

UNO VEISMANN
**KOSMOSE-
TSIVILISATSIOONID**

A-28970

UNO VEISMANN

KOSMOSE- TSIVILISATSIOONID



KIRJASTUS «VALGUS» TALLINN 1968

Kujundus J. Arrak

SAATEKS

Mitmed probleemid ja projektid, mida alles hiljuti arendati vaid fantastiliste romaanide veergudel, kuuluvad tänapäeval teadlaste tegevusvälja. Mõnedki neist, eriti kosmosega seotud projektid, on oodatust kiiremini jõudnud praktilise teostuseni: inimene on väljunud koduplaneedi pinnalt ja teeb esimesi samme kosmilises ruumis, raketid viivad lähematele taevakehadele automaatjaamu. Aktuaalseks on saanud küsimused sellest, mis meid ootab teistel taevakehadel, sealhulgas ka probleem sellest, kes meid seal võiksid oodata.

Milliseid elu ja mõistuse eksisteerimise vorme kohtame teistes maailmades? Suguvendi, kes ka väliselt sarnanevad meiega või hoopis erinevaid olevusi? Elavad nad kiviajas või on meist ette jõudnud — tuhat, sada tuhat, miljon aastat? Kas eksisteerib Galaktikas üliitsivilisatsioonide ühendus, mille liikmeks imikueas inimkonda veel ei võeta? Ons Maad kunagi külastanud vöörad kosmonaudid?

Püüdes jätkata H. Shapley käsitlust elust kui kosmilisest nähtusest*, asume niisiis mõistusliku elu vormide ja tsivilisatsioonide vaatlemisele universumis. Teatud määral kajastub siin antud teadusharu ja üldse kosmoseuurimise eesliini kaugemale nihkumine möödunud aastate jooksul («Tähtedest ja inimestest» oli praktiliselt kirjutatud enne esimese tehiskaaslase startimist Maalt), kuid H. Shapley arutelusid jätkame nüüd ka teaduse, julgete hüpoteeside ja fantastika piiril seisvate materjalidega. Võib oletada, et autor teenib sellega etteheiteidki, eriti konservatiivsemalt häälestatud teadlastelt: kas maksab tuua avalikkuse ette ja populariseerida seda, mis pole veel tõusnud kindlatele faktidele toetuva teaduse tasemele?

Olgu kohe öeldud, et selles brošüüris ei esitata populaar-

* H. Shapley, «Tähtedest ja inimestest», ERK, Tallinn 1964.

set ülevaadet universumi ehitusest ja ainult üldtunnustatud ning tõestatud andmetest elu kohta kosmoses. Kosmosetsivilisatsioonide otsimine on tegelikult alles otsingute algstaadium, kus faktilised andmed peaaegu puuduvad ja kus tähtsal kohal seisavad ühe- või teistsuguse, kuid enamikus sugugi mitte suure tõenäosusega oletused ja hüpoteesid. Piltlikult väljendades seisame looduse tundmatu ala piiril, kus teaduse ettepoole sirutatud haprad sillakesed pole veel toetuspunkte leidnud ja me ei tea ka öelda, millised neist selle leiavad, millised aga jäävadki õhku rippuma või purunevad.

Vaatame kosmosetsivilisatsioonide otsimise ja võimaliku leidmise küsimusi kord teadlase, kord fantasti silmadega. Kas need vaatekohad nii väga erinevadki? Käsitletavas ainevallas on teadlased tihti fantastid, aga teadusliku fantastika autoreilt oleme ju õigustatud nõudma teaduslikkust. Eks esineb küllalt sedagi, et teaduses kord fantastiliseks tunnistatud hüpoteese ja oletusi asendavad hiljem veel fantastilisemad, milledest fantastilisemaks võib aga osutuda just tegelikkus ise. Kuid pidagem siiski meeles, et katkendid teadusliku fantastika žanris teostest ei ole määratud hüpoteeside tõestamiseks, vaid ainult illustreerimiseks.

Mitmesugustest kasutatud allikatest on vajalik eraldi ära märkida J. Šklovski teost «Universum, elu, mõistus».

Autor

ELU JA KOSMOS

Alles paarkümmend aastat tagasi oli enamik teadlasi, sealhulgas ka astronoomide, üsna leppinud mõttega, et meie — planeedi Maa elanikud — oleme küllap vist ainsad omataolised universumis.

Fantastiliste teoste autoreid, kes kirjeldasid elusolendeid küll meie naaberplaneetidelt (Veenus, Marss), küll ka kaugemalt, ei saanud ju tõsiselt võtta. Et siinkohal astronoomidele siiski mitte ülekohtu teha, tuleb viidata ka üksikutele vastuväidetele nende poolt — näiteks kirjutas prantsuse astronoom C. Flammarion enam kui sada aastat tagasi raamatu «Asustatud maailmade paljusus», mis kahekümne aasta jooksul ilmus 30 trükis. Teaduslike ringkondade arvamus see fantastikale lähedal seisev populaarne raamat muidugi ei muutnud, sellele ta ei saanudki preteenderida nii sisu kui ka esitusviisi poolest.

Näiteid selle kohta, kuidas inimene on mõttes asetanud ennast ja kõike endale lähedast *erilisele, kesksele kohale* looduses, leiame kaugemast minevikust küllaldaselt. Mõne aja möödumisel on aga sellistest arvamustest ikka tulnud loobuda. Kunagi loeti maailma keskuseks Vahemerd. Maa kerakujulisuse kindlakstegemisest peale sai keskseks taevakehaks Maa, mille ümber pidid tiirlema Päike ja ülejäänud planeedid. Edasi tõusis maailma keskpunkti Päike, siis aga osutus, et Päikegi on vaid tavaline täht Galaktika ääremaadel. Kaua peeti meie Galaktikat suurimaks ja tähtsaimaks moodustiseks, kuid nüüd on ka tema tagandatud tavalise, keskmise suurusega «reagalaktika» kohale.

Kaasaegsete astronoomiliste vaatlusriistadega künime umbes 10 miljardi valgusaasta kaugusele. Selle raadiusega ruumi jääb ligi 10^{11} galaktikat kokku umbkaudu 10^{22} tähega. Senised vaatlused kinnitavad, et materia selles ruumis eksisteerib kõikjal samades vormides, nagu me neid seni tunneme, et vaadeldavas universumiosas kehti-

vad kõikjal samad põhilised füüsikaseadused. Suuri erinevusi pole ka ainete keemilises koosseisus. Pole seega olemas põhjusi, mis lubaksid päikesesüsteemi esile tõsta ülejäänud 10^{22} tähe hulgast. Vaadeldava universumiosa looduses pole me mitte milleski unikaalses või privilegeeritud seisundis. Kas ei kehti see ka inimkonna kohta üldisemas mõttes, selle kohta, mida nimetame tsivilisatsiooniks?

«Kas oleks tõenäoline, et Euroopa on asustatud, teised maailmajaod aga mitte? Kas võib olla üks saar elanikega, hulk teisi aga ilma elaniketa? Kas oleks tõenäoline, et üks õunapuu maailma lõputus aias on õunu täis, aga lõpmatu hulk teisi kannavad ainult lehti?... ..Universum on kõikjal täis elu. See elu on lõpmata mitmekesine.» Nii kirjutab pool sajandit tagasi K. Tsiolkovski.

Viimaste aastate jooksul ongi selles osas toimunud vaadete avardamine ja seda osaliselt faktiliste teadmiste avardamise tõttu, mitte vähem aga ka teaduslikult juurdleva ja uuriva lähenemisviisi tulemusena. Juurduvad arvamused, et planeetidesüsteemi tekkimine pole erakordne nähtus tähtede arengus, et soodsate tingimuste korral on elu tekkimine planeedil normaalne nähtus, et elu areng kulgeb üsna loomulikult mõistuslike olendite ilmumise suunas.

Diskussioonidele andis hoogu H. Shapley oma 1958. a. ilmunud raamatuga «Tähtedest ja inimestest». Vastates küsimusele «Kas me oleme üksinda universumis?» esitas Shapley loogilisi arutlusi, arvutusi ja hüpoteese, millest järeldus, et pole sugugi võimatu ka teiste eluks soodsate tingimustega planeetide olemasolu vaadeldavas universumiosas. «Ma arvan, et elu (isegi mõistuslik) on materia omaduste normaalne avaldumine universumis, samasugune, nagu tähed ja galaktikad,» kinnitas astronoom Michael Ovenden 1962. aastal New Yorgis ilmunud raamatus «Elu universumis».

Möödunud aastate jooksul on sel teemal ilmunud kümneid raamatuid ja sadu artikleid, esitatud uusi hüpoteese, vaieldud, kuid tehtud ka praktilisi arvutusi ja vaatlusi. Kaks korda on maailmas kogunenud nende küsimuste arutamiseks teaduslikele konverentsidele (1960 USA-s ja 1964 Būrakani observatooriumis Armeenia NSV-s). Ka praegu ei suudeta veel konkreetselt vastata, kui kaugel meist on lähim tsiviliseeritud asukatega planeet või kui palju on

tähti, mille ümber tiirlevad asustatud planeedid, ent väga palju on edasi jõutud põhjuste ja eelduste konkretiseerimisel — võiks öelda, et me teame, *mis* tuleks esmajoones välja selgitada, *millele* eriti tähelepanu pöörata naabrite otsimisel kosmosest. Äärmuslikult dogmaatiliste või vastupidi ülioptimistlike seisukohtade kaitsmine, mis väljendub äärmuslikes väidetes, et Maa on ainus elusloodusega taevakeha või et elu eksisteerib peaaegu iga vähegi sobiva tähe läheduses, näitab kaasajal ainult teadusliku mõtlemis- ja kujutlusvõime piiratust. Seejuures pole eriskummalised need väited ise, vaid ühe või teise tingimusteta eelistamine. Niisugune suhtumine võis omane olla küll keskaja teadusele, kuid kaasaeg on süstemaatilise uurimise ja teaduslike tõestuste ajastu. Ainult teaduslikult põhjendatud meetodikat kasutades ning küllaldast tähelepanu omistades küsimuste teaduslikule käsitlemisele jõuame kunagi selgusele neis inimkonda huvitavates probleemides. Praegust etappi teiste tsivilisatsioonide avastamises ja uurimises võikski iseloomustada kui otstarbekate hüpoteeside püstitamise ja uurimismetoodika väljatöötamise staadiumi. Lahendamist vajavad küsimused ei pärine sugugi kõik ainult astronoomiast, vaid langevad ka näiteks ühiskonnateaduste, filosoofia, bioloogia, küberneetika ja isegi keeleteaduse valdkonda.

Kõneldes *elust väljaspool Maa piire*, mõistetakse selle all kõige üldisemalt kolme põhilist probleemide valdkonda: nn. eksobioloogiat, elu tekkimise ja arengu probleeme teistel taevakehadel kitsamas mõttes ning maailaste ehk ekstraterrestriliste tsivilisatsioonide otsimistuurimist. Kahtlemata on sellises ainestiku jaotuses kattumisi, ei saa ka eitada, et eksisteerib teistsuguseid klassifikatsioone ja termineid (astrobotaanika, astrobioloogia, kosmoselingvistika, tähtedevaheline side jms.), kuid kujunemisstaadiumis teadusharude puhul on see üsna tavaline nähtus.

Eksobioloogia on viimase kümne-viieteistkümne aasta jooksul formeerunud iseseisvaks teadusharuks. Ta haarab osalt sama valdkonda, millega varem tegelesid astrobotaanika ja astrobioloogia, kuid praktikas on praegu eksobioloogias kujunenud neli konkreetset uurimisala:

1) kosmoses ja teistel planeetidel valitsevate tingimuste mõju maistele taimedele ja elusolenditele;



2) elu «eksport» ja «import» kosmoses, s. t. elu planeedile sattumise ja planeedilt väljaviimise võimalused;

3) meetodiliste võtete ja vajalike seadmete loomine elu avastamiseks teistel planeetidel või kosmoses;

4) kosmoselaevade steriliseerimine selleks, et vältida mikroorganismide juhuslikku viimist teistele planeetidele või mujale kosmoses.

Kuivõrd eksobioloogia jääb edaspidi käsitlemisele kuu-
luvate küsimuste ringist välja, siis püüame ta ees seis-
vate ülesannete tõsidust illustreerida siinsamas ühe tea-
dusliku fantastika veergudelt laenatud näitega. Arthur
Clarke'i jutustuses «Enne Eedemit» leiavad kosmonaudid
Veenuselt aakrisuuruste roomavate vaipadena liikuvad
taimed. Taimevaip eraldab hapet, mis lagundab kivimeid,
ja saab sel teel endale toitu. Siis aga satub vaip inimeste
poolt pinnasesse peidetud jäätmetele. «Ja ta hakkas nihu-
tama kive, tungima pragudesse ja piludesse, kraapima ja
kratsima oma otsivate kombitsatega... Ta korraldas peo,
neelates kõige kontsentreeritumat toitu, mida ta eales oli
leidnud. Ta ahmis süsivesikuid, valke ja fosfaate, nikotiini
suitsukonidest, tselluloosi pappkruusidest ja -lusikatest...
Samaaegselt neelas ta terve mikrokosmose elusolendeid —
baktereid ja viirusi, elanikke vanemalt planeedilt, kus
olid välja kujunenud tuhanded surmatoovad liigid...
Roomates tagasi järve äärde, kandis vaip endas juba kogu
oma maailma hävingut. Ja kui «Hommikutäht» startis
kauge kodu suunas, siis Veenus juba suri.»

See, mida mõeldi mõiste all «*elu teistel taevakehadel*»,
hõlmas veel hiljuti üsna laialt kõiki probleeme seoses
eluga väljaspool Maa piire, kuid praegu on ta ahenenud ja
võib-olla isegi «lahustumas» eksobioloogias ja ekstrater-
restriliste tsivilisatsioonide otsimises. Siia kuuluyaks loe-
takse küsimused elu tekkimise võimalikkusest, mehhanis-
midest ja vormidest planeetidel (või ka mujal kosmoses)
ning arengust *kuni* kõrgemini arenenud (mõistuslike) elus-
olendite tekkimiseni. Just sellele lõigule pühendas pea-
tähelepanu H. Shapley.

Kolmas alalõik — *ekstraterrestriliste* (ka maaväliste või
kosmiliste) *tsivilisatsioonide otsimine* — on teadusharuna
kõige noorem. Ta on kasvanud välja eelmisest ja toetub
praegugi väga paljus sellele. Pole ju võimalik (ülifantasti-
lised ideed välja arvatud) kujutleda tsivilisatsiooni kos-
moses ilma *eluta* kosmoses. Otsides fakte või seades tingi-

musi tsivilisatsiooni leidmiseks, peame nende hulka alati võtma elu eksisteerimisega seotud faktid ja tingimused. Teisiti öeldes, elu otsimisega seotud uurimustulemused on äärmiselt olulised tsivilisatsioonide avastamisel.

Rääkides mõistuslike olendite poolt asustatud planeetidest, tuleb silmas pidada, et miljardeid aastaid eksisteeriva eluga ei pea tingimata kaasnema tsivilisatsiooni tekkimine. Selle reegliks seadmine tähendaks jagada idealistlikku väidet, et tähtede ja planeetide tekkimise ja arengu lõppeesmärgiks on mõistuslike olendite ning tsivilisatsioonide teke. Pole alust isegi vastuvaidlematult väita, et inimeste ilmumine planeedil Maa oleks arengu rangelt seaduspärane resultaat, kuid teiselt poolt võib üsna põhjendatult väita, et kusagil universumis peaks mõistusega olenditeni viiv elu tekkimine ja areng olema seaduspärane nähtus.

Põhilise hüpoteesi, mille õigsuse korral jõupingutused antud valdkonnas pole asjatud, võibki sõnastada väitena, et tsivilisatsioon on küllalt tüüpiline nähtus universumis. Sellel hüpoteesil on tõenäosuslik iseloom: juhtum, kus mõistuslik elu osutub harva esinevaks nähtuseks, pole välistatud, kuid on vähetõenäoline.

Saksa astronoom S. von Hoerner toob teravmeelse näite selle kohta, kuidas niisuguste tõenäosuslike hüpoteeside püstitamine võib viia viljakate järeldusteni. Teatavasti polnud vanadel kreeklastel õiget ettekujutust ei päikesesüsteemist ega tähtedemaailmast. Kui aga nad oleksid tulnud selle peale, et püstitada hüpotees: Päike on tüüpiline «keskmine» täht, Maa on tema tüüpiline «keskmine» kaaslane, siis oleksid nad juba olemasolevate andmetega opereerides üsna kergesti saanud leida nii Maa kauguse Päikesest kui ka keskmised tähtedevahelised kaugused. Nagu von Hoerner näitab, oleks viimane suurus erinenud õigest väärtusest vaid 10%. Neil päevil oleks tulemus küll jäänudki tõenäosuslikuks, ent ajapikku faktidest üha enam kinnitust leidnud.

Seega ekstraterrestriliste tsivilisatsioonide uurimisel seatakse ühelt poolt ülesandeks tõestada aluseks võetud hüpotees tsivilisatsioonide arvukusest nii teoorias kui ka praktikas ja teiselt poolt juba praegu leida sama hüpoteesi alusel õiged uurimis- ning tegutsemismeetodid kosmose-naabrite avastamiseks ja nendega ühendusse astumiseks.

Raskused algavad juba sellest, et me ei tea, milline on tõenäosus elu tekkimiseks mingil planeedil ja milline on

tõenäosus, et kunagi jõutakse välja mõistuslike olendite ilmumiseni. Seepärast otsides küsimusele «kuidas astuda ühendusse teise tsivilisatsiooniga» vastust järjekindla põhimõttelise lähenemise teel, peame järjestikku ära vastama kõik järgnevalt loetletud probleemid.

1. Milliste tähtede ümber tiirlevad eluks sobivate tingimustega planeedid?
2. Kui suure tõenäosusega tekib sobivate tingimustega planeetidel elu?
3. Kui reeglipärane on elu areng mõistuslike olendite ja tsivilisatsiooni tekkimiseni?
4. Kui pikk on tsivilisatsiooni keskmine iga?
5. Millist nähtust kasutada (ja kasutatakse) signaalide edasiandmiseks teistele tsivilisatsioonidele?
6. Kuidas mõista võõraid signaale ja kuidas kodeerida saadetavat informatsiooni?

Raamatu järgnevatel lehekülgedel ongi neist küsimustest lähemalt juttu. Kuid kohe peab hoiatama ja võib-olla kurvastama lugejat, teatades, et ühelegi neist küsimustest ei anna me lõplikku vastust. Isegi vastupidi, vastuste otsimisel kerkib üles hulk uusi ja jälle väga raskesti vastata- vaid küsimusi.

Kas sellises, pehmelt väljendades, ebaselges olukorras maksab üldse tegelda ekstraterrestriliste tsivilisatsioonide otsimisega? Kas mõistusliku elu otsimist universumist võib üldse lugeda teaduslikuks probleemiks? Taolisi küsimusi on esitanud paljud autoriteetsed teadlased.

Kosmosetsivilisatsioonide otsimine leiab tõesti ka vastu- seisu. Tuuakse põhjenduseks lõppeesmärgi ebamäärasus — pole ju võimalik tõestada, millal suudetakse mõni kosmo- setsivilisatsioon leida ja kas üldse see kunagi teostub.

Arutlused sarnanevad järgmise looga.

Kaks rändurit otsivad kõrbes ööbimiskohta.

«Peatume,» ütleb üks, «pole mõtet edasi minna.»

«Miks? Võib-olla on nende küngaste taga linn!» vaidleb teine vastu.

«Kas sa võid tõestada, et seal kindlasti on linn?» küsib esimene.

«Tõestada ei saa,» vastab teine, «läheme parem vaatame järele.»

«Kui sa ei suuda tõestada, et seal on linn, siis, tähendab, võin ma väita, et linna seal ei ole?»

«Aga kui ta siiski on?»

«Sellel pole tähtsust, sest praegu ei saa sa seda tõestada.»

«Läheme siis ja vaatame,» kordab teine.

«Aga kui linna ei ole, mis siis?» küsib esimene.

«Siis läheme edasi ja lõppeks ikka leiame linna.»

«Mis mõtet on minna,» ütleb esimene, «kui sa ei saa tõestada, et seal on linn...»

Pole raske näha sellises vaidluses puhast spekulatsiooni. Iseenesest mõista ei suuda ka maailma geniaalsemad teadlased ette näha, mis avastatakse tulevikus, kuid sellest ei saa järeldust teha, et tulevikus üldse mitte midagi ei avastata.

Nõukogude astronoom, kogu maailmas tunnustatud eriteadlane maavälise tsivilisatsioonide alal, J. Šklovski tõendab, et praegu ei saa kosmosetsivilisatsioonide avastamist pidada üldse mitte vähem tähtsaks probleemiks kui näiteks juhitava termotuumareaktsiooni saladust. Ka maavälise tsivilisatsiooni avastamine võib anda meile mõõtmatul hulgal praktilist kasu ning pole selge, kas see saavutatakse väiksemate või suuremate jõupingutuste tulemusena kui termotuumareaktsiooni alistamine.

ELUKS SOBIVAD TAEVAKEHAD

Asustatud taevakehade arvukuse määramisel saab kasutada kahte teed: leida vaatlusvahendid ja -metoodika elu olemasolu otseseks kindlakstegemiseks või püüda seda probleemi lahendada kaudselt-teoreetiliselt muude andmete ning eelduste ja tingimuste täpsustamise kaudu. Viimati mainitud teed mööda praegu põhiliselt minnaksegi.

Harlow Shapley arutlusi raamatus «Tähtedest ja inimestest» võib kokku võtta umbes järgmises: 1) elu võib areneda vaid planeetidel, 2) stabiilsed planeetidesüsteemid tekivad ainult üksiktähtede (mitte mitmiktähtede) ümber, 3) ainult väike osa üksiktähti evolutsioneerub nii, et tekivad planeetidesüsteemid, 4) elu võib areneda vaid enam-vähem ringikujuliste orbiitidega planeetidel, 5) planeet peab asuma tähest temperatuuri mõttes sobival kaugusel, 6) planeet peab olema küllalt massiivne, et säilitada atmosfääri ja hüdrofääri eluks vajaliku veega, 7) atmosfääris ja hüdrofääris ei tohi sisalduda mürgiseid aineid.

Kui esimesele tingimusele sõandavad vastuväiteid esitada ainult üksikud väga julged fantastid, siis teise punktina esitatud kategooriline arvamus ei pea tõesti päriselt paika. On tõestatud, et teatud juhtudel võivad planeedid

ka kahe või kolme päikese valguses liikuda stabiilsetel orbiitidel. Millisele järeldusele aga mitmiktähe juures asuva planeedi elanikud võivad jõuda, seda loeme I. Asimovi jutustusest «Öö tulek».

«...Kujutlege juhtumit, kus planeetidel oleks vaid üks päike...»

«Kas niisugune süsteem oleks dünaamiliselt stabiilne?» kahtles Sherin.

«Muidugi! See on niinimetatud «kahe keha juhus». Matemaatilisel on see läbi uuritud...»

«Kui meeldiv on opereerida selliste puhaste abstraktsioonidega,» tunnistas Sherin, «see on midagi ideaalse gaasi või absoluutse nulli taolist.»

«Muidugi,» jätkas Biny, «häda on ainult selles, et elu niisugusel planeedil oleks võimatu. Ta ei saaks küllalt soojust ja valgust ning kui ta pöörleks, oleks seal pool päeva täiesti pime, nii et elu, mille eksisteerimise esimeseks tingimuseks on valgus, ei saaks areneda.»

Ainult iga kahe ja poole tuhande aasta tagant saabub sellele planeedile, kus toimub jutustuse tegevus, öö, pimedus ja ettekujutus tähtedest on neil vaid müüdi tasemel.

Niisiis, elu võimalike kolletena tulevad kõne alla teatud tingimustes asuvad teatud suurusega planeedid. Kui palju neid kosmoses võiks olla?

Arvutuste teostamisel eeltoodud tingimuste alusel on põhiraskus selles, et iga tingimuse täidetuse suhtes saab konkreetse tähe korral teha vaid teatud tõenäosusega oletusi. Seepärast võib sama meetodiga jõuda niihästi järelduseni, et iga teine täht Galaktikas omab eluks sobivate tingimustega planeete, ja ka järelduseni, et ainuke eluks sobiv planeet Galaktikas on Maa. Ka H. Shapley ise esitab algul kaks teineteisest miljon korda erinevat vastust (üks sobiv planeet iga 10^{12} või 10^6 tähe kohta), kaldub siis rohkem viimase poole, ent lisab: «Kui aga tõenäosusi kõige armutumalt kärpida, siis saaksime ainult ühe asustatud planeedi umbes tosina galaktika kohta.» Viimasel ajal kaldutakse kõiki neid hinnanguid lugema liialdatult pessimistlikeks — teise äärmuse näitena olgu toodud poola astrofüüsiku J. Gadamski arvamus: Galaktikas on planeete rohkem kui tähti, umbes 700—900 miljardit!

Õigele vastusele jõuaksime lähemale, teades, kuidas planeedid tekivad, kuid nagu ka H. Shapley raamatust selgus, pole planeetide tekkimise kosmogooniliste hüpoteeside hulgas ühtki üldtunnustatud ega põhimõtteliselt eelistatavat.

Populaarteaduslikus raamatus «Vaade kõrgusest» annab ameerika kirjanik-fantast I. Asimov Maa-taolise planeedi valmistamiseks järgmise «Tähe-kokaraamatu» retsepti:

«Kaaluge umbes 2 septiljoni kilogrammi rauda ja lisage sinna tugevuse mõttes 10 protsenti niklit. Segage see hästi 4 septiljoni kilogrammi magneesiumsilikaadiga, lisage erilise aroomi andmiseks 5 protsenti väävlit ja maitse järgi vähesel määral teisi elemente.

Radioaktiivses praeahjus kuumutage segu, kuni ta põhjalikult sulab ja jaguneb kaheks omavahel mittesegunevaks kihiks.

Jahutage aegamööda, kuni kooruke kõvastub ja ta pinnale ilmub õhuke kile vedelikust ja gaasist. (Kui see ei ilmu, tähendab, olete planeedi üle kuumutanud.) Paigutage planeet orbiidile — tähest mitte väga kaugele, aga ka mitte liiga lähedale — ja pange ta pöörlema. Siis oodake. Mõne miljardi aasta pärast algab pinnal käärimine. Eluks nimetatav kääriv osa on asjatundjate poolt eriti hinnatud.»

Mõne aasta eest osutas Tartu tähetorni kunagise rajaja W. Struve järeltulija, USA astronoom Otto Struve tuntud asjaolule, et päikesesüsteemi üldine pöörlemishulk on planeetide ja Päikese vahel jaotatud täiesti «ebanormaalselt». Päike moodustab päikesesüsteemi massist 99,9%, kuid päikesesüsteemi pöörlemishulgast langeb Päikese arvele vaid 2%. Teades, et üldine pöörlemishulk kinnises süsteemis ei muutu, vaid võib ainult üksikute kehade vahel ümber jaotuda, jõuame järeldusele, et planeetidesüsteemi liitumisel Päikesega kasvaks Päikese mass ainult kümnendikprotsendi võrra, pöörlemine aga kiireneks oma viiskümmend korda.

Tähed jagunevadki kahte umbes võrdarvulisse gruppi: ühed pöörlevad ligikaudu niisama kiiresti, nagu pöörleks Päike ilma planeetideta (täpsemalt, temaga ühendatud planeetidega), teised sellest väga palju aeglasemalt. Tõenäoliselt on see erinevus oluliseks tunnuseks planeetidesüsteemi eksisteerimise määramisel: kiiresti pöörlevad tähed tuleb kahtlusaluste nimekirjast välja jätta.

Astronoomid Huang Su-shu ja Kazimierz Kordylewski sõnastasid kolm põhitingimust, millede täidetuse korral saaks planeedil võimalikuks edasine *elu evolutsioon* sültjast valgutükikesest kuni inimeseni; osalt kordavad need tingimused H. Shapley järeldusi elu tekkimise võimalikkusest. Esiteks peab täht saatma planeedile ühtlast, küllalt võimast kiirgust vähemalt paari-kolme miljardi aasta jooksul. Umbes nii palju kulus Maal aega inimkonna tekkimiseks. Kui selle aja jooksul oleks Päike kasvõi üks-

ainus kord oma heledust järsult muutnud, siis oleks kõik lõppenud. Poolelijäänud evolutsiooni Maal oleksid tähistanud vaid külmunud või kõrbenud laipade jäänused. Geoloogiliste andmete põhjal koostatud Maa kroonikas leidub küll andmeid kuuest jääajast, kuid Päikese heledus on samade andmete põhjal jäänud muutumatuks kümnendikprotsentide täpsuseni. Rohkearvuliselt kosmoses esinevad muutlikud tähed tuleb aga vaatlusaluste nimekirjast muidugi maha kriipsutada.

Teiseks peab keskne täht olema parajalt kuum — just nii, et tema planeetide tsoonis valitseksid elusolenditele sobivad tingimused: eksisteeriks «asustatavuse tsoon». Üsna kuumad ja liiga külmad tähed ei saa seepärast arvesse tulla.

Kolmandaks ei tohi planeedi pinnani jõuda ohtlikud kiirgused. Maal kaitseb meid kiirguste eest paks õhukiht, kuid üldjuhul võib elu hävitada ka lähedane supernoova purse, intensiivse kosmiliste kiirte piirkonna läbimine kosmoses ning kasvõi kellegi pahatahtliku käe läbi lõhatud vesinikupommid.

Tingimused on küllalt ranged. Arvatakse, et juba esimene neist vähendab kahtlusaluste tähtede nimekirja poole võrra, sest kaksik-, kolmik- või mitmiktähtede puhul on stabiilsed planeediorbiidid siiski väikese tõenäosusega.

Ka teine tingimus jätab kõrvale suure hulga tähti. Tähed jagunevad spektraalklassidesse, mida märgitakse temperatuuri alanemise järjekorras tähtedega O, B, A, F, G, K, M, kusjuures iga klass jaguneb veel numbritega 0...9 märgitavaks kümneks alaklassiks. O- ja B-klassi tähtede areng kulgeb liiga kiiresti, selleks et neil saaks välja kujuneda elu. A-klassi tähtedel on ühtlase stabiilse arengu periood (nn. peajadal viibimise periood) kuni kolm miljardit aastat, järgmistel klassidel (G, K, M) 50—100 miljardit aastat. Suur hulk K-tähti ja kõik M-tähed on aga juba liiga nõrgad planeetide küllaldaseks soojendamiseks. A- ja F-tähed (kuni alaklassini F5) langevad aga välja seepärast, et nad väga kiiresti pöörlevad. Nii jäid Huang Su-shu ja Kazimierz Kordylewski sõelale vaid tähed klassidest F5 kuni K5. (Meie Päike on teatavasti G2-klassi täht.)

Huang Su-shu ja Kordylewski arvates kõlbaks meie Galaktikas areneva elu baasideks umbes 5—6% kõigist tähtedest ehk teiste sõnadega 10—12 miljardit tähte. Kül-

lalt lähedale langeb sellele ka J. Šklovski hinnang — 1—2% ehk ligi miljard tähte (lugedes tähtede arvuks Galaktikas 150 miljardit). Hüpoteesid elu mittemaiste vormide mitmekesisusest ja erakordsest kohanemisvõimest lubavad pakkuda suuremaidki arve, kuid kirjandusest leiame ka tunduvalt tagasihoidlikumaid väärtusi.

Perspektiivseteks võivad selle hinnangu täpsustamisel osutada praktilised vaatlused. Kõne alla ei tule planeetide endi nägemine või fotolt avastamine, vaid nende olemasolu kindlakstegemine kaudsete meetoditega. Planeetidelt peegeldub liiga vähe valgust, et neid otseselt märgata, ning pealegi pimestab meid sealjuures tunduvalt heledama keskse tähe valgus. Tähe ümber tiirlevad planeedid aga tekitavad küll näiteks tähe enda asendis väikesi nihkeid, mis suuruselt ulatuvad vaevalt avastatavuse piiri lähedale, kuid korduvate mõõtmiste korral võivad pikema ajavahemiku jooksul siiski olla märgatavad. Seni saadud vaatlustulemuste põhjal võime juba üsna mitut tähte põhjendatult kahtlustada planeetide omamises. Kahjuks on aga need tähed enamasti kaksiktähtede komponendid, mille puhul kaaslaste stabiilne orbiit ja ühtlane kaugus on suhteliselt vähetõenäoline. Võib ainult arvata, et kui mitme tuntud kaksiktähe juures leidub nähtamatuid kaaslasti, küllap siis peaks neid tiirlema ka üksiktähtede ümber — seal on neid ainult raskem avastada. Aega ja vaeva nõudnud täpsete mõõtmiste tagajärjel tehti siiski kindlaks, et ka ühel meile lähedasematest üksiktähtedest (Barnardi tähel) on Jupiterist vaid poolteist korda suurem kaaslane. Pole kahtlust, et see on planeet.

Mõnekümne Päikesele lähema tähe kohta teadaolevate andmete analüüs, millel edaspidi põhjalikumalt peatume, andis areneva elu võimalike baasidena kõne alla tulevate tähtede arvuks kolm.

KAS MAAL ON ELU?

Mõne aasta eest ilmus ühe teadusliku ajakirja veergudel anonüümne artikkel pealkirjaga «Kas Maal on elu võimalik?». Autor, kes nimetas ennast Jupiteri elanikuks, jõudis järjekindla loogilise arutluse tulemusena järeldusele, et elu Maal pole võimalik! Eelnevalt tuleb nimetada, et kuivõrd Jupiteril on tõenäoliselt palju külmem kui

Maal, siis on seal vesi külmunud olekus, vedelas olekus aga võib eksisteerida ammoniaak. Jupiteri-elanik järeldab, et kuivõrd Maa atmosfääris ammoniaaki pole ja üldse on seal liiga soe vedela ammoniaagi olemasoluks, siis nähtavasti puudub elu tekkimiseks ja eksisteerimiseks vajalik põhiaine!

Püüame nüüd täpsustada, milliste tunnuste põhjal võiks siiski avastada naaberplaneedil elu, juhul kui see on oma arengus küllalt kaugele jõudnud.

Jätame siin vaatluse alt välja konkreetsete küsimused elust Marsil ja Veenusel, mida pikemat aega ja suure põhjalikkusega on teaduslikes ning populaarteaduslikes väljaannetes analüüsitud. Lahendust on siin oodata kõige lähemal ajal — vastava aparatuuriga rakettide saatmine naaberplaneetidele on inimkonnale praegu täiesti jõukohane. Küllalt tõenäoline elu avastamine Marsil tõestaks, et elu Maal pole erandlik nähtus, kuid tsivilisatsioon me oma naaberplaneetidelt vaevalt küll leiame (kui ei realiseeru mõni üsna ebatõenäoline fantastiline hüpotees). Elu leidmist Veenuselt loeb J. Šklovski praeguste teadmiste tasemelt lähtudes vähetõenäoliseks. Rohkem lootusi pannakse viimasel ajal Jupiterile, kus elu peaks esinema küll maa-pealsest tunduvalt erinevas vormis.

J. Šklovski raamatus «Universum, elu, mõistus» tõestatakse küsimus: «Kas kujuteldavad Marsi astronoomid suudavad vaatluste põhjal tõestada elu eksisteerimist Maal?»

Marsi taevastähtsaks Maa vaid veidi nõrgemini kui näeme Maalt Veenust. Kindlasti märkaksid marslased mõnede suuremate pindade (metsad, uudismaad) sesoonseid värvusemuutusi. Teoreetikud mõtleksid selle nähtuse selgitamiseks välja hulga hüpoteese, küllap nende hulgas oleks üks ka seotud eluga Maal, kuid lõplikku otsust julgeksid nad vaevalt teha. Märkamatuks ei jääks ka pikemaajalised muutused, näiteks süstemaatilise metsade hävitamisest tingitud pinnase värvuse erinevused. Mõndagi taolist võime meie märgata ka Marsil... Isegi elutul Kuul on üht-teist muutunud. Teleskoopide väike lahutusvõime ei lase marslastel näha inimtegevuse jälgi detailsemalt: linnu, veehoidlaid, tammisid. Isegi suurlinnade öine valgustus on vaevalt avastatavuse piiril. Nähtavad võiksid olla termotuumaplahvatused atmosfääris, aga neid toimub selleks liiga vähe (maalastele muidugi ainult õnneks!), et neid juhuslikult ära tabada. Ka poleks mõne sellise sähvatuse

märkamine veel küllaldane nii oluliste järelduste tegemiseks.

Arthur Clarke on sel teemal kirjutanud «Aruande kolmandast planeedist» — kokkuvõtte Maa vaatlustulemustest Marsilt (umbes 1000. a. e. m. a. — marslaste tsivilisatsiooni loojangu eel).

«Maa on Marsist palju massiivsem (ta läbimõõt on kaks korda suurem), seepärast on tal ka raskusjõud võrreldamatult tugevam ja 77 kilogrammi kaaluv inimene kaaluks Maal 225 kilogrammi... Igal juhul on suurte organismide eksisteerimine seal võimatu, neid lõmastaks nende endi raskus...»

Tõsiseks (paljude spetsialistide arvates küllaldaseks) vastuväiteks elu võimalikkuse vastu Maal on atmosfääri kõrge toksilisus. Teadlased ei suuda praeguseni vastata, kust on Maal tekkinud kogu too hapnik. See element on keemiliselt nii aktiivne, et tavaliselt ta vabalt ei esine; näiteks meil moodustab ta ühendites rauaga ilusad punased kõrbed, mis katavad laiu alasid planeedil. Maal sellised alad puuduvad, sellest on tal ka ebameeldiv roheline värvus.»

Edasi väidetakse marslaste aruandes, et neile tuntud elu vormide olemasolu Maal on võimatu veel seepärast, et Maa atmosfäär ei lase läbi tervislikke ja energiarikkaid ultraviolettkiiri! Kokkuvõttes leitakse, et elu eksisteerimine Maal on ülimal määral kahtlane ning viidatakse saladuse eesseisvale lahendamisele kosmoseraketide abil. Kuid aruanne ise säilis Clarke'i järgi vaid õnnekombel — kõik muu Marsil hävis järgnenud termotuumakatastroofis!

Ei ole kerge leida kindlaid elumärke isegi lähimal naaberplaneedil! Isegi kõrgemaorbiidiliste Maa tehiskaaslaste pardalt tehtud fotodelt on neid raske avastada. Viimasel ajal on teatud võimalused siiski avanenud. Oletame, et marslaste observatooriumis on nüüd olemas raadioteleskoobid ja et Marsi astronoomid jälgivad nendega planeete. Siin teeksid nad põrutava avastuse: meeterlainete piirkonnas saadab väike Maa eetrisse umbes samasuguse võimsusega raadiokiirguse nagu Päike (siis kui viimasel puuduvad laigud)! Edasi pole raske märgata, et Maa raadiokiirgus koos tema pöörlemisega perioodiliselt muutub; Aafrika ja Aasia poolt pole kiirgus nii tugev kui Euroopast ja Ameerikast. Ka hämmastaks Marsi astronoomie see, et mõnikümmend aastat tagasi oli Maa raadiokiirgus meeterlainetel miljon korda nõrgem. Kõik need faktid peaksid viima kindlale järeldusele, et see pole planeedi loomulik

raadiokiirgus, vaid mõistuslike olendite poolt esile kutsutud nähtus.

Kust see raadiokiirgus Maal siiski saadakse? Põhiliselt televisioonisaatjaist, millede arv praegu ulatub mitmetesse tuhandetesse. Televisioonisaatjate kiirgus (lainepikkusel 1—6 m) läbib Maa atmosfääri takistusteta ja tuhanded saatjad, igaüks võimsusega kümned kilovatid, annavad meie planeedile soliidse raadioheleduse. Spetsialistid ütlevad, et Maa raadioheledusele vastav ekvivalentne kiirgustemperatuur on sadu miljoneid kraade!

See on inimkonna tegevuse esimene kosmiline tunnusmärk. Kas seda võib üldistada mõistuslike olendite otsimisel teistelt planeetidelt, seda oleks vara ennustada, sest vahest õpib inimkondki televisioonisaateid ökonoomsemalt korraldama — praegu sõna otseses mõttes läkitame televisioonisaatjate kiirgusenergiast suurema osa kasutult kosmosesse.

Siirdudes elu mitmesuguste võimalike vormide vaatlemise juurde, ei saa mööda minna *elu olemuse määratlemisest*. Mis on elu? Väljakujunenud vaadete seisukohalt on sellest pikemalt räägitud A. Oparini raamatus, kuid laske siinkohal kõnelda väljapaistval nõukogude matemaatikul-küberneetikul, akadeemik A. Kolmogorovil: «Kuni kõige viimase ajani (kosmonautika sünnini) vastas teaduse vajadustele täielikult määrang «elu on valkkehade eksisteerimise viis». Maal on olemas ainult see elu liik. Kui me aga kohtame «objekte» (nimetame neid esialgu ettevaatlikult nii), mis teistes maailmades paljunevad, arenevad, loovad tehisehitisi, kui meil tuleb nendega rääkida, aga sellest hoolimata ei ole nad ehitatud valkudest, kas me siis loobume neid «elusolenditeks» nimetamast?» Arvatakse, et elu tuleks määratleda funktsionaalselt, sõltumata «objekti» aluseks olevast aineksest. Nõukogude küberneetik A. Ljapunov iseloomustab näiteks elu kui «aine väga püsivat olekut, kusjuures säilitavate reaktsioonide tekitamiseks kasutatakse üksikute molekulide seisundiga kodeeritud informatsiooni». Elu lõpliku määrangu andmisest ollakse küll veel kaugel, kuid on ilmne, et eluprotsesside funktsionaalne kirjeldamine küberneetika mõistetega on täiesti võimalik. Retoorilisena näiv probleem ise on aga kaasajal muutunud väga aktuaalseks praktikas: toimub aparatuuri valmistamine lähemas tulevikus naaberplaneetidele toimetatavate automaatjaamade jaoks ning selleks, et luua seade

elu olemasolu kindlakstegemiseks (nn. elu detektor), peame teadma, mida me täpselt otsime, s. t. kindlaks määrama elu olulised tunnused.

ELU MITTEMAISED VORMID

Elu kui kosmilise nähtuse senises käsitluses on peetud eelkõige silmas meile tuntud vorme, teiste sõnadega, Maa tüüpi elu. Nagu juba mainitud, puuduvad praegu igasugused tõendid selle kasuks, et teistsugused elu vormid üldse looduses eksisteerivad. Ainult kas ei sea me ennast ja kõiki «maalasi» jälle tollesse erilisse privilegeeritud seisundisse? . . .

Millised võiksid olla elu senitundmata vormid? Fantastiliste teoste autorid hämmastavad meid küll kosmoseolendite eriskummalise välimusega, kuid põhimõtteliste erinevuste valgustamise osas jääb enamik neist vastuse võlgu või piirdub ebamääraste vihjetega. Teise maailmasõja eelsetes «kosmoseooperites» loodi Tarzani-lugude autori Burroughsi ja tema sullevendade poolt «põrnikasilmised monstroomid» BEM (Bug-Eyed Monsters), kes rändasid raamatust raamatusse. Hollywoodi fantastilised filmid tunnustavad enamikus vaid üht printsiipi — kosmoseolendid (õigemini -koletised) paistavad silma hiiglamõõtmetega ja erakordsete võimetega tappa ning purustada, olgu nad siis hiiglaahvid, -polüübid, -kotkad, -ämblikud või -amööbid.

«Romaanide autorite fantaasia ei paista silma erilise leidlikkusega,» kirjutab A. Kolmogorov. «Kosmonautikasajandil poleks liigne oletada, et meil tuleb kohtuda võib-olla mõistuslike olenditega, kes pole meiega üldse sarnased . . . Miks ei võiks näiteks kõrgesti organiseeritud olend olla õhukese kile kujuline — kividele liibuv hallitus?»

«Ei või,» vastavad paljud teised teadlased, «sest iga mõtleval olend peab üldiselt ehituselt olema lähedane inimesele.» Iga mõistuslik olend peaks, kõneldes I. Jefremovi jutustuse «Tähelaevad» peategelase sõnadega, «olema selgrooline, omama pead ja suuruselt olema lähedane meile.»

«Inimese kuju, tema kui mõtleva looma välimus pole juhuslik. See vastab kõige enam organismile, millel on tohutu mõtleval aju. Elule vaenulike kosmosejõudude vahel on vaid kitsad koridorid, mida kasutab elu, ja need koridorid määravad ta ilme,» kirjutatakse samas teisel. Neid

vaateid propageerib Jefremov ka teistes teostes («Cor Serpentic», «Andromeeda udukogu»). «Cor Serpentic» kohuvad maalased hoopis teistsugusel keemilisel põhialusel (fluoril) baseeruva elu mõistuslike olenditega, kes on väliselt üllatavalt sarnased meiega. «Mingisuguseid mõtlemaid koletisi, inimseeni, inimkaheksajalgu ei saa olemas olla... Ainult elu madalamad vormid on väga mitmekesised; mida kõrgemale, seda enam nad sarnanevad üksteisega,» väidab autor. I. Jefremovit loetaksegi fantastikas üsna veendunuks *antropotsentrismi* propageerijaks. Kaugemale minna polnud enam võimalik, küll aga kaldusid paljud teadlased ja fantastid järgnevatel aastatel ikka enam vastupidisele seisukohale. Harvardi ülikooli antropoloogia-professori W. Howellsi arvates võiksid teiste planeetide mõistuslikud olendid olla ka neljajalgsed, kellel on lisaks veel kaks kätt. Õigel kohal peaks neil olema pea (s. t. samal kohal kui inimestel), sest põhiliste tajuvate ja juhtivate organite paigutamine keha eesmisse ja ülemisse ossa annab organismile ilmsed eelised. Ka Howellsi arvates ei pruugi isegi teistel keemilistel alustel ülesehitatud organismide üldkujud väga suurel määral erineda maistest.

Umbusk niisuguste arvamuste suhtes süveneb siiski üha. Miks peaksid Maa tingimustes tõesti seaduspärased «inimlikud» jooned olema seaduspärased *teistsugustes tingimustes* võrsunud elusolendite puhul? Näib, et erinevate keskkonnatingimuste puhul võiksid need olla täiesti ebamõistlikud, mitte millegagi õigustatud. Ameerika kriitik ja fantastikakirjanik D. Night sõnastas «seaduse» veel kategoorilisemalt: «Täiesti nii nagu meil — see on lõpmatust arvust võimalikest vastustest ainus, mille kohta võib ette öelda, et ta on ebaõige.»

Täiesti võimalik, et päikesesüsteemi planeetidel ja universumi teistes osades eksisteerib elu ning elutsevad mõistuslikud olendid. Võimalik, et olenevalt planeedi raskusjõust, spetsiifilisest atmosfäärist ja muudest tingimustest tunnetavad need mõistuslikud olendid välismaailma teiste tunnetega, mis märgatavalt erinevad meie tunnetest, nagu ütles 1916. a. Lenin A. Magarama mälestuste järgi.

Tohutu kohanemisvõime peab olema üheks arenevat elu iseloomustavaks põhitunnuseks ja seda arvesse võttes ei tohi me tõepoolest piirata elusolendite väliskuju ega «konstruktsiooni» mitte millegagi. Nõukogude planeetide-

uurija G. A. Tihhov avaldas kunagi arvamust, et külmas kliimas peaksid taimed olema enamasti helesinised ja violetised, kuumemates tingimustes aga punased ja oranžid. Kaksiktähe ümber tiirleval planeedil, kus kiirguse intensiivsus suurtes piirides järsult muutub, lasevad G. Altov ja V. Žuravljova ühes oma fantastilises jutus taimede värvusel vastavalt rohelisest kuni punaseni muutuda. Teisal kujutavad samad autorid peaaegu läbipaistvaid olendeid, kes on sel viisil kohandunud väga intensiivse kiirgusega. Fantast I. Varšavski lõi jutustuses «Kosmos» kujutluse Mittesööjast — kanguru ja pingviini vahepealse väljanägemisega loomast, kes koosneb üksikutest iseseisvalt fotosünteesi abil atmosfäärist vajalikke aineid omastavatest bakteritest; toitumiseks ei vaja ta üldse biosfääri.

«Elu täiustus, otsis parimaid vorme. Ilmusid esimesed mõistuslikud olendid. Need ühinesid, moodustasid atmosfääris hõljuvatel saartel kolooniaid, hakkasid kasutama planeedi soojust. Võime suvaliselt muuta oma keha kuju ja luua soovikohaselt mistahes jäsemeid ja meeorganeid aitas loodust tunnetada, kiirendas evolutsiooniprotsessi,» tutvustatakse tähe α Kentauri planeedi elanikke ukraina fantasti O. Berdniku jutustuses «Universumi süda».

Oleme aga kaldunud ikkagi teiste planeetide elanike võimalike *välimuse* ja *konstruktsiooni* kirjeldamisele. Kui meil kunagi õnnestub ühendusse astuda kaugete maailmade mõistuslike esindajatega, siis peame vist taltsutama uudishimu ning pärima neilt esmalt põhimõttelisi teatmeid, sealhulgas ka nende elu keemilis-struktuurse aluse kohta.

I. Asimovi raamatus «Vaade kõrgusest» eristatakse elu vorme eluks vajaliku põhilise aine või keskkonna järele. Selliseks niinimetatud fooniks oleks Maa elusolenditele vesi. «Sellele eluvormile, mida meie tunneme, on möödapääsmatult vajalik vesi: vee foonil etendub draama, mille peaosades esinevad nukleiinhapped ja valgud,» kirjutab autor. Hapnik on enamikule maistest elusolenditest samuti väga vajalik, kuid mitte eranditult. On mikroorganisme, mis seda ei vaja, ja on isegi mikroorganisme, mis seda üldse ei talu. Hüdrosfääri tähtsust elu tekkimises ja arengus planeedil rõhutab ka J. Šklovski.

Mitteomaiste elu vormide kujutamiseks vahetagem fooni! Universumi levinumad elemendid on vesinik, heelium, süsinik, lämmastik, hapnik ja neon. Jättes välja inertgaa-

sid heeliumi ja neoni, näeme, et ülejäänud elemendid moodustavad kõige tõenäolisemalt ühendeid vesinikuga. Hapnik vesinikuga annab vee (H_2O), lämmastik vesinikuga ammoniaagi (NH_3), süsinik vesinikuga metaani (CH_4). Veega sarnase vedelikuna võikski teatud tingimustes foonina esineda ammoniaak. «Teatud tingimused» tähendavad eelkõige madalamaid temperatuure — Maal keeb ammoniaak $-33^{\circ}C$ juures ja külmub $-78^{\circ}C$ juures. Mõnede arvamuste kohaselt katavad hiiglasügavad ammoniaagi-ookeanid kogu Jupiteri pinna. Kuidas kulgeks elu madalatel temperatuuridel, seda on raske ennustada. Kogemused Maal näitavad, et külmas paljude mittesoojavereliste organismide elutegevus aeglustub, kuid pole selge, kas saame seda laiendada elule teises vormis.

Ühel sümposioonil elu päritolu küsimustes ütles J. Haldane: «Üsna tõenäoline, et Jupiter on kaetud vedela ammoniaagiookeaniga, mis on kaljuse jääst põhjaga. Eksisteerib terve süsteem anorgaaniliste ja orgaaniliste ainete reaktsioone, milles vedel ammoniaak asendab vett... Elu, milles vedel ammoniaak asendab vett, on võimalik, kuigi ma kahtlen, kas vaba hapniku puudumise tõttu Jupiteril võis ta jõuda kaugemale taimede staadiumist.» Fantastid on aastakümneid kirjutanud kogu Veenust katvast ookeanist, kuid osutub, et tõenäolisem on sellise üleplaneedilise ookeani eksisteerimine Jupiteril. Ka J. Šklovski on arvamusel, et ammoniaak võib mitteraastes elu vormides vee ekvivalendina kõne alla tulla. Ta viitab isegi tavaliste orgaaniliste ühendite täielikele analoogidele ammoniaagi baasil, kuni nukleiinhapeteni välja. Hüpoteetilised ammoniaakorganismid «joovad» vee asemel ammoniaaki, «hingavad» hapniku asemel sisse lämmastikku ja välja süsihappegaasi asemel tsüaani. Jupiteri ookeanist rääkides tegi ka USA astronoom C. Sagan järelduse, et elul on Jupiteril võimalusi rohkem kui Veenusel. Kui aga elu tõepoolest olekski seal tekkinud, ei saa me siiski hellitada eriti optimistlike lootusi temaga ühendusse astumise ja mõistuslike olendite eksisteerimise osas. Näib, et mõistuslik elu ei saa välja kujuneda vedelikus — isegi Maal selles osas teatud lootusi andnud delfiinid pärinevad maismaalt. Kas aga oleks isegi inim mõistusega varustatud olenditel võimalik väljuda tuhandete kilomeetrite sügavusest ookeanist, ületada Jupiteri kolossaalne raskusjõud (mida elanikud ookeanis oluliselt ei märka), läbida tihe atmos-

fäär ja jõuda oma planeedi mõne kaaslaseni, et sealt lõpuks heita pilk maailmaruumi? Küllap jäävad Jupiteri asukad veel kauaks ookeanisügavustesse ega aimagi, milisena laiub universum väljaspool selle piire. Vaevumärगतav võib olla ainult päikesekiirgus...

Sellise «kurva» arutelu lõpetab I. Asimov optimistliku fantaasiapuhanguga: kui Jupiteri ookeanis elusolendeid on koguseliselt umbes niisama suur osa ookeani üldmassist nagu meie ookeanis (umbes $\frac{1}{70\,000}$), siis moodustaks sealsete mereelukate kogumass $\frac{1}{8}$ Kuu massist. Kas nad võiksid ainult söödavaks osutada?

Stanislaw Lemi jutustuses «Solaris» figureerib orgaanilise materia kõrgelt arenenud vormina Ookean ise — gigantne kogum mõtlevat protoplasmat. Kogu planeet on sisuliselt üks suur aju, millega kontakti saavutamiseks on maalastel lootusi üpris vähe.

Elu võimalikust baasist rääkides peame universumi levi numate elementide ühenditest peatuma veel metaanil. Metaani leidub Jupiteri ja Saturni atmosfäärides, Uraanil ja Neptuunil muutub ta aga arvatavasti domineerivaks, sest jääb vedelaks veel madalamal temperatuuril kui ammoniak. Elu võimaliku foonina pole aga metaani puhul kerge otsust langetada. Samuti nagu vesi ei lahusta õlisid ja rasva, ei lahusta metaan ei suhkrut ega sooli. Metaan ei sobi ka valkude ja nukleiinhapete lahustiks ning niisiis tuleb siin otsida uusi täitjaid ka «elu kui draama peaosadesse». Metaan lahustab lipiide — pole võimatu, et sellest ainete grupist leitakse valkude ja nukleiinhapete asendajad. Lipiidide hiiglamolekulid võisid metaani keskkonnas biokeemilise evolutsiooni kaudu jõuda niisama hiiglasuurte ja keeruliste molekulide moodustamiseni nagu Maa! valgud ja nukleiinapped.

Veelgi madalamal temperatuuril jääb võimalikuks fooniks veel vaid vesinik, mis külmub alles -259°C juures. Raske oleks uskuda, et elu võiks leppida veel külmema keskkonnaga. Ka vesiniku korral peavad «peaosades» esinema lipiidained.

Eespool leidsime võimalike elu vormide foonaineid juhtudeks, kui planeetide temperatuurid on madalamad Maa omast. Kuidas on lugu kuumematel planeetidel, kus vesinikku leidub vähe? Kas siin on hoopis mõeldamatud need elu vormid, mida võiks seostada meile teadaolevate keemiliste struktuuridega? Ei, neid võimalusi ei saa täiesti välis-

tada. Üsna levinud aineks, mis näiteks Merkuuril võib osutada vedelaks, on väävel. Ent ka elu algüksustena ei saa siis enam figureerida ei valgud, nukleiinhapped ega lipiidid. Vedela väävli temperatuuril lagunevad kõik meile tuntud keerulisemad orgaanilised ühendid. Vesiniku aatomeid, mille osa keeruliste orgaaniliste molekulide struktuuris lihtsustatult iseloomustab nende väiksus ja võimatus neid kõikjale teiste molekulide vahele «toppida», võiks asendada ainult fluor. Vaba fluor on nii aktiivne, et keemikud ei soovinud temaga kaua tegemist teha ja alles Teise maailmasõja aastail seoses vajadusega kasutada fluori ja uraani ühendeid pandi õieti alus fluororgaaniliste ainete keemiale. Ilmus terve grupp aineid, mis koosnesid süsiniku ja fluori aatomeid sisaldavatest keerulistest molekulidest. Esiailgu näib, et fluorsüsinikühendid on väga inertsed ega oma elu jaoks küllaldast muutlikkust ja paindlikkust, kuid sellise otsuse aluseks on praegu vaid polüetüleen ja polüstürooli analoogid fluororgaaniliste ainete vallast. On mõeldav, et «fluorvalgud» võivad neist samavõrra erineda, nagu tavalised valgud polüstüroolist ja polüetüleenist. Pealegi eeldasime selle elu vormi eksisteerimist kuuma del planeetidel, kus suhteline püsivus peabki olema suurem. «Selle vaevalt märgatava seina taga seisid inimesed. Kes oleks võinud uskuda, et nad kasutavad hingamiseks gaasi, mis on maa peal kõige mürgisem, ja suplevad meredes, mille veeks on kõike söövitav fluorvesinikhape!» sõnab I. Jefremov, kirjeldades Maa elanike kohtumist võõraste, fluoriga baseeruvate elusolenditega jutustuses «Cor Serpentis».

Fluororgaaniline elu väävli foonil saab eksisteerida muidugi seal, kus vastavaid elemente leidub külluses. Süsiniku puudumisel võib teda asendada räni, mis samuti kui süsinik on võimeline moodustama pikki ahelmolekule. Kivimites esinevad räni ja hapniku aatomitest ahelmolekulid ei lagune isegi nende kuumutamisel helendumiseni. Selliseid molekule moodustavad räni aatomid aga ka süsiniku ja vesiniku aatomitega; neid nii-öelda hübriidsetest molekulidest koosnevaid aineid nimetatakse silikoonideks. Võimalik, et kõrgematel temperatuuridel omandavad teatud silikoonimolekulid elusorganismi koostisosadele vajaliku aktiivsuse ja paindlikkuse, meile tavalistel temperatuuridel hinnatakse silikoone küll nende suure stabiilsuse pärast. Asendades silikoonides vesiniku fluoriga, saadakse

fluorsilikoonid, mis samuti võivad kõlvata nii elu «ehituskivide» ossa kui ka fooniks.

Ränil baseeruva «kõrgtemperatuurse» elu idee autoriks loetakse tavaliselt Greenwichi observatooriumi omaaegset direktorit H. Spencer-Jonesi, kes esitas selle 1940. aastal ilmunud raamatus, kuid tegelikult kõnelesid keemikud sellest juba sajandi algul.

J. Šklovski peab räni kui elu «ehituskivi» siiski üsna vähetõenäoliseks. Mõningatel põhjustel ei suuda räniühendid anda sellist rikkalikku struktuursete kombinatsioonide «assortimenti» nagu süsinikuühendid. Just see on aga aluseks valkainete omaduste tohutule mitmekesisusele, samuti DNH erakordsele «informatiivsusele». Foonidest loeb J. Šklovski võimalikeks vaid vett ja ammoniaaki ning arvab, et temperatuuridel üle 100° C ei saa eluks sobivast keskkonnast tõsiselt juttu olla.

Eespool kirjeldatud võimalusi kokku võttes saame koostada elu mitmesugustele vormidele meie kaasaegsete keemiaalaste teadmiste seisukohalt sobivate baasainete ja foonide nimekirja, kusjuures ained on reastatud temperatuuri kasvamise järjekorras (alates peaaegu absoluutsest nullist kuni mitmesajakraadise kuumuseni):

- 1) lipiidid, foon: vesinik;
- 2) lipiidid, foon: metaan;
- 3) nukleiinhapped ja valgud (N), foon: ammoniaak;
- 4) nukleiinhapped ja valgud (O), foon: vesi;
- 5) fluorsüsinikud, foon: väävel;
- 6) fluorsilikoonid, foon: fluorsilikoonid.

I. Asimovi biokeemiku pilguga vaadeldud elu vormid ei ammenda muidugi rikkama fantaasiaga fantastide ja filmide autorite loodud «võimalusi». Nende arvates võivad eksisteerida ka tuumaenergiast toituvad metallolevused, gaasides elutsevad udukogud, tähtede energiast koosnevad (?) elukad, mõtetest koosnevad (!?) olendid kosmoses, olendid hüperruumis, mis ei allu mingile mõistlikule kirjeldusele (sellega pole öeldud, et eeltoodud variandid oleksid olnud mõistlikud) jne. Üsna fantastilisi olendeid on kujutlustes mittemaistest elu vormidest mõttes loonud mõnedki teadlased, sihiks pole ilmselt mitte nende olendite ehituse ja välimuse otsene ennustamine, vaid vastandamine dogmatistilistele vaadetele Maa-tüüpi elusolendite ainuvõimalikkusest. «Nad võivad erineda meist niisama palju kui dinosaurused või delfiinid, või minnes veelgi kaugemale,

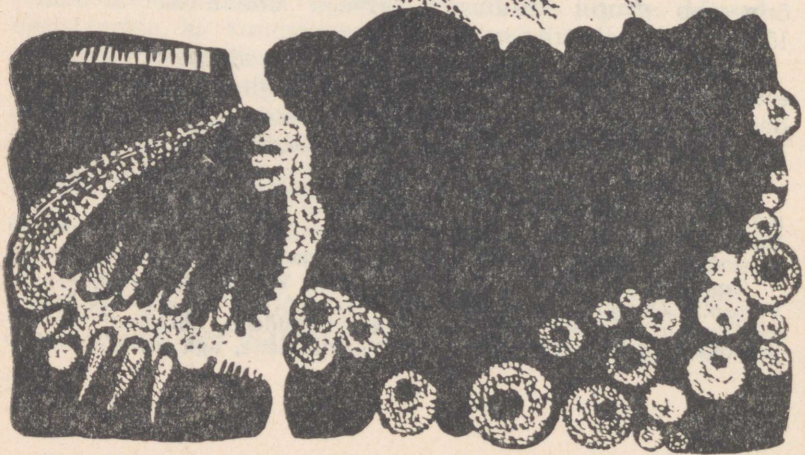
me võime neid kujutleda sipelgate, moskiitode või isegi bakterite sarnastena,» kirjutab Austraalia raadioastronoom R. Bracewell. «Erinevalt kõigest, mida me tunneme, võivad mõne teise planeedi elanikud olla näiteks sfäärilised nagu pallid, olles võtnud sellise kuju ümbritseva keskkonna füüsikaliste iseärasuste pärast. Selle asemel et haarata esemeid kätega nagu meie, neelavad nad need võib-olla alla ja manipuleerivad nendega näiteks keele abil. Võib-olla on nende keeled helendavad, aga kurgulaes asub silm või mikroskoop. Sellised oletused näivad ebatõepärasena, kuid pole kahtlust, et faktid ei osutu sugugi mitte vähem kummalisteks.» Clifford Simaci fantastilises jutustus «Ükskord Merkuuril» kohtavadki Maalt tulnukad «elavaid energiatompe», kes väliselt sarnanevad õhupallidega, kuid võivad kergesti võtta mistahes kuju (sealhulgas sarnaneda ka inimestega). Tsiolkovski arvates jätkub bioloogiline evolutsioon kuni lausa kirjeldamatute «eetriinimeste ehk kosmose loomtainede» ilmumiseni. Need olen did on kohanenud eluks planeetidevahelises ruumis ega vaja midagi peale päikesekiirguse. Väljastpoolt katab neid hermeetiline klaasjas nahk, ainevahetus kulgeb kinnise tsüklina sisemuses. Eetrielanike eluiga on Tsiolkovski arvates piiramatult.

Astronoomi Fred Hoyle'i kirjutatud fantastilises romaanis «Must pilv» esineb mõistustlik olend tohutu pilve kujul. Pilv saab energiat otse tähelt, mida ta ümbritseb, ja on suuteline pärast tähe energia ärakasutamist liikuma kosmilises ruumis edasi mistahes teise tähe juurde. Romaanis ümbritseb pilv meie Päikese, mistõttu elu Maal ähvardab häving. Hukkub 700 miljonit inimest. Siis aga õnnestub grupil teadlastel pilvega ühendusse astuda: lõpuks pilv lahkub ise.

Arthur Clarke'i fantaasiast on sündinud isegi päikeselanikud. Jutukeses «Päikese rüpest» jälgitakse Maalt, kuidas üks selliseid olendeid väljub Päikesest ja kukub Merkuurile, kus ta muidugi hukkub — külma tõttu.

«Kes nad ka ei oleks, need Päikese sügavuste kujuteldamatu maailma elanikud, võimalik, et meie teed kunagi enam ei ristu. Raske on ette kujutada, et me võiksim nendega kontakti astuda, isegi kui nende mõistus ületab meie oma.

Ons see nii? Võib-olla on meil parem vastust mitte teada... Võib-olla elavad nad Päikese sisemuses universumi sünnist saadik ja on jõudnud selliste tarkuse tippudeni, millisteni meie kunagi ei jõua. Võib-olla kuulub tulevik neile, aga mitte meile:



võib-olla nad juba kõnelevad tuhandete valgusaastate kauguselt oma kaasvendadega teiste tähtede sisemuses.

Saabub võib-olla päev, millal nad ühe või teise neile omase erilise tunde kaudu avastavad meid, kes me tiirleme nende iidse ja võimsa kodukoha ümber, meid, kes me uhkeldame oma teadmistega, loeme end looduse valitsejateks. Ja võib-olla ei rõõmusta neid avastus, kuna oleme nende jaoks ussikesed, kes uuristavad koort planeetidel, mis on liiga külmad selleks, et ise vabaneda orgaanilise elu nakkusest.

Ja siis, kui see on nende võimuses, teevad nad seda, mida peavad vajalikuks. Päike näitab oma võimu ja pühib üle oma laste näod ning planeedid jätkavad teed sellistena, nagu nad olid esialgu: puhaste, siledate... ja steriilsetena.»

PROJEKT OZMA

19. septembril 1959. aastal avaldas Londonis ilmuv teaduslik ajakiri «Nature» («Loodus») Ph. Morrisoni ja G. Cocconi artikli, mida loetakse esimeseks faktidele toetuvaks teaduslikuks tööks kosmosetsivilisatsioonide otsimise alal. Ph. Morrison, ameerika aatomifüüsik, sai tuntuks oma sõja- ja võidurelvastumisevastaste väljaastumistega ning makkartistide poolt jälitatuna elas vahepeal Inglismaal. Morrison kuulus omal ajal muide väikesearvulisse füüsikute gruppi, kes lõplikult monteeris Jaapanile visatud aatomipommid enne nende lennukitele laadimist 1945. aastal Tiniani saarel. Noor itaalia tuumafüüsik Giuseppe Cocconi töötas Morrisoni juures Londonis stažöörina, hiljem ka Euroopa aatomiuurimiskeskuses Genfis. Cocconi ja Morrison leidsid, et kõige loomulikuma ja praktiliselt realiseeritava sidekanali kahe tsivilisatsiooni vahel loovad elektromagnetlained. Need levivad maksimaalse looduses võimaliku kiirgusega ja on küllalt hästi suunatavad. Ekstraterrestriliste tsivilisatsioonide leidmisel eelseisvas praktilises töös tuli Cocconi ja Morrisoni arvates toetuda järgmistele konkreetset olukorda iseloomustavatele andmetele.

Esiteks, suurimate kaasaegsete raadioteleskoopide tundlikkus võimaldab vastu võtta signaale kuni 25 valgusaasta kauguselt, juhul kui neid lähetatakse saatjatega, mis vastavad kõige võimsamatele raadiosaatjatele Maal (võimsusega kuni kümme tuhat kilovatti).

Saatja võimsus peab olema küllaldane niihästi hiiglaslike vahemaade ületamiseks kui ka võrreldav loomuliku radiokiirgusega sellelt tähelt, mille ümber saatjaga pla-

neet tiirleb. Muidu oleks raske eraldada planeedilt tulevat signaali tähe raadiokiirgusest.

Autorid lisavad, et juba lähematel aastatel suureneb «kuulderaadius» seoses uute suuremate raadioteleskoopide valmimisega saja valgusaastani. Igal juhul, kinnitavad Cocconi ja Morrison, on signaalid 48 Päikesele lähima tähe juurest (16 valgusaasta kauguseni) täiesti tabatavad.

Teiseks, signaale peaksime ootama lainepikkusel 21 cm. Jättes välja lainepikkused, kus tähtedevahelise gaasi või Päikese (muidugi ka tolle teise tähe) raadiomürad on liiga tugevad, aga ka need lainepikkused, mis neelduvad planeetide atmosfäärides, jääb Cocconil ja Morrisonil järele tähtedevahelise raadioside jaoks kasutamiskõlblikuna diapsoon 1000—10 000 MHz ehk 15—150 cm. Sellesse diapsooni langeb aga ainuke teadaolev raadiokiirguse spektraaljoon, mis kuulub vesinikule. See on lainepikkusega 21 cm (1420 MHz).

Universumi raadiokiirguse uurimine lainepikkusel 21 cm on üks kaasaegseid võimsamaid vahendeid ta tunnetamisel. Iga tsivilisatsioon peaks omama kõige tundlikumat raadioaparatuuri just selle lainepikkuse jaoks. Peale selle on vesinik levinuim element universumis, 1420 MHz aga vesiniku «põhiline sagedus». Kas poleks loomulik, et meie kosmosenaabrid valivad oma raadiosaate lainepikkuseks just selle, kosmilises mastaabis teatud etaloonina vaadeldava lainepikkuse? Möödapääsmatult jõuame järeldusele, et looduse enda keel peab olema mõistetav ja universaalne kõigile mõistuslikele olenditele universumis, ükskõik kui väga nad muidu ka erineksid. Loodusseadused on objektiivsed ja seepärast kõigile mõistuslikele olevustele samad — selles on Cocconi ja Morrisoni idee sügavalt materialistlik.

Kolmandaks, signaale ei maksa taevas oodata Linnutee ribast, kuhu on liiga paksu kihina koondunud ka tähtedevaheline gaas. Selle tugevate raadiomüradega tsooni välja-jätmine vähendab uuritavat taevaala umbes kolmandiku võrra kogu taevafäärist (tsooni laiendatakse Linnuteest mõlemale poole ligikaudu 30° võrra).

«Vaid vähesed võivad eitada tähtedevahelise signalisatsiooni avastamise sügavat praktilist ja filosoofilist tähtsust. Seepärast arvame, et selle signalisatsiooni otsingud väärivad teaduse kõigi jõupingutuste rakendamist...» kirjutasid Ph. Morrison ja G. Cocconi artikli lõppsõnas.

Cocconi-Morrisoni artiklis said faktidele tuginevad väited üsna tegevusjuhenditele lähedase kuju ja kohe leidus grupil astronoomidel entusiasmi hakata neid ellu viima. Raadiovalveteenistuse täpne plaan koostati Green Banki raadioobservatooriumi direktori Otto Struve juhtimisel, spetsiaalse vastuvõtuaparatuuri loojaks oli Frank Drake. Projektile anti nimeks OZMA. Lühendi kaks esimest tähte võeti lihtsalt ühest tuntud lastemuinasjutust, kus kaugel imedemaa nimeks oli Oz. Vastuvõtuks kasutati Green Banki observatooriumi uut 26 m läbimõõduga paraboolreflektoriga raadioteleskoopi. Reflektori fookuses paiknes kaks ruuporitaolist raadiokiirguse vastuvõtu elementi — ühega neist koguti raadiokiirgust vaadeldavalt tähelt, teisega selle kõrvalt niisama suurelt «tühjalt» taevaosalt. Ruuporite ümberlüümisega vastuvõtuaparatuuri sisendites osutub raadioteleskoop vaheldumisi suunatuks kord tähele, kord lihtsalt taevale nn. fooni tugevuse määramiseks. Signaale oodati muidugi lainepikkusel 21 cm, vaatlusobjektideks valiti Cocconi-Morrisoni juhiste kohaselt kaks tähte.

Päikese 48 lähima naabri hulgast (16 valgusaasta raadiussega ruumis) ei paku 37 tähte, üldse huvi — need on kas liiga külmad M- ja K-klassi tähed või küll kuumemad, kuid kiiresti pöörlevad tähed. Ülejäänud üheteistkümnest on paar tähte tegelikult kolmiksüsteemid (Kentaury tähtkujus tähed α ja Proksima ning Eriidanuse tähtkujus täht σ_2), mis komponentidevaheliste kauguste poolest stabiilsete orbiitidega planeetide eksisteerimiseks hästi ei sobi. Ka täht 61 Cygni (Luige tähtkujus) on kaksiksüsteem, kuid komponentidevahelised kaugused on sobivamad. Pikaajaliste hoolsate vaatluste tulemusena avastatigi selles süsteemis 61A Cygnil meie Jupiterist umbes 10 korda suurema massiga nähtamatu kaaslane, võib aga ka oletada, et vastavad efektid on põhjustatud mitme väiksema planeedi koosmõjust. Kuid 61A Cygni kui K5-klassi tähe kiirgusvoog küünib vaid mõne protsendini meie Päikese omast. Liiga vähe valgust ja soojust elu arenguks!

Nii jääb lõpuks järele üksnes kolm «kahtlusalust»: täht τ Vaala tähtkujus (τ Ceti), täht ϵ Eriidanuse tähtkujus (ϵ Eri) ja täht ϵ Indiaanlase tähtkujus (ϵ Ind). Kui viimane oma kiirgusvoo suuruse poolest (16% Päikese omast) ei anna hästi mõõtu välja, siis kaks esimest näivad üsna lootustandvatena. Massilt on nad Päikesele lähedased, heledused ainult paar korda väiksemad, spektraalklassilt on

τ Ceti «kollane kääbus» G4-klassist ja ε Eri «oranž kääbus» K2-klassist.

Õöl vastu 6. aprilli 1960 suunati Nõukogude Liidu, India, Rootsi ja Kanada astronoomide-külaliste juuresolekul Green Banki observatooriumi 26 m raadioreflektor esmakordselt inimkonna ajaloos sinna, kust oodati teiste mõlevate olendite signaale. Järgneva kahe kuu jooksul registreeriti järjekindlalt kahe tähe juurest saabuvat raadiokiirgust ja analüüsiti seda hoolsalt elektronarvutite kaasabil. Signaale ei avastatud.

Hiljem kavatseti täiuslikuma aparatuuriga vaatlusi jätkata, kasutades valmivat 45 m raadioteleskoopi, kuid selle teostamine lükkus pikemaks ajaks edasi. Põhimõttelistest aruteludest selgus mõndagi uut ja kõige olulisemana seejuures, et OZMA-taoliste projektide realiseerimiseks oleme just teoreetiliselt vähe valmistunud. Tehniliselt oleksime praegu juba enamakski võimelised: F. Drake'i hinnangu kohaselt küünib Green Banki radioobservatooriumi 200 m läbimõõduga raadioteleskoop 60 valgusaasta kaugusele, 305 m läbimõõduga Puertoriiko hiiglateleskoop aga kuni 100 valgusaasta kaugusele. Viimasel juhul jääb «tegevus sfääri» umbes 10 000 tähte. Ennustatakse, et juba järgmine aastakümme nihutab selle piiri 100 parsekini*.

OZMA jäi julgeks eksperimendiks, mis ei andnud oodatud resultate, vaid ergutas uurimistöö jätkamisele põhimõttelises osas. Morrison ja Cocconi olid juba algul arusaamil, et šansid taoliste otsingute edukaks lõppemiseks on tühised, kuid nagu nad lisasid, need šansid jäävadki täiesti nulliks siis, kui mitte midagi ei tehta...

1962. aastal alustas grupp astrofüüsikuid, biolooge, füüsikuid ja kosmonautikaspetsialiste ettevalmistusi uue OZMA-taolise projekti koostamiseks ja realiseerimiseks. Seekord ei kavandatud üritust enam kuudeks ja aastateks, vaid aastakümneteks — enam ei hellitatud illusioone kiirest edust teiste tsivilisatsioonide otsimisel. Et vältida üleliigset kõmu ajakirjanduse veergudel, arutati mitteametlikult «Täheotsingu» nime saanud projekti salaja ja sellest on teatavaks saanud vaid üksikud fragmendid. Struve ja Drake'i algatusel näiteks püüti formuleerida kõige olulisemaid küsimusi, mida Maa peaks esitama oma vestluspartnerile: kuidas võita südamehaigusi ja vähki, kuidas

* 1 parsek = 3,26 valgusaastat = $3,1 \cdot 10^{13}$ km.

pikendada elu, kuidas teostada juhitavat termotuumareaktsiooni jne.

S. von Hoerner liigitab ühes hilisemas töös raadiosignaalid nende loomuse ja eesmärgi järgi kolme rühma: 1) planeetide nii-öelda *stiihiline tehislik raadiokiirgus* (televisiooni- ja teiste radiojaamade arvel), 2) ühe tähe juurest teise juurde, oletatavale tsivilisatsioonile adresseeritud *suunatud signaalid*, 3) veel leidmata tsivilisatsioonide tähelepanu paelumiseks määratud *üldised väljakutsesignaalid*. Neid liike nimetab ta lühemalt kohaliku ringhäälingu, kauge väljakutse ja kontakti otsimise signaalideks.

Kohaliku ringhäälingu signaali koguvõimsusest piisab tähelepanu äratamiseks vaid planeetidesüsteemi piires. Juba 10 valgusaasta kaugusel on ta peaaegu eraldamatu. Olukord võib muutuda sel juhul, kui planeedi raadiokiirgus suureneb sadu miljoneid kordi (mis pole täiesti võimalatu), kuid jääb siiski veidigi kaugemal ikka veel väikese võimsuse tõttu avastamata.

Teine liik signaale eeldab hästi organiseeritud ja suuri energiakulusid nõudvat «taevateenistust». Juhuslikult võõraste tsivilisatsioonide vahelise raadiokiire teele sattuda on vähetõenäoline isegi siis, kui iga tsivilisatsioon «kõneleb» korraga tuhande naabriga.

Kolmanda liigi signaalide saatmine kujutaks endast kuulavate tsivilisatsioonide seisukohalt kõige tänuväärsemat, kuid saatjailt ühtlasi kõige enam energiakulu nõudvat üritust. Nii taoliste signaalide formeerimisel kui ka vastuvõtul tõuseb esikohale ökonoomsus, mis määrab saate võimalikud suunad, võimsuse, kestuse ja informatsiooni kodeerimise viisi.

1961. aastal viitasid ameerika teadlased Townes ja Schwartz võimalusele kasutada kosmosesideks lasereid. Käsitluse aluseks võtsid nad konkreetsete tehniliste andmetega laseritüübid (mida tollal küll veel tegelikult olemas ei olnud).

Laserid tekitavad monokromaatse, väga intensiivse ja vähe hajuva valguskiire. Kiire hajumine oli Townesi ja Schwartzi artiklis näidetena toodud laseritel 1 kaaresekund ja 0,02 kaaresekundit. Viimane tekitaks näiteks Kuul ja Marsil valguslaigud vastavalt läbimõõtudega 40 m ja 5—7 km (vastasseisu ajal).

Autorid formuleerisid laserite kasutamise tingimused:

1) kiir peab olema küllalt intensiivne, et ta korrespondentide juures oleks ka väiksema teleskoobi abil avastatav, 2) laserikiir tuleb mingil viisil eraldada tähe kiirgusest. Nagu näitavad J. Šklovski arvutused, pole aga isegi artiklis toodud laserite võimsus küllaldane praktiliseks sideks: 10 valgusaasta kauguselt oleks üks neist paistnud suurimates teleskoopides vaevu avastatava nõrgima tähena, teine veel palju nõrgemana.

J. Šklovski väidab, et laserikiire kitsus on teiselt poolt ka tema puuduseks kosmosenaabrite otsimisel. Näiteks laseriga, mille kiire hajumine on vaid $0,02''$, ei saa meile lähimalt tähelt valgustada korruga tervet päikesesüsteemi, vaid tuleb kiirega kompida Päikese ümbrust, kusjuures Maa võib vaid vahetevahel, tõenäoliselt juhuslikult ja lühikeseks ajaks, sattuda kiire tee. Kuigi J. Šklovski ei eita laserite rakendamisevõimalusi tulevikus, märgib ta, et praeguste andmete ja teadmiste seisukohalt näib nende kasutamine ebaökonomsem kui raadioside näiteks 21 cm lainepikkusel. Kahtlemata on laserid aga otstarbekad sidepidamiseks päikesesüsteemi piires. Kuu kompimine laserikiirega koos peegeldunud valguse mõõtmisega Maalt on praegu juba teostatud Nõukogude Liidus ja USA-s. Tulevikus võib tehniline progress muidugi laserite kasutamisevõimalusi tunduvalt avardada.

Kirjutises «Teekond poleemika epitsentrisse» esitavad nõukogude fantastid G. Altov ja V. Žuravljova täiesti uue teaduslik-fantastilise hüpoteesi Tunguusi meteoriidi päritolust. Nende arvates tekitas plahvatuse võimas laserikiir, mis kosmosest langes sel hetkel Maale ja kutsus atmosfääris esile midagi hiiglasliku keravälgu taolist. Olemasolevate andmete põhjal suudavad autorid osutada konkreetsele tähele taevas, kust kiir pidi lähtuma — see on tõenäoliselt meile juba tuttav täht 61 Cygni, kaugusega 11,1 valgusaastat Päikesest. Tõsi, 61 Cygni on kolmiktäht, kuid nagu eespool juba öeldud, ei loeta stabiilsetel orbiitidel liikuvate planeetide eksisteerimist mitmiktähtede juures võimatuks.

61 Cygni on meie lähemaid naabreid, meie neile samuti. Loomulik, et signaal meile suunati, kuid mis siiski võis seda ajendada? Kas ei toimunud varem Maal midagi, mis võis 61 Cygni asukaid innustada? See «miski» Maal pidi toimuma vähemalt 22,2 aastat varem, kuivõrd 11,1 valgusaasta kauguselt tuli laserikiir meieni 11,1 aastat ja teist

niisama palju pidi enne kulgema teade sündmusest Maal täheni 61 Cygni. Tunguusi nn. meteoriit langes 1908. aastal, 1883. aastal aga juhtus Maal tõepoolest silmapaiste vündmus — Krakatau vulkaanipurse. Arvatakse, et viimasele võrdset plahvatust varasemast inimkonna ajaloost on raske leida. Purse võis põhjustada ka teatud raadioimpulsi tekkimise, seda aga lugesid 61 Cygni elanikud «väljakutseks». G. Altov ja V. Žuravljova jätkavad edasise tõestusmaterjali ja võimalike ühenduses seisvate nähtuste otsimist. Juhul kui Krakatau purske eel oli Maale juba jõudnud mõnesugune signaal tähe 61 Cyg juurest, võisid «nemad» seal pidada purset ka vastuseks. Tõepoolest, Greenwichi observatooriumis märgati 1882. aastal «torpeedokujulist» valguslaiku taevast, mille kohta käivasse aruandesse oli isegi märgitud, et nähtus meenutas projektorikiire liikumist mööda taevast. Ja veel: samasugust nähtust täheldati uuesti 1894. aastal — 11 aasta pärast. Pole võimatu, et see ajavahemik pidi kandma informatsiooni signaliseerijate kaugusest (11,1 valgusaastat).

PILK TULEVIKKU

Päikese tüüpi täht särab enam-vähem muutumatuna kuni 50 miljardit aastat. Meie Päikese vanus on alles 7—10 miljardit aastat ja seega on ta üsna noor täht. Ees võib seista 40 miljardit aastat rahulikku arengut; selleks ajaks on inimkond Maal kindlustatud Päikese soojendavate ja valgustavate kiirtega. Möödunud on inimkonna ajaloos vaid «üks sekund», nagu ütles Tsiolkovski. Ilmusid ju esimesed inimesed Maale umbes miljon aastat tagasi, põldu haritakse vaid 10 000—15 000 aastat, loodusteadused tekkisid mõnesaja aasta eest. Teaduse ja tehnika tormiline areng aga on kestnud vähem kui sajandi. Nii või teisiti, inimkonna hüpe lapsepõlvest gigantse võimuni looduse üle on toimunud imelühikese aja jooksul, võrreldes planeedi või tähe üldise lõpliku elueaga.

Eeldades, et tsivilisatsioonid on universumis tüüpiline nähtus, võime arvata, et nad seisavad *mitmesugustel arenguastmetel*, kusjuures need astmed vastavad muidugi vanusele. Siit järeldub, et šansid kohata meiega võrdsel arenguastmel või nooremal tsivilisatsiooni kosmoses peak-

sid olema imeväikesed: sadadest miljonitest tsivilisatsioonidest võiksid vaid üksikud olla meietaoliselt «imikueas».

Cocconi-Morrisoni idees ja projektis OZMA sisaldusid, hoolimata nende omaaegsest progressiivsusest, metodoloogilised eksimused. Nad oletasid, et signaliseeritakse meie arengutasemel seisva aparatuuri abil. Ainult mõnekümne aasta vanuse raadioastronoomia vahendeid Maal võib aga võrrelda ikka veel Popovi äikesemärkijaga. Lähtepunkt oleks pidanud olema teine: arenenum tsivilisatsioon saadab signaale, mis üldse ei arvesta mingeid primitiivseid riistu, vaid meid ennast. Signaalid peavad olema meile võib-olla isegi hoopis riistadeta vastuvõetavad. Sel juhul muide saavad jälle eelise laserikiired, sest üsna tõenäoliselt on kõik tsiviliseeritud elusolendid *nägijad* — nad vähemalt peaksid nägema oma päikest.

«Signaalid, kui nad on olemas, on saadetud meist miljardeid aastaid vanema tsivilisatsiooni poolt... Nad on kõikvõimsad, nad oskavad teha kõike, mis ainult ei riku looduse seadusi. Nad ei saada mitte neid vaevukuuldavaid signaale, mida meie püüame eraldada oma riistade tundlikkuse lävel, vaid kolossaalse võimsusega signaale. Nii heledaid signaale nagu linna tuled... Ainult pime ei näe neid! Kuid selliseid signaale me ei tunne. Kas pole neid üldse, või...» (A. Žuravljova «Universumis lendajad»).

Kolumbus ei leidnud Ameerikast kõrgemale arenenud tsivilisatsiooni kui Euroopas. Vastasel korral oleksid ameeriklased avastanud Euroopa. Kuidas aga viia seda kooskõlasse arvamusega, nagu ümbritseksid meid kosmoses arenenumad tsivilisatsioonid? Just nemad peaksid siis meid avastama. See sunnib meid Maalt tähelepanelikumalt oma ümbrust jälgima, võõraid signaale otsima ja püüdma ette näha, millisel kujul need signaalid võiksid saabuda. Tugevneb ka kahtlus, et mõne tsivilisatsiooni esindajad on minevikus juba viibinud Maal. Leidmata midagi erilist huvipakkuvat, nad lahkusid; täpsemini väljendades, huvipakkuva osas ammandasid nad meie planeedi kiiresti ja siis reisisid edasi (võib-olla ka üksikuid inimesi näidistena kaasa viies).

Küsimusele «Miks siis teiste maailmade elanikud ei anna endast märku?» vastas juba Tsiolkovski: «Seepärast, et inimkond pole selleks veel ette valmistunud... Kui haritus laieneb, tõuseb kultuuritase, siis saame paljugi teada teiste planeetide elanikest.» Leidub aga põhjusi kartuseks, et naabertsivilisatsioonide vaheline keskmine kaugus on suurem kui algul arvati; viimasel ajal kaldubki enamik

teadlasi selle poole. Seni pole me veel üldse arvestanud asjaolu, et planeedil teatud ajastul tekkinud tsivilisatsioon võib ka mõne aja pärast sellelt planeedilt kaduda või hävida. Seega peame ekstraterrestrilise tsivilisatsiooni avastamisel ja ühendusse astumisel seadma tingimuseks tema ja meie eksisteerimise *samaaegsuse*. Täpsemalt vaatleme selle probleemi võimalikke lahendusi veel järgnevas osas, siinkohal piirdume vaid konstateerimisega, et mida väiksem on nn. tehnoloogiline ajastu (s. t. tehniliselt arenenud tsivilisatsiooni eksisteerimise ajavahemik), seda väiksem on *samaaegselt* Galaktikas eksisteerivate tsivilisatsioonide arv ja seda suuremad kaugused neid järelikult eraldavad. Austraalia raadioastronoom Bracewell arvutas, et kui tehnoloogilise ajastu kestus oleks 10 000 aastat, siis kaugus lähima tsivilisatsioonini oleks tuhat valgusaastat ja selle kaugusega piiratud sfääri jääks umbes 50 000 tähte (eeldusel, et *mõnel miljardil* planeetidesüsteemil Galaktikas varem või hiljem tekivad mõistuslikud olen did). Kuidas valida 50 000-st tähest just see õige, see jääb Bracewelligi arvates lahendamatuks küsimuseks.

Olles asetanud ennast nüüd imikueas tsivilisatsiooni ossa, kes püüdleb vanemate vendadega ühenduse loomise poole, suudame ka õigemini hinnata selle püüdluse õnnestumise väärtust. Tuletame meelde, mida on andnud teaduslik-tehniline progress inimkonnale viimase viiekümne aasta jooksul: raadioelektronika, relatiivsusteooria, kvantmehhaanika, aatomienergia, elektronarvutid, antibiootikumid... Mida võivad tuua järgmised viiskümmend, sada, tuhat, kümme tuhat aastat? Milliseid looduse saladusi ja tehnika imesid võiks meile kirjeldada mõni vanem tsivilisatsioon! See tooks kaasa kujuteldamatu revolutsiooni meie planeedi teaduses, tehnikas ja kogu elus.

A. Clarke tegi katset ennustada inimkonna tulevikku olulisemate sündmuste osas kuni aastani 2100. Selles ennustuses dateeritakse esimese raadiokontakti loomine maavälise tsivilisatsiooniga aastatega 2030—2040, millele mõnekümne aasta pärast (a. 2100) järgneks lõpuks erutav kohtumine meile võõraste mõistuslike olenditega. Tehisorganismi loomist Maal loodab A. Clarke toimuvat palju varem, 1990. aasta paiku. Tegemist on muidugi väga suurel määral subjektiivsuse pitserit kandvate oletustega, niihästi selle hindamises, *millal* miski toimub, kui ka selle hindamises, *mis* üldse tulevikus võib aset leida. Kuidas

näiteks mõista 100 aasta pärast oodatavat «aegruumi purustamist», seda ei kujuta vist ka autor endale täpselt ette.

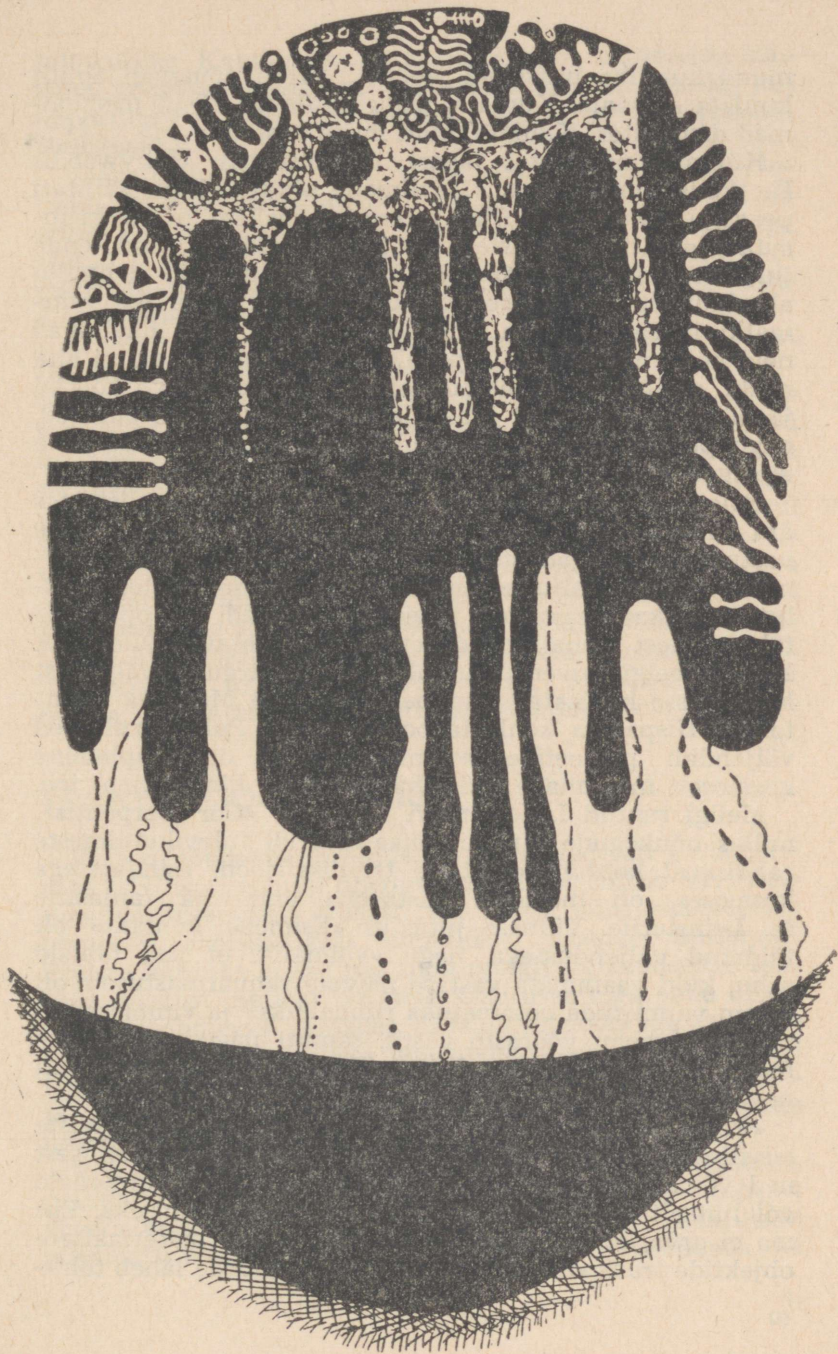
J. Šklovski märgib 2100. aastale ennustatud maavälise tsivilisatsiooni esindajatega kohtumise suhtes, et määravaks jääb ikka see, kes keda leiab. Juhul kui *nemad* otsivad meid ja leiavad (või on juba leidnud), võib kohtumine toimuda millal tahes: aasta või ka tuhande pärast. Kui aga uskuda, et alles aastal 2080 stardib meilt esimene tähelaev ja meie leiame «nemad» paarikümne aasta pärast, siis peavad nad asuma üsna lähedal. Näib, et A. Clarke on selles küsimuses üpris optimistlikult häälestatud ja loeb peaaegu igat planeetidesüsteemi mõistuslike olenditega asustatuks. Clarke'i ennustatud huvitavatest sündmustest tuleks muuseas mainida veel inimese piiramatu eluea (surematuse) küsimuse positiivset lahendamist aastaks 2090.

I. Jefremovi raamatus «Andromeeda udukogu», mille tegevus toimub umbes 30. sajandil, lastakse inimkonnal esmakordselt avastada teiste mõistuslike olendite signaalid meie ajast arvates 5—6 sajandi pärast. Kulub mõnikümne aastat, enne kui jõutakse täielikule arusaamisele saadete sisust. Osutub, et kogu kosmoses on tsivilisatsioonid juba ammu ühinenud Suurde Ringi ja sellesse tsivilisatsioonide sõbralikku kollektiivi võetakse vastu ka Maa Pääkese juurest.

Ei saa öelda, et need tulevikuennustamise katsed oleksid veenvad. Nende liigne lihtsustatus tõendab vaid, et me ei ole selleks suutelised. «Tõeline tulevik ei lase end ette näha,» möönab ka A. Clarke ise oma raamatus «Tuleviku profiile».

Puudutame nüüd veel üht küllalt kriitilist küsimust seoses kontakti astumisega ekstraterrestriliste tsivilisatsioonidega: millisel määral võivad need kontaktid meile ohtlikud olla?

Tsivilisatsioonidevaheliste vahetute kontaktidega seotud ohust jutlustavad fantastid ja ka teadlased läänes juba aastaid. Professor Albert Gibbs Kalifornia Tehnoloogia-instituudist deklareeris näiteks ajakirjas «Newsweek»: «Ei maksa vastata kosmosesignaalidele! Kogemused näitavad, et iga kord, kui inimesed kohtasid teisi, seni tundmatu kultuuriga inimesi, nad tapsid neid. Astuda läbirääkimistesse tähendaks välja minna kohutavale riskile... Nende jaoks, kes signaale saadavad, pole me võib-olla mitte midagi



muud kui liha biifsteegi jaoks... Minu nõuanne: ainult kuulata signaale. Kuulata, nagu kuulavad öösiti metsloomad džunglites. Kuulata, kuid mitte vastata!»

Kümmekond aastat tagasi ekraniseeriti Hollywoodis H. Wellsi tuntud teos «Maailmade sõda». Filmis säilitati peaaegu dokumentaalfilmi meenutav realism, mis ei kriiputa alla mitte marslaste välist hirmuäratavust, vaid nende julmust ja hoolimatust kõige maise vastu. Neid ei huvita absoluutselt kahejalgsed olendid Maal, nad ei tee vähimatki katset nendega ühendusse astuda, nad hävitavad neid kõiki nagu tülikaid putukaid. Marslaste vastu ei äita miski, sealhulgas ka aatomipomm, nad maabuvad kõikjal ja pühivad oma teelt Maa elanikud ning nende ehitised, nagu pühiks inimene oma tulevasest elukohast minema sipelgad koos pesaga.

Pole vaja erilist läbinägelikkust, et neis vaenu ülistustes ära tunda meie planeedi kapitalistlikule maailmale omaste vastuolude ja sõjahüsteeria projitseerimist tulevikku, kosmose foonile. Paljudes ameerika fantastide teostes absolutiseeritakse kaasaegset ameerika elulaadi ja opereeritakse sellest laenatud mõistetega kirjeldatavas tulevikus. Esineb veelgi halvemat: inimkonna järkjärgulist väljumist kosmosesse kujutatakse umbes nagu Uue Maailma vallutamist Hispaania konkistadooride poolt. Pole haruldased väljendid: planeetide koloniseerimine, orjakauplemine kosmoses, maailmade sõda, halastamatu hävitamine jne.

Meilgi tuntud I. Jefremovi jutustus «Cor Serpensis», milles nõukogude kirjanik maalib pildi tulevikuinimeste rahulikust kohtumisest teise tsivilisatsiooni esindajatega kosmoses, oli mõeldud vastusena ameerika fantastile M. Leinsterile. Viimase jutustus «Esimene kontakt» oli täidetud väljendustega, nagu «võimalik, et nad tahtsid rahu, kuid vaatamata vastase näivale rahuarmastusele oli õigem valmistuda ootamatuks rünnakuks» ja «inimesed ei tundnud vaenu võõraste vastu, samuti nagu võõrad inimeste vastu, kuid rangelt loogiliste põhjuste alusel tuli neid tappa või saada ise tapetud».

«Peale selle on väljendatud oletusi, et kontaktidel teiste tsivilisatsioonidega tuleks säilitada ettevaatlikkust, sest nad võivad himustada meie kulda või väärismetalle või lihtsalt kasutada meid biifsteegi valmistamiseks. Ent ma ei arva, et risk oleks kuigi suur, sest materiaalsete objektide transportimine teiste tähtede juurde läheb tohu-

tult kalliks. Kahtlemata on palju odavam sünteesida liha tema koostiselementidest või hakata taimetoitlaseks kui importida liha teise tähe juurest.» Nii kirjutab astronoom Bracewell.

Vaevalt ähvardab üht tsivilisatsiooni teadliku kallale tungi oht teise tsivilisatsiooni poolt, kuid kindlasti jäävad erinevate maailmade vahele nende looduslike erinevustega seotud ohud, alates nakatumisest võõraste viiruste või mikroorganismidega ja lõpetades kasvõi aine ning anti-aine annihilatsiooniga.

Ameerika fantasti Alan Innesi novellis «Teekond kestab kaua» leiavad kangelased võõralt planeedilt hiiglaehitised, kuid ei märka kusagil elu, ehitiste loojaid. Alles tagasiteel avastatakse, et kosmoselaevas on kaasa toodud mikroskoopilised olendid, kes söövad metalli. Nemed olid püstitanud sellel planeedil leitud hiiglaehitised, nii nagu seda teevad korallid Maal... Kosmoselaeva metallis kui soodsas toitekeskkonnas paljunevad nad kohutava kiirusega. Üksteise järel hukuvad kosmonaudid, ka laeva ähvardab häving. Võimalus jõuda Maale tagasi küll veel jääb, kuid see tähendaks nakatada ka koduplaneet kohutavate olenditega, tuua hukatust tervele inimkonnale. Ja kosmonaudid muudavad laeva kurssi, suundudes Maast mööda, pikale teekonnale kosmose lõpmatusse.

TSIVILISATSIOONI ELUIGA

Eespool jõudsime järeldusele, et samaaegselt eksisteerivate tsivilisatsioonide tihedus Galaktikas sõltub tsivilisatsioonide keskmisest elueast. Kui kaua võib eksisteerida planeedil mõistuslikest olenditest koosnev ühiskond? Praegu kahjuks ei saa me anda mingit ligikaudseltki lõplikku vastust. Selleks on meie käsutuses liiga vähe üldistatavaid andmeid. Oletades, et tsivilisatsiooni iga on piiratud vaid kosmogooniliste teguritega, nagu seda eespool tegime, nähtub, et tsivilisatsioonid võivad eksisteerida miljardeid aastaid. Seda võib ühe planeedi seisukohalt lugeda peaaegu igaveseks eluks.

Võitlust bioloogilise vananemisega alles alustatakse, praegu tehakse esimesi arglikke samme. Kuid on põhjust arvata, et kunagi jõuame inimese kui indiviidi praktiliselt piiramatu elueani. Kas ei suuda me seda laiendada ka

inimkonnale? Võib-olla tõesti. Praegu aga arvab enamik teadlasi, et tsivilisatsiooni eluiga on küllalt lühike või isegi väga lühike. Igatahes üksiknähtuste ja -objektide tekkimise, arengu ning hävingu reeglipärasuse foonil näib millegi lõpmatu püsivus ebaloomiliseks.

Lääne-Saksamaa teadlane Sebastian von Hoerner arvab, et tsivilisatsiooni eksisteerimise tehnoloogilist ajastut võivad piirata järgmised sündmused:

- 1) igasuguse elu hävimine planeedil;
- 2) kõrgesti arenenud elusolendite hävimine;
- 3) vaimne või füüsiline mandumine ja väljasuremine;
- 4) huvi kadumine teaduse ja tehnika vastu.

Mitmed autorid loevad tõsisemate ohtude hulgas esimeseks «termonukleaarsest enesetapmist». «Inimkonda võib võrrelda püssirohulaoga, kus vabalt kaklevad lapsed, kelle taskud on täis tikke,» kirjutatakse ühes Prantsusmaal ilmunud raamatus, mis kannab pealkirja «Kaasaegne inimene — iseenda timukas». Järgneb ennustus: «Katastroofi päev ja tund on teadmata. Juhtumit, mis ta esile kutsub, ei saa ette näha. See, et ta peab toimuma ning seejuures kiiresti, on silmanähtav.» Ka nimetatakse tõsiste ohtude hulgas elanike arvu hoogsat kasvu meie planeedil, nn. demograafilist plahvatust. Kaugemas tulevikus aga võivad tsivilisatsiooni (eriti tehnika) arenguga kaasneda hoopis uued, ettenägematud ohud.

Seda, et eluiga võiks olla piiramatult suur, loeb von Hoerner täiesti võimatuks. Teise ja kolmanda juhu kohta peab ta tõenäoliseks uue tsivilisatsiooni sünni vana «varemetest», kusjuures selline noorenemine võib teostuda muidugi palju lühema aja jooksul kui täiesti uue tsivilisatsiooni teke. Edasi hindab von Hoerner kõigi sündmuste võimaliku teostumise ajalisi intervalle ja tõenäosusi, kuid teeb seda silmanähtavalt täiesti subjektiivselt. Nii näiteks loeb ta kõrgesti arenenud elu hävimise tõenäosust tsivilisatsiooni eksisteerimise esimese 50 aasta jooksul võrdseks 60 protsendiga. Kommenteerides von Hoernerit hinnanguid viitab J. Šklovski tema eelkäijale Osvald Spenglerile — Spengleri «Euroopa loojangu» on von Hoerner ainult laiendanud kogu inimkonna hukkumisele. Tsivilisatsiooni ea edaspidiste määramiskatsete seisukohalt võib von Hoernerit töid kasutada vaid eeskujuna meetoodilise lähenemise osas.

Von Hoernerit järgi on tehnoloogilise ajastu keskmiseks

töenäoliseks kestuseks 6500 aastat ning sel juhul eksisteeriks Galaktikas samaaegselt 3 miljonit tsivilisatsiooni keskmiste kaugustega üle 1000 valgusaasta. Kui erandjuhuna õnnestub ühel tsivilisatsioonil teisega ühendusse astuda, siis tõenäoliselt on tolle teise tsivilisatsiooni vanus juba 12 000 aastat ning ta on varem samal planeedil eksisteerinud tsivilisatsiooni järeltulija. Töenäosus kohata võrdse vanusega tsivilisatsiooni on tühiselt väike, umbes 0,5 %.

Tüüpiliselt võtaks enamiku aega tsivilisatsiooni kujunemises ja arengus enda alla meie poolt läbitud elu evolutsioon ja tehnoloogiline õitseng kestaks vaid mõnedsajad aastad, mille jooksul muidugi ei jõuta ühtki naabrit üles leida (kahepoolse side mõttes). Seda mõtet saadab kahjutunne — kulutada nii palju aastaid universumi tundmaõppimisele, jõuda osaliselt juba looduse juhtimiseni kosmose mastaabis ja siis hääbuda ilma midagi teada saamata oma naabritest. Kui aga juhuslikult lähestikku sattunud kaks tsivilisatsiooni suudavad astuda teineteisega ühendusse ning vältida võib-olla hävimist, siis puudub neil huvi «ühepäevaliblikate» vastu, keda igal aastal sünnib ja sureb kogu Galaktikas...

Et tsivilisatsioonile on hoolimata tema tõusmisest ikka kõrgemale sotsiaalse ja teaduslik-tehnilise arengu tasemele omane suur haprus, sellele osutas juba H. Wells. Tema stsenaariumi kohaselt enne Teist maailmasõda loodud A. Corda filmis «Tuleviku ilme» püütakse tõestada, et paari olulise komponendi (tööstuslik-tehniline baas ja uue põlvkonna õpetamine-kasvatamine) äralangemine näiteks pikemaajalise sõja tõttu viib inimkonna tagasi koopaajastusse. Wellsi lahendus — teatud tehnokraatlik organisatsioon — oli muidugi utopiline, kuid viitas ta usule tsivilisatsiooni säilitamise võimalusse.

Nagu juba eespool märkisime, kannatavad Hoerneri arvutuste alused subjektiivsuse all ja seepärast ei saa toodud arvulisi resultate muidugi kõrgemalt hinnata kui äärmuslikkusse kalduva hüpoteesi vilja. Väärivad märkimist vaid kaks küllalt tõepärast asjaolu: 1) kaldudes arvama, et lähima tsivilisatsioonini on üle 100 valgusaasta (või isegi üle 1000 valgusaasta), muutub täiesti mõtetuks raadio- või laserikiire *suunamine* üksikutele tähtedele või Päikesele *suunatud* signaalide ootamine, 2) väga tõenäoliselt tsivilisatsioon, mille me kunagi mingisuguste

meetoditega avastame, osutub meist väga palju vanemaks ja arenenumaks. Muuhulgas viitab ka von Hoerner tsivilisatsioonide ühenduse positiivsele mõjule tsivilisatsioonidevahelise sideni jõudmise mõttes suhteliselt ebasoodsate eelduste puhul (väikesed eluead ja suured vahekaugused), nimetades tsivilisatsioonide vastastikust abi «tagasisideefektiks». Ka J. Šklovski rõhutab, et selle termini all mõistetakse tsivilisatsioonide koostöö võib osutada üldse määravaks mõistusliku elu probleemide lahendamisel universumis. Ta võib osutada mõtlemisomadusega varustatud materia arenguteeks Galaktika ja kogu universumi mahtab. Lähemalt on neid ideid edasi arendanud nõukogude teadlane N. Kardašov, kelle tööst tuleb juttu veel hiljemgi.

J. Šklovski näeb väljasuremise võimalike põhjustena veel geneetilist hädaohtu, indiviidide aju piiratud mahtu ja tehnilike elusolendite ilmumisega seotud kriisi. Geneetiline hädaoht seisab loomuliku valiku seaduse mõju kaotamises, mis võib viia liigi mandumisele, kui ei leita uusi vahendeid pärilikkuse-informatsiooni kontrollimiseks. Aju piiratud maht võib tekitada liigse spetsialiseerumise ühiskonnas, mis omakorda hakkab üha enam pidurdama arengut.

Bürakanis toimunud üleliidulisel teaduslikul konverentsil sai J. Šklovski hinnang tsivilisatsiooni maksimaalse eluea kohta — 10 000 aastat — üsna terava kriitika osaliseks. Väljendati arvamusi, et meil pole kaalukaid põhjusi «tappa tsivilisatsioon nii noorelt» ja esialgu võiks lähtuda tähe kosmogoonilisest east (vähemalt miljardi aasta suurusjärgus). Ekstraterrestriliste tsivilisatsioonide juhtivaid spetsialiste USA-st, A. G. W. Cameron, pakub tsivilisatsiooni elueaks miljon aastat.

Päikese kosmogoonilise arengu põhjal lugesime tsivilisatsiooni elueaks miljardid ja kümned miljardid aastad. Võime seda nimetada küll väga suureks või isegi praktiliselt lõpmatuks ajavahemikuks, ent ilmselt peab selgi juhul ühe planeedi piires arvestama küllalt suuri muudatusi ja arvatavasti ka elu eksisteerimise lõplikkust planeetidesüsteemis. Ka meie Päike evolutsioneerub ja mõnede autorite arvates palju kiiremini kui eelmises peatükis juttu oli.

Raamatus «Elu universumis» väidab Michael Ovenden, et Päike on olnud muutumatu viimased 5 miljardit aastat

ning jääb selleks ka kindlasti järgmiseks miljardiks aastaks. Siis aga hakkavat juba avalduma muutused. Päike hakkab kiirgama rohkem soojust ja valgust, Maal muutub ikka kuumemaks. Üsna pea on meil kuumem kui praegu Merkuuril ning me kaotame vee ja atmosfääri. Pärast seda kui Päike hakkab arenema punase hiidtähe staadiumi suunas, muutuste kiirus kasvab ja võib ületada loomuliku valiku põhjal toimuva elusolendite kohanemise tempo. Sel juhul hakkavad arenenumad eluvormid Maal sõltuma vajalike tingimuste tehiskultuurist loomisest ja osutub, et nende esivanematele elu andnud planeet on nüüd muutunud nende vastu vaenulikuks. Võib teha isegi üldisema järelduse: mõistuse tekkimist loomuliku valiku käigus võib seletada sellega, et organismil oli kergem ja kiirem kohandada endaga ümbritsevaid tingimusi kui kohaneda ise keskkonnaga. Sellega aga aeglustus (võib-olla aga ka lõppes) bioloogiline evolutsioon. Kas suudab mõistuse jõud luua Maal tema elanikele sobivad tingimused edaspidigi ilma maha jäämata Päikese evolutsiooni tagajärjel üha kiiremini tõusvast temperatuurist?

M. Ovendeni arvates ähvardab meid täiesti reaalne oht, et sellistes tingimustes võivad kaasaegsed elu vormid välja surra ja asendada lihtsamate organismidega, kes taluvad kõrgeid temperatuure ja vee puudumist paremini.

Edasist Päikese evolutsiooni on raske ette kujutada, aga võib arvata, et Päike kui täht muutub oma elu lõpul jällegi jahedamaks kui praegu. Maal muutub külmaks nagu praegu Pluutol. Temperatuuri langus toimub aga mõne miljoni aasta jooksul, seega võrratult kiiremini kui pidev temperatuuri kasv (eelmise 10 miljardi aasta jooksul). Ainult väga kiiresti evolutsioneeruv elu võib sel perioodil veel säilida.

Jutustuses «Ekspeditsioon Maale» kirjeldab A. Clarke veenuslaste kosmoselaeva reisi Maale, kus mõne aastatuhande eest õitses tsivilisatsioon. Nüüd on aga Maa kaetud tohutute jäälagendikega ja täiesti eluta. Mingisugune looduse tuju muutis Päikese kiirgust ja andis sellega mõistusliku elu Veenusele, kuid surmas ta Maal. Clarke loob harukordselt elavaid pilte elu järkjärgulisest taganemisest jää eest ja viimaste Maa elanike edutult lõppenud katsetest varjata end mäestikes.

Tõenäoliselt seisab inimkond juba palju varem probleemi ees, millise tähe ümber leida uus eluase. Kas kos-

moselendude võimalused selleks ajaks on küllaldased terve inimkonna ümberasustamiseks mõne teise tähe juurde, seda ei saa praegu otsustada. Küllap ka 50 aastat tagasi kaheldi õhutranspordi võimalustes ja vajalikkuses, kuid mis on 50 aastat eesseisvate miljardite aastatega võrreldes! Vahepealseks etapiks enne Päikese juurest ärakolimist jääb kuumenemisel kaugematele planeetidele rändamine ja jahtumisel tagasitulek Päikesele lähematele planeetidele.

Elu kui kosmilise nähtuse vaatlemine ja eriti ühe planeedi tsivilisatsiooni võimaliku (maksimaalse) eaa määramise katsed kutsuvad vahetevahel esile süüdistusi «pessimismi propageerimises». J. Šklovski kirjutab, et teadvusest sõltumatuid materiaalse maailma objektiivseid seaduspärasusi oleks mõttetu nimetada pessimistlikeks või optimistlikeks. Ka ei ole midagi pessimistlikku väites, et tsivilisatsioon ühel planeedil kord hukkub, samuti nagu ei ole seda väites, et iga indiviid möödapääsmatult kunagi sureb. Nii nagu indiviidi surm ei peata ühiskonna arengut, ei lõpeta tsivilisatsiooni häving ühel planeedil mõistuslikku elu universumis ega peata ta arengut. Laiendades analoogiat jõuame järeldusele, et samuti nagu indiviidi progressiivne osa ühiskonna arengus pole mõeldav kontaktita teiste indiviididega, niisama saab tsivilisatsioon anda oma panuse mõistusliku elu üldise arengu heaks universumis vaid siis, kui ta astub kontakti teiste tsivilisatsioonidega. Mõistusliku elu piiratud iga planeedil oli selge ka Engelsile: «... on meil kindel veendumus, et materia jääb kõigis oma muundumistes igavesti samaks, et ükski tema atribuutidest ei või eales kaduma minna ja et ta peab seepärast niisamasuguse raudse paratamatusega, millega ta kunagi hävitab maakeral oma ülima õie, mõtleva vaimu, selle kusagil mujal ja muul ajal jällegi sünnitama.»

Lõpetame aga Tsiolkovski sõnadega:

«Niisiis pole lõppu elul, pole lõppu mõistusel ja inimkonna täiustumisel. Ta progress on igavene. Minge julgesti edasi, inimsoo suured ja väikesed töötajad, ja teadke — mitte ükski kriips teie töödelt ei kao jäljetult, vaid toob teile lõpmatuses tohutu vilja!»

KUIDAS MÕISTA KOSMOSENAABREID?

Jättes praegu kõrvale selle, kuidas me esimese kosmose-tsivilisatsiooni üles leiame (oletame näiteks, et nemad otsisid meid üles) ja ka signaalide tekitamise tehnilised vahendid ning viisid, siirdume signaalide põhimõttelise sisu juurde. Millist tehnikat me ka ei kasutaks, igal juhul peavad signaalid erinema lihtsalt mürast, nad peavad sisaldama teatud informatsiooni. Järgnevalt vaatlemegi, mil viisil meie poolt saadetakud või vastuvõetavad signaalid võiksid informatsiooni kanda. Siin saame kõigepealt eraldada kolme liiki signaale, mis vastavad tsivilisatsioonidevahelise side kolmele etapile. Algul, kui kontakt on veel leidmata, peab signaal ainult erinema kõikvõimalikest looduslikest nähtustest, see tähendab, sisaldama informatsiooni selle kohta, et ta on tehisklik — mõistuslike olendite poolt loodud ja kosmosesse saadetud. Nimetame seda *tähelepanu äratamise* signaaliks. Juba siis, kui puudusid veel raadio ja teised efektiivsed kaugsidevahendid, püüti primitiivsemate tehniliste vahendite baasil lahendada tähelepanu äratamise probleemi.

Möödunud sajandil katsus üks ettevõtlikke prantslasi veenda oma valitsust, et see eraldaks raha hiiglapeegli valmistamiseks, millega saaks päikesekiiri suunata Veenusele või Marsile ja sel viisil anda sealsetele elanikele teada maapealsest elust. Tuntud saksa matemaatik K. Gauss tegi ettepaneku raiuda Siberi metsadesse sihid hiiglakolmnurga-taoliselt (sihtide laius pidi olema 10 miili). Täisnurkse kolmnurga seesmine osa oleks muudetud heledamaks sel teel, et ta pidi kaetama nisupõldudega. Ka see oli mõeldud märguandeks teleskoopidega varustatud marslastele. Austria astronoomi von Littrowi arvates oleks tulnud Sahaara kõrbe kaevata laiad kraavid, mis pidid moodustama hiiglarigid, -ruudud ja -kolmnurgad. Kraavid soovitas ta täita alt veega, peale valada petrooleumi ning see siis põlema süüdata.

Kui tähelepanu äratamise signaal on oma ülesande täitnud, seisab ees üleminek mistahes liiki informatsiooni ülekandele, kuid viimane on võimalik vaid signaalide täieliku mõistmise korral. Seega tuleb korrespondenti õpetada aru saama meie signaalidest, nii nagu last õpetatakse lugema. Nimetame selle etapi *vastastikuse mõistmise saavutamise* etapiks. Arvatavasti tuleb siin luua teatud kood või keel,

mida saaksime õpetada oma korrespondendile, minnes järk-järgult lihtsamalt üle keerulisemale. Võiks öelda, et seisab ees koodi otsimine, mis on iseloomult vastupidine näiteks sõjaväes kasutatavatele šifritele: šifri koostamise eesmärgiks on see, et ta jääks igal juhul võõraile arusaamatuks, kosmosevestluse kood aga peab igal juhul olema võõraile arusaadav.

Kolmandaks etapiks, mis otsekui kroonib tsivilisatsioonidevahelist sidet, oleks *informatsiooni püramatu ülekanne*. Kaks esimest etappi ongi vaid eelastmed selleni jõudmiseks. Millise väärtusega informatsiooni võiksime saada oma tõenäoliselt vanematelt vendadelt, seda on raske ülehinnata. Tõsi, on olemas ka selline variant: mõistes, et me oleme arengus palju maha jäänud, pole meie naabritel üldse huvi meiega keskustleda. Ameerika füüsiku Ralph Lappi sõnade järgi «kehitavad nad õlgu või teevad samatähendusliku liigutuse mõne muu kehaosaga» vastuseks meie «lapselikule lalinale». Siiski on see vähetõenäoline, sest mistahes arengustaadiumis tsivilisatsioon peaks teise tsivilisatsiooni esindajaile pakkuma erakordset huvi, rääkimata õilsatest abistamiseesmärkidest.

Pöördume nüüd tagasi tähelepanu äratamise signaalide juurde. Iseenesest mõista võime siin kasutada kaht vaatekohta, mis peaksid viima samadele järeldustele: millised peaksid olema meie poolt saadetavad signaalid, et nad ärataksid loodetavate korrespondentide tähelepanu, ja vastupidi, milliste tunnuste põhjal võiksime otsustada, et vastuvõetud signaal pärineb kosmosetsivilisatsioonilt.

Esimene võimalusena näeme siin signaali amplituudi perioodilist muutmist, teiste sõnadega, moduleerimist. Signaal võib näiteks koosneda lühikestest impulssidest, mida eraldavad lühemad või pikemad vaheajad. Pikad vaheajad jagavad impulsid rühmadesse, impulsside arvud gruppides võivad kujutada näiteks naturaalarvude rida — mõistet, mis samuti peaks olema ühine kõigile tsivilisatsioonidele. Üksikimpulsi pikkus peaks olema mitu tundi.

Juba Cocconi ja Morrison viitasid, et kui võetakse vastu järjestikku saabuvad impulsigrupid, kuhu kuulub 1, 3, 5, 7, 11, 13, 17... impulssi, siis peaks sellest äratundmiseks olema küllalt. Tõenäosus, et niisuguse algarvude järjestuse kujundavad mingid looduslikud protsessid, olgu need kas Päikese laigud või Veenuse magnetilised tormid, on isegi kosmiliste võimaluste seisukohalt tühine.

Mõistuslike olendite tekitatud modulatsiooni kõrval võib kaugelt planeedilt lähtuv signaal sisaldada veel nii-öelda looduslikke tunnuseid. Et planeet tiirleb ümber tähe, siis saatja kord läheneb meile, kord kaugeneb meist. Vastavalt muutub Doppleri efekti tõttu perioodiliselt ka signaali sagedus. (Maa puhul oleks periood 1 aasta). Signaali analüüs reedaks meile seega aasta pikkuse tollel kaugel planeedil, kust signaal lähtus. Võib-olla õnnestub avastada planeedi ööpäevase pöörlemise jälgi signaalis ja selle kaudu teada saada isegi ööpäeva pikkust seal.

Olles sel viisil teada saanud planeedi pöörlemis- ja tiirlemisperioodid ning teades, millise tähe juurest radio-kiirgus lähtus, võime veel mõndagi järeldada. Tähe spektraalklassi järgi saame ligikaudu hinnata tähe massi, edasi massi ja planeedi tiirlemisperioodi põhjal võime arvutada planeedi kauguse tähest. See aga ütleb juba üht-teist planeedil valitsevate tingimuste kohta. Signaali detailsel analüüsil saadavatest andmetest võime peale planeedi raadiuse määrata isegi saatja asukoha laiuskraadi.

Järgmise etapina tuleb tsivilisatsioonidevahelises sides asuda saavutatud kontakti laiendamisele informatsiooni üleandmise suunas. Ideaalsel juhul peab see viima täieliku vastastikuse mõistmiseni ja informatsiooni piiramatu vahetamiseni; arvestades võimalikke ületatavaid kosmilisi kaugusi, tuleb küll oletada, et paljudel juhtudel jääb side ühepoolseks. See aga ei muuda *mõistmise* probleemi. Ürginimene keskustles vaid oma suguharu liikmetega, edaspidi aga õppis inimene mõistma teistegi koduplaneedi elanike keeli — praegu peame valmistuma vestluseks olenditega kosmosest.

«Alles hiljuti mõtlesin ma sellest,» ütles komandör, «ja sain aru, et kõrgemal arenemisastmel ei saa mõistusega olevuste vahel olla mingit vääriti mõistmist. Inimese mõtlemine, tema mõistus peegeldavad ümbritseva maailma ja kogu kosmose loogilise arenemise seadusi. Selles mõttes on inimene mikrokosmoseks. Mõtlemine järgib universumi seadusi, mis on kõikjal ühtsed. Ükskõik kus mõte ka ei tekiks, rajaneb ta vältimatult matemaatilisel ja dialektilisel loogikal. Ei saa olla mingisugust teist, täiesti erinevat mõtlemist, nagu ei saa olla inimest väljaspool ühiskonda ja loodust...»

Muidugi on I. Jefremovil, kelle jutustusest «Cor Serpentis» pärines eeltoodud tsitaat, õigus selles osas, et mõtle-

mises peegelduvad universumi üldised seaduspärasused. Kuid ei tohi unustada Jefremovi antropotsentrismi, mis eeldas mõistuslike olendite üldist sarnasust. Kas ei erine loodusseaduste peegeldus ajudes, kui ühel juhul on tegemist näiteks termiiditaolise olendiga, teisel juhul ookeaniga?

«Veenuse elanik peatus. ... Ngarroba tegi esimesed sammud... Siis ületas ta lihtsalt ja rahulikult neid eemaldava vahemaa ning haaras tulnuka käe.

See võttis Ngarroba käe, surus («On vast jõud!» mõtles Ngarroba) ja laskis samas lahti.

Ngarroba hakkas rääkima... Muidugi mitte sõnad, vaid intonatsioonid pidid tekitama mulje.

... Olevus elavnes. Suur suu, peaaegu looma neel, avanes laialt. Sees liikus väike keeleke.

«Loo,» ütles Veenuse elanik ja jäi vait.

«Kulu,» sõnas ta pärast pausi.»

Nii «loomulikult» ja naiivselt, kergemini kui erinevate neegrisuguharude liikmed Maal, alustavad vestlust Maa ja Veenuse elanikud A. Saporini jutustuses «Ümarpealiste tagasitulek». Varsti saab Loost Maa elanike ekspeditsiooni ustav abiline, kes tüüpilise «lihtsameelse pärismaalasena» liigutavalt kiindub oma taevastesse sõpradesse ja vähehaaval hakkab omandama nende maneere.

Fantastilises romaanis toimub ühise keele saavutamine fantastilise kiirusega. Tegelikuses on isegi meie planeedil kahe erineva rahvuse esindajail raske vastastikust mõistmist saavutada, sest erinevused paapuate ja eskimote kitsastes maailmades peegelduvad ka nende keeles. Eraldatuse ja kultuurilise mahajäämuse tõttu paljud mõisted keeles muidugi hoopis puuduvad, ent ilmneb ka vastupidist. Oletame, et näidates Brasiilias papagoile, küsite žestiga kohalikult elanikult, kuidas seda lindu hüütakse. Vastust meelde jättes arvate, et olete omandanud sõna «papagoi» kohalikus keeles. Veidi hiljem aga märkate, et papagoid nimetab keegi hoopis teisiti, veel hiljem öeldakse papagoi kohta kolmas sõna jne. Tõlgi abil küsimusse selgust tuues näeme, et sõnal «papagoi» pole siin üldse täpset vastet ja üksikute papagoiliikide nimetusi kasutatakse iseseisvalt. Ainult meile, põhjamaalastele, on nad kõik ühesugused papagoid! Eskimotel olevat aga umbes nelikümmend sõna lume jaoks — «lumi õhus», «külmunud lumi», «vana lumi» jt.

Anatoli Glebovi ühes jutustuses võivad marslased mõt-

teid vahetada kolmel viisil: žestide, sõnade ja biovoolude näol. «Tsiivilisatsiooni arenedes ja raadiotehnika sündides sai kolmas viis võimsa toetuse võimendavate ja transleerivate elektromehhaaniliste seadmete näol.» Loodus oli iga marslase varustanud kaasasündinud antenniga, mis võimaldas neil omataolistega ühendusse astuda.

Oletame, et teatud hulk inimesi näeb ainult üht spektrivärvi, näiteks sinist. Vaevalt nad ise suudavad aru saada, et see on sinine värvus. Neile on see lihtsalt valgus, värvusi aga nende mõtlemises ja keeles ei saagi eksisteerida. Kirjeldatu on aga, võrreldes võimalike erinevustega elusolendite vahel kosmosemastaabis, üsna tühine iseärasus!

Sellisele argumentatsioonile toetudes väidavadki mõned teadlased, et teiste maailmade mõistuslike olenditega pole üldse võimalik vastastikusele arusaamisele jõuda. Nende psüühika, käitumine, kultuur ja võib-olla et ka füüsiline konstruktsioon erinevad meist sedavõrd, et ei inimesed ega küberneetilised masinad suuda neid mõista.

Enamik teadlasi on siiski vastupidisel arvamusel. «Kosmosevestlus» peab olema võimalik, sest maailm, kus me elame, on ühtne: samad aatomid ja elementaerosakesed on ta ehituskivideks, samad füüsikaseadused kehtivad meie Päikesel ja Andromeeda udukogus. Materiaalse maailma seaduspärasused peaksid nii siin kui seal määrama ka informatsiooni töötlemise printsiibid. Nagu erinevate rahvuste esindajad Maal peaksid lõpuks siiski jõudma teineteise mõistmisele, sest nad on ühe ja sama planeedi elanikud, nii peaksime jõudma vastastikusele arusaamisele ka naabritega kosmosest, kuna oleme sama universumi lapsed. Ameerika kirjaniku Piperi fantastilises loos «Universaalne keel» dešifreerivad arheoloogid Marsil mahajäetud asulatest leitud käsikirjad tänu sellele, et leitakse Mendelejevi tabel muistsete marslaste keeles.

Mõlemapoolse tõsise soovi korral on mõnedki raskused ületatavad. Millisel lainepikkusel oodata signaale kosmosest, selle küsimuse määramatuse kohta võiks esitada järgmise analoogia. Teil on üliväga vaja leida Tallinnas inimene, kelle asukohast pole mingeid andmeid ega saa neid ka kusagilt hankida. Näib, et inimest pole mingil juhul võimalik leida. Olukord aga paraneb, juhul kui eeldame, et seegi inimene tõsiselt püüab teiega kohtuda (samuti mingeid andmeid omamata). Samal viisil probleemi üle juureldes peaksid mõlemad jõudma järeldusele, et kohtu-

miseks tuleb minna päeval kell kaksteist näiteks Raekoja ette. Kui päeva ei õnnestu muidu välja selgitada, jääb üle loota 1. jaanuarile (või ka 1. kuupäevale, pühapäevale vms.).

Üheks kirjeldatud meetodi kasutamise juhuseks oligi lainepikkuse 21 cm valimine kosmosesideks ja selle põhjendamine Cocconi ning Morrisoni poolt. Selline *mõtlemiskäigu vastastikuse äraarvamise meetod* on tulemusriikas side loomisel teiste tsivilisatsioonide esindajatega, kusjuures loogilisteks toetuspunktideks saavad kõikjal kehtivad universaalsed looduseadused ja materiat iseloomustavad konstandid. Kahjuks peavad mõlemad lahendajad olema looduseadusi tunnetanud võrdsel määral ja siin võib jääda Maa elanike «intellektuaalne tase» madalaks, võrreldes vanemate vendadega mujal kosmoses. Kui imik püüab alustada vanemate inimestega vestlust abitute žestide ja häälightsuste abil, kas talle vastatakse samaga, kui üldse soostutakse vastama?

«Meie poolt on lihtsaimaks viisiks näidata planeedi X elanikele, et oleme nende teate vastu võtnud, lihtne signaali kordamine, nagu kordame tundmatut sõna, mida ütles välismaalane mõnele esemele osutades. Et X-ühiskond ei arvaks tegemist olevat mõnesuguse raadiokajaga, võime pisut muuta signaali järjestust,» nii arvab füüsik ja teaduseajaloolane Ralph Lapp.

Universumi universaalseks keeleks peetakse matemaatikat. Matemaatika reeglid peaksid olema samad nii Marsil, Veenusel kui ka Andromeeda udukogus ja seepärast toetutakse tähtedevahelise side keele loomisel peamiselt matemaatikale. Sellega pole siiski kõik nõus. «Kui oletada, et kusagil Andromeeda udukogus eksisteerivad vedelas keskkonnas kõrgesti organiseeritud vedelikolendid, siis nende jaoks ei saa olla ei geomeetriat ega aritmeetikat meie mõistes ning järelikult ei saa nende teaduste mõistete abil niisuguste olenditega ühendusse astuda,» väidab prof. E. Kolman. On tõepoolest võimalik, et meie üldtuntud eukleidiline geomeetria jääb vedelikolenditele mõistmatuks, kuid siin võivad kasulikuks osutada mitte-eukleidilised geomeetriad.

Matemaatilistest mõistetest soovitas vestlust alustada ka Tsiolkovski 1896. a. ilmunud artiklis «Kas saab Maa teatada teiste planeetide elanikele mõistuslike olendite eksisteerimisest temal». Siis loeti küllalt tõenäoliseks

vestluspartneriks veel Marsi elanikke. «Kilbid näitavad Marsi elanikele, et me oskame loendada,» kirjutas Tsiolkovski. «Selleks lastakse kilpidel helkida üks kord, siis kaks, kolm jne. korda, jättes iga rühma helkide vahele ajavahemiku sekundit kümme. Samasugusel viisil võiksime oma naabrite ees uhkustada täielike aritmeetiliste teadmistega: näidata kas või oma oskust korrutada, jagada, juurida jne., võiksime isegi demonstreerida astronoomiaalaseid teadmisi... Alustada tuleb marslaste tuntud asjadest, need oleksid astronoomia- ja füüsikaalased andmed. Arvude reaga võiks marslastele edasi anda isegi mistahes kujundi: koera, inimese, masinate kontuurid jm. Tõepoolest, kui nad nagu inimesed on vähegi tuttavad analüütilise geomeetriaga, siis pole neil raske jõuda nende arvude mõistmiseni.»

Eraldi küsimuse moodustab veel formaalse mõistmise laiendamine sisulisele mõistmisele, rääkimata teatud «hingelise läheduse» saavutamisest erineval arenguastmel seisvate tsivilisatsioonide esindajate vahel. Kas see üldse osutub võimalikuks? Võib-olla ei kujutagi me praegu ette selles osas kerkivaid raskusi.

Ray Bradbury lühijutus «Õine kohtumine» kohtuvad marslane ja maalane, kuid nende katsed teineteise tõelise mõistmiseni jõuda jäävad asjatuks. Intelligentsetele olevustele, kes on arvatavasti varustatud küberneetiliste abivahenditega (muidu ei oleks marslane hetkeliselt hakanud aru saama maalase keelest), ei valmista raskusi suhtumise formaalse külje korraldamine. Keele ja žestide osas mõistmine saavutatakse, kuid maailmade ja epohhide erinevus nõuab erinevate tsivilisatsioonide kontaktide korraldamisel midagi enam kui hingetu tehnika. Samuti nagu autori tahtel ilmneb, et marslane ja maalane näevad sõna otseses mõttes teineteisest läbi ja võivad teineteisest «läbi astuda», nii näevad nad ka kõike ümbritsevat täiesti erinevalt.

LINGUA COSMICA

1960. aastal ilmus Hollandis matemaatilise loogika, topoloogia ja teiste matemaatika üsna abstraktsete harude tuntud spetsialistilt Hans Freudenthalilt sarjas «Töid loogika ja matemaatika aluste alal» raamat täiesti ebahariliku ja võiks isegi öelda sensatsioonilise pealkirjaga. See kõlas «Lincos. Keele loomine kosmosesideks». Lincos (tuletatud sõnadest *lingua cosmica* — kosmosekeel) põhineb oletusel, et iga mõistuslik olevus, kes on tunnetanud looduse seadusi samal määral kui inimkond, võib aru saada nende seaduste esitamisest ka tundmatus keeles, juhul kui see keel on küllalt ratsionaalselt üles ehitatud. Samuti oletatakse, et suhtlemine tsivilisatsioonide vahel ei pruugi jõuda dialoogini, vaid inimkonna nimel esitatakse pikk monoloog. Selle monoloogi sissejuhatus (kuid ka juba sisuliselt tähtis osa) ongi märkide, tähiste ja mõistete süsteemi järkjärguline moodustamine ning «kuulajaile» selgeks õpetamine. Mis puutub «kuulamisse», siis tuleb kohe täpsustada, et lincos on tegelikult keel ilma foneetikata, võiks öelda, puhtsemantiline märkide süsteem. Selle keele sõnu ei hääldata tõenäoliselt mitte kunagi ega mitte kellegi poolt universumis, kui me kõnelejaiks ei loe just raadioteleskooppe või lasereid. Freudenthal ei püüa isegi lahendada märkide kodeerimise küsimust, rääkimata signaalide füüsikalis-tehnilisest realiseerimisest, lincos on vaid keele abstraktne skeem.

Freudenthali raamatus on üksnes sissejuhatus kirjutatud tavalises keeles. Järgmised peatükid nõuavad lugejalt inimeselt peaaegu niisama palju tähelepanu, nagu seda peaksid kulutama tulevikukorrespondendid kosmoses. Lincose õpetamine algab matemaatika ja loogika lihtsaimate mõistete selgitamisest. Esimese peatüki esimeses paragrahvis tutvustatakse naturaalarvude rida, kusjuures arvusid kujutavad kodeerimata impulsigrupid: üks impulss, kaks, kolm, neli, viis jne. impulssi. Edasi tuuakse sisse märgid «suurem» $>$, «väiksem» $<$ ja «võrdne» = näidete kaudu:

. . . $>$.
. . . $>$. .
. . . $<$. . .
. . . = . . .
. . . = . . .

Samal viisil minnakse üle arvude esitamisele kahend-
süsteemis:

$$\begin{aligned} & \dots & = & 1, \\ & \dots & = & 10, \\ & \dots & = & 11, \\ & \dots & = & 100, \\ & \dots & = & 1011. \end{aligned}$$

Nagu eeltoodust nähtub, selgitatakse lincoses uusi märke ja mõisteid induktiivsel meetodil: pärast hulga näidete esitamist tuleb kuulajal-õpetataval endal teha üldistus.

Järgnevad matemaatilised tehted. Nagu teada, kujunevad need kahendsüsteemis lihtsaiks, näiteks korrutamistabel koosneb ainult neljast korrutisest:

$$\begin{array}{ll} 1 \times 0 = 0, & 1 \times 1 = 1, \\ 0 \times 1 = 0, & 0 \times 0 = 0. \end{array}$$

Nii jõutakse raamatu esimeses peatükis funktsiooni, negatiivse arvu, ratsionaal- ja kompleksarvu ning murru mõisteteni, sama meetodikat kasutades ka matemaatilise analüüsi, matemaatilise loogika, hulgateooria elementide ja põhitõdede selgitamiseni. Teine peatükk raamatus on pühendatud aja mõistele ja ühikutele. Veel huvitavam on aga kolmas peatükk «Käitumine», kus eespool fikseeritud matemaatiliste ning osalt ka üldiste mõistete ja märkide abil hakatakse selgitama inimeste käitumise viise ja jooni. Alustatakse mõistest «hea-halb» ning jõutakse «arguse», «viha», «kujutlusvõime» ning teiste taoliste mõisteteni. Mõistete formeerimiseks tuuakse sisse «tegelased» ja edasises sarnaneb lincose kursus näidendiga. Üks tegelastest (A) esitab küsimusi ja ülesandeid, teine (B) lahendab neid õigesti ja kolmas (C) käitub tavaliselt vääralt. Kuid ülesannete lahendamine kujuneb teatud stseenide mängimiseks, mis peavad edasi andma emotsioone ja käitumisreegleid. Varem või hiljem peab korrespondent aru saama, et need stseenid pole määratud matemaatika õpetamiseks — selleks on nad rõhutatult naiivsed ja kordavad üsna kursuse algul esitatud elementaarseid tehteid. Vaatleme näiteks mõistete «hea-halb» sissetoomist juba tuntud «õige-väär» kõrvale. Tegelane A küsib B-lt: «Kui suur on x , kui $4x=2$?» B vastab algul « $\frac{2}{4}$ », mille kohta A ütleb «halb». Siis vastab B « $\frac{1}{2}$ » ja A ütleb «hea». Siit peaks tekkima

järeldus, et vastus $\frac{2}{4}$ oli küll õige, kuid mitte hea kuju. Eelnevat jätkates tuuakse veel mitmeid näiteid, milliste korral vastused on küll õiged, kuid pikad või ebaratsionaalsel kujul ja saavad hinnanguks «halb». Freudenthal rõhutab, et tuleb tuua kümneid kasvava raskusega näiteid selleks, et mõistuslikud olendid teistel planeetidel võiksid teha üldistuse ja saaksid mõistest lõplikult aru.

Veel edasi selgitatakse viisakuse mõistet järgneva stseeniga. Tegelane *A* küsib *B*-lt, kui palju on 18:8. Vastuse $\frac{9}{4}$ annab *C* ning saab selle eest hinnangu «halb». Siis vastab *B* $\frac{9}{4}$, mille *A* hindab «heaks». Järeldus: halb, s. o. antud juhul ebaviisakas, on vastata siis, kui sind ei ole küsitud.

Lincose käsitluses jõutakse Freudenthali raamatus isegi selliste peensusteni, et selgitatakse kaugetele korrespondentidele: «Esinevad situatsioonid, mille puhul isik ei soovi vastata, kuigi on võimeline vastama esitatavale küsimusele.» «Käitumise» peatükis pühendatakse üks osa faktile, et meie planeedil «liikujate», «soovijate» ja «toitujate» arv ületab «rääkijate» arvu. «Loom» — see on midagi inimesest erinevat, «mitterääkiv». Inimene on see, kes oskab rääkida. Maal on umbes 3 miljardit «rääkijat».

Järgmise peatüki algul möönab autor, et eelmiste peatükkide materjali põhjal võib kaugetel «kuulajatel» jääda inimestest ainult ajas eksisteerivate vaimude kujutlus ja seepärast esitatakse inimeste füüsilise olemuse kirjeldus. Selgitatakse ka kollektiivi eeliseid üksikisiku ees: «Suurt objekti, mida ei suuda liigutada üks inimene, võib teisedada rühm inimesi.»

Peatükis «Ruum, liikumine, mass» esitatakse füüsika põhialused. Raamatus jõutakse astronoomia ja relatiivsusteooria mõisteteni, eraldi peatükid «Maa», «Mateeria», «Elu» kuuluvad raamatu teise ossa. Esimeses osas puudutatakse ka mõningaid küsimusi bioloogiast. Üht lõiku resümeeeritakse näiteks järgmiselt: «Inimkeha eksisteerimine algab mõnevõrra varem kui inimese eksisteerimine. Sama kehtib ka mõnede loomade kohta . . . Inimese individuaalse eksisteerimise eel on ta keha ta ema keha osaks. (Tuuakse sisse isa ja ema, mehe ja naise mõisted.) Naised võivad olla

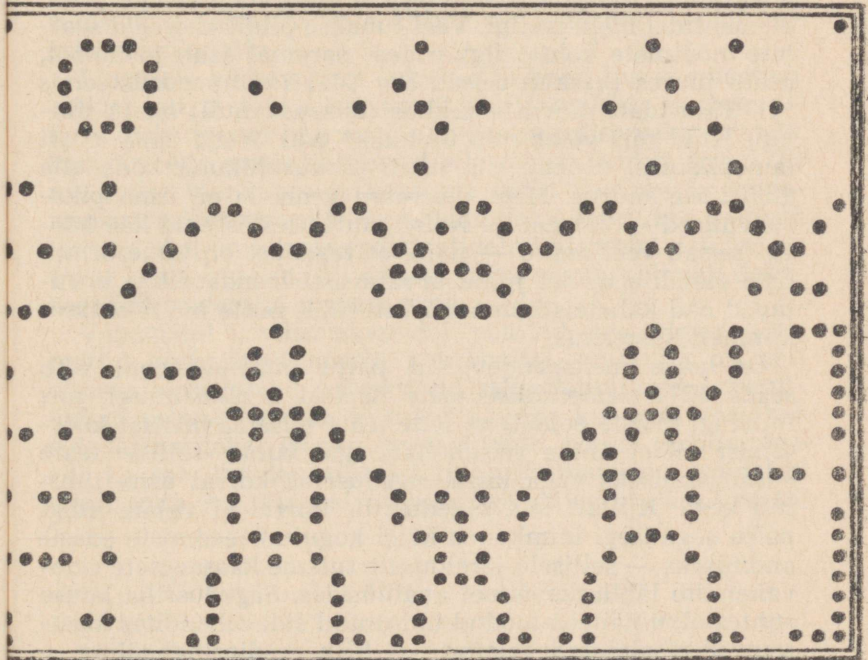
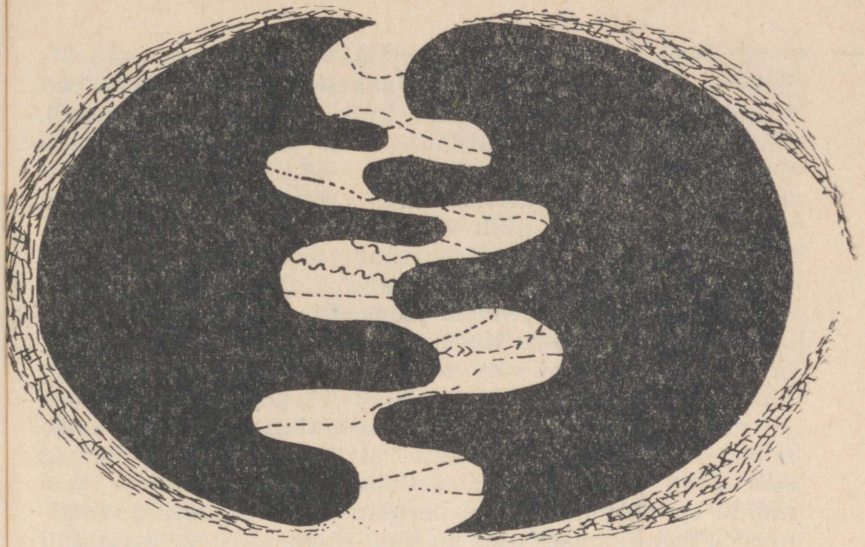
emadeks, mehed võivad olla isadeks.» Esimese kõite lõpus antakse Einsteini valem $E=mc^2$.

Freudenthal kirjutab oma raamatu sissejuhatuses, et lincost võib kasutada vaid juhul, kui meie partnerid on jõudnud vähemalt tänapäeva inimkonna arengutasemele. Vähem arenenud olenditega keskustlemisel on vaja mõnd teist keelt. USA-s katsetatavat küll lincose õpetamist delfiinidele, keda peetakse praegu loomariigi arukaimateks esindajateks, kuid selliste katsete edukus on üsna kahtlane. Sellega pole tahetud öelda, nagu oleks üldse võimatu mingi märkide süsteemi loomine teadete edasiandmiseks delfiinidele — siinkohal oleks selle küsimuse otsustamine enneaegne.

Karta võib ka seda, et inimesi väga palju edestanud tsivilisatsioonile osutub raskeks aru saada meie «lapselikust lalinast». Lincos on mõeldud küll mistahes liiki mõistuslike olendite jaoks, kuid eeldame siiski teatud humanoid-sust — füüsilist ja vaimset sarnasust inimestega. Täiesti erinevate olevuste mõttemaailm võib osutada samuti meist sedavõrd erinevaks, et vastastikust mõistmist on äärmiselt raske saavutada. Fantastika ja nalja piiril seisva näitena küsitakse, kas näiteks vedelikust koosnevatele olenditele jääb 1+1 võrdseks 2, kuivõrd kaks tilka ühinedes saavad üheks tilgaks!?

Huang Su-shu väidab, et esimene vestlus teise tsivilisatsiooniga kujutab endast nähtavasti geeniuste jutuajamist nõrgamõistuslikega. Meie õnneks pole see ehk vestlus, vaid teaduses ja tehnikas kõrgemale arenenud olendite loeng. Kui ei realiseeru mõni fantastilisem või aimamatu võimalus, siis 10 parseki kauguselt vestelda oleks üsna tülikas — igale küsimusele tuleks umbes 70 aastat vastust oodata. Loengu algul õpetatakse meid loengust aru saama — võime end siis kujutleda delfiinidena, kellele õpetatakse lincost.

Üheks efektiivsemaks meetodiks informatsiooni edasiandmisel teistele tsivilisatsioonidele on kindlasti *kujutise* ülekanne. Tuleb vaid eeldada, et mistahes planeeti asustavad mõistuslikud olendid on *nägijad*. Maa looduse seisukohalt on see küll üsna tõenäoline, sest kogu tohutus Maa elusolendite liikide hulgas on enamik varustatud nägemisorganitega ja paistab, et vähemalt meie ettekujutuste kohaselt on informatsiooni hankimine välismaailmast nägemise kaudu elusolendi eksisteerimises ja evolutsioonis



Alumisest osast keskelt võime näha, et telegrammi saatjad, kes asustavad kauget planeeti, on püsti kõndivad kahejalgsed olendid — inimesekujulised (antropomorfsed), arvatavasti imetajad, paljunevad vist umbes samuti nagu nende analoogid Maal ja moodustavad perekondi. Vasemal ülemises nurgas kujutatud ring tähistab nende päikest ning punktide rida ülalt alla planeete, planeetide kõrval (vasemal) on nende järjekorranumbrid kahendsüsteemis (järgud suurenevad vasakult paremale). Mehefiguuri käsi osutab päikesest neljandale planeedile — see on siis teate saatjate koduplaneet. Kolmanda planeedi kõrvale joonistatud lainelist joont võib mõista nii, et kolmanda planeedi pind on kaetud vedelikuga (näiteks veega). Lainelise joone all näeme isegi midagi, mis meenutab kala. Eelnevast saame ühtlasi teha järelduse, et kauge planeedi asukad sooritavad juba planeetidevahelisi lende — kuidas nad muidu tunneksid oma naaberplaneedil valitsevaid tingimusi. Pildi ülemises osas on veel skemaatiliselt kujutatud vesiniku, süsiniku ja hapniku aatomid, millest tuleneb, et telegrammi saatjate juures on elu ehitatud samadel põhi-elementidel nagu meilgi. Veel tuuakse pildil andmeid saatjate mõõtmete kohta: figuuridest paremal asub joonmõõt, mille juures (keskel) seisab arv 1011 (kümnnendsüsteemis 11). Tähendab, olevuste pikkus (täiskasvanuil) on 11 ühikut. Kuid mis võiks olla ühikuks? Kui teade anti edasi lainepikkusel 21 cm, siis tuleb pikkusühikuna kõne alla ainult see suurus. Meie «taevased vennad» on üsna pikakasvulised — 231 cm... Naisfiguuri ülestõstetud käe kõrval seisab veel arv 6 — näib, et tegemist on kuuesõrmele olenditega. Sel juhul arvatavasti loendavad ja arvutavad nad kaheteistkümnnendsüsteemis, mitte meile omases kümnnendsüsteemis.

On lausa imekspandav, kui palju informatsiooni võib saada 1271-elementilise teate hoolsal analüüsimisel, mis muidugi mõista eeldab ka selle teate niisama hoolsat koostamist. Sidetehnika seisukohalt aga kulub sellise teate edasiandmiseks väga kitsa sagedusriba korral üsna tühiselt aega. Küllalt laia sagedusriba korral ei vajata kuigi palju aega isegi inimkonna kõigi kogutud teadmiste edasiandmiseks — sellisele järeldusele tuleme kaasaegsete sidevahendite läbilaskevõimet analüüsid. Sagedusriba laiuse suhtes olgu näiteks toodud üldtuntud sidevahendites kasutatavad ribalaiused: telefon — 1 kHz, raadioringhääling —

20 kHz, televisioon 6,5 MHz. Vesiniku spektri raadiojoone sagedusel pole aga raske saavutada sagedusriba laiuks 1000 megaherti. Sellisel juhul kulub vaid veidi üle ühe ööpäeva, et edasi anda absoluutselt kõik, mis kunagi inimkonna poolt on kirjutatud — umbes 100 miljoni raamatu ja käsikirja tekst! See on arusaadavalt vaid näide raadio-sidekanali läbilaskevõime kohta, tegelikkuses kulub hulk aega ka selleks, et teises sidekanali otsas jõutaks nii suure vastuvõtukiiruseni ja üleantava informatsiooni mõistmiseni. Vaevalt oleks mõtet üle anda kõigi ilmunud raamatute sisu. Kogu vajaliku informatsiooni saab esitada palju ökonoomsemalt, selleks aga peavadki arendama koostööd küberneetika, matemaatilise loogika, keeleteaduse ja raadioelektronika spetsialistid.

Tsivilisatsioonidevahelise side tähtsus ja selle teostamiseks vajalikud materiaalsed, organisatsioonilised ning vaimsed kulutused nõuavad, et oleksime valmis esimeseks võimalikuks sideseansiks (olgu see ühe- või kahepoolne) kõigis piasiasjuski. Sugugi mitte viimasele kohale ei tohi siin jätta lõiku, mida praegu esindab lincos, kuid mida üldisemalt võime haarata kujuneva teadusharu — kosmoselingvistika alla.

Lincosele võiks mõnes suhtes ette heita liigset piiratust. Kõigepealt ei tohi siiski unustada võimalust, et loomulikum oleks teatud hetkest üle minna kujutise vahetamisele, kasvõi meile omaseks saanud televisioonisaadete kujul. Et me suure tõenäosusega kohtume meist vanema ja arenenuma tsivilisatsiooniga, siis alahindame neid, kui pakume lincose näol oma korrespondentidele lihtsamini dešifreeritavat keelt, kui seda oli näiteks mõni aeg tagasi meil dešifreeritud muistsete maiade keel.

Vanematel tsivilisatsioonidel peaksid aga olema juba teatud kogemused noorte kohtlemisel, võib-olla on neil olemas isegi teatud normatiivid selle kohta, mida uustulnukad peavad teadma ja oskama, enne kui neid võetakse sidepartneriteks. Nende normatiivide põhjal määratakse siis ka see, kui keerulisel kujul informatsiooni võidakse edasi anda, s. t. kui palju noored suudavad ise ära arvata.

AUTOMAATJAAMAD-VAHENDAJAD

Raadioside loomisel teiste tsivilisatsioonidega sõltub väga palju ületamisele tulevast kaugusest. See ei ole seotud ainult saatjate vajaliku võimsusega ja pikkade pausidega kahepoolses sides. Juhul kui keskmine kaugus lähima tsivilisatsioonini oleks 10 valgusaasta ümber, nagu oletasid Cocconi-Morrison ja projekti OZMA autorid, siis ei tekita võimalike korrespondentide otsimine veel ületamatuid raskusi. Nagu eespool nägime, vähenes siis kõne alla tulevate tähtede arv üsna lihtsa analüüsi tulemusena kolmeni ja neid võiks raadioteleskoopide abil samaaegselt ning pidevalt «kuulata», neile võiks ka saata suunatud raadiokiirgust (või laserikiiri). Olukord muutub printsiipsiaalselt aga siis, kui osutub (või oletame), et keskmine kaugus naabertsivilisatsioonini on üle 100 valgusaasta. «Kahtlus-aluste» tähtede arv ulatub siis tuhandetesse, kui mitte kümnetesse tuhandetesse. Kuidas neid kõiki pidevalt pikema aja jooksul jälgida? Selleks tuleb organiseerida grandioossete mastaapidega «taevateenistus». Teiselt poolt on meist küllalt kaugel asuvail naabreil samuti valida väga palju tähti, kuhu oma signaale suunata. Juba 100-valgusaastase keskmise kauguse puhul tuleks vähemalt tuhande saatja raadiosignaale suunata tuhandele tähele ja iga saatja võimsus peaks olema miljon vatti. Aga isegi siis poleks Maa sellisest raadiosignaalist miljonite aastate jooksul (kuni 20. sajandi alguseni) mitte midagi taibanud. Võis juhtuda, et nad üldse kriipsutasid Päikese kahtlus-aluste nimekirjast maha... Igatahes valmistaks ka kõrgesti arenenud tsivilisatsioonile üpris suuri raskusi niiviisi tuhandete saatjatega tuhandeid aastaid signaliseerida ning vaid kannatlikult õnnelikku juhust oodata.

Jõuame järeldusele, et juhul kui lähimate tsivilisatsioonideni on üle 100 valgusaasta, siis muutub *suunatud* elektromagnetiliste lainete kasutamine nende leidmiseks ja ühenduse otsimiseks peaaegu lootusetuks. 1960. aastal esitas R. Bracewell ajakirjas «Nature» ilmunud artiklis uue, praktilisema ja perspektiivikama idee. Tehnoloogiliselt arenenud tsivilisatsioonil peaks olema kõrgelt arenenud raketitehnika, mille baasil vastava tsivilisatsiooni esindajad uurivad ja vallutavad neile lähedast kosmilist ruumi. Üsna peatselt on jõukohane ka raketide saatmine lähimate tähtede juurde. Sellele toetubki Bracewelli terav-

meelne idee (millele muide sõltumatult viitas 1960. a. ka Šklovski): automaatjaamade raketid peavad jääma tiirlema mõnesugusele orbiidile ümber antud tähe ja siin niioelda kohapeal signaale väljastama ning vastu võtma. Raketi juhtimine, nii et ta jääks väikese «tehisplaneedina» tähte ümbritsevale orbiidile, pole automaatjuhtimise kõrge tehnilise taseme korral raske. Midagi taolist on tehtud Maal juba praegu — pidades silmas Nõukogude Liidust ja USA-st väljasaadetud kosmoserakette, mis jäid tiirlema ümber Kuu.

Tehniliselt kõrgesti arenenud tsivilisatsioonile ei kujune arvatavasti koormavaks sel viisil lennutada rakette automaatjaamadega tuhandete lähemate tähtede juurde. Ka juhul kui raketide kiirus ulatub vaid kasvõi pooleni valguse kiirusest, jõuavad nad 100 valgusaasta kaugusele paarisaja aastaga. Päralejõudnud automaatjaamade signaalid peaksid köitma vastava tähe planeetidel eksisteeriva tsivilisatsiooni tähelepanu. Signaalid oleksid suhteliselt võrratult võimsamad, sest nad läbivad miljoneid kordi väiksema vahemaa. Saatjat toidaksid päikesepatareid — järelikult sedagi väikest energiat ei võeta mitte otsijate planeedi ja tähe energiabilansist, vaid sealt, kuhu raket oli saadetud. Päikesepatareidega toidetav jaam võib töötada üsna pikka aega, sel juhul ei oodata otsitavalt tsivilisatsioonilt mitte mingisugust alalist «taevateenistust». Ka ei ole Bracewelli meetod seotud ühegi kindla lainepikkusega.

Saabumisel lülituks automaatjaam kõigepealt kuulamisele ja otsiks «kohalikust eestrist» mittelooduslike raadiojaamade signaale. Olles ühe sellise mõistuslike olendite raadiojaama sageduse leidnud, võib sond hakata juba endale tähelepanu juhtima. Nagu Bracewell arvab, oleks lihtsaim võimalus selleks sama signaali kordamine vähe aja pärast peaaegu muutumatul kujul. Juba mõne katse järel peaksid kohaliku tsivilisatsiooni esindajad pöörama tähelepanu oma «narritajale» ja tulema järeldusele, et nende juurde on jõudnud kaugete naabrite esindaja.

«Selle tõestamiseks, et me kaja kuulsime, tuleb meil saata signaal veel kord tagasi. Siis «nad» veenduvad, et me astusime kontakti. Pärast seda nad kahtlemata jätkavad saadet ja poleks midagi imelikku, kui nad algul annavad edasi televisioonikujutise sellest taevaosast, kust nad tulid... Järgnevalt peame õpetama raketile meie keelt,

näiteks kasvõi televisiooni-piltsõnastiku abil. Kõik need probleemid on tehniliselt täiesti lahendatavad, kuid neist tuleks mõelda alles pärast seda, kui õnnestub teostada esimene ja põhiline ülesanne — jõuda kontakti raketiga. Olgem eriti tähelepanelikud tundmatu päritoluga raadio-signaalide suhtes!» loeme Bracewelli artiklist. Pole võimatu, et «vanemad vennad» on juba saatnud meie juurde oma sonde. Vahest on nad minevikus vastuseta jäänud? Mitmed autorid viitavad siin rohkem kui 30 aastat tagasi Störmeri ja Van der Poli täheldatud salapärasele «raadio-kajadele», mida lähemalt kirjeldame edaspidi. Kui kohalikud elanikud on nii teada saanud ühe naabertsivilisatsiooni «aadressi», siis hakkavad nad vastavat tähte hoolikalt jälgima ja saadavad omalt poolt selle suunas võimsaid raadio- või valguskiiri. Nii tekib mõnesaja aasta jooksul ka kahe küllalt kauge tsivilisatsiooni vahel elav signaalide ning kasvõi «kingituste» vahetus. Automaatjaamal peaks olema kaasas küllaldaselt informatsiooni selle tsivilisatsiooni kohta, kes ta teele saatis. Kontakti saavutamise korral annaks ta informatsiooni kohe üle, küberneetika ja radioelektronika võimaldavad aga luua ka sellise «tehisaju», mis vastab esitatavatele küsimustele. Et avastatud tsivilisatsioon kasutab sondilt saadud informatsiooni dešifreerimisel ilmselt samuti arvutit, siis kujuneb tsivilisatsioonidevaheline kontakt tegelikult arvutite vestluseks. Võimalik, et mõne asustamata planeetidega tähe juures kohtuvad ka kaks erinevate tsivilisatsioonide poolt sinna saadetud automaatjaama ja astuvad omavahel kontakti. Tulemustest teatavad nad pärast kumbki oma «koju» ja siis võivad tsivilisatsioonid asuda juba otsese side loomisele. Kord alustatud kosmose sondeerimist automaatjaamadega jätkaksid tsivilisatsioonid plaanikindlalt, avastatud uute tsivilisatsioonide aadresse teatavaks tehes vana-tele tuttavatele. Lõpuks võibki see protsess jõuda kogu Galaktikat haarava tsivilisatsioonide ühenduseni, nagu seda kirjeldab I. Jefremov romaanis «Andromeeda udukogu». «Edasi, ei maksa arvata, et kui me astume kellegagi kontakti, siis on see esimene juhtum kogu ajaloos. Niisugused sündmused võisid toimuda palju kordi minevikus, ja isegi praegu, millal kirjutatakse neid ridu, võib Galaktikas eksisteerida terve sideliinide ahel nende ühiskondade vahel, kes on juba läbinud meie arenguastme. . . . Meie ei ole veel sellisesse kontakti astunud, kuid usun,

et me asume Galaktika sidesüsteemi astumise lävel,» loeme Bracewelli artiklist.

Pöördume aga nüüd mõnede vahepeal juba unustusse jäetud tähelepanekute juurde, mida tehti mõnikümmend aastat tagasi. 1927. aasta detsembris teatas norra raadioamatöör, insener Jörgen Halls tuntud virmaliste uurijale Carl Störmerile, et ta märkas, nagu järgneks Hollandi lühilainesaatja Eindhoveni signaalidele mõne sekundi pärast kaja. Halls tõendas, et ta on korduvalt mõni sekund pärast saatja «päris»-signaali kuulnud täpselt sama, ainult nõrgemalt. Störmer otsustas asja kontrollida. Tema palvel hakkas Eindhoveni saatja andma spetsiaalseid seansse ja Störmer ise võttis neid Oslo lähedal vastu. 1928. a. algul ei olnud mitu kuud mingisuguseid tulemusi, kuid sügisel registreeris ka Störmer eksimatult radiokaja esinemist. 11. oktoobril 1928 andis Eindhoveni jaam 31,4-meetrisel lainepikkusel iga 20 sekundi tagant kolmest kriipsust koosneva signaali. Störmer märkas, et igale signaalile järgnes kaja, kuid erineva vaheaja tagant: 6, 7, 8, 10 ja isegi 15 sekundi pärast. Ka norra füüsik Van der Pol märkas samal päeval kaja ning registreeris signaali ja kaja ajalisi vahemikke.

Vahepeal tundmatu kajaallikas vaikis, kuid aeg-ajalt märgati teda jälle. Ka tuntud inglise teadlased Appleton ja Barrow jälgisid seda, samuti mitmed prantslased. Püüti kinni ja registreeriti umbes kaks tuhat kajasignaali. Materjale kogunes palju ning algasid katsed seda teoreetiliselt seletada. Lõplikku selgitust nähtusele siiski ei leitud.

«Ma ei suuda kuidagi seletada,» kirjutas tollal Störmer, «kust see kaja tuli. Võin ainult kinnitada, et ma teda tõesti kuulsin!»

Ta oletas lõpuks, et võib-olla ümbritseb Maad hiiglaslik toroidikujuline ruum, kus puuduvad vabad elektronid ja seepärast võib selle ruumi piirpind radiolaineid peegeldada. Störmeri teooriat pole mõtet selgitada, sest juba eeldus ise oli vale: nagu nüüd on teada, langevad just sellesse ruumi Maa välimised radiatsioonivööndid ja neis on küllalt elektrone.

Alles 1960. aastal pöördui uuesti Störmeri vaatluste juurde. Bracewelli oletuse kohaselt olid radiokajad teise tsivilisatsiooni saadetud automaatjaama katsed meiega ühendusse astuda. Bracewell kirjutab: «Et kindlaks määrata, millised lainepikkused kõige paremini sobivad Maa

atmosfääri tingimustes, peavad instrumendid raketi pardal kõigepealt katsuma meilt lähtuvaid raadiolaineid kinni püüda ja neid korrates Maale tagasi saata. Meie jaoks näeks see välja nagu raadiokaja kosmosest kümnete sekundite või minutite tagant.»

Just sellist kaja märkaski Störmer. Tuletades uuesti meelde unustatud eksperimente, oletas Bracewell, et aastail 1927—1929 püüdis mingi planeetidevaheline jaam meiega kahepoolset raadiosidet luua. Meie aga polnud siis veel selleks küpsed.

Nagu arvab ka J. Šklovski, pole nn. Störmeri paradoks seni leidnud mõistlikku seletust. Raadiokaja Kuult saabub 2,5 sekundi pärast, asteroididelt oleks kaja väga väike, Veenuselt või Marsilt aga saabuks palju pikema aja pärast. Sadade tuhandete ja miljonite kilomeetrite kaugusel Maast pole mingit raadiolainete peegeldajat teada.

Äratab tähelepanu veel põhisignaali ja kaja vahelise ajavahemiku kiire muutumine. «Peegeldaja» või signaali kordaja ei saa meist eemalduda nii kiiresti ja siis jälle läheneda. Kas ei ole just selles ajavahemiku pikkuses juba peidus mingi kood? Siin nad on, ajad sekundites põhisignaalist kajani:

15, 9, 4, 8, 12, 10, 9, 5, 8, 7, 6

12, 14, 14, 12, 8

12, 5, 8

12, 8, 5, 14, 14, 15, 12, 7, 5, 5, 13, 8, 8, 8, 13, 9, 10, 7, 14, 6, 9, 5, 9.

Veel on lootusi nende andmete analüüsist avastada mõistulike olendite teateid ja sel viisil tõestada Bracewelli fantastiline hüpotees!

SUPERTSIVILISATSIOONID

Meie koduplaneedi põhjal võime otsustada, et küpse tsivilisatsioon väljub oma planeedi piirest ja ta tegevus omandab kosmilise mastaabi. Milles avaldub tsivilisatsiooni kosmiline tegevus, milleni ta jõuab? Praegu suudame oma planeedi ja lähemate taevakehade ümber lennutada vaid väiksemaid tehistaevakehi, küllap need muutuvad aga aegamööda suuremaks, isegi võrreldavateks päikesesüsteemi loomulike liikmetega. Inimjalg astub raketist teiste planeetide pinnale.

C. Sagan tegi ettepaneku Veenuse atmosfäär «ümber formeerida», saates sinna teatud kogus klorellat. Veenusel tormiliselt paljunev klorella hakkaks üsna kiiresti süsihappegaasirikast Veenuse atmosfääri hapnikuga rikastama. Edaspidi muutuks selle tagajärjel ka planeedi kiirgusrežiim ning pinnatemperatuur väheneks, kuni lõpuks Veenus muutuks maalastele üsna asustamiskõlblikuks. Sagani projekti on kritiseerinud paljud, sealhulgas ka nõukogude teadlane A. Nitšiporovitš, kes näitas kõigepealt, et selle teostamine vaevalt on võimalik, kuid hoiatas just kosmose risustamise eest Maa flooraga. Meil puuduvad küllaldased teadmised ja andmed, et ette näha, mis tegelikult Veenusel võiks toimuda. Enamik teadlasi kutsub üles säilitama kõige kosmosse saadetava juures täielikku steriilsust.

Jättes otsustamise esialgu tuleviku hooleks, vaatleme veelgi võimsamaid ümberkujundusi päikesesüsteemis. Juba K. Tsiolkovski pööras tähelepanu «ebaõiglasele» faktile — Päikese kiirgusest saab Maa kaugelt vähem kui miljardiku osa. Päikeseenergia suuremamastaabiliseks kasutamiseks tuleks koloniseerida teisi planeete ja asteroide, luua uusi tehiskaaslasti, materjalina ära kasutada «mittevajalikke» planeete jne. Tsiolkovski arvas, et päikesesüsteemi ümberkorraldamine võib kesta sadu tuhandeid ja miljoneid aastaid, kuid lõpuks võiks sel teel kindlustada valguse ja soojusega $3 \cdot 10^{23}$ inimesetaolist elusolendit. See arv ületas tolaegse Maa elanike üldarvu enam kui 10^{14} korda!

1960. aastal esines samasuguste ideedega ajakirja «Science» veergudel ameerika füüsikateoreetik Freeman Dyson. Dyson konkretiseeris päikesesüsteemi võimalikke ümberkorraldusi ja analüüsis neid juba kvantitatiivselt, lähtudes inimkonna progressi üha kiirenevast tempost. Ühiskonna teaduslikku ja tehnilist arengut piiravate teguritena nägi F. Dyson energiatootmise piiratust ja Maa biosfääri väikest massi. Inimkonna poolt praktiliselt tarbitav aine ja igapäevase tegevuse ala piirduvad seni Maa biosfääriga, mille massi hinnatakse $5 \cdot 10^{19}$ grammile. Meie ajal toodab ja kasutab inimkond kokku energiat umbes $3 \cdot 10^{19}$ ergi sekundis, kusjuures see arv kahekordistub iga 20 aasta jooksul. Juba kaheksa aasta pärast jõuame niisii $3 \cdot 10^{22}$ ergini, mis on umbes 1% Maale langevast Päikese kiirgusenergiast. Edasine energiatootmise kasv hakkab juba rikkuma Maa üldist soojusrežiimi ning võib tuua

kaasa üsna ebameeldivaid nähtusi. Ka Päikese enda kiirgusenergiat pole mõistlik liiga palju tehislise kiirgusvastuvõtjatega haarata, tõenäoliselt ei tohi siingi minna üle 10% kiirgusvoost. Energiatootmise arengu piiramine, nagu seda panevad ette mõned välismaa spetsialistid, oleks aga kammitsaks inimkonna progressile. Dysoni arvates tuleks Päike ümbritseda gigantse sfääriga, mille raadius oleks umbes 150 miljonit km (1 astronoomiline ühik). Sfäär kujutaks endast õhukest koorikut (kesta), mille sisepind moodustaks tehisliku biosfääri. Pind kaetaks mulla, taimestiku ja loomastikuga, aga ka lihtsalt päikeseenergiat tarbivate tehisseadmetega.

Dysoni käsitluses võttis kesta ehitamine üsna konkreetse ilme. Materjalina pidi kasutatama Jupiteri, kesta paksus oleks kujunenud 2—3 meetrit, ehitamiseks aga kulunud 10^{44} ergi energiat.

Kosmoses kees töö. Ehitusmaterjaliks said eluta planeedid. Algul läksid käiku asteroidid — igasugu Vestad, Astraead, Melpomened... Pärast tükeldati plahvatustega ka suured planeedid (olid need alles plahvatused!)...

Ja kasvas, kasvas, kasvas kõva vöö Päikese ümber, kuni kogu päikeselähedane ruum sai kesta, kooriku läbimõõduga nelisada miljonit kilomeetrit.

Jalge all on pinnas — liiv, savi, huumus. Pinnas on maine ja taimedki kasvavad maised: rohi, lõhnavad lilled, maitsvad aedviljad, varjurikkad puud. Pinnase all on valatud kivi — kolmemeetrise paksusega kest (oleks pidanud olema paksem, kuid ei jätkunud materjali).

Pöörlemine sünnitas raskuse, tähendab, võis luua normaalse maailma — jõed, mis voolasid kallakuid mööda, ja järved; nii võis kinni pidada õhku ja saada helesinise taeva ning maheda tuule.

Vanal Maal ei ela nüüd enam keegi, seal on muistse elu muuseum. Kitsaks jäi ta inimkonnale. Uus manner on miljardeid kordi avaram.»

Nii kirjeldab F. Dysoni projekti teostamist G. Gurevitš romaanis «Meie oleme päikesesüsteemist».

Miljard korda Maa pindalast suuremale pinnale saabki võib-olla mahutada nii palju elanikke, nagu seda ennustas Tsiolkovski 70 aastat tagasi.

Pole mõtet arutleda Dysoni sfääri loomise üksikasju, seda enam, et nõukogude teadlase G. Pokrovski arvates pole võimalik vältida kooriku purunemist, kuid ei saa mööda minna ühest momendist, mis niisuguse sfääri ehitamise korral oluliselt muudab maavälise tsivilisatsioonide otsimise suundi. Nimelt kui Dysoni hüpoteesi kohaselt kõr-

gelt arenenud tsivilisatsioonid tõesti ümbritsevad oma tähe kestaga, siis praeguste mõistete kohaselt me neid tähti taevast ei näegi — kooriku valmimisest saadik valguskiired sealt seest välja ei pääse. F. Dysoni arvates peaksimegi otsima üksnes tumedaid taevakehasid (temperatuuriga 300°K , s. t. 22°C), mis saadavad välja vaid infrapunaseid kiiri.

«Teen seepärast ettepaneku,» kirjutab F. Dyson, «uurida taevast punktikujuliste infrapunase kiirguse allikate leidmise eesmärgiga, samaaegselt kuulates raadiosignaale... Kui õnnestuks leida selline allikas, võib see olla mõistusliku elu kolde tunnuseks galaktilises ruumis.» Seda ettepanekut otse praktilise tegevuse programmiks võtta muidugi ei saa, seda enam, et viimasel ajal on Dysoni idee teostamatus antud konkreetsetel kujul tõestatud (nõukogude astronoom T. Agekjan loeb Dysoni sfääri ehitamist ka energeetiliselt üle jõu käivaks, V. Davõdov aga näitas hiljem arvutustega, et kest igal juhul ei püsiks koos, vaid puruneks), kuid ta viib mõttele, et lähtudes ainult praegustest Maal valitsevatest tingimustest piirame oma tegevusvälja ja uurimissuundi väga tugevasti. Mitte ette kujutades tulevikku, ei tea me, mida õieti otsida kosmosest teiste tsivilisatsioonide leidmiseks. Tsivilisatsioon võib teha ümberkorraldusi ka tähe enese juures, võib-olla isegi süüdata «tehispäikese». Teatud ainet (elementi) Päikesesse saates saaksime ta spektrisse tekitada jooned, mida seal muidu astrofüüsikalistel põhjustel kunagi ei esine — see oleks kaugele silmatorkav mõistusliku elu tunnusmärk. Oletades, et selleks aineks võiks olla tehiselement tehneetsium, viitab J. Šklovski nõrkadele tehneetsiumi joontele S-klassi tähtede spektrites. Meile on see alles üpris fantastiline idee, aga võib-olla tõesti «neil seal» ei olnud kahju 10 miljonist tonnist tehneetsiumist?

Ümberkorraldused kosmoses ei pruugi piirduda ainult planeetidesüsteemiga. Miks ei peaks mõistuslike olendite jõud edaspidi küündima ümberkorraldusteni kogu galaktikas? Kui tsivilisatsiooni areng jätkub, siis kasvavad ka vajadused eluruumi, materjalide ja muude ressursside järele, samuti teaduslik-tehniline ja tehnoloogiline võimsus. «Elu kui Galaktikas eksisteeriv nähtus võib omada enam kui hetkelist tähtsust, mõistus võib lõpuks õppida juhtima Galaktika evolutsiooni,» arvab Bracewell. Otsekohe tekib seoses sellega aga küsimus: kas meie või teistes

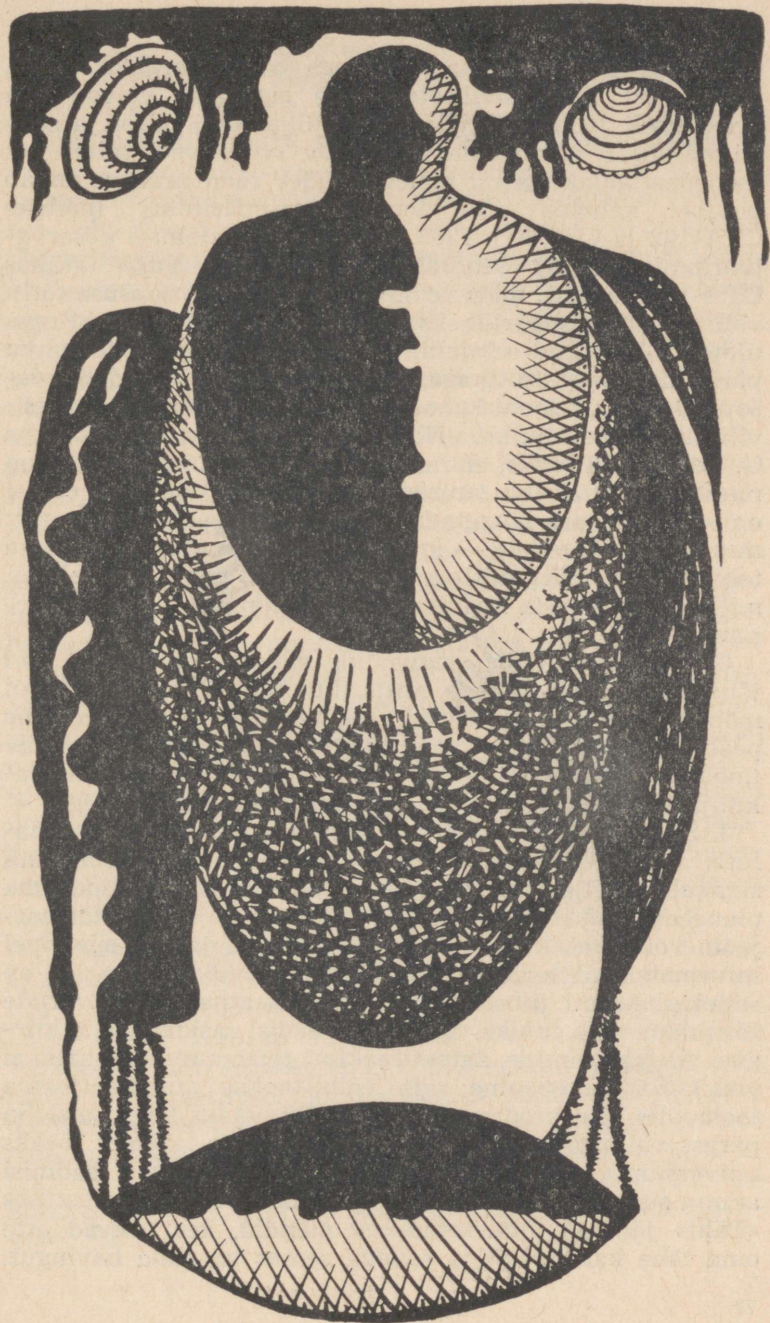
galaktikates on märgata midagi ümberkorralduste taolist, «üleloomulikke», mitteloodusliku päritoluga nähtusi? Sellele on üsna raske vastata. Erilisi «imesid» me ei tea, kuid pole neid ka otsinud. Naabergalaktikate kohta teame veel liiga vähe.

Imede otsimine ise oleks aga paradoksaalne fakt: kui astronoomia seni eitas igasuguseid kosmilisi (taevasi) «imesid», siis nüüd ootaksime huviga just nii-öelda üleloomulikke nähtusi!

Bracewell jätab veel võimaluse, et üksikud tsivilisatsioonid võivad olla omaks võtnud midagi joogide õpetuse taolist ja pühenduvad ainult kvalitatiivsele täiustumisele või ka lihtsalt säilitavad saavutatud taset (Bracewelli sõnades: «lihtsalt vaatavad televiisoreid»). J. Šklovski leiab, et selline olukord viib igal juhul mandumisele.

Nõukogude raadioastronoom N. Kardašov liigitab tsivilisatsioonid tehnoloogilise arenguastme järgi kolme liiki. *Esimese liigi tsivilisatsioonide* arengutase vastab umbes praegusele Maa omale; energiatarbimine on suurusjärgus 10^{20} ergi sekundis. *Teine liik tsivilisatsioonide* on tõusnud juba järgmisele astmele — nad valitsevad kogu oma planeetidesüsteemi ja selle keskse tähe energiat (kasvõi näiteks on ehitatud valmis midagi Dysoni sfääri taolist). Energiatarbimine ületab 10^{33} ergi sekundis. *Kolmanda liigi* suhtes teeb Kardašov kõige julgema oletuse: tsivilisatsioon on jõudnud energia tootmise ja tarbimise valitsemiseni kogu Galaktika mastaabis. Kolmandat liiki tsivilisatsioonide tekkeprotsessis toimub nähtavasti järjekindel elu levimine (difundeerumine) üha uute tähtede (planeetidesüsteemide) juurde. J. Šklovski arvates kulub kogu Galaktika hõivamiseks sellisel viisil mitte üle mõnekümne miljoni aasta.

Kardašov tahab öelda, et kõrgemale arenenud tsivilisatsioonidel jätkub energiat võimsate lairibasignaali pidevaks väljasaatmiseks ilma vastust ootamata. See oleks «supertsivilisatsioonide» moraalne kohus oma vähem arenenud vendade ees, kuid võib-olla on nad ise samal viisil saanud väärtuslikemat informatsiooni eelkäijailt. Lairibasignaalid võimaldavad edasi anda tohutul hulgal informatsiooni, nagu juba eespool nägime. Kardašov tõestab ka, et teist liiki tsivilisatsioonide signaalid võivad olla vastu võetavad kuni 10 miljoni valgusaasta kauguselt (viimasel juhul ei saa siiski olla tegemist ülilairibasignaali). Neid



tsivilisatsioone «kuuleksime» seega ka naabergalaktikaist. Kolmandat liiki tsivilisatsioonide signaalid võivad aga praktiliselt jõuda kõikjale meie universumi piires ja seda ka küllalt lairibalistena. Kardašov viitas veel sellele, et mõnedest galaktikatest meieni jõudev raadiokiirgus annab põhjust kahelda selle looduslikus päritolus (näiteks CTA-102 ja CTA-21). 1965. aastal tehti Palomari observatooriumis (USA) kindlaks, et raadiokiirguse allikas CTA-102 on täht, mida tema tohutu kiirgusvõimsuse tõttu võib nimetada supertäheks ehk kvasariks. CTA-102 kiirgus ulatub 10^{44} ergini sekundis — kui on tegemist tehisliku päritoluga kiirgusallikaga, siis kuuluvad ta loojad Kardašovi klassifikatsiooni kohaselt kindlasti kolmanda liigi tsivilisatsioonide hulka. Noor Moskva raadioastronoom G. Šolomitski leidis, et raadiokiirguse allikas CTA-102 on muutlik, mis veelgi suurendab kahtlusi. Lõplikku otsust on aga veel vara langetada. Osutatakse veel korrapäratult muutlikele tähtedele — kui tsivilisatsioon suudab süüdata tehispäikesi, miks mitte siis üks neist panna majakaks, mille süütamise ja kustutamiseiga tõmmata endale tähelepanu?

Galaktikatevaheliste signaalide eeliseks on see, et nad jõuavad korraga sadade miljardite tähtede juurde. Kui mõnegi juures eksisteerib arenenud tsivilisatsioon, siis peab see signaali märkama. Suunatud signaali lähetamine ühele või teisele tähele aga meenutab nõela otsimist heinakuhjast — ürituse edukuse tõenäosus on tühine.

J. Šklovski lisab Kardašovi mõtetele omalt poolt võimaluse, et kõrgemal arenguastmel seisev tsivilisatsioon võib signaalide väljastamiseks luua automaatjaama näiteks oma planeedi tehiskaaslase kujul, kusjuures see automaatjaam võib oma loojast kauem tegutseda ja ka siis veel informatsiooni levitada, kui vastav tsivilisatsioon ise on sellel planeedil juba hävinud. Automaatne energiavarude täiendamine ei tohiks valmistada erilisi raskusi (tähe kiirguse ärakasutamine, aatomireaktor, termotuumareaktsioon vms.). Ka kahepoolne side võib taolise automaatjaama jaoks olla ette programmeeritud. Nii jätaks tsivilisatsioon pärast väljasuremistki oma panuse üldise arengu heaks universumis, samuti nagu me praegu ammutame teadmisi ammu surnud autorite teostest. Arthur Clarke'i jutustuses «Täht» jätavad inimesetaolised olendid, kes näevad ette oma tähe katastroofi ja sellega seoses ka enda hävingut,

ühele kaugemale planeedile täieliku muuseumi informatsiooni ja näidistega kõigest, mida nende tsivilisatsioon oli suutnud luua.

Ühe fantastika piiril seisva võimalusena tuleb vaadelda veel elu võimalikku külvamist planeetidele. Kaugele arenenud tsivilisatsioonide esindajad-kosmonaudid võivad tuua elu algeod planeedile juhuslikult, kuid ka teadlikult eksperimenteerida nende poolt valitud loomulike või tehislise eluvormidega mitmesugustes tingimustes. Nad võivad aga ka plaanipäraselt külvata elu kõikjale universumis, kus selleks vähegi sobivad tingimused leiduvad. Niisugusel juhul peaks asustatud planeetidega tähtede arv Galaktikas olema väga suur. Inglise astronoom V. Firsoff esitabki raamatus «Elu väljaspool Maad» mõeldavate elu tekkimise viiside hulgas «üleloomulike jõudude vahelesegamise», kuid tõttab kohe selgitama, et see kuulub teoloogiliste, mitte teaduslike teooriate hulka. J. Haldane eelistab «Galaktika juhtijat», kes oma tahte järgi paneb aluse elule planeetidel. Supertsivilisatsioonide ja elu külvamise hüpoteeside valgusel saavad aga need «ebateaduslikud» võimalused jällegi veidi suurema tõepärasuse varjundi.

Mingisuguseid tõendeid ühegi viimati esitatud oletuse kasuks muidugi ei ole. Neid ei ole ka üldse supertsivilisatsioonide eksisteerimise kohta. Nende käsitlemine siinkohal taotles ikka vaid vabanemist kitsastest maistest ettekujutustest elu koha suhtes universumis, samuti tsivilisatsiooni võimaliku lühikese eluea poolt tekitatud skeptitsismi tasakaalustamist. Tsivilisatsiooni koha ja osatähtsuse universumis selgitavad lõplikult välja ainult jätkuv teaduslik analüüs ja praktiliste otsingute resultaadid tulevikus.

Supertsivilisatsioonide võimaliku eksisteerimise valgusel aga kasvab veelgi meie ja nende arenguastmete vahemaa, mis ei pruugi soodustavalt mõjuda kontakti saavutamisele. Poola autori Konrad Fialkowski jutustuses «Galaktika varblased» näib inimestele, et nende juurde saabunud võõrastel on agressiivsed kavatsused ja pärast mõnede Maa teadlaste hukkumist kavatsetakse võõras kosmoselaev termotuumapommidega hävitada. Laev aga lahkub ja kontakti ta meeskonnaga ei saavutatagi. Alles lõpuks jõutakse Maal arusaamisele, et võõrastel puudus meie vastu igasugune huvi.

«Töötasid nende automaadid. Nende tehnika edestab meie oma sadu, võib-olla tuhandeid aastaid... Nad ei kavatsenudki astuda meiega kontakti... Mõistate, mis see tähendab?...

...Meile ei tulnud pähegi, et nad lendasid meile vaid selleks, et täiendada kütusetägarasid, aga meie... me oleme nende jaoks lihtsalt varblased...»

«Ei mõista. Miks varblased?»

«Oled sa kunagi peatunud, et vaadata varblasi? Vist mitte. Nad on liiga levinud, selleks et neile tähelepanu pöörata... ja, kes teab, võib-olla oleme ka me ise samasugused varblased meie Galaktikas...»

KAS MAAL ON VIIBINUD KÜLALISED KOSMOSEST?

Seni on vaatluse alt välja jäänud fantastikas kõige populaarsemaks kujunenud teiste tsivilisatsioonidega kontakti loomise viis — raketilaevade tähtedevahelised reisid. Ei saa eitada selliste otseste kontaktide eelseid. Kahepoolne tähtedevaheline side elektromagnetlainete abil on üsna aeganõudev, peale selle ei saa niiviisi kunagi leida vähem arenenud tsivilisatsioone. Ka meie tasemest mõnevõrra madalamal arenguastmel seisva tsivilisatsiooni (ürgühiskonnagi) tundmaõppimine oleks meile väga huvitav, kuid raadiotehnikat veel mitte tundes ei suudaks ta meie signaalidele vastata. Nagu juba eespool öeldud, ei pruugi elu igal pool üldse jõuda mõistuslike olendite kujunemiseni, viimased aga ei pruugi ka igal pool kiiresti jõuda tehnoloogilise õitsenguni. Iseenesest mõista välistab raadioside materaalsete esemete vahetamise tsivilisatsioonide vahel, mis otseste kontaktide puhul muidugi on võimalik.

Inimkond on praegu jõudmas planeetidevaheliste reiside teokssaamise tasemele. Enne kui püüame hinnata välja-vaateid tähtedevaheliste reiside teostamiseks tulevikus, heidame pilgu minevikku. Kas suudame leida tõendeid selle kohta, et «vanemate vendade» kosmoselaevad on juba külastanud Maad?

Üks katseid säilitada teaduslik käsitlus selle küsimuse vaatlemisel kuulub nõukogude teadlasele M. Agrestile. 1959. aastal esines ta järgmise ideega: oletades, et võõrad kosmonaudid kunagi külastasid Maad ja kohtusid selle elanikega, võime oodata erakordse sündmuse kajastumist müütides ja legendides. Suhteliselt madalal arengutasemel

seisvatele inimestele pidi maaväliste külaliste saabumine tunduma üleloomuliku nähtusena, mida päris kindlasti ühendati jumalike jõudude ja taevaste nähtustega. Viimast kinnitas ju veel külaliste saabumine taevast ja lahkumine taevasse nende sõnade otseses tähenduses. Võimalik, et «taevaelanike» viibimine Maal võis jätta ka vahetuid jälgi tollaegsesse ellu materiaalsete esemete või «pärismaalastele» õpetatud tarkuste näol.

Põhimõtteliselt võib Agresti ideed (õigemini uurimis-meetodit) lugeda vastuvõetavaks; üsna sarnast meetodit on isegi kasutatud ja veendunud tema teaduslikkuses. Nii näiteks Aafrika rahvaste ajaloo kolonialismieelse perioodi iseloomustamiseks on saadud andmeid folkloorist. 1962. aastal leidis aga C. Sagan veel parema näite. 1786. aastal külastas prantsuse meresõitja Laperouse Ameerika indiaanlasi ja seda külaskäiku oli sada aastat hiljem rahvasuust üleskirjutatud müütide ja legendide analüüsi andmete põhjal võimalik kirjeldada isegi detailideni — kuni laevade välimuse küllalt täpse edasiandmiseni. Etnograafiaeriteadlastele on suurel määral selged need seaduspärasused, mille kohaselt aluseks võetud faktidele lisanduvad aja jooksul liialdused ja väljamõeldised, ning seda niiõelda tagurpidi uuesti läbi tehes õnnestub üsna «muinasjutulisest» materjalist mõnikord taas välja koorida alg-tõde või -fakt. Näide Laperouse'i meresõidust tõestab seda hästi ega jäta kahtlust, et sama meetodit saaks kasutada ka kosmosekülaskäikude väljaselgitamisel.

M. Agresti arvates võib üsna mitme piiblis kirjeldatud sündmuse kohta väita, et nende algkujud tekkisid siis, kui Maad külastasid kunagi mõne teise tsivilisatsiooni esindajad. Soodoma ja Komorra linnade hävingu lugu peaks näiteks vastama tuumaplahvatusele, nii nagu seda suutsid kirjeldada madalal kultuuritasemel pealtvaatajad. Ühe või teise Maa elaniku «taevaminek» võiks aga tähendada selle inimese kaasavõtmist võõrasse kosmoselaeva (mõnel juhul toimuski taevaminek «tulise vankriga»).

Edasi jõuab M. Agrest kunagiste külaliste otseste materiaalsete jälgede otsimiseni, aga siin tuleb nii tema kui ka paljude teiste teadlaste, fantastide ning mõnikord lihtsalt kõmutekitajate väidetesse suhtuda ülimalt ettevaatlikult. Tavaliselt püütakse leida salapäraseid, ühes või teises mõttes mõistmatuks jäänud esemeid, jooniseid või ehitisi,

mida siis loetakse kunagiste külaliste kätetöök, mahajäetud «mälestusesemeteks» või pealtnägijate joonistatud piltideks. Sahaara kõrbest leitud kaljujoonisel kujutatakse näiteks inimesi skafandritaolistes peakatetes. Üks selliseid jooniseid — nn. Marsi jumal — oli ära toodud ka eesti keeles ilmunud A. Lhote'i raamatus «Tassili freskode otsinguil». Praegu on juba selgunud, et kosmosekülalise asemel oli tegemist tavaliste inimestega, kes rituaaltantsudes kasutasid kõrvitsast maske. Ka kuulus roostevabast metallist sammas Indias on meie muistsete pulbermetallurgia meistrite saavutus, mitte võõraste kosmonautide kätetöö.

Meteoriitide eriliigi — tektiitide — uurijad väidavad, et need on kunagi päikesesüsteemis eksisteerinud planeedi Phaetoni jäänused, kusjuures Phaeton olevat hävinud gigantse tuumaplahvatuse tagajärjel. Sellegi hüpoteesi vastu võib seada üsna palju fakte ning seepärast ei saa teda tõsiselt võtta.

Korduvalt on tehtud katseid esitada Tunguusi meteoriiti võõra kosmoselaevana, mida maandumisel tabas katastroof — tuumaplahvatus (või aine ja antiaine annihilatsioon). Sedagi, eriti fantast A. Kazantsevi poolt propageeritud versiooni, on aga mitmeid kordi faktide najal ümber lükatud.

Baalbeki akropoli (Liibanon) ehitamisel on kasutatud 800-tonniseid kivi plokkke. Lähedal asuvast kivimurrust on teadmata põhjustel jäänud kohale viimata juba väljaraiutud 1000-tonnine plokk. «Kas need võisid olla tavalised inimesed?» küsivad Hanzelka ja Zikmund reisiraamatus «Kuusirp kummuli». Viimati nimetatud kivi viimiseks ehitusplatsile oleks vaja läinud neljakümne tuhande inimese jõupingutusi, arvab keegi arheoloog. Tšehhidki toovad raamatus ära kogu maailma ajakirjandust läbinud versiooni sellest, et kivid raiusid välja muistsed astronautid, tundmatu planeedi elanikud. Piiblis kirjeldatud Soodoma ja Komorra hävitamine tähendavat aga tuumakütuse varude hävitamist enne Maalt lahkumist. Viimane olevat samuti toimunud Baalbeki stardiväljakult.

Mõned aastad tagasi leiti Kostariikast ja mujalt Kesk-Ameerikast suuri kivikerasid läbimõõduga 2 m ja enamgi. Kerade materjaliks oli valge laava, kuid nad ei asunud võimalike purskamiskohtade läheduses. Kerade kuju oli üllatavalt korrapärase ja väljendati arvamust, et nende valmistamine kaasaja vahenditegagi valmistaks tehnolo-

gilisi raskusi. Veel näis, et kerade paigutus moodustab maapinnal teatud geomeetrilisi figure.

Mõistatuslike esemete ja ehitiste kõrval mainitakse ka teatud «teadmiste sähvatusi», mis üllatavad muistsete rahvaste kultuuris. Nii väidab A. Kazantsev, et maiade suure püramiidi põhja diagonaali pikkus olevat tolleaegseis ühikutes 365,242129, mis langeb kokku aasta pikkusega ööpäevades, kusjuures täpsus ületab gregooriuse kalendri aluseks võetud väärtuse täpsuse. Isegi pikkusühik olevat maiadel olnud 1/500 000 000 meridiaani kaarest poolusest ekvaatorini! Austria matemaatik Hans Hörbiger ühendab ülemaailmse veeuputusena tuntud katastroofi meie plaanidel... Kuu tekkimisega. Ta väidab, et paljude erinevate rahvaste müütides figureerib Kuu ilmumine taevasse, ja suudab isegi egiptuse ning assüüria kalendreid võrreldes dateerida selle sündmuse 11542. aastale enne meie ajaarvamise algust. Sama sündmus oli võib-olla ka Atlantise hävingu põhjustajaks ja paljude hiiglaülejutuste tekitajaks.

Fantastid aga on jätkanud Kuu ilmumise versiooni veel fantastilisema oletusega sellest, et Kuu võis olla teiste tsivilisatsioonide esindajate kosmoselaev, millega nad meie päikesesüsteemi lendasid. Teaduslikke aluseid kummalgi neist mõtetest ei ole, küll leidub aga tõsiseid vastuväiteid.

Kuidas just valmistati ja paigaldati näiteks Baalbeki templi hiiglakivid, seda on tõesti raske täpselt seletada. Kuid et inimeste jõud ja leidlikkus minevikus on küündinud kolosside loomiseni, selle kohta leidub näiteid mujaltki (Egiptuse püramiidid, Lihavõttesaare monumendid).

Mõnel juhul on õnnestunud vastavaid tehnilisi võtteid ja vahendeid rekonstrueerida (nii seletas näiteks T. Heyerdahl Lihavõttesaare kujude püstitamist), kuid meelevaldne oleks kõike arusaamatuks jäävat kohe võõraste kosmonautide arvele kirjutada.

Siinkohal ei ole hakatud näitena toodud faktidele õigeid seletusi otsima. Teatud määral neid veel ei olegi, kuid nende leidmine peab ka sel juhul jääma arheoloogide ja teiste uurijate poolt teaduslikul tasemel lahendatavaks probleemiks. Mitmete üldsõnaliste populaarteaduslike käsitluste autorid eksivad väga sageli, andes ettejuhtunud salapärasele faktidele kergekäeliselt vähepõhjendatud seletusi ning püüdes siis neid väiteid kõigi lubatud ja luba-

mata vahenditega «tõestada», kaitsta «konservatiivsete vaadetega» teadlaste rünnakute eest ning propageerida oma seisukohti kõikjal ainuõigetena.

Küllalt paljusid sensatsiooni tekitanud «kosmilise» päritoluga esemeid pole aga lähemal uurimisel üldse olemas.

A. Kazantsevi raamatus «Külalised kosmosest» kannab üks jutustus pealkirja «Tulnukad tähtedelt». Sellesse on põimitud paarkümmend faktidena esitatud eseme ja nähtuse kirjeldust koos fotodega, mis peaksid tõestama kunagist võõraste tsivilisatsioonide esindajate viibimist Maal. Nende hulgas on Gobi kõrbest leitud oletatav kivistunud kosmonaudi jalajälg, mittemaine (Veenuse?) kalender Lõuna-Ameerikast, hiiglaplokkidest Baalbeki terrass Liibanonis, oletatav skafandris «marslast» kujutav joonis Sahaara kõrbest, mitteroostetavast metallist sammas Indias, Tunguusi meteoriit jne. Seni ei saa siiski ühtki mineviku pärandatud materiaalset eset kindlalt ühendada mõne teise planeedi mõistuslike olendite külaskäiguga Maale, kuid väide ei tähenda sugugi seda, et me peame loobuma niisuguste asjade hoolsast ning teaduslikust uurimisest. Muu hulgas kuulub M. Agrestile veel mõte sellest, et meid külastanud võõrad kosmonaudid võisid jätta meie jaoks üht-teist näiteks... Kuu tagaküljele. Maal võis nimelt karta saadetiste hävitamist vähearenenud päriselanike poolt — kas oleks näiteks meie päevadeni säilinud keskajal kättejuhtunud magnetofonilint! «Nemad» võisid oletada, et kui inimestele osutub kord kättesaadavaks Kuu tagakülg, alles siis võib inimkonda lugeda külaldaselt harituks ja tsiviliseerituks, selleks et usaldada talle sõnumeid universumi teistelt mõistusega elanikelt.

1962. aastal esines M. Agrestile lähedaste hüpoteesidega ka C. Sagan. Oma arutlustes lähtub viimane hinnangust, mille kohaselt Galaktikas peaks samaaegselt eksisteerima miljon tehniliselt arenenud tsivilisatsiooni (Sagan arvab optimistlikult, et tsivilisatsiooni iga ulatub 10 miljoni aastani). Järgnevalt oletab C. Sagan, et iga tsivilisatsioon saab ühe Maa-aasta jooksul välja ühe uurimisotstarbelise kosmoselaeva. Siis peaks elusolenditega asustatud planeetidesüsteemidesse jõudma üks külalistega kosmoselaev keskmiselt iga mõne tuhande aasta tagant.

Siinkohal ei saa jätta viitamata professor V. Krassovski üpris fantastilisele oletusele: teatud osa (võimalik, et isegi

suurem osa) Maale langevaist kosmilistest kiirtest olevat tekkinud... teiste tsivilisatsioonide footonraketide reaktiivmootorites! Nii tuleb välja, et külaliste jälgi Maa minevikust on ikkagi mõtet otsida. Sagan viitab legendide ja müütide hulgast esmajoones sumeri omadele, milledes jutustatakse aeg-ajalt ilmunud imelikest olenditest, kes olevat õpetanud kohalikule rahvale teadusi ja käsitöödehnikat. On väljendatud arvamust, et muistsete sumerlaste kultuuri kiiret, peaaegu hüppelist arengut umbes neljandal aastatuhandel enne meie ajaarvamise algust ei saagi muidu hästi seletada. Sagani oletusi uskudes peaksime siis varsti jälle ootama külalisi kosmosest. Kui need on sama tsivilisatsiooni esindajad, siis nad kindlasti röömustavad meie kultuuriliste ja tehnoloogiliste edusammude üle...

«Kus te olete, hukkunu kaasmaalased? Miks ei külasta te Maad uuesti? Inimkond ei võta teid enam kividega vastu. Või kardate, et ta võtab teid vastu aatomipommidega?»

Või olete te siin, meie hulgas, kuid peitute nägematusse, sest loete meid mitte veel küllalt küpseteks kohtuma teiste tähe maailmade mõistuslike olenditega?» küsib Bulgaaria fantast D. Pejev.

Millised võimalused võiksid aga oodata meid, Maa elanikke, teiste maailmade külastamisel lähemas tulevikus?

Maalt Kuule lendavad raketid umbes paar ööpäeva. Veenuseni ja Marsini jõudmiseks kulub vähima kütusekulu korral juba sadu ööpäevi, kuid tulevikus võib oodata sellegi ajavahemiku enam kui kümnekordset vähenemist. Võime üsna julgelt väita, et meie päikesesüsteemi piires ei takista vähemalt ajakulu planeetidevahelisi lende, ning nagu seda fantastikaromaanidest loeme, võivad Maa elanikud tõepoolest suurema osa puhkusest veeta teisel planeedil.

Teisiti on lugu lendudega teiste tähtede ja galaktikate juurde. Kaugused on siin hiiglasuured ning näib, et mistahes tehniliste vahendite kasutamisel jääb otsustavaks siiski ajakulu. Kosmoseraketi maksimaalne kiirendus on piiratud reisijate poolt talutava kiirendusega, kiirus aga valguse kiirusega. Seega parimal juhul võib raket liikuda algul ühtlaselt kiirenevalt kiirendusega umbes 20 m/s^2 — see ületab kahekordselt raskuskiirenduse maapinnal ja on reisijaile arvatavasti täiesti talutav. Umbes poole parseki kaugusele jõudes läheneb raketi kiirus juba valguse kiirusele ning edasine lend kulgekski sama kiirusega, enne siht-

kohta jõudmist tuleb jällegi umbes poole parseki kauguselt minna üle ühtlaselt aeglustuvale liikumisele, sümmeetriliselt lähteetapiga. Ajavahemiku arvestamisel ei saa jätta tähele panemata asjaolu, et aja kulg liikuvast süsteemis aeglustub seda enam, mida lähemale jõuab rakett valguse kiirusele.

Kaugusest 1,32 parsekit α Centaurini (lähim täht meile) kataks rakett niisiis esimese poole ühtlaselt kiirenevalt, teise ühtlaselt aeglustuvalt. Kui ka naasmine kulgeks samamoodi, siis kuluks kogu reisiks raketi meeskonnal umbes 4,5 aastat. Maal oleks vahepeal möödunud umbes 10 aastat. See aga pole veel kuigi suur erinevus, sest täht on liiga ligidal, selleks et raketi kiirus oleks võinud küllaldaselt läheneda valguse kiirusele. Vaadeldes lendu veidigi kaugema tähe juurde, näeme, et ajavahemike erinevus kasvab kolossaalseks. Reisiks 20 parseki kaugusele ja tagasi kuluks raketis umbes 9 aastat, Maal aga mööduks samal ajal 130 aastat. Lennuks Andromeeda udukoguni — meie naabergalaktikani NGC 224 (kaugus 460 000 parsekit) — ja sealt tagasipöördumiseks kuluks kosmonautidel umbes 30 aastat, kuid vaevalt nad koduplaneedile enam tagasi pöörduvad, sest vahepeal on Maa vananenud 30 miljoni aasta võrra. Mõistlikum on otsida mõni teine sobiva planeediga täht ja käia võib-olla vaid vaatamas, mis on vahepeal saanud kunagisest päikesesüsteemist...

Minnes suveõhtul välja, võite kergesti leida taevast põhjapoolkera heledaima tähe, Veega ehk Lüüra tähtkuju tähe α (α Lyr). See asub meist 26 valgusaasta kaugusel. Meie, lühikeseealiste olendite jaoks on ta arvatavasti nende kosmosereiside piir, kust võime veel tagasi pöörduda. Kuid vist ükski inimene ei saa Veegalt tagasi pöördudes emmata neid, keda ta kunagi tundis ja armastas.

Arthur Clarke tunnistab oma tulevikuraamatuski, et see, millest meil praegu üsna palju kergemeelselt räägitakse, ei teostu kunagi: kosmilist ruumi inimene valutada ei suuda.

Kuigi põhimõtteliselt võiks inimesele kättesaadavaks osutada peaaegu kogu vaadeldav universum, ei saa kunagi kõrvale jätta ebakõlasid, mis kaasnevad aja erineva kulgemisega raketis ja mahajääval koduplaneedil. Nimetatud «põhimõttelise kättesaadavuse» osas on seniõeldus ignoreeritud ka reiside tehnilise teostamise perspektiive.

Kosmonautikast on teada, et raketi kiirendamiseks tuleb

suurendada raketi kütusehulga ja kasuliku koormise kaalulist suhet või kütuse põlemisel väljuvate gaaside kiirust. Praegu olemasolevate keemiliste kütuste seisukohalt on väljavaated tähtedevaheliste reiside sooritamiseks lootusetud. Isegi oletades võimatut, näiteks et inimkonnal õnnestub ehitada rakett, mille massist 0,999999 moodustab kütus ja et pärast selle kulutamist järele jääv ekipaažiga kosmoselaev on algkaalust miljon korda kergem, ei jõuaks see rakett kuigi kaugemale — lennu aktiivne osa lõpeks isegi enne 100 000 km kaugusele jõudmist. Seega keemiliste kütuste baasil ei õnnestu nähtavasti luua raketti lennuks väljapoole päikesesüsteemi. Jääb üle otsida uusi meetodeid reaktiivjõu tekitamiseks, pidades silmas just väljavoolavate osakeste kiiruse suurendamist. Juba ammu tehti ettepanek ehitada footonrakett. Footonraketi düüsisid väljuksid valguse kiirusega elektromagnetkiirguse kvandid, lihtsamal juhul valguskvandid (footonid) ise. Praegu pole veel selge, kuidas tekitada küllalt tugevat suunatud kiirgusvoogu. Võimalustena on mainitud tuumareaktsioone ja aine ning antiaine annihileerumist, kuid seni ollakse footonraketi tegelikust ehitamisest veel üsna kaugel. Isegi nende printsiipide realiseerimise korral peab raketi alg- ja lõppkaalude suhe kümme-kümne parseki ületamiseks (edasitagasi lennu puhul) olema kümneid miljoneid. Tuleb küll lisada, et ühesuunalise ja pidurdamiseta lennu jaoks on see suhe võrratult väiksem, kuid vaevalt niisugune reis inimesi rahuldab.

J. Šklovski võrdleb footonraketi vajalikku võimsust kaaluühiku kohta aatomialveelaevade võimsuse ja kaalu suhtega. Footonraketi mootori võimsus Maa raskuskiirendusega võrdse kiirenduse saavutamiseks peab olema 3 miljonit vatti 1g massi kohta, ameerika aatomialveelaevadel on see suhe praegu 0,02 vatti grammi kohta, seega 150 miljonit korda väiksem. Aatomialveelaeva 15 miljoni vatine mootor peaks raketil kaaluma 5 grammi!

Ka Šklovski jõuab järeldusele, et nagu fantastide kiuste jäävad tähtedevahelised footonraketid vist igaveseks ehitamata. Igal ajastul on ülehinnatud sellele ajastule oma-seid tehnilisi vahendeid ja võimalusi. Minevikust leiame küllalt näiteid, kuidas aurumasina jõul või õhupallidel taheti Kuule lennata. Kaasajal kaldume samuti ülehinnada reaktiivtehnika võimalusi.

Kuid ärgem unustagem ka vastupidiseid näiteid. Kanada astronoom J. W. Campbell kirjutas 1941. aastal ajakirjas «Philosophical Magazin» artikli «Raketi lend Kuule», kus ta arvutustega tõestab, et 1 kg kasuliku koormise orbiidile viimiseks peab rakett kaaluma . . . mõned miljonid tonnid. Kokkuvõttes tehakse otsus, et raketi saatmine Kuule näib veel kaugema ja fantastilisema asjana kui televisioon 100 aastat tagasi!

Planeetidevahelisteks reisideks sobivad raketid suurepäraselt, samuti kõlbavad nad tsivilisatsiooni aeglaseks ja järkjärguliseks ekspansioniks ühest planeetidesüsteemist teise. Kõne alla tuleb rakettsondide-automaatjaamade saatmine Bracewelli idee kohaselt, kuid teiste tsivilisatsioonide vabaks külastamiseks ei loo reaktiivtehnika arvatavasti võimalusi ka tulevikus. Jääb üle loota põhimõtteliselt uute tehniliste vahendite ilmunisele! Viimastel aastatel ongi mitmete autorite poolt esitatud veel üks idee nn. transgalaktiliste lendude sooritamiseks. Selle järgi tuleb raketikütusena (termotuumareaktsioonis) kasutada tähtedevahelise keskkonna ainet. Kuna näib, et sellise mootori loomine ei ole vastuolus mingisuguste tuntud füüsikaseadustega, siis võib talle tõesti teatud lootusi panna. Et tähtedevahelisest ruumist hõredat gaasi haarata, selleks tuleb rakett varustada gigantse koguva pinnaga (raadiusega sadu kilomeetreid!). Otsustada, kas me suudame niisuguseid ja veel paljusid teisi tehnilisi ja põhimõttelisi raskusi lähemas tulevikus ületada, pole tänapäeval kuigi kerge, kui see üldse on võimalik. Von Hoerneri arvates tähtedevahelised lennud valguse kiirusele lähedase kiirusega lähemate sajandite jooksul ei realiseeru. Šklovski seda skeptitsismi ei jaga, Clarke aga dateerib esimese tähtedevahelise lennu aastaga 2080.

*

Kosmosetsivilisatsioonide otsimine kasvas välja astronoomiast, kuid on praegu juba tihedalt seotud mitmete teiste, hoopis erinevate teaduse ja tehnika harudega. Otsingud ise aga huvitavad kogu inimkonda, nad on üheks lõiguks Maa elanike eelseisvas kosmilises tegevuses. Lõpetuseks tahaksimegi viidata veel ühele aspektile kosmonautikas ja kosmosetsivilisatsioonide otsimises. See on uute

maailmade ja uute horisontide tegeliku avastamise *romantika* — seesama, mille tähtsust möödunud sajandite jooksul toimunud Maa tundmaõppimises ei tohiks alahinnata ja mille järkjärguline kadumine meie kaugeimategi nurkadeni läbiuuritud ja lennuliinidega kaetud koduplaneedil küllap mõjutab praeguste põlvkondade tegutsemistahet ja -aktiivsust. Kosmos avab uued, praegu igatahes ammen-damatutena näivad kaugete retkede, otsingute ja avastuste-romantika varasalved. Kosmoses on kõigile ja arvatavasti igaveseks võimalused suurteks tegudeks, mehisuse ja vap-ruse näitamiseks ilma omasuguste hävitamiseta koduplaneedil.

SISUKORD

Saateks	3
Elu ja kosmos	5
Eluks sobivad taevakehad	12
Kas Maal on elu?	16
Elu mittemaised vormid	20
Projekt OZMA	29
Pilk tulevikku	35
Tsivilisatsiooni eluiga	41
Kuidas mõista kosmosenaabreid	47
Lingua cosmica	54
Automaatjaamad-vahendajad	61
Supertsivilisatsioonid	66
Kas Maal on viibinud külalised kosmosest?	74

Уно Кустасович Вейсманн. КОСМИЧЕСКИЕ ЦИВИЛИЗАЦИИ. На эстонском языке. Оформление Ю. Аррак. Издательство «Валгус», Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

Toimetaja H. Heinoja. Kunstiline toimetaja A. Säde. Tehniline toimetaja A. Muna. Korrektorid H. Kahar ja V. Leibak. Laduda antud 11. VII 1967. Trükkida antud 9. I 1968. Paber 54×84/16. Trükipaber nr. 2. Kohila Paberivabrik. Trükipoognaid 5,25. Tingtrükipoognaid 4,41. Arvestuspoognaid 4,79. Trükiarv 6000. MB-01708. Tellimise nr. 4538. Hans Heide-
manni nim. trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19. I.

Hind 19 kop.

A-28970

