin algavadki ootamatud raskused. Leiutajatearmee on meie maal loendamatult suur. Need on kõige erinevamas vanuses ja kõige erinevama elukutsega inimesed. Tihti on nad ilma eriharіduseta, sageli aga haridusega, millel ei ole otsest seost teaduslik-tehnilise «hobiga». Suuremat häda sellest pole: kui sul on «jumalikku sädet», siis loo, mõtle välja, katseta! Lõppude lõpuks ei õpita ju leiutajaannet koolis ega ülikoolis. Leiutajaametis on aga peale innu vajalik, lihtsalt hädatarvilik veel teatud kultuur, ja viimane on omandatav. Me ei hakka siin ümber jutustama V. Orlovi lõbusat ja tarka raamatut «Traktaat inspiratsioonist», milles lugeja leiab küllaldaselt kasulikke nõuandeid; lisan vaid, et enamiku leiutajate nuhtluseks on see, et nad ei oska ja sageli lihtsalt ei taha teadusliku patendikirjanduse kallal iseseisvalt töötada. Teaduslik-tehnilist loomingut aga iseloomustab just suurim järjekindlus! Vist ei keegi muu kui Edison püüdis tõestada, et mistahes täiesti uue, enneolematu leiutise autoril on tingimata omad eelkäijad. (Isegi Norman Dean viitab oma avalduses kolmele analoogilisele patendile, millest kaks pärinevad Ameerikast, üks Itaaliast.)

Huvitav on märkida, et igal aastal tunnistatakse meil rohkem kui sada tuhat avaldust autoritunnistuse saamisel patenteerimiseks kõlbmatuiks sel lihtsal põhjusel, et nad kordavad ammutuntud tõdesid! Hoidume siinkohal peatumast teaduslik-tehnilise informatsiooni levitamise organisatsioonilistel puudustel. Igal suuremal üritusel on omad puudused. Ja ikkagi — missugune leidudeküllus ootab teid Üleliidulise Teaduslik-tehnilise Informatsiooni Instituudi toimetistes! Kui palju aardeid peitub Moskva Patentide Büroo nelja miljoni patendi hulgas! Aga kolmkümmend miljonit Lenini-nimelise raamatukogu raamatut? Selgub, et kolmandikku neist pole mitte keegi mitte kunagi nõudnudki! Kas tõesti meie planeedi kolmest miljardist elanikust pole mitte kellelegi kunagi tulnud pähe samasugune küsimus, mis teidki erutab? Võib-olla on sellele vastus juba leitud? Kas selle asemel et, hüpotees

taskus, seada sammud kõhklemata otse ajakirja toimetusse, poleks õigem siirduda kõigepealt raamatukokku?

V. Agranovski artiklis «Patentide Büroo saladused», mille mõne aasta eest avaldas «Ekonomitšeskaja gazeta», analüüsitakse leiutamist ajendavaid motiive. Selles tuuakse niisugused «seletused».

E s i m e n e  l e i u t a j a. Psüühika paneb relvad maha! Me oleme loominguliseks vaimustuseks võimelised vaid tingimusel, et tunneme end esmaavastajatena. Mis pagana Kolumbused me oleme, kui ümberringi on niipalju reisikaaslasi!



Teine leiutaja. Mäletan, et sel ajal kui ilmusid autod, mõtlesin ma välja originaalse rippuvate «kojameeste» konstruktsiooni. Tulin Uudsuste Büroosse, siin aga lükati mu ette käru nelja tohutult suure patentidega täidetud kastiga! Vaat alles siis sain ma tegelikult aru, kui suurt mehisust on vaja leiutamiseks maailmas, kus näib, et kõik on juba enne sind välja mõeldud...

Kolmas leiutaja. Janunen efekti järele. Ma lahendan äärmiselt huvitavat mõistatust. Mis sellest, kui keegi on selle kunagi juba lahendanud, isegi kui see lahendus on patenteeritud — võidab kirg efekti vastu. Saan ise hakkama! Ise leidsin! Räägite, et ajast on kahju? Ma sülitan ajale, kui mul on huvitav.

Kõigis nendes arvamustes avaldub ühesugune, rõhutatult individuaalne tegutsemisajend.

V. Agranovski soovitab kõikides kõrgemates tehnilistes õppeasutustes sisse seada kohustuslik spetsiaalne õppeaine — patendikorraldus. Usun, et kooliõpilastelgi oleks kasulik praktikatundides peale laudade hööveldamise ja vindi lõikamise õppida ka erialase kirjandusega oskuslikult töötama. Kas siis selleks on vaja kõrgemat haridust, et olla käsutav majandusmees tsehhis, joonestaja-kopeerija konstrueerimisbüroos või administraator-lauaülem valitsuses? Insener on kõigepealt looja, leiutaja, tehnilise progressi entusiast. Et tal aga poleks tarvis sisse murda avatud uksest ja uuesti avastada Ameerikat, peab ta kodu- ja välismaise informatsiooni uputuses tundma end nagu kala vees. Pole liigne meenutada, et ameerika firmad peavad põhjalikku eelnevat luuret informatsioonimeres kasulikuks kõigil juhtudel, kui need uurimised täiesti tundmatul alal ei maksa üle saja tuhande dollari. Dean, kes ignoreeris erialast kirjandust ja eelistas pimesi otsinguid, lõi selle summa läbi juba 1960. aastaks.

Tuletage meelde Campbelli sõnu: «Dean pole üldse kohustatud teoreetilistesse peensustesse tungima. Ta lõi masina. Masin töötab. Mida siis veel vaja on?»

Õige, pole kohustatud seni, kuni ta on jumal teab mis linti nihutava mehhanismi tagasihoidlik autor. Ent niipea, kui ta kõigi kuuldes oma masina «lennuaparaadiks» kuulutab, pealegi veel niisuguseks, milles kõik kaasaegsed füüsikaseadused oma kehtivuse pidavat kaotama, siis — pardon! Kas selle asemel, et kümneid tuhandeid dol-

lareid ära raisata, pealetükkivalt asjast huvitatud firmasid ahvatleda ja hlestakovliku vahvusega intervjuusid anda, poleks tõepoolest parem raamatute taha istuda ja kas või keskpärase kolledži füüsikakursus läbi võtta? Ärgu lugeja sententside ülekülluse üle kurtku. Nende ridade autori sulge juhivad toimetaja kurvad kogemused.

Käsikiri, mille maht on 95 lehekülge. Korralikult kokku köidetud. Ilusate joonistega. Soliidsuse taga on tunda tööga koormatud inimese suurt vaeva ja usinust. Pealkiri: «Hüpoteesid». Eriti magnetismist. Juba esimestel lehekülgedel on lakoonilised teesid, mis ei jäta kaasaegsest füüsikast kivi kivi peale. Pihta saavad nii Newton kui Einstein. Autori poolt kasutatud kirjanduse nimestik? Ärge nähke asjatult vaeva. Siin on väljavõte Alma-Atast pärineva autori D. kirjast: «Maa magnetismi kohta pole ma midagi lugenud kahel põhjusel ja nimelt: 1) ma ei leidnud midagi peale brošüüride magnetite kohta; 2) ei püüdnudki eriti lugeda, et mitte segadusse sattuda ja oma oletustest mitte kõrvale kalduda.»

Kenakese hulga selliste käsikirjadega on tulnud tegelda mistahes populaarteadusliku ajakirja kaastöölistel.

Grafomaania? Kõige tõenäolisemalt see, et inimesed pole lihtsalt tõeliselt teadusliku uurimisstiiliga tuttavad. Pisarateni kahju on näha, kuidas paljud lahtise pea ja kuldsete kätega inimesed raiskavad asjatult oma loomingulist indu ja talenti asjatundmatuse ja kirjaoskamatuse, s. o. kergesti kõrvaldatavate takistuste tõttu.

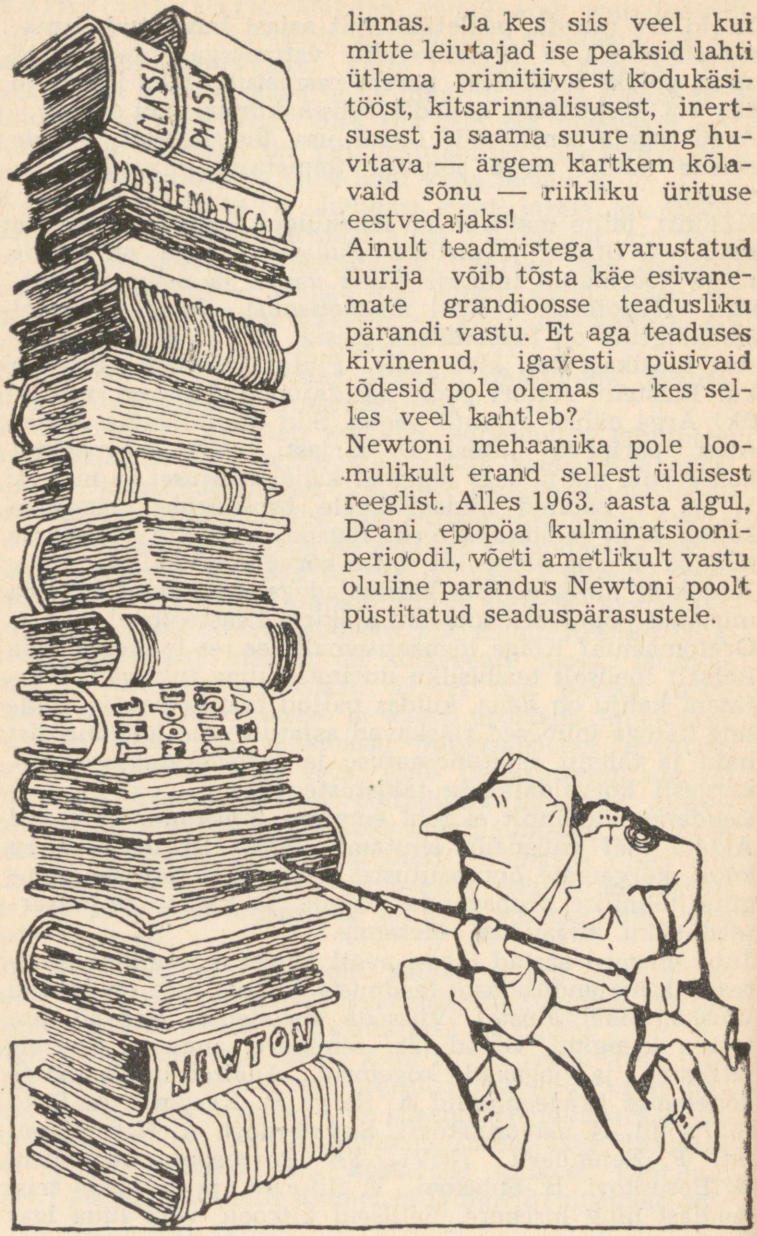
Lendama sündinult ei tohi empiiria pimeduses roomata! Aidata neil vabaneda leiutamisalasest harimatusest on kooli, kõrgemate õppeasutuste, teaduslik-tehniliste ühingute, tehnilise propaganda majade ja lõpuks populaarteadusliku kirjanduse ülesanne.

Juba mitmed aastad tagasi avati Moskvas tehnilise progressi ja majandusalaste teadmiste ülikool. See on loodud ühiskondlikel alustel. Viissada spetsialisti peavad siin tasuta loenguid, viivad läbi seminare, annavad konsultatsioone ja jagavad kogemusi. Auditooriumis näete kõnelemas akadeemikuid A. Bergi, V. Karginit, A. Dobrõnitsõnit, N. Žavoronkovit, S. Lebedevi, A. Nesmejanovit, P. Rebinderit, NSVL TA korrespondentliikmeid G. Boreskovi, B. Sotskovi, V. Siforovi ja paljusid teisi teadlasi ning insenere. Selliseid ülikoole võib luua igas

linnas. Ja kes siis veel kui mitte leiutajad ise peaksid lahti ütlema primitiivsest kodukäsitööst, kitsarinnalisusest, inertsusest ja saama suure ning huvitava — ärgem kartkem kõlavaid sõnu — riikliku ürituse eestvedajaks!

Ainult teadmistega varustatud uurija võib tõsta käe esivanemate grandioosse teadusliku pärandi vastu. Et aga teaduses kivinenud, igavesti püsivaid tõdesid pole olemas — kes selles veel kahtleb?

Newtoni mehaanika pole loomulikult erand sellest üldisest reeglist. Alles 1963. aasta algul, Deani epopöa kulminatsiooniperioodil, võeti ametlikult vastu oluline parandus Newtoni poolt püstitatud seaduspärasustele.



Mis parandus see niisugune on? Kas tõesti «mehaanika neljandat seadust» soovitanud Davise teooria?
«Teadus on rodu järjekindlaid lähenemisi reaalsuse tunnetamisele, kusjuures selliste järk-järgult lähenevate sammude arv on lõpmata suur, kuigi sel on olemas piirväärtus — absoluutne tõde.
Esimese kursuse üliõpilase jaoks on füüsika väga selge aine: faktid on hästi tuntud, suhted väljendatud täpsete formuleeringutega, mis ei jäta võimalust väärarusaamisteks ja kahtlusteks. Möödub vähemalt kolm aspirantuuriaastat, kuni valmiv teadlane hakkab taipama, et teadusehoone, eemalt nii sihvakas ja monumentaalne, näib nüüd ebamäärase madala ehitisena, mis toetub pidevalt vahetuvate teooriate tuiskliivale. Pole midagi, mis oleks absoluutselt kindlalt teada. Ühed asjad on lihtsalt rohkem tõenäolised kui teised. Hüpoteesid kinnitavad teooriaid ja seadusi vaid osaliselt, kusjuures nad ise ootavad, et neid asendaksid uued ja täiuslikumad, aga jällegi ainult osaliselt tõestatud hüpoteesid. Kui me kaasaegse füüsika mistahes teooriast üldse midagi täpselt teame, siis seda, et see on kas vale või vähemalt ebatäielik. Varem või hiljem esitab keegi uue ja üldistatuma kontseptsiooni, milles endisele jäävad vaid erijuhu õigused.»
Nii alustab oma artiklit Los Alamose aatomikeskuse teadusliku uurimislaboratooriumi endine kaastöötaja erukolonel William O. Davis, kes praegu on New Yorgis suure korporatsiooni teadusliku sektori direktor. Silmatorkav skepsis, isegi pessimism artikli autori vaadetes teaduslikule progressile ei seganud teda, et kõhklemata, ilma kahtluse varjutagi, otse sõdurlikult uljalt maalida pealkirjaks kolm lühikest sõna, mis võivad ühe hoobiga rabada jalust isegi paljunäinud füüsiku: «Neljas liikumisseadus».

Kolm graatsiat antiikmaailmas oli,
Te sündisite... ikka kolm, ja mitte neli!

Nii naeris Puškin ühe oma kaasaegse daami pretensioonide üle. Vahva kolonel on aga naljast kaugel.
Klassikaline füüsika tundis kolme liikumisseadust. Newton ise formuleeris need oma «Loodusfilosoofia matemaatilistes alustes» järgmiselt.
Esimene seadus: iga keha püsib kas paigal või liigub

ühtlaselt ja sirgjooneliselt niikaua, kuni ja kuivõrd talle rakendatud jõud ei sunni teda seda olekut muutma. Lühidalt öeldes — inertsiseadus.
Teine seadus: iga kehale rakendatud jõud annab sellele kiirenduse, mis on võrdeline jõu suurusega ja pöördvõrdeline keha massiga.
Kooliõpikutes väljendatakse seda seadust valemina: jõud võrdub massi ja kiirenduse korrutisega.
Kolmas seadus: igale mõjule on olemas suuruselt võrdne, kuid suunalt vastupidine mõju.
Ja ongi kõik. Nüüd aga õppigu teadus tundma tema, Davise neljandat liikumisseadust! Relatiivsusteooria ja kvantmehaanika loomisest saadik ei mäletata enam sellist otsustavat kallaletungi Newtoni maailmavaatele. Avaldame väikese saaduse: Davise artikkel on avaldatud sellessamas ajakirjas «Analogue», kus Campbelli artikkelgi, ainult kaks aastat hiljem — 1962. aasta augustis. Kuid teadlane on teadlane, missuguselt tribüünilt ta oma ideedega auditooriumi poole ka ei pöörduks. Nii et anname sõna Davisele endale.
Materjalide tugevus sõltub nende deformeerumiskiirusest, väidab Davis. Ballistikas on ülikülluses näiteid selle kohta, kuidas pikliku kujuga mürsud tungisid sügavale märklauda seetõttu, et mõjusid sellele kompressorvasara põhimõttel. Ainult Newtoni mehaanikast lähtudes on selliseid efekte raske seletada.
Uurides löögiprotsesse paberi- ja tekstiilipressides, märkas Davis, et kiirenduse järsu muutumisega kaasnevad huvitavad nähtused. (Siinkohal tuleks võib-olla meelde tuletada, et kiirendus on kiiruse muutumise kiirus. Kui keha kiirus suureneb ühtlaselt, siis on kiirendus järelikult konstantne. Kuid kiirus võib muutuda ka ebaühtlaselt ning sel juhul on kiiruse juurdekasv sekundis mitte enam ühesugune, vaid kas suurem või väiksem. Ka aeglustuda võib keha kas ühtlaselt või ebaühtlaselt.)
«Huvi selle küsimuse vastu kruvis üles J. Campbelli poolt selle ajakirja veergudel 1960. aastal alustatud diskussioon Deani masina ümber. Minu (varasemad) uurimised viisid hüpoteesini, et selle masina põhimõtet võib seletada kiiruse mõjuga, millega muutub kiirendus. Käesoleva artikli eesmärgiks pole «mittereaktiivsete» aparaatide põhimõtte seletamine, kuigi artiklil on seda tüüpi konstruktsioonide hindamisel kahtlemata oma tähtsus.»

Kui kiirendus jääb muutumatuks või puudub üldse, jätkab Davis, siis kirjeldavad Newtoni seadused kehade süsteemi piisavalt hästi. Raskused tekivad vaid siis, kui kiirendus hakkab muutuma.

Davise dünaamiliste süsteemide analüüsimisel on võtmeks üheaegsuse mõiste. Liikumisseadused eeldavad mõju ja vastumõju ranget üheaegsust. Teisiti öeldes, kui jõud, millega mass 1 mõjub massile 2, järsku muutub, siis peaks samal hetkel muutuma ka massi 2 vastumõju massile 1. Nii arvas Newton. Einstein aga tõestas, et üheaegsuse tingimus Newtoni mõttes ei ole täidetud kehade jaoks, mis asetsevad teineteisest astronoomilisel kaugusel, sest gravitatsioonivälja muutused ei saa levida kiiremini valgusest, valguse kiirus aga on piiratud, kuigi tohutult suur — 300 000 kilomeetrit sekundis. Järelikult on kahe tähe silmapilkne vastastikune mõju võimatu. Kulub teatud ajavahemik (mõnikord on see miljardeid aastaid), kuni gravitatsiooniimpulss levib ühelt tähelt teisele. See seaduspärasus kehtib ka väikeste kehade korral, kuid praktiliselt on seda võimatu kindlaks teha: maapealsed kaugused on kiiruse 300 000 kilomeetrit sekundis jaoks tühiselt väikesed. Arusaadavalt olevat see Newtoni läbitungivale pilgule jäänud märkamatuks.

Kõigest hoolimata märkas aga Davis mõju ja vastumõju ajalist erinevust Maal. «Vaatleme näiteks ühe meetri pikkust terasvarrast. Proovime seda nihutada, lükates teda otsast. Otsekohe levib piki varrast impulss surve-laine näol. Laine kiirus on ligikaudu 5000 meetrit sekundis. Varda teise otsa jõudes laine peegeldub, et seejärel sellesama kiirusega levida tagasi punkti, milles jõud oli rakendatud. Niikaua kuni laine pole tagasi jõudnud, s. o. nelja kümnetuhandiku sekundi jooksul, varras ei mõtlegi liikuda, nagu me seda ootame vastavalt Newtoni teisele seadusele. Olenemata rakendatud jõu suurusest ei allu varras enne selle ajavahemiku möödumist seadusele.

USA õhujõudude kirurg kolonel John P. Stapp uuris ülekoormuse mõju iseenesele, et hinnata, kui suurde hädaohtu satub piloot katapulteerimisel. Ta leidis, et inimestele ja sisseseadele tekitatud vigastuste suurus ei sõltu kiirenduse muutumise kiirusest sugugi vähem kui kiiruse enese suurusest. Veel enam, tänapäeva lennuvägi püstitab mõistlikud piirid niihästi kiirenduse enese kui ka selle muutumise kiiruse jaoks.

Niisiis, et lahendada kiirenduse järsust muutumisest tingitud anomaaliate mõistatust, oleks loogiline postuleerida, et analoogiliselt jõuga, mis on võrdeline kiirendusega, on olemas veel jõud, mis on võrdeline kiirenduse muutumise kiirusega.»

Selle lisajõu lülitab Davis lisaliikmena mehaanika teise seadusesse. Edasi järgneb kolmandat järku diferentsiaalvõrrandi lahendamine; sellest teeb autor terve rea järeldusi, defineerides mehaanika neljanda seaduse ja möödaminnes ka termodünaamika neljanda seaduse.

Ühel neist järeldustest on otsene seos Deani leiutisega või, õigemini, nagu Davis ise märgib, «terve rea mittereaktiivsete masinatega, mida viimastel aastatel on demonstreeritud». Varieerides mõju ja vastumõju vaheliste pauside pikkust vibraatori mehhanismis, õnnestuvat varem või hiljem leida niisugune töörežiim, mille korral see kiirenduse muutusest tingitud lisajõud olevat aparaadi hüppel ülespoole alati suurem kui selle langemisel allapoole. Lühidalt, ekstsentrikute pöörlemise arvel omandab Deani masin püsiva tõstejõu, leiutaja aga saab lõpuks võimaluse ükskõikse Washingtoni kohale õhku tõusta...

«Kui kirjeldatud tüüpi konstruktsioon töötab, mis saab siis energia ja liikumishulga jäävuse seadusest?» küsib Davis. «Umbes sada aastat tagasi usuti siiralt, et vahelduvvool ei saa kasulikku tööd teha, sest keskmine voolutugevus võrdub ju nulliga! Hiljem selgus, et teineteist tasakaalustavad voolud pole võrdsed ja vastassuunalised üheaegselt. Järelikult võib vool teha tööd. Et liikumishulga jäävuse seadust kaitsta, võeti appi kiirus. Püüame meiegi samasugust võtet kasutada.

Kui kiirenduse muutumise kiirusega võrdeline jõud on olemas, siis on loogiline eeldada, et on olemas ka eriline liik energiat — nimetame seda virtuaalseks. (Kui kiirendus on konstantne, siis on virtuaalset energiat kirjeldav lisaliige loomulikult võrdne nulliga ja võrrand muutub otsekohe Newtoni võrrandiks.)

Nüüd aga tuletame meelde, et liikuv elektrilaeng tekitab magnetvälja. Einstein oletas, et liikuv «gravitatsioonilaeng» (mass) tekitab analoogiliselt magnetväljaga samuti erilise välja. Niisuguse «inertsivälja» oodatav pinge on väikeste kiiruste korral kaduvväike, igatahes tunduvalt väiksem kui tavalisel gravitatsiooniväljal,

mille tekitab mass analoogiliselt elektrostaatilise väljaga. Lained, kui nad inertsi- ja gravitatsioonivälja liitumisel tõepoolest tekivad, nii nagu elektri- ja magnetvälja koosmõjul tekib elektromagnetiline kiirgus, peavad olema niivõrd vähemärgatavad, et neid võib reaalses süsteemis jätta tähele panemata.

Ma arvan aga, et palju otstarbekam on postuleerida niisuguse inertsivälja olemasolu, mis pole tingitud mitte lihtsalt massi kiirusest, vaid selle kiirendusest. Siis pole gravitatsioonilaengu osas mitte liikuv mass, vaid liikumishulk (massi ja kiiruse korrutis).

Pärast kõike öeldut on lihtne ette kujutada täiesti uut liiki kiirgust. Kui kiirenevalt liikuv elektron kiirgab elektromagnetilisi laineid, siis mass, mida tõugatakse, taotakse ja mida sunnitakse muutuva kiirendusega vibreerima, tekitab gravitatsiooni-inertsikiirgust. Ja kui Einsteini poolt ennustatud kiirgus on niivõrd nõrk, et seda ei saa registreerida, siis siin kirjeldatud kiirgus peab olema vastavates tingimustes selgesti märgatav. Käesoleval ajal sooritatakse meie laboratooriumides katseid, mis, nagu me loodame, juba lähemas tulevikus seda oletust kinnitavad.»

«Neljas seadus» pole kaugeltki esimene ja võib-olla ka mitte neljas näide nende katsete ahelas, mis on ette võetud Newtoni revideerimiseks.

Juba XVIII sajandi prantsuse matemaatikud Clairaut ja D'Alembert soovitasid gravitatsiooniseaduse valemisse viia lisaliikme; neil oli vaja kuidagi põhjendada Kuu perigee mõistatuslikku nihkumist. Alusetuile kallalekippumistele Newtoni valemile vaidles vastu kuulus loodusteadlane Buffon. Ei möödunud nelja aastatki, kui piinlikku olukorda sattunud Clairaut ise andis meie kosmilise naabri veidrustele õige seletuse, kasutades selleks neidsamu mehaanikaseadusi, mille õigsuses ta varem kahtles.

Saja aasta pärast algasid uuesti kallaletungid gravitatsiooniseadusele. Seekord ei rahuldanud astronoome erinevused Uraani tegeliku ja Newtoni valemi järgi arvutatud orbiidi vahel. Hoopis teistmoodi lähenesid probleemile Leverrier ja Adams. Kas häired Uraani liikumises pole tingitud ehk mõne teise massiivse keha naabrusest? Mehaanikaseadustele toetudes ennustasid nad veel avastamata planeedi olemasolu ja nimetasid täpselt koha, kus

võis selle ilmumist oodata. Nii avastatigi 1846. aastal Neptuun. Häbistatud skeptikud olid klassikalise mehaanika uue triumfi tunnistajad.

Peaaegu sada aastat hiljem, 1933. aastal, laiutasid teadlased uuesti nõutult käsi: beetalagunemisel, üleminekul ühest täiesti kindlalt määratud energeetilisest seisundist teise, niisama kindlalt määratud energeetilisse seisundisse kiirgas aatomituum kõige erinevama energiaga elektrone. Jällegi «ei klappinud» see energia ja liikumishulga jäävuse seadusega (arvestades muidugi tõenäosusteooria ja kvantmehaanika poolt tehtud parandusi). Teadlased pidid uuesti veidi nuputama. Kas revideerida seadust? Või järgneda Leverrier' ja Adamsi eeskujule? Avaldati arvamust, et koos beetaosakesega lendavad tuumast välja veel senitundmatud osakesed — neutriinod. Et viimaste mass on äärmiselt väike ja neil puudub laeng, siis jäid nad pikka aega nähtamatuteks. Ja alles 1962. aastal õnnestus neid eksperimentaalselt avastada.

«Järelikult parandused Newtoni seadustes on ikkagi võimalikud!» haarab lugeja autorit sõnasabast. «Kas Einstein ei revideerinud oma erirelatiivsusteoorias Lomonossovi ja Lavoisier' poolt püstitatud mateeria jäävuse seadust? Tuumareaktsioonidel mateeria ju «kaob», nagu arvati varemgi, ning muundub kiirguseks! Et otsa otsaga kokku viia, tuli Einsteinil formuleerida uus seadus, mille järgi pole jääv mitte lihtsalt mateeria, vaid massi ja energia summa. Ja kvantmehaanika, kas see ei loobu Newtoni füüsika sellistest põhimõistetest nagu näiteks trajektoori range määratus? Ning pooljuhid ja laserid, kas klassikaline füüsika nende ees siis ei kapituleerugi?»

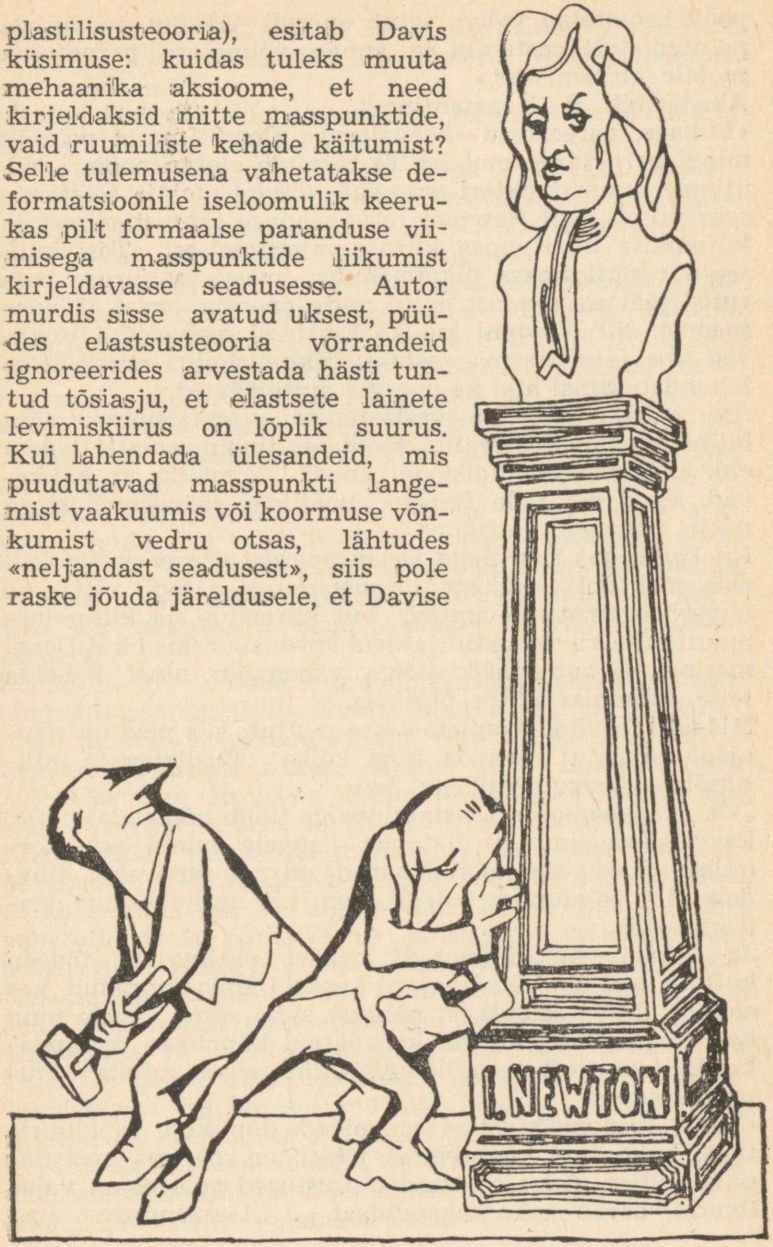
Võib-olla märkas ka Davis mingisuguseid paradokse, mis võivad viidata uutele avastustele? Aga äkki teise seaduse «laiendatud variant», mis selgitab ja ennustab mingisuguseid tundmatuid nähtusi, kehtib ka juba tuntud nähtuste puhul?

Mis siis ikka, andkem sõna teadlastele. Nemad on spetsialistid ja, nagu öeldakse, neis küsimustes kodus.

Leningradi M. I. Kalinini nimelise Polütehnilise Instituudi professor, füüsika-matemaatikadoktor G. J. Džanelidze:

«Jättes tähele panemata, et ainuüksi Newtoni seadused pole deformeeruvates kehades kulgevate nähtuste kirjeldamiseks piisavad (siin tuleb appi võtta elastsus- ja

plastilisusteooria), esitab Davis küsimuse: kuidas tuleks muuta mehaanika aksioome, et need kirjeldaksid mitte masspunktide, vaid ruumiliste kehade käitumist? Selle tulemusena vahetatakse deformatsioonile iseloomulik keerukas pilt formaalse paranduse viimisega masspunktide liikumist kirjeldavasse seadusesse. Autor murdis sisse avatud uksest, püüdes elastsusteooria võrrandeid ignoreerides arvestada hästi tuntud tõsiasju, et elastsete lainete levimiskiirus on lõplik suurus. Kui lahendada ülesandeid, mis puudutavad masspunkti langemist vaakuumis või koormuse võnkumist vedru otsas, lähtudes «neljandast seadusest», siis pole raske jõuda järeldusele, et Davise



poolt soovitatav valem satub energia jäävuse seadusega paratamatult vastuollu ja annab võimaluse *perpetuum mobile* ehitamiseks.»

Akadeemik B. Konstantinov:

«Lubage, pareerivad «keevalised», Deani masin pole ju mingi *perpetuum mobile*! Ta tarvitab elektrimootori või, ütleme, tuumareaktori energiat. «Deani efekti» seletamiseks piisab vaid Newtoni teise seaduse täpsustamisest ja kiirenduse muutumise kiiruse arvestamisest. Tõsi küll, seejuures rikutakse liikumishulga (massi ja kiiruse korrutis) jäävuse seadust, kuid mitte energia enese jäävuse seadust. Nii Newtoni kui ka Einsteini mehaanika annavad ühe ja sellesama vastuse: liikumishulga mittejäävus tähendab samal ajal ka energia mittejäävust.

Aga kuidas jääb siis vastastikuse gravitatsiooni mõju hilinemisega? Kas teatud kindlates tingimustes ei hakka ehk kiirguma gravitatsioonilained? Võimalik, et hakkavad. Kuid see pole füüsika põhiliste jäävusseadustega mitte põrmugi vastuolus.

Nii kohmakas riist nagu Deani aparaat ei saa pretendeerida mehaanikaseaduste täpsustamisele. Isegi ultra- ja hüperhelilainete levimisel, kui kiirendus ja kiirenduse muutumise kiirus on miljardeid kordi suuremad kui Deani masinal, ei anna miski kõige vähematki alust kahelda teise liikumisseaduse täpsuses.

Mis aga gravitatsioonilainetesse puutub, siis neid on seniajani võimatu avastada isegi kõige täiuslikumate, ülitundlike instrumentidega...»

Jah, akadeemik B. Konstantinoviga tuleb nõustuda: nüüd, kus teaduse juured ulatuvad kaugele minevikku, tormiliselt kasvavad noored harud on aga omavahel tihedalt läbi põimunud, polegi enam nii lihtne «suurt teadust teha».

Ja ikkagi, kui inimesed looksid eksimatute tõdede kultuse, kui ühel heal päeval kaoksid kõik skeptikud, kes ei jäta ühtegi salapärast nähtust kahe silma vahele ning kes oskavad nii omi kui ka võõraid hüpoteese tuhandekordselt kontrollida ja üle kontrollida, siis muutuks teadus usuõpetuseks.

«Ühtki loodusnähtust ei saa pidada lõplikult läbi uuritukś, kuigi igal konkreetsel juhul on olemas mõistlik piir, millest alates edasised täpsustused pole enam vajalikud,» arvab tehnikakandidaat J. Aleksandrov. Just

temale andiski Leiutiste ja Avastuste Komitee esimees J. Maksarjov 1963. aastal üle diplomi tähtsa avastuse eest mehaanikas.

«Milles seisavad teie parandused Newtoni seadustele?» usutleti Jevgeni Vsevolodovitši.

«Niisugusele järeldusele võisid jõuda vaid väga tundelised inimesed,» pareeris teadlane naljatades. Kuid tüütud ajakirjanikud ei taandunud ja õpetlasel tuli oma põrketeooria-alastest töödest ikkagi jutustada.

Kui vaakuumis, ütleme näiteks Kuul, kus puudub atmosfäär, lasta kõvale tasasele põrandale langeda niisama kõva kuulike, siis mitu korda see teie arvates peaks üles põrkama? Viis korda? Kümme? Sada? Ärge nähke vaeva, see peaks üles põrkama... igavesti!

«Võta näpust!» ütlete teie. «Meid pole nii kerge alt vedada, füüsikaseadusi õppisime juba koolis. Igiliikur on võimatu!»

Ja siiski, kui Newtoni vaateid tahke oleku kohta rangelt järgida, siis tuleb öelduga ikkagi nõustuda, ehkki järeldus on kahtlemata absurdne. Pole midagi parata, Newton pidas kõiki tahkeid kehi absoluutselt jäikadeks, sest ta arvas, et jõud ja pinged levivad neis silmapilkselt!

Loomulikult ei võinud suurel inglise teadlasel see vastuolu märkamatuks jääda. Kuidas aga tema sellest üle sai? Peab ütlema, et põrketeooriaga Newton spetsiaalselt ei tegelnud. Suurima panuse sellesse andis hollandi õpetlane Christian Huygens. Sellest hoolimata võttis aga taastumisteguri mõiste tarvitusele just Newton ise.

Kui kuulike, varras või mõni muu ese (nimetame seda põrkavaks kehaks) langeb jäigale alusele, siis ei põrka ta kõrgemale, kui ta alguses oli. Keha kiiruse suhet vahetult pärast põrget tema kiirusesse vahetult enne põrget nimetatakse kiiruse taastumisteguriks. Kui kiirus taastub täielikult, siis nimetatakse Newtoni järgi keha absoluutselt elastseteks, kui osaliselt, siis lihtsalt elastseteks või mitteelastseteks, kui aga keha üldse tagasi ei põrka, siis absoluutselt mitteelastseteks. Taastumisteguri hindamisel mõõnis Newton elastsuse ja plastilisuse olemasolu, kuigi see polnud kooskõlas ettekujutusega tahkete kehade absoluutsest jäikusest. Niisiis, selles küsimuses läks klassikalise mehaanika looja oma põhimõttele vaatamata kompromissile.

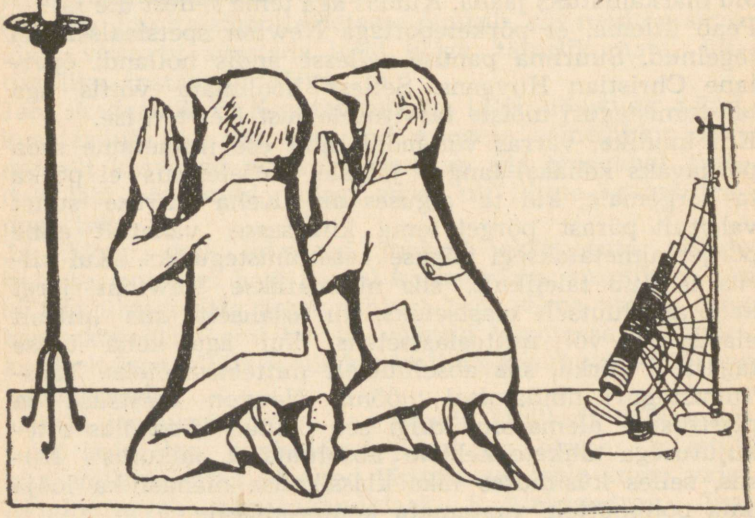






Newton arvas aga, et taastumistegur sõltub ainult materjalist, millest kokkupõrkavad esemed on valmistatud. See arvamus valitses füüsikas aastasadu.

Võtkem kaasaegne teatmik. Selles leiate taastumistegurite tabelid kõige erinevamate materjalide kohta, alates elevandiluust ja lõpetades mammutipuuga. Ning kõikal rõhutatakse, et see tegur ei sõltu teistest karakteristikutest, isegi mitte niisugustest, mis on omased mitte materjalile, vaid just kehale enesele: kujust, mõõtmetest, kiirusest. Häda on vaid selles, et erinevates teatmikes toodud andmed erinevad üksteisest lubamatult palju! Näiteks terase, selle kaasaja tehnika kõige täht-



sama ehitusmaterjali jaoks leiate te ühes teatmikus arvu 0,55, teises aga 0,996, s. o. peaaegu kaks korda suurema! Võiks nagu arvata, et vahe pole kuigi suur — vähem kui kaks korda. Asetades need suurused aga valemeisse juhu jaoks, kus mingis mehhanismis on tegemist vaid kolme üksteisele järgneva põrkega, ei erine arvutustulemused juba mitte enam kaks, vaid kaheksa korda. Reaalsetes masinates aga ulatub põrgete arv sageli kümnetesse. Võib kujutleda, kui tohututele vigadele viib selline tabelites toodud andmete erinevus! Just sellepärast ja sugugi mitte inseneride süü tõttu on nii mõnestki täiesti töövõimelisest konstruktsioonist juba projekteerimisstaadiumis lahti öeldud.

Kui A. Skotšinski nimelise Mäeinstituudi põrke- ja vibratsioonilaboratooriumis hakati tabelites toodud andmeid põhjalikult eksperimentaalselt kontrollima, olid tulemused lausa masendavad. Ühe ja sellesama materjali jaoks saadi ühe ja sellesama lähenemiskiiruse korral mitte rangelt määratud suurus, vaid mistahes väärtus 0 ja 1 vahel, kogu selle vahemiku ulatuses. Veel enam, selgus, et sel teguril võivad olla ühed ja needsamad väärtused kõige erinevamate materjalide korral: terase ja pleksiklaasi, terase ja eboniidi, terase ja duralumiiniumi jne. puhul. Kogu kunsttükk seisis selles, et katsetel ühe ja sellesama materjaliga kasutati erineva massi ja kujuga kehi, kusjuures, ja see on oluline, põrked jäid igal juhul praktiliselt elastseteks, sest kaod plastilise deformatsiooni arvel puudusid.

Nii jõudsimegi järeldusteni, mis on silmatorkavas vastuolus klassikalise mehaanika ettekujutustega kiiruse taastumistegurist, räägib J. Aleksandrov.

Lugeja teab, kuidas toimivad sellistel juhtudel keevalised. Hurraa, Newton eksis! Ööpäevade kaupa, kiirustades ja lõõtsutades kribistab õiendaja sulega. Ja nii siginebki ühel heal päeval toimetuse lauale käsikiri. Selle maht on umbes paarisaja lehekülje ringis, kusjuures kõik on trükitud ühepunktilise reavahega. Pealkiri: «Neljas liikumisseadus» (või midagi sellelaadset).

Nali naljaks, aga toimetajal tuleb kas või nutt peale. Ja kurbade kogemuste najal targemaks saanuna lippabki ta juba raamatukokku, patendibüroosse, viidab asjatult konsultantide kallist tööaega. Kerge on öelda: neljas seadus! See pole kaugeltki «Neljas selgroolüli». Ja

äkki — mis see siis on? Entsüklopeediast (küllap vist Brockhausi ja Jefroni omast) saab ta äkki teada, et Newtoni klassikalise mehaanika kõrval eksisteerib veel elastsusteooria, mis on loodud juba rohkem kui sada aastat tagasi. See käsitleb ka põrkeid, kusjuures mõned ligikaudu sajand tagasi avastatud mõtted on mingil imelisel teel, kõiki jäävuse seadusi ignoreerides edasi kandunud hüpoteesi autorile, kes pidas neid enda uuteks avastusteks. Ja nüüd pole löök enam kuigi kaugel. Apoplektiline. Ilma igasuguse taastumistegurita...
Muide, aitab naljast.
Vastupidiselt klassikalisele mehaanikale on elastsusteooria seisukohal, et reaalsed kehad pole absoluutse, vaid teatud kindla lõpliku jäikusega. Reaalsetes kehades ei levi pinged mitte lõpmata suure, vaid teatud lõpliku kiirusega. Järelikult pole põrge mitte silmapilkne protsess, nagu kujutatakse klassikalises mehaanikas, vaid teatud aja jooksul kulgev nähtus.
«Neist asjaoludest lähtudes kahtlesid uurijad juba ammu enne meid taastumisteguri muutumatuses,» rõhutab Aleksandrov.
Esimene skeptik oli Saint-Venant. See oli tema, kes leidis, et Newtoni mehaanika kiuste pole põrkeprotsess silmapilkne, vaid võtab aega. Ja et taastumistegur ei tarvitse tingimata võrduda ühega, isegi siis mitte, kui põrge on täiesti elastne.
Saint-Venant'i tulemustest lähtudes jõudis A. Ljav käesoleva sajandi algul veendumusele, et taastumistegur ei pea ilmtingimata võrduma ühega, ka siis mitte, kui põrge on täiesti elastne. Õpetlane tuletas valemi, mille järgi see koefitsient peab muutudes alati võrduma põrkuvate kehade pikkuste suhtega. Vaatamata mõnede teadlaste toetusele, ei leidnud Saint-Venant'i ideed kahjuks tunnustust «kui katsetulemustega mitte kooskõlas olevad» (jutumärkidesse asetatud sõnad on võetud akadeemik A. Dinniku raamatust, mis ilmus 1952. aastal).
Varsti pärast Saint-Venant'i sai teine uurija, Seares, juba mitte enam teoreetiliselt, vaid eksperimentaalselt täiesti elastsete põrgete jaoks tegurid, mille väärtused muutusid ühest kuni 0,449-ni. Ta kirjutas selle kohta: «Tulemus on kahtlemata äärmiselt hämmastav.» Kuid järjekordne katse Newtoni mehaanikat täpsustada osutus liialt arglikuks ja jäi lõpuni viimata.

Mida aga tegid nõukogude teadlased?
Kõigepealt tõestasid nad, et klassikalise mehaanika truualamlike poolehoidjate kallaletungid Saint-Venant'i teooriale on, tagasihoidlikult öeldes, ebaõiglased. Tõsi küll, Saint-Venant'i järeldused on õiged vaid juhul, kui põrkuvad vardad, mille ristlõiked on ühesuurused ja muutumatud. Kontaktpinnad peavad olema ideaalselt tasased ja ideaalselt paralleelsed. Niisugust ülisuurt täpsust on aga parktikas võimatu saavutada. See oligi põhjuseks, miks Saint-Venant'i tulemused kõrvale heideti, kuigi klassikaliste printsiipide puutumatuse valvurid oleksid pidanud mäletama, et ka inertsiseadust ei saa katseliselt kinnitada. Praktikas on ju võimatu hõõrumist täielikult kõrvaldada. Reaalses maailmas omapead jäetud kehad ei säilita aga «sirgjoonelist ja ühtlast liikumist niikaua, kuni...» jne., nagu väitis Newton.
Saint-Venant'i valemit kontrollinud J. Aleksandrov nii kinnitas kui ka lükkas selle ümber. Kui varraste otsad on tasased, siis on valem õige. Mida ümmargusemad on kokkupõrkavad pinnad, seda suurem tuleb erinevus. Tõsi küll, katseid ümaraotsaliste varrastega sooritas ka Seares. Kuid esiteks olid temal vardad ühesuguse, kõikjal võrdse paksusega. Teiseks varieerus kontaktpinna kõverus väga väikeses ulatuses. Katseandmete vähesuse tõttu hoidus teadlane julgetest üldistustest. Kui aga katsetingimusi veelgi rohkem muuta, näiteks lasta põrgata erineva diameetriga varrastel, siis lakkavad täielikult kehtimast ka need tagasihoidlikud tulemused, mida said Saint-Venant ja Seares.
Nõukogude teadlase vaidlematuks teeneks tuleb lugeda olulist teoreetilist parandust klassikalistesse kujutlustesse, mis hoolimata paljudest püüetest neid kõigutada valitsesid jagamatult kolme sajandi vältel. Nii teoreetiliselt kui ka eksperimentaalselt tehti lõplikult kindlaks põrkuvate kehade käitumise füüsikaline olemus. Mis aga õnnetusse kiiruse taastumistegurisse puutub, siis autori enese sõnade järgi sõltub see elastsel põrkel põrkuvate kehade kujust ja nende masside suhtest.
Kõigest kolm rida! Nende taga peitub aga pikaajaline ja vaevarikas tee avastuseni. Avastuseni, mis sunnib konstruktoreid harjunud arvutusskeeme revideerima. Kus nimelt? Peaaegu igal pool. Põrkenähtustega puutume kokku igas tehnika valdkonnas. Raudteerööpad. Sillaneedid.

Pressid. Sepaagregaadid. Auruhaamrid. Kuulveskid. Vibrostendid. Isegi simblid! Aga Davise poolt nimetatud kompressorvasara-efekt, mis aitab mürsul paksu soomust läbida? Või katapulteerimine? Või roomikud, mis müriseva pidurüüsse ehitud Punasel väljakul? Ja lõpuks naljakad hüplevad roomikveokid — tulevaste kuumobiilide prototüübid...

A. Skotšinski nimelise Mäeinstituudi ühes laboratooriumis on hoiul pealtnäha tavaline kompressorvasar. Kuid heitke korraks pilk selle tööraamatusse — instrument on töötanud juba tublisti üle normi, mis keskmisele kompressorvasarale ette on nähtud. Ometi on selle hämmastavalt pikaealise tööriista peamine löögimehhanism valmistatud puust! Keegi ei usu, kuid ma nägin oma silmaga raievasarat, mille vasaralaup pole tehtud metallist, vaid... kummist. Ning see ei tööta sugugi halvemini, vahest koguni paremini. Muuseas võib kummi asemel kasutada ka odavat plastmassi. Ja see pole kaugeltki mitte ainus J. Aleksandrovi ideede rakendus.

Lähtudes ekslikust arvamusest, et suurima kasuteguri saamiseks peavad löökraud ja puurimisinstrument olema võrdse kaaluga, tehti kuni viimase ajani löögi toimele põhinevate puurimisseadmete konstrueerimisel arvestused vastavalt klassikalise mehaanika seadustele. Tegelikult aga tõestasid J. Aleksandrovi tööd lõplikult — nii teoreetiliselt kui ka eksperimentaalselt —, et energia ülekandekoefitsient ei sõltu põrkuvate masside suhtest, vaid on täielikult määratud ainult nende kujuga. Varieerides puuri ja löökraua kuju, on kerge leida parim variant, mille puhul puurimisseadmed muutuvad kergemaks, konstruktsioonilt lihtsamaks ja ekspluateerimises mugavamaks ning efektiivsemaks.

Ärgem rüütagem avastust prioriteediauahnuse rüüsse: nimetame seadust Saint-Venant'i-Searesi-Aleksandrovi seaduseks. Heites kõrvale aga pseudotagasihoidlikkuse, võime rõõmu tunda veel ühe meie teaduse edusammu üle — sellist asja ei juhtu ju igapäev. Jutt pole ülijultunud kallaletungist «jumalatele», ülbest kallalekippumisest, mis teadusefrondööride südameile nii meelepärane on. Jutt on toredast loomingulisest rõõmust, mis kiirustamata ja vaevaliselt teadlaseni jõuab.

Ja nagu vastates keevaliste küsimustele, kes läbematult ootavad vähimatki ettekäänet enda lõbustamiseks autori-

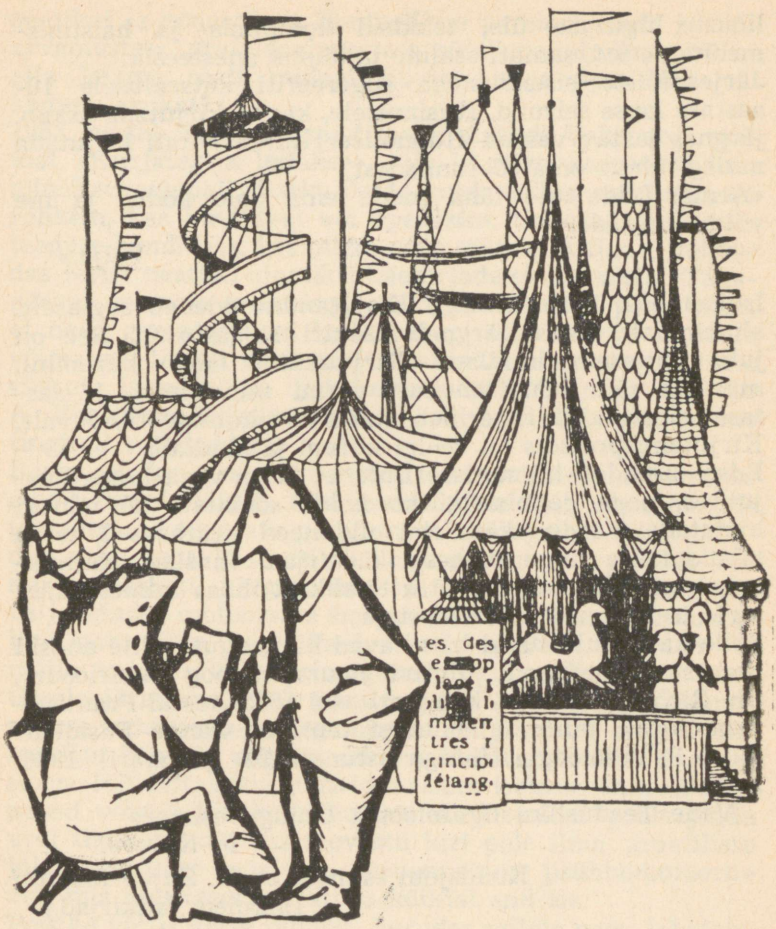
teetide troonilt tõukamise arvel, hindab Jevgeni Aleksandrov oma tööd järgmiselt: «Meie pingutused olid kõigepealt suunatud lahkhelide ületamisele taastumisteguri tõlgendamisel, kuid samuti ka selle füüsikalise olemuse selgitamisele. Mingist Newtoni põhiseaduste revideerimisest ei saa siin juttugi olla. Kui aga juba revideerimisest rääkida, siis tuleks kõigis teatmikes ja õpikutes leiduvates taastumistegurite tabelites parandada neis sisalduvad vead.»

Mida sellele veel lisada? Öelda, et mehaanika pole kõiki oma varalaekaid veel avanud? Et ka risti-rästi läbi sõidetud maanteel võivad ette tulla lõigud, mis on teaduse verstatulpadega veel tähistamata? Vaevalt küll õnnestub ümber veenda tuumafüüsika, raadioelektroonika ja kvantraadiofüüsika ägedaid austajaid — need distsipliinid on viimasel ajal moes. Kuid ka mehaanikute aeg pole veel möödas! Nii maiste kui ka taevaste mehaanikute, Kulibinite ja Tsiolkovskite, osavate meistrite, ohjeldamatute fantasööride ja kirglike mehaanikute aeg.

Mehaanika ootab neid, kes on sündinud lendama!

«Ennustamine käekirja järgi? Noh, vabandage väga, kuid see on juba kõige puhtakujulisem väärteadus. Okultismiajastu on ammu möödas. Milleks surnut veel kunstlikult ellu äratada?»
«Sugugi mitte, jutt pole mitte ennustamisest, vaid sellest ratsionaalsest tuumast, mis peitub grafoloogia müstilise kesta all.»
«See on ju käekirjaõpetus, autori määramine käekirja järgi, mitte aga grafoloogia, mis tegeleb autori iseloomu ennustamisega käekirja järgi!»
«Ei, jutt on just nimelt grafoloogiast! Ning see pole sugugi ennustamine. Empiirilisel teel kogutud faktid tõendavad, et isiksuse psühhofüsioloogilised avaldused peegelduvad ka tema käekirjas.»
«Kus veel asi — empiiria! Sihitu ekslemine pimeduses. Kõigele lisaks on ka faktid liiga kahtlased. Peamine küsimus aga — kus on teie grafoloogia teoreetiline baas? Seda pole olemas!»
«Ja mis sellest? See ei tähenda veel, et me peaksime kas või veidigi huvitavaid fakte ignoreerima. Vastupidi, me peame püüdma neid seletada. Ja-jah, inimese iseloomu vastavus tema käekirja iseärasustele nõuab mitte ainult täpsustamist, vaid ka seletamist. Selles aitavad aga teadlasi matemaatiline statistika ja küberneetika.»
«Kuid milleks see kõik? Mida see meile annab?»
Tõepoolest, mida võib see meile anda? Ja kas see üldse annabki midagi?

## ISELOOM KÄEKIRJA JÄRGI?



«VTGÜ teadusliku komisjoni istungil 2. märtsil 1924. aastal tehti katseid hüpnootilise sugestiooniga... Katseobjektiks oli VTGÜ liige ja kaastööline V. Tronina, kes avaldas selleks eelnevalt ise soovi. Teadusliku komisjoni liikmete juuresolekul... alustas ühingu tegevliige D. Kanuhhin katset. Pärast 10—15 minutit kestnud uinutamist võis täheldada kerget hüpnoosiseisundit; edasistele sisendustele järgnes täielik tahte- ja kontrollipuudus

lihaste liigutuste üle, tekkisid kompimis- ja haistmismeelte petted, samuti osaline ja täielik anesteesia. Järjestikuste sisendustega sugereeriti katsealusele 10-aastase lapse seisund. Küsimusele, kas ta kirjutada oskab, järgnes jaatav vastus. Hüpnotiseeritul soovitati kirjutada midagi ühele oma sõbrannadest.

«Armas Liida tule täna meile ema pole kodus ja me võime mürada.

*Valja.»*

Iseloomulik lapse käekiri. Kirjutamine edeneb aeglaselt, ebakindlalt. Edasi järgneb käekiri 13-aastaselt. See on juba ühtlasem, kindlam. Kirjutamine läheb kiiremini, märgata võib mõne tähekuju vormi muutumist. 15-aastase lapse käekiri erineb kahest eelmisest tunduvalt. Kirjutamisprotsess on veelgi kiirem ja kindlam.

Edasi sisendati hüpnotiseeritule, et ta on väga julge, kusjuures, nagu eelmistelgi kordadel, soovitati tal midagi kirjutada. Saadud käekirjal olid need iseärasused, mida täheldatakse julge inimese käekirjas. Ihnsuse sisendamisel saadud käekiri vastas täielikult ihnsa inimese käekirja iseloomulikele tunnustele.

Selle katse tulemused kinnitavad hinnangut, mille andsid prantsuse õpetlased, tuntud neuropatoloog Guericourt, Ch. Riche ja Ferrari, kes sooritasid 1885. aastal Prantsusmaal katse, mille tulemustest tehti ettekanne Füsioloogilise Psühholoogia Ühingu istungil 22. jaanuaril 1886. aastal.

Vene Teadusliku Grafoloogia Ühingu esimees
*P. Rõškov.*

Komisjoni esimees *D. M. Zujev-Insarov*
Liikmed: (allkirjad.)

See aruanne on võetud unikaalsest, juba ammu muuseumiharulduseks muutunud D. Zujev-Insarovi raamatust «Käekiri ja isiksus», mis ilmus 1927. a. Moskvas. «Jälle need vürtsitatud, müstilise hõnguga harjutused, millega okultismi pooldajad väikekodanlaste tarbeks tegelesid,» võib mõni ülitark lugeja masendatult käega lüüa. «Kas on mõtet kulutada aega ja ruumi vestlusteks grafoloogiast, «väärteadusest», nagu seda lakooniliselt atesteerib SNE?» On küll. Seda enam, et omal ajal «autasustati» samasuguste kõlavate kõrvakiiludega muuseas ka küber-

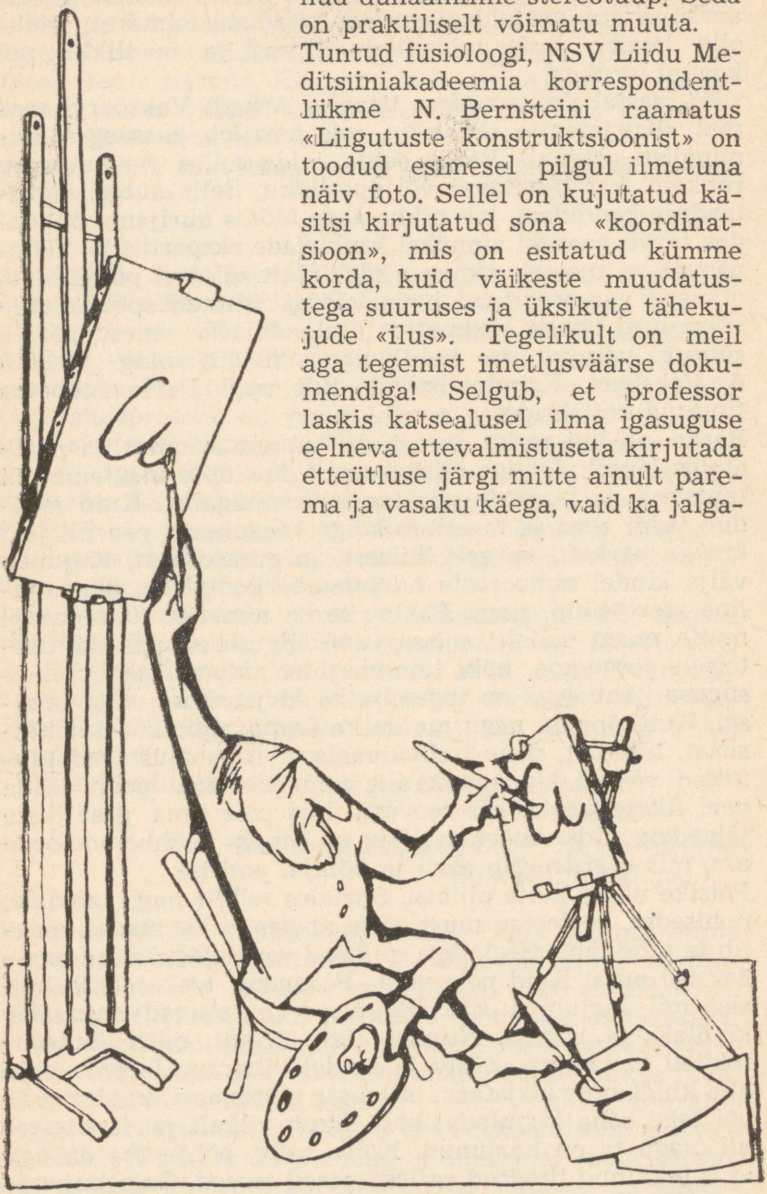
neetikat ja geneetikat. Kontrollime parem kainelt ja eelarvamusteta grafoloogiavastast süüdistustoimikut: võibolla leiame sealt midagi huvitavat ja õpetlikku või koguni arukat?

1963. aastal ilmus suures tiraažis Arkadi Vaksbergi raamat «Kurjategija leitakse», mis käsitleb kaasaegse kriminalisti arsenali. Raske öelda, mida selles raamatus on rohkem, kas huvitavat või õpetlikku. Selle autor, õigusteaduse kandidaat, kes pikka aega töötas uurijana, pühendas terve peatüki ainuüksi käekirjade ekspertiisile. Tänapäeval on meie teadmised käekirjast niivõrd põhjalikud, et need garanteerivad igale vähegi vilunud spetsialistile võimaluse täiesti eksimatult eraldada tõde valest, päästa süütut laimust ja kahtlustest, räägib ning tõestab A. Vaksberg. Kriminalistikale tuli appi Pavlovi õpetus tingitud refleksidest.

Raske, oh kui raske on astuda esimest sammu! Ja mitte ainult lapsel. Jälgige täiskasvanut, kes õpib uisutama või tantsima, ja te peate paratamatult muigama. Kuid möödub veidi aega ja ta esitab kõige keerukama paa nii jääl kui ka parketil kergelt, kiiresti ja graatsiliselt. Kujuneb välja kindel motoorsete harjumuste kompleks, dünaamiline stereotüüp, nagu Pavlov seda nimetas. Inimene ei mõtle enam sellele, missugused liigutused peavad üksteisele järgnema, kõik toimub juba automaatselt. Samasuguse nähtusega on tegemist ka kirjaoskuse omandamisel. Kui kõnnak, nagu muide ka žestid, miimika, intonatsioon, lühidalt, meie individuaalsust iseloomustavad tunnused võivad kinokaamera või magnetofoni poolt jääda veel fikseerimata, siis seevastu kiri pole ilma graafiliste jälgedeta üldse mõeldav. See on ainus psühhomotoorne akt, mis registreerib alati ja kõikjal end ise.

Poisike võttis kätte pliiatsi. Surudes sellele nagu labidale, nohisedes, keeleotsa suust välja ajades ja higistades, maalib ta tähe tähe järel. Aga millised varesejalad need on — kas või nuta! Kuid pole viga. Pedagoog teab, et saabub aeg, mil kirjutava käe liigutused muutuvad sujuvaks, kindlaks ja kiireks. Niiviisi, järk-järgult, mitte äkitselt, tekibki kirjaoskus, püsiv ja kindel vilumus. Ja pole vaja olla kuigi suur kirjatark, et lakata mõtlemast, kuidas seda või teist sõna kirjutada, käsi liigub vilkalt ja iseenesest nii, nagu ta on harjunud. Kõige selle põhjuseks on aga ajus tekkinud tingitud reflektoorsed seosed. Ongi kujune-

nud dünaamiline stereotüüp. Seda on praktiliselt võimatu muuta. Tuntud füsioloogi, NSV Liidu Meditsiiniakadeemia korrespondentliikme N. Bernšteini raamatus «Liigutuste konstruktsioonist» on toodud esimesel pilgul ilmetuna näiv foto. Sellel on kujutatud käsitsi kirjutatud sõna «koordinatsioon», mis on esitatud kümme korda, kuid väikeste muudatustega suuruses ja üksikute tähekujude «ilus». Tegelikult on meil aga tegemist imetlusväärse dokumendiga! Selgub, et professor laskis katsealusel ilma igasuguse eelneva ettevalmistuseta kirjutada etteütluse järgi mitte ainult parema ja vasaku käega, vaid ka jalga-



dega. Pliiats seoti kord küünarnuki, kord õla, kord kinganina külge, kuid kõigil juhtudel säilis ikkagi tähekuju, mis oli iseloomulik «normaalsele» autograafile, s. o. kujule, mis oli tähel, kui pliiatsit hoiti vabalt parema käe sõrmede vahel. Käekirja isikupära säilis täielikult isegi reas, mille kirjutamisel pliiats oli surutud hammaste või invaliidi proteeside vahele!

Nüüd aga kujutlege, et kellelgi tuli pähe püüda oma käekirja tundmatuseni muuta. Inimene on sunnitud käe vaba libisemist pidurdama, ta püüab kõigest väest oma ammust harjumust paralüseerida, pidurdada oma käekirja reibast sundimatust. Tuleb jälgida sule iga liigutust; viimased muutuvad tahes-tahtmata rõhutatuiks, ebaloomulikeks, kirjutamistempo aeglustub. Kui aga tegemist on kohtuekspertiisiga, siis ei jää need anomaaliad vilunud silmale märkamatuks, ükskõik kui hoolikalt kurjategija ei püüaks ka jälgi segada.

Käekirja mõningaid üldisi tunnuseid pole muidugi kuigi raske moonutada, samuti nagu võõra käekirja välist kuju järele aimata. Kaasaegne ekspertiis ei piirdu aga ainult käekirja üldise kontuuri uurimisega. Kas kirjutamistempo on aeglustatud? Mille poolest torkavad silma kirja konstruktsioon ja selgus, tähtede suurus, kalle ja vahemaa, nende sulavus, sulevajutuse tugevus ja väljendusrikkus? Milline on ridade kuju, konfiguratsioon ja suunatus, reavahede suurus, ühes reas olevate sõnade vaheline kaugus, tühjade äärte laius ja taandridade pikkus, peal- ja allkirjade, kuupäevade ning eriti numeratsiooni asetus, teksti paigutus leheküljel? Ning lõpuks esituse kompositsioon ja stiil, sõnavara ja grammatilised iseärasused? Kõik see pakub täpsetele uurijatele huvi ega jää nende pilgu eest varjule. Kuid see pole veel kõik.

Spetsialistid pöörasid tähelepanu veel käekirja «privaatomadustele»: iga tähe ja selle üksikute elementide ehitusele, joonte suunale, tähtede suuruse suhtele sõnades ja joonte suhtele ühes tähes, tähtede ühendamise moodusele... Kõike ei suuda loetleda. Piisab kui öelda, et ainuüksi käekirja eritunnuseid on ligikaudu paarkümmend, neist neliteist ainult allkirjas. Ja kui rafineeritud ning osav kelm ka pole, kui palju ta valekaebuste, fiktiivsete saatelehtede ja «võltsaukirjade» koostamisega ka kätt pole harjutanud, õigusemõistmise karistava käe eest ta ei pääse. Selle garantiiks on kirjutajale märkamatuks jää-

vad käekirja individuaalsed iseärasused, mis paberil on küll sõnatud, kuid samal ajal ilmekad tunnistajad. Ka kõige sihilikuma moonutamise korral reedavad nad hädavaresest õiguserikkuja otsekohe.

Huvitavat tööd teeb Riia kriminalist R. Elburs koos Moskva kolleegi G. Samoiloviga. Selgub, et igal käekirjal on omad iseloomulikud punktid, mis kirjutamisel oma suhtelist asendit ei muuda. Neid punkte nimetatakse konstantseteks punktideks. Kujutlege sellist juhtu. Te jätsite paberile kaks täiesti erinevat allkirja (teist moonutasite te tahtlikult või juhuslikult lausa tundmatuseni). Olgu seal kõrval veel üks teie allkiri, mille on teinud keegi teine. Viimane ja teie esimene allkiri sarnanevad nagu kaks tilka vett. Nii näib see aga vaid kogenematule silmale. Kui analüütilise geomeetria teatud kindlate reeglite järgi neid allkirju paarikaupa vastandada, tõmmates läbi kummagi allkirja vastavate konstantsete punktide sirgjooned, siis lõikuvad need jooned tiheda grupina, peaaegu ühes punktis. Nii on see juhul, kui mõlemad allkirjad, olgugi erinevad, kuuluvad teile. Kui aga teine allkiri ei ole teie oma, ehkki ta on sellega väga sarnane, siis lähevad jooned laiali, moodustades palju üksteisest kaugel asetsevaid lõikepunkte.

«Andke andeks, kuid mis on sellel grafoloogiaga tegemist?» pärib lugeja, kelle kannatusekarikas on pilgeni täis. «Kõik, millest siiani juttu oli, kuulub käekirjaõpetusse, mida nõukogude kriminalistikas juba ammu edukalt kasutatakse. Selle väärtuses pole keegi kahelnud. Grafoloogia aga pretendeerib ju — mõelda ainult! — sellele, et käekirja järgi määrata kirjutaja enese iseloomujooni.»

Tõepoolest, kas see on üldse mõeldav?

«Keegi Moskva uurija jutustas mulle järgmise loo,» jätkab A. Vaksberg. «Röövel jättis kuritöökohale jultunud ja küünilise sedeli, milles ta kiitles, et teda ei suudeta leida. Kirjakest näidati kriminalistile-käekirjauurijale. Uurinud seda, teatas ekspert, et sedeli autoril pole vasakut silma: sellele defektile viitasid kirja omapärased korrapäratused. Niivõrd tähtis süütõend kergendas kurjategija leidmist muidugi tunduvalt. Juurdluskäik kinnitas eksperdi järeldust täielikult. Märgatavalt pikaks, laiaks või põigiti väljavenitatud tähed, kahekordsed jooned ja mõned teised iseärasused reedavad, et tegemist on inime-

sega, kes põeb tõsist silmahaigust — astigmatismi. Selle detaili põhjal õnnestus kord kahe ööpäevaga tabada hädaohtlik kurjategija: silmahaiglad andsid andmeid kõigi astigmatismihaigete kohta ning kahtlusaluste ring kitsenes tunduvalt.»

«See kõik kuulub jälle füüsika valdkonda,» krimpsutab kannatamatu lugeja tusaselt nina. «Kus on aga lüürika, kirjutaja hing, psüühika? Lühidalt, kus on lubatud graafoloogia?»

Psüühika... Kas tõesti käekirja kordumatu individuaalsus, millele toetub kriminalistika, pole määratud puhtfüüsikaliste andmetega, organismi füsioloogiliste iseärasustega? Kas dünaamilise stereotüübi sünd ja selle avaldusvormid pole seotud kõrgema närvitalitlusega?

«Num 34 ber alasta. ɹɐnɹqəəΛ 349». See tsitaat on võetud Gogoli «Hullumeelse päevikust». Midagi samalaadset võib kohata ka tegelike, mitte väljamõeldud Poprištšinite ülestähendustes. Võtame näiteks sellise läkituse: *«Tema Pühadusele Rooma Paavstile, minu tuttavale. Avaldis selle kohta, mida me soovime. Ära sõita sellesse. Rooma Paavsti residentsi...»*

Kirjavahemärkide kuritarvitamine ei piirdunud siin rea jaotamisega liialt väikesteks osadeks; liigseid punkte oli asetatud ka tähtede peale (meie tsitaadis on need ära jäetud).

On teada, et mõtlemise assotsiatiivsuse rikkumisel hakkavad tähed ja nende detailid (kriipsukesed, kaarekesed) üle kogu lehekülje laiali valguma ega joondu enam korralikesse ühtlastesse ridadesse. Midagi taolist võib täheldada ka joonistuste puhul. Kui haiget paluda, et ta joonistaks maja, siis näeme paberil üksteisega sidumata seinu, katust, aknaid ja uksi. Eriti rasketel haigusjuhtudel on pildid esemetud, täpipealt nagu lääne abstraktsionistide šedöövrid. Vahetevahel aga kattub paberileht keeruka, kuid mõttetu joonehulgaga, mis meenutab soomusvõrku või kaootilist pitsmustrit. Ja selline käekiri kuulub intelligentsele inimesele, kes kunagi oskas hästi kirjutada! See on kohutav, oma pimedas julmuses totter katastroof. Sealsamas kõrval aga ükskõikne diagnoos: ilmselt ebanormaalne psüühika. Kahjuks on diagnoos tehtud liiga hilja. Mis aga siis, kui esimestele anomaaliatele käekirjas oleks juba aegsasti tähelepanu pööratud? Kas see oleks psühhiaatrit aidanud või mitte?

Palavikulised siksakid sirgjoonte ja sujuvate ovaalide asemel alarmeerivad kirjutuskrambi sümptoomide ilmumisest. Progressiivset halvatust põdevatel haigetel asetsevad read ja tähed risti-rästi, tähtede ja joonte alumised käänud ulatuvad reast välja ja värisevad märgatavalt. Maniakaal-depressiivsete psühhooside all kannatajate käekirjas esinevad tingimata anomaalsed tähekujud.

Jah, arstidele (tõsi küll, ka ilma grafoloogideta) sai juba ammu selgeks, et psüühilised häired ilmnevad kõigepealt käekirjas. Arstiteaduse ajaloost võib tuua palju näiteid, kus käekirja analüüs võimaldas rasket närvihaigust diagnoosida palju kuid enne täiesti silmanähtavate sümptoomide ilmumist.

«Vabandage, kuid see on ju patoloogia! Aga kuhu jääb normaalse inimese hingelaadi määramine?» kuuldub valvsa lugeja vastuväiteid.

Vastame küsimusele küsimusega: kui patoloogilised muutused otsekohe käekirjas peegelduvad, kas pole see siis tingitud sellest, et kirja graafiliste iseärasuste ja kirjutaja iseloomuomaduste vahel on püsiv, vältimatu ja alaline seos? Lõppude lõpuks ei saa see seos tekkida ju ainult haiguse ajal!

Ajalugu tunneb hämmastavalt täpseid käekirja analüüse.

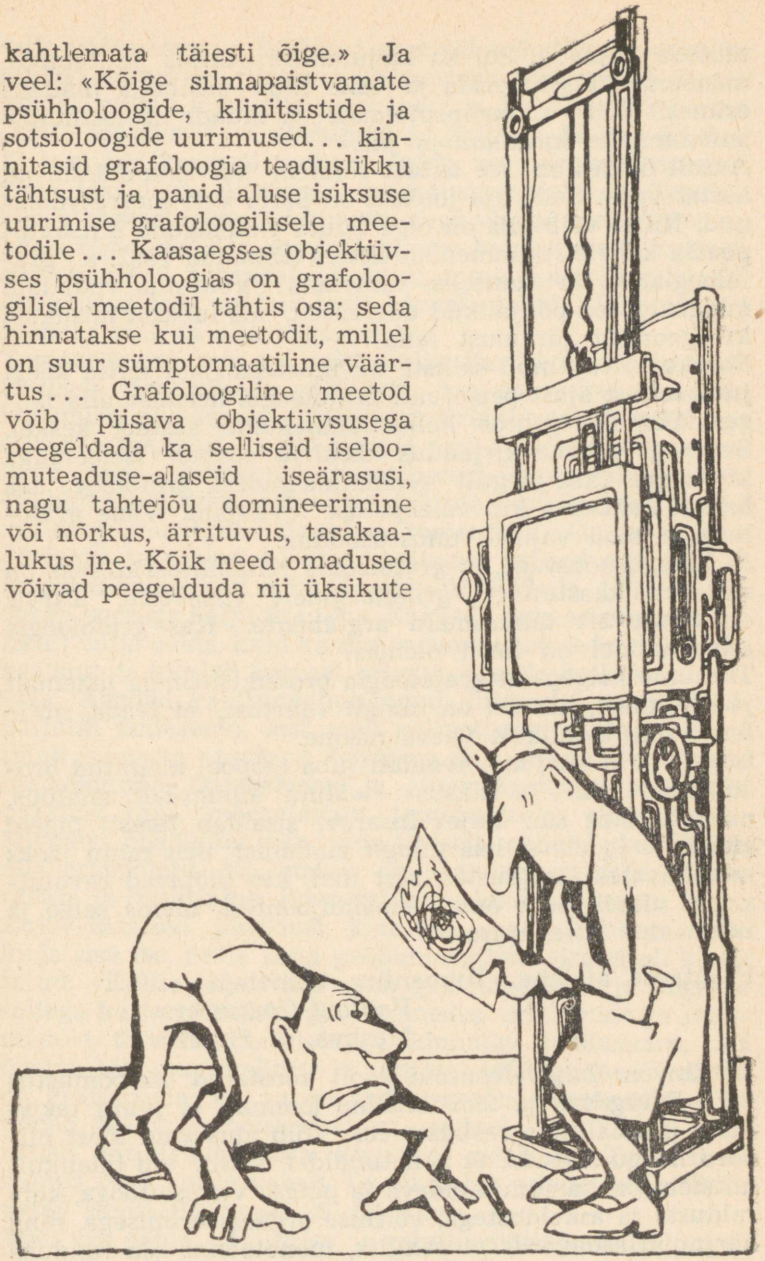
«Tujukus, äkilisus... Kalduvus julmusele ümbritsevate suhtes..., kalduvus utoopilisele mõttelaadile. Loomult upsakas, auahne, ihkab kuulsust, ei suuda oma tegelikku kohta elus määrata ja sellele vastavalt käituda... Ihkab palju rohkemat, kui ta oma võimetele vastavalt suuteline on.»

Otsekohesed ja julmad sõnad! Need on võetud Freiburgi ühe algaja grafoloogi kontrolltööst ja nad iseloomustavad kahekümne kaheksa aastast Adolf Schiklgruberit, sedasama, kes varsti võitis endale kohutava kuulsuse inimkonna poolt neetud Hitleri nime all...

Loomulikult olid paljud grafoloogilised ekspertiisid ka ekslikud. Ja ikkagi...

Toome siin väljapaistvate nõukogude spetsialistide, Pedagoogika Akadeemia tegevliikmete, Lenini preemia laureaadi psühholoogi professor A. Leontjevi ja psühhofüsioloogi professor A. Lurje sõnad. «Mõte, et käekiri on kirjutaja individuaalse omapäraga ja tema tegeliku psühhofüsioloogilise seisundiga teatud vastavuses, on

kahtlemata täiesti õige.» Ja veel: «Kõige silmapaistvamate psühholoogide, klinitsistide ja sotsioloogide uurimused... kinnitasid grafoloogia teaduslikku tähtsust ja panid aluse isiksuse uurimise grafoloogilisele meetodile... Kaasaegses objektiivses psühholoogias on grafoloogilisel meetodil tähtis osa; seda hinnatakse kui meetodit, millel on suur sümptomaatiline väärtus... Grafoloogiline meetod võib piisava objektiivsusega peegeldada ka selliseid iseloomuteaduse-alaseid iseärasusi, nagu tahtejõu domineerimine või nõrkus, ärrituvus, tasakaalukus jne. Kõik need omadused võivad peegelduda nii üksikute



tähtede kujus... kui ka kirjutamise rütmis ja tempos, maneeris aktsenteerida ja esile tuua üksikuid (näiteks esimesi) tähti, allakriipsutamiste ja muude iseloomulike suletõmmete kasutamises jne.»
Ausalt öeldes on see tsitaat rohkem kui kolmkümmend aastat vana. Selle aja jooksul on palju vett merre voolanud. Nii et võib-olla oli õige Suure Nõukogude Entsüklopeedia kaheteistkümnendas köites (ilmunud 1952. a.) grafoloogiat «väärteaduseks» nimetada? Võib-olla viidi läbi mingisugused põhjalikud uurimised, mis lubasid niisugust kategoorilist järeldust teha?
Paraku ei tegelnud selliste uurimistega meil mitte keegi juba sellest ajast peale, mil grafoloogia needuse alla langes. See aga juhtus kolmekümnendate aastate keskel. Selletagi vähene kirjandus käekirja seosest iseloomuga kõrvaldati järk-järgult raamatukogudest, grafoloogе aga hakati kohtlema kui valeõpetuse levitajaid. Vene grafoloogide tööd vajusid unustushõlma.
Ja ikkagi, nõustuge, et grafoloogia rehabiliteerimiseks on ainuüksi kaastundest grafoloogidele vähevõitu. Tarvis on tunduvalt tõhusamaid argumente. Kas grafoloogia advokaatidel on need olemas?
Tutvume kõigepealt grafoloogia produktsiooniga lähemalt ja selgitame, kas sel on mingit väärtust, et teada, mille heaks me tegelikult vaeva näeme.
Lugege läbi kiri, mis avaldati juba eespool mainitud brošüüris «Käekiri ja isiksus»: «Minu autograafi analüüs, mille koostas sm. Zujev-Insarov, sisaldab täiesti õigeid elemente ja ma ei leia mingit auahnust neis minu jaoks meelitavates järeldustes, sest neil, kes töötavad revolutsiooni nimel, peab oma iseloomujoontest olema selge ja normaalne ettekujutus.

Prantsuse ajalehe «Humanitè» toimetaja
*Vaillant-Couturier.*
Moskva, 3. 11. 27.»

Ja siin on Zujev-Insarovi poolt koostatud iseloomustus ise: «Energiline ja teovõimeline loomus, ei peatu takistuste ja esialgsete raskuste ees. Võib alustatud tööst niivõrd hoogu sattuda, et neil tundidel isiklik elu täielikult ununeb. On harjunud pideva ja pingsa vaimse tööga, korralduste ja askeldustega, võitluse organiseerimisega, ning harjunud sedavõrd, et rahulik, monotoonne elu tunduks

talle võõrastavana. Isiklikus elus vähenõudlik, ei armasta midagi liigset ega ülearust. Inimestega suhtlemises enesekindel, püüab alati olla tasakaalukas, lihtne ja korrektne (kuigi seesmiselt on ebakindel ja äkiline). Isekas. Kiivas. Ei lase end kergesti ümber veenda, on harjunud opereerima faktidega. Arenenud tunnetuskompleksiga. Tegeleb kõrvalharrastustega, kusjuures need võivad teda tugevasti kaasa tõmmata. Kui aga jutt on oma kohustuste täitmisest, siis enamikul juhtudel ei suuda mingid isiklikku laadi kiusatused teda valitud teelt kõrvale juhida. Põhimõtteid kaitstes võib ta olla väga range.»

Temperament, mis on iseloomulik Pariisi kommunaaride tõelisele järeltulijale, võitlejale, kes on suurte ideaalide kaitsmisel alistamatu, õilsate eesmärkide saavutamisel aga ei tunne takistusi... Sel taustal näib teise prantslase iseloom palju pehmema, poeetilisema, tasakaalukamana: «Tähelepanelikkus, armastus faktide vastu ja samal ajal ind ning omapärane sisemine romantism. On võimeline püsivaks tahtepingutuseks, kusjuures mõned energia- ja innustusepuhangud võivad eriliselt lõkkele lüüa — ta oskab korraga palju ära teha. Ei karda oma arvamust avalikult välja öelda, kuid ka siin iseloomustab teda suur delikaatsus: ta kardab inimest solvata ja selle helli kohti riivata. Ägedad kaastundepuhangud inimeste vastu. Võib paljutki andestada, sest saab paljust aru. Kõige vähem talub inimeste upsakust. Isiklikus elus on olemuselt pehmeloomuline. Otsekohesus ja siirus äratavad inimestes usaldust ilma märgatavate temapoolsete pingutusteta. Mistahes ebaõiglus võib teda tõsiselt pahandada. Püüab olla erapooletu. Mõtlemine on peamiselt piltlik, konkreetne ja intuitiivne. Enesevalitsuse kaotab harva.»

Zujev-Insarovi järeldust kinnitab veelgi rohkem selle kirja sisu ise, mille järgi psühholoogiline visand oli koostatud: «Kallis sõber! Ma usun grafoloogiasse ja tegelen sellega ka ise. Grafoloogia, tuginedes vaatlustele ja uurimistele, tihti eksimatutele, on hinnatav teadusharu, mis õpetab töötama analüüsi ja sünteesi valdkonnas. Seetõttu on grafoloogia ka suurepärane ajude gümnastika. Ta nõuab teadlase meisterlikkust, mõnel juhul aga isegi artisti intuitsiooni. Ma kirjutan meelsasti Teile need mõned read, mille vahelt Te nii palju oskate leida. Teile ustav Henri Barbusse. 25. IX 27.»

Veel üks näide. «Juurdlev ja rahutu mõttelaad. Kalduvus

mõtiskleda, ennast analüüsida. Kui läheb vaja otsustavaid abinõusid, siis ei ütle neist ära, kuid talle pole võõrad tugevad kõhklused, alternatiivid. Kartusest, et teda lõpuni ei mõisteta, jätab sageli palju välja ütlemata. Isekas, võib olla kangekaelne. Aeg-ajalt ärritub kergesti, kiusakas. Võib tööl korraga palju ära teha, töötab visalt ja intensiivselt, kuid ebarütmiliselt. Aeg-ajalt esinevad geniaalsed mõttesähvatused, sealsamas võib aga langeda apaatiasse. Ei kaota enesevalitsust tõsistel silmapilkudel. Lähedasteks sõpradeks saab inimestega aga harva: meeldivad ühesuguste vaadetega inimesed. Isiklikes suhetes on tal pigem pehme loomus, ehkki aeg-ajalt lööb välja ka «raske» iseloom. Muljetele vastuvõtlik. Teatud osa elus mängib meeleolu. Kartusehood, millel sageli puudub reaalne põhjus. Argipäevase elu raamid jäävad talle kitsaks. Isiklikud elamused on komplitseeritud ja avalduvad mõnikord sisemiste vasturääkivuste kujul. Kinniskujutlused.»

Saanud selle iseloomustusliku etüüdi, kirjutas Vsevolod Ivanov Zujev-Insarovile: «Teie iseloomustus vapustas mind kui tohutu talendi puhang.»

Brošüüris «Käekiri ja isiksus» leiab lugeja ka Lunatšarski, Gorki, Tolstoi, Tšehhovi, Puškini, Jessenini, Sobinovi ja M. Koltsovi grafoloogilised portreed. Neid lugedes on raske vabaneda mõttest, et autoril on oma portreegalerii loomisel aluseks olnud muudki peale käekirja. Jääb mulje, et loomingulise innustuse hoos kasutas ta tahes-tahtmata kaasaegsete kirjeldusi, mis talle meelde olid jäänud, või ehk ka fotodel ja maalidel jäädvustatud pilte.

«Ahaa, see pole ju mingi grafoloogia, vaid täielik pettus,» põrnitseb lugeja valvas silm ähvardavalt raamatusse.

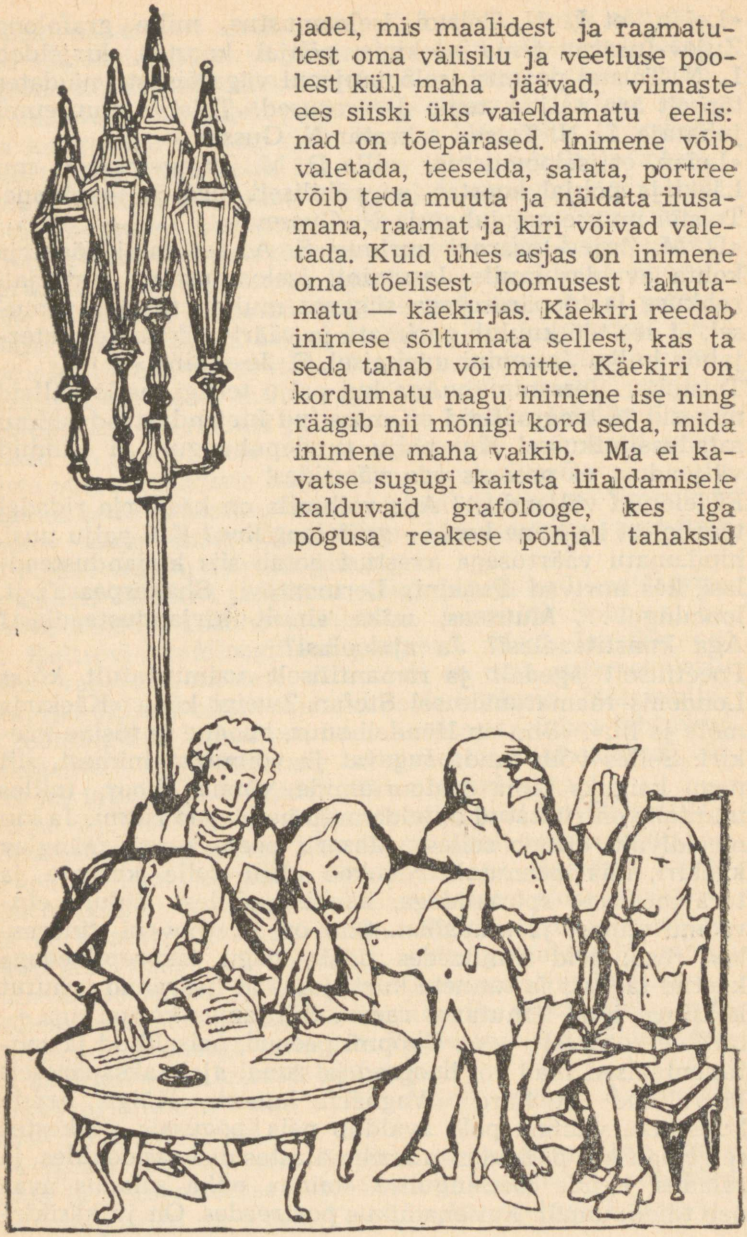
Ei tea. Ei usu. Lõppude lõpuks oli iga järeldust kerge kontrollida, seda enam, et Zujev-Insarov eksperimenteeris kartmatult ka suure hulga võhivõõraste inimestega. Skeptikud võisid teistkordselt anda grafoloogile mingi vähetuntud käsikirja lõigu, kuid ilma autorit nimetamata. Sellest hoolimata jäi aga käekirjauurija reputatsioon laitmatuks. Pigem isegi vastupidi: Zujev-Insarovi tööde kohta on säilinud väga kiitvad hinnangud.

«Suur asjatundja omal alal,» rääkis temast A. Lunatšarski. Mõned kirjad.

«Kõrgesti austatud sm. Zujev-Insarov, suur tänu Teile kirja ja iseloomustuse eest. See on hiilgav — põhilised iseloomujooned on õiged. Teie tänulik Aleksei Tolstoi.»

«Leian, et L. N. Tolstoi iseloomustus, mille grafoloog Zujev-Insarov tema käekirja põhjal koostas, kirjeldab L. N. Tolstoi peamisi iseloomujooni väga õigesti, näidates täpselt ära paljud tema iseärasused. Tolstoi muuseumi juhataja, L. N. Tolstoi sekretär N. Gussev.»
«Leian, et iseloomustus, mille D. M. Zujev-Insarov mu käekirja põhjal koostas, on põhiliselt õige ja tõepärane. Tolstoi muuseumi juhataja N. Gussev.»
«D. M. Zujev-Insarovi uurimus S. A. Jessenini käekirja kohta avaldas mulle Jesseninit iseloomustava materjali rohkuse ja tõepärasusega sügavat muljet. Olen arvamusel, et see töö kuulub parimate ja väärtuslikemate materjalide hulka Jessenini uurimisel. S. Jessenina.»
Tolstoi... Jessenin... Aga kui palju teisigi meile kalleid nimesid ja biograafiaid on mässitud kirjandusteaduslikku saladuselinikusse! Kui palju tundepuhanguid ei leidnud väljendust ei proosas ega värssides!
Ei leidnud väljendust? Aga võib-olla on käsikirja ridadel tõepoolest ka teine keel — grafoloogiline? Kui palju uusi, hindamatu väärtusega avastusi ootab siis kirjandusteadlasi, kes uurivad Puškini, Lermontovi, Shakespeare'i jt. loomingut... Muuseas, miks ainult kirjandusteadlasi? Aga kunstiteadlasi? Ja ajaloolasi?
Poeetiliselt ägedalt ja romantiliselt vaimustatult kõlas Londonis raamatunäitusel Stefan Zweigi kõne «Käekirja mõte ja ilu». «Siin on Händeli suur, hoogne ja tõsine käekiri. Selles võib tunda tugevat ja võimukat inimest, siit nagu kaiguks tema oratooriumide võimas koor, milles inimtahe on rüütatud ohjeldamatu helidevoo rütmi. Ja kui meeldivalt erineb sellest Mozarti peen, kerge, mänglev käekiri, mis meenutab rokokoo stiili selle kergete ja teravmeelsete spiraalidega, käekiri, millest õhkub eluröömu ennast ja muusikat. Siin on Beethoveni tinarasked read; neid silmitsedes näete nagu äikesepilvedega kaetud taevast ja tunnete kurti jumalat haaranud tohutut kärsitust ning kohutavat raevu. Siinsamas kõrval aga — milline kontrast! — on Chopini peened, naiselikud ja sentimentaalsed read või hoogsad ja samal ajal saksapäraselt korralikud Richard Wagneri laused. Kõigi nende kunstnike vaimne pale avaldub neis põgusais reakestes selgemalt kui pikkades muusika-alastes diskussioonides ja saladus, nende loomingulise «mina» püha saladus avaneb täielikumalt kui enamikus portreedes. On ju käsikir-

jadel, mis maalidest ja raamatutest oma välisilu ja veetluse poolest küll maha jäävad, viimaste ees siiski üks vaieldamatu eelis: nad on tõepärased. Inimene võib valetada, teeselda, salata, portree võib teda muuta ja näidata ilusamana, raamat ja kiri võivad valetada. Kuid ühes asjas on inimene oma tõelisest loomusest lahutamatu — käekirjas. Käekiri reedab inimese sõltumata sellest, kas ta seda tahab või mitte. Käekiri on kordumatu nagu inimene ise ning räägib nii mõnigi kord seda, mida inimene maha vaikib. Ma ei kavatse sugugi kaitsta liialdamisele kalduvaid grafolooge, kes iga põgusa reakese põhjal tahaksid



tuleviku ja mineviku kohta horoskoope kokku luuletada, — käekiri ei näita ju kõike; kuid kõige olulisem inimeses, n.-ö. isiksuse kvintessents, peegeldub käekirjas ikkagi nagu mingis tibatillukeses miniatüüris.»

Kuid Zweig, tark ja inimlik Zweig, kõige läbinägelikum inimloomuse tundja, jäi siin, nagu kõikjal mujalgi, kunstnikuks. Meile aga, läbi ja läbi skeptikutele, on mõõtmatult suurema kaaluga teadlaste tunnistused, olgu need siis kui tahes kuivavõitu, argipäevased, ilma romantilise värvivarjundita ja stiilivaesed, ent seevastu võivad nad julgelt ja vastutusvõimeliselt faktidele silma vaadata.

Lugege, mida kirjutas Zujev-Insarovile tuntud vene kirurg:

«Kui Te mu iseloomu tõepoolest ainult käekirja järgi määrasite, siis tõendab see, et grafoloogial on õigus pretendeerida teaduse nimetusele ja et Teie olete suurepärane grafoloog. N. Semaško.»

«Kui»... Iseloomulik reservatsioon tõelisele teadlasele, kes tõestuseta ei usu mitte midagi. Kuid püüame hetkeks kõik kahtlused kõrvale heita ja oletame, et Zujev-Insarov lähtus tõepoolest ainult grafoloogilise ekspertiisi tulemustest. Millele siis tema järeldused tuginesid? Kas üliinimlikule intuitsioonile? Või oletustele? Kui nii, siis vaatamata ahvatlusele rikastada ajalooliste tegelaste biograafiaid uute andmetega, vaatamata meie lugupidamisele Zujev-Insarovi kui grafoloogiageeniuse vastu, pole meil õigust lugeda grafoloogiat teaduseks! Tõeline teadus ei saa ju vaid haruldase ande juhuslikule läbinägelikkusele lootma jääda, ta toetub objektiivseile seaduspärasustele, reprodutseeritavaile katsetele.

Kas grafoloogias kehtivad mingisugusedki seadused? Kas ranged katsed kinnitavad hüpoteetilist seost käekirja ja iseloomu vahel?

... Kahekümnendate aastate lõpp. Vana ülikoolilinn Volgal, mis omal ajal oli üliõpilaste kärarikaste revolutsiooniliste miitingute tunnistajaks. Praegu aga valitseb siin keskendatud ja asjalik vaikus nagu eksamil. Ja tõepoolest, Kaasani Töö Organiseerimise Instituudis käib eksam. Tõsi küll, mitte päris tavaline: seda sooritavad pigem need, kes küsimusi esitavad, kui need, kes vastavad. Vastavad aga sajad inimesed ja nagu eksamil ikka ette on nähtud, nii suuliselt kui ka kirjalikult: nad täidavad ankeete, võtavad

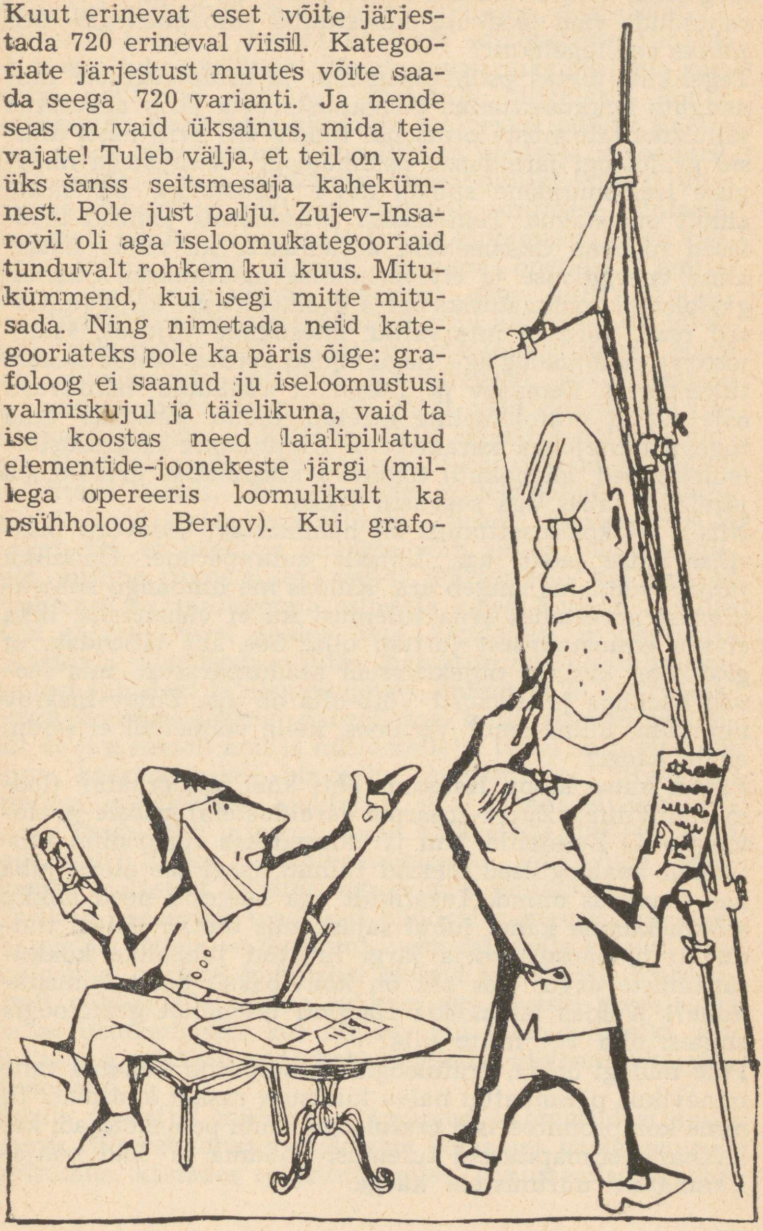
osa vestlustest, näitavad oma võimeid testidele vastamises. Pikkamööda koguneb psühholoog V. Berlovi kätte üsna soliidne materjal isiksuse psühhodiagnostika kohta. Nüüd võib psühholoogilisi hinnanguid võrrelda grafoloogiliste järeldustega, mida D. Zujev-Insarov oli teinud juba varem katsealuste käekirjade uurimisel. Eksamineerijad närveerivad nagu esimese kursuse üliõpilased. Või veel, jutt on ju grafoloogia, selle teaduse Tuhkatriinu saatusest, kelle seltskonnas paljud soovivad end küll pisut lõbustada, kuid keda keegi ei taha lasta «teaduse kõrgematesse sfääridesse». Kas vaeseke teeb eksami ära või ei?

Tulemused ületasid kõik ootused. Ranged kvantitatiivsed mõõtmised on rakendatavad ka grafoloogilistel katsetel, kuigi esimesel silmapilgul näib see ülesanne üsna lootusetuna. Egas Zujev-Insarov koos Berloviga asjatult organiseerinud oma suuremastaabilist eksperimenti. Ütlus «Maailmas pole isegi kaht ühesugust lehekest; mitmekesisus — see on elu põhimõte» kehtib samal määral ka inimeste hingelaadi kohta.

Kuipalju on inimesi, niipalju on ka iseloome. Sellest hoolimata võiks proovida miljoneid karaktereid teatud põhitunnuste järgi kategooriatesse rühmitada (laias laastus loomulikult), näiteks kuude gruppi. Ja oletada seejuures, et käekirja ja karakteri vahel on vastastikune seos, missugune aga, seda te ei tea ja võite ainult aimata. Teile antakse paarsada autograafi ja öeldakse: «Nende autorite karakterid on meile täpselt teada ilma igasuguse grafoloogiata, siin nad on. Kuid millise autograafi juurde vastav karakteristika kuulub, seda me ei ütle. Määrake need käekirja järgi ise!» Ilmselt jaotate kõigepealt kõik sarnased käekirjad enam-vähem võrdsetesse rühmadesse, mida vastavalt «üldistatud karakterite» arvule on kokku kuus. Seejärel tuleb leida igale rühmale vastav käekirjakategooria. Tingimuste järgi te ei tea, kuidas seda teha, teil jääb üle vaid lihtsalt mõistatada.

Kui teil tuleks leida, millise kategooria juurde kuulub vaid üksainus, ütleme, viies grupp, siis tuletaks see meelde viie etteaimamist täringumängus. Õige «tabamuse» tõenäosus oleks sel juhul üks kuuendik. Teil tuleb aga iseloomukategooriate kuuik paigutada üksühesesse vastavusse järjestikuste rühmadega 1, 2, 3, 4, 5, 6. Kui suured on teie šansid?

Kuut erinevat eset võite järjestada 720 erineval viisil. Kategooriate järjestust muutes võite saada seega 720 varianti. Ja nende seas on vaid üksainus, mida teie vajate! Tuleb välja, et teil on vaid üks šanss seitsmesaja kahekümnest. Pole just palju. Zujev-Insarovil oli aga iseloomukategooriaid tunduvalt rohkem kui kuus. Mitukümmend, kui isegi mitte mitusada. Ning nimetada neid kategooriateks pole ka päris õige: grafoloog ei saanud ju iseloomustusi valmiskujul ja täielikuna, vaid ta ise koostas need laialipillatud elementide-joonekeste järgi (millega opereeris loomulikult ka psühholoog Berlov). Kui grafo-



loog oleks lootnud üksnes Fortuunale, siis oleks tal tulnud rahulduda vaid üksikute õnnestunud «tabamustega». Mis juhtus aga tegelikult?
Tegelikult ületas psühholoogiliste ja grafoloogiliste hinnangute kokkusattumus tõenäosusteooria järgi arvutatud juhuslike tabamuste protsendi tunduvalt. Eriti hästi ühtisid grafoloogi järeldused psühholoogi tulemustega niisuguse iseloomujoone suhtes nagu otsustavus. Ja mitte ainult otsustavus. Teineteisest sõltumatult jõudsid teadlased niisama üksmeelsele arvamusele ka mõne katsealuse energilisuse ja ettevõtlikkuse määramisel. Siin oli grafoloogil indikaatoriks kirja geomeetriline kuju (ühtlased read, võrdsed intervallid, ühesugune vajutus, «sulejooks»), psühholoog aga, nagu võibki arvata, lähtus eksami tulemustest. Leontjev ja Lurje ei rääkinud nähtavasti asjatult, et grafoloogiline meetod lubab kindlaks teha tugeva tahtejõuga karaktereid. Kirjutamise iseärasustele (suletõmbed, käänakud) tugineva klassikalise grafoloogia järeldusi tabas aga seevastu fiasko.
Niisiis — kokkusattumus on hämmastav, sedavõrd massilise katse jaoks aga lihtsalt suurepärane. Õnneliku juhuse võimalus langeb ära. Kuidas me hinnangu subjektiivsust arvestades seda tulemust ka ei vähendaks, ikka ei saa ennustamisest juttugi olla. See aga tähendab, et grafoloog kasutas objektiivseid seaduspärasusi, mis seovad käekirja ja isiksust! Võib-olla oli aga Zujev-Insarov uunikum, üliinimene? Virtuoos, kelle võimeteni ei küüni enam keegi?
Pärast katse lõppu Kaasanis anti kõik autograafid (loomulikult ilma Zujev-Insarovi järeldusteta) teisele grafoloogile L. Zundelile. Kui järeldused kas või pooltel juhtudelgi analoogilised oleksid tulnud, isegi see oleks juba hea saavutus olnud. Tegelikult aga langesid need kokku seitsmekümne kahel juhul sajast, mis ületab jällegi tunduvalt tõenäosusteooria järgi lubatud juhuslike kokkusattumiste arvu. Kas see on kohvipaksu pealt ennustamine?! Kuidas lahendada Hamleti dilemmat grafoloogia suhtes: olla või mitte olla?
Pole midagi öelda, grafoloogia on sunnitud kandma talle minevikus pärandatud halva kuulsuse rasket koormat. Ta nime kompromiteerisid grafoloogia enda poolehoidjad, kes hakkasid silmapilkseid tulemusi nõudma ja lõid põhjalikumatele uurimistele käega.

Grafoloogia ajalugu ulatub kaugele minevikku. Kõige sündmusterikkamad on aga siiski viimased sada aastat. Esimesed arglikud katsed käekirja saladustesse tungida võeti ette juba antiikajal. Nende eesmärgiks oli leida käekirjas peituvaid andmeid kirjutaja hingelaadi kohta. Imperaator Augustuse käsikirju lehitsedes püüdis Suetonius saada ettekujutust Vana-Rooma valitseja iseloomust. 1662. aastal ilmus võrdlemisi tagasihoidlik, kõigest viiekümne lehekülje pikkune traktaat «Inimese elulaadi, karakteri või iseloomujoonte tundmaõppimisest tema käekirja järgi». Selle autorit, Bologna õpetlast Camillo Baldit, hakkas otsekohe matkima suur hulk järglasi-praktikuid, kes üksteise võidu püüdsid uut meetodit täiustada, vürtsitades seda müstiliste väljamõeldistega. Neist said astroloogide ohtlikud konkurendid, kes koostasid horoskoope mitte taevakehade järgi, vaid salapäraste tindišlikerduste põhjal. XVII ja XVIII sajandi haritlaste hulgas läks käekirjade uurimine moodi kui vahend, mis aitab karakterit avada. Autograafide kollektsionäär Goethe märkis kord kirjas oma sõbrale, Zürichi füsiognomistile Lavaterile, et käekirja analüüs võib aidata jõuda selgusele, milline elutee tuleks valida. Pärast seda kui haritud Prantsuse vaimulikkonna esindaja abee Michon avaldas XIX sajandi teisel poolel oma kapitaalse monograafia «Käekirja saladused», ujutas raamatupoode üle mitmesugustest juhistest ja näpunäidetest, õpikutest ja käsiraamatutest koosnev sogane paberilaine, mille autorid vandusid, et just nimelt neil ja mitte kellelgi teisel on ületamatu anne kaaskodanike hingeelu mõistmiseks. Hakkasid ilmuma spetsiaalsed ajakirjad, mis asendasid puuduva range teadusliku informatsiooni näiliselt teadusliku, kuid tegelikult tühja sõnakõlksutamisega. Võõrastele saladustele maiastest ostjatest aga polnud puudust.

Üksikud tõsisemad teadlased püüdsid vastavalt oma võimetele ja andele — õigemini, vastavalt tolle sajandi võimalustele — leida empiirilisi seoseid ja neid siis teoreetiliselt põhjendada. Kõige rohkem aga posisid grafoloogia vallas usuteadlased, kes niipea, kui nad millestki aru ei saanud, püüdsid seda kohe seletada üleloomulike jõudude abil.

Nende õpetatud mühakate läppunud kabinettidest suuri vaevu väljarabelnud grafoloogiat ootas aga veelgi suurem katsumus: käsikäes selgeltnägemise, ennustamise ja liht-

salt hookuspookusega tungis ta rahva sekka, kasutades nii laadaväljakuid ja räpaseid palaganipoodiume kui ka suurilmasalongide parketti. Ta oli teretulnud külaline kõikvõimalikes ühingutes ja seltsides, mis kultiveerisid oma liikmete seas käetarkust, hirognoomiat, kristallomantiat, füsiognoomiat ja muid okultistlikke ebateadusi. Teadusharu, mis polnud suutnud end veel jalule ajada, kiratses aastakümnete vältel spekulatsiooni ja šarlataansuse võsude keskel...

Hiromandirüüs ilmus grafoloogia ka revolutsioonijärgsele Venemaale.



Kas mäletate veel Ilfilt ja Petrovilt pärinevat lõbusat episoodi nepiajast? «Jalutades kord suveaias «Terrarium», peatus seltsimees Amatorski laua juures, mille taga sildi all «Imetegude ja ebausu paljastaja grafoloog I. M. Košk-in-Erivanski» istus lopsaka karvakattega noormees, kes kandis lillade klaasidega prille ja määras käekirja järgi kodanike võimeid. Pisut viivitanud, kirjutas seltsimees Amatorski oma normaalse käekirjaga paberilehekesele: «Sm. Košk.-Erivanskile. Järelduste tegemiseks.» Kui grafoloog selle lehekese sai, välgatasid ta silmad lillade klaaside taga. Selgus, et Amatorski iseloomu määramine on tühine asi. Viis minutit hiljem luges «Kapsaste ja pudru» ülem enda kohta järgmisi ridu: «Kahtlemata olete te osakonnajuhataja, kõige tõenäolisemalt aga suure asutuse ülem. Teie käekirja iseärasustest tuleb järeldada, et teil on hiilgav organiseerimisvõime ja et te juhite oma asutust teel õitsengule. Teid ootab suur tulevik.»

«Küll on aga õigesti kirjutatud,» sosistas seltsimees Amatorski. «Milline peen inimesetundmine! Täiesti läbi näeb, sinder.»

Seltsimees Amatorski kutsus sm. Košk.-Erivanski otsekohe oma alluvate hingede ja südamete inspekteerimiseks oma asutusse. Seltsimees Amatorskil ei olnud aimugi, et kogu jant grafoloogilise ekspertiisiga oli nagu nootide järgi lavastatud tema alluva Kiptjakevitši kaasteadmisel ja initsiatiivil. Viierublase hüvituse eest kohustus grafoloog esitama ülemusele kõige meelitavama hinnangu Kipjatkevitši kohta. Ja esitas: «Tähtede originaalne kalle tunnistab omakasupüüdmatusest. Lisand tähe «tš» kohal räägib ebatavalisest töövõimest, tähte «v» saatev konks aga võidutahtest. Võimatu on sellelt indiviidilt mitte oodata suurt tõusu ametiredelil.»»

Me naerame, kuid humoristi õel nali pole kurvast tegelikkusest kuigi kaugel. Tolleaegse grafoloogia-alase sopakirjanduse lehitsemine paneb lihtsalt jahmatama. Mis väärtus on näiteks sellisel, lubatagu öelda, «järeldusel» kukutatud tsaari iseloomu kohta: «Kõrgele ulatuv keerd tema allkirjas tähendab tugevat kalduvust müstitsismi, mis allutas ta Rasputini mõjule.» Suletõmbe kaldumine paremale pidi olema kõige kindlam tunnus tundelisuse kohta, kalle vasakule aga pidi viitama egoismile. Alt lahtised vokaalid ja ümbriku vasaku ääre poole kippuv aadress olid umbusklikule väikekodanlasele otsekohe signaa-

lideks, mis alarmeeris teda variserlikkusest ja ihnsusest; ülalt lahtised tähekõverused ja pealkirja lähedus ümbriku paremale äärele sisendasid aga arupidavaisse hingedesse kahjurõõmsat lootust autori lihtsameelsusele.
Isehakanud autogrammispetsialistide ja diplomeeritud puru silma ajajate kriiskav koor lämmatas pikka aega neid harvu hääli, mis kutsusid säilitama teadusliku tõe puhtust ja mitte vahetama seda honorarivase vastu läbikaalumata publikatsioonide ja apellatsioonitute ekspertiiside eest.
Nagu hoiatuseks Koškin-Erivanski ja teiste tematoliste teenete eest rääkis Zujev-Insarov: «Grafoloogia on hea abivahend inimese kalduvuste määramisel ühe või teise elukutse kasuks, kuid tänapäeval ei suuda me käekirja järgi otsustada, mis alal kirjutaja antud ajal tegutseb. Sellele küsimusele püüavad sageli vastata just teadusliku baasita diletandid-grafoloogid, kes lähtuvad järelduste tegemisel mitte kindlatest andmetest, vaid peamiselt just fantaasiast ja inspiratsioonist.»
«Kaasaegses teaduses pole temperamendi, iseloomu ja võimete vahetu määramine käekirja järgi veel kaugeltki lõplikult lahendatud küsimus ja selles mõttes puudub «professionaalsete grafoloogide» pretensioonidel tänapäevani teaduslik alus...,» kinnitas Zujev-Insarovi sõnu A. Leontjev. «Suurem osa käekirjauurijaid on arvamusel, et ülespoole kalduvad read tähendavad enesekindlust, auahnust jms., allapoole kalduvad aga on iseloomulikud rusutud vaimuseisundile. Samuti arvatakse, et näiteks seotud tähed sõnas esinevad tavaliselt vaimse töö tegijate puhul, kes on suutelised rangelt ja loogiliselt mõtlema, ning vastupidi, et omavahel seostamata tähed on tüüpilised unistajaile, kunstnikutalendiga inimestele... Kõiki neid väiteid ei saa aga kaugeltki veel täiesti tõestatuks lugeda. Ainult edasised põhjalikud uurimised võivad näidata, kui suurel määral need tunnused kirjutaja individuaalsete iseärasustega tegelikkuses kokku langevad.»
Uurimisi muidugi tehti. Ja üsna põhjalikke. Kuid oma ala hästi tundvaid grafolooge, kes töötasid mitte publiku, vaid teaduse nimel, võis ühe käe sõrmedel üles lugeda. Samal ajal aga kogunes tõelise teadusliku grafoloogia ümber murruna aplaid parasiite, kes kurnasid seda nõrka ja veel väljakujunemata teadusharu. Pooleldi kirjaoskamatud grafoloogia-alased Sherlock Holmesid, kes innukalt

tegelesid kriminalistikaga, hakkasid kõhklemata inimsaatusi ette kuulutama. Lisandi järgi tähe «tš» kohal püüdsid nad süüdistatavate juures leida «kuritegelikke kalduvusi», «ühiskonnavastast loomust» jne. Kas lihtsalt võhiklusest või tõemeeli eksiteele sattunult muutusid paljud neist Cesare Lombroso, grafoloogia patriarhi, niinimetatud sünnipärase kuritegelikkuse teooria autori reaktsiooniliste ideede kaitsjateks. Pole ime, et juristid astusid üksmeelselt grafoloogide vastu välja. Nad oskasid ka ilma grafoloogide abita kindlaks teha, kes kirjutas selle või teise teksti. Kurjategijat käekirja järgi «ära tunda» oskas aga vaid Koškin-Erivanski-taoline vilunud kelm, sest kuritegevus pole ju bioloogiline, vaid sotsiaalne nähtus ning mingisuguseid «kalduvusi» selleks inimese karakteris ei ole ega saagi olla. Järelikult pole mõtet seda otsida käekirjas.

Nii sattus koos häda-grafoloogidega teaduse Themise ette süüpinki süüta süüdlane grafoloogia, kuigi selle terve südamik, mis peitus müstika mädase koore all, võis osutuda kasulikuks ka kriminalistidele. Ja koos spekulatiivse räpase paberivahuga lendasid üle parda väärtuslikud tõeterad...

Kui aga teadusliku grafoloogia vastu oli tõstetud valesüüdistus, kas pole siis juba aeg kohtuotsust revideerida? Kas maksab karta ebateaduslikkuse taaspuhkemist, kui rehabiliteerida grafoloogia tema parandatud ja täiendatud väljaandes?

Tõsijutt, see pole ilus sõnakõlks: grafoloogia pole praegu enam see mis varem. Ta on täienenud uute meetodite, uute ideede, uute katseandmetega. Ta on vabanenud ebateaduslikest spekulatsioonidest ja opereerib ainult faktidega.

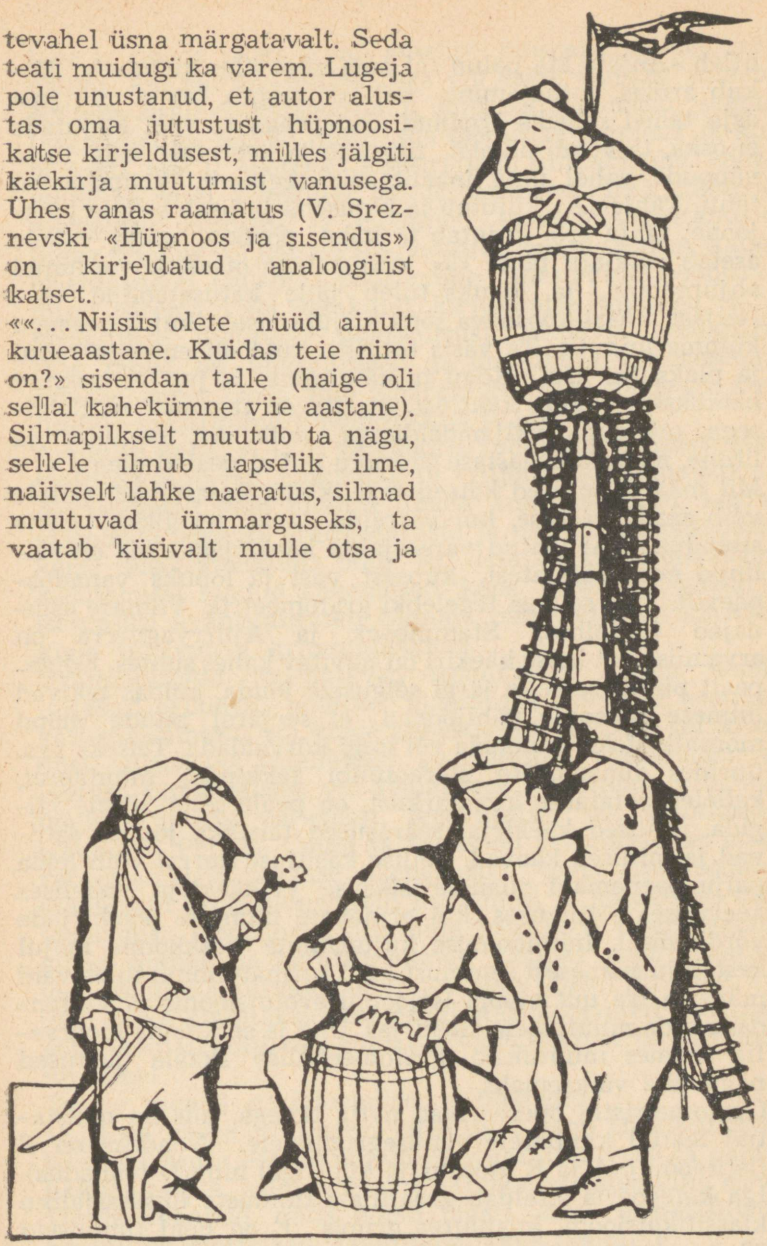
Paraku ainult faktidega. Teoreetiline baas puudub tal endiselt. Just see diskrediteeribki kriitikute silmis kõik grafoloogia saavutused. Kirjeldades seaduspärasusi käekirja ja isiksuse vahel, piirdub grafoloogia vastustega (ja sedagi mitte alati!) küsimustele «mis» ja «kuidas». Kui aga oponendid küsivad, miks see nii on, siis laiutavad grafoloogid abitult käsi. Etteheiteid võib grafoloogiale muidugi teha, kuid kas maksab talt seepärast eluõigust ära võtta?

Siinkohal on vahest sobiv meenutada inglise geofüüsiku Oliver Heaviside'i aforismi: «Kas ma loobun lõunaeinest ainult seetõttu, et ma ei tea, kuidas kulgeb seedeprotsess?»

Loomulikult mitte. Empiiria valitses sajandite vältel paljude teadusharude arengus. Tuletage meelde arstiteadust — kas suutis see uusi avastusi alati täpselt seletada? Tõbede ravimise pika ajaloo vältel kogutud vaatlusandmeid ei suudeta tänapäevani seletada.
Muidugi, arstiteadus pole grafoloogiale õige partner. Arstiabita ei saa läbi ükski inimene, käekirjaspetsialisti teeneteta võib aga vabalt ära elada. Kuid kes julgeks vanduda, et grafoloogial ei ole suurt tulevikku?
Kuni pikk kohtumõistmine venib, ei tammu grafoloogia paigal.
«... Suur firma vajab 30—35-aastast arenenud vastutustundega sekretäri. Teenistusalane tõus on garanteeritud. Rekomandatsioonid on soovitatavad, kuid mitte kohustuslikud. Käsitsi kirjutatud avaldused saata aadressil...»
Sellised kuulutused ilmuvad Lääne ajakirjanduses üha sagedamini. Möödaminnes, nagu riivamisi on teksti poetatud tingimus — «käsitsi kirjutatud». Kas direktsiooni tuju? Mis ajast alates ei peeta enam lugu kirjutusmasinaist? Ei-ei, nähtavasti ei nõudnud firma asjatult kandidaatide autograafe.
USA-s ja Lääne-Euroopas võetakse käekirja analüüs appi esialgseks (kirja teel) tutvumiseks vastutavatele kohtadele pretendeerijatega. Direktsioon loomulikult teab, et grafoloogia pole kes teab kui hea vahend teovõime määramisel, ent parem kasutada halba meetodit kui üldse mitte midagi. Seda enam, et psühhofüsioloogide väite kohaselt hoiatavad käekirja anomaaliad juba ette, kui avalduse autor on närvihaige.
Erilisi lootusi panevad kaadritöötajad kiiresti arenevale meetodile, mis on seotud uute vooludega grafoloogias. Seda töötavad välja professionaalsed grafoloogid eesotsas Hélène de Gaubinot' ja Roger Perroniga. Jutt on grafomeetriast. Uus nimetus pandi ette muidugi teatud salajase psühholoogilise arvestusega, mis pidas silmas, et vana nimetus oli liialt kompromiteeritud. Kuid asi pole ainult sildi vahetamises. Vastupidi, prantsuse teadlased räägivad ekspertiisimeetodite täielikust revolutsioonist. Ilma teadusliku psühholoogia ja variatsioonstatistikata pole klassikalise grafoloogia intuitsioon enam mõeldav.
Grafomeetria uurib käekirja muutumist, selle dünaamikat. Elu jooksul käekirja arhitektoonika muutub, ja vahe-

tevahel üsna märgatavalt. Seda teati muidugi ka varem. Lugeja pole unustanud, et autor alustas oma jutustust hüpnoosikatse kirjeldusest, milles jälgiti käekirja muutumist vanusega. Ühes vanas raamatus (V. Sreznevski «Hüpnoos ja sisendus») on kirjeldatud analoogilist katset.

««... Niisiis olete nüüd ainult kuueaastane. Kuidas teie nimi on?» sisendan talle (haige oli sellal kahekümne viie aastane). Silmapilkselt muutub ta nägu, sellele ilmub lapselik ilme, naiivselt lahke naeratus, silmad muutuvad ümmarguseks, ta vaatab küsivalt mulle otsa ja



ütleb «Anja!» Ma palun tal oma nimi üles kirjutada. Jätkub armas jutuajamine, millest selgub, et ta oli just äsja tähed selgeks õppinud. Sulepeaga ta veel kirjutada ei oska, ta võtab pliiatsi, niisutab ja keerutab seda kaua näppude vahel ning maalib siis aeglaselt, kriipshaaval tähti. Tähte «A» kujutab ta katusena ja lisab sellele põikjoone; tähte «N» kujutab ta kahe postina, mille vahele asetab põiklati; tähte «J» joonistab ta otsast kõverdunud ahjuroobina, ja lõpuks tuleb jälle katusetaoline «A». Neljast tähest koosneva sõna kirjutamiseks kulus peaaegu kümme minutit. Ta väsis tublisti, kuid oli enesega rahul ja plaksutas käsi. Kogu ta käitumine ja jutt ei lasknud hetkekski tekkida kahtlust, et siin on tegemist näitlemisega, mänguga, väljamõeldisega, kõik oli loomulik ja lihtne, nagu kuueaastase tüdruku puhul peabki olema.»

Mil määral sellised katsed tegelikkust kajastavad, sellele võib saada vastuse, kui võrrelda lapse tegelikke, mitte sisenduse ajal tehtud varesejalgu käekirjaga, mis on säilinud noorusaastatest, küpsest east ja lõpuks vanaduspäevilt. Just sellega tegelebki grafomeetria. Viimase esindajad Gaubinot, Stammback ja Ajurryaguerra on arvamusel, et lapse käekiri on huvitav kahes suhtes. Kõigepealt püütakse selle järgi selgusele jõuda, kuidas tekivad inimese iseloomu põhijooned, et seejärel püüda mõnd moraalidefekti ennetada või isegi kõrvaldada. Teiseks aga, uurides dünaamilise stereotüübi tekkimist inimlapsel, kellele õpetatakse kirjatarkust, on peale selle lihtne jälgida, millised käekirja iseärasused täisikka jõudes säilivad ja millised kaovad. Sellise käsitluse korral võib leida palju peenemaid nüansse isiksuse ja käekirja vahelises keerulises sõltuvuses kui erinevate inimeste käekirjade võrdlemisel. Inimloomuse kujunemine keskkonna mõjul kestab ju esimesest sammust kuni surmatunnini; tuleb vaid märgata iga uut etappi iseloomu evolutsioonis ja vastandada seda muutustele käekirjas. Ühe ja sellesama biograafia raames muutuksid grafomeetrilise skaala jaotused nagu üha väiksemaks.

Grafometristid opereerivad nelja tähega, mis on omistatud teatud kindlatele vanusegruppidele. Nendeks on E (lapsepõlv), A ja R (noorus ja küps iga) ning D (vanadus). Iga kategooria sisaldab graafiliste tunnuste üksikasjaliku klassifikatsiooni, kusjuures grupis E on neid tunnuseid 37, grupis A — 31, grupis R — 14 ja grupis D — 20. Täh-

tede ja ridade jaoks eraldi antakse hinnang pallides, mis näitab, kui suurel määral üks või teine tunnus esineb. Näiteks sisaldab kategooria R selliseid tunnuseid: selgus (kui tähed on tehtud hästi, siis pannakse hindeks 5, kui halvasti, siis 1; «pehme» käekiri saab hindeks ühe, energiline — viie), lehekülje jaotus (planeerimine), tähtede nurgelisus, kinnisus ja mõõtmed, kompaktsus (tähtede liigne tihedus või nendevaheline suur kaugus sõnas), kalle, orientatsioon (suleotsa pöörlemine tähesümboli joonistamisel paremale või vasakule), kirjutamise kiirus ja rütm (graafiliste liigutuste ühetaolisus), käekirja korrapära (kas tähed on ühesuurused ja ühesuguse kõverusega), sidusus, surve (seda võib määrata ka pastasulepeaga kirjutatud teksti puhul), paindlikkus ja jäikus.
Ainuüksi kahe, A ja R kategooria tunnused ja nende alajaotused annavad ligikaudu 19 triljonit kombinatsiooni. Arusaadavalt võib niivõrd tiheda tunnustevõrgu korral visandada isiksuse grafoloogiliste ja psüühiliste omaduste kõige üksikasjalikuma pildi. Nii detailse klassifikatsiooni kasutamisel saadud kogemused koos katsetega käekirja iseärasusi kvantitatiivselt hinnata pakuvad huvi ka käekirja uurivatele kriminalistidele.
Grafometristid meenutavad irooniliselt, kuidas nende upsakad eelkäijad püüdsid määrata kurjust ja headust, kättemaksuhimu või kõige andestamist, heldust või kitsidust, ausust või valelikkust, avameelsust või silmakirjalikkust, nürimeelsust või geniaalsust, rääkimata juba silmade ja juuste värvusest, tegevusalast või välimusest. Gaubinot, Perron, Coum ja Doras on arvamusel, et määrata saab vaid isiksuse arenguastet, tema haridustaset, mõningaid professionaalseid harjumusi ja kalduvusi, tahteomadusi, emotsionaalsust ning mõnikord isegi loomingulisi võimeid ja kujutlusvõimet. Lõpuks saab määrata veel psüühika kõrvalekaldumisi. Seda polegi nii vähe, kui vaid kõike kinnitaksid kas psühhofüsioloogilised seletused või vähemalt statistika suurte arvude seaduse järgi. Polegi nii vähe!
Toome mõned grafoloogilised hinnangud.
«Kiri on kerge ja libisev, tähekujud nagu trükikursiivis. Korrapärasuse eest 5, organiseerituse, liikuvuse ja paindlikkuse eest 4, selguse eest 2. Arenenud esteetiline meel. Tundepuhangud, mida hoiab tagasi suur enesevalitsus. Praktiline mõttelaad, tagasihoidlikkus, kainus.»

«Käekiri on halvasti organiseeritud, terav, kompaktne, ebaühtlase suurusega, liiga pikkade sidejoontega. Tasakaalutu, palavikuliselt toimekas iseloom meeletuse tendentsiga. Tundelisus, mis eeldab, et subjekt võib kergesti võõra mõju alla sattuda.»
«Surve eest 3 (tekst on kirjutatud pastasulepeaga), tähtede, joonte ja ridade selguse ning täpsuse eest 4, tähtede suuruse ja ridade suuna korrapärasuse eest samuti 4. Energilisus, keskendatus, süstemaatilisus, püsivus eesmärgi saavutamisel. Tunduvalt väiksem võimalus võõra mõju alla sattuda.»
Kõigest üks-kaks reakest, kuid inimese kohta on juba nii mõndagi öeldud! Loomulikult ei saadud isegi niivõrd lakoonilises iseloomustuses läbi ilma teatud intuitiivse lisandita, ilma käekirjas peegelduva inimsilueti mõningase retušeerimiseta.
Kuid grafoloogid ei tee oma järeldusi uisapäisa. Psühholoogia ja grafoloogia rikkalikest kogemustest sõeluvad nad hoolikalt välja vaid kõige väärtuslikuma ja usaldatavama.
«Kui inimesel pole kalduvust poseerida, kui teda väliskülg, kaunistused (spetsiaalsete märkide ja žetoonide näol) eriliselt ei tõmba, kui ta käitumises ja kõnepruugis pole märgata koketsust, rõhutatust ja afekteeritust, siis ei hakka ta ka oma käekirja kaunistama konksude, kaarte ja muu taolisega,» jagas oma kogemusi Zujev-Insarov.
«Selles suhtes on iseloomulik revolutsioonieelsete kirjutajate käekiri: see on eputav, afekteeritud ja keigarlik. Samasugust keigarlikkust ja algelist frantlikkust võis märgata ka nende käitumises, riietuses, iseloomulikus soengus ja muus taolises. Kõik see seletub elutingimustega, mis kaotasid täielikult kõik erinevused isiksuse sotsiaalses ilmes ja kitsendasid huvideringi miinimumini.
Taolise spetsiaalse kantseleikäekirja poolest torkasid silma ka madalakohalised teenistujad, kusjuures sageli võis märgata, et mida tähtsusetum oli teenistusaste, seda rohkem ilutsev ja eputav oli käekiri, nagu oleks autor neisse kentsakaisse ja fantastilistesse suletõmmetesse pannud kogu oma püüdluse avaldada isiksust, mida pigistasid eksisteerimistingimused. Tänapäeval on see maneerlik kantseleikiri peaaegu täielikult välja surnud, nagu on välja surnud ka tolle aja poolt sünnitatud «sõjaväekirjutaja tüüp».

Tasakaalutul, teravnenud tundlikkusega inimesel, kelle toimekust iseloomustab ebaühtlane energia rakendamine, üksikud erineva pingega puhangud, on ka käekiri ebaühtlane ja geomeetriliselt kindlusetu (ebaühtlane surve, tähtede suurus ühes sõnas jne.). Professor Schneidemühl soovitab seepärast oma raamatus «Grafoloogia kooli teenistuses», mis on pühendatud kasvatustööle koolis, kõigil lastevanematel ja kasvatajatel suhtuda erilise tähelepanu ja ettevaatusega neisse lastesse, kelle käekirjas on selliseid iseärasusi.»

Kui palju on nendes ja paljudes teistes taolistes järeldustes tõtt ja kui palju väljamõeldut? Küsimus jääbki küsimuseks, kui sellele vastust ei otsita. Tõsi küll, terved leegionid kõigi aegade ja rahvaste grafoloogе pingutasid kõigest väest, et oma kahtluste küsimärke põhjendatud väidete hüüumärkideks muuta, kuid võta näpust... Tolleaegse teaduse lagi oli liiga madal selleks, et lubada neil vana hea intuitsiooni kütkeist lahti rabelda. Intuitsioon kui haruldane anne uimastas keevalisi enesekindluse oopiumiga, mistõttu paljud grafoloogid, hakates uskuma oma ilmeksimatusse (veel hullem — karistamatusse teaduse poolt, millel tollal puudusid objektiivsed psühhofüsioloogilised kriteeriumid), olid kahe-kolme märkitabanud joone põhjal valmis maalima täielikke ja igakülgseid portreesid kõigile soovijatele ja mittesoovijatele. Nii sattusid iseloomustustesse koos hämmastava ettenägelikkusega ka kõige labasemad ja võltsimad ennustused. Grafomeetria aga oma täpsete klassifikatsioonide, massiliste karakteroloogiliste uurimiste ja vigade ning ebaõnnestumiste avaliku arvestamisega äratab palju rohkem usaldust kui ta käratsev ja tublisti diskrediteeritud eelkäija.

Kaasaegne kaadrite arvestuse süsteem on nagu loodud selleks, et grafomeetriat aidata. Teenistusalasest iseloomustusest, käsitsi kirjutatud elulookirjeldusest ja haigekaardist on muidugi vähevõitu, kuid lünki võib kergesti täita psühholoogiliste testide ja spetsiaalsete ankeetide abil, võib-olla isegi hüpnootiliste katsetega, lühidalt — kogu kaasaegse võtetekogumiga koos kõige täiuslikuma psühholoogia-, bioküberneetika- ja käekirjaõpetusealase metoodika ning aparatuuri kasutamisega.

Ja kes teab, võib-olla annab teadus kunagi tulevikus pedagoogile elluastuva inimese kalduvuste varaseks määramiseks grafomeetrilised tunnused? Kuipalju efektiivsemaks



muutuks siis haridus- ja kasvatussüsteem! Kuipalju kergem on siis inimestel leida oma kohta elus!

Juba palju aastakümneid tagasi kirjutas tuntud vene karakteroloog professor A. Lazurski raamatus «Isiksuste klassifikatsioon» järgmist: «Erinevad elukutsed puudutavad inimese neid või teisi põhilisi võimeid ja kalduvusi erineval määral. Keegi ei hakka eitama, et teadlase elukutse nõuab tunduvalt süstemaatilisemat, järjekindlamat ja loogilisemat mõtlemisvõimet kui helilooja või orkestri dirigendi elukutse; täpselt samuti pole kahtlust, et aviaatoril peab olema rohkem julgust, otsustavust ja enesevalitsust kui pudupoodnikul, kes saadab kogu oma aja mööda leti taga.»

Nende mõtete kajana kõlavad ka Zujev-Insarovi sõnad: «Näiteks sõjaväelaste iseloomujoonteks peavad olema vastupidavus, enesevalitsus, otsustavus ja leidlikkus. Noormehed, kelle käekirjas leiduvad taolistele iseloomujoontele viitavad tundemärgid, sobivad selleks elukutseks kahtlemata rohkem kui need, kelle käekiri viitab otsustusvõimetusele, tasakaalutusele, kannatamatusele jms.»

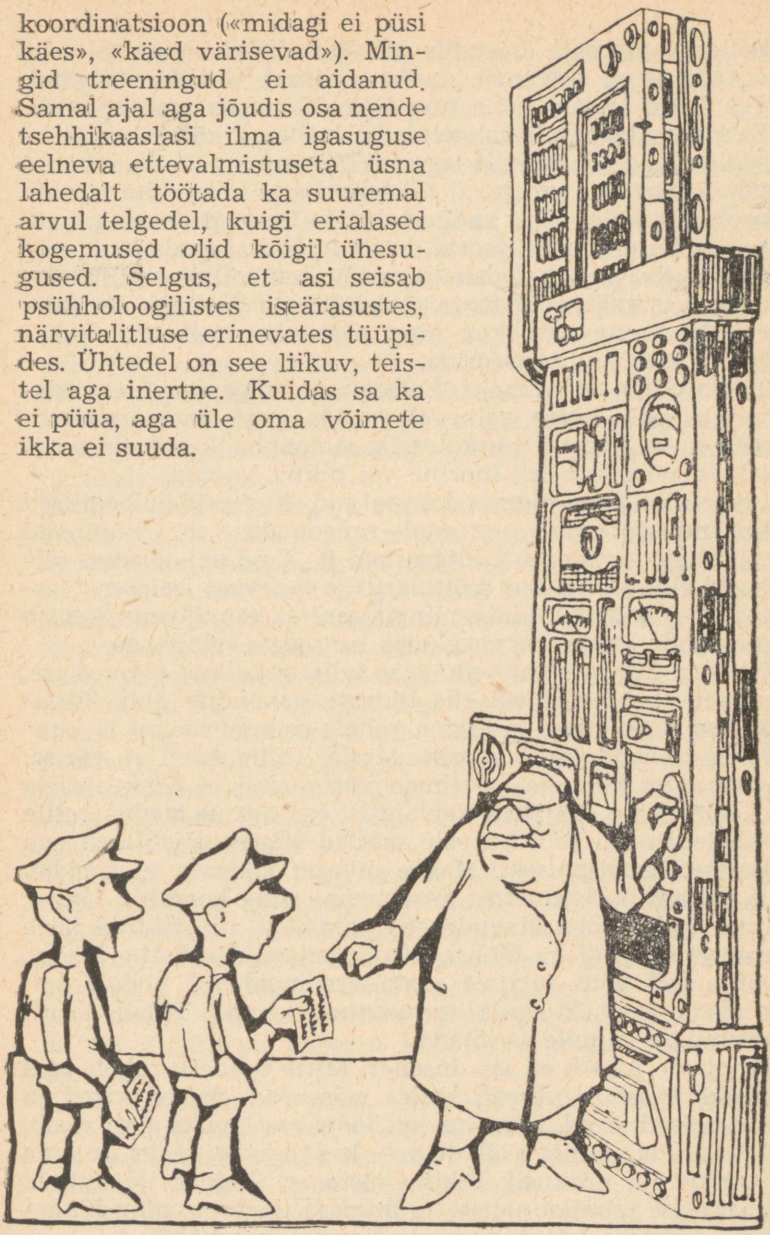
«Aviaator», «pudupoodnik», isegi «sõjaväelane» — milline arhaismi hõng on neil nelikümmend aastat tagasi tarvitatud mõistetel! Aja samm on niivõrd muutunud, et meie maailm kujuneb tundmatuseni ümber juba peaaegu ühe aastakümne jooksul, esitades inimese psüühikale järjest rangemaid nõudeid.

...Düüside piksemürinat meenutav undamine. Värin õieliaetud tahapoole suunatud tiibades, mis vilinal õhku lõikavad. Ja piloodi keskendunud nägu, kõvasti rooli pigistavad käed. Märkamatu vajutus juhtimiskangile — ning võimas hõbedane poollind-poolkala pöördub kuulekalt kõrvale. Lendur tõmbab käepidet enda poole — ning kohe tõuseb terav lennukinina kõrgele horisondi kohale. Hoovalüke — ja Maa kiiresti suurenev kirju «topograafiline kaart» tormab piloodi poole. Oh kui lihtne ja efektne näib see kõrvaltvaatajale! Eriti siis, kui jälgida maapinnalt valget autograafi, mille reaktiivlennuk taevavõlvile jätab. Kuidas keegi, ent piloot juba teab, et kuuleka ja võimsa tehnika käsitsemisel on vaja selget mõistust, välkkiiret orienteerumisvõimet, enesevalitsust ja raudset iseloomu. Lennuk sööstab edasi omaenese mürinat ennetades. Viivitus reageerimisel ühe kolmandiku sekundi võrra põhjustab lennuki kõrvalekaldumise kursist poole kilomeetri võrra. Aga kui lennata rivis nagu paraadil Tušinos? Või laskuda tõusu-maandumisrajale, mille laius on kõigest kümmekond meetrit? Või väljuda pikeeringust? Eks proovi siis käepidet järsult tõmmata! Kiirustasid sellesama ühe kolmandiku sekundi võrra ja... hoia alt, piloot! Murduvate tiibade raginal eraldub õhuorkaani keerises rusudekaosest must täpp, mis kasvab langevarju päästvaks kupliks. On kindlaks tehtud, et igast kümnest lennuõnnetusest pole seitsme põhjuseks mitte mootorite ja seadmete rikked, vaid inimene, kes ei jõua signalisatsiooniseadmete näite õigesti hinnata.

Ja nii on see kõikjal. On saabunud aeg, mil masinad esitavad oma peremehele ultimaatumi: kas lakkamatu

tähelepanu ja oskuslik kohtlemine või tema, masin, hakkab saboteerima.
Kerge on öelda «oskuslik kohtlemine»! Kuid proovige asuda näiteks rööpavaltsimistööpingi operaatori kohale. Et reguleerida valtsirullide juhtimiskange, tuleb tal teha käte ja jalgadega kuni sada liigutust minutis. Ei, võimsad biitsepsid siin ei aita. Tarvis on liigutuste täpsust, koordinatsiooni ja kiirust. Vajalik on tähelepanu.
Erinevad elukutsed nõuavad ka erinevat tähelepanu. Niihästi kulukat katset sooritaval teadlasel kui ka odavat äratuskella remontival kellassepal peab see olema pidev ja keskendunud. Veelgi kontsentreeritum peab see olema korrapidajal, kes jälgib udus jäämägede vahel laveeriva diisellaeva raadiolokaatori ekraani. Seevastu aga dirigendil, militsionääril—liikluse reguleerijal või autojuhil peab tähelepanu olema pigem «lendlev» — laia diapasooniga ja kiiresti ümberlülituv.
Kui kõik piirduks ainult sellega, et tuleb silmas pidada valgus- ja helisignaalide kirjut mosaiiki, mis laviinina operaatori peale paiskub! Kuid tihti tuleb peale selle veel välkkiirelt otsustada, mida teha mingis töö käigus ootamatult tekkinud olukorras, mis mõnikord on vägagi keeruline, kuid nõuab kiiret lahendamist. Näiteks raudteesõlme dispetšer. Tal on tegemist mitmesuguste tegurite keeruka vastastikuse sõltuvusega: siia kuuluvad nii teede kinniolek, semaforinoole asend, platvormi pikkus, rongi formeerimise tähtajad kui ka rongide liikumise suunad, kiirused ning järjekord ja nii edasi. Pidevalt tuleb vaimusilma ees hoida tohutu pulseeriva organismi muutuvat pilti. Käsutada tuleb operatiivselt, paindlikult ja täpselt, õigesti läbi kaaluda niihästi lähem tulemus kui ka hilisemad tagajärjed. Võib-olla just see omaduste kompleks figureeriski prantslaste kuulutuses kui «arenenud vastutustunne»?
Kogu eelnev jutt käis inseneride või vähemalt keeruliste tehnoloogiliste protsesside komandöride kohta. Seepärast võib näida, nagu puudutaks professionaalsete psühholoogiliste nõuete probleem ainult väheseid. On see nii?
Nõukogude teadlased uurisid kangrute töö iseärasusi. Korraga kolmel-neljal teljel töötades ei tulnud kõik kangrud tööülesandega toime. Püüdes telgede ülevaatusel, katkenud lõngade jätkamisel ning muude rikete kõrvaldamisel kiiret tempot säilitada, kadus naiste liigutustes

koordinatsioon («midagi ei püsi käes», «käed värisevad»). Mingid treeningud ei aidanud. Samal ajal aga jõudis osa nende tsehhikaaslasi ilma igasuguse eelneva ettevalmistuseta üsna lahedalt töötada ka suuremal arvul telgedel, kuigi erialased kogemused olid kõigil ühesugused. Selgus, et asi seisab psühholoogilistes iseärasustes, närvitalitluse erinevates tüüpides. Ühtedel on see liikuv, teistel aga inertne. Kuidas sa ka ei püüa, aga üle oma võimete ikka ei suuda.



Sellest hoolimata õnnestus pikatoimelistel kangrutel saavutada samu tulemusi, mida näitasid kiired kangrud. Teadlased andsid neile nõu lihtsalt muuta oma tööstiili. Ei maksa tarbetult rahmeldada, kui oled kõike harjunud aeglaselt ja põhjalikult tegema. Parem on pöörata rohkem tähelepanu iga agregaadi töö rütmile ja võimalike häirete profülaktikale. Ühe kangastelje juurest pole tingimata tarvis teise juurde joosta, võib lihtsalt sagedamini neid silmitseda ja tähelepanelikumalt kontrollida mehhanismide seisundit ning tooraine kvaliteeti. Ja kogu see korralikkus, ettevaatlikkus ning pidev kontroll aitas pikatoimelisust kompenseerida.

Tuleb välja, et edukaks kutsealaste kogemuste omandamiseks pole liigne eelnevalt teada oma temperamenti: oled sa flegmaatik või koleerik, melanhoolik või siis sangviinik, ning kuivõrd inertne või liikuv sa oled.

Loomulikult on olemas kutsealasid, kus psühholoogilised kitsendused pole muutunud rangemaks: siia kuuluvad näitlejad, kunstnikud, kirjanikud jt. Kuid pole olemas selliseid elukutseid, kus mõttelaadi ja tegevuse iseloomu vastavus ei mängiks üldse mingit osa. Ja esmajoones kehtib see nende kohta, kes tegelevad kaasaegse tehnikaga.

Oli aeg, mil inimene valmistas talle vajalikud esemed ise, omaenese kätega, või siis lihtsate vahendite abil. Tänapäeval on inimese ja eseme vahele asunud töötav ja kuulekas vahendaja — masin. Masin, mille käed ei värise, sõrmed ei külmeta ja silmad väsimusest ei niisku, mida ei piina nälg ega janu, solvangud ega armukadedus, mille tähelepanu ei juhi kõrvale mõtted eilsest võistlusest ega homsest kohtumisest. Masin, mis on lõpmata vastupidav ja kannatlik, laitmatult ausameelne ning korralik. Masin, mis võrdse kohusetruudusega valmistab nii süütuid laste mänguasju kui ka tõelisi, hirmuäratavaid rakette. Masin, mille abil võib surijale saata arstimeid või kohale toimetada surmakülvava termotuumalaengu. Tuleb ainult vastavale nupule vajutada...

Nuppude juures on aga insener. Mitte tundetu robot, vaid olend lihast ja verest, kelles mässavad maised kired ja ebamaised ideed. Inimene, kes tööpäeva lõpuks alati väsib, kes... Pole mõtet rääkidagi — kes meist ei teaks ise oma puudusi ja nõrkusi! Tekib küsimus: kuidas saavutada kaasaegse tehnika nõuete ja inimese vaimsete ning hingeliste võimete kõige harmoonilisemat kooskõla?

Selle probleemiga tegeleb füüsika, matemaatika ja küberneetika meetoditega relvastatud noor teadusharu — tehnopsühholoogia. Viimane püüab lahendada kahesugust ülesannet: ühelt poolt leida masinate, mehhanismide ja juhtimisorganite parimad, optimaalsed konstruktsioonid, nii et nad ei ületaks meie loomulikku psühholoogilist lage; teisest küljest tuleb aga leida inimese psühholoogiliste võimete reservid, täiendada tema kutsealaseid oskusi ja lähendada neid tehnika järjest suurenevatele nõudmistele. Aga kui lugu juba nii on, kas pole siis parem inimese iseloomu iseärasusi juba eelnevalt ja võimalikult vara välja selgitada? Et potentsiaalselt hea näitleja ei hakkaks keskpäraseks teadlaseks. Et inseneridiplomiga koolilõpetaja ei läheks arstiks õppima. Lühidalt, et õpilase iseloom ja temperament oleksid valitud eriala jaoks maksimaalselt sobivad.

Tunnen juba ette lugeja nõutust: mis puutub siia grafoloogia või grafomeetria? Kas siis inimese iseloomu ja kalduvuste tundmaõppimiseks teisi meetodeid polegi? Loomulikult on. Ja isegi palju. Kuid esiteks nõuavad need isiklikku ja sageli mitmeaastast tutvust katsealusega. Teiseks võib inimene oma vaimuandeid ise mitte teada ja tal pole võimalusi neid esile tuua. Ta võib eksida ise ja võivad eksida ka pedagoogid, kes tema iseloomustuse koostavad. Nagu ütles kord Stefan Zweig: «... Inimene võib valetada, teeselda, salata, portree võib teda muuta ja näidata ilusamana, raamat ja kiri võivad valetada. Kuid ühes asjas on inimene oma tõelisest loomusest lahutamatu — käekirjas.»

Muuseas, asi pole isegi mitte selles. Kas psühholoog, neuropatoloog, pedagoog, kriminalist, kirjandusteadlane, kunstiteadlane, ajaloolane, etnograaf või sotsioloog ütleks ära veel ühest meetodist inimloomuse varjatud külgede uurimisel? Meetod on lihtsaimast lihtsam — autograafi võrdlemine grafomeetriliste tabelitega, mis varem või hiljem muutuvad niisama täiuslikeks nagu trükikirjade tabelidki...

Kord saabub ka see päev, mil käekirja hakkavad analüüsima raalid, need kombinatoorika ületamatud virtuoosid, kes on suutelised silmapilkselt läbi kaaluma miljoneid variante, et leida neist kõige sobivam.

Kõigi maade teadlased ja insenerid tegelevad juba mitu aastat järjest intensiivselt masina loomisega, mis tun-

neks tähti ja arve sõltumatult sellest, kuidas nad on kirjutatud. Erilise eduta töötasid selle probleemi kallal ameeriklased Oliver Selfridge ja Frank Rosenblatt, küberneetika üks pioneere Walter Pitts aga avaldas suurt kahtlust, kas seda on üldse võimalik ehitada. Ja peab ütlema, et ta kartused ei olnud sugugi põhjendamatud.

Sajandite jooksul uuritakse silma ja peaaju nii «in vivo» (elusorganismis) kui ka «in vitro» (klaasis, s. t. nende elundite laboratoorseid preparaate, mis on võetud surnud organismist). Tänapäevani pole aga keegi suuteline seletama, kuidas me tunneme ära mingi kirjatähe, kui see on kirjutatud mitme täiesti erineva käekirjaga. Ja mil viisil me eristame tähti, millel on sarnane kuju, nagu näiteks käsitsi kirjutatud «ee», «u» ja «n». Me ei eksi ju, kui näeme esimest korda mistahes tundmatut käekirja, isegi kõige «metsikumat» nagu Tšernõševskil.

Silmaläätse poolt võrkkestale projitseeritud ühe ja sellesama sümboli kujutised näivad kord kiitsakate ja kõhetutena nagu Don Quijote, kord ümarate ja massiivsetena nagu Sancho Panza, kord viimistletute ja fantastilistena nagu kurva kuju rüütli unistused, kord jämedavõitu ja primitiivsetena nagu tema ustava relvakandja lootused. Aju aga — seda juba alt ei vea! — märkab otsekohe, et tegemist on ühe ja sellesama kujutisega. Mis seejuures toimub? Kuidas? Miks? Psühhofüsioloogid ei saa sellest veel aru. Igatahes mitte põhjalikult. Aga isegi kui nad sellest kavalast mehaanikast täielikult aru saaksid, oleks seda raske masinale edasi anda. Elektronaju opereerib ainult järjestikuste elektriimpulsside ja pausidega, mida tähistavad «1 ja «0». Sellise kahendaritmeetika abil võib mistahes mõisted avaldada vaid sel juhul, kui nad antakse edasi ranges matemaatilises keeles. Kuidas kirjeldada aga miljardeid käekirju?

Ja ikkagi leiti väljapääs.

7. veebruaril 1962. aastal kuulati Teaduste Akadeemia koosolekul Automaatika ja Telemehaanika Instituudi direktori akadeemik V. Trapeznikovi ettekannet noore nõukogude matemaatiku E. Bravermani töödest, mis avasid uue etapi küberneetika arengus.

Kui laps õpib tähti tundma, siis piisab, kui näidata talle mingi tähe või numbri kaht-kolme näidist, et ta hiljem tunneks ära juba kümneid erineva kuju ja suurusega tähe või numbri pilte nii vaateakendel, ajalehtedes kui ka

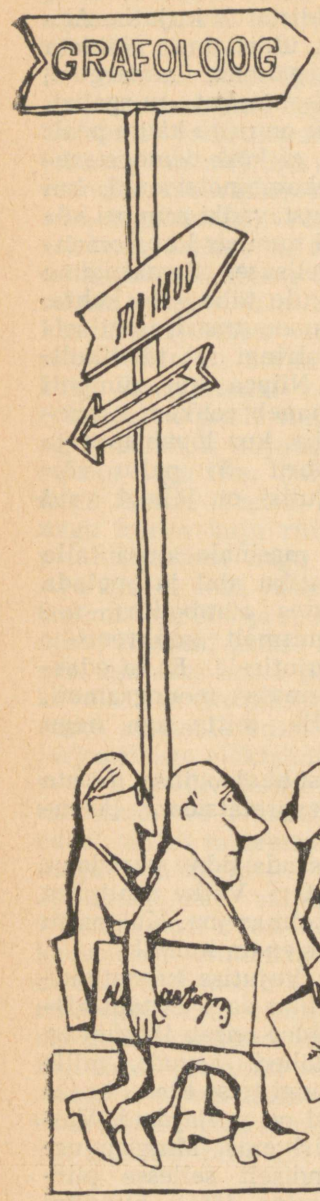
märkmikes. Tema peakeses tekkis üldistatud kujutis. Aga kas masinat pole võimalik sundida üldistama? Näidata talle kas või numbrit «6» — algul elegantset, ümmargust, nagu trükinumbrit, seejärel aga kohmakat, nurgelist, vene «Б»-tähega sarnanevat kuut, mis on nagu käigu pealt kirjutatud. Ja teha masinale selgeks, et kõik demonstreeritud trükitähega sarnanevad joonekombinatsioonid, kui kõverad ja inetud nad ka pole, moodustavadki numbri «6» olemuse. Sarnasus lõpeb aga siis, kui number kuus omandab tähele «Б» iseloomuliku nurgelisuse. Samasugune informatsioon tuleb anda elektronajule tähe «Б» kohta. Lubatud on mistahes käsikirjalised moonutused, isegi sellised, kus vertikaaljoon ei sule poolringi alt täielikult. Kuid ikkagi vaid teatud piirini. Niipea kui sümboli «Б» asemele ilmub midagi, mis sarnaneb rohkem numbriga «5», tähendab see, et siin on piir, kus lõpeb täht ja algab number. Muidugi on ka numbril «5» palju võimalikke vorme, kuid üldistatud kujutisi on jällegi vaid üksainus.

Kõige keerulisem oli seletada seda masinale ainsa talle arusaadava — matemaatilise sõnastiku abil ja õpetada masinat neissamades matemaatilistes sümbolites üle minema talle näidatud sümboli mitmelt konkreetselt näidiselt selle sümboli üldistatud kujutisele. Et ta edaspidi, kohates täiesti uut ja seninägematut monogrammi, tunneks selle ära nimelt nagu «Б», mitte aga nagu «6» või «5».

Braverman soovitas laialivalguva psühholoogilise mõiste «kujutis» rangelt matemaatilist interpretatsiooni, lähtudes oma kompaktsuse hüpoteesist.

Kompaktsuse ideest aitab meil aru saada iidne paradoks. Kujutleme, et meil on hunnik viljateri. Võtke sealt ära kõigepealt üks tera, seejärel teine, kolmas jne. Kui palju peab jääma viljateri, et hunnik poleks enam hunnik?

Millegi taolisega puutume kokku ka kujutise tunnetamisel. Kui palju fotoemulsiooni terakesi on vaja, et täht «Б» jääks täheks «Б»? Kompaktsuse põhiidee seisab järgnevas: on olemas teatud piirkujutised (tähed, arvud), mille vähimgi muutmine viib need juba mingi teise klassi kujutiste hulka. Tähe võimalikke kujutisi on miljardeid. Valdav enamik neist kuulub antud piirkonda. Mingisuguse ühe detaili muutmine jätab tähe endiselt sellesse piirkonda, nagu ühe viljatera eemaldamine jätab hunniku




endiselt hunnikuks. Teistsugune on lugu hulga piiril olevate tähtedega: mistahes, isegi kõige tühisem joonekese või ringikese muutmine võib meie tähest teha hoopis võõra kujundi, mis kuulub teise hulka.

Nüüd tuleb kõige olulisem. Te kirjutate mitu korda ühe ja sellesama tähe ja annate kõik need oma käekirjanäidised masinasse. Viimane vaatab neid fotoelektronsilmaga. Otsekohe ilmuvad paljumõõtmelises ruumis mõned punktid, mäluseadeldises aga nende koordinaadid. Elektronaju jättis näidised meelde. Konkreetsete näidete põhjal tekkis tal tähe «Б»

abstraktsest pildist lihtne ettekujutus. Ükskõik kui ilusat või inetut, täpset või laialivalguvat tähte «Б» te talle nüüd ka ei näita, peab ta aru saama, et uus punkt kuulub nimelt sellesse, mitte aga mõnda teise hulka.

Peab... Mitte midagi poleks ta teinud ega mingisuguseid käske täitnud, kui E. Braverman poleks koostanud spetsiaalset programmi (lugeja võib selle üksikasjaliku kirjelduse leida A. Arkadjevi ja E. Bravermani raamatust «Kuidas õpetada masinaid kujutisi ära tundma», mis ilmus 1964. aastal). See oli raske ülesanne, kuid ees ootas veel katse, mis võis noore matemaatiku ideid ka mitte kinnitada.

Masinale näidati kordamööda kahtsada kaardikest ja seletati (loomulikult kahendkoodi keeles), mida neile kantud kujutised tähendavad. Seejärel algas eksam. Fotoelektronsilmale hakati näitama sellise kujuga märke, mida masin polnud varem näinud. Ja ta tundis need õigesti ära! Viga tekkis vaid neljal juhul kaheksasajast. Siin ongi see teenitud edu!

Jah, masin suudab nagu lapski õppida üldistama.

Siiski tuleb märkida, et elektronõpilasele võib läheneda ka teistviisi. Näiteks pole sugugi tingimata vaja viia masinasse varem väljatöötatud põhitunnuste süsteemi, et järgnev õppeprotsess neid ainult täpsustaks. Paljud kalduvad arvama, et kujundite rühma uurides peab masin iseseisvalt välja töötama iseloomulike tunnuste süsteemi, et seejärel nende kriteeriumide abil talle näidatud objekte klassifitseerida. (Muuseas, iga grafometristi töö eesmärgiks on just käekirjade klassifitseerimine teatud kindla tunnustekogumi järgi.) Ja masin peab oskama lahendada suurt hulka mitmekesiseid ülesandeid muutuvas olukorras, kohanduda iga kord uue situatsiooniga. Programmist ei suuda ju alati eelnevalt kindlaks teha, millised tunnused on kõige olulisemad ja millised võib kõrvale heita. Seejuures tekkivaid raskusi illustreerib tabavalt järgmine idamaa mõistujutt (ajakirjanik A. Kondratovi jutustuse järgi).

Tarkadele näidati kaht rühma jooniseid: esimene neist koosnes väikestest geomeetrilistest kujunditest (ellipsitest ja ringidest), teine aga suurtest (kuid mitte enam ellipsitest ja ringidest, vaid ristkülikutest). Seejärel näidati tarkadele suurt ovaali ja küsiti: kummasse kujundirühma see kuulub?

«Mõlemasse,» vastas tark Aga-Aga.
«Ainult esimesse,»vastas teine tark nimega Aga-Ni. «Meil on ju tegemist ovaaliga.»
«Lubage, kuid kujund on ju suur,» vaidles Ni-Aga. «Seda tuleb lugeda teise rühma kuuluvaks.»
«Pole õige,» tõstis omakorda häält tark Ni-Ni. «Uuel kujundil pole mingit tegemist ei esimese ega teise rühmaga.»
Mõttetarkade vaidluse pidi lahendama kohus.
«Kõigil neljal on õigus,» lausus esimene kohtunik.
«Kõik neli eksivad,» raputas eitavalt pead teine kohtunik.
«Mitte kellelgi neist polnud küllaldast põhjendust ja täpseid kriteeriume, et lahendada ülesannet üheselt.»
Ja kõigi kohtunike arvamused läksid samuti lahku...
Nähtavasti on siin võimalikud mitmesugused variandid. Kõik sõltub sellest, millist tunnust lugeda uue objekti paigutamisel oluliseks: kas mõõtmeid või kuju. Masin peab aga kummagi rühma kaartide vaatlemisel iseseisvalt välja töötama ja meeles pidama kõikvõimalikud klassifikatsioonid veel enne eksami algust, s. o. enne suure ovaali näitamist.
Seda tüüpi programmi õnnestus koostada füüsika-matemaatikakandidaadil M. Bongardil. Tõsi küll, masinale näidati mitte jooniseid, vaid tabeleid arvudega. Igas tabeli reas oli kolm arvu. Näiteks esimeses reas 2, 5 ja — 30, teises aga 7, 3 ja 84. Ja nii edasi. Kõikide ridade kohta kehtis üks ja seesama matemaatiline seaduspärasus: kahe esimese arvu korrutis, korrutatud nende arvude vahega, võrdus kolmanda arvuga. Teine tabel oli koostatud teistsuguse reegli järgi ja kuulus järelikult teise klassi.
Masinale näidati erinevaid tabeleid. Seejuures ei teatatud, millise võrrandi järgi nad on koostatud. Elektronuurijale tehti ülesandeks leida see seaduspärasus iseseisvalt. Lõpuks näidati masinale tabelit, mida see varem polnud näinud. Arvud olid selles hoopis teistsugused, kuid nendevaheline sõltuvus oli tuttav. Ja masin määras eksimatult uue tabeli klassi.
Võib kihla vedada, et teadlased, kes tegelevad kujundite tunnetamisega, ei tule mõttelegi kasutada küberneetikat grafomeetrias. Kui aga masin tunneb täna ära tähti ja numbreid, miks ei või ta siis õppida eristama nende kuju kõige peenemaid nüansse, kõrvutada käekirja iseärasusi isiksuste karakteroloogilise klassifikatsiooniga?

Fantaseerida on aga siiski veel vara. Grafoloogia-grafomeetria pole ju veel ametlikult teadusena tunnustatud. Hilinevast printsist unistav Tuhkatriinu eksleb endiselt ringi ja meenutab nähtavasti kurbusega Hugo sõnu: heita kõrvale mingi nähtus, lüüa sellele muiates käega tähendab aidata kaasa tõe pankrotile.

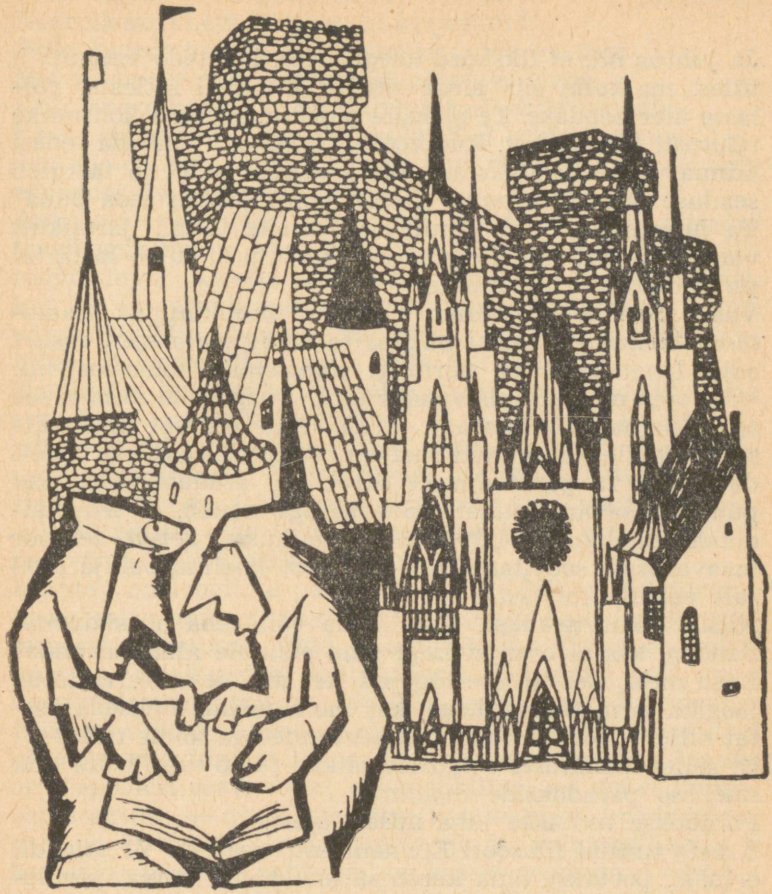
Käekiri ja isiksus... Nende omavaheline seos on väljaspool kahtlust. Seda tõendab kas või käekirjaõpetus, mida kasutavad edukalt kriminalistid, kirjandusteadlased, kunstiteadlased ja ajaloolased. Haiglased moonutused käekirjas aitavad psühhiaatreid vaimuhaiguste diagnoosimisel. Kogutud on suur hulk materjali. Uurimised jätkuvad. On sündinud järjest iseseisvamaks muutuv ulatuslik ja väga tähtis teadusharu — käekirjateadus. Selle kõige huvitavamaks osaks on grafoloogia. Ainult sügav teaduslik lähenemine koos kaasaegse tehnika kaasatõmbamisega võib anda lõpliku vastuse, kuivõrd viljakas või viljatu see üleskündmata uudismaa on...

Printsi pole ikka veel.

Prints, kus sa oled?

«Tõlkivad masinad, maletavad masinad, mõtlevad masinad, loovad masinad — kõik see on muinasjutt!»
?!!
«Juba ammu on aeg lõpetada loba masinate ebatavalistest võimetest! See on popularisaatorite jõudeaja fantaasia.»
«Kuidas võib küll küberneetika edusamme eitada! See on ülim ebaõiglus. Saavutused on ju tõepoolest grandioossed. Ja saavad olema ka tulevikus!»
«See on eksiarvamus! Räägitakse ju, et iga ainekäsitlus on just sedavõrd teaduslik, kuivõrd selles on matemaatikat. Kogu küberneetika on matemaatikast läbi imbunud. Ja mitte ainult küberneetika. Teadmiste matematiseerimine on saanud moehaiguseks. Samal ajal kannatab aga kaasaegne matemaatika, see teaduste kuninganna, kõige tõelisema kriisi küüsis. Matemaatika loogilised tugisambad on ebakindlad, aparaat ebatäiuslik, ta on täis lahendamatuid vastuolusid, millest juba kolmandat aastatuhandet ei suudeta lahti rabelda. Ja ka inimmõistuse võimalused on lõpuks piiratud...»
«Inimmõistuse võimalused?! No see on juba liig! Nii võivad arutleda vaid võhikud või hullumeelsed!...»
Kus lõpeb kaine skeptitsism ja algab puhas nihilism? Kus usk inimmõistuse kõikvõimsusesse annab maad liigsele enesekindlusele, mis ignoreerib raskusi?

## LIIKUMIST... EI OLE?!



Lugeja arvatavasti mäletab veidrat episoodi Cervantese romaanist «Don Quijote». Sancho Panza ei jõudnud veel oma maavalitseja ametiga harjuda, kui tal tuli läbi teha salakaval katse.

Veerikas jõgi lahutas ühe mõisa valdused kahte ossa. Üle selle jõe viis sild, mille lõpus oli aga kurjakuulutav võllas. Seadus kõlas nii: «Kui keegi läheb üle selle silla ühelt kaldalt teisele, siis peab ta enne vande all avaldama, kuhu ja milleks ta läheb; kui ta vannub tõtt, siis lastagu ta läbi, kui ta aga valetab, siis peab ta surema ja puuakse ilma armuta sellesse võllasse.»

Ja juhtus nii, et ükskord keegi mees, kui teda vannutati, ütles: ma tulin siia ainsa sihiga, et mind sellesse võllasse üles poodaks. Te oleksite pidanud nägema kohtunike nõutust! Tõepoolest, kui võõral veidrikul lubada edasi minna, siis tähendaks see, et ta vandus valet ja ta tuleb seaduse järgi üles puua. Teiselt poolt, kuidas teda puua? Ta ju vandus, et ta ainult selleks siia tuligi, järelikult vandus ta tõtt ja sellesama seaduse alusel tuleb lasta tal puutumatult edasi minna.

Vaene Sancho ei võinud kiidelda piiblikuninga Saalomoni tarkusega. Siiski hakkas ta nurisemata seda rasket asja lahendama ja põrmugi kahtlemata otsustas nii: «See pool mehest, mis vandus tõtt, lastagu läbi minna, see aga, mis valetas, poodagu üles.» «Aga, senjoor maavalitseja,» vaidles jahmunud oponent, «kui mees osadeks tükeldada, siis ta paratamatult sureb ja seaduse mõlemad punktid jäävad täitmata. Seadus aga nõuab, et teda täidetaks täielikult!» Lõplikult ummikusse aetud senjoor maavalitseja soovitas heast südamest imeliku paluja lihtsalt vabalt läbi lasta.

Niisiis rikuti seadust. Kuid mida võis teha heasüdamlik Sancho, kes ei osanud isegi oma otsusele allkirja anda? Kuid meie, Cervantese lugejad, kes me oleme relvastatud loogika ja matemaatikaga, kas me suudame nelisada aastat hiljem taoliste keerukate ülesannetega toime tulla?

Et selles küsimuses selgusele jõuda, tuleb meil heita pilk imelisse paradokside maailma.

Paradokse tuntakse juba iidsest ajast.

Kreeta tuntud filosoofi Epimenidest, kes elas VI sajandil e. m. a., peetakse oma kaasmaalaste kohta käiva võrdlemisi halvustava hinnangu autoriks: «Kõik kreetalased on valelikud.» Häda on vaid selles, et Epimenides on ise ka kreetalane! Tuleb välja, et kui Epimenides räägib õigust, et ta on valelik, siis tähendab see, et ta tõstab oma kaasmaalaste ja iseenese vastu valesüüdistuse, s. t. valetab. Kuidas siis lugu ikkagi on: kas inimkultuuri hällina tuntud saare elanikke laimav aforism on vale või õige?

Epimenidese paradoks, mida tuntakse veel valetaja paradoksi nime all, esineb ka vähem aforistlikus, kuid seevastu tugevamas vormis: «ma valetan» või «see, mis ma praegu ütlen, on vale». Jutumärkides olev lause ei saa nähtavasti ilma vastuoluta olla ei õige ega vale. See paradoksi variant kuulub Eubulidesele (IV sajand e. m. a.).

1913. aastal lisati paradokside varasalve veel järgmine. Kaardikese ühele küljele on kirjutatud:
*Selle kaardi pöördele kirjutatud väide on õige.*
Mis väide see on? Kaardikest pöörates loete:
*Selle kaardikese pöördele kirjutatud väide on vale.*
Katsu siin nüüd selgusele jõuda! Kui uskuda esimest teadet, siis on õige teine. Kui aga õige on teine, siis on vale esimene! Ja vastupidi.
Antiikses «krokodillidilemmas» on situatsioon niisama tragikoomiline ja absurdne nagu Cervantesel. Krokodill röövib lapse. Koletis lubab anda lapse vanematele tagasi, kui isa ära arvab, kas krokodill annab talle lapse tagasi või mitte. Mida peab vaene koletis tegema, kui isa äkki ütleb, et krokodill ei anna talle last tagasi?
Vaidlustes kasutame tihti argumenti «pole reeglit ilma erandita», unustades seejuures, et see väljend ise on reegel ja et tal peavad järelikult olema erandid. Kas paradoks? Kahtlemata. Ja see tekkis seetõttu, et me kasutasime seadusega deklareeritud sanktsioone seaduse enese suhtes. Niisiis olge taoliste argumentidega ettevaatlikud: nad võivad teid loogiliselt alt vedada!
Huvitav on loogiline paradoks, mille 1908. aastal formuleeris saksa matemaatik Kurt Grelling. Asjaoludega tutvumiseks peatume lühidalt autoloogilise (iseenese kohta kehtiva) omadussõna definitsioonil. Suuremal osal omadussõnadest puudub see kvaliteet, mida nad väljendavad. Näiteks sõna «punane» pole iseenesest punasevärviline, sõna «aromaatne» ei lõhna. Seevastu omadussõna «eesti» on tõepoolest eestikeelne, «kuuesilbiline» — kuuesilbiline, «abstraktne» — abstraktne jne. Igaüks neist omadussõnadest on Grellingi terminoloogia järgi autoloogiline, s. t. kasutatav iseenese kohta, tal on enesel needsamad omadused, mis ta annab teistele mõistetele. Teistsugune on olukord heteroloogiliste omadussõnadega, s. o. omadussõnadega, mis iseenese kohta ei kehti. Näiteks sõna «kolmesilbiline» pole iseenesest sugugi kolmesilbiline, «lõpmatul» on lõplikud mõõtmed jne.
Grellingi paradoks tuleneb küsimusest: millisesse klassi tuleks liigitada omadussõna «mitteautoloogiline»? Kas see kehtib iseenese suhtes või mitte? Oletame, et omadussõna «mitteautoloogiline» ei kehti iseenese suhtes. Sel juhul aga (vastavalt Grellingi definitsioonile) kehtib ta iseenese suhtes! Kui ta aga iseenese suhtes kehtib, siis mis alusel



me nimetasime teda mitteautoloogiliseks?!

Ja veel üks loogikasürpriis. Vaatleme väljendit «Vähim naturaalarv, mida ei saa määrata vähema kui kahekümne seitsme silbiga». Samal ajal aga määrab äsja kirjutatud lause kahekümne kuue silbi abil (lugege üle ja te veendute selles ise!) arvu, mida vastavalt definitsioonile ei saa määrata vähema kui kahekümne seitsme silbi abil!

Loogika ajalugu kirendab taolistest absurdsustest. Lugeja võib oma jõudu katsuda, püüdes ülalnimetatud mõttelabürintidest välja ra-

belda. (Sestsaadik, kui see probleem tekkis, pole leitud ühtki lahendust, millega teadlased vastuvaidlematult nõus oleksid olnud.)
Muuseas, kas on õige öelda «mõttelabürindid»?
Igal labürindil, kui keeruline see ka pole, on olemas väljapääs. Ja kui kuulsa Kreeta labürindi külastajad ekslesid selle salakavalates käikudes liiga kaua ning sattusid alati Minotaurose käppade vahele, siis olid nad selles ise süüdi. Kui inimesed oleksid lihtsate võtetega teed märkinud, siis oleksid nad isegi halva orienteerumisoskuse korral saanud vähemalt niisama hea pääsemisvahendi kui kurikuulus Ariadne niit. Teisiti öeldes, taolistes situatsioonides veab meid alt vaid hoolimatus loogika- ja geomeetriaseaduste vastu. Teine asi on paradoksid. Nende sõnastused on niivõrd lihtsad, niivõrd läbipaistvad, et eksida polegi nagu kusagil: labürinti kui sellist pole olemas! Ent kui rafineeritud me teadmised loogika ja matemaatika valdkonnas ka poleks, ei suuda ükski, isegi mitte kõige vahedam mõistusemõõk seda Gordioni sõlme lahti raiuda.
Ja veel üks täpsustus. Paradoksi all mõistame tavaliselt midagi meie intuitsioonile, igapäevastele kogemustele ja vahetutele aistingutele vasturääkivat. Selles mõttes näis paradoksaalsena astronoomide-heliotsentristide avastus, et mitte Päike ei tiirle ümber Maa, vaid Maa ümber Päikese. Kui palju meie intuitsioon selle avastuse vastu ka ei mässanud, ometi viis teadusliku mõtte loogika meid paratamatult sellisele järeldusele. Kuid on olemas ka teist liiki paradokse. Kasutades sedasama loogikaaparaati, neidsamu arutlusvõtteid — neid on aga aastatuhandete jooksul lihvitud ja neil põhinevad kõik meie teadmised! — jõuame paratamatult lahendamatule vastuolule. Järelikult on jutt meie mõtlemise loogikasüsteemis eneses juurdunud defektidest ja ebatäiuslikkusest.
Tõsi küll, lugejal võib tekkida küsimus, kellele kogu seda kasuistikat vaja on. Ja kas seda üldse on tarvis?
Toodud mõtteabsurdsused pole lihtsalt lõbusad loogikatrikid. Nii mitmelgi korral olid paradoksid seotud mõtlemise põhialuste ümberkorraldamisega.
Eriti õpetlikud on Zenoni kuulsad apooriad (paradoksid), mis kakskümmend viis sajandit tagasi kutsusid esile kõige tõelisema sensatsiooni. Muuseas, mitte lihtsalt sensatsiooni, mis väikekodanlaste psüühikat vaid lühikest aega vapustab ja seejärel jäljetult ununeb. Nad avaldasid mär-

gatavat mõju matemaatika arengule. Tänapäevani ei kao tõsiste matemaatika-, loogika- ja filosoofia-alaste tööde lehekülgedelt, kus õpetlased piike ja päid murravad, küsimus: kas nendest hirmsatest apooriatest tekkinud raskused on ületatud või mitte?

... Kes Homerose «Iliast» on lugenud, see mäletab stseeni, kus hirmuäratav Achilleus ajas taga araks löönud Hektorit.

Tugev jooksis ees, kuid teda ajas taga veel palju tugevam ...

Tõsi küll, ümber Trooja kihutamine lõppes ikkagi Hektori lüüasaamisega. Kuid mitte jooksus! Surmaheitluses. Enne võitlust pidi aga Achilleus peatuma, ilma et ta oleks vaenlasele järele jõudnudki. Mis siis ikka, vastane oli osav ja välejalgne. Aga kui ta oleks olnud kohmakas ja aeglane?

Jah, Homerose poolt ülistatud suur Achilleus, Peleuse poeg, Trooja sõja kangelane, oli nõtke ja välejalgne. Ja kui kohmakas, kui aeglane on kilpkonn, keda tuntakse kõikjal aegluse ja pikatoimelisuse etalonina! Kas tema suudab siis võistelda kiiruses legendaarse jooksjaga? Aga antiikne mõttetark Zenon oli arvamusel, et Achilleus ei suuda miski hinna eest kilpkonnale järele jõuda. Filosoofi veendumus põhines kaalutlusel, et selle aja jooksul, mil tagaajaja jõuab kohani, kus tagaaetav oli stardihetkel, liigub tagaaetav veidi edasi. Järelikult tuleb Achilleusel uuel väikesel teelõigul jälle kilpkonna taga ajada. Kuni aga tagaajaja selle teise punktini jõuab, liigub põgenik jälle edasi. Ja nii edasi kuni lõpmatuseni. Kui see aga lõputult kordub, kuidas saab siis Achilleus kilpkonnale järele jõuda?

Teiselt poolt teab aga iga koolipoiss oma isiklikest kogemustest, et kuigi ta pole Achilleus, võib ta täiesti vabalt joosta mööda niihästi kilpkonnast kui ka õpetajast enesest, niipea kui kõlab tunni lõppu kuulutav kellahelin.

Kas aga Zenoni kaalutlustel enestel pole ehk oma Achilleuse kanda?

Klassikalise loogika õpikus, mille autoriks on Minteaux, edestab kuulus jooksja ilma vaevata oma vääritut vastast, kuigi ta annab tollele edumaa 100 sülda kauguses (siin pole kasutatud mitte vanakreeka, vaid vene pikkusühikuid, kuid sel pole mingit tähtsust) ja teatud määral ka kiiruses: ta ei liigu täiskiirusega, vaid ainult kümme korda

kilpkonnast kiiremini. See tähendab, et tegelikult sammub ta kiirustamata, olles kindel oma võidus. Tõsi küll, jõudes kohani, kust Zenoni pikatoimeline soosik liikuma hakkas, näeb Peleuse poeg, et too on jõudnud veel 10 sülda edasi roomata. Kuni Achilleus neist 10 süllast jagu saab, rühib kilpkonn veel ühe sülla edasi. Mis siis ikka, välejalgsele ei maksa midagi veel mingisugune süld maha käia. Kuid selle aja jooksul liigub ka kohmakas loom edasi, olgugi ainult ühe kümnendiku sülla võrra, kuid ikkagi edasi, jälitajast kaugemale! Iga sammuga vahemaa väheneb. Selliseid samme tuleb nähtavasti lõputu hulk. Kuid pole viga: kaasaegne matemaatika on õppinud lõpmatuid ridu summeerima. Ja Minteaux koostabki lõpmatu rea:

$$100+10+1+0{,}1+0{,}01+0{,}001+\ldots$$

Näeme, et tegemist on kahaneva geomeetrilise progressiooniga. Selle summa arvutab üsna lihtsalt välja iga tänapäeva koolijüts, kui ta eelnevalt on õppinud algebrat, arvatavasti kaheksanda klassi õpiku järgi; progressiooni summa on $111\frac{1}{9}$.

Pärast lihtsat arvutust tuleb Minteaux järeldusele: «Sofist tahab tõestada, et Achilleus ei jõua kunagi kilpkonnale järele, tegelikult aga tõestab ta vaid seda, et Achilleus möödub tollest 111-nda ja 112-nda sülla vahel.»

Kõik oleks nagu õige. Ja loogiline. Paraku aga ei vastanud võidutsev Minteaux häbistatud sofisti küsimusele, sest küsimus oli esitatud teisiti: mitte millal, vaid kuidas on selline kohtumine võimalik...

Et saada vastuseks $111\frac{1}{9}$ sülda, pole sugugi tingimata vaja leida lõpmatu rea summat. Ülesande võib lahendada tavalisel algebralisel viisil, lugedes tundmatuks vahemaa, mille enesekindla jälitaja eest põgenev roomav iludus «randevuumomendini» suudab läbi roomata.

Et meil tegemist on juba tundmatuga, siis olgu selleks $x$. Achilleuse poolt mahamarsitud tee on siis jooksjaid stardimomendil lahutanud distantsist pikem lõigu võrra, mille kilpkonn läbis enne Achilleusega kohtumist: $100+x$. Nüüd pange tähele: liikumisaeg stardist kohtumiseni oli mõlemal jooksjal ühesugune. Achilleuse kiirus oli aga kümme korda suurem. Järelikult läbis Achilleus ka kümme korda pikema tee kui kilpkonn. Koostame võrrandi: $(100+x):x=10$. Siit leiate, et $x=11\frac{1}{9}$. Nii palju süldi jõudis läbida kilpkonn. Aga Achilleus? $100+x=111\frac{1}{9}$.

Raske on uskuda, et Zenon ei suutnud otsitavat teelõiku leida niivõrd elementaarsete vahenditega. Veelgi raskem on uskuda, et Zenon ise iialgi kellestki mööda ei rühkinud või et ta ei näinud, kuidas seda teevad teised. Ei, ega antiikaja mõttetark asjatult formuleeri oma ülesannet nii, et selles esineb lõpmatu rea mõiste! Teda ei piina kahtlus, kas keha võib läbida lõikudest koosneva tee. Filosoofi hämmeldab hoopis muu: kuidas on võimalik lõpmatu hulga lõigukeste järjestikune süntees, kui see kestab lõpmata kaua ega jõuagi piirväärtuseni?

Ei jõuagi? Kuid stardipaigast $111^1/_9$ sülla kaugusel olev punkt, kas see pole ehk seesama piirväärtus? On. Seesama! Kuid kas küsimus oli selles, missugune punkt see on? Ei! Küsimus oli selles, kuidas muutuja (antud juhul rea summa) jõuab oma piirväärtuseni. Ja kas ta üldse jõuabki?

Me nimetasime summat muutuvaks suuruseks. Nii see ka on. Meenutage Minteaux poolt koostatud rida: $100+10+1+0{,}1+0{,}01+0{,}001$. See sisaldab kuus liiget. Nende summa on 111,111. See arv on väiksem kui $111^1/_9$. Tõsi küll, väga vähe väiksem, kuid ikkagi väiksem. Vahe väheneb veelgi, kui me lisame reale veel ühe liikme, seitsmenda: $100+10+1+0{,}1+0{,}01+0{,}001+0{,}0001$. Summa muutus ja võrdub praegu 111,1111-ga. Seitse liiget, seitse numbrit arvus — seitse ühte, kas märkasite? Kui liikmeid on kaheksa, siis suureneb ka summa ühe «ühe» võrra: 11,11111. Ja nii edasi. Kuid kas te võtate sada, tuhat või miljard miljardit liiget, ikka on teine arv kolossaalselt pika «ühtedest» sabaga väiksem kui $111^1/_9$. Summa muutub, kasvab, kuid ei jõua iialgi piirväärtuseni. Ja ikkagi oskame arvutada piirväärtust, millele ta läheneb.

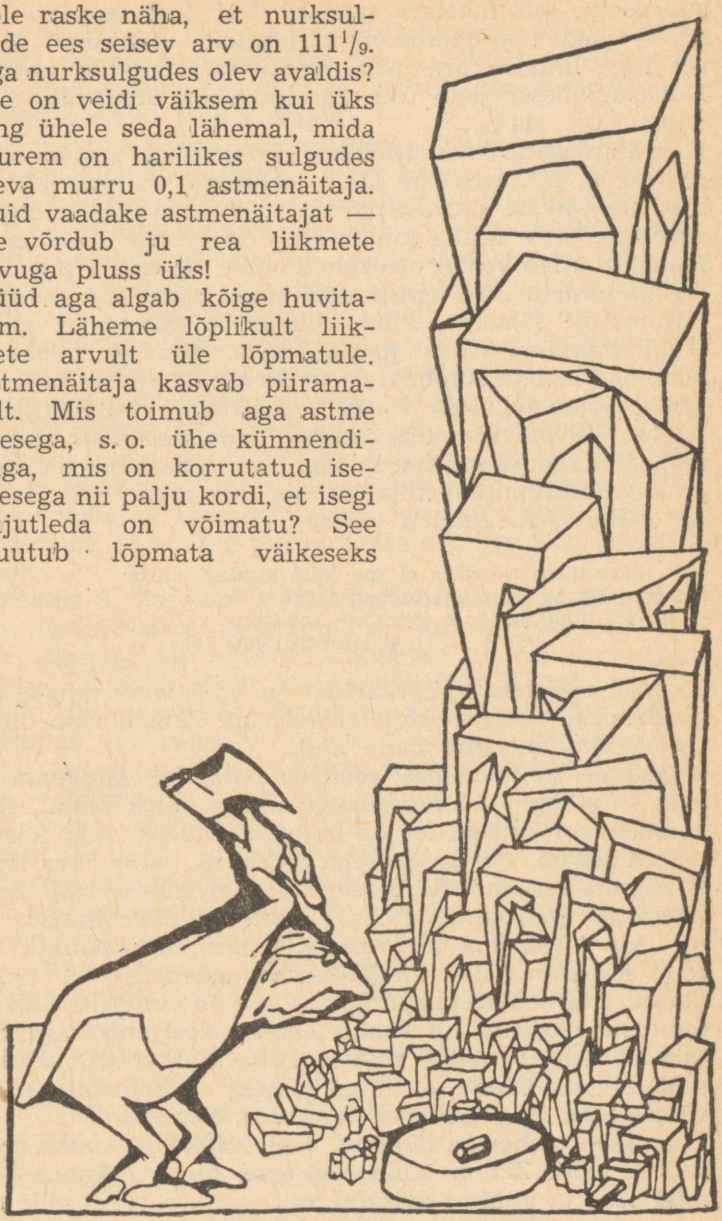
See leitakse järgmiselt. Võetakse lõplikust (rõhutame: mitte lõpmatust!) hulgast liikmetest koosneva rea summa valem. Selle leidmiseks heitke vaid pilk kooli algebraõpikusse. Asetame sellesse meie geomeetrilist progressiooni iseloomustavad tegurid. Esimene liige on 100. Progressiooni tegur on üks kümnendik (0,1), sest iga järgnev liige on eelnevast kümme korda väiksem.

Oletame, et me soovime arvutada 777 liikme summat. Saame:

$$\frac{100}{1-0{,}1}[1-(0{,}1)^{777+1}].$$

Pole raske näha, et nurksulgude ees seisev arv on $111\frac{1}{9}$. Aga nurksulgudes olev avaldis? See on veidi väiksem kui üks ning ühele seda lähemal, mida suurem on harilikes sulgudes oleva murru 0,1 astmenäitaja. Kuid vaadake astmenäitajat — see võrdub ju rea liikmete arvuga pluss üks!

Nüüd aga algab kõige huvitavam. Läheme lõplikult liikmete arvult üle lõpmatule. Astmenäitaja kasvab piiramatult. Mis toimub aga astme enesega, s. o. ühe kümnendikuga, mis on korrutatud iseenesega nii palju kordi, et isegi kujutleda on võimatu? See muutub lõpmata väikeseks



suuruseks, mis läheneb nullile. Kui lugu aga nii on, siis — nagu teie õpikus on kirjutatud — on meil õigus see liige lihtsalt ära jätta, võtta ta võrdseks nulliga. Nurksulgudesse jääb üks. Järelikult on otsitavaks piirväärtuseks $111\frac{1}{9}$.

Kuid kuulakem, mida ütleb selle kohta matemaatika (akadeemik A. Markovi suu läbi): «Oluline on märkida, et lõpmata väikese suuruse piirväärtust 0 ei loe me selle suuruse väärtuste hulka kuuluvaks.» Prantsuse matemaatik Mancion ütleb veelgi otsekohesemalt: «Muutuja piirväärtuseks nimetatakse konstantset suurust, millele muutuja piiramatult läheneb, kuid milleni ta kunagi ei jõua.» Kuid sedasama väitis ju ka Zenon, kes abstraktsetele matemaatilistele sümbolitele andis ainult antiiksete müütide eredate tegelaste kuju. Kui kaugele me Achilleuse järjest lühenevate «liikumiste» integreerimisel ka ei läheks, ikkagi ei saa me kunagi tervikuna tema teekonna pikkust kohtumiseni kilpkonnaga. Ehk nagu ütles Homeros («Ilias», A. Annisti tõlge):

«Nii nagu mees unenäos ei saa teist kuidagi kätte:
see ära eest ei jõua, ent teinegi järgi ei jaksa
— nii ka nüüd järgi ei jõudnud Achilleus,
ei Hektorgi eest tal.»

Raskusi mõistete «piirväärtus» ja «pidevus» rangel tõlgendamisel, millele juhtis tähelepanu Zenon, võib illustreerida ka lihtsama näite abil.

Kujutlege, et teie toas roomab põrandal kilpkonn. Ja äkki — stopp! — loom põrkas ninaga vastu seina. Kilpkonna poolt läbitud tee on muutuv suurus, mis kasvab teatud piirini. Piiriks on sein, õigemini, punkt, kus lõpeb kilpkonna teekond. Kuid see punkt ei kuulu trajektoori lõputusse punktihulka! Veel enam, üldse võimatu on määrata kilpkonna tee viimast punkti, s. o. punkti, kus asub kilpkonna nina kokkupõrkemomendil, või teisiti, punkti, mis eelneb piirpunktile — seina punktile. Siin me puutusime tahtmatult kokku Zenoni teise apooriaga. Kui esimest neist tuntakse matemaatika ajaloos «Achilleuse» nime all, siis teisele on antud nimeks «Dihhotoomia». See vanakreeka sõna tähendab lõpmatut kahendumist.

Enne kogu vahemaa läbimist peab kilpkonn läbima poole sellest, väitis Zenon. Kuid veel enne poole teekonna läbimist peab ta jõudma märgini, mis jagab pooleks selle esi-

mese poole teest. Enne selle neljandikteeosa läbimist peab ta aga läbima kaheksandiku jne. ... Puhh, nii võib jätkata lõpmatuseni. Lühidalt öeldes tuli Zenon järeldusele, et liikumine ei alga kunagi!

Geomeetriliselt võib seda paradoksi tõlgendada järgmiselt. Võtame lõigu ja poolitame selle. Vasaku poole poolitame uuesti. Vasakpoolse neljandiku jagame jälle kaheks. Seejärel vasakpoolse kaheksandiku, kuueteistkümnendiku, kolmekümnekahendiku jne. kuni lõpmatuseni. Kas ei meenuta see kilpkonna tagaajamist Achilleuse poolt või kilpkonna rännakut seinani? Ainult nüüd on seina osas kilpkonna nina. Ninaots kujutab endast paigalseisupunkti. Kus on aga liikumise algpunkt? Me ei suuda ju leida lõigu piirile vahetult järgnevat punkti, nagu me ei suutnud leida ka piirpunktile vahetult eelnevat punkti näites, kus kilpkonn vastu seina põrkas! Kui me esimese liikumispunkti leiaksime, siis võiksime ju selle ja paigalseisupunkti vahelise kauguse uuesti pooleks jagada, millega näitaksime, et võetud punkt ei saa olla esimene liikumispunkt.

Professor S. Bogomolovi järgi oli Zenoni viga järgmises: et antiikaja filosoof ei suutnud liikumise algust ette kujutada, siis järeldas ta, et nii liikumine ise kui ka usaldusväärsed andmed selle kohta on võimatud. Arvestades tolle epohhi matemaatiliste teadmiste taset, on viga täiesti mõistetav ega vähenda Zenoni teeneid. «Dihhotoomias» näitas Zenon, millised raskused tekivad mõistete «kontiinuum» (punktide või arvude pidevalt jätkuv kogu) ja «liikumine» käsitamisel. Kuid matemaatikud olid juba ammu harjunud, et mõistus tuleb toime küsimustega, mille ees intuitsioon on jõuetu. Sellest hoolimata tuleb meil aga ikkagi tunnistada, et «Dihhotoomias» on teatud lahendumatu osa. Jutt on lõpmatust reast, millel puudub algus. See on seesama lõpmatuse dialektika, mis saavutab erilise teravuse, kui seda rakendada ajamomentide järjestikkuse suhtes.

Järgmine tõke on «Nool» — kolmas apooria. Kolmas järjekorras, kuid mitte tähtsuselt. See on paradoks, mis professor S. Bogomolovi sõnade järgi on kuulus kui «Zenoni dialektika apoteoos».

Kui ütles tark, et pole liikumist ...

See on Puškin, kes tsiteerib Zenoni. Ja jätkab:

... siis teine tummalt sada sammu astus.
Ei kujukamat võtet leidnuks vist,
ning vaatlejaile meeldis osav vastus.
Ent, härrad, mõeldes muistseid kometeid
mul meenub mees, kes oli sama tõrges:
me näeme küll, et päike kõnnib kõrges,
kuid õigeks peetakse meil siiski Galileid.

Puškinit tsiteerib kirjanik Daniil Danin oma raamatus «Kummalise maailma paratamatus». Ja jätkab: «Zenon esitas küsimuse:
«Lendab nool, igal hetkel võib teda kuskil tabada, seal on ta sel hetkel paigal. Kust tuleb siis liikumine? Tähendab, liikumine on paigalolekute järgnevus? Kas see pole absurdne?»
Arutlus oli laitmatu. Kuid ka Diogenesel, kes käima hakkas, oli tõestus ümberlükkamatu. Kas võis leiduda väljapääs silmanähtavast vastuolust — liikumine koosneb paigalolekutest? Väljapääs tuli leida ja leitigi.
Selleks pidid matemaatika ja mehaanika õppima opereerima lõpmata väikeste suurustega. Nad pidid õppima paigalolekut vaatlema kaduvväikese ümberpaiknemise piirväärtusena. Seda teeb diferentsiaalarvutus. Ja pidid õppima selliseid piirväärtusi liitma, imestamata, et lõpmata väikeste liikumiste lõputu liitmine võib anda täiesti reaalse, lõpliku teelõigu. Seda teeb integraalarvutus.
Zenoni arutluses oli märkamatu loogikaviga. Ta jagas noole ümberpaiknemise lõputuks paigalolekute hulgaks, aga liitis neid lõplike summade loogika järgi: kui võtta nii- ja niipalju nulle, tuleb ikkagi välja null. Ja ütles seepärast: «Liikumist ei ole.» Kogu asi on aga selles, et kui suur ka poleks aritmeetiline «nii- ja niipalju», ometi pole see veel lõpmatus. Diogenes võis Zenoni väite ainult vaikides ümber lükata — sõnadega poleks tal midagi välja tulnud, sest tollal polnud vajalikke sõnu olemas.»
Mis siis ikka, nähtavasti on tõsi, et Diogenes poleks leidnud vajalikke sõnu, et vastu vaielda, tõsi küll, mitte Zenonile enesele, vaid ühele tolle järglastest (Zenon suri rohkem kui sada aastat enne Diogenese sündimist). Noh, aga tänapäeval? Mis maagilised sõnad need on, millega Zenoni väiteid saavat pareerida? Nähtavasti diferentsiaal- ja integraalarvutus, kas pole nii? Heakene küll, eks proovime antiiksele ässitajale matemaatilise analüüsi kõige tugevamate argumentidega mõistust pähe panna.

Vibult väle nool siis lendab,
sureb vingerdav Python...
Võiduröömu tunneb endas
Belvedere Apollon.

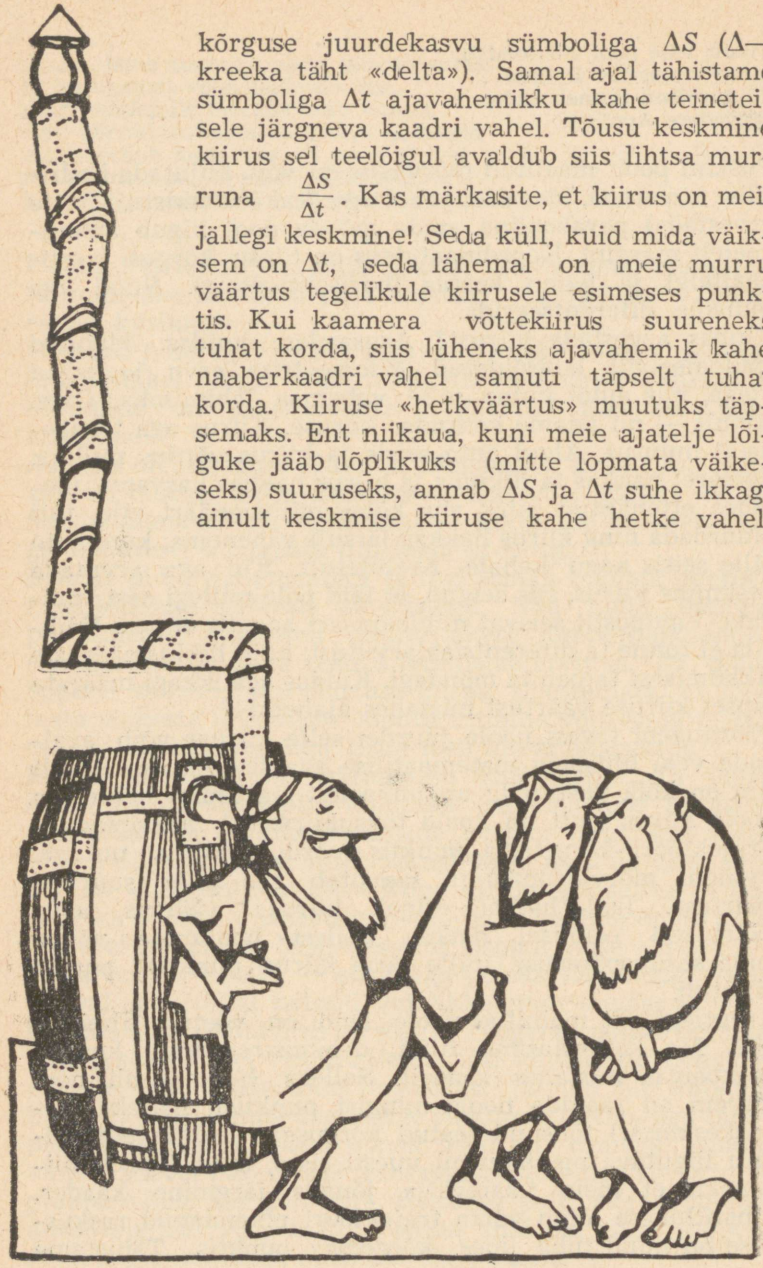
Puškini poolt maalitud mõrvastseeni võib kujutada ballistilise kõverana, ideaalsel juhul aga (kui õhutakistust mitte arvestada) paraboolina, mida mööda nool liigub ammukeelelt märgini. Koordinaatideks on tõusu kõrgus (vertikaaltelg) ja lennu kestus (horisontaaltelg). Nüüd aga püüame diferentseerida.

Kuidas arvestada kiirust? Arusaadav, kuidas: kirjutad spidomeetrilt läbisõidetud kilomeetrite arvu ja jagad ajaga, mis autol kulus selle vahemaa läbimiseks. Õige. Ainult — nii leiame keskmise kiiruse. Kiirus aga tõenäoliselt muutus. Algul auto seisis ja kiirus võrdus nulliga. Seejärel hakkas ta liikuma ja kiirus hakkas kasvama, ületades ettenähtud piiri; siis kõlas militsionääri vile, tuli pidurdada ning kiirus hakkas järsult vähenema, kuni auto jälle seisis nagu kohale naelutatult. Kui aga arvutada keskmine kiirus, siis selgub, et teid pole millegi eest trahvida. Vahipostil seisvat militsionääri aga alt ei vea. Võibolla ei tunne ta diferentsiaalarvutust, kuid liiklusmääruste rikkumisest taipab ta mõndagi. Kuidas aga ikkagi määrata täpset kiiruse väärtust mistahes ajahetkel?

Pöördugem tagasi noole juurde: selle kiiruse võib avaldada veel lihtsama matemaatilise avaldise kaudu. Ainult siin on kõik vastupidi: ammukeelelt startimise hetkel on noole kiirus (jutt on noole tõusukiirusest) maksimaalne. Trajektoori kõrgeimas punktis võrdub kiirus nulliga. Pythoni mõrvamomendil saavutab see jälle suurima väärtuse. Igal hetkel erineb kiiruse väärtus selle väärtusest eelmisel hetkel. Sellest hoolimata võime leida seaduspärasuse, mille järgi kiirus punktist punkti muutub.

Kujutlege, et mainitud noole lend on võetud filmilindile. Me katkestasime filmi demonstreerimise kusagil keskpaigas mistahes kaadril. Selleks hetkeks oli nool (parem on rääkida noole mingist punktist, näiteks raskuskeskmest) tõusnud teatud kõrgusele. Lülitame filmilinti liigutava mehhanismi uuesti sisse, kuid täpselt niikauaks, et meie vaatevälja jõuaks järgmine kaader. Tibatillukese lõigu võrra trajektoori pikendanud raskuskese on nüüd juba uues, kõrgemas punktis. Tähistame

kõrguse juurdekasvu sümboliga $\Delta S$ ($\Delta$— kreeka täht «delta»). Samal ajal tähistame sümboliga $\Delta t$ ajavahemikku kahe teineteisele järgneva kaadri vahel. Tõusu keskmine kiirus sel teelõigul avaldub siis lihtsa murruna $\frac{\Delta S}{\Delta t}$. Kas märkasite, et kiirus on meil jällegi keskmine! Seda küll, kuid mida väiksem on $\Delta t$, seda lähemal on meie murru väärtus tegelikule kiirusele esimeses punktis. Kui kaamera võttekiirus suureneks tuhat korda, siis lüheneks ajavahemik kahe naaberkaadri vahel samuti täpselt tuhat korda. Kiiruse «hetkväärtus» muutuks täpsemaks. Ent niikaua, kuni meie ajatelje lõiguke jääb lõplikuks (mitte lõpmata väikeseks) suuruseks, annab $\Delta S$ ja $\Delta t$ suhe ikkagi ainult keskmise kiiruse kahe hetke vahel.



Mis juhtub aga siis, kui trajektoori teine punkt liigub ja me surume teda üha lähemale esimesele, liikumatule punktile? Sel juhul läheneb $\Delta t$ nullile ja $\Delta S$ samuti. Aga nende suhe? See hakkab üha täpsemalt ja täpsemalt näitama noole kiirust esimeses kaadris jäädvustatud ajahetkel. Kuid ainult piirjuhul osutub see hetkkiiruseks tolsamal ajamomendil. Suhte $\frac{\Delta S}{\Delta t}$ piirväärtust, kui $\Delta t$ läheneb nullile, tähistatakse $\frac{dS}{dt}$ ja nimetatakse funktsiooni tuletiseks (antud juhul tee pikkuse tuletiseks aja järgi). Suurusi $dS$ ja $dt$ nimetatakse diferentsiaalideks (ladina keeles tähendab see sõna vahet).

Analoogilist mõttekäiku võib korrata meie kõverjoone mistahes punkti suhtes, muide, mitte ainult antud, vaid üldse iga kõverjoone punktide suhtes. Arusaadavalt on tuletise kuju erinevate kõverate puhul erinev, rääkimata juba sellest, et ta väärtus muutub punktist punkti igal kõveral. Nüüd teame aga seaduspärasust, mille järgi tuletis käitub: ta muutub nii, nagu muutub kõvera antud punkti puutuja kaldenurk. Geomeetriliselt tähendab tuletis selle nurga tangensit. Pole ju meie $\Delta S$ ja $\Delta t$ midagi muud kui täisnurkse kolmnurga kaatetid. Kolmnurk on ehitatud hüpotenuusile, mille otspunktid tähistasid noole raskuskeskme asendit kummalgi kaadril. Kui me neid naaberpunkte teineteisele lähemale hakkasime nihutama, siis langes hüpotenuus kokku puutujaga.

Niisiis, leides tuletist, diferentseerisime me funktsiooni, antud juhul parabooli võrrandit. Teades tuletist, võime leida ka algfunktsiooni, s. o. sooritada vastupidise operatsiooni — integreerimise. Vaevalt küll on diferentseerimis- ja integreerimisvõtted keerukamad algebra reeglitest, kuid see meid praegu ei huvita. Mis mõte on murrul $\frac{dS}{dt}$? Nii lugeja kui ka nimetaja on ju... võrdsed nulliga, nullide suhe on aga mõttetus!

Et paradoksist aru saada, tuleb korraldada uus ekskurss minevikku ja vastata küsimusele: kas Newton oleks suutnud Zenoni «noole» tagasi tõrjuda? Kas tema vaimusünnitist, lõpmata väikeste suuruste analüüsi, poleks ehk tabanud Pythoni saatus, kelle tappis Belvedere Apollon?

... 24. augustil 1624. aastal pidi Pariisis toimuma avalik

diskussioon. Kuid vahetult enne diskussiooni algust arreteeriti üks selle korraldajaid — de Clave. Teisel korraldajal, Villonil, tuli jalga lasta. Spetsiaalses parlamendimääruses oli öeldud: keelata poleemika; kokkutulnute ees käristada pidulikult tükkideks varem teatavaks tehtud teesid; kõik organisaatorid saata 24 tunni jooksul linna piirest välja, võttes neilt ära õiguse üldse pealinna sõita; rangelt keelata professoritel mässuliste teeside meenutamine loengutel. Igaüht, kes seda käskkirja suuliselt või kirjalikult rikub, ootab surmanuhtlus...
Tükkideks rebitud dispuudiprogrammi neljateistkümnes tees proklameeris atomistlikku õpetust. Selles oli kirjapandud, et Aristoteles, kas võhiklikkusest või kurja kavatsusega, naeris välja õpetuse, mille järgi maailm koosneb aatomitest. Ometi aga vastab see maailmavaade tõelise loodusfilosoofia alustele kõige paremini...
Mis puutub siia Zenon? Jutt oli ju Demokritose ideedest.
Demokritose atomistika oli reaktsioon Elea koolkonna rünnakutele, kelle eesotsas seisis Zenon. Huvitav ja oluline on see, et Demokritos propageeris atomistikat niihästi füüsikas kui ka matemaatikas. Seejuures põhjendas ta atomistliku maailmavaate vajalikkust mitte viidetega füüsikalistele nähtustele, vaid puhtmatemaatilistele raskustele, mis tekivad sel juhul, kui lugeda ruumi pidevaks.
Zenoni-eelne loodusteadus arvas ühelt poolt, et kõiki kehi saab piiramatult jagada. Teiselt poolt aga oletati, et iga ese koosneb loendamatust hulgast üliväikestest «kehakestest», mida enam edasi jagada ei saa. Nende vasturäägivate printsiipide kallale tormaski Zenon.
Kui keha on piiramatult jagatav, siis peab ta olema lõpmata suur, rääkis Zenon. Kui kaugele jaotamine ka ei lähe, alati peavad tulemusena tekkima lõpliku suurusega osakesed, mille mõõtmed ei tohi kunagi nulliks muutuda. Et me aga jaotame piiramatult, siis peab ka geomeetrilisi «aatomeid» olema lõpmatu hulk. Kui lugu nii on, siis peab ka lõpmata suure hulga lõpliku suurusega jagamatute elementide summa olema mõõtmatult suur. Vastupidi, kui punktil kui jaotuse piirväärtusel pole mõõtmeid, siis ei anna ükskõik kui paljude selliste «nullide» liitmine lõpliku suurusega keha!
Zenoni loogika-alane diversioon avaldas vapustavat mõju.

Teadlased sattusid ärevusse; kõigile sai korraga selgeks, et geomeetria teoreetilised alused pole küllalt põhjalikult läbi mõeldud, et need on seesmiselt vastuolulised ja alusetud.
Ja siis hakkaski Demokritose koolkond eleaatide hävitustööst jäänud rusude keskel geomeetria teoreetilist vundamenti taastama. Ristinud Zenoni mõttekaaslased «mittefüüsikuteks» («valeõpetlasteks»), jättis see koolkond need kuratlikud kiusatused lihtsalt kõrvale. Uuesti kuulutati välja mateeria ja ruumi jagatavuse piir. Vastukaaluks eleaatide negatiivsele kriitikale tekkis sel viisil positiivne platvorm, millel võis — hästi või halvasti — matemaatika ja mehaanika templit edasi ehitada. Siis aga võttis Aristoteles kätte ja torpedeeris kogu selle konstruktiivse platvormi! Mis siis ikka, tal oli omamoodi õigus: Zenoni poolt märgitud vastuolud muutsid Demokritose seisukohad rohkem kui küsitavateks...
Aristotelese ideed valitsesid teaduses rohkem kui viisteist sajandit.
Alles hilisel renessansiajastul tõstsid teadlased häält skolastiliste dogmade vastu. Et Prantsuse parlament ähvardas eriti ägedaid kriitikuid surmanuhtusega, siis võrdsustas ta sellega Platoni ja tema õpilase Aristotelese autoriteedi evangeeliumi autoriteediga...
Renessansiajastu filosoofid lükkasid ümber igapäevase intuitsiooniga vastuolus olnud pidevuseidee.
Oma töös «Vestlused ja matemaatilised tõestused, mis puudutavad kaht uut teadusharu» vaatleb Galilei lõpmata väikesi lõike sirgjoone lõpmata väikeste osade vahel. Cavalieri kirjast Galileile selgub, et nad mõlemad, nagu muuseas ka Kepler, mõtlesid salamisi «jagamatusest». Kepleri ja Cavalieri — Newtoni eelkäija uue matemaatika loomisel — vaated kujutasid endast aga kõige puhtamat geomeetrilist atomismi!
«Pole mingit kahtlust, et antiikse matemaatilise atomismi ja praeguse diferentsiaal-ja integraalarvutuse vahel on otsene pidev seos,» väidab professor S. Lurje raamatus «Antiiksete atomistide teooria lõpmata väikestest suurustest». «Lõpmata väikeste suuruste meetodi ajalugu ei tule alustada Cavalierist, vaid Demokritosest.»
Niisiis tugines lõpmata väikeste suuruste arvutamine atomistlikule vundamendile. Kuid sel juhul jäid Zenoni paradoksid järelikult lahendamata? Meenutage meie aru-

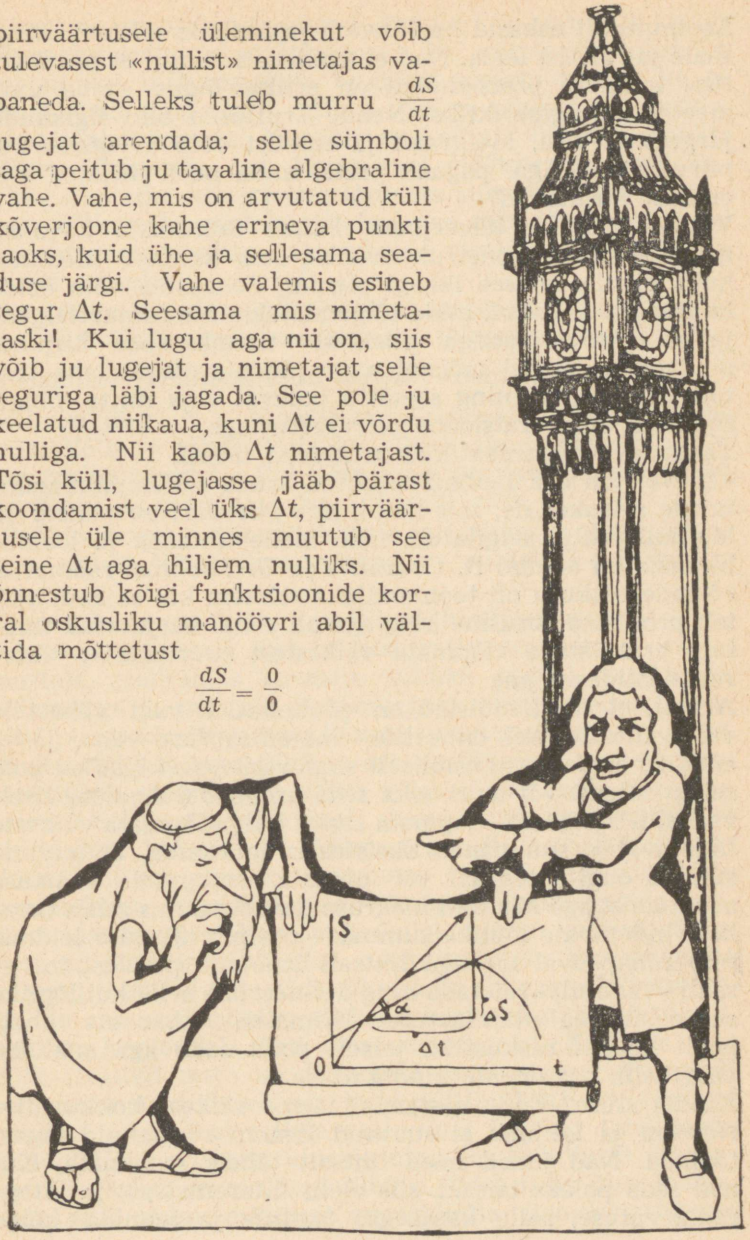
saamatust diferentsiaalidega: on need nullid või mitte? Mis mõte on murrul, kus lugeja ja nimetaja lähenevad korraga nullile?

See küsimus erutas teist matemaatilise analüüsi loojat sakslast Leibnizi. Viimase poolt tarvitusele võetud tähistust $\frac{dS}{dt}$ vaadeldi kui lõpmata väikeste suuruste — diferentsiaalide $dS$ ja $dt$ suhet. See sümboolika hämmeldab tänapäevani igaüht, kes hakkab diferentsiaalarvutust õppima. Väljend «piirväärtus $\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dt}$, kui $\Delta t$ läheneb nullile» viib tahtmatult mõttele, nagu läheneks $\Delta t$ korraga kahele piirväärtusele: $dt$-le, mis ei võrdu sugugi nulliga, ja samal ajal ka nullile, $\Delta S$ aga $dS$-le ja nullile. Ja kõik seepärast, et need on matemaatika atomistliku epohhi «iganenud jäänused». Niipea kui eeldada, et kõverjoon koosneb väikestest «aatomitest», pole $\Delta S$ või $\Delta t$ juurdekasvu piirväärtuseks enam null, s. t. mitte midagi, vaid selle jagamatu geomeetrilise «terakese» kõrgus või laius, s. o. vastavalt $dS$ või $dt$. Nüüd aga muutub Leibnizi seisukohalt ilma igasuguse kavaldamiseta arusaadavaks ka võrdus: piirväärtus $\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dT}$. On ju atomistlikul käsitlusel $\Delta S$ piirväärtuseks $dS$ ja $\Delta t$ piirväärtuseks $dt$. Just nimelt: atomistliku käsitluse korral. Sellesama käsitluse korral, mille juba Zenon pihuks ja põrmuks tegi. Sellesama käsitluse korral, millest matemaatika juba ammu lahti ütles. Noh, aga tänapäeval, mil matemaatika tugineb jälle Zenoni poolt rünnatud pidevuse positsioonidele? Kas eleaatide salakavalad argumendid tuletavad end meelde?

Avage R. Courant'i ja G. Robbinsi suurepärane raamat «Mis on matemaatika». Seal on öeldud, et diferentsiaalid kui lõpmata väikesed suurused on matemaatikast lõplikult ja häbistatult välja kihutatud. Kuid termin «diferentsiaal» ise hiilis tagavaraukse kaudu tagasi. Ta figureerib endiselt segadusse ajavates tähistustes $\frac{dS}{dt}$, nagu polekski midagi juhtunud. Tõsi küll, tänapäeval ei mõista matemaatikud tähistuse $dt$ all mitte lõpmata väikest suurust, vaid $\Delta t$ lõplikku juurdekasvu. Mis aga puutub «murrusse» $\frac{dS}{dt}$, siis on see tervikuna muutunud piirväärtusele ülemineku saadava tulemuse sümboliks. Tõepoolest, enne

piirväärtusele üleminekut võib tulevasest «nullist» nimetajas vabaneda. Selleks tuleb murru $\frac{dS}{dt}$ lugejat arendada; selle sümboli taga peitub ju tavaline algebraline vahe. Vahe, mis on arvutatud küll kõverjoone kahe erineva punkti jaoks, kuid ühe ja sellesama seaduse järgi. Vahe valemis esineb tegur $\Delta t$. Seesama mis nimetajaski! Kui lugu aga nii on, siis võib ju lugejat ja nimetajat selle teguriga läbi jagada. See pole ju keelatud niikaua, kuni $\Delta t$ ei võrdu nulliga. Nii kaob $\Delta t$ nimetajast. Tõsi küll, lugejasse jääb pärast koondamist veel üks $\Delta t$, piirväärtusele üle minnes muutub see teine $\Delta t$ aga hiljem nulliks. Nii õnnestub kõigi funktsioonide korral oskusliku manöövri abil vältida mõttetust

$$\frac{dS}{dt} = \frac{0}{0}$$



Loomulikult oskasid ka Newton ja Leibniz sel teel integraale ja tuletisi leida. Nad ei tunnistanud aga, et piirväärtuse leidmise protseduuril on eriline õigus saada uute meetodite tugipunktiks. Nende arutlused olid ligikaudu järgmised: tõsi, integraali ja tuletist võib arvutada kui piirväärtusi. Aga, pagana pihta, mida need mõisted iseenesest kujutavad?

Võtame näiteks kõverjoone kalde. Sõltumata kavalast geomeetrilisest konstruktsioonist, mis kaasneb üleminekuga piirile, on see ikkagi olemas. Sedasama võib öelda ka integraali kohta, mida tõlgendatakse koordinaattelgede ja meie kõverjoonega piiratud tasapinnalise kujundi pindalana: sellisel mõistel nagu pindala olevat oma teatud kindel mõte ning seetõttu polevat vaja mitte mingisuguseid abioperatsioone piirväärtustega.

Tänapäeva matemaatikud arutlevad teisiti.

«Ei Newton ega Leibniz suutnud asuda sellele silmanähtavale seisukohale, mis nüüd, kus piirväärtuse mõiste on lõplikult välja selgitatud, näib meile lihtsana ja loomulikuna,» on öeldud R. Courant'i ja G. Robbinsi raamatus. «Nende eeskuju oli tooniandjaks rohkem kui sajandi vältel; probleemi sisuline külg aga oli sellal varjutatud tulututе arutlustega «lõpmata väikestest suurustest», «diferentsiaalidest» jms.

Arvati, et need mõisted on jõukohased vaid vähestele väljavalituile, kel on eriline matemaatiline vaist, ja et analüüs on seetõttu sisuliselt väga raske, sest igaühel pole sellist talenti või ta ei oska seda arendada. Analoogiliselt vaadeldi integraali «lõpmata suure hulga lõpmata väikeste liidetavate» summana. Eksisteeris arvamus, et selline summa ongi integraal või pindala. Integraali väärtuse arvutamist aga käsitleti ülearuse lisandina, mis seisis tavaliste liidetavate lõplike summade rea piirväärtuse leidmises. Tänapäeval me aga lihtsalt loobume püüdest integraali «vahetult» seletada ning defineerime selle kui lõplike summade rea piirväärtuse. Niimoodi vabaneme ühelt poolt kõigist raskustest, teiselt poolt saab aga analüüsi väärtuslik osa endale kindla aluse.»

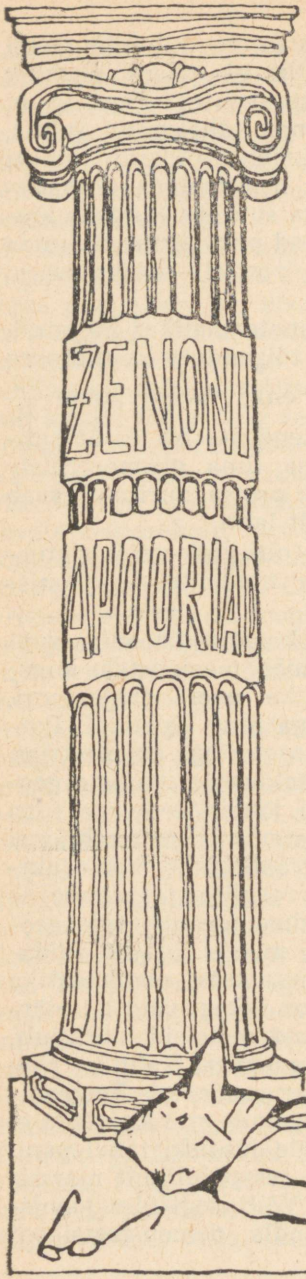
Kindla aluse? Enne vastamist teeme väikese kokkuvõtte: Newton ja Leibniz ei suutnud Zenoni rünnakuid tagasi tõrjuda. Nad jätsid need lihtsalt tähele panemata. Kui nad seda poleks teinud, siis oleks diferentsiaal- ja integraalarvutuse, selle kaasaegse teaduse ja tehnika kõige

võimsama arvutusinstrumendi avastamine võib-olla veelgi pikemaks ajaks edasi lükkunud. Nii või teisiti, ükskõik kui suured matemaatilise analüüsi loojate teened ka ei olnud, jäid vastuolud, millele Zenon tähelepanu juhtis, ikkagi lahendamata. Newton ja Leibniz pidasid punkti kõige väiksemaks, ent ikkagi veel mõõtmetega «kehakeseks». Jaotades kõverjoone lõpmata suureks hulgaks lõpmata väikesteks osadeks, jõudsid nad piirväärtuseni, mida lugesid geomeetrilise «aatomi» — punkti — kõrguse ja laiuse suhteks.

Tänapäeval on atomistlik käsitlus matemaatikas hüljatud. Ja kuigi ülaltoodud geomeetrilist tõlgendust kasutatakse õpetamisel laialdaselt, ei seleta enam keegi suhet $\frac{dS}{dt}$ Leibnizi järgi, s. o. lõpmatult vähenevate $\Delta S$ ja $\Delta t$ suhtena. Võib ju toime tulla ka üldse ilma geomeetriliste konstruktsioonideta. Puhtformaalse protseduuri abil saab sümbolist $\Delta t$ nimetajas üsna lihtsalt lahti.

«Puhtformaalne» tähendab ilma intuitiivsete ettekujutusteta, antud juhul ilma nähtavate mudelite — joonisteta.

Peab ütlema, et kõik graafilised konstruktsioonid geomeetrias tuginevad just intuitsioonile, meelelistele kogemustele, sealhulgas ka meie pildike noole trajektoori, kolmnurga ja puutuja kaldenurgaga ning Apolloni, Pythoni ja muude «kujutava kunsti» tegelastega geomeetrias. (Kuhu Leibniz oma liialt suure usaldusega taoliste geomeetriliste analoogiate vastu välja jõudis, seda me juba teame.) Selles aga hädaongi, et matemaatiline analüüs ei ole sugugi kohustatud lähtuma graafilistest konstruktsioonidest! Opereerides omaenese reeglite ja sümbolite komplektiga, suudab ta oma järeldusi formuleerida geomeetriast täiesti sõltumatult, kuigi muide paljud väidavad, et ilma intuitiivsete ettekujutusteta matemaatika nagunii toime ei tule. Graafikutel on ikkagi vaid teisejärguline osa: nad selgitavad keerukaid mõisteid näitlikult, see aga kergendab alati aine omandamist. Kahjuks pole kõik mõisted meie intuitsioonile arusaadavad. Formaalselt võime neid kirjeldada, kuid piltlikult ette kujutada ei suuda... Aga just sellele vastuolule juhtiski tähelepanu Zenon! Kujutada ette kiusaja nina ees pidulikult marssivat Diogenest on muidugi tühiasi. Võib isegi üles joonistada selle kaine mõistuse enesekindla demonstratsiooni




trajektoori, tõenäoliselt on see sirgjooneline. Kahjuks liigagi sirgjooneline. Selle joonistamisest ja arvutamisest kõigi formaalsete reeglite järgi on ju vähe. Eleaadid ootasid vastust niisugusele küsimusele: kuidas saab tabamatutest paigalseisumomentidest tekkida liikumine?... Või mõõtmeteta punktidest moodustuda lõpliku pikkusega lõik — sellesama noole trajektoor? Kas ruum on diskreetne või pidev? Kuidas kujutada ette taoliste punktihulkade struktuuri?

Tõsi küll, teravmeelsuse puudumises Zenoni oponenti süüdistada ei saa. Kuid naiivsuse puudumises ka mitte: kas ta tõepoolest võis

tõsiselt uskuda, et vaikiv apelleerimine argipäevastele kogemustele muudab eleaatidest «nihilistid» relvituks? Juba antiikajal ei peetud seda eriti veenvaks argumendiks: jutt oli ju liikumise matemaatilisest olemusest, mitte aga selle nähtavast füüsikalisest küljest. Muide, kas ainult antiikajal?

«Liikumine on aja ja ruumi olemus,» kirjutas Lenin. «Seda olemust väljendavad kaks põhilist mõistet: (lõpmatu) pidevus ja «punktuaalsus» (= pidevuse eitamine, katkevus). Liikumine on pidevuse (aja ja ruumi) ning katkevuse (aja ja ruumi) ühtsus. Liikumine on vastuolu, ta on vastuolude ühtsus.»

«Kõik katsed pideva liikumise intuitiivsele füüsikalisele või metafüüsikalisele mõistele täpset matemaatilist formuleeringut anda on juba Zenoni ja tema paradokside ajast peale jäänud tulemusteta,» jätkavad R. Courant ja G. Robbins. «Mingeid raskusi ei teki, kui samm-sammult liikuda mööda väärtuste $a_1, a_2, a_3, \ldots$ diskreetset jada. Kui tuleb aga tegemist teha pideva muutujaga $x$, mis läbib arvteljel terve väärtuste vahemiku, on $x$ «lähenemise» kirjeldamine etteantud väärtusele $x_1$ raskendatud, sest pole võimalik näidata kasvamise järjekorras kõiki $x$ väärtusi mainitud vahemikus. Tõepoolest, sirgjoone punktid kujutavad endast kõikjal tihedat hulka, kusjuures pole olemas punkti, mis eelnevale vahetult «järgneks». Jääb paratamatu vastuolu intuitiivse idee ning täpse matemaatilise keele vahel, mis on ette nähtud idee põhijoonte kirjeldamiseks teaduse- ja loogika-alaste oskussõnadega. Zenoni paradoksid toovad selle vasturääkivuse selgelt esile.»

Paradoksaalne, kuid fakt jääb faktiks: atomistlikul pinnasel kasvatatud mõiste «diferentsiaal» ja sellega tihedalt seotud mõiste «integraal» on vastuolus kogu kaasaegse matemaatikaga, mis on pidevuseideest läbi imbunud! Kuidas seda mõista?

Toome siin professor Lurje prognoosi: «Pole kahtlust, et kui matemaatika tugineb pidevuseideele, siis ta kas ütleb tulevikus sellest auväärsest reliikviast lahti ja õpib kasutama eranditult vaid selgeid ning täpseid tuletise, algfunktsiooni ja summa piirväärtuse mõisteid (seda katsetas juba Lagrange) või ta kohandab oma aja äraelanud «diferentsiaali» ja «integraali» mõisted märksa paremini kaasaegse matemaatika seisukohtadega, tehes sellega lõpu atomistlike vaadete viimastele jälgedele.»

Tahaksin juhtida lugeja tähelepanu veel ühele selle erakordselt huvitava ettekuulutuse detailile: integraali, selle «atomistliku epohhi auväärse reliikvia» asemel soovitatakse läbi ajada üksnes summa piirväärtusega. Kuid kas viimane mõiste ongi nii selge ja täpne? Ja kas juba Zenon ei juhtinud esimesena tähelepanu selle mõiste sisemistele vastuoludele?

«Analüüsi mõisteid täpsustades eemaldusime viimasel ajal Newtonist,» väidab professor S. Bogomolov raamatus «Aktuaalne lõpmatus». «Piirväärtusmeetodi loogiline täiustamine viis uuesti Zenoni apooriate triumfile, võib-olla vaid selle erinevusega, et sõnad «Achilleus ei jõua kilpkonnale järele» tõlgiti kaasaegsesse keelde järgmiselt: muutuja ei saavuta kunagi oma piirväärtust.»

Ja edasi: «Elea Zenoni kuulsad apooriad köidavad õpetlaste ja filosoofide tähelepanu juba rohkem kui 2000 aastat; üha uuesti ja uuesti püütakse neid ümber lükata... Oleks täiesti väär kuulutada Zenoni apooriad tühjadeks sofismideks ja jätta need tähele panemata, sest Elea koolkond kritiseeris neis ebatavalise jõu ja põhjalikkusega liikumise võimalikkust, liikumise mõiste on aga kaasaegse tehnika üks põhialuseid...

Newtoni loodud kaasaegne analüüs osutus võimsaks vahendiks nii teoreetiliste kui ka praktiliste ülesannete lahendamisel. Siiski jäid matemaatika ja mehaanika põhimõistete vastu suunatud Zenoni argumendid ümber lükkamata, kuigi selleks võeti ette hulgaliselt katseid.

XIX sajandi teisel poolel, kui matemaatika põhialused üldse põhjaliku revideerimise alla võeti, ilmusid saksa teadlase Georg Cantori tööd. Cantori õpetus valas Zenoni apooriatele uut valgust ja selgitas neid niipalju, kui neid üldse on võimalik selgitada. Oleks aga ennatlik väita, et see õpetus apooriad lõplikult ümber lükkas...»

Cantori hulgateooria sundis Zenoni riukalisi apooriaid tõepoolest teise pilguga vaatama. Ta tõi välja kvalitatiivsed erinevused lõpmatuste vahel. Milles need erinevused seisavad?

Märkige millimeetripaberile kaks punkti. Nendevaheline kaugus on ilmselt lõpliku pikkusega. Sellest hoolimata mahutab see lõik lõpmatuse. Ja rohkemgi kui ühe.

Märkige kahe punkti vahelise lõigu keskkohta kolmas punkt. Täpselt samuti jagage saadud pooled kaheks võrd-

seks osaks, seejärel jagage niiviisi neljandikud, kaheksandikud jne. Punktid asetuvad üha tihedamalt ja tihedamalt. Ent teil ei õnnestu saada oma punktiirist pidevat joont isegi siis, kui te mingi ime läbi muutuksite surematuks. Paberi «tätoveerimine» jätkub igavesti. Ükski «keskpunkt» ei jää ju viimaseks. Alati võib teha järgmise sammu — jagada äsja saadud lõigukesed pooleks, ükskõik kui väikesed need ka pole.

Oletame aga, et kogu meie «keskpunktide» lõpmatu hulk on juba «olemas», nii et meil pole seda enam vaja lõpmatu sammuderea abil saada. Tekkis nagu pidev joon ilma tühjade kohtadeta punktide vahel. Sellest hoolimata võime aga «nõelapisteid» jätkata, kuid juba teisiti: jagame esialgu lõigu mitte pooleks, vaid kolmeks, seejärel üheksaks, kahekümne seitsmeks osaks jne. Saame uue lõpmatu hulga, kusjuures selle uue hulga mistahes punktile leidub lõigul koht, mis on eelmise hulga punktide poolt vabaks jäänud. Samasuguse tulemuse saame ka lõigu jagamisel viieks, kahekümne viieks, saja kahekümne viieks osaks jne.; analoogiliselt seitsmeks, neljakümne üheksaks osaks jne. Lõik on lühike, ent ta võib mahutada kuitahes palju selliseid lõpmatuid hulki.

Oletame, et me suutsime millimeetripaberile «tätoveerida» joone, mis koosneb eranditult kõigist ratsionaalarvudele vastavatest punktidest. Nagu matemaatik ütleb, on selline joon «kõikjal tihe». Teiste sõnadega, me ei leia oma lõigul kohta, kus ei oleks nimetatud hulga mingit punkti. Sellele vaatamata ei kata aga ratsionaalpunktid kogu lõiku täielikult! Te ei usu?

Joonistame ruudu, mille diagonaaliks on millimeetripaberi kahe jaotusega piiratud lõik. Võtame ruudu külje ja asetame selle diagonaalile nii, et nende vasakud otsad ühtivad. Ruudu külje parempoolne ots tuleb siis just täpselt «vakantsele» kohale! See on irratsionaalpunkt. Selliseid punkte aga võib ruudu küljelt meie diagonaalile «üle kanda» kuitahes palju. Näiteks ruudu külje keskpunkt, kummagi poole keskpunktid, seejärel nelja neljandiku keskpunktid jne. — kõik need on irratsionaalpunktid. Ilmselt on sel teel saadud hulk lõpmata suur. Ruudu külje jaotamisel kolmeks, üheksaks, kahekümne seitsmeks jne. osaks osutuvad saadud punktid samuti irratsionaalseteks ja moodustavad samuti lõpmatu hulga. Analoogiline protseduur on teostatav ka diagonaali ülejäänud

osaga, mis pole ruudu küljega kaetud. Ja nende uute lõpmatute hulkade iga punkti jaoks leidub lõigul jällegi oma koht. Koht, mis pole ratsionaalpunktide poolt hõivatud! See tundub vapustavana: ratsionaalpunktide hulk on ju kõikjal tihe — ning äkki selgub, et see sisaldab irratsionaalpunktide jaoks valmishoitud «tühimikke»! Ega irratsionaalpunktide avastamine iidsel antiikajal nähtavasti asjatult hämmeldanud antiikaja geomeetreid. Ja jällegi ei aita mitte mingisugune intuitsioon eraldada naaberpunkte — ratsionaalset ja irratsionaalset — või kindlaks teha nende vaheldumise järjekorda. Me võime sellest abstraktselt mõelda ja niisugust geomeetrilist kogumit (kontiinuumi) formaalselt kirjeldada, kuid piltlikult seda ette kujutada... Matemaatikud kinnitavad, et see on meie intuitsioonile üldse kättesaamatu. Kuid me kohtame ju alatasa kontiinuume! Trükitähed sel leheküljel, Zenoni noole trajektoor, Diogenese marsruut — lühidalt, iga lõplik lõik või lõpmatu joon — kõik need on kontiinuumid, kõigi lahutamatu kogumina võetud ratsionaal- või irratsionaalpunktide pidevad jadad. Ja kontiinuumi üheks tähtsamaks omaduseks on tema mitteloenduvus. See silmapaistev avastus kuulub Cantorile.

Esimesel pilgul näib, nagu polekski siin midagi avastada: kui hulk on juba lõpmatu, siis on selge, et selle elemente (arve, punkte) on võimatu üle lugeda. Aga ei, selgub, et on olemas ka loenduvad hulgad, olgugi et lõpmatud.

Arusaadavalt on mõiste «loenduv» siin teatud määral tinglik. Hakates lõpmatu hulga elemente üle lugema, teame juba ette, et sellest midagi head välja ei tule — see protseduur ei jõua iialgi lõpule. Sõna otseses mõttes elementide kaupa loendada võib ainult lõplikku hulka (vähemalt põhimõtteliselt). Kuid mida tähendab «loendama»? See tähendab mingi hulga elementide vastandamist naturaalarvude rea numbritega 1, 2, 3, 4, 5, 6... Just nii toimib pedantne riidehoidja, kui ta külalistelt vastuvõetavate üleriiete eest annab järjestikused numbrid. Seejuures määratakse kindlaks üksühene vastavus žetoonide numbrite ja kaabude (või keepide, kalosside, portfellide jms.) vahel.

Tõsi küll, järjestikune loendamine ei ole alati mugav, isegi lõplike hulkade korral. «Lähme näiteks tantsima,» illustreerib seda mõtet füüsika-matemaatikadoktor N. Vilenkin brošüüris «Jutustusi hulkadest». «Kuidas teada saada, kas

siin on tüdrukuid ja poisse ühepalju? Muidugi võib paluda noormehi ühele poole ja neidusid teisele poole minna ning hakata mõlemaid üle lugema. Meid aga ei huvita, kui palju siin noormehi ja neidusid on, vaid huvitab see, kas neid on ühepalju. Palume, et orkester mängiks mingit tantsu. Siis kutsuvad noormehed neiud tantsima ja... meie ülesanne on lahendatud. Sest kui selgub, et kõik noored on jagunenud paarideks, siis on tantsupõrandal noormehi ja neide võrdselt.»

Cantor otsustas analoogiliselt võrrelda ka lõpmatuid hulki.

Selleks pole neid tingimata tarvis elementide kaupa loendada. Piisab, kui määrata kindlaks üksühene vastavus mõlema hulga elementide vahel. Niisiis, kõiki hulki, mille elementidele võib vastavusse seada naturaalarvude rea arvud, nimetatakse loenduvaiks. Näiteks on loenduv kõigi ratsionaalarvude (nii täis- kui murdarvude) hulk.

Nüüd oleks loomulik oodata, et eranditult kõik lõpmatud hulgad on loenduvad. Ei ole! Cantor avastas ja tõestas veenvalt, et kõigi reaalarvude hulk (ratsionaalsed ja irratsionaalsed koos võetuna) on mitteloenduv. Ta on elementide poolest mõõtmatult rikkam (suurema võimsusega) kui ratsionaalarvude hulk.

Tõestada, et hulk on loenduv, tähendab mõelda välja reegel, mille järgi saab nummerdada tema elemendid. Veenduda aga mingi hulga mitteloenduvuses tähendab tõestada, et sellist reeglit pole olemas ega saa ollagi.

Cantor arutles järgmiselt. Oletame, et meil õnnestus leida viis, kuidas nummerdada kõiki reana väljakirjutatud reaalarve. Kui leidub kas või üksainus arv, mis sellesse ritta ei kuulu, siis hüpotees kõigi reaalarvude nummerdamise võimalikkusest ei pea paika. Ja Cantor leidiski sellise arvu! Ning mitte ainult ühe, vaid lõpmatu hulga. Missuguse nummerdamisreegli me ka välja ei mõtle, alati võib leida sellesse hulka kuuluva nummerdamata elemendi. Selline mõte ongi sõnadel: kontiinuumi kõigi punktide hulk on mitteloenduv.

Nii tulebki välja, et geomeetrilisel tervikul (joonel) võib tekkida täiesti uus omadus, mis ta ulatuseta osakestel, millel pole punkti mõõtmeid, puudus — hulga võimsus ületab teatud kindla kvantitatiivse Rubiconi. Tuletage meelde joont, mis koosnes ainult ratsionaalpunktidest! See hulk oli kõikjal tihe. Võttes appi joonise, tuleb meil tahes-

tahtmata kujutada sellel pidevat joont, teisiti on kõigi ratsionaalpunktide hulka võimatu kujutada. Tegelikult on see joon aga katkev. Ning katkev igas punktis! Ainult kontiinuum on pidev, katkematu. Iseenesest mõista ei võinud Zenon seda teada, talle näisid kõik nullpunktid nagu kõik lõpmatusedki «ühte nägu».

Ja ikkagi, isegi kõik need ülitarkused läbi arutanud, ei suutnud XX sajandi matemaatikud Zenoni vasturääkivuste lummusest lõplikult vabaneda. Seejuures oldi arvamusel, et Cantori hulgateooria tegi Zenoni apooriad relvituks, kuid temas peituvate vastuolude tõttu osutus ta hoopis ise ruineerituks.

Inglise kirjanikul Lawrence Sterne'il on romaan «Tristram Shandy, dzentelmeni elu ja vaated». See on väga omapärane romaan. Jutustajaks on peategelane, kusjuures kangelasel kulus tervelt kakssada viiskümmend lehekülge, et kirjeldada enda ilmumist siia maailma. Alles kolmandas raamatus saab Shandy ema maha Tristramiga, dzentelmeniga, kuuendas raamatus aga saab väikesele dzentelmenile esmakordselt osaks au olla riietatud pükstesse.

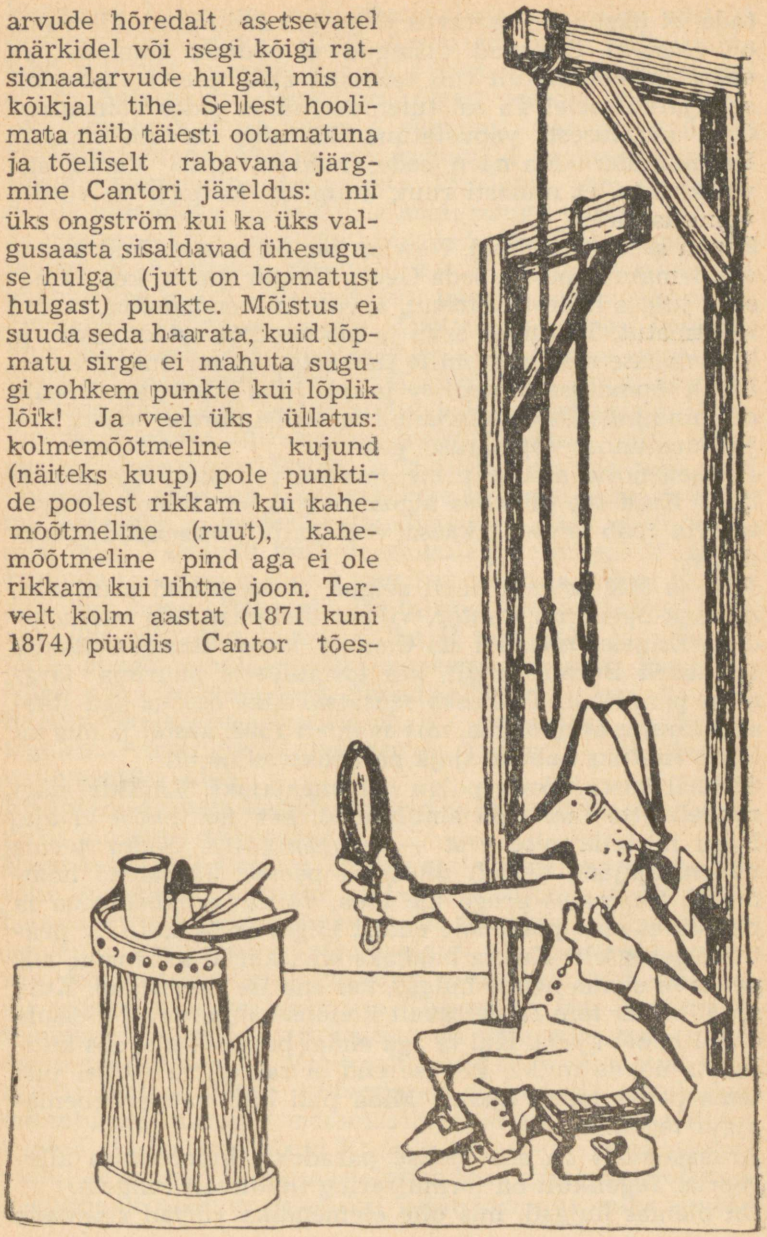
Veidrat kirjanduslikku kuju tuletas meelde Bertrand Russell. Oletame, et mõni uuesti ilmunud Tristram Shandy kulutab iga oma elupäeva kirjeldamiseks ühe aasta, räägib inglise õpetlane. Kas ta suudab memuaare kirjutada?

Selge, et ei suuda: inimene on surelik. Kui aga Tristram Shandy muutuks äkki surematuks? Mis siis? Siis kajastuks selles ebatavalises kroonikas iga üksik päev. Hoopis teine asi on see, et kummaline elulookirjeldus ei jõua kunagi lõpule. Kuid igale päevale leidub vastav aasta, kusjuures päevade ja aastate hulk selles lõpmatus reas on võrdne, õigemini, võrdse võimsusega. Need on ühe ja sellesama klassi lõpmatused. Täpselt samuti on kõigi paarisarvude rida võimsuselt võrdne naturaalarvude reaga, mis haarab nii paarituid kui ka paarisarve: 1, 2, 3, 4, 5, 6 ja nii edasi. Naturaalarvude rida on aga sama võimsusega kui kõigi ratsionaalarvude hulk.

Nagu näha, kaotab reegel «tervik ei võrdu osaga» veidras lõpmatusemaailmas kehtivuse. Kuid toome teisegi järelduse, mis veel rohkem irvitab inimintuitsiooni võimetuse üle.

Me selgitasime juba, et kontiinuumil (lõigu kõikide punktide kogumil) on tunduvalt suurem võimsus kui naturaal-

arvude hõredalt asetsevatel märkidel või isegi kõigi ratsionaalarvude hulgal, mis on kõikjal tihe. Sellest hoolimata näib täiesti ootamatuna ja tõeliselt rabavana järgmine Cantori järeldus: nii üks ongström kui ka üks valgusaasta sisaldavad ühesuguse hulga (jutt on lõpmatust hulgast) punkte. Mõistus ei suuda seda haarata, kuid lõpmatu sirge ei mahuta sugugi rohkem punkte kui lõplik lõik! Ja veel üks üllatus: kolmemõõtmeline kujund (näiteks kuup) pole punktide poolest rikkam kui kahemõõtmeline (ruut), kahemõõtmeline pind aga ei ole rikkam kui lihtne joon. Tervelt kolm aastat (1871 kuni 1874) püüdis Cantor tões-



tada, et üksühene vastavus lõigu ja ruudu punktide vahel on võimatu. Piinavad otsingud ei andnud tulemusi. Ja eneselegi ootamatult tuli teadlane äkki täiesti vastupidisele järeldusele! Ta sai tulemuse, mida pidas võimatuks. Oma avastusest vapustatuna kirjutas ta matemaatik Dedekindile: «Ma näen seda, kuid ei usu.» Varsti aga veendus ta, et niihästi ruut, kuup kui ka joon on võrdse võimsusega...

Zenon seda ei teadnud. Newton samuti mitte. Kuid vastuvaidlematult tõestas seda Georg Cantor, mees, kes esimesena julges haarata ääretut, arvutada loendamatut, mõõta mõõtmatut. Ta tungis arvu ja mõõtlindiga saladuslikku ja kummalisse maailma, mille sissekäigu kohal ilutseb kabalistlik lõpmatuse sümbol $\infty$ ja mis juba iidsest ajast peale on inimhingedesse sisendanud müstilist *horror infiniti*'t — jubedustunnet lõpmatuse ees.

Pretsedenditu aritmeetiline omavoli vapustas matemaatikuid. Kuid see oli alles algus. Selgus, et Cantori hulgateooria toob enesega kaasa veel palju tõsisemaid paradokse.

XIX ja XX sajandi piiril selgus, et loogilised arutlused, millega opereeris Cantor, viivad ületamatutele vastuoludele. Esimese nokaudi sai Cantori konstruktsioon itaalia teadlaselt Burali-Fortilt, kes formuleeris suurima järgarvu paradoksi. Tõeliseks sensatsiooniks osutus aga Russelli kuulus antinoomia, mis avaldati 1903. aastal ja mis sai laialt tuntuks habemeajaja paradoksi nime all.

Sõduril kästi hakata polgu habemeajajaks. Käskkiri nägi rangelt ette raseerida ainult neid, kes ise habet ei aja. Käsu mittetäitmise eest — surmanuhtlus. Sõdur teenis habemeajajana täpselt üheainsa päeva. Järgmisel hommikul, tõmmates peoga üle lõua, võttis ta habemenoa ja pintsli, et oma põskedele endist läiget anda, kuid... peatus õigeaegselt. Kui ta hakkaks oma karvu kraapima, siis peaks ta olema nende hulgas, kes end ise raseerivad. Kuid sel juhul ei tohi ta vastavalt ülemuse ähvardavale käsule endal habet ajada. Kui ta aga endal habet ei aja, siis kuulub ta nende hulka, kes ise end ei raseeri ja kellel just tema peaks habet ajama! Mida pidi küll vaene habemeajaja tegema?

Arusaadavalt on see tõelise paradoksi humoorikas allegooria. Tegelikult on formuleering tunduvalt rangem.

On olemas hulgad, mis ühe elemendina võivad sisaldada

iseennast. Nimetame neid ebatavalisteks. Lugege näiteks niisugust määrangut: «Hulk *A* sisaldab kõiki hulki, mida võib määrata lausega, kus on vähem kui kakskümmend sõna.» Äsja toodud lauses on kõigest viisteist sõna. Järelikult on hulk *A* ise hulga *A* element! See on muidugi kurioosne erand. Valdav osa kogumeid on tavalised ega sisalda elemendina iseennast. Piirdume esmalt ainult nende hulkadega, millelt pole nagu mingit riugast oodata. Ja vaatleme kõigi tavaliste hulkade hulka. Tähistame seda tähega *M*. Küsitakse järgmist: kas *M* ise on tavaline või ebatavaline hulk? Vaieldamatult peab ta olema üks neist, kolmandat võimalust ei ole. Oletame, et *M* on tavaline hulk. Siis peab ta ühe elemendina sisaldama iseennast: vastavalt määrangule on ju *M* eranditult kõigi tavaliste hulkade hulk. Kui ta aga sisaldab iseennast, siis peab ta järelikult olema ebatavaline hulk! Heakene küll, olgu pealegi ebatavaline. Stopp... Mis siit siis välja tuli: ebatavaline *M* sisaldub kõigi tavaliste hulkade hulgas? Kuid me leppisime ju kokku ebatavaliste hulkadega mitte tegemist teha! Vastavalt formuleeringule pole hulgal *M* õigust kuuluda tavaliste ja ainult tavaliste hulkade hulka! Kui ta aga juba sinna sattus, siis las ta muutub tavaliseks. Jääb vaid üks võimalus: lugeda hulka *M* tavaliseks ja... alustada uuesti «muinasjuttu varesest tõrvatud katusel». Nagu näha, hakkas lord Russelli Figaro erinevalt oma Sevilla kolleegist Beaumarchais' surematus triloogias tegelema intriigidega kõrgemal tasemel — loogika ja matemaatika alal.

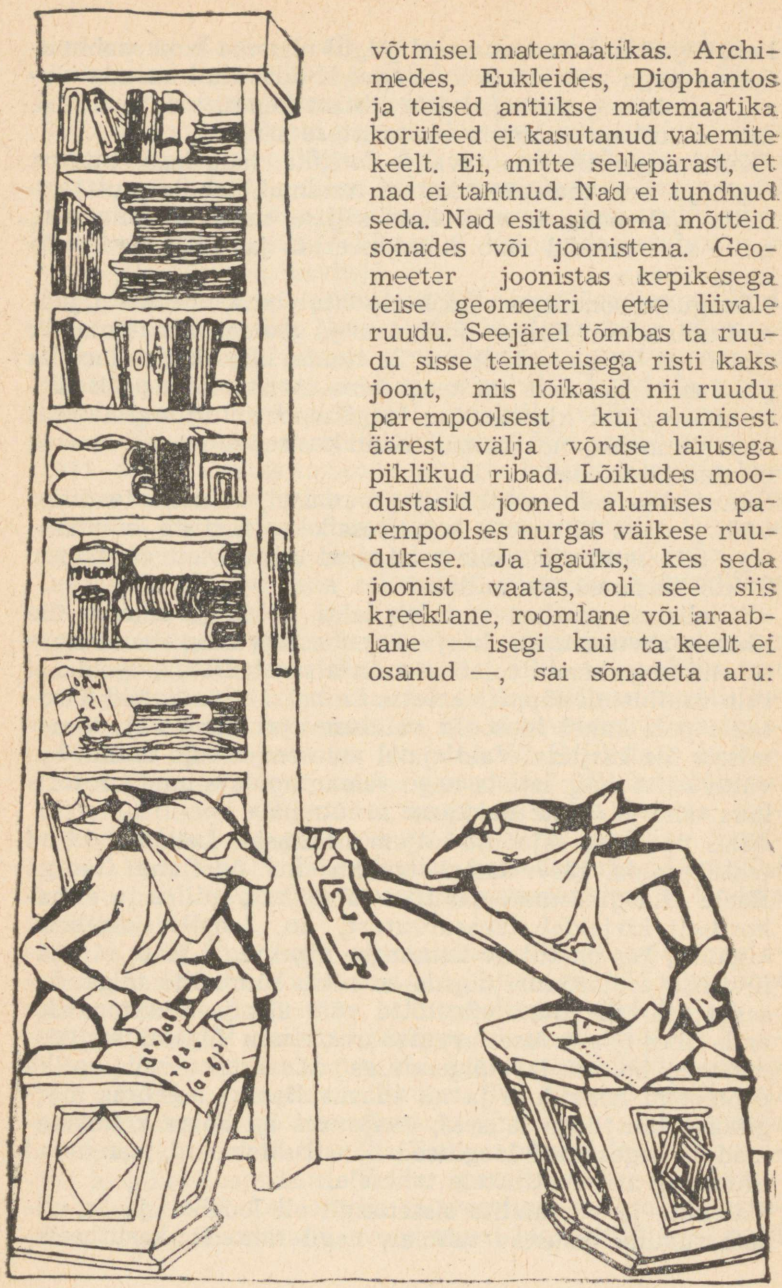
Hulgateooria paradoksid sundisid matemaatikat oma loogilisi aluseid revideerima.

Nagu teada, oli Cantori hulgateooria Achilleuse kannaks selle mittekonstruktiivne iseloom. Cantorile tehti etteheiteid, et ta kasutas vastuväitelist tõestusviisi. Ta ei põhjendanud oma teooria põhijäreldusi otseselt, vaid kaudselt, demonstreerides vastupidise väite absurdsust. Teatud aja jooksul näis see veenvana. Tõepoolest, kui üks kahest teineteisele vastukäivast väitest on vale, siis peab teine olema tingimata õige. Vähemalt väitis seda välistatud kolmanda seadus. Võtet *reductio ad absurdum* (jõudmine mõttetuseni) kasutati matemaatikas laialdaselt juba Eukleidese ajast alates. Kuid Russelli habemeajaja paradoksi puhul ei andnud ju see aastatuhandete vältel kontrollitud loogiline protseduur tulemusi! Tekib küsimus, miks ei või-

nud see ka Cantorit alt vedada. Kas siis tõepoolest... «liikumist ei ole»? Vähemalt Zenoni vastaste loogika järgi, kes Cantori konstruktsioonidele toetusid...
Võib-olla aga tekkisid vasturääkivused hulga mõiste liiga vaba tõlgendamise tõttu? Aga kui nõuded iga termini mõtte, iga loogilise tehte kohta formuleerida rangemalt? Ja kui õnnestub, siis püüda luua isegi «konstruktiivset» loogikat, kus ei esine välistatud kolmanda seadust ega vastuväitelist tõestusviisi?
Just sellise ülesande püstitasid XX sajandi matemaatikud. Austria matemaatik Kurt Gödel kavatses luua ammendava ja vasturääkivusteta arvuteooria (sel on tegemist ka Zenoni paradoksidega, sest iga arvu võib kujutada punktina lõigul ja, vastupidi, igale punktile võib vastandada arvu). Kas arvate, et see tal õnnestus? Või veel! Vastupidi, 1931. aastal tõestas ta teoreemi: igas küllalt täielikus loogilises süsteemis võib formuleerida lause, mida selle süsteemi loogiliste vahenditega pole võimalik tõestada ega ka ümber lükata! Seda, et mingi süsteem on vaba vasturääkivustest, ei saa sellesama süsteemi vahenditega tõestada...
Gödeli teoreem pani aluse tervele suunale matemaatikas ja loogikas. Matemaatiline teooria, mille vastuoksusetust püütakse tõestada, muutus ise erilise «ülimatemaatilise» teaduse, nn. metamatemaatika või tõestusteooria uurimisobjektiks. Missugune on tõe olemus? Millistele eeldustele tuginevad matemaatika alused ise? Milline mõte on matemaatilistel väljenditel, nagu aksioom, lemma, teoreem? Missugune peab olema tõestuste loogiline struktuur? Paradokside lahendamise katsed põrkasid niiviisi kokku palju laiema probleemiga matemaatika ja loogika põhjendamisest.
Heitke pilk S. Cleany raamatusse «Sissejuhatus metamatemaatikasse». Kahtlemata hirmutab see teid algul oma sümbolite peadpööritava tohuvabohuga, kuid hiljem... Hiljem hakkab meeldima: kõigepealt imetlusväärne lakonism ja elegantne rangus, kui aga järele mõelda, siis ka märkidekeele omapärane lihtsus. See on keel, mille abil kirjeldatakse kõige keerukamaid järeldusi. Sealhulgas ka «senjoor kuberneri» Sancho Panza episoodi taolisi koomilisi loogilisi absurdsusi. Veider, paradoksaalne kombinatsioon, eks ole? Cervantese täisvereline proosa ja matemaatilise «stenograafia» verevaesed hieroglüüfid — need

kaks asja tunduvad esimesel pilgul niisama kokkusobimatutena nagu geenius ja kuritegu! Kuidas küll suruda elavat inimkõnet, pealegi mitte lihtsat kõnet, vaid arutlusi, matemaatiliste valemite Prokrustese sängi?
«Kui ma poisikesena tavalise loogika lausetega tutvust tegin ja veel matemaatikat ei tundnud, tekkis mul teab mille ajel mõte, et võib luua sellise mõistete analüüsi, mille abil tõdesid saab kombineerida ja välja arvutada nagu arve.»
Niisuguste sõnadega rääkis eluõhtul oma täitumata jäänud unistustest hiilgav diplomaat ja geniaalne matemaatik Gottfried Wilhelm Leibniz. Ta tundis klassikalise loogika puudusi teravamalt kui keegi teine. Aristotelese poolt süstematiseeritud klassikaline loogika ei muutunud tervelt kahekümne sajandi jooksul. Kuid kas see tähendas, et seda ei saa täiustada?
Suur saksa reformaator oli arvamusel, et meie teadmisi võib jaotada lihtsateks koostisosadeks. Eriliste sümbolitega tähistatuna moodustavad need inimmõtete tähestiku. Tekib küsimus — milleks?
«Sõnalistest arutlustest tuleb lahti öelda ja minna üle lihtsale arvutamisele, kusjuures ebaselge ning ebamäärase tähendusega sõnad tuleb asendada sümbolitega, muidu ei tule vaidlustele lõppu,» seletas Leibniz. «Sümboleid kasutades pole kahel filosoofil vaidluse ajal enam vaja teineteisest üle karjuda. Vaidlejatel pole enam vaja muud, kui võtta kätte sulg, istuda nagu raamatupidaja oma kontorilaua taha ja öelda: hakkame arvutama!»
Alles poolteist sajandit hiljem hakkasid Leibnizi ideed teoks saama. 1847. aastal trükkis iiri õpetlane George Boole «Loogika matemaatilise analüüsi», milles ta esmakordselt kirjeldab lausearvutust, nn. loogika algebrat. «Igaüks, kes on tuttav kaasaegse algebraga, teab, et analüütilise protseduuri õigsus ei sõltu sümbolite tõlgendusest,» märgib autor. «Seetõttu võib üks ja seesama võte anda ühes tõlgenduses arvuteooria, teises tõlgenduses geomeetria, kolmandas tõlgenduses dünaamika või optika probleemi lahenduse ja nii edasi.» Boole'i algebras märgitakse tähtedega lauseid, kusjuures ka kõige kohmakamad ja segasemad loogilised konstruktsioonid taanduvad lihtsatele aritmeetilistele tehetele.
Valemite ja võrrandite sissetungil oli loogika jaoks niisamasugune otsustav tähtsus, nagu tähtede kasutusele-

võtmisel matemaatikas. Archimedes, Eukleides, Diophantos ja teised antiikse matemaatika korüfeed ei kasutanud valemite keelt. Ei, mitte sellepärast, et nad ei tahtnud. Nad ei tundnud seda. Nad esitasid oma mõtteid sõnades või joonistena. Geomeeter joonistas kepikesega teise geomeetri ette liivale ruudu. Seejärel tõmbas ta ruudu sisse teineteisega risti kaks joont, mis lõikasid nii ruudu parempoolsest kui alumisest äärest välja võrdse laiusega piklikud ribad. Lõikudes moodustasid jooned alumises parempoolses nurgas väikese ruudukese. Ja igaüks, kes seda joonist vaatas, oli see siis kreeklane, roomlane või araablane — isegi kui ta keelt ei osanud —, sai sõnadeta aru:



kahe suuruse summa ruut võrdub nende suuruste ruutude summaga, millele on liidetud esimese ja teise suuruse kahekordne korrutis. Raskem oli seletada, millega võrdub summa kuup. Tuli joonistada kuup, sellesse väiksemad kuubid ja seejärel need summeerida. Seevastu summa neljandat astet näitlikult seletada ei õnnestunud, rääkimata juba viiendast, kuuendast jne. astmest. Geomeetria passis. Samal ajal aga võis tähttähistuse abil Newtoni binoomvalemi kaudu lihtsalt arvutada kahe liidetava mistahes astet:

$$(a+b)^2=a^2+2ab+b^2;$$
$$(a+b)^3=a^3+3a^2b+3ab^2+b^3;$$
$$(a+b)^4=a^4+4a^3b+6a^2b^2+4ab^3+b^4.$$

Ja nii edasi. Kommentaarid on ülearused: eelised räägivad ise endi eest.
Nüüd aga loeme ebatavalist hauakirja:

Rändur! Diophantose põrm siin on maetud. Ja arvud
nüüd rääkida
Võivad, oh imet, kui pikk oli eluiga tal. Kuuenda
Osa sest ajast moodustas lapsepõlv helge.
Kui kaheteistkümnes osa sai täis tema elust, siis tekkis
Lõuale õrn udukirme. Ja pulmadest möödus
Lastetult seitsmendik east. Läks veelgi aastat
viis, kui
Osaks sai rõõm kenast poisist, kes esmaseks lapseks
küll oli,
Kel' aga saatus vaid poole neist kaunitest päevadest
kinkis,
Mis tema isale määratud olid. Nüüd sügavas leinas
Vanake maise ränduritee lõppu ootas, ja see saabus,
Kui oli möödunud poja kaotusest aastaid veel neli.
Kui kõrges vanuses, ütle, Diophantost ootas surm?

Proovige ülesannet lahendada peast, ilma sule ja paberi abita, ainult arutluste teel. Kuidas on, raskevõitu? Hea küll, valame heksameetri parem valemite rangesse keelde.

$$\frac{x}{6}+\frac{x}{12}+\frac{x}{7}+5+\frac{x}{2}+4=x.$$

See ühe tundmatuga võrrand lahendub väga lihtsalt. Vastus: tulevase suure matemaatiku «lapsepõlv helge» lõppes neljateistkümne-aastaselt. Kahekümne ühe aastaselt

pidas Diophantos pulmi, kolmekümne kaheksa aastaselt sündis tal poeg, kes suri neljakümne kahe aastaselt, kui Diophantos ise sai kaheksakümne-aastaseks. Lõpuks, kaheksakümne neljandal eluaastal jättis suur kreeklane eluga hüvasti. Ta suri (kuigi see meie võrrandist enam ei järgne) III sajandil m. a. j. Eukleides ja Aristoteles aga elasid ja töötasid III sajandil e. m. a. Ja olgugi et suuri filosoofe lahutab rohkem kui pooltuhat aastat, polnud Diophantose ajal algebrat veel loodud, sedasama algebrat, mis võimaldab meil raskete aritmeetikaülesannetega nii lihtsalt toime tulla.

Kuipalju kiirenes aga progress, kuivõrd rikkalikumaks muutusid matemaatika võimalused, kui kohe eluõiguse võitnud algebra jalad alla sai ja lõplikult kanna kinnitas! See toimus renessansiajastul — tuhat aastat pärast geomeetria ja aritmeetika sündi.

Mis puutub loogikasse, samuti üsna auväärses eas vanakesse (Aristotelese «Organon» on loodud ligikaudu ühel ajal Eukleidese «Elementidega»), siis siin algebrat algul ei tunnustatud. Matemaatilise loogika sümboolika ja operatsioonid kas ei meeldinud XIX sajandi loogikutele või polnud nad neile jõukohased. Need, kes aga Boole'i algebrast jagu said, pidasid seda aastakümnete jooksul huvitavaks, kuid mitte millekski kõlbavaks jõudeaja leiutiseks. Olukord muutus alles XIX sajandi lõpul, kui teaduse ette tõusis tõsine ülesanne — põhjendada matemaatika kõige kardinaalsemaid ideid ja mõisteid. Aristotelese loogika oli kogu oma täiuslikkusele vaatamata sunnitud ületamatute raskuste ees relvad maha panema. Ja siis tuligi pilgud pöörata sümboolse loogika poole. Ning arusaadav, mispärast.

Omal ajal, sorteerides kirjadevirna, mis saabus vastuseks ajakirjas «Tehnika — molodjoži» ilmunud artiklile «Loogiliste katastroofide jälgedel», leidis autor suure hulga õiendeid kõigi tuntud paradokside kohta, sealhulgas ka Cervantese paradoksi kohta. Siiralt vaesele Sanchole kaasa tundvad ja kõigest väest teda aidata püüdvad lugejad kasutasid kõiki mõeldavaid kasuistlikke kavalusi. Ühed otsisid mõttelünki seaduse formuleeringus. Teised — veidravõitu tulnuka ütluses. Kolmandad — otsuse täidesaatmise protseduuris. Mis siis ikka — mõnel see õnnestus. Õnnestus sedavõrd, kuivõrd artiklis figureeris paradoksi populaarne versioon koos kõigi argipäevase olustiku atri-

buutidega. Seevastu aga matemaatilise loogika terminites formuleeritud vastuolu koos nende terminite ühese tõlgendusega ei luba mingit kahemõttelisust ja oleks tõusnud meie silme ette kogu oma paratamatuses, vankumatuses, möödapääsmatuses ja hävitamatuses.

Arusaadavalt ei võitnud ega võida teadlaste poolehoidu mitte ainult see definitsioonide rangus ja ühesus, mis peitub matemaatilise loogika sümbolite taga. Asendades sülogismide koostamise tähtmuundamistega, vabastas Boole'i algebra inimese vajadusest pidada meeles eeldusi ja vahepealseid järeldusi. Kogu raskus koondus võrrandisüsteemi lahendamist meenutavate algebratehete õigsuse jälgimisele. Sellise asjaga saab hakkama isegi koolipoiss.

Jah, Zenoni ja Aristotelese ajaga võrreldes on matemaatika ja loogika kaugele edasi jõudnud. Tekkis tõestusteooria — metamatemaatika, mille edukas areng jätkub. Kuid kõigest hoolimata silmitsevad paradoksid sfinkside rahuga endiselt kõiki loogikute kavaldamisi, nii nagu nad aastatuhandeid tagasi jälgisid vastuvaidlejate naiivseid ponnistusi. Kas on ummikust väljapääsu? Kui jah, siis kus see on? Kas tõesti leidub asju, mis pole inimmõistusele jõukohased?

Vägev ja ühtlasi nõrk, laiutab matemaatiline loogika nõutult käsi.

«Noh, ja mis siis?» kehitab lugeja õlgu. «Kas nende läbinisti teoreetiliste, õigem oleks öelda, isegi ülimatemaatiliste mõrade tõttu niivõrd võimsad praktilised arvutusvahendid, nagu näiteks diferentsiaal- ja integraalarvutus halvemini funktsioneerivad? Või olete ehk unustanud, milliste imetegudega küberneetika hakkama saab? Ja mis veel homsest rääkida! Teie aga räägite kogu aeg mingisugustest paradoksidest...»

Mis siin vaielda, kaasaegse matemaatika edusammud on tohutu suured. Küberneetikal samuti. Elektronajud on tunginud inimintellekti kõige varjatumatesse piirkondadesse. Tänapäeval tõestavad nad tuntud teoreeme ja püüavad isegi uusi defineerida!

Töötades ameerika teadlase Vang Hao poolt koostatud programmi järgi, tõestas universaalne arvuti IBM-704 kaheksa minuti kolmekümne sekundiga kõik kolmsada viiskümmend teoreemi, mis moodustavad Russelli ja Whiteheadi monograafias «Matemaatika alused» tervelt üheksa peatükki!

Sellega lugu veel ei lõppenud. Vang Hao programmeeris arvuti nii, et see tõestas või lükkas ümber inimese poolt esitatud väited, hakates ise samal ajal teadusliku loominguga tegelema. Ja arvuti hakkaski meelsasti üksteise järel uusi teoreeme trükkima...

Võib-olla tähendab masinmõtlemise ajastu uue aja algust, mil matemaatika vabaneb täielikult loogilistest absurdsustest?

Kuulakem, mida räägivad spetsialistid.

«On olemas terve rida matemaatilise loogika järeldusi, mida võib kasutada demonstreerimiseks, et masinate võimed on teatud määral kitsendatud...» räägib raamatu «Kas masin võib mõelda?» autor A. Turing. «Kõige tuntum neist järeldustest on Gödeli teoreem... On teatud asju, mida arvuti ei suuda teha. Kui ta on konstrueeritud küsimustele vastamiseks, siis leidub küsimusi, millele ta kas vastab valesti või ei anna üldse vastust, ükskõik kui palju talle selleks aega antakse.»

Aga vaat millisel arvamusel on «küberneetika isa» Norbert Wiener: «Inimmõistuse piiratuse tõttu, mis ilmneb tema sellise tegevusala puhul, mida me nimetame loogiliseks mõtlemiseks, on igasugune loogika piiratud. Näiteks pühendatakse matemaatikas palju aega arutlustele, milles esineb lõpmatuse mõiste, kuid tegelikkuses pole need arutlused ja nendega kaasnevad tõestused lõpmatud. Iga lubatav tõestus sisaldab vaid lõpliku hulga samme...

Tõestamine on loogiline protsess, mis peab lõpliku hulga sammude järel viima teatud kindlale järeldusele. Vastupidi, loogiline arvuti, mis töötab teatud kindlate reeglite järgi, ei tarvitse tingimata mingile järeldusele jõuda. Ta võib mitmesuguseid samme peatumatult jätkata, kusjuures ta kas sooritab järjest keerukamaid tehteid või kordab üht ja sedasama protsessi, nagu igavese tule puhul malemängus. Cantori ja Russelli mõnede paradokside puhul on olukord tõepoolest selline.»

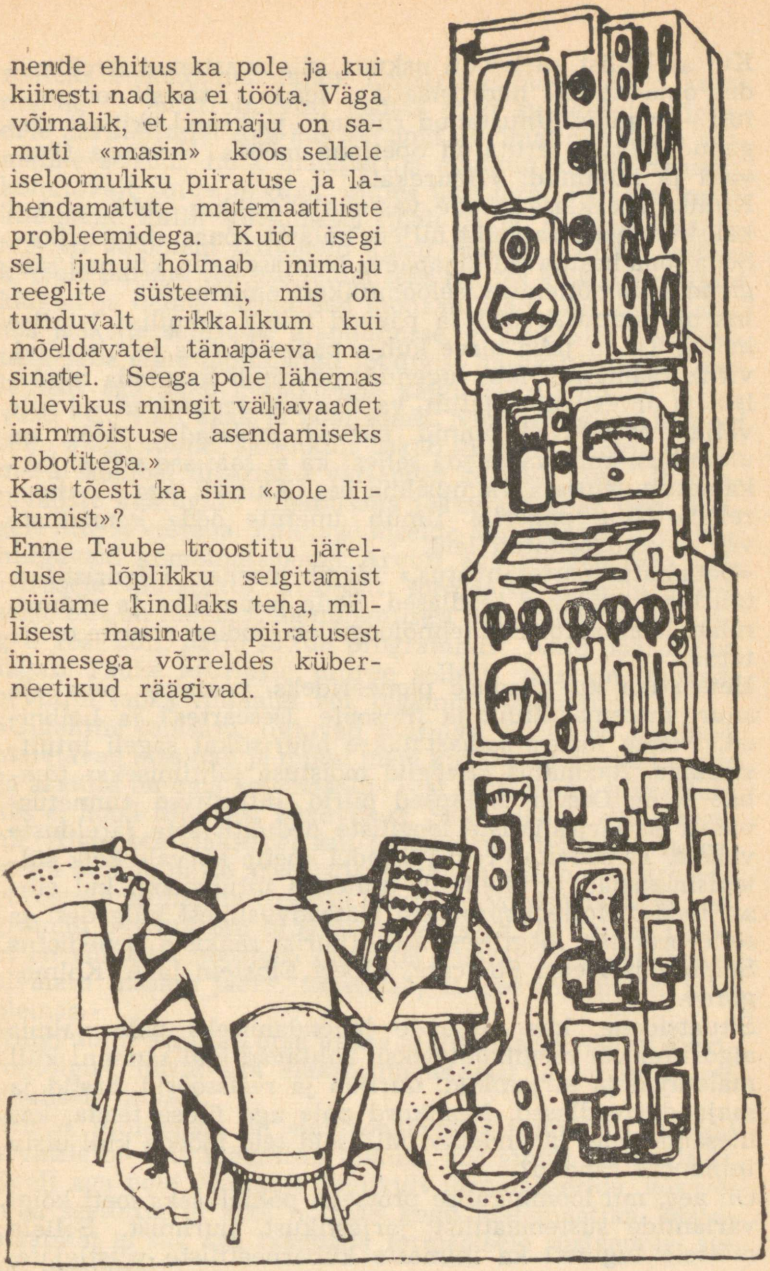
Tähendab, arvutid vannuvad alla loogilistele paradoksidele? Kui see oleks nii ainult paradokside puhul...

Hiljuti nägi päevavalgust M. Taube äärmiselt huvitav raamatuke «Arvutid ja kaine mõistus. Müüt mõtlevatest masinatest». Selles on öeldud: «Vastavalt Gödeli teoreemile elementaarse arvuteooria ebatäiuslikkusest on olemas lõpmatu hulk ülesandeid, mida need arvutid põhimõtteliselt ei suuda lahendada, ükskõik kui keeruline

nende ehitus ka pole ja kui kiiresti nad ka ei tööta. Väga võimalik, et inimaju on samuti «masin» koos sellele iseloomuliku piiratuse ja lahendamatute matemaatiliste probleemidega. Kuid isegi sel juhul hõlmab inimaju reeglite süsteemi, mis on tunduvalt rikkalikum kui mõeldavatel tänapäeva masinatel. Seega pole lähemas tulevikus mingit väljavaadet inimmõistuse asendamiseks robotitega.»

Kas tõesti ka siin «pole liikumist»?

Enne Taube troostitu järelduse lõplikku selgitamist püüame kindlaks teha, millisest masinate piiratusest inimesega võrreldes küberneetikud räägivad.



Kui ajaloolist anekdooti uskuda, siis avastanud Archimedes oma kuulsa hüdrostaatika seaduse täiesti ootamatult — vannis. Unustanud riietuda, jooksnud äkitselt tänganud mõttest erutatud õpetlane mööda Siracusa tänavaid ja hüüdnud: «Heureka!»

Kuulsa kreeklase hüüde vastukaja hakkas rohkem kui kakskümmend sajandit hiljem kõlama sõnas «heuristika». Seda sõna kasutavad tänapäeva teadlased siis, kui nad räägivad inimmõtlemise iseloomulikest omadustest.

Insener nuputab ööd ja päevad mingi tehnilise leiutise kallal. Ta on juba terve kuhja pabereid täis joonistanud, virna raamatuid läbi lugenud, püüdnud kasutada mudeleid ja arvestusi. Asjatult, vajalik konstruktsioon «ei tule välja». Mööduvad tunnid, päevad, nädalad... Mõte on ummikus, kuid vabaneda sellest ka ei saa: see seisab lakkamatult leiutaja vaimusilma ees. Äkitselt aga... «heureka!» Ning paberile ilmub unetute ööde kannatuste vili — kauaoodatud leid.

«Ootamatu mõttesähvatus,» räägib insener. «Heuristiline talitlus,» räägivad teadlased. Selle piinarikka ja rõõmurohke loomisprotsessi tehnoloogia on looduse suurim mõistatus.

Heuristika kui teaduse pioneerideks peetakse oma aja suuri matemaatikuid ja filosoofe Descartes'i ja Leibnizit. Nende töödes samastatakse heuristikat sageli intuitsiooniga. Raamatus «Reeglid mõistuse juhtimiseks» tõmbab René Descartes täpsed piirid intuitiivse tunnetusvormi ja järjestikuste loogiliste deduktiivsete järelduste vahele. Ta soovitab real juhtudel «heita kõrvale kõik süllogismiahelad ja täielikult usaldada intuitsiooni kui ainsat teed». Mõtlemisprotsessi alateadvuslikest külgedest ja selle protsessi loogilisest struktuurist rääkisid Benedictus Spinoza ja Henri Poincaré, Albert Einstein ja A. Kolmogorov.

Situatsioone, kus ülesande lahendamiseks pole valmis algoritmi või reeglikompleksi, kohtavad igal sammul küll maletajad ja kirjanikud, uurijad ja režissöörid, arstid ja majandusteadlased. Mõnikord pole aga üldse teada, kas ülesanne ongi lahendatav. Milliseid teid mööda küll otsiv inimmõte rändab?

Oli aeg, mil loomingulise protsessi põhialuseks loeti kõigi variantide süstemaatilist järjestikust uurimist. Sellele mõttele tugineti ka inimeste küberneetiliste võistlejate,

näiteks elektronmaletajate konstrueerimisel. Kuid kummaline — elektronarvuti kaotas isegi suhteliselt nõrkadele partneritele! Aga kas see ongi kummaline? Kõigi võimalike seisude hulk malepartiis avaldub kujuteldamatu, kohutavalt suure arvuga, milles ühe järel on sada kakskümmend nulli! Võrdluseks tuleb öelda, et maailmaruumis on aatomeid triljoneid kordi vähem. Kui te vastase käigule parima vastuse leidmiseks mõttes kõik võimalikud käigud ja nende järeldused mehaaniliselt läbi kaaluksite, siis jääksite sellisesse ajapuudusse, et läheksite malelaua taga juba enne lõppmängu jõudmist halliks!. Turniiri reglament aga näeb neljakümne käigu sooritamiseks teatavasti ette vaid kaks ja pool tundi. Ning mängijad tulevad selle ajaga toime. Järelikult oskab inimene mingil seletamatul kombel ülearused variandid kõrvale jätta. Ja ebatavaliste kahingute tulemusena tekkivaid seise isegi kaugele ette arvestada. Tuletage meelde Morphy või Aljechini hiilgavaid kombinatsioone! Arvuti aga tegeleb oma töökiirusele vaatamata tavaliselt formaalse kombineerimisega, mis on tõelisest loomingulisest vaimutööst üsna kaugel. Tõsi küll, palju sõltub programmist. Kuid pöördugem tagasi Taube arutluste juurde sellest, mis on tarkade arvutite jaoks võimalik või, õigemini, võimatu.

«Gigantne tehisaju, tõlkivad masinad, õpetavad masinad, maletavad masinad ja muud meie kirjandust täitvad raalid ja arvutid on oma «olemasolu» eest tänu võlgu inimestele, kes ei hooli tingivast kõneviisist. Seda mängu mängitakse nii. Algul teatatakse, et kui tähtsusetuid tehnilise iseloomuga detaile mitte arvestada, siis võib masina programmi võrdsustada masina enesega. Seejärel võrdsustatakse programmi blokkskeem programmi enesega. Ja lõpuks teade, et on võimalik koostada olematu programmi blokkskeemi olematu masina jaoks, tähendab, et see masin on juba olemas.»

Kuigi autor kasutab oma mõtte selgitamiseks näidet elektrontõlgist, mitte aga elektronmaletajast, ei muuda see sisuliselt midagi.

Niisiis, intuitsioon on elektronarvutile tundmatu. Ja kui arvutile on ette määratud tõlkida, siis ainult formaalselt. Keelt aga pole võimalik täielikult formaliseerida, kas või juba seetõttu, et keel hõlmab kogu matemaatika. Matemaatikat ei saa aga taandada formaalsele süsteemile, see on tõestatud.



«Matemaatikas on tahtelise tegevuse ja teoreetiliste arutluste jooni ning püüdlust esteetilisele täiuslikkusele,» räägib ameerika õpetlane Richard Courant. «Tema põhilised ja vastandlikud elemendid on loogika ja intuitsioon, analüüs ja konstruktsioon, ühtsus ning konkreetsus. Kui erinevad ühtedele või teistele traditsioonidele tuginevad seisukohad ka pole, suudab vaid vastandlike elementide koostöö ja võitlus nende sünteesi eest tagada matemaatika kui teaduse elulisuse, kasulikkuse ja väärtuse.»

Ka kõige rangemad formalistid ei eitanud kunagi tõsiselt inimintuitsiooni osavõttu isegi neist matemaatilistest tuletustest ja järel-

dustest, kus see polnud päriselt nõutavgi! (Sõna «intuitsioon» ei esine siin sugugi salapärasemas mõttes kui tavalised sõnad «kogemus», «aistingud» jt., märgib Taube.) Öelda, et «inimene ei tõlgi formaalselt», tähendab rõhutada, et ta kasutab igas tõlkeaktis oma kogemuste- ja tunnetearsenali. Keegi võib ju vastu vaielda, et kogemuste ja tunnete väljendamine sõnades ongi nende formaliseerimine! Oma võimalikku oponendi rünnakule vastates esitab Taube argumendi: pole olemas vähimatki vihjet selle kohta, et kogemusi ja tundeid võiks piisava täielikkuse ja absoluutse täpsusega väljendada sõnades. Kõige sõnades väljendatava ekvivalentsust meie kogemuste ning tunnetega suudab visalt nõuda vaid see, kes eitab oma kuuluvust inimsoo hulka, kes pole iialgi kuulanud muusikat, kel pole aimugi maalikunstist, kes pole kunagi olnud armunud ega millestki sügavalt haaratud. Järeldus: võimatu on formaalselt tõlkida ühest inimkeelest teise. Elektrontõlk suudab tõlkida aga ainult nii, sest intuitsioon on talle võõras!

Järelikult «keele ja mõtte teatud mitteformaalsuse valguses on uurimistel masintõlke valdkonnas mitte tõeliselt teaduslike, vaid romantiliste otsingute iseloom... Meie elektriinseneridel ja arvutientusiastidel tuleb kas lõpetada see loba või võtta vastu tõsised süüdistused, et nad kerge teenistuse ja odava populaarsuse jahil mõtlevad lugejate närvikõdiks välja teaduslikku fantastikat».

Nii arvab programmeerimise ja raalide teadusliku informatsiooni alal kasutamise spetsialist, Columbia Ülikooli professor Mortimer Taube.

Siin oleks kohatu alustada vaidlust professor Taubega, see pole meie jutuajamise eesmärk. Professor nähtavasti liialdas veidi oma pessimistlike prognoosidega, kuigi mõnes suhtes on tal kahtlemata täielik õigus. Meile on palju tähtsam jõuda selgusele, et paradoksid ei kujuta endast mingit naljakat sõnademängu, vaid meie mõtteskeemi täiuslikkuse tõelist proovikivi.

Jah, pidevuse, lõpmatuse ja liikumise mõistmisega seotud raskused olid juba muistsetel aegadel tuliste filosoofiliste vaidluste objektid. Ja see ei möödunud teaduse progressi jaoks jäljetult. Zenoni apooriad ja irratsionaalpunktide avastamine hämmeldasid antiikseid geomeetreid, olid neile tüliks arvulisi tehteid käsitleva kunsti arendamisel, sundisid neid otsima väljapääsu ummikust puhtgeomeetrilise

aksiomaatika rägastikus. Katsed kõigile loogilistele ja geomeetrilistele konstruktsioonidele ranget ja vastuoludeta põhjendust leida kurnasid muistse Kreeka targemaid päid. Nii algas — Courant'i sõnade järgi — üks kõige kummalisemaid ja pikemaid ekslemisi matemaatika ajaloos. Seejuures jäeti nähtavasti kasutamata üsna rikkalikud võimalused. Vana kreeka geomeetriatraditsioonide koorem lämmatas hulgaidee ning pidurdas aritmeetika, algebra ja hiljem täppisteaduste aluseks saanud tähtarvutuse arengut. Alles XVII sajandil hakkas kreekalik ideaal rangelt süstemaatilisest, kristallpuhtast aksiomaatikast ja deduktsioonist teadlaste silmis tuhmuma. Loogiliselt laitmatu mõtlemisviis, mis lähtus selgetest definitsioonidest ja «silmanähtavatest», omavahel mittevasturääkivatest postulaatidest, ei imponeerinud enam uue matemaatika revolutsioonilisele vaimule. Diferentsiaal- ja integraalarvutuse pioneerid, andudes intuitiivsete oletuste orgiale ja usaldades pimesi formaalsete tehete üliinimlikku jõudu, avastasid uue, loendamatute rikkustega täidetud matemaatilise maailma.

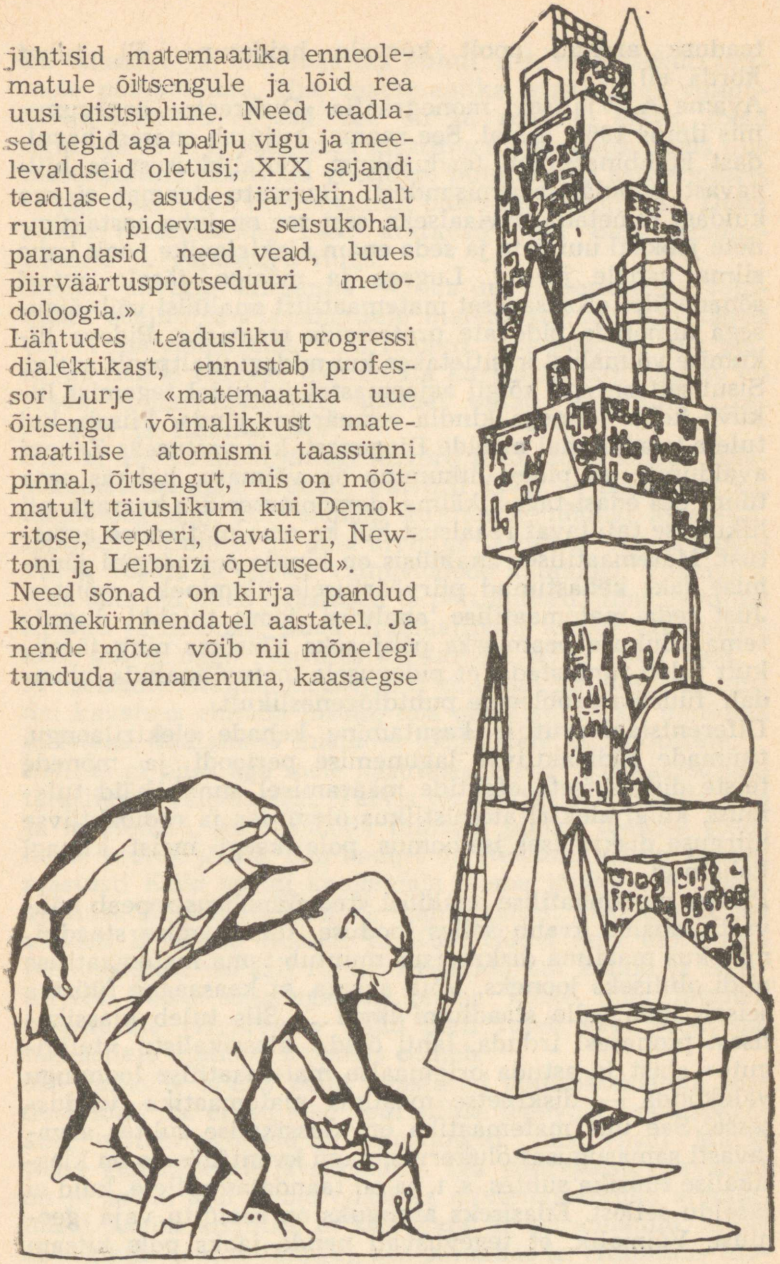
Peadpööritavatest edusammudest joovastunud mõistuse ekstaasiseisund hakkas aga vähehaaval maad andma kainele, tagasihoidlikule ja kriitilisele suhtumisele. XIX sajandil hakati uue matemaatika aluseid revideerima. Võeti ette energilisi katseid piirväärtuse mõiste selgitamiseks matemaatilises analüüsis. Võidutses jälle tõestuse ranguse, laitmatu loogika ja abstraktse terviklikkuse klassikaline ideaal. Kuid nagu Zenoni ajal, nii ilmus ka nüüd teoreetiliste uurimiste areenile ootamatult paradokside anarhistlik kaardivägi. Uuesti hakkasid sagima ärevile aetud teadlased, püüdes päästa kõikuma löönud matemaatikat. Kriis jätkub tänapäevani.

Pöörake tähelepanu sellele, kuivõrd paradoksaalne on paradokside ajalugu ise. Selgub, et atomistlik matemaatika, mis ignoreeris paradokse ja viis vigadele, osutus palju viljakamaks kui pidevusprintsiibile tuginev matemaatika, millel on kalduvus rangeteks põhjendusteks ja mis kõrvaldab atomistide vead. Selline polnud olukord sugugi mitte ainult vanal ajal. «XVI sajandi lõpust alates oli pidevusele tuginev õpetus skolastilise seisaku iseloomulik tunnus,» märgib professor S. Lurje, keda me selles peatükis juba tsiteerisime. «Taassündiva teaduse eest võitlejad, asudes matemaatilise atomismi seisukohtadel,

juhtisid matemaatika enneolematule õitsengule ja lõid rea uusi distsipliine. Need teadlased tegid aga palju vigu ja meelevaldseid oletusi; XIX sajandi teadlased, asudes järjekindlalt ruumi pidevuse seisukohal, parandasid need vead, luues piirväärtusprotseduuri metodoloogia.»

Lähtudes teadusliku progressi dialektikast, ennustab professor Lurje «matemaatika uue õitsengu võimalikkust matemaatilise atomismi taassünni pinnal, õitsengut, mis on mõõtmatult täiuslikum kui Demokritose, Kepleri, Cavalieri, Newtoni ja Leibnizi õpetused».

Need sõnad on kirja pandud kolmekümnendatel aastatel. Ja nende mõte võib nii mõnelegi tunduda vananenuna, kaasaegse



teaduse arengu poolt kõrvale heidetuna. Ei, tuhat korda ei!

Avame A. Vjaltsevi monograafia «Diskreetne aegruum», mis ilmus 1965. aastal. See raamat kujutab enesest haruldast kombinatsiooni teaduslikust põhjalikkusest ja hiilgavast populariseerimisandest. Raamatu teemat ei saa kuidagi nimetada triviaalseks, sest see on juba aastakümnete jooksul uurijate ja seda enam ajakirjanike poolt kahe silma vahele jäetud. Lugege ja mõelge järele autori sõnade üle: «Kaasaegset matemaatilist analüüsi võib õigusega nimetada pidevate protsesside teooriaks. Pideva liikumise võimalust käsitletakse kui midagi ülaltpoolt antud. Sisuliselt on aga kõigil asjaomastel juhtudel tegemist liikuva keha võimega kindla eesmärgini jõuda. Piisab, kui tuletada siinkohal meelde Diogenest, kes vastuseks Zenoni avaldusele, et pidev liikumine on võimatu, hakkas oma tünni ees edasi-tagasi käima, demonstreerides korraga nii liikumise tajutavat reaalsust kui ka oma mõtlemise armetust. Matemaatilises analüüsis on kindla eesmärgini jõudmise fakt kehastunud piirväärtusele ülemineku mõistes. Just seda matemaatilise analüüsi joont tulebki lugeda tema edukuse peamiseks põhjuseks füüsikas ning järelikult tuleb tunnistada, et pidevusele toetuv analüüs lahendab füüsika probleeme puhtdiogeneslikult.

Diferentsiaalarvutuse kasutamine kehade elektrilaengu, tuumade radioaktiivse lagunemise perioodi ja mõnede teiste diskreetsete efektide määramisel annab häid tulemusi, kuigi elektri atomistlikus olemuses ja radioaktiivse kiirguse diskreetses iseloomus pole keegi meist kunagi kahelnud.

Pideva matemaatilise analüüsi «teovõimelisust» peab nähtavasti tabama krahh selles looduse tunnetamise staadiumis, kus maailma diskreetsus muutub tema matemaatilise pildi oluliseks jooneks. Võib arvata, et kaasaegne füüsika seisab juba selle staadiumi lävel... Siis tuleb klassikalisest pinnasest irduda, lahti öelda klassikaliste «tellingute» abist ja astuda originaalse matemaatilise loomingu valdkonda — diskreetse maailma matemaatika valdustesse. See uus matemaatika on klassikalise suhtes arvatavasti samasuguses olukorras, nagu kvantfüüsika on klassikalise füüsika suhtes, s. t. ta on taandatav sellele, kuid ei järeldu sellest. Edasiseks arenguks on seetõttu vaja geeniusi. Võimalik, et tegevusväli nende jaoks pole kitsam

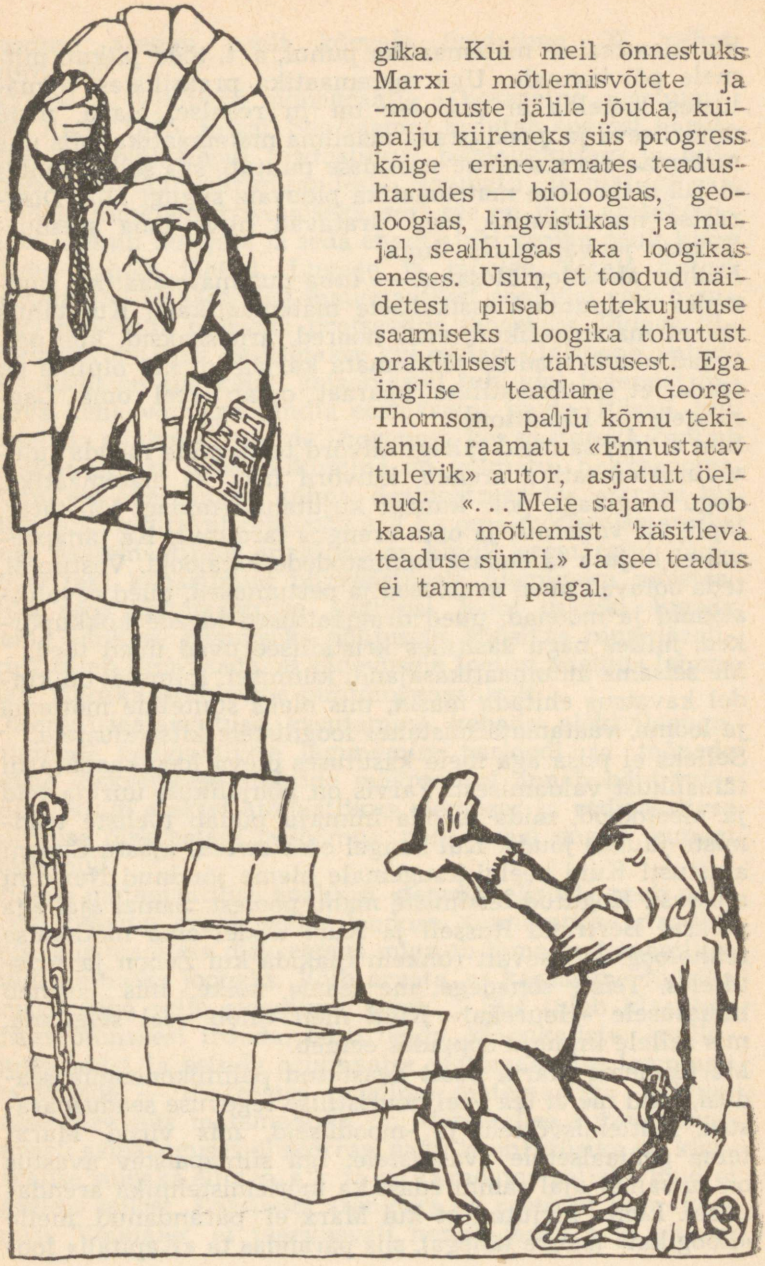
kui klassikalise matemaatika puhul, s. t. tööd jätkub mitmele põlvkonnale. Uue matemaatika praktilistes võimalustes kahelda ei saa: see on ju reaalse, elava, meid ümbritseva ja moodustava maailma matemaatika. Mis uue matemaatika sisemisse veetlusse puutub, siis selles suhtes ei jää diskreetne matemaatika pidevale sugugi alla. Diskreetse matemaatika tõed äratavad huvi oma saladuslikkuse ja vapustava iluga.

Milline ahvatlev ülesanne — luua uus matemaatika, tuginedes seejuures klassikalisele matemaatikale! Kui tähtis on, et matemaatikud, eriti noored, aru saaksid, kus peituvad nende teaduse töötlemata karjäärid; kui oluline on teada, et matemaatiline aparaat ootab veel oma Lagrange'e ja Hamiltone!»

Siin ei huvita meid jällegi niivõrd teed, mida mööda tulevikumatemaatika areneb, kuivõrd fakt, et matemaatika, nagu loogikagi, pole kunagi kujutanud midagi lõpetatut, lõplikult valminut ja oma arengus tardunut. Ka tänapäeval ei kujuta ta endast valmistõdede kataloogi. Vastupidi, teda ootavad uued avastused ja pettumused, uued revolutsioonid ja mõõnad, uued dramaatilised ideede kokkupõrked, milles nagu ääsitules kristalliseeruvad uued tõed.

Me seisame automaatikasajandi künnisel. Inimesel on kindel kavatsus ehitada masin, mis oleks suuteline mõtlema ja looma, vaatamata mistahes loogilistele kitsendustele. Selleks ei piisa aga meie käsutuses oleva loogikaaparaadi täiuslikust valdamisest. Tarvis on põhjalikult uurida teid ja meetodeid, mida mööda inimaju püüab tõeliste teadmiste juurde jõuda. Kui kaugel on Newtoni ajastu Zenoni ajastust! Kuid veelgi kaugemale oleme jõudnud Newtoni ajastust. Kogutud teadmiste mahu poolest. Samal ajal aga võiksid Bertrand Russell ja Kurt Gödel oma mõtlemise tehnoloogiast vaevalt rohkem rääkida kui Zenon ja Aristoteles. Teiste sõnadega, me teame kõike, mis järgneb hüüatusele «Heureka!» Kuid meil tuleb veel selgitada, mis sellele inimaju soppides eelneb.

Me tunneme Marxi poolt avastatud poliitökonoomia seadusi, kuid me ei tea veel heuristilise tegevuse seaduspärasusi, mõtlemisvõtteid ja -mooduseid, mis viisid Marxi tema geniaalsetele avastustele. Iga silmapaistev avastus on ju samal ajal samm edasi ka mõtlemistehnika arendamisel. Lenin kirjutas, et kui Marx ei pärandanud meile «Loogikat» (suure tähega), siis pärandas ta «Kapitali» loo-



gika. Kui meil õnnestuks Marxi mõtlemisvõtete ja -mooduste jälile jõuda, kuipalju kiireneks siis progress kõige erinevamates teadusharudes — bioloogias, geoloogias, lingvistikas ja mujal, sealhulgas ka loogikas eneses. Usun, et toodud näidetest piisab ettekujutuse saamiseks loogika tohutust praktilisest tähtsusest. Ega inglise teadlane George Thomson, palju kõmu tekitanud raamatu «Ennustatav tulevik» autor, asjatult öelnud: «... Meie sajand toob kaasa mõtlemist käsitleva teaduse sünni.» Ja see teadus ei tammu paigal.

Kuidas jääb aga ikkagi paradoksidega? Kas me matemaatika ja küberneetika piiratusest tõepoolest jagu ei saa? Vastuse asemel lubage mul korrata õpetlikku kõmuparadoksi, mis tekkis neljakümnendate aastate algul ja mille üle sellest ajast peale vähemalt kümme korda on diskuteeritud Inglismaal ilmuvas tõsises filosoofia-alases ajakirjas «Mind».

Elas kord piraat hüüdnimega Musthabe. Pikka aega hoidis ta kaubalaevu alalises hirmus. Ühel heal päeval sattus julm mereröövel trellide taha. Ta mõisteti surma poomise teel. «Hukkamine toimub keskpäeval, ühel järgneva nädala seitsmest päevast,» ütles kohtunik kurjategijale. «Ja me valmistasime sulle väikese üllatuse: sa ei tea, mis päeval sind just võlla tõmmatakse. Sellest teatatakse sulle tollesama saatusliku päeva hommikul, kui sinu ees põrgu väravad avanevad. Niisiis tabab sind ootamatu kättemaks.»

Kohtunik oli tuntud sõnapidaja mehena. Ja Musthabe süngestus, kujutades enesele hästi ette, mida tähendab piinarikas teadmatus äkilise surma ootel. Nüüd ei saa ta enam ühelgi ööl rahulikult uinuda.

Piraadi advokaat aga ainult naeris. «Ära lase pead norgu!», patsutas ta oma kaitselusele õlale, kui nad kahekesi olid jäänud. «Kohtuotsust on võimatu täide viia.» Musthabe ajas silmad suureks. «Ja-jaa, võimatu,» jätkas advokaat. «Täiesti selge, et nad ei saa sind puua järgmisel laupäeval. Laupäev on ju nädala viimane päev. Ja kui sa jääksid terveks ja puutumatuks reede pärastlõunani, siis teaksid sa juba täiesti kindlalt, millal kohtuotsus täide viiakse — järgmisel päeval, laupäeval. Niisiis teaksid sa hukkamisaega juba eelmisel päeval, s. o. enne laupäeva hommikut. Jääb üle reede. Nüüd aga mõtle järele: reede on juba viimane päev enne laupäeva. Laupäeval sind aga üles ei pooda. Järelikult peab hukkamine toimuma kõige hiljem reedel. Kuid neil pole õigust nii toimida, sest sa teaksid seda ette juba neljapäeva pärastlõunal! Arusaadav, et reedel ei ähvarda sind ükski oht. Jääb üle neljapäev. Ei midagi taolist! Hukkamisest neljapäeval teaksid sa jällegi eelõhtul — kolmapäeval. Võib-olla siis ehk kolmapäev? Samuti mitte: oma hukkamisest sel päeval teaksid sa juba teisipäeval. Ja nii edasi — kuni homse päevani. Homme nad sind aga ei poo, sest sa tead juba täna, et homme on viimane päev, mil kohtuotsuse võib täide viia.

Seepärast heida magama ja ole rahulik: kohtuotsust ei saa täide viia.»
«Tuhat kuradit,» hüüdis advokaadi loogikast vapustatud piraat. «Ma pole Musthabe, kui teil pole õigus, söör!»
Vana röövel pääses ootamatult mõõga alt, mille Themise karistav käsi oli tõstnud. Vähemalt arvasid nii paljud õpetlased 1951. aastani, kuni äkki... Selle aasta juulis ilmus tollessamas ajakirjas «Mind» loogikaprofessori Michael Screeiveni artikkel. Selle sisu on järgmine.
Ühel järgmise nädala päeval, arvatavasti «mustal reedel», äratas võtmekõlin muretult magava piraadi. Kriginal avanesid kongi uksed. «Kas tulite mind vabastama,» muheles piraat ja... ta jalad läksid nõrgaks: koos valvuriga astus kongi timukas. «Me tulime sulle teatama, et hukkamine on määratud tänaseks,» vastasid külalised sünge rahuga. «Kuid mis alusel?» küsis Musthabe kohkunult.
Tõepoolest, mis alusel? Kas advokaat, see kasuistlike riugaste meister, tõesti eksis? Ei, ei eksinud. Ta järeldused olid laitmatult õiged. Täiesti vältimatult tulenes neist järeldus, mida nimetatakse loogiliseks vasturääkivuseks — paradoksiks. Kuid... Oh, see igavene «kuid»! Ilma selleta ei saanud läbi ka siin, kus nagu kõik äärmise selgusega ja loogilise läbinägelikkusega tõendas seaduste jõetust paradokside anarhia ees. Ja sellele vaatamata osutus inimlik reaalsus loogika paradoksist tugevamaks.
Kui advokaat veenis piraati karistamatuses, lakkas kohtuniku loogikaveas veendunud Musthabe karistust ootamast. Järelikult olid nii timuka visiit kui ka hoiatus hukkamisaja kohta kurjategijale tõepoolest ootamatud! Lugege veel kord kohtuotsust ja te veendute, et see on viidud täide täielikus kooskõlas seadusega, ning mitte ainult juriidilisega, vaid ka loogilisega.
Kas samasugune kuulsusetu lõpp ei oota ehk ka praegusi loogika paradokse?
«Ei,» kuulutab kaine mõistus, mis pimesi allub praeguse loogika koodeksile ja tingimusteta kapituleerub paradokside ees.
Nii arutles Zenon Eleast. Nii arutles Kurt Gödel.
Nii arutleb ka M. Taube, kelle põhjendusi ajakiri «Znanije — sila» ristis «kuradi advokaadi vastuväideteks».
Kuid täpselt samuti arutles ka enesekindel advokaat Musthabeme kohta käivast jutustusest! Ja blameeris end, sest reaalsus tõestas vastupidist.

Muide, mõni sõna «kuradi advokaadist». Katoliku usu nõuete järgi võis pühakute hulka arvata vaid neid, kes veel enne oma «uinumist», enne surma jõudsid sooritada vähemalt kaks imet. Ja pühad isad asusid piduliku pühakuks kuulutamise kombetalituse juurde, korraldades instseneeritud kohtuprotsessi, kus esines «kuradi advokaat». Viimane pani imed kahtluse alla, nõudis tõendeid nende toimumise kohta. Apelleerides paradokside kuratlikule pärandile, kahtleb skeptik Taube just niiviisi ka küberneetika sensatsioonilistes edusammudes ja mitte vähem selle pooldajate lubadustes ning nõuab küberneetiliste imede tõestamist.

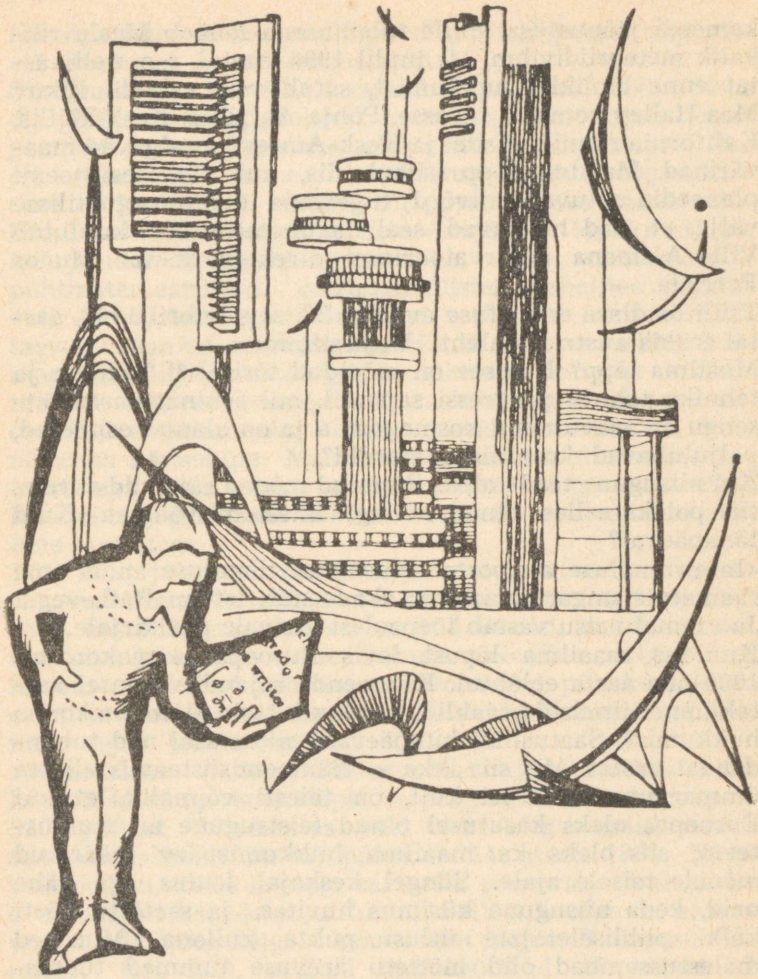
Entusiastidele loomulikult ei meeldi skeptikud. Kuid skeptikute kriitika on nii mõnelgi korral aidanud entusiastidel muutuda järeldustes täpsemaks, kindlapiirilisemaks ja rangemaks, mis lõppude lõpuks tuli teadusele kasuks. Ja ummikusse jooksnud probleem hakkas seetõttu varem või hiljem surnud punktist edasi nihkuma.

1900. aastal toimus Pariisis rahvusvaheline matemaatikute kongress. Tuntud teadlane David Hilbert esitas siin kolmkümmend matemaatilist probleemi. Need olid formuleeritud erakordselt lihtsalt, tihti isegi täiesti elementaarselt ja populaarselt. Sellest hoolimata ei lahendatud tollal neist ühtegi. Veel enam, polnud lootusi isegi lahenduse võimalikkusele. Möödusid aastakümned. Selle aja jooksul olid peaaegu kõik «lahendamatud» ülesanded lahendatud. Ning paljudel juhtudel tänu sellele, et Hilberti probleemidest erutatud teadlased rikastasid teadust uute, põhjalikumate ja täiuslikumate meetoditega. See, mis 1900. aastal näis lootusetult raskena, muutus uuele matemaatikale jõukohaseks. Kas matemaatilise loogika pidev progress tõepoolest ei vii varem või hiljem paradokside lahendamisele? Mõningaid edusamme on selles suunas juba saavutatud. (Näiteks Russelli loodud «tüüpide teooria» teeb habemeajaja paradoksi teatud määral «kahjutuks».)

Paradoksaalne, kuid tõsi, — et algaks liikumine, oli vaja öelda: «Liikumist ei ole!»

«Meid ootab kosmiline katastroof. Maa põrkab kokku asteroidiga! Või siis komeediga. Kas kujutate enesele ette plahvatust, mis tugevuselt võrdub termotuumaplahvatusega?»
«Paanikaks pole mingit põhjust: niisuguse kohtumise tõenäosus on tühiselt väike.»
«Olgu pealegi, kuid meie planeeti võib torpedeerida Kuu; ja sellest tuleb juba tõeline katastroof! Muuseas, juba ammu enne kohtumist meie loodusliku kaaslasega hävitab paisuv Päike oma kuumusega kogu elu Maal.»
«Selletaoliste (üsna hüpoteetiliste) sündmuste ajaskaala hõlmab miljardeid aastaid. Mistahes prognooside koostamine niivõrd pika aja peale on aga puhas spekulatsioon!»
«Miks? Tundes loodusseadusi, on meil täielik õigus ekstrapoleerida päikesesüsteemi, Maa ja selle elanike arenemist. Näiteks väidavad evolutsiooniseadused, et inimkond sureb miljoni aasta pärast välja.»
«See on eksitus. Loomuliku valiku reegel ei puuduta enam inimest.»
«Ja ikkagi, et võimalikke hädaohte ennetada, peame ühiskonna arengutendentse kainelt analüüsima. Kas ei ähvarda Maad energeetiline nälg? Ja ülerahvastus? Või inimese käsutuses olev tohutu purustusjõud?»
Müstilised prognoosid. Põhjendatud ja põhjendamata kartused. Kuhu jõuab kord inimsugu? Ja kas pole aeg mõelda sellele juba praegu?

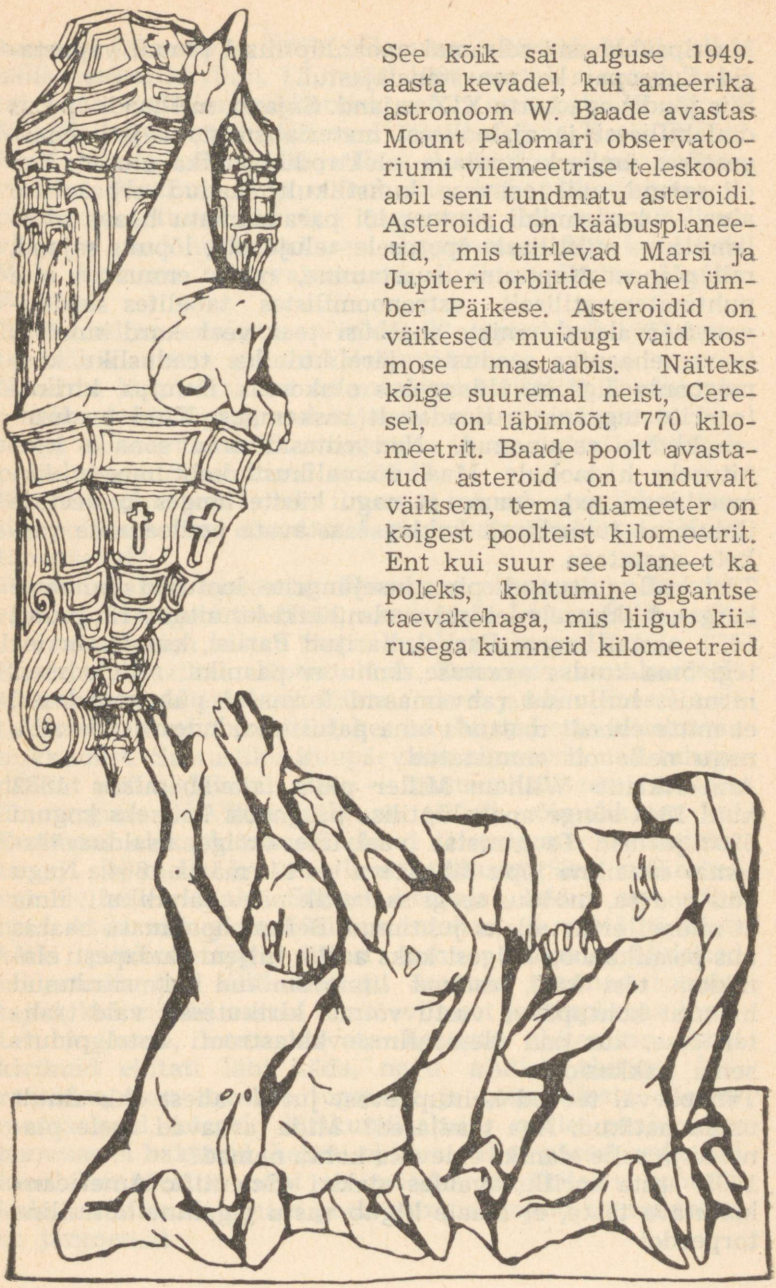
## MAAILMA LÕPP?



«Neljapäeval, 18. mail aastal 2000, täpselt kell 13.30 Mehhiko aja järgi meie maailm hukkub! Kolmekümne seitsme aasta jooksul, mis selle aja saabumiseni on veel jäänud, tugevnevad ja sagenevad maavärinad, vulkaanipursked ja atmosfäärikatastroofid. Maailma peatse hukkumise esimesi tundemärke võib täheldada 15. novembril 1966. aastal: sel päeval põrkab meie planeet kokku kahe tundmatu

komeedi jäänustega, mille tulemusena langeb Maale rikkalik meteoriidivihm. 11. juulil 1996. aastal, s. o. neli aastat enne lõplikku hukkumist, satub oma orbiidil liikuv Maa Halley komeedi sabasse. Põhja-Aafrikas, Kesk-Tšiilis, Kalifornia rannikualadel ja Kesk-Ameerikas algavad maavärinad. Maailma lõpp saabub siis, kui päikesesüsteemi planeedid satuvad niivõrd tugevasse elekromagnetilisse välja, et nad hakkavad seal lagunema.» Nii kuulutab Villa Alemana observatooriumi direktor doktor Muños Ferrada.
Tšiili teadlase ennustuse avaldas 23. septembril 1963. aastal trükis austria ajaleht «Volksstimme».
Maailma lõpp? Kas see on mõeldud tõsiselt?! Teaduse ja tehnika tohutu progressi sajandil, mil seninägematu õitsengu on saavutanud kosmogoonia ja on alanud esimesed, paljulubavad kosmilised stardid?
Kui niisugune teade oleks ilmunud mõned sajandid varem, siis poleks selles olnud midagi imestamisväärset. Kuid tänapäeval?
«Inimrumaluse ajaloost». Niisuguse nimetuse andis oma raamatule ungari teadlane, akadeemik Istvan Rath-vegh. Ja raamatu sisu vastab tõepoolest kurvale pealkirjale.
Kuuldus maailma lõpust levis Euroopas esmakordselt 1000-nda aasta eelõhtul. Kümnenda sajandi viimasel aastakümnel ilmusid oraaklid, kes kuulutasid ette inimkonna hukkumist. Saatusliku kuupäevana nimetasid nad tuhandendat aastat. Mis siis ikka — kümnendsüsteemis oli see ümmargune arv. Tõsi küll, on täiesti võimalik, et kui Euroopas oleks kasutusel olnud teistsugune arvutussüsteem, siis oleks ka maailma hukkumispäev määratud mõnele teisele ajale. Süngel keskajal leidus aga vähe neid, keda niisugune küsimus huvitas, ja seetõttu võeti kõiki piibliseletajate ütlusi puhta kullana. Muistsed mälestussambad olid mõttetu ärevuse tummad tunnistajad, kui mõned aastad enne «viimset kohtupäeva» lõpetati tugevate, vastupidavate hoonete ehitamine. Isegi kirikuid ehitati läbi häda, nagu ajutisi ehitusi, kiirustades, ilma tavalise tugevuse ja vormimiseta. Monumentaalseid, kõrgeid kirikumürakaid, mille peale ajahammas ei hakanud, hakati ehitama alles pärast seda, kui kindlaksmääratud tund oli möödas ja äkitselt armulikuks muutunud jumala poolt mingisuguseid repressioone ei järgnenud.

Massipsühhoosid selsamal apokalüptilisel pinnal vapustasid Euroopat ka renessansiajastul.
Siis jõudis aga kätte XIX sajand. Sajand, mil loodi õpetus dialektilisest ja ajaloolisest materialismist, rajati energeetikat ümberkujundava elektrodünaamika alused. See oli sajand, mil esimese kunstlikult saadud orgaanilise aine — karbamiidi süntees lõi parandamatu haava vitalismile — müstilisele õpetusele «elujõust», lõpuks sajand, mil planeet Neptuuni avastamine, mida ennustati ette puhtmatemaatiliselt, astronoomilistes tabelites sisalduvate kõrvalekaldumiste analüüsi teel, veel kord kinnitas taevamehaanika seaduste, järelikult ka teadusliku kosmogoonia õigsust. Niisuguses olukorras muutus kirikuteenrite tegevus arusaadavalt raskemaks. Kuid teaduseoraaklid ei rahunenud. Nad viitasid oma sõnade kinnituseks hädaohule Maa võimalikust kohtumisest komeetidega, seda enam, et nagu kiuste langes komeetide ilmumine juhuslikult kokku laastavate epideemiate raskete aastatega.
Tõsi küll, jultunud pimedusejüngrite lootused inimeste kergeusklikkusele leidsid veel nüüdki kinnitust. 13. juunil 1857. aastal haaras Pariisi, haritud Pariisi, kus Leverrier tegi oma kuulsa avastuse, kohutav paanika: religioossest hirmust hullunud rahvamassid tormasid pühakodadesse, et mitte elusalt mattuda oma patuste kodude rusude alla, nagu neile oli ennustatud.
Ameeriklane William Miller pidas ajavahemikus 1832 kuni 1844 sünge apokalüptilise prognoosi kaitseks koguni 3200 jutlust. Ta nimetas veel ühe «kõige usaldusväärsema» maailma lõpu tähtpäeva — 14. märts 1864. Nagu võis oodata, möödus seegi saatuslik päev rahulikult, ilma et midagi erilist oleks juhtunud. Sellest hoolimata haaras uus paanikahoog kõigest kaks aastat hiljem Budapesti elanikke; tõsi küll, arukad linnaelanikud ei siirdunud hirmsat kohtupäeva vastu võtma kirikutesse, vaid trahteritesse, kus nad ülemaailmse katastroofi ootel pidutsema hakkasid.
Tänapäeval teevad kohtupäevast juttu vahest ehk ainult usufanaatikud. Aga teadlased? Mida arvavad meie planeedi ja selle elanike tuleviku kohta nemad?
1965. aasta aprillis avaldas ajakiri «Scientific American» kohutava teate, et Maale liigub vastu gigantne kosmiline torpeedo!



See kõik sai alguse 1949. aasta kevadel, kui ameerika astronoom W. Baade avastas Mount Palomari observatooriumi viiemeetrise teleskoobi abil seni tundmatu asteroidi. Asteroidid on kääbusplaneedid, mis tiirlevad Marsi ja Jupiteri orbiitide vahel ümber Päikese. Asteroidid on väikesed muidugi vaid kosmose mastaabis. Näiteks kõige suuremal neist, Ceresel, on läbimõõt 770 kilomeetrit. Baade poolt avastatud asteroid on tunduvalt väiksem, tema diameeter on kõigest poolteist kilomeetrit. Ent kui suur see planeet ka poleks, kohtumine gigantse taevakehaga, mis liigub kiirusega kümneid kilomeetreid

sekundis, ei ennusta midagi head. Kui see kivist kosmosekülaline satuks Maa atmosfääri, oleks katastroof suurem kui Tunguusi meteoriidi langemisel 30. juunil 1908. aastal. Laastamistöö ulatus poleks väiksem kui vesinikupommi plahvatusel. Ent kas niisugusteks kartusteks on mingit alust?

Baade asteroid registreeriti numbri all 1566 ja talle anti poeetiline nimi Ikaros. Arvutused näitasid, et Ikaros liigub elliptilisel orbiidil ja periheelis möödub Päikesest 27 miljoni kilomeetri kauguselt. Ükski teine selliste mõõtmetega kosmiline keha ei tule meie valgusallikale niivõrd lähedale. Iga üheksateistkümne aasta järel möödub aga Ikaros Maa lähedalt.

«Scientific Americani» sõnumis märgitakse, et asteroid läheneb meie planeedile. Teadlased arvutasid välja, et 15. juunil 1968. aastal on Ikarose ja Maa vaheline kaugus minimaalne — umbes seitse miljonit kilomeetrit. Seda pole muidugi vähe! Kuid asi on selles, et möödumisel satub Ikaros Merkuuri lähedale. Ja pole võimatu, et Merkuuri külgetõmbejõud muudab Ikarose orbiiti. Piisab vaid mõnekraadilisest kõrvalekaldest, et asteroid põrkaks kokku Maaga. Kas traagiline kohtumine on tõesti vältimatu?

Moskva ülikooli taevamehaanika ja gravimeetria kateedri vanem teaduslik töötaja M. Jarov-Jarovoi kommenteeris seda oletust järgmiselt:

«Asteroid ja Maa võivad muidugi kokku põrgata. Teoreetiliselt. Et see aga juhtuks, on vaja peaaegu uskumatut asjaolude kokkusattumist. Esiteks peavad Maa ja Ikarose orbiidid lõikuma, teiseks, mis aga praktiliselt on täiesti välistatud, peavad mõlemad taevakehad sattuma ühte ja samasse punkti üheaegselt. Mistahes arvestused ja prognoosid niisuguse kokkusattumise kohta pole kuigi veenvad.»

Taevakehade kohtumisi tuleb muidugi aeg-ajalt ette. 21. oktoobril 1965. aastal ootasid astronoomid komeedi Ikeya-Seki langemist Päikesele. Eredad päikesekiired hajutavad komeedi saba ja hõrendatud gaasist koosneva komeedi pea atmosfääri. Valgusallika tuline hingus aurustab ammu enne kokkupuutumist hõõguva kera pinnaga ammoniaagijää, mis moodustab peamise osa komeedi pea massist. Külmal Maal ei ole niisugust võimalust: ta on kaitsetu, kui mitte lugeda omalaadseks soomuseks kerget

õhkvaipa, millesse meie planeet on mähitud. Astronoomide ennustus aga ei täitunud: Ikeya-Seki trajektoori esialgsed arvutused osutusid ebatäpseteks ja komeet läks «märklauast» mööda. Analoogiline lugu juhtus ka Ikarosega.

Praegu teatakse juba seitset kosmilist sabaga veidrikku, mis tulid Päikesele üsna lähedale. Kuid kõik nad, teinud tiiru ümber taevakeha, eemaldusid seejärel planeetidesüsteemist. Komeedi kokkupõrge tibatillukese Maaga on veelgi vähem tõenäoline. Kuid see pole ka võimatu: üha rohkem teadlasi jõuab veendumusele, et Tunguusi katastroofi põhjustas just nimelt komeet — ei kosmoselaev Marsilt, meteoriit ega muidugi mitte ka laserikiir, mida teiste planeetide elanikud oleksid võinud saata. Tõsi küll, arvatakse, et maailmaruumist pärinevate gigantsete kutsumata külaliste visiidid toimuvad umbes kord tuhande aasta jooksul.

Millised võivad olla niisuguse kohtumise tagajärjed?

Viimase saja viiekümne aasta jooksul on Siberis kümneid kordi leitud mammutite jäänuseid. Mitte ainult skelette, vaid ka terveid kehi, mis külmunud pinnases olid suurepäraselt säilinud. Neid anatomeerides leidsid teadlased seedetraktist männi-, kuuse- ja lehtpuuoksakesi, koort, käbisid ja okkaid. Tänapäeval neid puuliike tundras enam ei esine, nad kasvavad sadu kilomeetreid lõuna pool. Järelikult oli siinne kliima palju aastatuhandeid tagasi soojem, taimekasv aga rikkalikum. Kõige salapärasem on aga see, et mammutite maod olid täis seedimata toidukamakaid, nende lõugade vahele oli aga jäänud isegi mälumata rohtu! Jääb mulje, nagu oleksid elutingimustega suurepäraselt kohanenud hiiglaloomad surnud ootamatult — kõige tõenäolisemalt järsu jahenemise tõttu. Jahenemine pidi olema niivõrd järsk, et loomad soojematele aladele minna ei jõudnud ja külmusid üleni ning läbinisti, kaasa arvatud magu... Kuidas võis see juhtuda?

Huvitava hüpoteesiga, mis on esitatud poola õpetlase L. Zajdleri raamatus «Atlantis», tutvustas lugejaid «Nedelja»: «Kolossaalsete mõõtmetega kosmiline keha — A. Kamienski nimetab seda Halley komeedi tuuma üheks osaks — põrkas kokku Maaga. Maa võpatas ja nihkus 30° võrra välisjõu mõjumise suunas. Pooluste nihke tulemusena muutus meie planeedi kõikide

punktide geograafiline laius, s. o. muutus kogu Maa kliima.» Vahetult pärast kokkupõrget kandusid kontinentidele merepõhja kõikumisest ja vulkaanilisest tegevusest tingitud gigantsed lained, mille kõrgus ulatus sadadesse ja tuhandetesse meetritesse. Maakoore lihkega kaasnesid maavärinad ja vulkaanipursked. Atmosfäär täitus lämmatavate gaaside ja tolmuga, tumenenud taevast langes porivihma. Kerged loomad viis veeuputus kaasa ilma neile erilist viga tegemata, mitme tonni raskused mammutid aga vajusid märga pinnasesse ja hukkusid.

Kahjuks on see versioon üsnagi kaheldav. Kui Zajdleri poolt esitatud katastroofi kirjeldus vastaks tõele, siis oleksid hukkunud niihästi mammutid kui ka kõik teised loomad ja inimesed. Mis aga Ikarosesse puutub, siis on selle mass Maa massiga võrreldes tähtsusetult väike. Ja kokkupõrge asteroidiga, kui see tõepoolest oleks juhtunud, poleks põhjustanud mingit olulist nihet maakera koores või telje asendis.

Mammutid võisid aga hukkuda teistelgi põhjustel. Siinkohal on huvitav meelde tuletada ka teiste fossiilide, hiidsisalike saatust. Need surid välja mesosoikumi kriidiperioodi lõpul (umbkaudu 70 miljonit aastat tagasi). 1957. aastal avaldasid professorid I. Šklovski ja V. Krassovski arvamust, et dinosauruste ja teiste roomajate huku põhjuseks oli kosmilise kiirguse valang. Tõenäoliselt plahvatas grandioosse kosmilise tulevärgina üks täht päikesesüsteemi läheduses (astrofüüsikud arvavad, et Päikest ennast niisugune saatus ei ähvarda). Plahvatusel tähe mass pihustus ja muutus radioaktiivseks pilveks, mis võis rohkem kui sajakordselt tõsta kosmilise kiirguse kalgi komponendi maapealset fooni. Tugev kiirgus hävitas kogu gigantsete roomajate soo. See kiirgus ei surmanud aga kõiki elusolendeid. Vastupidi, mõne liigi puhul võis see olla just soodne evolutsioonifaktor.

Tõsi küll, paljud paleontoloogid arvavad, et dinosaurused ja nende hõimud surid välja järsu jahenemise tagajärjel. Kuid ka nende pikaajaliste temperatuurikõikumiste põhjuseks Maal võivad ju mõnikord olla kosmilised protsessid! Näiteks seostavad paleontoloogid jääliustike pealetungi ja taandumist päikesekiirguse pulsatsiooniga. (Viimast võivad nõrgendada näiteks planeetidevahelise gaasi ja tolmu pilved, mida Maa vahetevahel läbib.) Järelikult

on kataklüsmid Maa biosfääris täiesti võimalikud ka ilma Maa kokkupõrkamiseta kosmiliste kehadega.
Muuseas, milleks see jutt minevikust peatükis, mis on pühendatud tulevikule? Sellele küsimusele aitab vastata näide astronoomia ja paleoklimatoloogia valdkonnast. Elliptiline trajektoor, millel Maa ümber Päikese liigub, muutub kord lapikumaks, kord jälle rohkem ringikujuliseks. Nii kordub see iga 92 000 aasta järel. Tulemusena ei jää planeedi ja taevakeha vaheline kaugus ühe ja sama päeva jaoks mistahes kuus ühesuguseks. Kuid see pole veel kõik. Iga 20 000 aasta järel muutub perioodiliselt ka Maa telje kaldenurk päikeselähedase orbiidi tasapinna suhtes, kõikudes vahemikus 24°36′ kuni21°58′. Arvesse võttes mõlemaid faktoreid, arvutasid astronoomid kiirgusenergia voo planeedi mitmesuguste osade kohta erinevatel epohhidel. Seejärel võrreldi tulemusi jääaegade kronoloogiaga. Kokkusattumus oli ilmne: jahenemisele vastas alati väiksem päikesesoojuse kogus. Jugoslaavia teadlane Milankovič koostas samal meetodil oodatavate kliimamuutuste skaala. Tema arvestuste järgi kiiguvad 20 000 aasta pärast Siberi tuultes palmid. Viiesajandaks sajandiks aga mattuvad kõik põhjapoolkera linnad jää alla. Uus soojalaine tekib umbkaudu kolmekümnendal aastatuhandel, kuid 90 000-ndaks aastaks järgneb jää uus pealetung.
Oletame aga, et meid ei külasta ei meteoorid ega asteroidid. Mida toob Maale tulevik? Kas kurikuulus maailma lõpp on võimalik— loomulikult mitte teoloogilises, vaid geofüüsikalises mõttes?
Autor lubab endale algul tsiteerida nõukogude astronoomi I. Šklovskit: «Väide nii üksikindiviidi kui ka arukate olendite ühiskonna paratamatust hukkumisest pole muidugi mingil määral pessimistlik. Nagu üksikindiviidi hukkumine ei peata ühiskonna arengut, nii ei tähenda ka tsivilisatsiooni häving mingil teatud planeedil aruka elu kadumist maailmaruumis... Kaasajal on valdav enamik uurijaid «lühikese» ja isegi «väga lühikese» ajaskaala poolt tehnoloogiliselt kõrgelt arenenud tsivilisatsiooni jaoks.»
Tuleb lisada, et tuleviku ennustamist peeti sajandite jooksul fantaseerijate ja ... kirikuisade eesõiguseks. Esimesed kujutasid tulevikku peamiselt roosades toonides, teised aga mustades.
Kirikuteenrid lõid maailma lõpust terve «teadusharu» —

eshatoloogia. Muidugi tuginesid nende ennustused esmajoones piiblilugudele tuleviku kohta. Tuleb aga märkida, et pimedusejüngrite laostavast mõjust kergeusklikele pole me veel tänapäevalgi lahti saanud ning kas või juba seetõttu on jutuajamine sel «peateemal» aktuaalne ja õpetlik.

Kirjanikud, kes suunasid oma pilgu tulevikku, lähtusid loomulikult teaduse ja tehnika kaasaegsetest saavutustest. Nende ohjeldamatule fantaasiale jäid valju teadusliku loogikaga piiratud raamid kitsaks ja ainult fantastikakirjanduse rubriik päästis neid teadlaste karmist kriitikast.

Tunduvalt vaesem on teaduslike prognooside bibliograafia. Viimane on pealegi veel suurel määral risustatud niisuguste «ennustajate» töödega nagu Malthus, kellele eshatoloogid on tänuvõlglased suure panuse eest müstilistesse spekulatsioonidesse.

Mida toob mulle saabuv päev? See küsimus erutab inimkonda üha rohkem ja rohkem. Inimkonna kolossaalne loomisvõime konkureerib tema mitte vähem kolossaalse hävitamisvõimega. Nii rõõmsas lootuses kui ka piinavas kartuses pöörduvad inimesed üksteise poole küsimusega: «Mis saab hiljem?» Ja seal, kus teadus vait jääb, võtab kohe sõna religioon.

Teadlased ei tohi vaikida.

Viimastel aastatel on ilmunud huvitavad uurimused, mis kujutavad endast möödunud ja kaasaegse teadusliku progressi teaduslikku ekstrapolatsiooni lähemasse ja kaugemasse tulevikku. Kuningliku Ühingu liige, Nobeli preemia laureaat professor George Thomson kirjutas raamatu «Ennustatav tulevik». Tema laialt tuntud tööga alustasid poleemikat nõukogude autorid I. Lada ja O. Pissarževski raamatus «Tulevikukontuurid». Tuntud nõukogude teadlaste jutuajamistest on koostatud M. Vassiljevi ja S. Guštševi kogumik «XXI sajandi reportaažid». Huvitavaid prognoose sisaldab professor I. Šklovski raamat «Maailmaruum, elu, mõistus». Inglise füüsiku Arthur Clarke'i raamatus «Tuleviku piirjooned» on aga toodud inimmõistuse tõenäoliste teaduslike ja tehniliste saavutuste tabel mitme sajandi peale.

NLKP programm, mis sisaldab tulevase sotsiaalse progressi teaduslikku analüüsi, põhjustas tormilisi vastukajasid välismaal. Inglise ajakiri «New Scientist» hakkas näi-

teks rubriigis «Inimkond, teadus ja tehnika kahekümne aasta pärast» avaldama maailma suurimate teadlaste artikleid. 1964. aastal aga ilmus Prahas rahvusvahelistel diskussioonidel esinenud marksistide kõnede kogumik «Mis ootab inimkonda tulevikus».
Nimetatud raamatutes leiab lugeja teaduslikult põhjendatud vastused kõige mitmekesisematele küsimustele. Nojah, kuid mida huvitavat leiab lugeja talle siin pakutavas peatükis?
Kuidas näeb välja kurikuulus maailma lõpp läbi teaduse prillide? Kas see saabubki kunagi? Mis ähvardab Maad ja selle elanikke tegelikult? Kas inimkonna teel progressile on mingeid saatuslikke kitsendusi? Kui jah, siis kuidas neid ületada? Mille üle tuleks juba täna järele mõelda?
«Ühed räägivad, et maailm hukkub tuleleekides, teised aga, et jäässe mattununa...»
Mitte ilmaasjata ei toonud astrofüüsik George Gamow ühe oma raamatu eessõnas neid ridu ameerika poeedi Robert Frosti luuletusest. Tsitaadi traagiline kõla on täielikus kooskõlas autori kosmogoonia-alaste prognooside salapäraselt prohvetliku tooniga.
Suurel määral jagab Gamowi vaateid tema tuntud kolleeg ja kaasmaalane G. Kuiper. Kuiperi ennustustega algab artiklikogumik «Planeet Maa», mis ilmus rahvusvahelise geofüüsika aasta eelõhtul — 1957. aastal.
Peatükis «Maa võimalik lõplik saatus» kirjutab Kuiper järgmist: «Me peame lahendama küsimuse, kas planeet Maa «sureb» loomulikku surma või välisjõudude poolt pealesunnitud «vägivaldsesse surma».» Seejärel vastab ta küsimusele, mis meid ootab.
... Oletame, et meie päevane ja öine valgusallikas ei muutu ning et Maa arengule mõjuvad peamiselt sisejõud. Siis ei tohiks mingid kartused tumestada inimkonna rahulikku sammu progressi teel. Kuid ei, selgub, et meie järeltulijaid ähvardab küll kauge, kuid tõsine hädaoht.
Käesoleval ajal on kolm neljandikku maakera pinnast kaetud veega. Kosmilisele vaatlejale näib meie planeet Maa pigem planeedina Vesi. Planeedil Vesi on aga reaalsed šansid muutuda sõna otseses mõttes tõeliseks planeediks Maa!
Kujutlege gigantseid ookeanitühemikke, mis on jäänud ilma miljarditest tonnidest veest, kujutlege viljatute kontinentide kohal laiuvat ühegi pilverüngata taevast, kujut-

lege kuivanud allikaid ja jõesänge, mis armidena Maa kurba palet lõikavad, kujutlege tohutuid tolmupilvi, mis tungivad kõikjale ja katavad planeedi lämmatava vaibana, kujutlege lõpuks päeval tulikuuma ja öösel jääkülma tuule hingust. See on kurb pilt surmast ja laastatusest, mis nii vähe sarnaneb meie rohelise ja pidurüüs planeediga . . .

Kas see on tõepoolest võimalik? Mõelge ise.

Kui Päikeselt Maale langev kiirgus ja atmosfääri kõrgemate kihtide temperatuur jäävad muutumatuks, siis lendub veeaurust Päikese ultravioletsete kiirte toimel tekkinud vesinik õhuookeanist endiselt kosmosesse. Nimelt nii kulgebki fotolüüs: vee molekulide pöördu-



matu lagunemine hapnikuks, mis jääb atmosfääri, ja vesinikuks, mis lendub kosmosesse. Käesoleval ajal on maailmamere nivoo mõne meetri võrra madalam kui miljardite aastate eest. Nagu näeme, alaneb ookeanide veepind tõepoolest. Tõsi küll, fotolüüsist tingitud «kuivenemine» oli kõigi geoloogiliste perioodide vältel liialt väike, et oodata veevarude peatset lõppemist, väidab Kuiper. Kas need kartused olid siis alusetud? Ei, inimkonda varitseb teine hädaoht — planeet Maa muutub lõplikult planeediks Vesi!

Jutt on planeedi «kulumisest» õhuhõõrdumise tõttu, murenemisest, mis aeglaselt kuid kindlalt lõhub põrmuks ka kõige tugevamad kaljud.

Saabub aeg, mil radioaktiivne lagunemine Maa litosfääris nõrgeneb. Üha harvemini ja harvemini voolab kraatritest tulist magmat. Vulkaaniline tegevus ja koos sellega ka mägede tekkimine lakkab. Mis aga murenemisse puutub, siis selle hambad jäävad endiselt halastamatuks. Järkjärgult tasanduvad kontinentide kõrgemad osad. Ookenisügavikud hakkavad täituma settekivimitega. Algab Neptuni üldine rünnak Gaia riigile. Vee pealetung jätkub niikaua, kuni kogu maakera on muutunud suureks ookeaniks...

Selleks kõigeks on vaja vaid «mingid tühised» kümme miljardit aastat. Kuid tunduvalt enne võivad tegevusse astuda välisjõud, ja nimelt sellised, nagu... Alustame vahekorrast meie planeedi lähima naabriga — Kuuga.

On üldiselt teada, et Kuu külgetõmme tekitab kaks tõusulainet, mis vastavalt Maa pöörlemisele liiguvad mööda meresid ja ookeane idast läände ning põhjustavad kaks korda ööpäevas merepinna tõusu — tõusulaine. Taevakehade külgetõmme ei mõju aga ainult veele. Mandri sellele osale, mis teatud ajahetkel on Kuule kõige lähemal, mõjub külgetõmbejõud tugevamini kui Maa kesktsoonile. Ja ümberpöördult, Kuu külgetõmme Maa vastasküljele on nõrgem. Kuu külgetõmme Maa vastaskülgedele erineb tervelt kümne protsendi võrra, seepärast tekivad maakera vastaskülgedel kaks lamedat küngast. Maa pöörlemise tõttu liiguvad tõusulained maismaal idast läände. Nende liikumist takistavad aga maakihtide kohesioonijõud. Tegemist on ilmse hõõrdumisega, ainult kosmilises ulatuses. Kosmilise mõju ja Maa vastumõju titaanlike jõudude heitluse energia muundub soojuseks, mis tõstab meie

planeedi temperatuuri. Kõige huvitavam on aga see, et pikkamööda, sajand sajandi järel, aastatuhat aastatuhande järel pidurdab «tõusulainest tingitud hõõrdumine» maakera ööpäevast pöörlemist. See efekt avaldub ööpäeva pikenemises, samuti Kuu orbiidi muutumises ringikujulisest elliptiliseks ja üha rohkem väljavenitatuks. Kuu kaugeneb Maast. Maa ja selle kosmilise kaaslase vaheline maksimaalne kaugus võib aja jooksul suureneda kuni 40 protsendi võrra praegusega võrreldes. Saabub aeg, mil üks ööpäev on võrdne viiekümne viie praeguse ööpäevaga. Viiekümne viie ööpäevani pikeneb ka kuu, s. o. Kuu tiirlemisperiood ümber Maa. Kuu mõjul tekkinud tõusulaine Maal muutub siis niisama väheliikuvaks nagu praegune Maa külgetõmbest tingitud tõusulaine Kuul. Kuu tõusulainest põhjustatud hõõrdumine kaob.

Päikese tõusulainega kaasnev hõõrdumine jääb aga endiseks, kui vaid ookeanid Maal säilivad. Seetõttu aeglustub maakera pöörlemine endiselt. Uus ööpäev muutub pikemaks kui kuu, mis ikkagi veel moodustab viiskümmend viis praegust ööpäeva. Maal ilmuvad uuesti Kuu külgetõmbest tingitud tõusulained, mis, tõsi küll, liiguvad aeglasemalt kui praegused. Nende poolt esile kutsutud hõõrdumine ei kao aga jäljetult. Selle mõju on vastupidine Päikese tõusulaine mõjuga, mistõttu uued tõusulained hakkavad Maa pöörlemist teatud määral kiirendama. Tulemusena hakkavad ööpäev ja kuu uuesti lühenema, ehkki ööpäev nüüd jääbki kuust pikemaks. Kuu hakkab aeglaselt Maale lähenema, kuni jõuab lõpuks niinimetatud Roche'i piirini. Sellelt kauguselt langeb Kuu aga kõigi oma miljardite tonnidega Maale...

Ei saa muidugi väita, et Kuu ilmtingimata «torpedeerib» Maad, nagu arvas inglise füüsik George Darwin. Võib juhtuda, et Maa külgetõmbe mõjul laguneb Kuu kahjutult tükkideks. Nii kujutleb seda inglise geofüüsik Geoffreys. Meie planeedi ümber tekib massiivsetest Kuu-tükkidest vöönd, mis teatud määral sarnaneb rõngaga Saturni ümber.

Ajaskaala nendel nähtustel, mis tekivad siis, kui Kuu on jõudnud Maast maksimaalsele kaugusele, on aga tunduvalt pikem kui kümme miljardit aastat. Seepärast tuleks enne, kui rääkida Kuu saatusest, tundma õppida teiste välisjõudude toimet.

«Just Päikese evolutsioon määrab Maa evolutsiooni krii-

tilise faasi,» väidab Kuiper, asudes analüüsima Maa võimaliku saatuse kolmandat varianti.
Päikese vanus on tõenäoliselt kuus miljardit aastat, niisuguse massiga tähtede jaoks tähendab see juba küpset iga. Pärast Päikese tekkimist prototähest, jäädavat lahkumist udukogust ja muutumist kaasaegsete mõõtmetega täheks hakkasid tema diameeter ja heledus aeglaselt kasvama. Tema praegune valgustugevus on esialgsest peaaegu ühe neljandiku võrra suurem. Päikese mõõtmete ja heleduse suurenemine jätkub ka tulevikus.
Kolme-nelja miljardi aasta pärast on Päike niivõrd «paisunud», et ta mõõtmed võrduvad Merkuuri orbiidi mõõtmetega. Tema nähtav heledus ei suurene tõenäoliselt üle kümne korra, kuid kiirguse summaarne intensiivsus kasvab sajakordseks. Maa keskmine temperatuur tõuseb kõrgemale vee keemistemperatuurist. Umbes kahe miljardi aasta pärast hakkab vesi ookeanides keema. Huvitav on märkida, et sellega ei kaasne Maa veevarude vähenemine. Asi on selles, et atmosfääri väliskihtides, kust gaasid ja aurud võivad planeetidevahelisse ruumi lahkuda, ei tohiks temperatuur märgatavalt tõusta. Sõltub ju atmosfääri kõrgemate kihtide temperatuur peamiselt ultravioletsest kiirgusest, kuid just viimase osa üldises päikesekiirguses ei peaks oluliselt suurenema. Vaatlejale Kuul või Marsil näib, nagu oleks Maa mähitud hõbevalgesse udulinikusse.
Varem või hiljem hakkavad Päikese mõõtmed loomulikult uuesti kahanema. See tunduvalt lühem evolutsiooniperiood lõpeb Päikese muundumisega valgeks kääbuseks — väikeseks täheks, mille aine tihedus on tohutult suur. Pole võimatu, et Päikese muundumised võtavad aja jooksul katastroofilise ilme. Kuiperi arvates peab aga Maa kui planeet vastu kõigile neile muundumistele kuni valge kääbustähe staadiumini. Mingil teatud perioodil veeaur kondenseerub. Tihe pilvedest eesriie hajub. Planeedi kummalegi «tipule» ilmuvad jälle jäämütsid. Mõne miljoni aasta pärast külmuvad ookeanid, kontinendid aga mattuvad jääsoomuse alla. Antarktika valge vaikus, mida lõhestab ehk vaid jäise tuule vingumine, valitseb kogu planeedil poolustest ekvaatorini. Kosmilise vaatleja silmadele avaneb sünge ühetooniline pilt, mida vaid harva elustavad vulkaanipursete tulised sähvatused...
Päikeseloojangu eel... Nii näeb välja planeedi Maa tule-

vik Kuiperi kujutluse järgi. Kuid kuulakem teisi teadlasi, mõned neist on palju optimistlikumalt meelestatud. Füüsika-matemaatikadoktor Alla Massevitš on arvamusel, et Päikese mass ja valgustugevus pidid viimase kolme miljardi aasta jooksul jääma praktiliselt muutumatuks. Seevastu aga neli-viis miljardit aastat tagasi võisid Päikese mõõtmed olla teistsugused. V. Fessenkovi hüpoteesile ja tähtede ehituse teooriale tuginedes saab välja arvutada, et maksimaalne mass, mis Päikesel minevikus (umbes kaheksa miljardit aastat tagasi) võis olla, oli kümme korda, valgustugevus kaks tuhat korda, läbimõõt aga viis korda suurem kui praegu.

Mis juhtub meie valgusallikaga tulevikus?

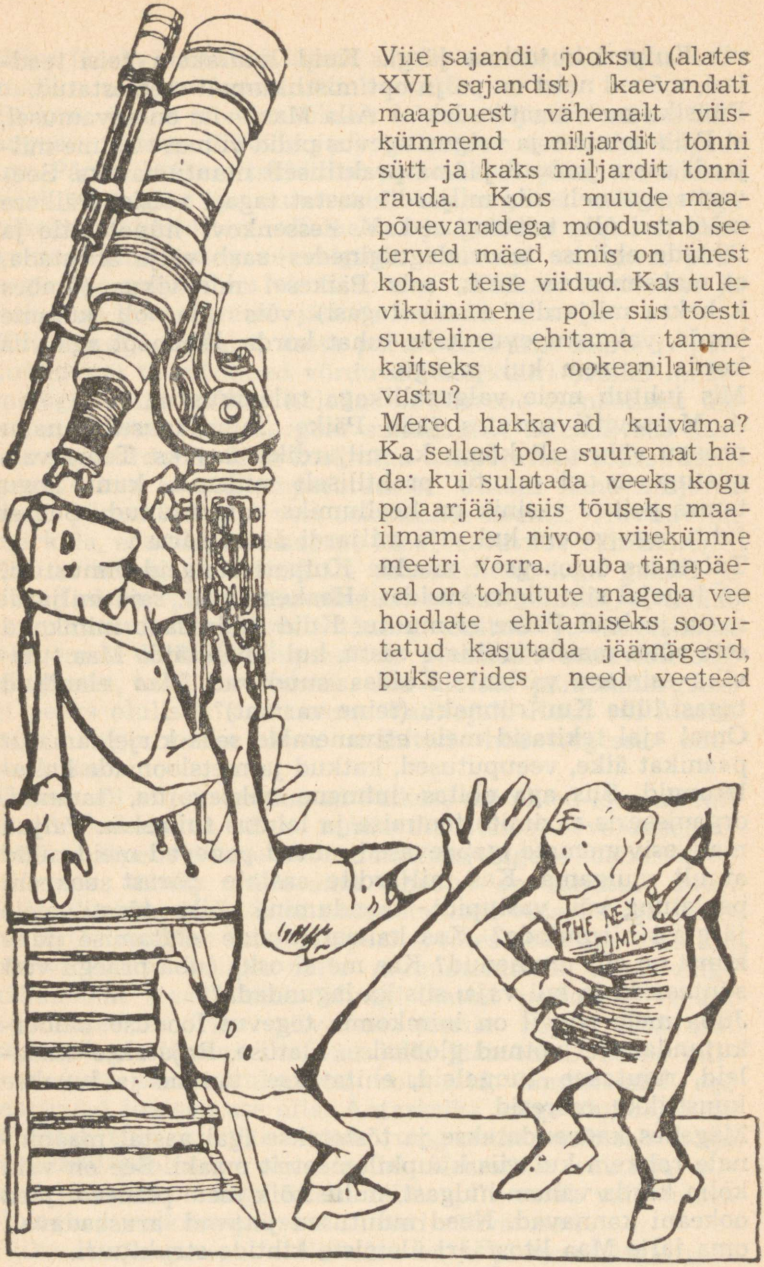
A. Massevitši arvates jääb Päike samasuguseks nagu praegu vähemalt kümneks miljardiks aastaks. Tema valgustugevus ei muutu praktiliselt niikaua, kuni kogu temas peituv vesinik on heeliumiks muundunud. See ei juhtu aga varem kui saja miljardi aasta pärast.

Tuletades õigeaegselt meelde Kuiperi süngeid ennustusi, on lugejal siin õigus küsida: «Heakene küll, saja miljardi aasta jooksul Päike ei muutu. Kuid mida saab inimkond ette võtta maiste stiihiate vastu, kui läheb täide Maa tuleviku esimene variant? Kuidas suudavad Maa elanikud tagasi lüüa Kuu rünnaku (teine variant)?»

Omal ajal tekitasid meie esivanemate seas kirjeldamatut paanikat äike, veeuputused, katkud ja metsloomade kallaletungid. Siis aga ehitas inimene piksevarda, tammid, organiseeris ravimite tootmise ja leiutas tulirelva. Paljud meie esivanemate igapäevased mured panevad meid nüüd ainult muigama. Kas miljardite aastate pärast ookeani pealetung või, vastupidi, taandumine võiks tõesti meie järglasi hirmutada? Kas kaitsetammide ehitamise iidne kunst on siis ununenud? Kas me ei oska juba praegu vett sünteesida ja kui vaja, siis ka lagundada?

Juba meie päevil on inimkonna tegevus looduse ümberkujundamisel võtnud globaalse ulatuse. Rajatakse kanaleid, raiutakse tunneleid, ehitatakse tamme ja luuakse kunstlikke meresid.

Mägedes kaevandatakse ja tõstetakse igal aastal maapinnale rohkem kui viis kuupkilomeetrit maaki. See on vaid kolm korda vähem hulgast, mille kõik meie planeedi jõed ookeani kannavad. Need muutused jätavad arusaadavalt oma jälje Maa litosfääri ülemiste kihtide struktuuri.




Viie sajandi jooksul (alates XVI sajandist) kaevandati maapõuest vähemalt viiskümmend miljardit tonni sütt ja kaks miljardit tonni rauda. Koos muude maapõuevaradega moodustab see terved mäed, mis on ühest kohast teise viidud. Kas tulevikuinimene pole siis tõesti suuteline ehitama tamme kaitseks ookeanilainete vastu?

Mered hakkavad kuivama? Ka sellest pole suuremat häda: kui sulatada veeks kogu polaarjää, siis tõuseks maailmamere nivoo viiekümne meetri võrra. Juba tänapäeval on tohututes mageda vee hoidlates ehitamiseks soovitatud kasutada jäämägesid, pukseerides need veeteed

kaudu kõrbete lähedale. Kaks-kolm sellist jäämäge tammiga kaitstud lahes — ja kõrb on terveks aastaks varustatud kunstliku Volgaga, mis on suuteline niisutama miljoneid hektareid.
Ühel heal päeval sekkub inimene aga aktiivselt atmosfääriköögi töösse.
Inglise teadlane Arthur Clarke väidab oma raamatus «Tuleviku piirjooned», et inimene hakkab teisi planeete koloniseerima tunduvalt varem, kui ta jõuab õppida juhtima kliimat ja ilma. Esimesel pilgul näib niisugune oletus paradoksaalsena. Kas oma planeedi majapidamises on tõesti raskem korda luua kui kaugeid külmi planeete asustada? Kas edusammud ilma juhtimisel on tõepoolest niivõrd kasinad, kas selle suure ürituse perspektiivid on tõesti nii viletsad, et kliimaprobleemi lahendamine tuleb tunduvalt kaugemale lükata massilistest kosmosedessantidest ja linnade ehitamisest teistel taevakehadel?
Mastaabid, millega loodus oma võimsust mõõdab, on tõepoolest grandioossed. Inimese jõud näib nendega võrreldes lausa tühisena. Võtame niisuguse näite. 6. augustil 1945. aastal ameerika pommilennuki B-29 «Enola Gay» poolt Hirošimale heidetud esimese aatomipommi energia oli tohutu: see oli võrdne 20 000 tonni trotüüli plahvatuse energiaga. Niisuguse lõhkeainekoguse kohaletoimetamiseks on vaja peaaegu viisteist raudteerongi! Suurest jaapani linnast ei jäänud järele midagi muud kui vaid suitsvad varemehunnikud. Kogu sellest kohutavast võimsusest aga piisaks hädavaevu näiteks kerge suvise vihmasagara tekitamiseks Sotši kohal. Vaat milline on nende atmosfääriprotsesside energia, mis põhjustavad pilvede ja sademete tekkimist!
Kuidas, kas võimsa looduse palge ees meil tõesti muud üle ei jää, kui abitult pea langetada ja alandlikult oma saatust ootama jääda?
Ei! Inimmõistus sarnaneb linguga piiblikangelase Taaveti käes, kes legendi kohaselt võitis selle lihtsa relvaga hiiglase Koljati.
Elus puutume kokku suure hulga nähtustega, mis saavad alguse tühistest põhjustest, kuid mille tulemusena vabaneb ohtrasti energiat. Näiteks võib asustamata taigas mahavisatud põlev suitsuots põhjustada sellise hävitava orkaani, mis pühib maapinnalt ehitisi hoopis teises kontinendi otsas. Asi on selles, et sädemest saab alguse metsa-

tulekahju, see aga tekitab tõusvaid õhuvoole suurel ter
ritooriumil. Tekivad pilved ja tuul ning algab võimsat
atmosfäärijõudude heitlus.
Öeldu kehtib täiel määral selle kohta, mida me nimetam
ilmaks. Ja tõsilugu, ilma võib võrrelda püsti seisva pliiat
siga. Vähimagi raputuse korral pliiats kukub. Võtam
näiteks tavalise pilve. Iga hetk võib alata vihmasadu
Pilve tekkimiseks vajaliku tohutu energia on loodus jub
aegsasti varunud. Seda kingib atmosfäärile heldelt mei
Päike. Viimane on võrreldamatult võimsam kõige kohuta
vamast metsatulekahjust. See väsimatu töömees panebk
atmosfäärimootori tööle. Päike aurustab vett jõgedest
meredest ja ookeanidest, tõstab niiske õhu atmosfäär
ülemistesse, külmematesse kihtidesse, veeaur kondensee
rub, tekivad veepiisakesed, neist aga omakorda pilved
Pilvest võib hakata sadama vihma, kuid mitte alati. As
on selles, et vihma vallandav ahel võib mõnikord osutud
lahtiseks. Asetage puuduv lüli kohale ja soovitav tulemu
on kerge vaevaga käes.
Kuidas aga seda puuduvat lüli, ilma «päästikut» leida
Kuidas juhtida vabanenud energiat vajalikus suunas
Meteoroloogilise tasakaalu rikkumisel atmosfääris võiva
ju kusagil naabruses olla traagilised tagajärjed nagu
metsatulekahju näites. Järelikult on «päästiku» proovi
misest vähe, tuleb hoolitseda selle eest, et vabanenu
stiihia «püss» tagasilöögil kedagi valusalt ei haavaks
rääkimata juba sellest, et lask peab täpselt märk
tabama.
Just mööda niisugust teed «päästiku» otsingutel lähevadk
teadlased — «pilvekütid».
Juba möödunud sajandi viimasel veerandil tehti esimes
katseid pilvede mõjutamiseks. Need olid aga liialt naiivse
ja seetõttu lomulikult ka edutud. Alles viimase kahekümn
viie aasta jooksul on sel alal märgata tõsist teoreetilist j
praktilist edu.
Õhuookean muutus inimese ja looduse vahelise võitlus
areeniks.
Juba 1933. aastal sooritas nõukogude teadlane V. Fedos
sejev Ašhabadis huvitavaid katseid. Ta puistas lennukil
pilvedesse peenestatud kaltsiumkloritit. Vaatlejate pool
linna mitmesugustes rajoonides kogutud sademete keemi
line analüüs andis huvitavaid tulemusi. Selgus, et kalt
siumkloritit sisaldasid ainult esimesed vihmatilgad. Hili

semates sademetes, eriti vihma lõpuperioodil, polnud sellest soolast enam jälgegi. Mis juhtus?
Ilma «päästiku» mehhanism hakkas tööle.
Pilvedesse sattunud kaltsiumkloriti mikroskoopilised terakesed hakkasid otsekohe ahnelt niiskust imama. See äratas pilve «letargilisest unest». Pärast algtõuget jätkus protsess juba iseenesest. Mägedelt veereva lumepallina ühines esialgselt moodustunud piisk teel maapinna poole järjest uute peente piisakestega, muutus raskemaks, suuremaks, ja saavutanud mõõtmed 5—10 millimeetrit, purunes uuteks piisakesteks. Tekkinud tütarpiisakesed käitusid samuti: nad kasvasid, muutusid raskemaks, lagunesid. Niisugune laviinitaoline protsess, mida teadlased nimetavad ahelreaktsiooniks, haaras lõpuks kogu pilve. Tulemusena langes pilv piiskadest koosnevate Niagaaradena maapinnale. Selles tegelikult «päästiku» mehhanism seisabki.
Pihustatud kaltsiumklorit mängis niisiis protsessi «algataja» osa. Seetõttu vihma hilisemas staadiumis langenud piisad ei sisaldanudki enam sooli.
Varsti pärast sõja lõppu hakati taolisi katseid korraldama hulgaliselt, kuid peamiselt troopikavööndi maades. Seal tuleb tegemist teha nn. soojade pilvedega. Meie laiuskraadil selliseid pilvi ei esine. Siinsetel pilvedel on tavaliselt ülejahtunud «müts».
Kui mitmekilomeetrise pilvemäe jalamil on umbkaudu 15°. sooja, siis pilve ülemises osas langeb temperatuur isegi suvel miinus 30—40°-ni. Nii imelik kui see ka pole, ent pilvepiisakesed ei külmu isegi sellise «kolmekuningapäeva» pakasega. Nad viibivad ülejahutatud olekus, mis on iseloomulik eriti puhtale veele. Vihma tekkimiseks tuleb aga sundida need piisakesed külmuma ja raheterakesteks muutuma. Kujutavad ju kõik meie vihmad endast rahet, mis teel maapinnale sulab piiskadeks. Kaltsiumklorit ei aita, vaja on teistsugust «alustajat». Kuidas «tõugata tagant» ülejahtunud veepiisakestest jääkristallide tekkeprotsessi?
Aastat viisteist tagasi näitasid ameerika teadlased Schaefer ja Langmuir, et piisab, kui puistata pilvesse kamalutäis või isegi näputäis hõbejodiidi. Kogu kunsttükk seisab selles, et hõbejodiidi ja jää kristallid sarnanevad nagu kaks tilka vett. Mikroskoopiliste jääkristallide asemel, mida atmosfääris sageli ei leidu ning mida kunstlikult on väga

raske saada, võivad hõbejodiidi kristallid täita pilves kristalliseerumistuumade osa. Hõbejodiidi suitsu on aga aine tugeva kuumutamise teel üsna lihtne saada. Veeauru molekulid kasutavad jääkristallikeste asemel tibatillukesi hõbejodiidi osakesi, lähenevad neile ja sadestuvad, suurendades seega niisuguse «jääpähkli» mõõtmeid — peal on jää, selle all aga hõbejodiid. Tekib lumehelbeke, seejärel aga rahetera.

Nii väidab teooria. Mis aga praktikasse puutub, siis kahjuks eksperimendid ei õnnestu alati ega kõikjal. Sellest hoolimata ei seganud see sensatsioonihimulisel ameerika ajakirjandusel uskumatut kära tõstmast. Karjuvate pealkirjade all ilutsesid ajalehtede veergudel *rainmaker*'ite («vihmameistrite») portreed — nii nimetas ajakirjandus teadlasi, kes tegelesid pilvede aktiivse mõjutamisega.

Kohe olid jaol ärimehed, kes huvitusid sellest probleemist puhtärilistel kaalutlustel. Ja kuigi teadlased hoiatasid, et vihma tekitamine inimese tahtel polegi nii lihtne ülesanne, nagu algul näib, et üksikutelt õnnestunud katsetelt ei saa veel üle minna hõbejodiidi massilisele kasutamisele, et põhimõttel «võiga putru ei riku» ei saa pilvi hõbejodiidi suitsuga veel läbi suitsetada, et on vaja oskuslikku doseerimist, ometi tegi reklaam oma töö. Tekkisid terved «vihma hankimise» kompaniid. Pole midagi imestada, et kõige aktiivsemat mõju avaldati seejuures mitte pilvedele, vaid nende kergeusklike farmerite rahakottidele, kes sattusid suuresõnalise reklaami õnge.

Teadusekommersantide ebaõnnestumised ei suutnud Schaeferi ja Langmuiri tõsist teaduslikku ideed kompromiteerida. Tänapäeval katsetatakse hõbejodiidiga kogu maailma uurimisinstituutides, sealhulgas ka Nõukogude Liidus.

Teiseks end õigustanud ülejahtunud pilvede aktiivse mõjutamise meetodiks parasvöötme aladel on peenestatud kuiva jää (tahke süsinikdioksiidi) laialipuistamine pilvedesse. See on seesama jää, mida kasutavad jäätisemüüjad. Nagu jäätisemüügikastides, nii mängib ka taevalaotuses kuiv jää jahuti osa. Täites kogu pilve, tekitavad kuiva jää killukesed enda ümber tugevasti jahtunud tsooni (kuni —70°). Pilvepiisakesed kristalliseeruvad silmapilkselt, moodustades jäätükikesi. Seda aga pilve «äratamiseks» just vaja ongi. Paljukordsete kokkupõrgete tõttu veepiisakeste ja lumehelvestega suurenevad jäätükikesed

raheterа mõõtmeteni. Raheterad aga omakorda teel maapinnale sulavad ja muunduvad veepiiskadeks. Tulemuseks on kas vihmasadu või pilve hajumine.

Pilvede ja udu hajutamisel pole sugugi väiksem tähtsus kui kunstlikul sademete tekitamisel. Kuipalju läheb riigile maksma üksainus kõlbmatu lennuilmaga päev suurel lennuväljal! Kümned lennukid seisavad stardipaigal, sajad reisijad kiruvad ilma, kuid taevas on halastamatu. Kui palju kogu maa õhuväravaid on aastas udu tõttu suletud!

Nüüd aga saabub sellele lõpp. Kunagi vahetult enne



paraadi algust Punasel väljakul — see oli oktoobripühade ajal, 7. novembril 1952. aastal — hakkasid sünged pilved pealinna kohal ootamatult hajuma ja esimesed päikesekiired langesid Spasski tornile. Ilus ilm püsis täpselt demonstratsiooni lõpuni. «Küll aga vedas,» mõtlesid arvatavasti inimesed. Miljonitel moskvalastel polnud aimugi, et ilus ilm ei olnud looduse kapriis, vaid «pilveküttide» kätetöö. Varahommikust peale oli neljast LI-2 ja ühest IL-12 tüüpi lennukist koosnev eskadrill hajutanud tinaseid pilvi linna kohal.

Ja see ei olnud kaugeltki mitte ainus eksperiment.

1951. aasta detsembris suundus lennuk SSSR-L-902 ebatavalisele retkele: ta lendas pilvi hajutama meie maa lennuväljade kohal. Tulemus oli kõikjal ühesugune — nii Iževskis, Kaasanis, Pensas, Saraatovis, Arzamassis kui ka Permis ja Kurgaanis hajus selle imetlusväärse lennuki ilmumisel udu, pilvedesse ilmusid «aknad». Siin on näited meteoroloogide poolt koostatud aktidest:

«Käesolev akt on koostatud selle kohta, et 13. veebruaril 1952. aastal õhutemperatuuril —18° ja tormipilvitusel vabastati Petropavlovski linn udust. Kakskümmend minutit pärast mõjutamise algust hakkasid lennukid maanduma. Süsinikdioksiidi kulus 1,25 kg.»

«Kolme lennu tulemusena on pilvedest vabastatud 950 km$^2$ suurune piirkond. Taevas püsis lennuvälja kohal selgena kaks tundi. Süsinikdioksiidi kulus 6 kg.»

Selge taevas 72 kopika eest! Mõelge ise: üks kilogramm kuiva jääd maksab kõigest 12 kopikat.

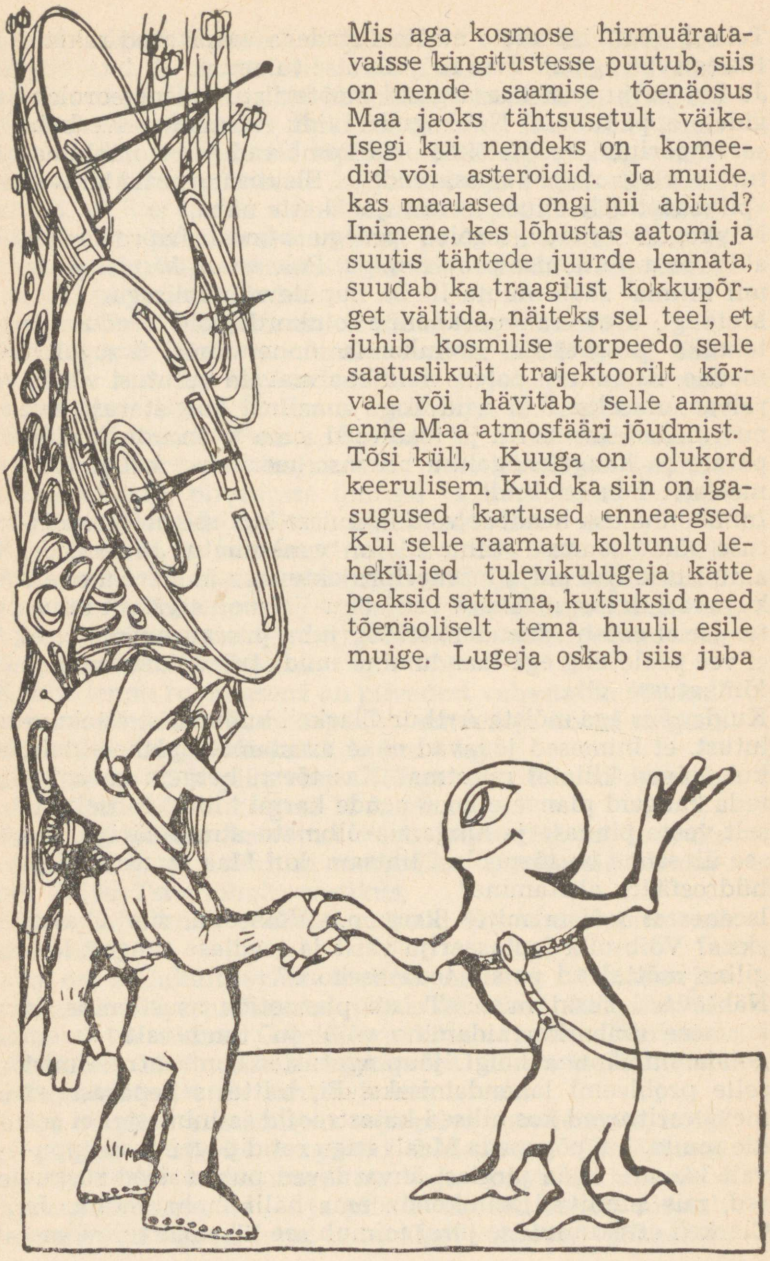
Pärast põhjalikke katsetusi võeti lennuväljade lennuks avamise eespool mainitud metoodika kasutusele Nõukogude Liidu Tsiviilõhulaevastikus.

Pilvede hajutamise oskusest on vaid üks samm võitluseni rahe vastu.

Rahe on põllukultuuride tõeline nuhtlus. Viinamarjaistanduste jääpommitamise tõttu tekitatud kahju 1960. aastal ulatus üksnes Gurdžaanis kümnetesse miljonitesse rubladesse. 1961. aastal organiseeriti Gruusia Põllumajandusministeeriumis rahetõrje teenistus.

Varem oli pilve alistamiseks vaja pilve sisse lennata, kuigi see polnud lendurile kaugeltki hädaohutu. Tänapäeval pole teadlastel enam tingimata vaja «pilvedes hõljuda.» Vajutus stardinupule — ja pilvele sihitud rakett sööstab üles raheteradega täidetud lumivalget «õhulossi» lõhkama.

Teised, geofüüsikaliste mõõteriistadega varustatud raketid fikseerivad aga aktiivse mõjutamise tulemusi.
Ja kui palju teisi kaasaegseid mõõteriistu on meteoroloogidele appi tulnud! Nõukogude Liidu Aeroloogia Keskobservatooriumi raadiolokaatorid kombivad pilvi nähtamatute kiirtega nagu katsesarvedega. Elektronarvutid aitavad «pilveküttidel» õhuookeani tujusid ette näha.
Nõukogude teadus tegeleb praegu atmosfääriprotsesside aktiivse mõjutamise probleemiga. Pole enam kaugel päev, mil kliimat saab muuta lihtsa nupulevajutamisega.
Muidugi, ärev rahvusvaheline olukord pole teaduse ja tehnika progressile inimkonna õnne nimel kaugeltki soodne. Kui ainult poleks neid koormavaid kulutusi võidurelvastumiseks! Kui vaid kogu maailma kõigist rassidest noormehed, insenerid ja teadlased oma planeedi plaanipärase ja kaugelenägeliku rekonstrueerimise kallal üksmeelselt nõu peaksid!
Inimkonna usk headuse võidutsemisse kurjuse üle ja mõistuse võidutsemisse stiihia üle on vankumatu. Ja see pole ainult usk. Kui palju inseneriprojekte maa ja mere ümberkujundamiseks, maakera vee-, õhu- ja soojusrežiimi täiustamiseks ootab rakendamist! Ei, juba praegu on selge, et ei vee pealetung ega taandumine suuda tulevikuinimkonda kimbatusse viia.
Kuidas siis aga mõista Arthur Clarke'i kummalist ettekuulutust, et inimesed jõuavad enne asustamata planeetidele, kui õpivad kliimat muutma? Kas tõesti kergem on asustada kaugeid planeete koos nende karmi kliima, absoluutselt veeta pinnase ja hingamiskõlbmatu atmosfääriga, kas see ülesanne on tõepoolest lihtsam kui Maa atmosfääri ja hüdrosfääri alistamine?
Iseenesest mõista mitte kergem. Võib-olla siis Clarke eksis? Võib-olla fantaseerija vaist ja teadlase rangelt loogiline mõttelend petsid teda seekord?
Nähtavasti siiski mitte. Teiste planeetide asustamine ja kosmose ümberkorraldamine võib ju tunduvalt varem nõuda inimkonna kõigi jõupingutuste kontsentreerimist selle probleemi lahendamiseks. Ei, mitte sellepärast, et meid varitsevad kosmilised katastroofid ja inimestel ei jää üle muud, kui põgeneda Maalt nagu rotid põgenevad uppuvalt laevalt. Meie järglasi ähvardavad puhtmaised raskused, mis sunnivad inimkonda oma hälli maha jätma. Ja Clarke'i ettekuulutuse järgi toimub see lähemas tulevikus.



Mis aga kosmose hirmuäratavaisse kingitustesse puutub, siis on nende saamise tõenäosus Maa jaoks tähtsusetult väike. Isegi kui nendeks on komeedid või asteroidid. Ja muide, kas maalased ongi nii abitud? Inimene, kes lõhustas aatomi ja suutis tähtede juurde lennata, suudab ka traagilist kokkupõrget vältida, näiteks sel teel, et juhib kosmilise torpeedo selle saatuslikult trajektoorilt kõrvale või hävitab selle ammu enne Maa atmosfääri jõudmist. Tõsi küll, Kuuga on olukord keerulisem. Kuid ka siin on igasugused kartused enneaegsed. Kui selle raamatu koltunud leheküljed tulevikulugeja kätte peaksid sattuma, kutsuksid need tõenäoliselt tema huulil esile muige. Lugeja oskab siis juba

gigantse kosmoselaeva — planeedi Maa — kiirust reguleerida, rääkimata Kuu kiiruse muutmisest.
Võimsad tuumaplahvatused võivad nihutada Kuu tema harjunud orbiidilt inimese poolt soovitavale orbiidile. Antigravitatsioonilised ekraanid, kui tulevikuinsenerid need loovad, aitavad Kuu langemist ära hoida. Kuid kes teab, vahest on siis Maa ja Kuu ühendamine koguni soovitav? Ja võib-olla, kui inimene seda tarvilikuks peab, suudab ta Kuud niisama lihtsalt tükeldada, nagu ta praegu tohutuid kaljusid lõhkab. Mis veel Kuust rääkida! Varem või hiljem saab Päike ise inimese ümberkujundava tegevuse objektiks. Jah, Päike ise, olenemata sellest, kas ta hakkab kustuma või veel heledamalt kiirgama.
23. veebruaril 1956. aastal ja 20. juulil 1959. aastal registreeriti ootamatuid muutusi Maa ööpäevase pöörlemise kiiruses. Kõige huvitavam on see, et neile anomaaliatele eelnesid võimsad plahvatused Päikesel. Pariisi Astronoomiaobservatooriumi direktor professor D. Danjean avaldas arvamust, et selle põhjuseks võis olla Maa magnetvälja ja Päikeselt kiirgunud laetud osakeste voo koosmõju. Kui see tõepoolest nii on, kas ei saa siis Päikese abil Maa pöörlemist kiirendada või aeglustada? Võib-olla on Maa magnetvälja aktiivne mõjutamine üks hoob grandioosse kosmoselaeva — meie planeedi — juhtimispuldil? Seda küll, aga kuidas meie kauget päevast tähte mõjutada? Üht võimalust soovitab professor I. Šklovski raamatus «Maailmaruum, elu, mõistus».
I. Šklovski maalib pildi tuumaprotsesside «kaugjuhtimisest» tähel kalgi kiirguse nõelkimpude abil. Plahvatusi, isegi tähtede lõhkemisi võib esile kutsuda lihtsa nupule vajutamisega. Tuumaprotsesside kulgu kiirendades või, vastupidi, aeglustades hakkab inimene Päikese energeetilist majapidamist juhtima, nii nagu metallurgid kõrgahju tööd reguleerivad.
Mõnel lugejal kipitab aga tõenäoliselt juba ammu keelel küsimus: milleks meil tegelikult kõiki neid spekulatsioone üldse vaja on? Mis kasu sellest on, kas me teame või mitte, mis juhtub Maaga miljardite, miljonite või ka tuhandete aastate pärast? Kas meil pakilist lahendamist nõudvaid igapäevaseid probleeme veel vähe on? Muidugi, sel praktiliselt mõtleval lugejal on omamoodi õigus. Palju, oh kui palju tuleb veel teha, et tänast

päeva ei tumestaks haigused ega ikaldused, vaesus ja ebavõrdsus!
Ja kuidas siis õiglast etteheidet pareerida? Kõige parem on nähtavasti appi võtta faktide ja arvude keel.
Silmitsege oma ümbrust. Küünlataoliste tehasekorstnate kohal hõljuvad suitsulondid, autode järel venivad sinkjashallid lehkavad heitgaasilinikud, — aga mis selles ikka imelikku on? Hõljuvad, hõljuvad ja hajuvad, ning jälle on taevas selge. Aga ei! Tööstusettevõtted ja sisepõlemismootorid lisasid viimase saja aasta jooksul meie planeedi õhubasseini ligikaudu 360 miljardit tonni süsihappegaasi, suurendades selle keskmist kontsentratsiooni 13 protsendi võrra. Samal ajal on teada, et süsihappegaas tugevdab atmosfääri «kasvuhooneefekti»! Maakera õhkkate laseb läbi soojendavaid päikesekiiri ja takistab soojuse hajumist maailmaruumi. Nagu kasvuhoone klaas, nii soodustab ka süsihappegaas Päikeselt saadud soojuse säilimist Maal. Võib-olla just see ongi põhjus, miks praegu kõikjal täheldatakse keskmise kliima soojenemist? On teada, et polaaralade lumimütside pindala väheneb praegu kiiremini kui kunagi varem, sulavad jäämäed, veekogud külmuvad märgatavalt lühemaks ajaks, meredel, mis Jäämerega ühendatud pole (Kaspia meri, Surnumeri Palestiinas, Suur Soolajärv USA-s), alaneb nivoo.
Geofüüsikud jälgivad toimuvaid muutusi teatud ärevusega.
Kündmisel nihutatakse igal aastal tohutu suurt mullamassi — kolm korda suuremat kui tulemägedest purskunud vulkaaniliste produktide mass. Adraterad, ratta-, roomiku- ja äkkehambad pihustavad pinnast, rikkudes selle struktuuri. Pinnast mõjutab erosioon, tuulte toimel lendub selle ülemine, pihustunud kiht. Näiteks on üle 50 miljoni hektari (Prantsusmaa pindala!) omal ajal viljakat maad muutunud põllumajandusele täiesti kõlbmatuks. USA põldudelt ja karjamaadelt kandub igal aastal pinnaveega laiali ja hajub tuulte toimel kolm miljardit tonni pinnast, Nõukogude Liidus aga üle poole miljardi tonni. Ameerika Ühendriikides on kaks kolmandikku metsast barbaarselt hävitatud, kõrbealad on aga kasvanud kahekordseks. Aafrikas viis süstemaatiline taimestiku põletamine selleni, et savannid tõrjuvad välja troopilisi metsi, kõrbed aga omakorda savanne. Näiteks nih-

kub Sahaara liiv lõunasse kiirusega keskmiselt üks kilomeeter aastas.

Kui tõkestatakse jõgi, et turbiinilabadega pihustatud vesi annaks elektrivoolu, siis on see muidugi hea. Kui aga tamm suleb kaladele tee merest jõgede ülemjooksule kudemiskohtadesse, siis on see arusaadavalt halb. Ent sada korda halvem on, kui see pole selge juba algusest peale, vaid saab selgeks alles siis, kui midagi ette võtta on juba hilja. Nagu teada, vähenesid Kaspia kalavarud suurel määral seetõttu, et projekteerijad ei osanud tulevikule mõelda. Ega arvutada! Headest kavatsustest juhendudes ja kogu hingest grandi-



oosse elektrifitseerimisprogrammi kiireima täitmise eest võideldes kujutlesid nad tulevikku liiga ühekülgselt ja sattusidki kuninga olukorda, kes ütles: «Pärast meid tulgu või veeuputus!»

Veel mõned arvud.

Kellelegi pole saladus, et kivisöe, nafta, gaasi ja muude looduslike kütuste tagavarad lõpevad lähemate sajandite jooksul. See pole aga veel kõik. Nõukogude teadlase I. Šklovski arvestused näitavad, et kui toodangu maht kahekordistub iga 100 aasta jooksul, siis 2500 aasta pärast peab see olema 10 miljardit korda suurem! See aga tähendab, et neljakümne viiendal sajandil moodustab energiavajadus astronoomilise arvu — 0,0001 päikesekiirguse «totaalsest» võimsusest.

Aga võimalused?

Arvutuste teel on leitud, et tuumkütuses peituv energiahulk ületab vaid 20—30 korda nende looduslike kütusevarude energia, mis praegu meie jalge all veel maapõues on. Tõsi küll, inimene tunneb juhitava termotuumasünteesi saladust. Sellest hoolimata ei saa aga termotuumaelektrijaamade koguvõimsus teatud saatuslikku piiri ületada. Akadeemik N. Semjonov on arvamusel, et see kitsendus on seotud maapinna ja atmosfääri ülekuumenemisega. Järelikult pole kuigi tõenäoline, et termotuumaenergiat võib vabastada rohkem kui 5—10 protsenti maapinna ja atmosfääri poolt neelatavast energiast. Kas me ei peaks sellele mõtlema juba praegu?

On vaid üks järeldus: Maa energeetilistest varudest ilmselt ei jätku arukate olendite ühiskonna arenguks mitmete aastatuhandete vältel.

Tuleb silmas pidada, et I. Šklovski võttis oma arvestustes tööstusliku potentsiaali, järelikult ka energiavajaduse juurdekasvuks üks kolmandik protsenti aastas. Tegelikult on see aga suurem. Nõukogude Liidus näiteks moodustab püsiv iga-aastane juurdekasv 10 protsenti. Nii meil kui ka paljudes teistes maades täheldatakse juurdekasvu pidevat suurenemistendentsi. Kui see aga nii on, kas ei lühene siis Šklovski poolt arvutatud tähtajad veelgi? Võib-olla oli Clarke'il õigus, kui ta arvas, et planeedid asustatakse aastaks 2000?

Vajaka jääb mitte ainult energiast, vaid ka territooriumist maalaste asustamiseks. Ameerika füüsikateoreetik F. Dyson arvutas, et rahvastiku praeguse iibekiiruse kor-

ral peavad kõik inimesed kokku juba 3500 aasta pärast kaaluma niisama palju kui Maa ise. Heitke pilk järgmistele arvudele. Vanal ja keskmisel kiviajal, või teisiti, sadade tuhandete aastate jooksul kuni kuuenda aastatuhandeni enne meie ajaarvamist elas Maal kokku 2—5 miljonit inimest, s. o. niisama palju, kui praegu elab keskmise suurusega linnas, näiteks Leningradis. Hilisemal kiviajal (kuuendast kuni kolmanda aastatuhandeni enne meie ajaarvamist) suurenes Maa elanikkond mitmekordselt, kuid ei ületanud endiselt 20 miljonit inimest. Pronksiajal (kolmandal ja teisel aastatuhandel e. m. a.) kõikus see vahemikus 20—40 miljonit. Antiikse orjapidamisühiskonna ajal (X sajand e. m. a. — III sajand m. a. j.) moodustas rahvastik 100—200 miljonit, feodaalajastul (250—1500. a. m. a. j.) 300—400 miljonit inimest. Edasi aga oli rahvastiku arv aastate järgi selline: 1650. a. — umbes 550, 1750. a. — üle 700, 1850. a. — umbes 1200, 1950. a. — üle 2500, 1965. a. — umbes 3350 miljonit inimest. Oletame, et rahvastiku juurdekasv säilitab praeguse tempo. Sel juhul on 1980. aastal Maal 4 miljardit 200 miljonit elanikku, kolmanda aastatuhande esimeseks aastaks 5,5—6 miljardit. Aga veelgi hiljem?

ÜRO demograafiaeksperdid annavad järgmise prognoosi: 2050-ndaks aastaks suureneb Maa rahvastik 15 miljardini, 2100-ndaks aastaks 35—40 miljardini, 2300-ndaks aastaks aga ületab miljon miljardit. Ja see pole kaugeltki piir! Pealegi kui teadus suudab seejuures pikendada inimese eluiga 150—200 aastani, kinkides talle pealekauba veel igavese nooruse.

Teiselt poolt aga — nagu ütleks bussikonduktor — «pole meie planeet kummist». Maa pindala on 510 miljonit ruutkilomeetrit, millest maailmaookean võtab enda alla 361 miljonit ruutkilomeetrit. Jääb üle 149 miljonit ruutkilomeetrit maismaad, kuid elamiskõlblikuks loetakse sellest vaid 125 miljonit ruutkilomeetrit (ilma arktilise maismaa ja Antarktikata). Mõelge ise: 2000-ndaks aastaks on rahvastiku tihedus kõikjal suurem kui 50 inimest ruutkilomeetri kohta, 2050. aastal — 120, 2100. aastal — 300 inimest ruutkilomeetri kohta, 2300-ndaks aastaks aga saavutab rahvastik kogu planeedil, kaasa arvatud mered, sellise tiheduse, mis on iseloomulik tänapäeva suurlinnadele. See tähendab, et ei jää enam ühtki asustamata maalappi ei kõrbes, mägedes, džunglites ega

ookeanides. Kõikjal, isegi seal, kus haljendasid aasad ja kohisesid metsad, kõrguvad nüüd mitmesajakorruselised pilvelõhkujad. Inimene loob kunstlikud ujuvad saared ja siirdub sinise kontinendi sügavustesse, maapõue. Inimeste eluasemed kasvavad kokku üheksainsaks gigantseks sfääriliseks superlinnaks... Ja edasi? Kas maailma tõesti ootab Malthuse poolt ennustatud katastroof?

Viimase saja aasta jooksul avaldati külluses horoskoope, mis ennustasid inimkonnale külma- ja katkuõudusi elamisvahendite täieliku lõppemise tõttu.

1887. aastal kuulutas inglise bioloog Thomas Huxley ette kaasaegse tsivilisatsiooni hukkumist. Agoonia pidi algama viiekümne aasta pärast, s. o. 1937. aastal, pärast seda kui — vastavalt Huxley arvestustele — taimestik on kogu pinnase lämmastiku ära kasutanud, tšiili salpeetri varud aga lõpevad. Lämmastikunälja idee piinas ka Huxley kaasmaalast, tuntud füüsikut William Crookesi. Crookesi kolleeg sir William Thomson, teisiti lord Kelvin, ennustas aga inimkonna hukkumist lämbumise teel atmosfäärihapniku järkjärgulise muundumise tõttu süsihappegaasiks: seda pidavat põhjustama kivisöe, nafta ja gaasi põletamine järjest suurenevates kogustes.

Kõige õelama ennustuse tegi aga inglise vaimulik Robert Malthus. Oma raamatus «Rahvastikuseadusest», mis ilmus 1798. aastal, väitis ta, et Maa rahvastik kasvab geomeetrilises, põllumajandussaaduste toodang aga aritmeetilises progressioonis. Nälg, sõjad, äärmine vaesus — kõiki neid viletsusi käsitleti kui vankumatuid sotsiaalseid seadusi, mida loodus olevat püstitanud rahvastiku juurdekasvu pidurdamiseks.

Eesrindlike vaadetega inimesed mõistsid sellised teooriad kõigil epohhidel karmilt hukka. Üks esimesi, kes demonstreeris Malthuse vaadete paikapidamatust, oli David Ricardo. Marx ja Lenin aga ei jätnud maltuslusest kivi kivi peale.

1898. aastal pidas K. Timirjazev hiilgava avaliku loengu teemal «Kas inimkonda ähvardab lähemas tulevikus tõepoolest hukkumine?» Suur vene teadlane lükkas sel loengul Crookesi ja Kelvini prognoosid ümber. Timirjazevi ettekuulutus täitus: XX sajandi algul, kui keemikud õppisid tööstuslikus mastaabis ühendama atmosfäärilämmastikku vesinikuga, saades tulemusena ammoniaagi, s. o. poolfabrikaadi kõikvõimalike salpeetrite tootmisel.

oli lämmastikväetiste probleem lahendatud. Crookesi auks tuleb märkida, et ta oma ennatlikust avaldusest peatselt loobus.
Neomaltuslased pole aga tänapäevani rahunenud. Aina uuesti püüavad nad tõestada, et majanduslike raskuste ainsaks põhjuseks Maal on ülerahvastus, mitte aga sotsiaalsed tingimused. Mõned Malthuse järglastest on jõudnud juba otsese kannibalismi jutlustamiseni: õigeks ja loomulikuks väljapääsuks inimkonda ootavatest raskustest saavat... inimsöömine. See kindlustavat Maa elanikkonna toiduga ning hoidvat samal ajal ära ülerahvastuse.
«Mul pole mingit tahtmist isegi kommenteerida seda, tagasihoidlikult öeldes, äärmuslikku vaatevinklit,» räägib akadeemik N. Žavoronkov. «Selle silmanähtavalt kannibaalne vorm pole aga kaugeltki jõudeaja mõttelennu tulemus. Mistahes mastist praegu elavate ja juba hingusele läinud maltuslaste vaadete olemus on kõigil ühesugune. Ja see on liialt tõsine, selleks et lihtsalt käega lüüa ja mitte vastandada tõeliselt teaduslikku analüüsi.
Kui kogu Maal tõsta saagikus eesrindlike põllumajandusriikide tasemeni, siis jätkub toiduaineid isegi külvipindala laiendamata 10 miljardi elaniku toitmiseks, s. o. kolm korda suurema elanikkonna jaoks, kui see on Maal praegu.
Arendades sööda- ja toidukultuure poolel kogu maismaast, võib toiduainetega varustada 50 miljardit inimest; kui siia aga lisada veel Neptunuse riigist saadavad toiduained, siis isegi rohkem kui 100 miljardit.
Kui teadus selgitab lõplikult fotosünteesi mehhanismi ja õpib seda protsessi juhtima, siis saab taimede kasutegurit mitu korda suurendada. Piisab, kui suurendada selle väärtust 0,5—1,5 protsendilt 10 protsendini pooleaastase vegetatsiooniperioodi korral, ja maismaa kogu potentsiaalne külvipind (100 miljonit ruutkilomeetrit) võib toita juba triljon inimest.
Mu ees on seeria pilte, mis kujutavad nagu imestunud fantaseerija silmadega nähtud udulinikus tulevikku. Kuid ei, kunstnik ei illustreerinud nendega professionaalse kirjaniku fantastikaromaani, vaid kommenteeris pliiatsi ja pintsli abil teadlase ennustusi. Tõsi küll, teadlasel ei puudu kujutlusvõime, kuid tegemist on ikkagi

kõige tõelisema teadlasega, tuntud füüsiku, Briti Planeetidevahelise Ühingu esimehe Arthur Charles Clarke'iga.
Niisiis, milline on maailm viiesaja aasta pärast?
Kaksteist pildikest. Allkirjad: «2465. aasta jaanuar». «2465. aasta veebruar». Ja nii edasi — kokku täpselt tosin pilti. Tohutute pilvelõhkujatega linnad. Mitmekorruselised teed. Sõitvate, ujuvate ja lendavate autode üliküllus. Rohelised staadionid. Metsarikkad mäenõlvad. Viljakad põllud. Mereistandused. Kuldsed supelrannad. Ja päikesepaistel naeratav vaba ääretu meri, mida kohati kaunistavad mitmevärvilised purjetiivad ning mis haarab vaatevälja kuni silmapiirini. Lõpuks inimene, sihvakas ja elegantne, kes sarnaneb veidi moežurnaalist võetud pildiga. Asi pole aga selles. Kuhu on jäänud eluruumi pärast sõdivate konkurentide raevust moondunud näod? Kus on näljast vaevatud, kahvatud, järelevalveta lapsed? Kus on Malthuse poolt ennustatud ülemaailmne nälg, ülerahvastus, katkud? Miks aasad endiselt haljendavad, metsad kohisevad ja aiad ning põllud endiselt vilja kannavad? Võib-olla pole Clarke'il tormiliselt ülespoole tõusvast rahvastiku juurdekasvugraafikust aimugi?
Nähtavasti on asi milleski muus. Isegi Läänes muutub inimvihkamise apostli Malthuse sünge utoopia üha ebapopulaarsemaks, progressiivselt meelestatud teadlaste seas aga ei leia see vähimatki vastukaja.
Clarke ei ole kommunist. Kuid sõjakas antikommunism ja selle jälk võsu «külm sõda» on talle ilmselt vastikuks muutunud. Teadlane ei püüa idealiseerida maailma, milles ta elab. Vastupidi, A. Clarke'i teostes võib kohati leida nükkeid, mis kurikuulsa «vaba maailma» elulaadi riivavad. «Kuid sotsiaalpoliitilisi probleeme puudutab Clarke vaid möödaminnes, vältides hoolikalt marksistliku ja kodanliku ideoloogia lahinguvälju,» kirjutab ajalooteaduste doktor I. Bestužev. «Kapitalismi ja sotsialismi vahelises ajaloolises võitluses eelistab ta jääda neutraalseks. Autori selgelt märgatavaks juhtmõtteks on, et teaduse progress peab aitama inimkonnal tänapäeva süngetest vastuoludest jõuda helgesse tulevikku.»
Raamatus «Tuleviku piirjooned» visandab A. Clarke selle progressi piirjooned. Ta esitab kuulsa tabeli, mille on ära toonud kõik maailma trükiväljaanded. See koosneb kolmest osast: teaduse ja tehnika saavutused eile, täna ja homme.

| Aasta | Transport | Informatsioon | Materjalid, tööstus | Bioloogia, keemia | Füüsika |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1800 | | | Aurumasin | Anorgaaniline keemia | Molekulaar-atomistlik teooria |
| | Vedur | Fotoaparaat | | | |
| | | Babbage'i arvutusmasin | | Karbamiidi süntees | |
| | Aurik | | | | |
| 1850 | | Telegraaf | Tööpingid | | Spektroskoopia |
| | | Telefon | | | Elektriakumulaatorid |
| | | Fonograaf | Elekter | Orgaaniline keemia | |
| | Auto | Aritmomeeter | | | Elektromagnetism |
| | | | | | Evolutsiooniteooria |
| 1900 | | | Diiselmootor | Värvained | Röntgenikiired |
| | | | | Geneetika | Elektron |
| | | | | Vitamiinid | Radioaktiivsus |
| | | | | Plastmassid | |
| | Lennuk | Elektronlamp | Seeriatootmine | | |
| 1910 | | Raadio | | Lämmastiku sidumise tehnoloogia | Isotoobid |
| | | | | | Relatiivsusteooria |
| | | | | Kromosoomid | Kvantide teooria |
| | | | | | Määramatuse printsiip |
| | | | | Geenid | |
| 1930 | | | | Mesilaste keel | Lainemehaanika |
| | | Televisioon | | Hormoonid | Neutron |
| 1940 | Reaktiivlennuk | | | | |
| | Rakett | Raadiolokaator | | | |
| | Helikopter | | | | |
| | | Magnetofon | Magneesium mereveest | Sünteetilised ained | Uraani jagunemine |
| | | | | | Kiirendid |
| | | Elektronarvutid | | Antibiootikumid | Raadioastronoomia |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1950 | | Küberneetika | Aatomienergia<br>Automatiseerimine | Räniorgaanilised ühendid | |
| | Õhupadjal liikuvad sõidukid | Pooljuhid | Vesinikupomm | | |
| | Tehiskaaslane | Laser | | Rahustid | Rahvusvaheline geofüüsika aasta |
| 1960 | Kosmoselaev | Sidesatelliit | | Valgu struktuur | Paarsuse mittejäävus |
| | | | | Geneetiline kood | Elementaarosakeste struktuur |
| 1970 | Kosmoselaboratoorium | | Elektrivarude pikaajaline säilitamine | Delfiinide ja teiste vaalataoliste keele dešifreerimine | |
| | Maandumine Kuul<br>Tuumkütusega rakett | Tõlkimismasinad | | | |
| 1980 | Maandumine teistele planeetidele | Individuaalne raadioside | Juhitav termotuumareaktsioon | Kosmobioloogia<br>Tehiselunditega inimene | Gravitatsiooni olemuse tundmaõppimine |
| 1990 | Planeetide asustamine | | | | |
| 2000 | | Tehisaju<br>Ülemaailmne raamatukogu | Energia ülekanne juhtmete abita<br>Maapõuevarade tootmine merepõhjast | Ajakiirendi | Elementaarosakeste struktuuri selgitamine |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2010 | Maa-sügavusse tungimine | Meele-aistingute kaugüle-kanne | | | |
| | | | Kontroll ilma üle | | |
| 2020 | | Loogilised keeled Robotid | | Pärilikkuse kontroll | Tehis-tuumade loomine |
| | Tähtede-vahelised automaat-jaamad | | Maapõue-varade tootmine teistel planeetidel | | |
| 2030 | | | | Bio-tehnoloogia Arukad loomad | |
| | | Kontakt maavä-liste tsivilisat-sioonidega | | | |
| 2040 | | | Ühtede elementide muundami-ne teisteks | Eluea pi-kendamine anabioosi abil | |
| 2050 | Kontroll raskusjõu üle | | | | Kontroll ruumi ja aja üle |
| | Uuel põhi-mõttel töötav kosmose-mootor | Mälu juhtimine | Planeetide ümber-kujunda-mine | | |
| | | Õpetav automaat | | | |
| 2060 | | Kunsti kodeerimine | | Tehis-olend | |
| 2070 | Valguse-lähedased kiirused | Inimesest targemad masinad | Kontroll kliima üle | | |
| 2080 | Tähtede-vaheline lend | | | | |
| 2090 | Esemete teleülekanne | | End taas-tootev masin | Surematus | |
| | | Ülemaa-ilmne aju | | | |
| 2100 | Kohtumine kosmose-elanikega | | Tähtede ümber-kujundamine | | |

Kui tõepärased on need teadlase ennustused? Kas Clarke ei anna kaasaegsetele ja nende järeltulijatele liiga suurt avanssi? Kas tulevikuteadus katab kõik need vekslid? «Tabelit ei maksa muidugi liialt tõsiselt võtta,» selgitab Clarke, «kuid ometi on tal ka teatud väärtus: ta ekstrapoleerib varasemad teaduslikud saavutused tulevikku. Isegi juhul, kui ta kõlbab ainult lühikese nimestikuna viimase 150 aasta saavutustest, ka siis veenab ta igaüht, et ükski kujutlusvõime ei suuda haarata tulevikku kaugemale aastast 2100. Ka mina ei püüa seda teha.»

Teaduse ajalugu tunneb suurt hulka tuleviku ettekuulutajaid. Üldtuntud on Jules Verne'i ja Herbert Wellsi hulljulged prognoosid. Nagu praegu Clarke, nii seadsid need kirjanikud oma utoopilistes romaanides julgelt tähiseid teaduse ja tehnika arenguteele. Noolekujuliste tiibadega ülehelikiirusega lennuk — 1970. aasta. Viga on vaid viisteist aastat. Esimesed Maalt lahkuvad kosmonaudid — aasta 2055. Viga ulatub peaaegu saja aastani. Televisioon («telefoto»), «aerotõllad» reisijate veoks, mis lendavad kiirusega 600 kilomeetrit tunnis, «elektriarvutid» — kõik see pidi loodama alles XXIX sajandil. Loodi aga juba tänapäeval. Viga on keskmiselt üheksasada aastat!

On juba tavaks saanud, et kõik tänaste teadmiste ja tänase intuitsiooni kaugeleulatuvad projektsioonid läbi tuleviku uduliniku osutuvad palju luitunumateks ja kasinamateks kui tegelikkus.

Kui diiselmootorit, autot, auruturbiini või helikopterit näidata Benjamin Franklinile, Galileo Galileile, Leonardo da Vincile või isegi Archimedesele (selline nimekiri haarab aga kaht aastatuhandet), siis ei tekiks kellelgi neist korüfeedest raskusi aru saada, kuidas need masinad töötavad. Kõik neli oleksid muidugi imetlenud hämmastavat meisterlikkust ja täpsust detailide valmistamisel, kuid masinate põhimõtteline skeem poleks nende füüsikalist maailmatunnetust üllatanud.

Nüüd aga kujutlege, et kõiki neid nelja möödunud aja suurvaimu paluti tutvuda televiisori, elektronarvuti, raadiolokaatori või tuumareaktoriga. Ükskõik kui haritud ja läbinägelikud meie geniaalsed külalised ka poleks olnud, ikkagi ei oleks nad iseseisvalt, ilma teie abita neist asjadest aru saanud. Puudusid ju nende füüsikaliste ideede arsenalis sellised mõisted, nagu elektronkimbud, transistorid, aatomi lõhustumine, lainejuhe ja katoodkiiretorud.

Mis siin veel Archimedesest rääkida! Võib pöörduda tagasi XIX sajandisse ja öelda teadlasele: «Näete neid kahte väikest tükki metalli, mille nimeks on uraan 235. Kui neid lähendada, siis toimub nii tugev plahvatus, nagu kahekümne tuhande tonni trotüüli õhkimisel.» «Armuline härra, ärge ajage mulle puru silma,» peatab teadlane teid otsekohe. «See pole atomistika, vaid mingisugune müstika.»

Möödunud sajandi lõpu füüsika, keemia ja termodünaamika seisukohalt on tal õigus. Muide, kas ainult möödunud sajandi seisukohalt? Vähe aega enne Teise maailmasõja algust esitati kord Albert Einsteinile küsimus: «Kas lähema sajandi jooksul õnnestub õppida aatomienergiat kasutama?»

«Oh ei, see on täiesti võimatu,» vastas XX sajandi suurim füüsik veendunult. Täpselt aasta hiljem avastati aga aatomi lõhustumisprotsess, veel neli aastat hiljem lasti käiku esimene aatomireaktor maailmas, 1945. aastal aga hävitasid aatomipommid Hirošima ja Nagasaki.

Võib-olla on ka Clarke'i «kontuurkaardil» «tühje kohti»? Kas teadust ei oota ehk uued avastused, mis kummutavad kõik meie tänased ettekujutused?

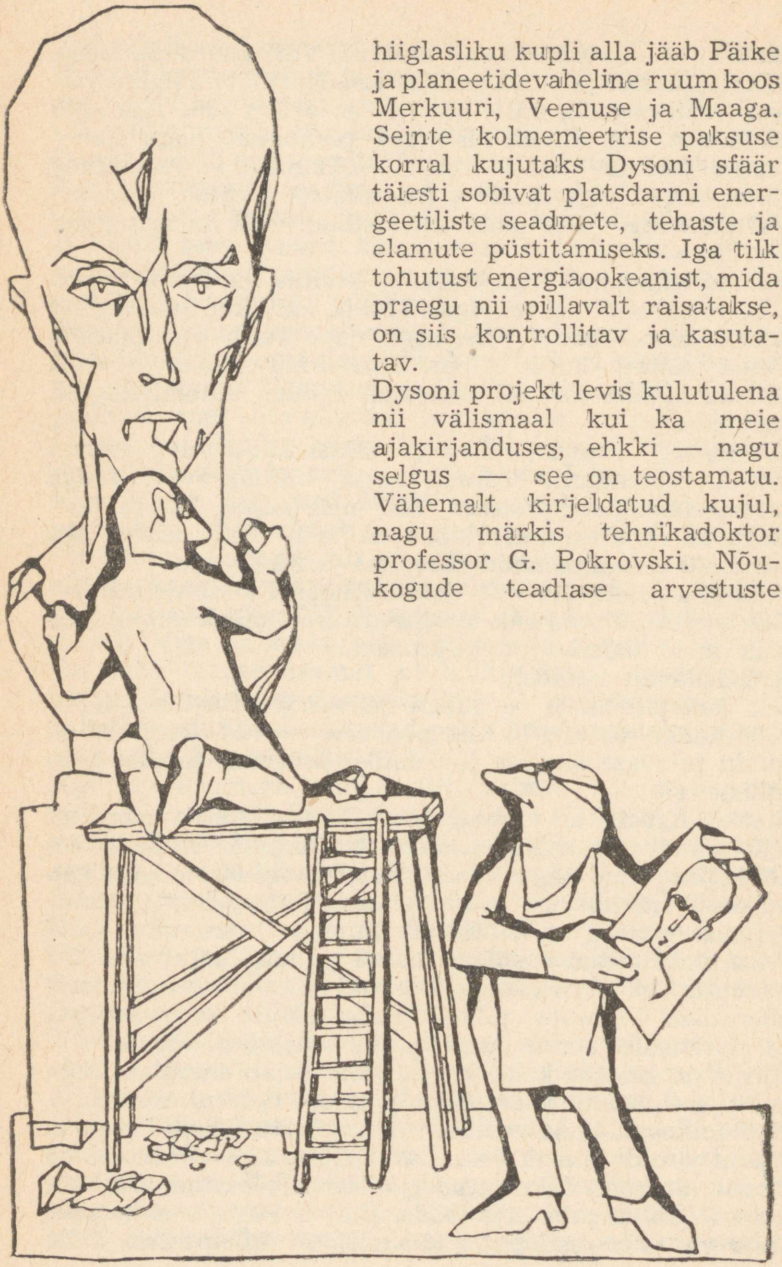
Arusaadavalt ootavad!

Kas mäletate meie arvutusi rahvastiku tiheduse kohta 2300-ndaks aastaks? Kas nendega seotud kartused ei tundu tulevase teaduse ja tehnika progressi taustal koomilistena?

Clarke'i tabelis on teiste planeetide asustamine märgitud XX sajandi viimastele aastatele. Aastakümne võrra varem või hiljem, kuid nagu juba K. Tsiolkovski ette nägi, algab maalaste emigreerumine kosmosesse. Ja isegi mitte ruuminappuse pärast, vaid lihtsalt inimese kustumatu soovi tõttu ümbritsevat maailma muuta ja seda täiustada. On loomulik, et tsivilisatsiooni teatud kindlal arenguastmel pöörduvad inimeste pilgud paratamatult energeetiliste ja materiaalsete ressursside poole väljaspool Maad.

Niisiis on kosmos koht, kus inimene leiab energiat, tooraine ja eluruumi *quantum satis*, s. o. vajalikul määral.

K. Tsiolkovski ideid uurides tuli ameerika füüsik Freeman Dyson järeldusele, et varem või hiljem läheb käiku «Maa inseneride poolt tükeldatud ja ümbertöötatud Jupiteri mass». See on juba ette teada. Ümber Päikese ehitatakse sfäär või võlv raadiusega 150 miljonit kilomeetrit. Selle



hiiglasliku kupli alla jääb Päike ja planeetidevaheline ruum koos Merkuuri, Veenuse ja Maaga. Seinte kolmemeetrise paksuse korral kujutaks Dysoni sfäär täiesti sobivat platsdarmi energeetiliste seadmete, tehaste ja elamute püstitamiseks. Iga tilk tohutust energiaookeanist, mida praegu nii pillavalt raisatakse, on siis kontrollitav ja kasutatav.

Dysoni projekt levis kulutulena nii välismaal kui ka meie ajakirjanduses, ehkki — nagu selgus — see on teostamatu. Vähemalt kirjeldatud kujul, nagu märkis tehnikadoktor professor G. Pokrovski. Nõukogude teadlase arvestuste

kohaselt peaks kolme meetri paksune sfääriline kest Päikese võimsa külgetõmbejõu toimel kokku langema, ja seda isegi siis, kui sfäär pöörleks, sest gravitatsioonijõud tasakaalustaksid tsentrifugaaljõude ebaühtlaselt: kõige nõrgemini mõjuks purustav külgetõmbejõud sfääri ekvatoriaalaladele, kõige tugevamini aga polaaraladele. See ebaühtlus põhjustakski katastroofi.
Sellest hoolimata on aga Dysoni grandioosse ülesande lahendamine täiesti võimalik, arvab professor Pokrovski. Selleks pole Päikest vaja ümbritseda pideva võlviga. Tunduvalt paremini sobib erineva diameetriga rõngaste süsteem. Iga rõngas peab tiirlema sellise kiirusega, et tsentrifugaaljõud kompenseeriks Päikese külgetõmbejõu või oleks viimasest veidi suurem (tehisraskusjõu loomiseks). Selliste rõngaste kogum kujutab enesest midagi merikarbi taolist, mille kaks lehteravaust on pööratud vastakuti. Lehteravauste kaudu võiksid sellesse päikesemaailma siseneda ja siit väljuda kosmoselaevad.
Nagu teada, on suurte planeetide peamine koostisosa vesinik. Miks mitte kasutada seda tuumkütusena sünteesireaktsioonidel? Jupiteri tuumaenergia varust piisaks veel 300 miljoniks aastaks.
Energia, mateeria, ruum... Inimese poolt ümberkujundatud kosmos annab kõike seda ülearugi. Et aga kosmos ümber kujundatakse, selles pole mingit kahtlust. Teadlaste tänastes vaidlustes selle üle, kas Päike muutub punaseks hiiglaseks, valgeks kääbuseks või veel millekski muuks, kuulub tulevikus viimane sõna inimesele, mitte aga loodusele.
Mitte miljardid, vaid maksimaalselt sajad aastad lahutavad inimkonda võimalusest määrata niisama võimukalt Maa saatust, nagu ta tänapäeval määrab suurte jõgede saatusi.
Mis saab aga inimesest endast?

«Kuid huvitav, mis pärast meid,
tont võtaks, ootab inimest?
Mis juhtub edasi?»

Võib arvata, et Nikolai Assejevi uudishimu jagavad paljud, kuigi seda rahuldada pole kerge. Niisiis, looduse kuningas, tulevaste aastatuhandete inimene — *homo futurus* — millisena kujutavad teda ette antropoloogid?
«Tulevikuinimesel on suurem pea ja rohkem hambaid kui

meil; ta liigutused on osavad, kuid mitte tugevad. Ta areneb aeglaselt ja jätkab õppimist kuni küpse eani, mis saabub alles neljakümne aasta vanuses; eluea pikkuseks on aga mitu sajandit. Ta on arukam kui meie ja allub vähem instinktidele. Tunduvalt rohkem kui tänapäeval sõltub ta käitumine kasvatusest. Intellektuaalne tase on tal märgatavalt kõrgem ning paljudel neist on mõnedel teadusaladel sellised võimed, mida me nimetade geniaalsuseks.»

Nii kirjeldab kauge homse inimest inglise teadlane professor J. B. Haldane. Tema seisukohti toetab teine tulevikuennustaja — antropoloog professor G. Shapiro: «Kokku võttes ennustusi tulevikuinimese kohta, võime teda piltlikult kirjeldada kui inimest, kes on pikema kasvuga ning kelle pea on suurem ja ümmargusem kui meil. Ta laup on vertikaalsem, kulmukaar lamedam. Tulevikurassi mõne esindaja jalgadel on neli varvast, paljudel hakkab pealagi varakult paljaks minema.»

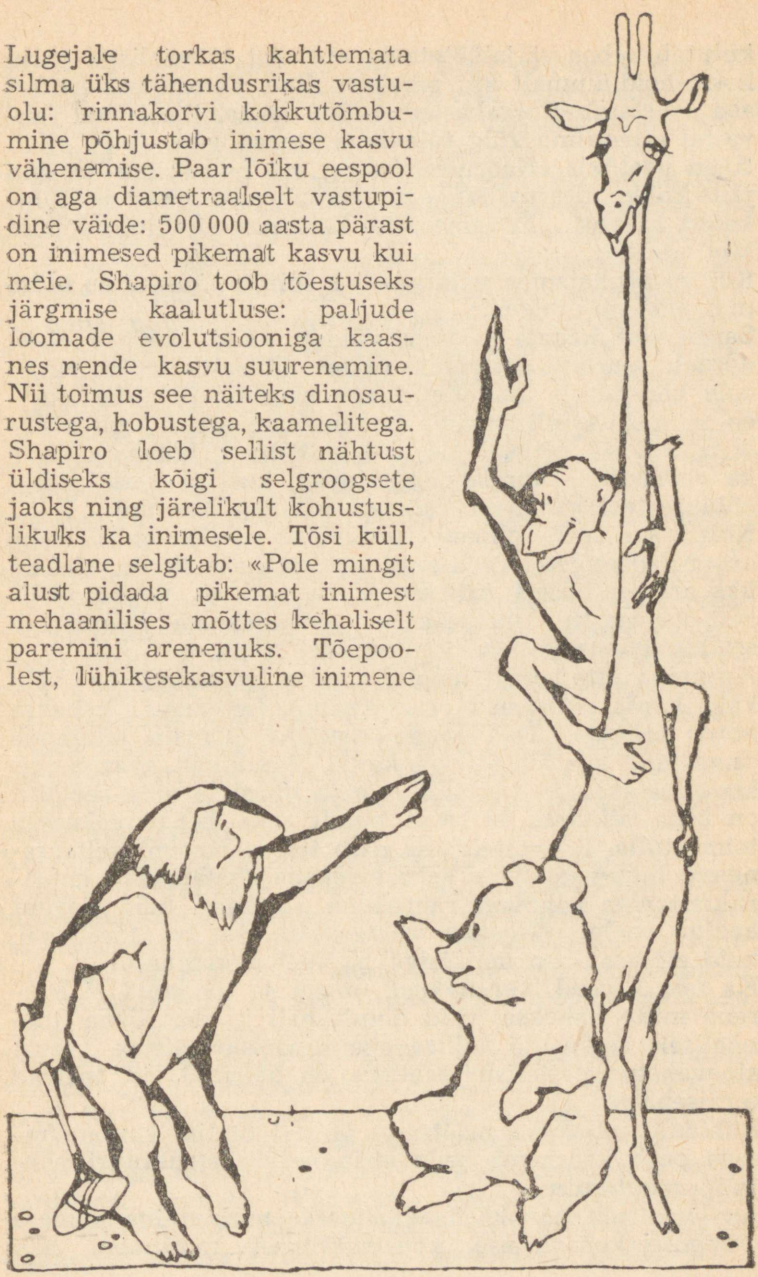
Välismaiste anatoomide arvates puuduvad *homo futurus*'e kolju esiküljel ninaluu, pisaraluu ja sarnaluud. Lõualuud jäävad täielikult hammasteta, mis põhjustab paratamatult kolju näoosa lühenemise. Kujutlege vaid, rusikasuurune nägu ja selle kohal kõrge järsk laup, mis meenutab mootorratturi kiivrit...

Shapiro on veendunud, et 500 000 aasta pärast on inimese jalal säilinud ainult neli varvast. «Selline varvaste vähenemine ei peaks meid üllatama, sest see nähtus on laialdaselt tuntud paljude imetajate, näiteks hobuse, lehma, kaameli ja sea evolutsioonist.» Käele jäävad ainult kolm sõrme. Sellest piisab täiesti operatsioonide sooritamiseks, mis ei nõua suurt füüsilist pingutust. Käe- ja jalaluud on nõrgemad, peenemad ja ilusamad kui meil tänapäeval.

Ka keha ei jää muutumatuks, väidavad antropoloogid. Kolju nihkub allapoole, vaagen aga samal ajal sellele vastu, ülespoole. Rinnakorv lüheneb. Mõne miljoni aasta pärast jääb inimesele vaid üks kaela-, üks nimme- ja kaks-kolm ristluulüli. Rangluud tulevikuinimesel kaovad, nagu nad kadusid paljudel imetajatel.

See füüsiliselt nõrk ja hambutu tänapäevainimese järglane, lühikese kere ja õlleankruga sarnaneva peaga, kuid erakordse intellektiga olend on väärt, et teda ei nimetataks enam *homo sapiens*, vaid *homo sapientissimus* («ülimalt arukas inimene»).

Lugejale torkas kahtlemata silma üks tähendusrikas vastuolu: rinnakorvi kokkutõmbumine põhjustab inimese kasvu vähenemise. Paar lõiku eespool on aga diametraalselt vastupidine väide: 500 000 aasta pärast on inimesed pikemat kasvu kui meie. Shapiro toob tõestuseks järgmise kaalutluse: paljude loomade evolutsiooniga kaasnes nende kasvu suurenemine. Nii toimus see näiteks dinosaurustega, hobustega, kaamelitega. Shapiro loeb sellist nähtust üldiseks kõigi selgroogsete jaoks ning järelikult kohustuslikuks ka inimesele. Tõsi küll, teadlane selgitab: «Pole mingit alust pidada pikemat inimest mehaanilises mõttes kehaliselt paremini arenenuks. Tõepoolest, lühikesekasvuline inimene



kulutab kehas väljatöötatavat energiat tõenäoliselt palju kokkuhoidlikumalt kui pikakasvuline. Esteetilises mõttes aga eelistatakse pikakasvulisi. Ehk on tsiviliseeritud rahvastel esteetiline külg tulevikus ülekaalus?»

Nagu peatükis «Nooruseeliksiir», nii puutusime ka siin jälle kokku alternatiiviga tulevikuinimese pikast või lühikesest kasvust. Püüame selle küsimuse siis juba lõpuni läbi uurida.

Kõigepealt katsume selgitada, kas inimese kasvul on üldse mingeid piire olemas.

Sageli võib kohata järgmist väidet: «Kui sipelgas oleks inimese suurune, siis tassiks ta üsna lihtsalt pianiino viiendale korrusele.» Tegelikult aga langeks ta juba omaenese raskuse all kokku. Analoogiline oleks lugu kärbsega, kui sel oleksid elevandi mõõtmed. Muuseas oleks ka elevandile suureks õnnetuseks, kui ta kasv mingi nõiduse teel kahaneks väikeste näriliste kasvuni.

Kõigil, kes on Perelmani lugenud, on meeles, et kui kahe arbuusi diameetrid erinevad kõigest kaks korda, siis on üks arbuus teisest kaheksa korda raskem. Geomeetrilisest kujust tingitud väikeste parandustega kehtib see seaduspärasus ka elusorganismide kohta.

Kujutage ette oma koopiat, mille mõõtmed on vaid kaks korda suuremad: see kaalub ligikaudu kaheksa korda rohkem. Teie luude ristlõike pindala suureneb samal ajal aga ainult neli korda. Tunduvalt kasvab erikoormus skeletile, kõhrluudele ja lihastele ning seetõttu on üsna võimalik, et te ei suuda oma keha raskusega toime tulla. Kõrvalseisjaile näib teie harmooniliselt arenenud liikuv ja tugev keha otsekohe ebatäiusliku konstruktsiooniga kohmaka mürakana. «Lubage, kuid elevant kaalub veelgi rohkem,» ütlete teie. See on tõesti nii, kuid elevandil on neli jalga, ja veel missugused!

Ka teie kopsud, veresooned, magu ja soolkond ei suurene mitte kaheksa, vaid ainult neli korda. Üsna tõenäoliselt aeglustub sellise ebaproportsionaalsuse korral ainevahetus, organismi tegevus on häiritud ja tekivad tervisehäired.

Lühidalt, inimkeha mõõtmete vähegi olulise suurenemisega peab kaasnema selle anatoomilise struktuuri põhjalik muutumine.

Analoogiliselt nõuaks ka kääbuseks muutumine inimese praeguse kehaehituse konstruktiivset muutmist. Kui

elevandile anda kärbse või isegi hiire mõõtmed, siis on ta luud tibatillukese organismi jaoks liiga massiivsed. On teada, et väikestel loomadel on liigesed suhteliselt nõrgemad ja miniatuursemad kui suurtel.

Järelikult on loodus ise asetanud inimese tema praeguste proportsioonidega teatud kindlatesse kasvupiiridesse ja seda nii kasvu suurenemise kui ka vähenemise suunas, kuigi *homo sapiens*'i muutumine väiksemakasvuliseks olendiks on nähtavasti seotud väiksemate muudatustega kui tema muutumine suuremakasvuliseks (näiteks arvatakse, et pügmeed on paremini kohanenud eluks Maal kui teised inimsoo esindajad). Niisiis, kui inimesel on üldse ette määratud oma kasvu muuta, siis vaid väga väikeses ulatuses. Kuidas on lugu aga proportsioonidega? Kas meie järglaste välimus saab tõepoolest olema selline, nagu seda kujutavad toodud tsitaatide autorid?

Vaatame algul, kuidas olid saadud *homo futurus*'e portreed.

Antropoloogid võrdlesid meie esivanemate koljuvõlvi kõrgust erinevatel epohhidel. Selgus, et see suurenes seda märgatavamalt, mida kõrgemale tõusis inimkond evolutsiooniredelil. Koostati kolju proportsioonide muutumise graafik inimahvist kuni kaasaegse inimeseni, seejärel aga ekstrapoleeriti graafikut tulevikku. Tulemusena saadi tohutu suure lauba ja pisikeste lõualuudega kolju.

Teadlased jätkasid loogiliselt neid arutlusi ja, viidates teiste imetajate evolutsioonile, ennustasid kogu inimorganismi kui tervikü muutusi.

Kuivõrd õige on aga selline ekstrapoleerimine?

Ajakirja «Tehnika—molodjoži» korrespondendile antud intervjuus ütles Moskva ülikooli antropoloogiakateedri juhataja professor J. Roginski, et peaaju suuruse ja kuju hinnangul on inimkonna edasise evolutsiooni määramisel kahtlemata oluline tähtsus. Neid suurusi tuleb hinnata aga väga ja väga ettevaatlikult.

Võtame näiteks koljuõõne mahu. On teada, et Anatole France'i aju oli peaaegu kaks korda kergem kui I. Turgenevil. Kas tähendab see aga, et need kuulsad kirjanikud seisid inimevolutsiooni erinevail astmeil? Rumalus!

Mõni sajand tagasi olid Euroopa aadelkonna seas moes värdjatest teenrid. Viimaseid kasvatati spetsiaalselt, kusjuures nende päid ja kehi deformeeriti pingule tõmmatud sidemete abil juba lapsepõlvest peale. Ostja

vaatas asjatundlikult oma kauba üle: talle oli vaja värdjat, mitte aga idiooti. Ja kolju kuju mõjutas inimese vaimuandeid tavaliselt tõepoolest võrdlemisi vähe. Sellised keskaja barbarite poolt inimestele vägivaldselt külgepoogitud tundemärgid ei kandunud muidugi pärivuse teel edasi. Peaaju kui hämmastavalt plastiline elund kohanes pealesurutud ebasoodsate tingimustega ainult ühe inimese elu jooksul. «See näide on ju hoopis teisest ooperist,» teeb lugeja autorile etteheite. «Sellel pole kolju evolutsiooniga midagi ühist.» Fakt jääb aga ikkagi faktiks: kolju kuju ning intellektuaalsed võimed on omavahel tihedalt seotud — võtke näiteks kas või erinevused pitekantropuse ja sinantropuse, neandertallase ja kromanjoonlase vahel!

Hästi, olgu pealegi, kuid võrrelge neegrite ovaalseid päid mongolite ümmarguste peadega. Need erinevused kujunesid välja aastatuhandete jooksul. Aga vaimsed võimed, kas need on neegritel või mongolitel väiksemad kui valgetel? Loomulikult mitte. Missugust tunnust tuleks siis evolutsiooniga kaasnenud muutuste hindamisel põhiliseks lugeda? Selles pole teadlased kahjuks selgusele jõudnud.

Nõukogude antropoloog S. Uspenski kasutas kriteeriumina ajukoopa ruumala jagatist selle laiuse ja pikkuse ruudu korrutisega. Selgus, et sinantropusel oli see indeks 0,305, javantropusel 0,317, neandertallasel 0,360, muistsetel egiptlastel ja kaasaegsetel inimestel 0,375. Täiesti seaduspärane suurenemine. Kõige huvitavam oli aga see, et kromanjoonlasel osutus Uspenski indeks tunduvalt väiksemaks kui 0,375! Tuleb välja, et kromanjoonlane erines meist samapalju kui neandertallane kromanjoonlasest. Antropoloogid on aga samal ajal veendunud, et kromanjoonlane erines meist vaid riietuse poolest, füüsiliselt aga mitte millegagi.

Kuidas siis lugu ikkagi on: kas inimese muutumine jätkub või mitte?

Professor A. Bõstrov kirjutab raamatus «Inimese minevik, olevik ja tulevik» järgmist.

Inimese evolutsioon algas pitekantropusest (ahvinimesest). Neil rasketel aegadel sõltus iga indiviidi saatus täielikult oskusest endale toitu hankida ja end vaenlase eest kaitsta. Raskes võitluses olemasolu eest määras liikide saatuse halastamatu loomulik valik, mis juuris välja

nõrgad ja kohanemisvõimetud. Tõsi küll, erinevalt kõigist teistest loomadest ei võidelnud pitekantropus oma elu eest küünte ja hammastega. Talle tõid võidu kunstlikud, kuigi primitiivsed vahendid. Edu rünnakul või kaitsel ei sõltunud seejuures niivõrd relvastuse tehnilisest täiuslikkusest, kuivõrd taktikalisest osavusest. Teisiti öeldes, võitlusvahendite jõud suurenes nende valdaja mõistuse võrra. On selge, miks loomulik valik säilitas andekamaid indiviide, jättes neile võimaluse pärilikkuse teel hinnatavaid omadusi põlvest põlve edasi anda. See aga põhjustas aju progressiivse evolutsiooni. Nii ilmus sinantropus — pitekantropuse vahetu järglane, seejärel aga neandertallane.

Ka neandertallase võitlus olemasolu eest oli raske, ehkki kergem kui pitekantropusel. Ja jällegi pidi valik, inimsaatuste pime ja julm määraja, eelistama mitte niivõrd musklijõudu, kuivõrd intellekti. Elama jäid taiplikumad. Kuid mida täiuslikumaks inimese aju muutus, seda osavamini valmistati relvi ja seda kergem oli elu eest võidelda.

Vaevarikas ja aeglane protsess viis lõppude lõpuks selleni, et loomulik valik kaotas vähehaaval oma võimu inimühiskonna üle. Meie ürgne esiisa, kes halva ilma eest koobastes varju otsis ja end loomanahkadega kattis, kelle käsutuses oli tuli, kes oli hästi varustatud odade ja kirvestega ning kes ei käinud jahil üksi, vaid koos suguharukaaslastega, muutus kõigi loomade jaoks hirmsaks ja võitmatuks vaenlaseks.

Inimeste juhuslik hukkumine jahil ei olnud määratud valikuga. Järelikult lakkas loomuliku valiku kadumisega mõjumast ka peamine evolutsioonitegur! Teised tegurid (pärilike tunnuste muutuvus) ei suuda iseenesest evolutsiooni esile kutsuda.

*Homo sapiens*'i kui liigi bioloogiline evolutsioon peatus. See juhtus ligikaudu 40 000 aastat tagasi, kui formeerus kromanjoonlane. Sellest ajast alates pole inimskeletis leitud ühtki oluliselt uut tunnust, mis annaks õiguse rääkida inimkonna evolutsioonitrepi uuest astmest.

«Ma ei jaga anatoomide vaateid inimese edasise saatuse kohta ega usu, et ta skelett isegi väga kauges tulevikus võiks võtta sellise värdjaliku kuju, nagu nad ennustavad,» resümeerib professor A. Bõstrov. «Siit järgneb, et kui inimkond ei kasuta vastavalt mõnede eugeenikute



soovitusele iseenese suhtes sämasugust kunstlikku valikut, nagu ta kasutab koduloomade uute tõugude aretamiseks, siis ei erine kauge tuleviku inimesed meist millegagi.»

Järeldus: evolutsiooniahel pitekantropus — neandertallane — sinantropus — kromanjoonlane illustreerib loomuliku valiku toimet täiesti teaduslikult. Kuid see seadus, ehkki ta endiselt valitseb loomariigis, kaotas oma liiki kujundava jõu inimühiskonna suhtes, kaotas selle juba ammu, kromanjoonlase ajastul. Seetõttu pole evolutsioonikõvera jätkamiseks tulevikku selle seaduspärasuse raames mingit alust.

Kas see tähendab, et inimese praegused kehavormid on tardunud, konserveerunud ega arene enam?

«Kuigi inimene ei pea julma võitlust olemasolu eest, kuigi ta ei allu loomulikule ega kunstlikule valikule, ei jää ta absoluutselt muutumatuks, sest selline evolutsioonitegur nagu muutlikkus ei kaota oma jõudu ka tulevikus, ehkki ta kaotab oma endise tähtsuse. Inimene muutub endiselt, kuid ta muutumine ei saa enam olla evolutsioonimuutuste alus.»

1964. aasta augustis toimus Moskvas antropoloogia- ja etnograafia-alane VII rahvusvaheline kongress. Selle peasekretäriks valiti nõukogude antropoloog professor G. Debets. Teadlane jutustas oma uutest töödest:

«Teise maailmasõja aastatel vedasid ameeriklased oma Vaikse ookeani sõjatandril langenud sõdurid Havai saarele. Sõjaväepiletites säilisid aga andmed nende kasvu kohta. Nii sattus teadlaste kätte, tõsi küll, seoses väga kurbade asjaoludega, kõige rikkalikum faktiline materjal. Kui sõda lõppes, olid laibad muutunud skelettideks. Mõõdeti luude pikkust. Tulemusena selgus, et luude pikkuse ja kasvu suhe on eri rassidel erinev.

Teadlastel õnnestus leida ühine valem eri rasside jaoks, mis keha proportsioonide poolest omavahel tunduvalt erinevad. Kui valem kõlbab tänapäeva rahvaste jaoks, siis on ta nähtavasti kehtiv ka muistsete rahvaste kohta.

Me uurisime inimeste jäänuseid alates kolmandast aastatuhandest e. m. a.,» jätkab G. Debets. (Veelgi vanemaid on niivõrd vähe, et nende najal ei saa teha mingeid kindlaid järeldusi. Praegu võib rääkida vaid neoliitikumist, pronksiajast, sküütidest.)

«Selgus, et Dneprist kuni Jenisseini asustasid meie kodumaa avarusi jässakad kogukad inimesed. Kujutlege, et te sisenete trammi ja kõik reisijad näivad teile millegipärast, noh, et mitte liialdada, nii umbes keskkaalu tõstjatena.

Kui võtta viimased neli tuhat aastat, siis esimese kahe tuhande jooksul toimusid inimesega olulised muutused, teise kahe tuhande jooksul oli neid tunduvalt vähem.»

Vähem. Kuid neid ikkagi oli! Tähendab, inimene muutus mitte ainult kuni kromanjoonlase ilmumiseni (40 000—50 000 aastat tagasi), vaid ka viimastel aastatuhandetel? Ja ikkagi on seda liiga vähe, et rääkida revolutsioonist inimese välimuses. Ning Debets nõustub Bõstroviga: «Mingit uut inimest ei tule.»

Loomulikult pole tulevikuinimesel vaja keskkonnatingimustega kohanemiseks nii-öelda morfofüsioloogiliselt muutuda. Muutuma hakkab loodus ise: suudab ju inimene juba meie päevil luua kunstliku, täiesti mugava keskkonna seal, kus ta vaid soovib — külmapoolusel Arktikas või Aafrika tulikuumal liival, vee all või kosmoses. Mis siis veel homsest rääkida!

Muuseas, kui klassikalised ilunõuded peaksid muutuma, siis suudab inimene vormida keha oma äranägemise järgi. Masendavast ühekülgsest tööst vabastatud kommunistliku homse inimene ei jäta unarusse sportimist ja hoidub ühekülgsest arengust. Veel enam, ta õpib parandama looduse poolt tehtud vigu, kõrvaldades oma füüsilised puudused ja asendades vigastatud või arenemata elundid vajaduse korral kunstlikega. Lahendades aga pärilikkuse keemilise šifri, võivad inimesed juhtida oma arengut soovitavas suunas.

Tahtmatult meenuvad K. Tsiolkovski sõnad: «Kas on midagi võimsamat inimmõistusest? Talle kuulub jõud, võim ning valitsemine kogu kosmose üle.»

Ja inimese enda üle.

Inimmõistuse triumfi lähemale toomiseks tuleb aga veel palju, väga palju ära teha. Inimene, kes on kutsutud maailma ümber kujundama, ei tohi olla ükskõikne enda ega oma lapselapselaste tuleviku vastu.

Nende ridade autoril oli juhus vestelda raamatute «Heledam kui tuhat päikest» ja «Kiired tuhast» autoriga, progressiivse kirjanikuga, aktiivse rahu eest võitlejaga Robert Jungkiga. Küsimusele «Mis te teaduse tulevikust arvate?» vastas Jungk järgmist.

«Ma pole teadlane ja mul on väga raske olla teaduse tuleviku ettekuulutajaks. Kuid ma olen veendunud, et meie päevil, mil teadusepuu muutub üha haralisemaks, teadlaste spetsialiseerumine aga üha kitsamaks ja kitsamaks, peaksid teadusliku progressi ennustamisega tegelema terved uurimisinstituudid. Ühe sellise — Futuruloogia Instituudi — kavatsen ma asutada Viinis. Ma tahaksin, et sellest saaks rahvusvaheline teaduslik keskus, nagu on kuulus Tuumauurimise Ühisinstituut Dubnas. Teadlased, analüüsinud uusimate meetodite abil igakülgselt teaduse eilset ja tänast olukorda, võiksid välja selgitada kõige progressiivsemad tendentsid teaduses ja anda mitmesuguste maade koordineerimiskeskustele

kompetentseid soovitusi. Meie omalt poolt loodame kasutada venelaste rikkalikke kogemusi majanduse planeerimisel aastateks ja aastakümneteks.»

Laine laine järel langeb meile uute avastuste ja leiutiste vool. Teadusliku tegevuse ulatus kasvab eksponentsiaalselt, umbes nii nagu Maa rahvastik. Kui aga rahvastik kahekordistus viimase 65 aastaga ja kahekordistub veel kord XXI sajandi esimeseks aastakümneks, siis teaduslike tööde maht kahekordistub ligikaudu viieteistkümnekahekümne aasta jooksul. Teaduse ja tehnika progressi hulgaliseks mõõduks on kõigepealt tervikuna kogu elanikkonna kohta tulev inimeste arv, kes teaduse alal töötavad. Inimeste hulk, kes vahetult teadust «teevad» ja seda teenindavad (teadusliku sisseseade valmistajad, teadusliku kirjanduse väljaandjad jne.), samuti nende arv, kes uusi saavutusi praktikasse rakendavad, muutub üha suuremaks, neid pole enam sadu ega tuhandeid nagu möödunud sajandeil, vaid miljoneid. Eelarveeraldised teaduslikuks uurimistööks kasvavad samuti aastast aastasse ja moodustavad märgatava summa.

Teiseks kriteeriumiks on teaduse saavutuste juurutamise tempo. Ajavahemik teooria ja praktika, teaduse ja tööstuse, laboratooriumi ja tehase vahel on tänapäeval tunduvalt lühenenud: kui see varem võrdus ligikaudu inimelu pikkusega ja tihtipeale isegi ületas selle, siis kaasajal mõõtub see juba aastatega. XVII—XVIII sajandil kulus gaaside oleku seaduste avastamisest tööstusliku aurumasinani peaaegu sajand, elektromagnetilise induktsiooni seaduste avastamisest elektrimootorini pool sajandit. Maa esimesest tehiskaaslasest kulus Kuu tagumise külje fotografeerimiseni aga ainult kaks aastat, kuigi paljud, nagu teada, olid arvamusel, et planeetidevaheline lend on võimalik alles sajandi lõpul. Ahelreaktsiooni avastamist lahutab selle praktilisest kasutamisest vaid neli aastat. Tuletage aga meelde transistoreid, lasereid, valgusjuhet, uusi plastmasse!

Teaduslike töötajate ja publikatsioonide hulk ning kulutused teadusliku uurimistöö jaoks iseloomustavad rangelt rääkides ainult rakendatud jõupingutuste kasvu. Kuid nende efektiivsus? Kas teaduslik saak suureneb? Kas see suureneb endise kiirusega?

Põhjapanevate teaduslike saavutuste nimestik kasvab loomulikult aeglasemalt kui kogu teadusliku tegevuse ula-

tus tervikuna ja teadlaste, tehniliste kaastöötajate, teenindava personali ning abivahendite ja assigneeringute hulk. Seevastu aga tänu just teadusliku kontingendi kui terviku hulgalisele suurenemisele kiirenes uute saavutuste juurutamine praktikasse.

Mis saab aga hiljem? Kas lõhe loojate ja täideviijate vahel suureneb? Missuguse kiirusega hakkab kasvama teaduslik toodang?

Juba praegu on selge, et teaduslike tööde maht ei saa igavesti kasvada eksponentsiaalselt. Mida kaugemale tulevikku, seda järsemalt pöördub see kõverjoon ülespoole ning viib absurdsetele järeldustele: uurijatearmee peaks sedavõrd suurenema, et varem või hiljem ei piisaks nende pere täiendamiseks ka kogu Maa elanikkonnast.

Ka teaduslike väljaannete hulk ei saa suureneda lõpmatult, sest sel juhul tuleks ühel heal päeval maakera iga elaniku kohta üks eri nimetusega ajakiri. Poleks kedagi, kes neid trükkimiseks ette valmistaks või neid loekski.

Järelikult võib teaduse progressi ekstrapoleerimisel tulevikku järgida praegust kasvuseadust vaid teatud piirini. Hiljem peab seadus muutuma.

Eksponentsiaalseaduse näitlik seletus on toodud tuntud legendis malemängu päritolu kohta. Nagu teada, palus mängu leiutaja esimesel pilgul tagasihoidlikuna näivat tasu. Valitseja teenrid pidid malelaua esimesele ruudule asetama ühe nisutera, teisele kaks, kolmandale neli, neljandale kaheksa jne. Igal järgmisel ruudul nisuterade hulk kahekordistus. Selgus aga, et malelaua viimasele ruudule oleks tulnud panna kohutav hulk teri — miljardeid tonne nisu!

Kuidas, tuleb välja, et teaduse arengutempo peab aeglustuma? Kuidas siis neisse värvikatesse prognoosidesse suhtuda, millest selles peatükis juttu oli? Milline on väljapääs?

Nõukogude teadlane, füüsikateoreetik J. Feinberg arvab nii: robotite, raalide, õpetavate masinate, teisi endasuguseid masinaid tootvate masinate kasutamine hakkab laienema sellise tempoga, et teadusliku toodangu üldine kasv ei aeglustu. Ei pidurdu ka teaduse enese areng, sest inimaju vabaneb teisejärgulisest vaimsest tööst, kuigi teadust teenindavate inimeste suhteline hulk, nende protsent

jääb muutumatuks. Teadusliku uurimistööga hõivatud kaadri absoluutne arvuline hulk aga suureneb samasuguse kiirusega nagu Maa elanikkond.

«See on aga ainult fantaasia, mis võib osutuda tegelikkusest tunduvalt vaesemaks,» räägib J. Feinberg. «Ajaloo kogemustest on hästi teada, et isegi kõige ohjeldamatumana näiv fantaasia võib osutuda masendavalt kiduraks nende võimaluste ees, mis avanevad tegelikult teaduses, tehnikas ja sotsiaalses korralduses.»

Lõpetuseks tahaks tuua nõukogude kosmonaudi K. Feoktistovi huvitavad filosoofilised mõtisklused, mida ta alles hiljuti avaldas ajakirjas «Zemlja i vselennaja.»

«Räägitakse kosmosest, inimkonna progressist, tema elusfääri laiendamisest..., kuid kas seda kõike ongi vaja või, õigemini, kas see saabubki kunagi? Ühest küljest vaadatuna on ju maailm tänapäeval väga ebapüsivas seisundis: arvestades mitmesuguste riikide käsutuses olevaid kaasaegseid hävitusvahendeid, tekib küsimus, kas ei vii see lähemas tulevikus katastroofilise tuumasõjani ja tsivilisatsiooni hukkumiseni? Aga isegi kui sõda ära hoitakse — kuhu viib areng? Juba praegu on ju selge, et metoodiliselt tegutsev inimene võib luua tunduvalt suurema intellektiga tehisolendeid, kui ta ise on. Kui aga juba «pime» loodus suutis luua inimese «katsete ja eksimiste» meetodil, siis võimaldab teadlaste järjekindel töö kahtlemata luua palju arukamaid ja eluks rohkem kohanenud olendeid. Inimesed on aga määratud «degenereerumisele»: sedamööda, kuidas nad «küllastuvad» teadmistest ümbritseva maailma kohta, hakkab neil kaduma huvi selle vastu, sedavõrd, kuidas paranevad elutingimused ning suureneb julgeolek, nõrgeneb eluvõime ja tahe võitluseks olemasolu eest. Eluks paremini kohanenud automaadid tõrjuvad inimesed välja enne, kui inimkond alistab kosmose.»

Taolisi kahtlusi võib tekkida küllalt palju, märgib K. Feoktistov. Ja üldse on kahtlusi palju kergem välja öelda kui neid lahendada ja ümber lükata.

Kui tuumasõja võimalikkusest ja ohtlikkusest rääkida, siis siin võib olla vaid üks vastus: inimkond peab rakendama kogu oma jõu, et sõja puhkemist ära hoida, ta on kohustatud seda tegema, kui ta tahab ellu jääda. See on raske ülesanne, kuid inimkond peab selle lahendama. Varem või hiljem muutub inimkond sotsiaalselt ühtseks

organismiks ja tsivilisatsiooni enesetapu võimalus tuumarelvade abil langeb hoopis ära.
Küsimus inimkonna «väljatõrjumisest» tema enese loodud arukamate olendite poolt on keerulisem.
Võib tuua mõned vastuväited. Esiteks, kas inimesel on vaja luua arukaid olendeid, kes on suutelised paljunema ning on piisavalt kompaktsed, et liikuda, kes oma võimaluste ning taotluste poolest on küllalt universaalsed, et olla suutelised inimkonda «välja tõrjuma»? Praegu näib loogilisemana eitav vastus. Tõsi küll, sellele vaieldakse vastu: arukam «masintsivilisatsioon» võib teatud etapist alates areneda stiihiliselt ja inimesed ei suuda selle arengut kontrollida. Sellele võib vastata, et «arukamal tsivilisatsioonil» pole võib-olla vaja teist arukat tsivilisatsiooni hävitada või välja tõrjuda. Peab ütlema, et vaidlus sel teemal tundub praegu üsnagi skolastilisena ja on vaevalt küll õigustatud.
Inimesed püüavad muidugi luua hästi organiseeritud ja piisavalt kompaktseid süsteeme, mis on suutelised tegutsema välismaailma tingimuste küllaldaselt laias vahemikus (praegu nimetame neid «automaatideks», automaatseteks planeetidevahelisteks jaamadeks jne.), kuid need on spetsiaalsed konstruktsioonid, mis on ette nähtud Päikese, planeetide, maapõue ja teiste planeetide sisemuse jne. uurimiseks. Luuakse elektronseadeldisi, millel on tohutu operatiivmälu ja suured (inimajuga võrreldes) võimalused informatsiooni analüüsimiseks ja ümbertöötamiseks. Kuid pole mingit vajadust muuta neid seadmeid olenditeks, kes on suutelised ise organiseeruma, liikuma ja paljunema.
Kui aga inimesed kunagi peavad otstarbekohaseks luua ja loovad eluks maailmaruumi lõpmatutes avarustes rohkem kohanenud «olendite» ühiskonna, siis on see ju inimkonna otsene järglane, inimtsivilisatsiooni otsene jätkaja ja arendaja kosmoses.
Mis aga puutub kahtlustesse, et vastavalt teadmiste akumulatsioonile ja jõukuse ning komfordi suurenemisele ei leia inimesed otsinguteks ja uuringuteks enam uusi sfääre («uinutamine komfordi ja julgeolekuga!»), siis näivad need kahtlused olevat naeruväärsed.
Inimkond on uue ajajärgu künnisel. Heidame pilgu ümberringi. Pilt pole just idülliline, liiga palju on vasturäägivusi: gigantsed hävitusvahendid ja inimkonna polii-

tiline killustatus, tänapäeva suured tehnilised saavutused, kõrge elatustase reas maades ja mahajäämus, kaasaegse tööstuse puudumine ning madal, peaaegu kerjuslik elatustase teistes riikides.

Vastuoludel on aga üks omadus: nad ei saa säilida igavesti, varem või hiljem nad lahenevad. Ei lahene mitte iseenesest, vaid nende lahendamisele viib sageli raske ja okkaline tee, kuid see teekond läbitakse, lõpetab Feoktistov veendunult.

Ei, mitte mingisuguste jõududega ei suuda loodus teaduse ja tehnika progressi peatada! Ja ikkagi, heites kõrvale kiriku apokalüptilised sonimised, maltusluse inimvihkajalikud ideed, mõne teadlase pessimistlikud tulevikuennustused, ei tohi inimesed elada põhimõtte järgi «pärast mind tulgu kas või veeuputus». Nad ei taha näha homset päeva ainult läbi roosade prillide, ilma oma võimaluste ja vajaduste kaine hinnanguta, ilma raskusteta ja teedeta nende ületamiseks.

Tõepoolest, kas me pole täiesti uue teadusala kujunemise tunnistajad? Kas ei lähe teadlase kätesse võluvõim lugejate mõistuse üle, võluvõim, mille usurpeerisid fantastikakirjanduse loojad?

Soovime siis sellele teadusele tulevikust — futuruloogiale — õnnelikku tulevikku.

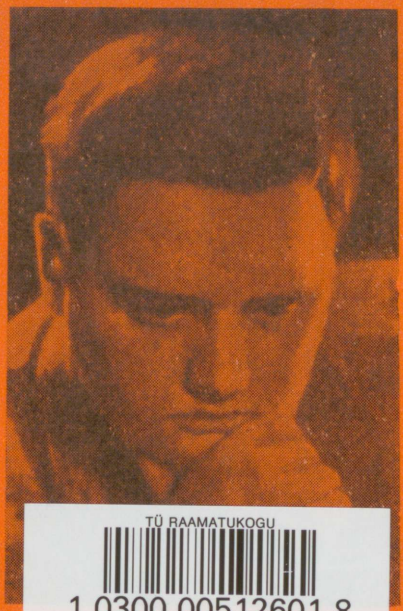
# SISUKORD

Nooruseeliksiir . . . . . 4
Kuues meel? . . . . . 54
Sündinud roomama? . . . . . 103
Iseloom käekirja järgi? . . . . . 146
Liikumist... ei ole?! . . . . . 188
Maailma lõpp? . . . . . 240

Лев Викторович Бобров. ПО СЛЕДАМ СЕНСАЦИЙ. Обложка У. Лийвамяэ. Иллюстрациии А. Колли и И. Тчураков. На эстонском языке. Издательство «Валгус». Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

Toimetaja H. Heinoja. Kunstiline toimetaja A. Säde. Tehniline toimetaja M. Tammes. Korrektorid A. Lember ja S. Lepik.

Laduda antud 18. IV 1969. Trükkida antud 7. VII 1969. Kohila Paberivabriku trükipaber nr. 2 54×84/16. Trükipoognaid 18,5. Tingtrükipoognaid 15,54. Arvestuspoognaid 16,67. Trükiarv 8000. Tellimuse nr. 2907. Trükikoda «Kommunist», Tallinn, Pikk tän. 2. Hind 65 kop.



TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00512601 8

A
30084
5126018

**LEV VIKTOROVITŠ BOBROV**

Lahkuda teadusest, et kutsuda teadusse! Kas see pole paradoks! Sellises olukorras oli käesoleva raamatu autor. Lõpetanud 1959. aastal MRÜ Keemiateaduskonna, töötas ta kolm aastat NSVL TA Füüsikalise Keemia Instituudis pinnanähtuste laboratooriumis. Huvitavad uurimised ja tore kollektiiv. Ning äkki — hoopis uus elukutse!

Töö laboratooriumis asendus nõupidamistega toimetuses. Autori tähelepanu köitsid aga endiselt hübriidsed teadusalad. L. Bobrov püüdis näidata, kui viljakad on ülesküntud peenrad, mis lahutasid kunagi keemiat ja bioloogiat füüsikast ja matemaatikast.

Noore ajakirjaniku uus raamat on pühendatud mõningatele vaidlusalustele ja seetõttu eriti huvitavatele teaduslikele probleemidele. Valides teemasid kõige erinevamatelt, peamiselt sünteetilistelt teadusaladelt, püüab autor vastata küsimusele: miks ühed trükiväljaanded mööduvad märkamatult, teised aga kutsuvad esile tormilise küsimuste-, arusaamatuste- ja vaidluslaviini, nagu juhtus käesolevas raamatus puudutatud teemadega. Jutustuse põhimotiiviks on mõte: mistahes otsus, mis tänapäeval näib teaduses kõigutamatuna, võib homme osutuda vaieldavaks.

65 kop.