

D. I. ŠTŠERBAKOV



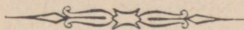
A. J. FERSMAN  
JA TEMA MATKAD



*Akadeemik A. J. Fersman.*

A-19799

D. I. ŠTŠERBAKOV



# A. J. FERSMAN JA TEMA MATKAD



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

TALLINN 1953

*mu*

Originaali tiitel:

Д. И. Щербаков,

А. Е. Ферсман и его путешествия.

Государственное издательство  
Географической литературы  
Москва 1950

*Tõlkija: K. Luksep*

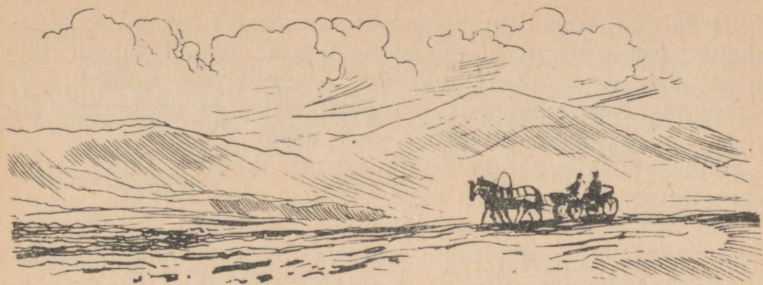
*Eritoimetaja: E. Möls*

☒ 2

Tartu Riikliku Olukooli  
Raamatukogu  
~~1255181~~

107547

ESTONIAN LIBRARY  
TALLINN



## ESIMENE PEATÜKK

### A. J. FERSMAN INIMESENA, TEADLASENA JA MATKAJANA

Meie kodumaa suurimaid teadlasi, uue teadusharu — geokeemia — üks rajajaid Aleksandr Jevgenjevitš Fersman on laialdaselt tuntud meie maa mineraalirikaste väsimatu otsijana ja uurijana, kirgliku mineraloogina ning samuti oma teadusala hiilgava propageerijana ja populariseerijana.

Mul oli õnn ligikaudu kakskümmend viis aastat töötada tihedasti koos Aleksandr Jevgenjevitšiga, sageli osa võttes tema matkadest ja ekspeditsioonidest.

Eriti teravasti on mulle mällu sööbinud meie kõige varasemad matkad Kesk-Aasias.

Töökohale saabusime hilja õhtul või öösel, ja suutmata tähelepanelikumalt ümbergi vaadata, heitsime kohe väsinult magama. Järgmisel päeval aga tõusis Aleksandr Jevgenjevitš tavaliselt ikka esimesena, ja kannatamatult soovides rutem asuda väliuurimistele, äratas ta ka meid. Aleksandr Jevgenjevitši pehme bariton kostis kuskil läheduses pea kohal, käskivalt kutsudes tööpäeva alustama.

„Tõuske üles! Tõuske kiiremini, laiskvorstid! Aeg on tööle asuda.”

Meie, Aleksandr Jevgenjevitši poolt juhitava ekspertide brigaadi noored liikmed, hüppasime üles ja riietusime kiiresti.

Eemal sätendasid hommikupäikese kiirtes juba Alai mäeheliku tipud, orgudes aga lebasid veel tihedad varjud. Oli alles väga vara, kuid Aleksandr Jevgenjevitš, linases tööülikonnas, sonimüts peas, seljakott seljas ja geoloogivasar käes, tammus kannatamatult meie asemete juures.

„Aleksandr Jevgenjevitš!” hüüdsime kooris. „Kuhu te nii vara tõttate? On ju veel vaja pesta ja einet võtta.”

Kui aga asi puutus kaevanduste vaatlusse, mis töötasid uusi huvitavaid mineraale, mida Aleksandr Jevgenjevitš nii väga armastas, siis oli ta järeleandmatu.

Aleksandr Jevgenjevitš kiirustas meid kogu aeg, kui me suure rutuga einestasime ja end korrastasime, kuid viimaks, suutmata meid ära oodata, sammus ta mäele, kus asus šahti suue. Kui viimased mahajäänud talle järele rühkisid, olles teejoomise pooleli jätnud, paistis tema kõrge massiivne kogu juba kaugel eemal.

Ta armastas kõndida ümbritsetuna kärarikkaist kaaslasist ja kohalikest töötajaist, kes tema ümber tunglesid, püüdes tabada iga tema huvitavat seletust või märkust.

Juba oligi Aleksandr Jevgenjevitš esimese maagihunniku juures. Viivitamata ronis ta selle tippu, istus jalgu enda alla tõmmates ja hakkas hoolikalt maagitükke silmitsema. Aeg-ajalt kasutas ta rinnal musta keerdunud paela otsas rippuvat luupi. Nii algas tavaliselt töö igal uuel geoloogilisel uuringul või kaevanduses.

Aleksandr Jevgenjevitš kraapis maagi laiali ja vasaraga kõige huvitavamaid tükke eraldades vilistas mingit monotoonset viisi. Aeg-ajalt kirjutas ta lühikesi etikette ja pakkis proovid kiiresti ajalehepaberisse. Meie abistasime teda selles.

Seejärel algas aeglane ja põhjalik tutvumine kaevandusega, milleks tuli laskuda šahti ja roomata ett mööda. Mõnes kohas Aleksandr Jevgenjevitš peatus, palus valgustada huvitavat piirkonda ning uuris seda kaua ja tähelepanelikult.

Taas liikusime edasi. Võis ainult imetella, kuidas Aleksandr Jevgenjevitš, vaatamata oma kogukusele, suutis läbi ronida kõige kitsamatestki pragudest või kiiresti liikuda kõikuva puuredeli märgadel astmetel.

Pärast mitmetunnist uurimist tõusime märgadena ja üleni saviga määrituina maapinnale. Aleksandr Jevgenjevitš korrastas end raskesti hingeldades ja jooksis siis maagihunnikute juurde, kuhu olid jäänud sissepakitud proovid.

Tema töökuue mahukad taskud olid täis uusi proove, käes aga hoidis ta kaevanduse sügavusest toodud suuri maagitükke. Suutmata kanda kogu koormat, andis ta raskemad kivid mõnele ümberseisjatest, öeldes: „Kanna, kanna, ole kasulik inimkonnale!” Väsinult ja näljaselt laskusime seejärel kaevandusaulasse, kus meid juba ootas lihtne, kuid toitev lõunasöök. Pärast lõunat algas kõige tähtsam.

Lauad kraamiti ja toidu asemele ilmusid nendele kaardid, plaanid, profiilid, kivimite ja mineraalide proovid. Sellest omapärasest tootmisnõupidamisest osa võtta soovijaist täitus tuba viimase võimaluseni. Aleksandr Jevgenjevitš istus eesistuja kohal. Tema näol mängles lahke naeratus ja ta elavais silmis helkis huumor. Algul kuulasime kaevanduse administratsiooni, kohaliku geoloogi ja kohale sõitnud peavalitsuse esindajate ettekandeid. Pärast seda võttis sõna Aleksandr Jevgenjevitš.

„Kõigepealt,” ütles ta, „esitame ja analüüsime fakte, mis on täpsed, kontrollitud, läbi uuritud teatud järjekindlusega ja seaduspäraselt vastandatud. Siis aga tulevad järeldused.”

Ja Aleksandr Jevgenjevitš hakkas kirjeldama näiliselt juba kõigile tuntud fakte, mõnikord detailidega, mida ta vajas järelduste tegemiseks. Ja need faktid muutusid üha mõjuvamateks ning veenvamateks.

Kunstniku julgete pintsli tõmmetega maalis Aleksandr Jevgenjevitš ereda pildi kaugest minevikust, millal maa-koos toimunud keerukad protsessid põhjustasid meid huvitavate maakide tekkimise. Ja kõik muutus täiesti selgeks ja arusaadavaks. Ei tekkinud mingeid kahtlusi selles, kus ja mispärast tuli läbida uusi esi, kus võis leida maaki, ja millised olid kaevanduse enda perspektiivid.

Ettekanne on lõppenud. Aleksandr Jevgenjevitš pühib rätikuga suuri higitilku laubalt ja lühikeseks pügatud juustega pealt. Sajavad arvukad küsimused.

Hilisõhtul lähevad koosolekust osavõtjad oma kodudesse, vahetades päevamuljeid. Ka meie siirdume meile määratud tuppa. Aleksandr Jevgenjevitš kiirustab jälle:

„Magama, rutem magama! Homme peame varakult teele asuma, muidu ei jõua me järgmise kaevanduseni.”

Aleksandr Jevgenjevitšil on aeg jaotatud minutilise täpsusega. On vaja tutvuda veel paljude kaevandustega. Vastavalt varem koostatud kavale tuleb meil sõita piki küla-

vaheteid Alai aheliku eelmäestikus, vaadeldes mööda minnes mitmeid uurimispunkte.

On juba öö. Vajume oma kõvadele asemetele ja uinume silmapilkselt. Aleksandr Jevgenjevitš märgib petrooleumilambi juures istudes väliraamatusse kõike, mis on päeva jooksul nähtud. Sellest raamatust ei lahku ta mitte kunagi.

Varahommikul algas teekonna järgmine päev. Veetsime selle teel olles. Rappusime kuni õhtuni sõidukis ja ööbisime teeäärses tsaihanaas mattidel.

Alles järgmisel hommikul jõudsime kitsa jõekuristikuni, mille kaldaäärseisse kaljudesse olid rajatud lahtised karjäärid antimonimaagi katseliseks kaevandamiseks.

Siin tuli otsustada kaevanduse rajamise küsimus. Siis järgnes jälle kogu päeva kestev teekond ja vanade, X sajandisse kuuluvate elavhõbedakaevamite ülevaatus, kus mõned aastad peale meie sealviibimist tekkis kaevandus.

Nii möödus päev päeva järel. Üks ere mulje vaheldus teisega ja meie töötempo aina kasvas. Meil ei jätkunud enam päevast ja me püüdsime edasiliikumiseks kasutada ka ööd.

Meid imestas Aleksandr Jevgenjevitši vähenõudlikkus ja leplikkus matkadel viibides. Ta võis edasi liikuda ükskõik missugusel sõiduvahendil, magada igasuguses olukorras ja elatuda kõige lihtsama toidu äärmiselt piiratud kogustest. Teel jutustas ta meile oma lapsepõlvest, oma tööst, esitas oma teaduslikke vaateid, tuues seejuures hulgaliselt tabavaid tähelepanekuid igapäevasest elust.

Aleksandr Jevgenjevitš armastas sõita rongis. Vagunis viibimine ei takistanud teda tema isiklikus töös, vaid nähtavasti isegi soodustas seda, kui tal oli tarvis mõtteid koondada ja vabaneda teda alaliselt ümbritsevaist inimest. Ta armastas öelda, et looduse poolt loodud „kerataolise kehana” on ta sunnitud alaliselt „veerema”. Meil, tema matkakaaslastel, oli võimalus veenduda tema liikuvuses.

Aega, millal elas Aleksandr Jevgenjevitš, tähistas meie kodumaa rahvamajanduse arenemise kolossaalne tõus. Suur Sotsialistlik Oktoobrirevolutsioon tõstis teaduse enneolematule kõrgusele. Ta esitas teadlasile suuri praktilisi ülesandeid. Aleksandr Jevgenjevitši hiilgav andekus võis nii eredalt ja suurejooneliselt avalduda alles meie ajastul.

\*



*A. J. Fersman. Ülesvõtte 1929. aastast.*

Aleksandr Jevgenjevitš sündis Peterburis 27. oktoobril (8. novembril) 1883. aastal. Tema isa, hariduselt arhitekt, jäi peale Türgi sõja lõppu edasi sõjaväeteenistusse, sest nõrk nägemine ei võimaldanud tal töötada oma erialal. Aleksandr Jevgenjevitši ema oli haritud naine, tundis huvi loodusteaduste vastu, oli hea pianist ja kunstnik. Ema vend, erialalt keemik, kellel oli Aleksandr Jevgenjevitšile suur mõju, elas Krimmis, Simferoopoli läheduses, Salgiri jõe kaldal. Siin, Totaikojes, kus Fersmanite perekond tavaliselt suvitas, alustas kuueaastane Saša kivikeste kogumist. Selles kivikeste kogumise harrastuses leidis ta ema ja onu poolt suurt toetust.

Totaikoje ilusad sirged paplid, lõunast paistva Krimmi Jaila taevassinised piirjooned ning nende maja lähedalt läbi voolav Salgiri jõgi oma sulinaga kasvatasid poisikeses ilutunnet ja armastust looduse vastu. Ümbruskonna murdu-des avanevate kivimite mitmekesisus aga andis noorele loodusuurijale rikkalikku mineraloogilist materjali. Ta ise kirjeldab kujukalt oma esimest tegelemist kivimitega ja lapsepõlve kollektsiooni edasist saatust tuntud ning paljudes trükkides ilmunud populaarteadusliku raamatu „Lugusid mineraalidest”<sup>1</sup> esimeses peatükis.

Peatselt määrati Aleksandr Jevgenjevitši isa sõjaväeliseks atašeeks Kreekasse. Koos temaga sõitsid sinna ka ta naine ja väike poeg.

Aleksandr Jevgenjevitšil jäid sellest esimesest välisreisist eredad muljed. Isa näitas oma kaaslastele binoklist roosa marmori murde Printsi saartel ja jutustas neile marmoris jäädvustatud kreeka kunsti ilust. Konstantinopolis näitas ta poisikesele Sofia peakirikut, juhtides tema tähelepanu suurepärasele rohelisest kivist seintele. Eleusise lahe rannal kogus poisike oma kollektsiooni jaoks mitmesuguse marmori kauneid veeriseid. Kustumatu mulje säilis Aleksandr Jevgenjevitšil Akropolise külastamisest, kust ta tõi kaasa kolm erinevates värvustes marmorikildu. Koos vanematega külastas noor rändur mitmeid Kreeka provintse, viibis Põhja-Itaalias, imetles Veneetsiat ja taevassinist Garda järve. Ja kõikjal jätkas ta kivimite ning mineraalide kogumist oma kollektsiooni jaoks.

Hiljem määrati ta isa kadetikorpuse direktoriks. Suve veetis Fersmanite perekond endiselt Krimmis, Simferopoli ümbruses. Kuid seoses ema haigusega tuli Aleksandr Jevgenjevitšil mitmel korral viibida välismaal.

Välissõitudel tagasi pöördudes peatusid Fersmanid tavaliselt mõned päevad Viinis. Suurima osa noist päevist veetis poisike Viini Loodusloolises Muuseumis, neis saalides, kus suurte paladena olid eksponeeritud kivid kogu oma ilus ja värvirikkuses.

Poisikest, keda algul haaras kivi väline ilu, hakkas nüüd üha enam huvitama ka tema tekkimise küsimus, eriti aga Karlsbadi lubjanõrgude kujunemine ja arenemine. Ta pöördus nende küsimuste lahendamiseks oma

---

<sup>1</sup> RK „Pedagoogiline kirjandus”, Tallinn 1949 (originaalis „Занимательная минералогия”).

keemikust onu ja selle kaaslase, hiljem tunnustatud professori Gorbovi poole. Need andsid talle vajalikke seletusi ning õpetasid üles märkima mineraalide keemilist koostist ja nende nimetusi.

Suhtlemise tõttu perekonnasõbra prof. Melikišviliga, kes oli samuti keemik ja kes väga tähelepanelikult suhtus andekasse ja teadushimulisse poissi, püsis noores loodusuurijas huvi keemia vastu.

P. G. Melikišvili oli Odessa ülikooli silmapaistvamaid professoreid. Ta armastas väga oma kodumaad — Gruusiat — ja jutustas sellest palju teadushimulisele poisile. Alles pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni õnnestus tal saavutada ülikooli avamine Tbilisis, millest ta oli unistanud kogu eluaja. Aleksandr Jevgenjevitš kirjutab ise oma mälestusis sellest suurest rõõmusest, mida talle valmistas Melikišvili, kinkides talle meteoriiditükikese, ja nendest elamustest, mida ta tundis, kui tal kord oli lubatud külastada laboratooriumi ja jälgida, kuidas töötab keemik.

Huvi mineraloogia vastu muutus üha tõsisemaks. 1901. aastal lõpetas Aleksandr Jevgenjevitš Odessa gümnaasiumi ja astus Novorossiiski (Odessa) ülikooli füüsika-matemaatikateaduskonda, unistades mineraloogia õppimisest, kuid ta sai kibeda pettumuse osaliseks. Loenguid mineraloogia alal pidas professor Prendel, kes oli selles teadusharus tollal valitseva kirjeldava suuna tüüpiline esindaja. Tema loengud olid kuivad ja igavad ning ei suutnud Aleksandr Jevgenjevitši rahuldada. See pettumus peegeldus tugevasti tema teaduslikes huvides. Ta hakkas huvituma kunstiajaloo ja poliitilise ökonomia loengutest.

Sel ajal etendasid tema elus tähtsat osa prof. Melikišvili ja füüsik B. P. Veinberg. Melikišvili kinnitas Aleksandr Jevgenjevitšile alati, et ta ei tohi unustada mineraloogiat ja sellega tihedalt seotud keemiat. B. P. Veinberg luges geofüüsikat ja molekulaarfüüsika huvitavat kursust. Veinbergi loenguile võlgnes A. J. Fersman tänu huvi tekkimise eest materia koostise ja molekulaarfüüsika vastu, mis temas säilis kogu eluaja.

Eriti suure tähtsusega Aleksandr Jevgenjevitši edasise teadusliku tegevuse suhtes ja huvi kindlustamisel temas mineraloogia vastu oli tema siirdumine 1902. aastal Moskva ülikooli. Moskva ülikoolis juhtis tol ajal minera-

loogiakateedrit Vladimir Ivanovitš Vernadski, kes etendas selle teadusharu ajaloo erakordselt tähtsat osa.

V. I. Vernadski tõstis oma uurimistes ja loengutes esiplaanile mineraalide keemilise olemuse uurimise, ja seejärel küsimuse nende päritolust, nende muutumisest ning ümberkujunemisest maakoore mitmesugustes kihtides. Ta vastandas senisele staatilisele kujutlusele mineraalidest pildi nende „elust” ja nende lakkamatuist muundumisist. Ta esitas oma loenguis uue geneetilise mineraloogia kui maakoore keemia põhialused.

Uurides mineraale kui maakoores lakkamatult toimivate keemiliste protsesside produkte, pidi V. I. Vernadski loomulikult üle minema nende koostisse kuuluvate üksikute keemiliste elementide ajaloo uurimisele. Tema poolt rajatud geneetilisest mineraloogiast tekkis geokeemia — üli suure tulevikuga teadusharu, mille üheks silmapaistvaks rajajaks ta oli. Edaspidi pühendas ta erilist tähelepanu keemilistele protsessidele, mis on seotud mullas elutsevate organismidega — biosfäärilistele protsessidele.

Vladimir Ivanovitš töötas mineraloogia täielikult ümber uuel keemilis-geneetilisel alusel ja lõi uued teadusharud — geokeemia ja biogeokeemia.

Astudes Moskva ülikooli, sattus Aleksandr Jevgenjevitš sellesse teadusliku mõtte keskusse, sellesse ühtsesse mineraloogideperre, mille oli ühte liitnud Vladimir Ivanovitši väljapaistev talent. Pärast Prendeli igavaid loenguid ja tema mineraloogiakabineti rutiini jõudis Aleksandr Jevgenjevitš uute ideede ja uute teaduslike voolude lätte. Siin leidis ta end uuesti ning pöördus endise entusiasmiga tagasi oma esimese armastuse — kivi — juurde, mille uurimisele ta pühendas kogu oma edaspidise elu.

Pärast Moskva ülikooli lõpetamist 1907. aastal siirdus Aleksandr Jevgenjevitš teaduslikule lähetusele välismaale. Ta töötas Heidelbergis kristallograafialaboratooriumis, kus ta kirjutas suure monograafia teemantidest. Tutvumine Elba saare pegmatiidoontega ning nendes leiduvate vääriskivide ja haruldaste mineraalidega äratas temas huvi pegmatiitide vastu, mille uurimise alal Aleksandr Jevgenjevitš töötas mitmete aastakümnete vältel.

Pegmatiidooned kujutavad endast fluori, boori, liitiumi ja rida haruldasi metalle sisaldava graniitse „jäähkagma” kristalliseerumise produkte. Seepärast on nende koostis väga lähedane graniidi koostisele; nad moodustuvad

graniidikuplite lasumite läheduses või graniidimassiivide pealmistes osades päevakivi, vilgu, kvartsi ja teiste, haruldasemate mineraalide väga suurte kristallide kuhjumitena. See sõit määras ühe põhisuundadest Aleksandr Jevgenjevitši edasistes töodes pegmatiitsete moodustiste mineraloogia ja geokeemia alal. Jõudnud 1910. aastal välismaalt tagasi, võttis Aleksandr Jevgenjevitš aktiivselt osa Šanjavski-nimelise Rahvaülikooli organiseerimisest. 1912. aastal valiti ta Bestuževi kursuste<sup>1</sup> mineraloogia-professoriks Peterburis ja samaaegselt V. I. Vernadski ettepanekul, kes oli vahepeal (1906. a.) saanud akadeemikuks, Teaduste Akadeemia Mineraloogiamuuseumi hoidjaks.

Neil aastail tutvub A. J. Fersman esmakordselt Uraaliga, mille vastu ta säilitab elava huvi ka edaspidi. Teda kütkestavad peamiselt pegmatiidid ja neis esinevad väärisivid. Sel ajal hakkab Aleksandr Jevgenjevitš tegelema mõningate mineraalide ja haruldaste elementide tööstusliku kasutamise küsimusega.

Fersman toob mineraloogiasse uue, värsket ja elava voolu. Ta rõhutab eriti mineraalide kujunemise protsessi tähtsust, mineraalide päritolu üldisi küsimusi ja geokeemiliste tegurite osatähtsust.

Aleksandr Jevgenjevitš ei vaadelnud oma töödes mineraale eraldatuna sellest looduslikust keskkonnast, kus nad leidsid, vaid koos neid ümbritsevate kivimitega, uurides nende leiukohti ja nende kujunemise tingimusi ning tähelehdades mineraalide leviku seaduspärasusi, mis olid tingitud koha geoloogilise ehituse iseärasustest.

1912. aastal luges A. J. Fersman esmakordselt Venemaal geokeemia kursust, mõni aasta hiljem aga lülitus ta täielikult maavarade ning nende ekspuaterimise tehnoloogia uurimisse. Aleksandr Jevgenjevitš külastas Taga-Baikalit, Mongooliat, Altaid, Uraali, Krimmi ja Kesk-Venemaad.

Suur Sotsialistlik Oktoobrirevolutsioon avas laialdased võimalused meie maa rahvaste piiritute loominguliste jõudude rakendamiseks. Võimule tulnud rahvas rajas esmakordselt ajaloos sotsialistliku majapidamise. Alles siis avaldus täiel määral A. J. Fersmani loominguline ja organisaatorlik talent.

---

<sup>1</sup> Bestuževi kursused — 1878. a. Peterburis asutatud, naistele määratud kõrgem õppeasutus. *Toim.*

Suure Oktoobrirevolutsiooni eelõhtul sukeldus A. J. Fersman täielikult töösse Tootlike Loodusjõudude Uurimise Komisjonis (КЕПЦ). See komisjon moodustati juba 1915. aastal akadeemik V. I. Vernadski ettepanekul.

Kuni Suure Oktoobrirevolutsioonini ei saanud Tootlike Loodusjõudude Uurimise Komisjoni töö areneda küllalt viljakalt. Raske olukorra tõttu, mis valitses sel ajal vene teaduses, pörkas teadlaste initsiatiiv lõpmatuile takistustele. Isegi sellise erakordselt tähtsa ülesande teostamiseks, nagu seda oli volframi leiukoha ekspluateerimine, ei suutnud Teaduste Akadeemia kahe aasta vältel minimaalsemaidki vahendeid muretseda.

Suur Oktoobrirevolutsioon lõi hoopis uued tingimused. Juba Nõukogude riigi olemasolu esimestel kuudel tõstis bolševike partei üles küsimuse meie kodumaa tootlike jõudude igakülgsest uurimisest ja rakendamisest. Otsustava tähtsusega selles oli V. I. Lenini pöördumine Teaduste Akadeemia poole 1918. aasta aprillis, seoses küsimustega, mis olid tema poolt üles tõstetud artiklis „Nõukogude võimu järjekordsed ülesanded”. Selles tähtsas artiklis kirjutab V. I. Lenin:

„Tööviljakuse tõstmine nõuab eelkõige suurtööstuse materiaalse aluse kindlustamist: kütteenainete ja raua tootmise, masinaehituse ja keemiatööstuse arendamist.” Edasi märkis V. I. Lenin: „Nende loodusvarade töötlemine moodsa tehnika meetoditega paneb aluse tootlike jõudude ennenägematule progressile”.<sup>1</sup>

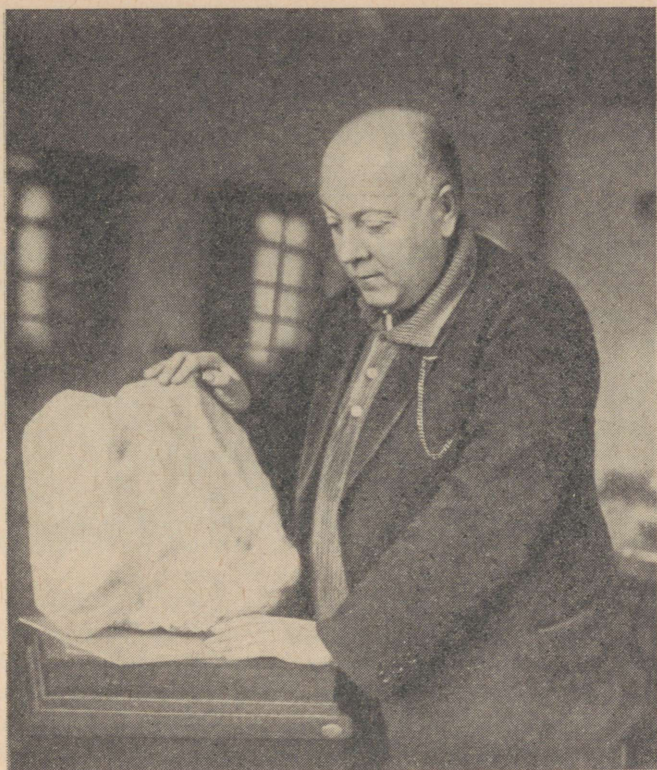
Oma geniaalsed mõtted tootlike jõudude paigutamise sotsialistlike põhimõtete kohta väljendas V. I. Lenin „Teaduslik-tehniliste tööde plaani visandis”. V. I. Lenin kirjutas, et: „Teaduste Akadeemiale, kes on alustanud Venemaa tootlike loodusjõudude süstemaatilist tundmaõppimist ja uurimist, tuleb Kõrgema Rahvamajandusnõukogu poolt viivitamata anda ülesanne moodustada eriteadlastest rida komisjone Venemaa tööstuse reorganiseerimise ja majanduse arendamise plaani võimalikult kiiremaks koostamiseks.

Sellesse plaani peab kuuluma:

Tööstuse ratsionaalne *paigutamine* Venemaal, silmas pidades tooraine lähedust ja võimalust vältida vähimaidki tööjõu kadusid üleminekul tooraine töötlemiselt pooltoote

---

<sup>1</sup> V. I. Lenin, Valitud teosed, II kd., Tallinn 1946, lk. 262.



A. J. Fersman NSV Liidu Teaduste Akadeemia Mineraloogi muuseumis 1931. aastal.

töötlemise kõigile järjestikustele staadiumidele kuni valmisprodukti saamiseni...

Praegusele Vene Nõukogude Vabariigile (ilma Ukrainata ja ilma sakslaste poolt okupeeritud oblastiteta) maksimaalse võimaluse kindlustamine enda *iseseisvaks* varustamiseks *kõigi* tähtsamate tooraine ja tööstuse liikidega.”<sup>1</sup>

V. I. Lenini ülesandel pöördus Hariduse Rahvakomisariaat Teaduste Akadeemia poole ettepanekuga arendada hoogsalt kogu maa tootlike jõudude uurimist.

<sup>1</sup> В. И. Ленин, Соч., т. 27, изд. 4, стр. 288.

V. I. Lenini üleskutse suunas Teaduste Akadeemia uurimistööd uutele radadele. Sellest hetkest algas meie maa loodusrikkuste süstemaatilise ja plaanikindla uurimise võimas areng. Loodi uus, palju süvendatum töökorraldus, mis põhjalikult mõjutas uurimistööde edasist käiku ja Teaduste Akadeemia reorganiseerimist. Valitsus määras tõhusaid krediite ja Teaduste Akadeemia hakkas arendama oma ekspeditsioonilist tegevust.

1918. aasta kevadel organiseeriti V. I. Lenini ülesandel Kõrgema Rahvamajandusnõukogu Teaduslik-tööstuslik Põhjaekspeditsioon (Севэкспедиция ВСХ), mis koos Teaduste Akadeemiaga arendas hoogsat tegevust vabariigi Euroopa-osa põhja-aladel. A. J. Fersmani ekspeditsioonilised uurimistööd Koola poolsaarel moodustasid osa Põhjaekspeditsioonist.

Tootlike Loodusjõudude Uurimise Komisjoni osakondadest võrsusid edaspidi järk-järgult iseseisvad teaduslikud uurimisinstituudid: Raadiumi, Pinnase, Keraamika, Optika, Geokeemia ja teised instituudid. Aleksandr Jevgenjevitš etendas nende tegevuse arendamisel suurt osa.

1919. aastal valiti ta 36 aasta vanusena Teaduste Akadeemia tegevliikmeks; samaaegselt asus ta Teaduste Akadeemia Mineraloogiamuuseumi direktori kohale. Hiljem valiti ta NSV Liidu Teaduste Akadeemia asepresidendiks ja presiidiumi liikmeks. Neil ametikohtadel töötas A. J. Fersman üle 25 aasta.

Tema osavõtul organiseeriti Geograafia Instituut Leningradis, Arheoloogilise Tehnoloogia Instituut Ainelise Kultuuri Ajaloo Akadeemia juures ja Aerofotomöödistamise Instituut.

Eriti tuleb peatuda Aleksandr Jevgenjevitši osal Geograafia Instituudi loomises ja selle tegevuse juhtimises.

1916. aastal avati Petrogradis Dokutšajevi Mullakomitee juures Kõrgemad Geograafilised Kursused. See oli eelastmeks Geograafia Instituudi asutamisele. Määrus selle instituudi organiseerimiseks järgnes juba nõukogude võimu kehtimise teisel aastal — 23. septembril 1918. aastal. Instituudi esimeseks rektoriks oli J. D. Lukaševitš; temale järgnes peatselt A. J. Fersman, kelle rektoriks oleku ajal selle noore nõukogude kõrgema õppeasutuse tegevus tunduvalt arenes ja laienes.

A. J. Fersman oskas instituudi ümber koondada hiilgava geograafide plejaadi. Instituudi põhiülesandeks oli õpeta-



*A. J. Fersman Tšelekeni saarel asuva „Horozi” allika raudasisaldavate nõreliste setete juures.*

tud geograafide ja uurimismatkajate kaadri loomine ning geograafia teaduslike probleemide läbitöötamine.

See kõrgem geograafia-alane õppeasutus eksisteeris umbes kaheksa aastat (1916—1924); pärast seda liideti instituut Leningradi Riikliku Ülikooliga. Selle aja vältel andis instituut rea andekaid kasvandikke.

Rööbiti selle intensiivse organisatsioonilise tegevusega teeb Aleksandr Jevgenjevitš tohutut tööd väliuurijana. Ta jõuab külastada meie maa kõige mitmekesisemaid piirkondi: Hibiini tundraid Koola poolsaarel, õitsvat Fergana orgu ja Kara-Kumi kõrbe palavaid liivu Kesk-Aasias, Taga-Baikali avaraid taigasid ja Uraali idapoolseid metsarikkaid nõlvu. Aastad 1920—1923 olid tema hiilgavate süstemaatiliste uurimiste ajajärguks Hibiini ja Lovozero tundrate mineraloogia ning mineraalirikuste alal. Samaaegselt ja ka hiljem tegeleb Aleksandr Jevgenjevitš rea maagileiukohtade tekkeloo küsimustega Kara-Kumi väävlükinkudel ja Uraali smaragdikaevandustes.

Eriti intensiivseks muutus Aleksandr Jevgenjevitši töö

seoses NSV Liidu rahvamajanduse arendamise esimese viie aasta plaani, esimese stalinliku viisaastaku ettevalmistamisega. Jossif Vissarionovitš Stalini poolt meie kodumaale esitatud ajaloolised ülesanded avasid A. J. Fersmanile tohutu tegevusvälja; ta pühendas end täielikult NSV Liidu mineraalsete toorainete baasi loomisele.

Esimese viisaastaku teostamise tulemusena likvideeriti tööstuses kapitalistlikud elemendid. Meie kodumaa muutus agraarmaast tööstusmaaks, mahajäänud maast eesrindlikuks maaks, nõrgast ja kaitseks ettevalmistamatust riigist — võimsaks riigiks.

Sotsialismi edusamme süvendati meie rahva ja meie teadlaste poolt teise ning kolmanda viisaastaku jooksul.

Kogu selle aja vältel töötab A. J. Fersman väsimatult mineraalseid tooraineid käsitlevate probleemide lahendamisel ning küsimuste lahendamisel mineraloogia ja geokeemia rakendamisest mitmesuguste maavarade otsinguil. Ta võtab elavalt osa haruldaste elementide tööstuse rajamisest. Sel eesmärgil külastab ta Taga-Baikalit, kus asuvad volframi leiukohad. Siin kujunevad lõplikult välja teaduslikud alused tema monograafiale „Pegmatiidid”.

Hinnates A. J. Fersmani loomingulist teed, peab eelkõige imetlema Aleksandr Jevgenjevitši teaduslike huvide avarust ning mitmekülgust, tema erakordset töövõimet, tema pulbitsevat organisaatorlikku tegevust ning viljakat teaduslikku uurimistööd.

Aastail 1920—1922 ilmus trükist tema monograafia „Venemaa vääris- ja värvilised kivid” esimene köide. Seejärel ilmus terve seeria haaravaid, oivalises keeles kirjutatud populaarteaduslikke teoseid. Samal ajal anti välja „Venemaa geokeemia” — esimene katse meie maa geokeemiliseks kirjeldamiseks, samuti „Keemilis-tehniline käsiraamat” ja edasi põhjanev neljaköiteline käsiraamat „Mittemetalsed maardlad”. Neis teostes kuuluvad paljud artiklid A. J. Fersmanile. Ilmus trükist monograafia „Venemaa vääris- ja värvilised kivid” teine köide ning monograafiad smaragdikaevandustest ja Kesk-Aasia karstidest.

1931. aastal ilmub põhjaneva teose „Pegmatiidid” esimene väljaanne, mis on A. J. Fersmani parimaks loominguiliseks saavutuseks ja mis kauaks ajaks määras selle-suunaliste uurimistööde käigu. Samaaegselt teeb Aleksandr Jevgenjevitš elavalt kaastööd tervele reale perioodilistele

väljaannetele, esinedes eriti tihti artiklitega populaarteaduslikus ajakirjas „Priroda”.

A. J. Fersmani teaduslikud tööd soodustasid mäetööstuse arenemist Koola poolsaarel; nad viisid ülikirka apatiidilejukohta avastamisele Hibiini tundrais ja vase-niklimaagi avastamisele Montše-Tundras. Juba 1926. aastal tõstis ta esile Hibiini tundrate tohutute apatiidilademetete tööstusliku kasutamise probleemi, mis tol ajal tundus tooraine erilise koostise tõttu peaaegu lahendamatu. Suure kollektiivi organiseerimisega kõige erinevamate uurimis-instituutide töötajaist ning igapäevase isikliku osavõtuga nende tööst saavutas ta hiilgava tulemuse — Hibiini apatiidimaagi tehnoloogia küsimus lahenes. Ja otsekohe võtab Aleksandr Jevgenjevitš päevakorda teise küsimuse — küsimuse rikastamisvabriku nefeliinijäätmete ärakasutamist.

1930. aastal, lühikese ekskursiooni ajal Hibiinidest lääne pool asuvasse Montše-Tundrasse, avastas Aleksandr Jevgenjevitš selle piirkonna aluspõhjakiivimite hulgas kivimeid nikli- ja vasemaakide tunnustega. See esimene leid määras juba ette järgnevate uurimiste edu.

Töötades väsimatult Koola põhjaosa geokeemia ja maavarade kallal, avastas A. J. Fersman koos tema poolt kasvatatud suure uurijatekollektiiviga sellel maa-alal mitmesuguseid uusi rikkusi. Kõrvuti suure konsultatsioonilise tegevusega ja osavõtuga mitmesuguste uurimistööde organiseerimisest taotles ta visalt täiesti uute mineraalsete toorainete liikide tehnoloogia uurimist. Seoses sellega populariseeris ta ajakirjanduses ja arvukail avalikel esinemistel laialdaselt meie maa loodealade maavarade kompleksse ärakasutamise vajadust.

Pingerikas töö mõjus kahjustavalt A. J. Fersmani tugevale organismile. Alates 1932. aastast põeb ta ikka sagedamini ja sagedamini, eemaldudes korduvalt pikemaks ajaks teaduslikust ja organisatsioonilisest tööst.

Hoolimata haigusest, leiab Aleksandr Jevgenjevitš endas jõudu uute teaduslike küsimuste käsitlemiseks ja rea viljakate ekspeditsioonide korraldamiseks. 1936. aastal ilmub tema raamat „Mineraalide värvused”, mis näitab tee mineraalide värvuse iseloomu keeruka küsimuse lahendamiseks. Ajavahemikus 1937. kuni 1940. aastani lõpetas ta „Geokeemia” III ja IV köite, töötas ümber, seda tunduvalt täiendades, oma raamatu „Pegmatiidid”, mille kolmas

väljaanne ilmus 1940. aastal, ja kirjutas raamatu „Maavarade geokeemilised ja mineraloogilised otsingud”.

Puhkes sõda. Sotsialistliku majanduse võimas jõud ilmes eriti kujukalt Suure Isamaasõja aastail, kus nõukogude rahvas saavutas täieliku võidu fašistliku Saksamaa ja Jaapani üle.

Sõja ajal tegeles A. J. Fersman strateegilisi tooraineid käsitlevate küsimuste lahendamiseга. Ta sooritas suure töö abi organiseerimisel Punaarmeele, kes sangarlikult võitles saksa anastajate vastu. Ta moodustas Geoloogilis-geograafiliste Teaduste Osakonna juures komisjoni Punaarmee teaduslikuks abistamiseks ja juhtis selle tööd. Tema vahetul juhtimisel lahendati tihedaimas kontaktis mitmesuguste sõjaväeliste organisatsioonidega edukalt kõige mitmekesisemaid ülesandeid. Hinnates Suure Isamaasõja kogemusi, rõhutas Aleksandr Jevgenjevitš vähe aega enne oma surma eriti geokeemia laialdase juurutamise vajadust pärastsõjaaegsesse praktikasse. Ta tegi hämmastavaid prognoose mineraalsete toorainete uute liikide kohta, vihjates edukatele aseainete leidudele, kompleksse töötlemise tulemustele ja mineraalide tehnoloogia uutele suundadele, kus arvestatakse maagi koostise ja struktuuri iseärasusi.

Sõjaperioodil on tema kapitaalseks tööks kokkuvõtte mineraalsetest toorainetest. Selles analüüsitakse üksikuid suuremaid geokeemilisi komplekse ühes nende maardlate geoloogilisest ajaloost tingitud spetsiifikaga; samuti vaadeldakse selles üksikuid mineraalsete toorainete liike ja nende varusid eri maades. Selles teoses näidatakse eraldalt mineraalsete toorainete osa teises maailmasõjas. Teoses on ühtlasi täpselt ära toodud suurimad edusammud varem tuntud maakide tootmise, uute tooraineliikide ekspuaterimise ja uute leiukohtade alal. Aleksandr Jevgenjevitš uurib NSV Liidu mitmete piirkondade maavarasid. Selle töö eest määrati talle esimese järgu Stalini preemia.

Isamaasõja viimaseil aastail pöördus Aleksandr Jevgenjevitš uuesti tagasi oma armastatud teemade — leelise magma pegmatiitide („Pegmatiidid”, II köide) ja vääriskivide — juurde. Samuti tegeles ta oma õpetaja, akadeemik V. I. Vernadski hulgaliste kirjade läbitöötamisega, väljaandmiseks ette valmistades ülevaadet selle silmapaistva õpetlase tegevusest — „V. I. Vernadski elutee”.

Aleksandr Jevgenjevitši sulest on ilmunud tohutu hulk töid. Ta on avaldanud üle tuhande märkme, artikli, raamatu ja suure monograafia. Temalt trükkis ilmunud tööde arv on erakordselt suur ja mitmekesine.

Eriti tuleb esile tõsta Aleksandr Jevgenjevitši tegevust geoloogiliste teaduste hiilgava populariseerijana. Tema ettekanded haarasid kuulajaid, tema populaarteaduslikud artiklid ning raamatud kõitsid lugejate laiu hulki. Aleksandr Jevgenjevitši alatine kokkupuutumine paljude inimestega seoses sagedaste ja kauakestvate ekspeditsioonidega meie maa kaugeimatesse piirkondadesse ning huvi geoloogiliste teadmiste vastu, mida ta igal pool täheldas, viisid ta mõttele kirjutada üldkäsitatav raamat mineraloogiast. 1928. aastal ilmus trükist tema raamatu „Lugusid mineraalidest” esimene väljaanne, mis Nõukogude Liidu rahvaste keeltes ja võõrkeeltes on seni ilmunud 14 korda. Raamat kutsus Nõukogude Armeed võitlejates ja ohvitserides, nagu ka kõigis teistes igas vanuses lugejates esile elava vastukaja. Aleksandr Jevgenjevitšile hakkas saabuma tuhandeid kirju konkreetsete järelepärimistega, tänuavaldustega — kirju, milledes ilmnes suur huvi meie kodumaa looduse teadusliku uurimise vastu.

Tähelepanuväärivateks dokumentideks, mis jutustavad Aleksandr Jevgenjevitši tähtsusest noorsoo tulihingelise innustajana ning teaduse propageerijana, on kirjad, mis ta sai kooliõpilastelt ja täiskasvanutelt. Pääaegu kõigis kirjades räägitakse ühel või teisel viisil sellest, et „Lugusid mineraalidest” äratas lugejais huvi selle teadusharu vastu ja näitas neile kätte tee edaspidiseks. Kõik nad tahavad töötada, koguda ja kindlaks määrata kive, otsida uusi mineraale ja uurida oma kodupiirkonna maavarasid.

See tung isetegevusele ja aktiivsele tööle teaduse ja kodumaa kasuks väljendub kujukalt Mozdoki kooli VII klassi õpilase Valja Belova kirjas: „Palju tänu Teile raamatu eest! Olen selle küll vist juba kümme korda läbi lugenud ja iga kord valdas mind selline tunne, et tahaksin korda saata midagi kasulikku, töötada ja õppida nii, et seltsimees Stalin võiks öelda: „Hästi”. Teie raamatu lugemisel tekib uus jõu juurdevool, uus soov koguda kive!”

Mitte üksnes kooliõpilasi ei haara „Lugusid mineraalidest”. Üks käitise „Elektrostal” vanadest töolistest kirjutab A. J. Fersmanile: „Lugesin äsja läbi teie imeväärse raamatu „Lugusid mineraalidest” ja imestasin, kuidas saab

säärase meisterlikkusega kirjutada erialast raamatut? Nagu noorukil tekkis mul viiekümne aasta vanuses soov minna vasaraga mägedesse mineraale koguma!" Edasi palub ta Aleksandr Jevgenjevitši tulla käitisse ja pidada klubis loeng, jutustades metallidest, mida tarvitatakse terase tootmisel: volframist, kroomist, vanaadiumist, niklist ja teistest. Aleksandr Jevgenjevitš võttis selle kutse muidugi vastu.

Laialdase kuulsuse omandasid ka Aleksandr Jevgenjevitši kunstipärased esseed „Mälestused kivist” (Goslitizdat, 1940. a.). See suurepärane raamat kivist ja kivi-eriteadlastest ilmus lühikese aja jooksul kolmes trükis.

Oma teoses „Kivikultuuri ajaloo Venemaal” (1946. a.) valgustas Aleksandr Jevgenjevitš tabavalt küsimust kivi kasutamisest inimese poolt, alates hallist minevikust kuni meie päevini.

Sellesse populaarteaduslike teoste sarja kivide üle kuulub ka tema viimane raamat „Huvitav geokeemia” (1948. a.). Ehkki Aleksandr Jevgenjevitš alustas selle kirjutamist juba 1938. aastal, s. o. ligikaudu 7 aastat enne oma varajast surma, ei õnnestunud tal siiski oma tööd lõpetada. Kadunu sõbrad ja õpilased kindlustasid selle huvitava raamatu väärrika väljaandmise. Raamat viib lugeja aatomite looduses ümberpaigutumise ringkäigu keerulistele radadele, milles inimene ei etenda kaugeltki tähtsusetut osa...

Aleksandr Jevgenjevitš oli võluv inimene. Ta oskas ümberolijaid nakatada oma pulbitseva energiaga. Ta lahendas harukordse kergusega kõige keerukamaid küsimusi, hämmastades kõiki nende lahenduste teravmeelsusega. Ta oli alati kõige mitmekesisemate istungite ja konverentside hingeks, koondades osavõtjaid põhiliste küsimuste ümber, juhtides haruldase osavusega nende küsimuste arutlemist ja tehes hiilgavalt üldkokkuvõtteid.

Professor V. A. Varsanofjeva märkis oma mälestusis Fersmanist õigesti, et „Aleksandr Jevgenjevitši huvitas kõik: teaduslike seltside tegevus, kõrgemate õppeasutuste ja keskkoolide elu, üksikute inimeste loominguine tegevus. Ta ohverdas igale külastajale meeleldi oma väärtuslikku aega. Tema Sretenski bulvaril asuva korteri hubane kabinet oli avatud kõigile. Kohtumised jutulesoovijatega määrati hilisele ajale, mõnikord kella üheteistkümnele õhtul: niivõrd oli ta tööga koormatud. Kõikjal oli vajalik tema



A. J. Fersman (äärmine paremalt) koos rühma uurijatega Turkmeenia NSV-s 1929. aastal mineraale kogumas.

juuresolek. Mõnikord tuli teda oodata kella poole kaheteistkümneni, vesteldes alati lahke J. M. Fersmaniga. Ja näe, pärast kogu päeva kestnud pingerikast tööd jõudis Aleksandr Jevgenjevitš koju lõbusana ja elavana, nagu ei tunneks ta mingit väsimust. Pärast teejoomist, mille juures ta jutustas mõningaist huvitavaist päevamuljeist, siirduti kabinetti, kus algas elav vestlus, sageli nii haarav ja huvitav, et kõik unustasid ajamõiste; see meenus alles siis, kui oli juba lõppenud liiklemine trammidel, autobussidel ja metrool, ning külaline oli sageli sunnitud kasutama pererahva külalislahkust, jäädes nende juurde hommikuni. Igaüks lahkus Aleksandr Jevgenjevitši juurest rikastatuna uute mõtetega, uue energia ja loominguilise jõu tagavaraga, uue huviga elu vastu, mille kõige mitmekesisemaid külgi oli puudutatud selges sisukas vestluses.”

Mis võis olla meeldivam kui teaduslik ekskursioon või matk koos Aleksandr Jevgenjevitšiga. Ta haaras kõiki oma elurõõmu, haruldase tähelepanuvõime ja hiilgavate järeldustega. Tal oli suurepärane mälu, erakordne eruditsioon ja oma kodumaa geograafia tundmises ei jäänud ta tõe-

näoliselt maha geograafia eriteadlasest. Teda võib täie õigusega nimetada mitte ainult mineraloogiks ja geokeemikuks, vaid ka ulatusliku profiiliga geograafiks.

Aleksandr Jevgenjevitš märgib, et „tublideks geograafideks võivad olla ainult need, kes palavalt kaasa elavad ümbritseva elu muljeile, kes, sarnanedes poeedile ja kirjanikule, sügavasti tajuvad ümbritsevat maailma, tajuvad seda mitte ainult üksikuis konkreetseis faktides, vaid üldistavad seda, tungides viimaste sügavusteni, andes kuju ja pildi, mitte aga kopeeriva, ühetoonilise foto.”

Kuid alati ja kõikjal olid esiplaanil mõtted kodumaast, tema rikkustest, kodupinna suurepärasest mineraalidest. Aleksandr Jevgenjevitš hindas kõrgelt välitööd: „See, kes pole tegelnud mineraalide kogumisega ja maavarade otsingutega, ei tea, mis tähendab mineraloogi välitöö. See on õieti mäng, hasart; avastada uus leiukoht — see on õnne, peene taibu ja sageli mingi alateadliku vaistu küsimus; tihti on tegu innustumisega, mis mõningal määral piirneb romantika ja kirega. Missuguse innuga jagavad mägedelt tagasi jõudnud salgad oma päevamuljeid! Võistu hoopelavad nad oma leidudega ja uhkustavad saavutatud resultaatidega.” Seda kirge mineraloogia vastu oskas Aleksandr Jevgenjevitš äratada oma kaastöötajais, kes rõõmsalt ja südilt läksid koos temaga võitma kõiki raskusi.

Mäletan, kui kaasakiskuvalt ja kujukalt Aleksandr Jevgenjevitš jutustas Uraali külastamisest 1916. aastal, saates mind omaenda marsruudi järgi lahendama Reži suvituskoha lähedal leiduva alumiiniumimaagi küsimust. See oli minu esimene sõit, mis teostus tema otsesel ülesandel. Head matkaõnne soovides ütles ta naerdes: „Ärge uppuge sellesse kuulsasse lompi Lipovaja küla juures, kuhu jäi takerduma meie korvsõiduk. Me läksime ümber ja minu suurepärased proovid lebavad praegugi lompi põhjas! Tooge mulle samasugused!” Kuu aja pärast olin ma samas kohas. Ja tõepoolest, vesi ujutas üle ka meie sõiduki. Minu küüdimees, läbides seda tohutut ja sügavat lompi, peatus ja ütles: „Ja kuidas ma siin kuu aega tagasi insenere ümber viskasin, — kõik läbimärjad, vaevalt elus, kuid nukrutsevad oma kivikeste pärast! Aga kus sa siin neid enam leiad, pealegi lausa kallas vihma.”

Ma püüdsin seda kaotust asendada. Kui minu kollektsioon pärale jõudis, sorteeris A. J. Fersman seda koos minuga innukalt tundide viisi, õpetades, kuidas peab

koguma mineraale, et nad avaldaksid oma tekkeloo, ja abistas mind nende teadusliku läbitöötamise juures. Seejuures seadis ta alati eeskujuks Uraali „gorštšikuid” (mäemehi) — asjaarmastajaid ja entusiaste, kes hämmastasid oma terava pilgu ja oskusega tähele panna selliseid peensusi, mis teaduse seisukohast omasid suurt tähtsust.

A. J. Fersman kutsus meid üles faktide täpse analüüsi ja julge teadusliku prognoosi abil vallutama maakoore koostisse kuuluvate keemiliste elementide mitmekesist maailma.

Raske haigus sundis teda 1945. aasta kevadel sõitma lõunasse, Sotši, lähemale soojale heledale päikesele ja merele, mida ta nii väga armastas. 1945. aasta 20. mail lahkus Aleksandr Jevgenjevitš meie hulgast. Ta suri oma loominguliste jõudude öitsengul, tulvil püüdlusi viljakaks teaduslikuks tegevuseks.

\*

Tagasi pöördudes A. J. Fersmani uurimismatkade juurde, tahaksin eelkõige alla kriipsutada tema suurt kodumaa-armastust. See nähtub kõigest tema kirjutustest, igast tema väljendusest. Aleksandr Jevgenjevitš armastas palavalt meie maa piirituid avarusi. Ta rõhutas alati kodumaa looduse imepärast mitmekesisust ja tootlike jõudude rikkalikkust, püüdes neid igal viisil rakendada sotsialistlikus ülesehitustöös.

Hiilgavaks leheküljeks A. J. Fersmani ekspeditsioonilises tegevuses tuleb lugeda tema töid Koola poolsaarel, mis algasid rasketel aegadel, kus alles nõrk noor Nõukogude Vabariik kannatas paljude tõsiste raskuste all.

1920. aastal võtsid A. J. Fersman ja akadeemik A. P. Karpinski osa Murmanski Raudtee Komisjoni tööst eesmärgiga anda eelhinnang selles piirkonnas esinevate maavarade kohta. Teel Murmanskisse, ühes raudteejaamas, kus rong pidi tund aega peatuma, lahkusid nad rongist, et vaadelda lähedal asetseva massiivi kivimeid. Kogutud nefeliinsüeniidi proovid koos tundmatute mineraalidega huvitasid väga Aleksandr Jevgenjevitši ja määrasid paljudeks aastateks tema edaspidise tegevuse. Hoolimata selle ajastu raskustest ja ekspeditsiooniliste vahendite ning varustuse puudumisest, organiseeris A. J. Fersman 1920. aasta sügisel esimese ekskursiooni Koola poolsaarele Hibiinide massiiviga tutvumise eesmärgil. Ja seejärel, alates 1921. aas-

tast, organiseeris ta igal aastal ja juhtis ekspeditsioone tolele uurimata maa-alale, kaasa tõmmates mitte ainult mineralooge, petrograafe ja geolooge, vaid ka arvukaid teaduslikke töötajaid teistelt erialadelt.

Selle suure teadusliku uurimistöo tulemusena andis Koola poolsaar maale apatiidi, nefeliini, mitmesuguste mineraalide, rauamaakide jne. kõige rikkamaid leiukohti. Aleksandr Jevgenjevitš ise kirjutas neist uurimistest: „Kõigi minevikuelamuste hulgas, mitmekesiste piltide hulgas loodusest, inimesest, majapidamisest olid kõige eradamateks minu elus muljed Hibiinidest ja tervest teaduslikust eeposest, mis ligikaudu 20 aasta vältel täitis kõiki mu mõtteid, jõude, energiat, vallutas kogu mu olemuse, teritas mu tahet, teaduslikku mõtet, soove, lootusi. Oli aastaid, kus kogu elu, kõik huvid ringlesid ainult Hibiinide ümber, arendades sihikindlust, tugevdades vastastikust huvi, luues noori ja vanu hibiinlasi — terve „sugupõlve“ innustunud inimesi. Ainult selle visaduse ja kangekaelsusega, ainult tohutu tööga Hibiinide kallal suutsime saavutada tulemusi sellel imedemaal, mis nagu muinasjutus avas meie ees oma rikkused”.

Üksmeelne mineraloogide, petrograafide, geograafide, mullateadlaste, botaanikute ja geomorfoloogide kollektiiv töötas entusiasmiga polaarjoone-taguste alade raskeis tingimuses, pidevalt innustatuna Aleksandr Jevgenjevitši eeskujust, kes jagas noortega kõiki viletsusi ja puudusi, mida esimesil uurimisaastail Hibiinides polnud vähe.

„Mäletan,“ kirjutab üks peamisi töödost osavõtjaid, B. M. Kupletski, „kuidas meid ühel mitmepäevasel teekonnal mägedesse alt vedas riknenud kümnenaelane lihakonservipurk, mistõttu meil tuli kahe päeva vältel toituda ainult marjadest ja seentest. Mäletan meie esimest tõusu Kukisvumtšorri tippu, kus me sattusime uttu ja kus olime sunnitud ekslema kaks päeva, sest allalaskumiseks puudus võimalus. Me õõbisime kaljude vahel, soojendudes ainult omaenda soojusest ja mõnest harvast piirituselonsust, sest mingit kütet mäetipul ei leidunud. Mäletan ka esimest rasket teekonda 1921. aastal Hibiini mägede keskossa Väike-Vudjärvele. Aleksandr Jevgenjevitš oli tunginud siia viieliikmelise salgaga juba varem, läbides Geograafide kuristiku Belõi peatuskohast lähtudes (nüüdne Apatitõ jaam); mulle aga saatis ta Hibiinõ jaama korralduse tuua järvele teine, kuueliikmeline salk läbi Ramzai kuristiku,

määrates kohtamise järgmiseks hommikuks järve põhjapoolisel kaldal. Ilma täpsete kaartideta, ilma mingite kogemusteta pikemateks teekondadeks, kusjuures oli vaja seljas tassida toidu ja varustuse nädalatagavara, ei olnud see kerge ülesanne. See-eest aga valmistas palju rõõmu mõlema salga kohtumine uues kohas pärast seda, kui seljataha oli jäänud raske teekond.”

Sellistes karmides tingimustes möödusid esimesed tööaastad Hibiinides. Sel ajal ei võinud keegi kujutledagi, et see metsik ja asustamata maa-ala muutub peatselt välja-paistvaks mäetööstuskeskuseks. Selle eest võlgneb kodumaa tänu S. M. Kirovile, kes juba esimestest Leningradi jõudmise päevadest peale toetas A. J. Fersmanit kõigis tema algatustes apatiit-nefeliinsete kivimite grandioossete tagavarade ärakasutamiseks. Innustatuna toetusest, hakkas Aleksandr Jevgenjevitsš kõikjal propageerima nende varude tööstusse lülitamise, nende tööstusliku uurimise korraldamise ja teadusliku uurimistöö organiseerimise vajadust apatiitide töötlemise alal. Maailma mäeasjanduse praktikas selliseid eeskujusid veel ei olnud.

Alates 1929. aastast teostab ulatuslikke apatiitide uurimisi Teaduslik Väetiste Instituut. Samal ajal organiseeritakse Leningradi Rahvamajandusnõukogu juures eriline Apatiidi-nefeliini Komisjon apatiidi tööstusliku tootmise soodustamiseks. 1929. aasta septembris võtab Töö- ja Kaitsenõukogu vastu otsuse haruraudtee ehitamisest Hibiinidesse. Ööl vastu 1. jaanuari 1930. aastal toimunud istungil, mida juhatas Sergei Mironovitš Kirov uurimissalga väikeses majakeses, esimeses majakeses Hibiini mägedes (praegu säilinud „S. M. Kirovi majakesena”), pannakse kindel alus Hibiinide tööstusele. Pärast seda organiseeritakse ka esimene mäetööstustrust Koola poolsaarel — trust „Apatiit”.

Sergei Mironovitš Kirov, üks bolševike partei silmapaistvamaid juhte, hindas kohe Põhjas asuvate hiiglasuurte fosforiühendite pahtlate tähtsust ja määras temale omase energiaga ulatuslikud perspektiivid apatiidimaagi tööstuslikuks töötlemiseks.

Soovides kontrollida elamistingimusi polaarjoone-taguses tundras, mida peeti asustamiskõlbmatuks, sõitis S. M. Kirov 1930. aastal ise Hibiinidesse ja tegi koha peal kindlaks, et siin võib ja peab apatiidimaaki kaevandama. S. M. Kirov organiseeris Põhjas hüdrojõujaamade ehitamist seal tek-

kiva mäetööstuse elektrienergiaga varustamiseks. Tema ülesandel püstitati polaarjoone-taguse ala elektrifitseerimiseks esimesed hüdrojõujaamad. Niiva ja Tuloma jõgedele.

Teadusliku uurimise süvendamiseks lõi S. M. Kirov erilise Karjala-Murmanski Komitee, mida ta isiklikult juhtis. Komitee ülesandeks oli meie põhjapiirkonna maavaradega seotud probleemide käsitlemine. S. M. Kirov oli Koola poolsaarel ulatuslikult arenenud geoloogiliste uurimiste algatajaks, mille tagajärjel avastati rida väärtuslikke maavarade leiukohti.

Sergei Mironovitš Kirovi isikus esines haruldane meeldivus koos märkimisväärse tahtejõu, otsuste selgepiirilisuse ja mõtteselgusega. Kõik tundsid väga hästi tema imetlemisväärset võimet inimesi mõjutada, innustada neid sangaritegudele ja suunata neid ettenähtud teedele.

Samaaegselt oskas ta otsustavalt võita loodust. Ja neile, kes temaga kohtusid just sellel looduse inimese tahtele alistamise teel, on eriti meelde jäänud, kui sügavasti Sergei Mironovitš uskus teaduse ja tehnikaga relvastatud proletariaadi loomingulistesse jõududesse.

Kui tekkis vaidlus, kas luua Hibiinides uus tööstuspiirkond või piirduda ainult kaevanduse rajamisega, väljendus Sergei Mironovitš kindlalt esimese kasuks ja heitis kategooriliselt kõrvale kõik kahtlused elu korraldamise võimaluste suhtes polaarjoone taga.

Võit kauges Põhjas on Sergei Mironovitši kätetöö. Me peame alati meeles pidama, et uus tööstuspiirkond, mis kujundati ümber õitsvaks polaarjoone-taguseks keskuseks, on sm. Kirovi saavutus, kes oskas ümber kujundada nii inimesi kui ka loodust. Sergei Mironovitši lähimaks abiliseks selles õilsas töös oli A. J. Fersman. Professor V. A. Varsanofjeva, kes võttis osa ühest S. M. Kirovi poolt juhitud istungist, kirjeldab seda istungit järgmiselt: „Seinale on paigutatud uus suur Koola poolsaare kaart. Ja meie kõik, mitmete põlvkondade esindajad, oleme ühteviisi haaratud Aleksandr Jevgenjevitsi jutustusest. Ta jutustab meile sellest, kuidas ta oma õpilaste ja kaastööliste rühmaga kõige raskemais tingimuses, noore Nõukogude riigi olemasolu esimesil aastail võitis meie kodumaale uusi rikkusi, kustutades valgeid laike Koola maa-alalt, avastades Hibiini tundrais maakoore keemilise elu põhilisi sea-dusi. Ja meie silme ette tõusevad kauge Põhja karmid,

ent neitsilikult ilusad looduspildid. Me näeme Hibiini ja Lovozero tundrate kiviseid tippe, rusukalletega kaetud järsakuid, Imandra järve laia peegelsiledat pinda, lumi-seid tsirkusorge, järske kaljusid punaste... ja roheliste... laikudega. Meie ees tõusevad valge öö roosas vastuhelgis armastusest teaduse ja looduse vastu haaratud inimeste, julgete uurijate kujud, kes otsivad ligipääsmatus tundrais neis peituvaid varasid, kes tunnetavad ilusate kristallide assotsiatsioonides Maa elu suuri seadusi.”<sup>1</sup>

Kirovsk, Montšegorsk, Niivages — kui palju tööstuskeskusi on viimase 25 aasta vältel Murmanski oblastis võrsunud!

Peaaegu rööbiti huviga Põhja vastu algavad uurimised Kesk-Aasias. Esmakordselt sõidab Aleksandr Jevgenjevitš Kesk-Aasiasse 1924. aasta kevadel brigaadi eesotsas, mis saadeti sinna Kõrgema Rahvamajandusnõukogu poolt mõningate mittemetalsete maavarade ja barüüti sisaldavate koobastega tutvumiseks. Ta vaatleb siin fluoriidi leiukohta Britš-Mulla asula juures, Sailõki agalmatoliite, barüüdikoopaid Alai eelmäestikes ja ränikiltasid Isfairami jõe orus.

Ma saatsin teda esmakordselt. Et olin Kesk-Aasias juba varem töötanud, siis tahtsin paremini ja huvitavamalt näidata selle maakoha ilusaid nurgakesi ja vaatamisväärsusi. Aleksandr Jevgenjevitši isikus sain endale suurepärase matkakaaslase. Ta innustus võrdselt kivimurdude, geoloogilise luure kraavide ja šurfide vaatlusest, hindas Kesk-Aasia suurepäraseid maastikke, sealse rahva külalislahkust, armastas pildistada ilusaid vaateid ja oli teekondadel väsimatu. Ja kuidagi väga kergesti ning kiirelt kujunesid meie vahel need sõbralikud suhted, mis kergendavad ühist tööd, ja mis kestsid hiljem paljude ja paljude aastate vältel.

Sageli ütles mulle Aleksandr Jevgenjevitš: „Sa oled siin peremees: muretse, korralda, ilmuta oma algatusvõimet!” Ma muretsesin tõepoolest arbaasid ja juhte, korraldasin teeäärsetes tšaihanaades ööbimisi ja mõtlesin välja huvitavaid marsruute. Koos kogusime terveid tonne mineraalide, maakide ja mitmesuguste kivimite väärtuslikke proove, mis nüüd kaunistavad ühe maailma parima, A. P. Karpinski nime kandva geoloogiamuuseumi vitriine.

---

<sup>1</sup> Варсанофьева, В. А. Из воспоминаний об А. Е. Фермане. Зап. Всер. Минер. о-ва LXXV, № 1, 1946, стр. 87.

See oli väga õnnestunud matk; ta võimaldas koguda rikkalikke materjale ja teostada väärtuslikke vaatlusi, mis täienesid järgnevatel sõitudel Kesk-Aiasse. Kesk-Aasia eredad värvid, päikeseküllasus, toredate oaside rohelse kontrastid kõrbete koloriidiga, lumiste mäetippude hiilgus ja eriti geokeemiliste protsesside omapärasus haarasid A. J. Fersmanit ja tegid temast selle rikka maa tulise pooldaja.

Alai põhjapoolse eelmäestiku koopad üllatasid Aleksandr Jevgenjevitši keemiliste elementide harukordsete assotsiatsioonidega. Ta ronis väsimatult lubjakivimägede karstikoo-bastes, uurides maagikehade profiile ja õõnsuste morfoloogiat. Siin tekkis tema hiilgav kontseptsioon, mis selgitas koobaste omapärasust maagiga täitumist. Ta näitas, et süvenev karstistumisprotsess, mille puhul jahedad pinna-veed lahustavad lubjakive, kombineerub üleskerkivate soojade lahustega, mis toovad kaasa rea keemilisi elemente. Siin ja hiljem ühe jõe orus võis Aleksandr Jevgenjevitš veenduda mitmesuguste metalliühendite erakordses liikuvuses, mis tekkisid sõna otseses mõttes meie silmade all, seoses pinnase lahuste kapillaarse liikumisega päikesest soojendatud pinna suunas.

Need võimsad, kõrbe kliimaatiliste tingimustega seotud protsessid huvitasid sügavalt Aleksandr Jevgenjevitši ja õhutasid teda 1925. aasta kevadel ette võtma uut matka — seekord Turkmeeniasse. Selle matka vältel külastas ta Repeteki kõrbejaama. Kara-Kumi kagupoolsetes liivikutes märkas ta ulatuslikke kipsistumisprotsesse.

Turkmeeniasse meelitas teda ka grandioosne murrangute vöönd, mis kulges piki Kopet-Dagi mäeaheliku põhjapoolset jalamit, koos selle nõrgalt termaalsete allikate joonega. Kaugel põhja pool aga, piki salapärasest Unguzi ja Ust-Urdi järsakut, paistis tumedalt ja kutsuvalt teine tõenäoline murrangujoon. Sõit ei osutunud täiesti õnnestunuks. Teel (Buhaaras) haigestus A. J. Fersman amöbiaasi. See haigus valmistas talle kannatusi elu lõpuni.

Kõrbe värviküllus, tema vaikus ja barhaanide hiigelavarused sööbisid sügavalt Aleksandr Jevgenjevitši mällu ja hiljem pöördus ta korduvalt tagasi Kesk-Aasia avarate tasandike uurimisele.

1925. aasta sügisel külastab Aleksandr Jevgenjevitš taas Alai eelmäestikke, võtab seejärel osa ekskursionist Šor-Su väävl- ja osokeriidikaevandustesse ja uurib Ljakani töö-

lestiine. Seoses eheda väävli leiukoha vaatlemisega tekib tal mõte siirduda Kesk-Kara-Kumi, eesmärgiga kontrollida mäeinsener Konšini varasemaid vihjeid väävlikinkude kohta. Konšini kirjeldustest ilmnes, et kõrbe põhjaosas asusid kingud, mille tuuma moodustasid rikkalikud väävli-maagilademed, perifeeria aga ränirikas koorik. Need vihjed viisid mõttele kustunud geiserite olemasolust piki Unguzi järsakuid.

Juba oktoobris alustab A. J. Fersman julget matka tollal peaaegu tundmatusse Kesk-Kara-Kumi. Tema väikesearvuline kaamelikaravan liigub aeglaselt mööda liiva edasi ja jõuab kaheteistkümnendal päeval Šiihi kaevude juurde, mille läheduses kõrgub suur Darvazi väävlikink.

Urijaile avanes suurepärane vaade: kingu tipp kiirgas päikese paistel, mille kiired peegeldusid tuhandete eheda väävli kristallide tahkudel, mis läbistasid lumivalge liivakivi kihte. Mäekinguga äärtel esinesid tõepoolest opaalitöolise kvartsi koorikud, ümbritsedes väävliplahtlat. Täpsemad vaatlused näitasid, et väävel esineb ka naaberinkudes, samas valge liivakivi horisondis. Maapinna läheduses tekib väävli intensiivsel oksüdeerumisel väävelhape, mis immutab kivimit tunduva sügavuseni. Nii sai enesestmõistetavaks, et need väävliplahtlad on settelise päritoluga, analoogiliselt tuntud Sitsiilia väävli-maardlatele. Ränimulla koorikud aga on tekkinud liivakivi ja väävelhappe vastastikusel toimel. Viimane on kuiva kõrbekliima tingimustes küllalt kange, et muuta ränihape migreeruvaks.

Seda nähtust uurib A. J. Fersman üksikasjaliselt ja kirjeldab seda reas artiklis. Tollest ajast peale muutub mäeinkude väävel nõukogude tööstuse tähtsaks varaks.

Järgnevat aastat saabub Aleksandr Jevgenjevitš jälle Kesk-Aasiasse. Huviga töötab ta Kara-Bogazi lähel glaubri-soola tootmise ja ümbertöötamise tööstuse rajamise probleemi lahendamisel, külastab Arpaklini süsihapu baariumi — viteriidi — sooni Sumbari õitsva oru nõlvadel Turkmeenias ja jõuab lõpuks Semiretšjeni, kus sel ajal toimus intensiivne Turkestan-Siberi raudtee ehitamine.

1928. aastal võtab ta osa Taškendis toimuva Esimese Üleliidulise Geoloogide Kongressi tööst. Samal aastal tutvub ta antimoni-elavhõbeda leiukohtade vööndiga.

1929. aastal osutub Aleksandr Jevgenjevitšil oma väsimatu energia tõttu võimalikuks sooritada ulatuslik matk uuel marsruudil — Bakuu, kus ta vaatles ühtlasi nafta-

tööstusi, Tšelekeni saar selle osokeriidikaevandustega, Krasnovodsk, Ašhabad. Tšelekenil toimuvate mitmekesiste looduslike keemiliste reaktsioonide huvitav maailm annab talle põhjust kuumade kihiliste vete tekkeloo üle mõtisklemiseks ja uue oletuse püstitamiseks rea tertsiarsete sette kivimite massiivides esinevate keemiliste elementide väljalahustamisest nende vete poolt. Tšeleken on Aleksandr Jevgenjevitši huvitavate geokeemiliste uurimiste looduslikuks laboratooriumiks.

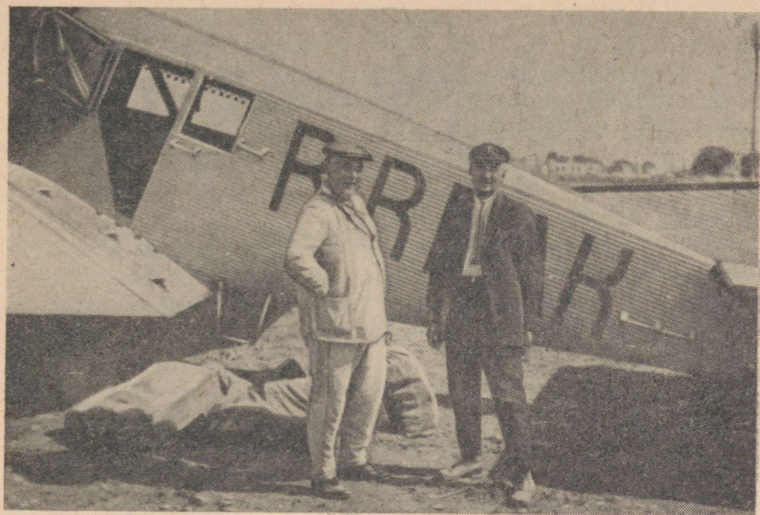
Edasi läbib A. J. Fersman esmakordselt erilistel kolmeteljelistel ja kahekordsete kummidega varustatud autodel „Sahara” Kara-Kumi kõrbe. Automatk osutub seiklusrikkaks ja annab uut ainet rea kõrbes toimuvate protsesside mõistmiseks, mageda vihmavee kogumise viiside selgitamiseks, soolarežiimi uurimiseks kõrbe maa-aluses niiskuses ja väävelhapu strontsiumiga tsementeeritud liivakivide uurimiseks. Samaaegselt võimaldab automatk koguda rikkalikku geograafilist materjali põhjapoolse Kara-Kumi kohta.

Pärast pikemat vaheaega sõidab A. J. Fersman 1932. aasta kevadel jälle Kesk-Aiasse. Selle sõidu ajal tutvub ta põhjalikult antimoni-elavhõbeda-fluoriidi leiukohtadega ja arendab huvitavaid vaateid liitmaakide kompleksse töötlemise kohta.

Selle matka tuumakaimaks osaks aga oli kõrbe, seekord Kōzōl-Kumi läbimine autoga ja Karakalpakkias asuva Sultan-Uiz-Dagi mäeaheliku harude külastamine. Sellele kardetavale ekskursioonile meelitas Aleksandr Jevgenjevitši oletus Tjan-Šani läänepoolsete harude võimalikust seosest Uraali aheliku kõrvalharudega. Altōn-Tau pegmatiidisoonetes lootis ta leida talle Kesk-Uraalist hästi tuntud, sügavustes toimuvate magmaliste protsesside vastukaja.

Seda uut mõtet väljendas ta hiljem korduvalt reas artiklites. Jõudes veoautoga suuri vaevu Altōn-Tau mäeni — iidse, liivamerest ümbritsetud reliktini, märkas A. J. Fersman arvukaid pegmatiidisooni ilusate prismaliste kristallidega ja mitmesuguseid haruldasi elemente sisaldavate mineraalidega.

Pärast eelnimetatud sõitu algas selle laialdase territooriumi maavarade, tema geoloogilise ehituse ja põhjavete varude uurimine. Kōzōl-Kumi ääremaad paelusid ka arheoloogide tähelepanu, kes tegid siin rea väärtuslikke, Kesk-Aasia rahvaste ajaloo mõistmiseks tähtsaid avastusi. Kir-



*A. J. Fersman ja läbi Kara-Kumi sooritatud automatka komandör  
B. A. Boguševski Tašauzi lennuväljal.*

jeldatud sõidu lõpul, Taškendis, tutvus Aleksandr Jevgenjevitš Nuratiini mägede graniidi kontakti-aladelt võetud tumedavärviliste kivimite proovidega. Aleksandr Jevgenjevitš esines Taškendis hiilgava ettekandega Kesk-Aasia kemiseerimise ülesannetest, vajadusest luua väävel- ja lämmastikhappe tööstused, ning ennustas fosforiidipahtlate leide ja kodumaise mineraalväetistetööstuse rajamist.

Möödub jälle aasta. Aleksandr Jevgenjevitš on taas Kesk-Aasias. Seekord tutvub ta üksikasjaliselt Karamazari mägedega Põhja-Tadžikistanis. See on eriline maagiprovinis — araablaste ajastu iidse metallurgia häll. Ta juhhib tähelepanu Karamazari värviliste ja haruldaste metallide leiukohtade iseärasusele, nende „paljumetallisusele”, mis nõuab oskust toota mitte ainult olulisi metalle, vaid ka kõiki arvukaid lisandeid, millede väärtus sageli on võrdne peamiste komponentide omaga. Tadžikistani maavarade uurimisele asunud suure Tadžiki-Pamiiri ekspeditsiooni teadusliku juhina võtab ta osa ekspeditsiooni aruande-konverentsist Stalinabadis, avaldades oma muljeid Kesk-Aasia maapõuerikkustest.

Tagasisõidul leiab Aleksandr Jevgenjevitš aega külas-

tada Gaurdaki väävlileiukohta, tulevast tööstuslikku „sõlme” terve rea iga liiki ettevõtetega. Sõit lõppes A. J. Fersmani raske haigestumisega. Ta jäi Taškendis haigeveodisse ja arstid keelasid tal pikemaks ajaks Kesk-Aasia küllastamise. Alles 1940. aasta sügisel osutus Aleksandr Jevgenjevitsil võimalikuks veel kord küllastada Fergana orgu, Samarkandi ja Põhja-Kirgiisiat. See oli tema viimane sõit Kesk-Aasiasse.

Hinnates A. J. Fersmani Kesk-Aasia-matkade tähtsust, tuleb tahtmatult imetleda tema huvide ulatuslikkust, tema julgeid novaatorlikke matku tundmatuil territooriumel ja lõppeks tema geokeemilise analüüsi sügavust.

Kui kaugele oleme nüüd jõudnud esimesest metallogeensetest kontseptsioonist Kesk-Aasia kohta, mille avaldas prantsuse teadlane de Lonnet oma 40 aastat tagasi kirjutatud raamatus, kus ta eitas värviliste ja haruldaste metallide avastamise võimalust sellel territooriumil. Nõukogude võimu aastail on avatud Kesk-Aasia maapõu, rikas värviliste ja haruldaste metallide ning iga liiki mittemetalsete ja keemiliste toorainete poolest.

Aleksandr Jevgenjevitsš kavatses ulatuslikud uurimused Kesk-Aasia kohta kokku võtta oma raamatu „Geokeemia” eriköites. Selles teoses tahtis ta näidata Kesk-Aasia mäeahelike ehk „tjanšaniidide” maavarade erilist ilmet, mida ta vastandas „uraliidide” oluliselt teistsuguse mineralisatsiooniga. Kesk-Aasias on ülekaalus mitmesuguste metallide leiukohad, millede tekkimine on seotud graniitsete magmade tardumisega; siin ilmnevad samuti omapärased migratsiooni ja keemiliste elementide sekundaarse kuhjumise nähtused, mis on tingitud juuraajastu kontinentaalset tingimustest, kriidiajastu ja tertsaari soojadest meredest või kõrbete palavast kliimast.

Kolme neljändikku Mendelejevi tabeli elementidest võib Kesk-Aasias leida tähelepanuväärsetes kontsentratsioonides.

Maavarade leiukohad ei asetse korraldult, vaid paigutuvad väga seaduspäraselt, ranges kooskõlas maa geoloogilise struktuuriga.

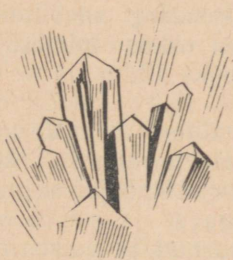
Nad levivad „vöönditena”, kuid moodustavad ka „maagi-sõlmi” ja „maagivälju”. Ruumilise paigutuse iseärasused määravad ära kaevanduste ja tööstuste asendi. Nende õitseng on juba alanud. Kesk-Aasia vabariikides on tekkinud arvukad kaevandused, mis toodavad mitmesuguste metal-

lide maake, väävlit, fluoriiti, fosforiite. Järsult on tõusnud ka sõe ja nafta toodang.

Need ulatuslikud ideed töötati välja nii Aleksandr Jevgenjevitši kui ka teiste Kesk-Aasia alal töötajate — terve tema poolt üles kasvatatud õpilaste rühma — poolt. Oma huvitavate vaatluste tulemusi ei jätnud Aleksandr Jevgenjevitš kunagi seisma, vaid püüdis neid alati avaldada. Meidki ergutas ta alati tegema sedasama, öeldes: „Kirjuta kiiremini, kirjuta huvitavalt ja targalt.” Ta kogus hoolikalt kõiki Kesk-Aasia kohta ilmuvaid teoseid ja samuti fotosid, et neid kasutada materjalina oma järgnevates teostes.

Varajane surm takistas A. J. Fersmanit oma vaatlusi üldistamast spetsiaalses monograafias, kuid tema teaduslikud ideed leidsid vastuvõtliku pinna, viljastades veel praegugi töid, mis on seotud maardlate kasutamisega ja sotsialistliku Kesk-Aasia industrialiseerimisega.

Sõjaeelseil aastail oli Aleksandr Jevgenjevitš üha süveneva haiguse tõttu sunnitud sageli viibima Kaukaasia ja Krimmi sanatooriumides. Siin sooritas ta alati lähimasse ümbrusse väiksemaid ekskursioone, kasutades neid teaduslikeks vaatlusteks. Nii näiteks käis ta Gaspras elades 1939. aasta suvel Batilimanis ja samuti Aju-Dagi lakoliitide piirkonnas. Kaukaasias viibides sooritas ta rea ekskursioone Kislovodski piirkonda, mööda Baksani ja Malka jõgesid, Naltšikisse, Ritsa järvele ja teistesse kohtadesse. Mõningaid oma vaatlusi suutis ta läbi töötada ja avaldada, kuid suurem osa neist jäi materjalideks tema poolt plaanisetud üldistavate tööde jaoks regionaalse geokeemia alal.





## TEINE PEATÜKK

### A. J. FERSMANI TEADUSLIKUD TÖÖD

Aleksandr Jevgenjevitsš Fersmani teadusliku loomingu juuri tuleb otsida selles koolkonnas, mille rajasid vene loodusuurijad Vassili Vassiljevitsš Dokutšajev ja eriti akadeemik Vladimir Ivanovitš Vernadski.

Vassili Vassiljevitsš Dokutšajev (1846—1903) oli silmapaistev loodusteadlane, kes kasvatas terve koolkonna vene mullateadlasi, mineralooge ja geograafe. Selle koolkonna suurepärased traditsioonid läbivad punase niidina V. I. Vernadski ja A. J. Fersmani töid.

V. V. Dokutšajevile oli omane harukordne töövõime ja visadus ülesseatud eesmärgi saavutamisel, usk iseendasse ja oma ettevõttesse, oskus inimesi innustada ja tööle rakendada, ning lõpuks lihtne ja seltsimehelik suhtumine oma õpilastesse.

Teda mälestades ütles V. I. Vernadski: „Vaimulaadilt omas Dokutšajev otse harukordset kujutusvõime painduvust; väheste üksikasjade põhjal kujutas ta maastiku tervikut erakordselt hiilgavas ja selges vormis... tema seletuste läbi muutus surnud ja vaikiv reljeef järsku elavaks ja andis selgitust oma sügavusis toimivate ja varjatud geokeemiliste protsesside tekkeloo ja iseloomu kohta.”

V. V. Dokutšajev uuris loodusnähtusi mitte üksteisest eraldi, vaid ühtse tervikuna. Ta analüüsis kõiki loodusliku

protsessi käiku määravaid fakte alati kokkuvõetult, nende ajaloolise arengu taustal.

V. V. Dokutšajev matkas väga palju. Kahtlemata tekkis V. I. Vernadskil sümpaatia matkamise vastu just Dokutšajevi mõjustusel; selle armastuse pärandas V. I. Vernadski ka A. J. Fersmanile.

V. V. Dokutšajev töötas välja tähelepanuväärse õpetuse meie maa maastike vöotmelisusest. Ta eristas esmakordselt rea looduslikke vöotmeid: boreaalse, taigalise, mustmulla-, aeraalse, lateriitse. Ta andis vöotmete, eriti aga nende mullakatte täieliku ja selge iseloomustuse. V. V. Dokutšajevit võib seepärast täie õigusega nimetada kaasaegse vöotmelise geograafia isaks ja silmapaistvate nõukogude geograafide õpetajaks.

V. V. Dokutšajevi ideed ja mõtted ei võinud leida rakedamist tsaari-Venemaa tingimuis.

V. V. Dokutšajevi grandioosset projekti meie kodumaa looduslik-ajalooliste piirkondade igakülgse kompleksse uurimise kohta arendati hiilgavalt edasi NSV Liidu Teaduste Akadeemia uurimisekspeditsioonide poolt, milledest A. J. Fersman korduvalt osa võttis.

Me oleme selle tunnistajaiks, kuidas V. V. Dokutšajevi viljakad kavad teostatakse Nõukogude Liidus meie kodumaa looduse ümberkujundamise suures stalinlikus plaanis.

D. I. Mendelejevi ja V. V. Dokutšajevi õpilasena tõi V. I. Vernadski kuni tema ajani domineerinud puht-kirjeldavasse mineraloogiasse tollaegse keemia mõisted, samuti idee mineraalide muutuvusest, olenevalt välisolustikust, milles nad asuvad.

Vaadeldes mineraale maakoos es toimuvate keemiliste reaktsioonide produktidena, juhtis ta eelkõige tähelepanu mineraalide keemilisele olemusele ja nende tekketingimustele.

V. I. Vernadski töötas välja kooskõlastatud õpetuse keerukaima mineraalidegrupi — alumosilikaatide — kohta. Sellega rajas ta ühtlasi aluse uuele teadusharule — geo-keemiale, vaadeldes seda maakoos es leiduvate keemiliste elementide ajaloona.

V. I. Vernadski andeka õpilasena, arendades edasi tema ideid, koondas A. J. Fersman oma loova töö mineraalide leiukohtade, nende koosesinemise ja looduslike vahekordade uurimisele. Seda laadi tööde hulka kuuluvad näiteks tema uurimused mineraloogia alal: Kesk-Aasia koobastest,

Uraali smaragdikaevandustest, graniitse magma pegmatiitidest, Hibiinide massiivist Koola poolsaarel jt. Ta ise nimetas seda suunda „topomineraloogiliseks”, omistades sellele eriti suurt tähtsust.

Uurimisobjektide valiku suhtes allutas ta oma töö täielikult praktika huvidele, luues viljaka vastastikuse seose teaduse ja tööstuse vahel. Tema poolt juhitud mineraloogilised uurimised on nõukogude tööstusele toonud hiiglasuurt kasu, soodustades mineraalsete toorainete uute liikide tarvituselevõtmist ning uute toorainete leiupiirkondade avastamist Nõukogude Liidus.

Mineraalsete assotsiatsioonide analüüsimisel kogutud laialdase faktilise materjali põhjal püüdis ta taastada mineraalide tekkimisprotsesse, samaaegselt jälgides üksikute keemiliste elementide käitumist nende protsesside mitmesugustes staadiumides. Sel viisil arendas ta geneetilist mineraloogiat ja geokeemiat. Oma viimaseil eluaastail püüdis ta selgitada mineraalide seaduspäraseid koosinemisi ehk „mineraalide parageneesi”, mida nende leiukohtades oli tähele pandud, energeetilisest vaatekohast, tuues mineraloogiasse füüsikalise keemia mõisted.

V. I. Vernadski ja A. J. Fersmani vaated levisid Nõukogude Liidu piiridest kaugemale väljapoole, mõjustades tunduvalt ka välismaa teadlasi.

A. J. Fersmani karakterseks omaduseks õpetlase-uurijana tuleb pidada tema teaduslike huvide mitmekülgust. Arvukais töödes on ta käsitletud mineraloogia, geokeemia, maavarade õpetuse, mineraalide tehnoloogia, rakendusgeoloogia, geograafia jne. kõige mitmekesisemaid küsimusi.

Tema teaduslikus loomingus võib märkida mitut juhtivat suunda.

\*

Eriti palju ja viljakalt töötas A. J. Fersman pegmatiidiisoonide ja pegmatiitse protsessi uurimise alal. Juba oma iseseisva teadusliku tegevuse algusest peale hakkas ta uurima pegmatiidiisooni ning nendega seoses olevaid vääris- ja dekoratiivkive. Ta tegeles nendega kogu eluaja. Selle tähelepanuvääriva uurimistöö tulemused on kokku võetud tema monograafias „Pegmatiidid”, mis on ilmunud kolmes trükis.

Vaatleme lühidalt tema uurimiste tulemusi sellel alal. Teatavasti allub mineraale ja kivimeid moodustavate



*A. J. Fersman ja D. I. Štšerbakov kirjutavad aruannet ekspeditsioonist Taga-Baikalisse.*

keemiliste elementide levik nende elementide leviku seadusele maakoore kestades erikaalu järgi. Kõige pealmine kest koosneb settekivimeist ja osalt graniitidest. Siin on ülekaalus hapnik, räni ja alumiinium; allpool asub raskem kest, milles kõrvuti ränihappega omab suurt tähtsust magneesium ja osalt ka raud. See vastab basaltvõõle, mis moodustab maakoore pealmise osa aluskihi. Raskustung, mis juba maa arenemise varajases staadiumis põhjustas keemiliste elementide sellise paigutuse, ei põhjustanud tavaliselt veel üksikute metallide eraldumist ja nende tööstuslike kontsentratsioonide kujunemist maakoores. Maapinnal toimuvad murenemisnähtused põhjustavad samuti peamiselt keemiliste elementide hajumist.

Kuid esineb siiski ka protsesse, mis põhjustavad aine osalist ümberpaigutumist ja kontsentreerumist maardlateks.

Need protsessid on seotud lõõmavate vedelate magma-masside sissetungiga maakoore ning mitmesuguste keemiliste elementide ümberasetumisega magmakollete tardumise tagajärjel. Magma tardumisel maakoore sügavustes magmakolde jahtumise tõttu tekib rida mineraale, mis veel

tardumata vedelas magmamassis raskustungi mõjul ümber paigutuvad.

Rea mineraalide eraldumine magma kristalliseerumise puhul sügavuses vastab magma kristalliseerumise peastaadiumile, kus põhiliselt moodustubki magmaline kivim. Loomulikult toimub samaaegselt järele jääva sulami järkjärguline vaesumine neist elementidest, mis võtavad osa mineraalide moodustumisest, ja rikastumine teiste elementidega. Selle tagajärjel tekib „jääksulam”, mis esialgselt magmast tunduvalt erineb oma koostise ja mitmesuguste gaaside sisalduse poolest. Jääksulami kristalliseerumine viib A. J. Fersmani vaadete kohaselt eriliste kivimite tekkimisele, mida nimetatakse pegmatiitideks ja mis tavaliselt esinevad soonjate kehadena, koosnedes väga jämedatest pävakivi, kvartsi, vilgu ja teiste, haruldasmate mineraalide kristallidest. Suurima levikuga on graniitid, mis oma mineraloogilise koostise poolest väga meenutavad graniitseid kivimeid. A. J. Fersman vaatles nende tekkimise protsessi lenduvate koostisosadega rikastatud graniitide jääksulami kristalliseerumisena, mida hangunud magmast nagu välja surutakse selle perifeersetesse osadesse.

Ta ise kirjutab niisugusest protsessist väga selgesti ja kujukalt järgmiste sõnadega: „... graniitse magma tardumisel eraldus sellest ranges järjestuses mineraal mineraali järel. Kuid niisama nagu seisva piima pinnale koguneb rasvarikkamaid koostisosi, jagunes ka graniitne magma juba sulas olekus mitmeks keemiliselt erinevaks osaks ehk, nagu öeldakse, diferentseerus. Aluselisemad magneesiumi- ja rauarikkad mineraalid kogunesid kokku ja kristalliseerusid varem; järele jäi happelisem, s. o. rohkem ränihapet (kvartsi) sisaldav sula segu. Sellesse koondusid lenduvate ühendite aurud, sinna kogunesid magmas leiduvate haruldaste elementide vähesed hajutatud kogused ja dissotsieerunud vee hulgad immutasid selle läbi.

Graniitne magma hakkas pinnalt juba hanguma, kuid tekkinud õhuke kelme rebenes ning pragunes ja selle alla kogunenud aurud murdsid temast läbi, avades tee alt tulevatele suladele kivimimassidele. Neisse pindmise jahtumise pragudesse kogunesid ränihapperikkad magmajäägid, siia tungisid vee ja lenduvate ühendite aurud; aeglaselt, füüsikalise keemia seaduste kohaselt, need massid hangusid ja kristalliseerusid, moodustades nõndanimetatud



*Pegmatiidisooson Beljaga—Doni jõgede ülemjooksul  
Põhja-Kaukaasias.*

pegmatiidisooni. Puuokste taoliselt hargnesid need graniidid koldest külgedele, mitmes suunas läbi lõigates graniidimassiivi pindmisi osasid ja tungides teistest kivimitest koosnevasse ümbritsevasse kesta.

Praegu me teame küllalt täpselt, et selliste soonte kristalliseerumine toimus ligikaudu temperatuurivahemikus  $800\text{—}400^{\circ}\text{C}$ ; siin ei olnud enam sulamit selle sõna täies mõttes, ei olnud ka vesilahust — see oli eriline vastastikuse lahustumise ning auru ja gaasi suurte kogustega

küllastumise seisund. Nende soonte pahtumine ei toimunud kaugeltki lihtsalt ega kiiresti; see algas seintelt, kokku-  
puutekohtadelt ümbritsevate kivimitega, ja suundus aegla-  
selt keskossa, ahendades üha enam soonte vaba ruumi.  
Ühtedel juhtudel tekkisid jämedateralised kogumikud, kus  
kvartsi ja päevakivi üksikud kristallid olid kuni meetri-  
pikkused ning musta ja valge vilgu plaadikestel olid suure  
taldriku mõõted; teistel juhtudel vaheldusid üksikud mine-  
raalid ranges järjestuses, kuid kõige sagedamini tekkisid  
need imepärased struktuurid, mida nimetatakse pegmatiiti-  
deks või juudikiviks.

Kaunite kirigraniitide moodustumisega ei lõppenud veel  
soone täitumine; õige sageli säilis mõlema seina vahel tühi  
õõnsus kitsa prao või tühimiku kujul.

Neis tühimikes hakkavad kristalliseeruma kõik need ele-  
mendid ja ühendid, mis lenduvate aurudena küllastasid  
sulamassi või mis tühiste kogustena esinesid hajutatult  
magmas; tühimike ja pragude seintel kasvavad ilusad  
suitsukvartsi ja päevakivi kristallid; boorhappe anhüdrüidi  
aurud kogunevad turmaliini nõelakestes, kord süsimusta-  
des, kord ilusates punase- ja rohelisevarjundilistes; fluori  
lenduvad ühendid moodustavad sinakaid, veena läbipaist-  
vaid topaasikristalle; kaalium, naatrium, liitium, rubiidium  
ja tseesium katavad õõnsusi liitiumvilgu hiiglaslike kuue-  
tahuliste kristallidena, kuna berüllium kuulub roheliste ja  
siniste akvamariinide koostisse.

Need moodustised põimuvad omavahel kauni kireva  
pildina ja kogu oma ilu ning väärtuse eest võlgnevad nad  
tänu neis soontes esinevale neljale peamisele ja tähtsamale  
elemendile: fluorile, boorile, berülliumile ja liitiumile. Iga-  
üks nendest neljast vääriselemendist etendab värviliste  
kivide tekkimisel teatud osa. Mõnedes soontes on ülekaal-  
us boor ja kõik selle soone kivimid on läbi imbunud  
turmaliinist; teistesse koguneb berüllium ning veinkollase  
berüllii kristallid ei kata mitte ainult pragude õõnsusi,  
vaid läbistavad oma pikkade kristallidega täielikult kogu  
päevakivi massi.”<sup>1</sup>

Tõepoolest, pegmatiidisooned asetsevad tavaliselt  
graniidikolde kõige ülemistes osades, täites lõhesid temas  
või naaberkivimeis tema vahetus läheduses; neis moodus-

---

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. Самоцветы России, т. I, Л., изд. АН СССР, 1921, стр. 111—112.

tuvad haruldased hinnalised mineraalid. Pegmatiitide tootmisel saadakse peale nende mineraalide veel suurtes kogustes päevakivi ja kvartsi keraamikatööstuse jaoks ning sageli ka heledat vilgukivi — muskoviiti. Peale selle esinevad neis mitmesugused praktilist tähtsust omavad vääriskivid.

Graniidi jääksulam, mis andis alguse pegmatiitidele, viis kristalliseerumisprotsessis rea seaduspäraste rühmituste tekkimisele. Langeva temperatuuri juures muutus pegmatiidi tahke, vedela ja gaasilise osa koostis lakkamatult. Keskkonna teatavatele olekutele vastavad temperatuurivahemikud nimetati A. J. Fersmani ettepanekul „pegmatiitse protsessi geofaasideks”. Ta eristas 11 geofaasi, alates ligikaudu  $1000^{\circ}$  temperatuurist, ja märkis need ladina tähestiku algtähtedega — A, B, C, D jne. Puht-pegmatiitsele protsessile on tüüpiline tähtsamate koostisosade peaaegu samaaegne kristalliseerumine  $700\text{—}650^{\circ}$  temperatuuri juures ehk geofaasis C. Edasist protsessi iseloomustab see, et teatavatel momentidel hakkab jääksulam söövitama varem moodustunud mineraalikomplekse, asendades neid äsja tekkinud ühenditega.

Iga geofaasi iseloomustab ainult temale omaste mineraalide kaasnevus. Ühe või teise geofaasi kvantitatiivne ülekaal lõplikult hangunud pegmatiidis määrab selle pegmatiidi tüübi. Geofaasi C lõpul (umbes  $400^{\circ}$  temperatuuri juures) lõpeb pegmatiitne protsess, asendudes hüdrotermaalse protsessiga.

Uurides väga mitmesuguste pegmatiitide mineraloogilist koostist, eristas A. J. Fersman 10 liiki nõndanimetatud puhtajoonelisi pegmatiite, s. o. pegmatiite, millede tekkimisel naaberkivimite koostis reaktsiooni käiku peaaegu ei mõjustanud.

Mõnede elementide kuhjumine või tööstuslikult tähtsate mineraalide tekkimine toimub täiesti seaduspäraselt ainult teatud pegmatiidiliikides.

Vaadeldes pegmatiidisoonte näiliselt lõpmatut mitmekesisust, juhtis A. J. Fersman tähelepanu nende tähtsamatele iseloomustavatele joontele, liigitas neid nende mineraloogilise koostise erinevuse järgi ning märkis iga eraldatud tüübi tööstuslikku tähtsust. A. J. Fersmani ideed on tänapäevani juhtnööriks kõigile pegmatiidisoonte uurijaile ja suunavad ka praktikute tööd.

Pegmatiidisoonte edasisest saatusest annab A. J. Fers-

man ilmeka pildi ühes oma töös vääris kivide kohta. Ta kirjutab: „Ent vähehaaval tardusid sügavad magmakolded, soontes jahtusid kuumad vesilahused, lõppes mitmesuguste ühendite aurude eritumine. Maapinna võimsad tegurid alustasid oma murendavat tegevust, ära kulutades mäeahelikke, hävitades ning ära uhtes kihte ja sooni. Mägismaad muutusid tasandikeks, graniidimassiivid kuldasisaldavateks liiva-aladeks ja viljarikasteks põldudeks. Orgaaniline elu kõigi oma keemiliste teguritega allutas endale tasandiku pealmised horisondid ja muutis nad viljakandvaks maaks. Jõgedest, ojadest ja soodest tungis maa sügavusse vesi koos porsumist põhjustavate teguritega: süsihappegaasi, hapniku ja orgaaniliste hapetega. Peenimate pragude ja kapillaaride kaudu tungis ta graniidi sisse, muutis päevakivi savikaks massiks, vabastas ja oksüdeeris rauda. Need veed voolasid pegmatiidoonte tühimikesse, täites neid pruuni saviga — ümbritsevate kivimite porsumise produktiga, söövitask berüllit ja kvartsi kristallikesi ning katsid pragude seinad sekundaarsete mineraalide õhukese kirmega.

Tihe metsa- ja mullakate või kõrbelised moodustised katsid mineviku grandioossete keemiliste protsesside jäljed peaaegu läbitungimatu looriga.”<sup>1</sup>

\*

Teiseks juhtivaks suunaks A. J. Fersmani töös, mis ilmes erilise selgusega tema elu teisel poolel, tuleb pidada tema uurimisi geokeemia alal. Need töid talle maailma kuulsuse, tõstes ta kaasaja eesrindlike teadlaste esiridadesse.

Nagu geofüüsika tegeleb maakoos esinevate füüsikaliste nähtuste ja maakera füüsikaliste omaduste uurimisega, nii uurib geokeemia maakera keemilisi omadusi ja üksikute keemiliste elementide käitumist maakoos, vaadeldes neid looduse iseseisvate ühikutena. Ta selgitab nende ümberpaigutumise tingimusi ja tingimusi, mille juures nad liituvad, ühe sõnaga uurib, kuidas nad maakoos teatavas geoloogilises olustikus „migreeruvad”.

Teisiti väljendudes, geokeemia tegeleb aatomi migrat-

---

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. Самоцветы России, т. I, Л., изд. АН СССР, 1921, стр. 111.

siooni ajalooga maakooses ja meie planeedil — Maal. Geokeemia on tihedasti seotud ühelt poolt geoloogiliste ja teiselt poolt keemiliste teadustega.

Aleksandr Jevgenjevitš ise fikseerib geokeemia ülesanded järgmiselt: „Geokeemia uurib aatomit, tema saatust mitte ainult maakooses ja Maas nagu kosmilises kehas, vaid osaliselt ka väljaspool selle piire. Tema ülesandeks on selgitada nende 92 aatomitüübi käitumist ja põhilisi omadusi, mida me nimetame elementideks ja mis mitmesuguste ühenditena moodustavad maa ja kosmose kogu tema mitmekesisuses; üksikute elementide kvantitatiivset ja kvalitatiivset jaotust maakooses, selle üksikute kestades ja protsessides; elementide ümberpaigutumise (migratsiooni), hajumise või kuhjumise seadusi nende kontsentratsioonipaikade moodustumisega, mida me nimetame maardlateks ja millele on rajatud kogu meie mäeasjandus; elementide omavahelise koosinemise seadusi mitmesuguseis maakoore, tema kestade ja pinnase piirkondade tingimusi; seadusi elementide kuulumisest pinnase, kivimite ja osaliselt ka elavaine koostisse, ja lõpuks seadusi aine ärakasutamise kohta inimese enda poolt, — niisugused on geokeemia kui teaduse elemendi (aatom) ajaloost maakooses, põhilised ülesanded.”<sup>1</sup>

Geokeemiliste uurimiste aluseks võttis A. J. Fersman mitmesuguste keemiliste elementide suhtelise leviku ehk esinemise „sageduse” selgitamise maakooses. Teatavasti on keemiliste elementide ebahütlane esinemine tüüpiline mitte ainult maakerale, vaid ka teistele taevakehadele. Täpsete mõõteriistade abil on kindlaks tehtud mitmesuguste keemiliste elementide protsentuaalne sisaldus maakooses kaaluliselt. Aleksandr Jevgenjevitš täiustas keemiliste elementide protsentuaalse sisalduse määramise meetodit ja uuris üksikasjaliselt elementide „sagedust” maakooses. Ta seletas elementide ebahütlast levikut maakooses nende aatomite konstruktsiooni iseärasustega. Püsivaimate aatomitega elemente esineb kõige sagedamini. Raskesti lagunduvaks osutuvad kerged paarisarvulised elemendid, millede aatomkaalud jaguvad neljaga. Püsivaimate aatomitena tuleb märkida Mendelejevi tabeli esimese 28 elemendi aatomeid. Rasked elemendid suure aatomnumbriga,

---

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. Занимательная геохимия. Детгиз, Ленингр., 1948, стр. 9—13.

kogukate ja kergesti lagunevate tuumadega on tunduvalt haruldasemad.

A. J. Fersman arvas, et elementide esinemissageduse määramine omab mitte ainult teoreetilist, vaid ka praktilist tähtsust, sest sageduse järsk tõus geoloogiliste ja füüsikalis-keemiliste protsesside tagajärjel viib mitmesuguste keemiliste elementide tööstuslike kontsentratsioonide ning metalsete ja mittemetalsete maavarade tekkimisele. Elementide esinemissagedus määrab nende käitumise olulised iseärasused maa sees, muuseas ka võime anda ühel või teisel hulgal mineraale, sadestuda lahustest ning sulamitest ühes või teises järjekorras jne.

Mida suurem on elemendi sagedus maakoos, seda suurem on tema poolt moodustatavate mineraalide hulk ja seda varem sadestuvad antud elemendi mineraalid lahustest ja sulamitest. Väga väikese sageduse juures ei suuda element üldse tekitada iseseisvaid mineraale ja sel juhtumil haaratakse ta teiste, levinumate elementide kristallvõredesse, moodustades isomorfseid lisandeid (näiteks hafnium, reenum, skandium ja teised), või esineb seni lõplikult selgitamata „mikrokosmiliste lisanditena”.

Seega on täiesti arusaadav suur huvi elementide sageduse probleemi vastu, mille lahendamine on geokeemia esimeseks ülesandeks.

Palju tähelepanu osutas A. J. Fersman ka geokeemia teisele tähtsamale probleemile — õpetusele aine kontsenteerumise ja hajumise protsessist ehk keemiliste elementide migratsioonist. Oma põhjapanevasse teosesse „Geokeemia” koondas ta selle küsimuse kohta tohutu faktilise materjali, üldistas seda, märkis ära rea tähtsaid seaduspärasusi ja selgitas neid, lähtudes aatomite omadustest. Võib julgesti öelda, et A. J. Fersman käsitles esimese teadlasena elementide migratsiooni probleemi nii sügavalt ja ulatuslikult ning analüüsis esimesena üksikasjalikult aatomite ümberpaigutumise mitmesuguseid juhtumeid kõige erinevates füüsikalis-keemilistes tingimustes.

Ta näitas aatomite migratsiooni sõltuvust välistest geoloogilistest teguritest, mis on seotud keskkonna termodünaamilise seisundiga, ja sisemistest teguritest, mis sõltuvad aatomite eneste omadusist.

Ainete kontsenteerumise ja hajumise protsesse peab ta aatomi migratsiooni ühtse protsessi kaheks küljeks. Maa

elu üksikuis staadiumes valitsesid aatomite migratsiooni erinevad tüübid. Algstaadiumis etendasid otsustavat osa aatomituuma omadused. Sedamööda, kuidas taevakehad jahtusid ja aatomite tuumade ümber tekkisid elektronkestad, määras aatomite edasise migratsiooni just nende kestade ehitus.

A. J. Fersman pööras suurt tähelepanu ka isomorfismi nähtustele ehk ühtede elementide asendumisele teistega looduslikes kristallilistes ehitustes — mineraalides. Seejuures kasutas ta laialdaselt elementide ionide või aatomite raadiuste mõistet. Asendumised toimuvad kõige kergemini siis, kui elemendid omavad võrdseid ioniraadiusi, s. o. kui üksteist asendavad osakesed on ühesuurused. Neid osakesi võib vaadelda elektriliselt laetud sfääradena, s. o. elektrostaatiliste süsteemidena.

Erilist huvi äratav tema poolt välja töötatud geoenergeetiline teooria (parageneesi teooria). Selle teooria põhjendamisele pühendas A. J. Fersman rea töid, nende hulgas ka „Geokeemia” III köite. Geoenergeetilise teooria põhituum seisab järgmises. Aatomite migratsioon, mis toimub teatavas geoloogilises olustikus, sõltub nii välistest põhjustest, mis pole seoses aatomi omadustega, kui ka sisetest, mis on tingitud aatomi omadustest. Viimaste hulgas etendavad tähtsat osa aatomite või ionide mõõted (nende raadiused), samuti nende valents. A. J. Fersman rõhutas ionide raadiuste suurt osatähtsust ja märkis ionide elektriliste laengute ja valentsi tähtsat osa elementide käitumises.

Mineraalide tekkimine toimub looduses enamasti nende kristalliseerumisel lahustest või sulamitest süsteemi temperatuuri langemise tagajärjel.

Looduslike protsessidega kaasneb teatavasti energia hajumine (entroopia kasv). A. J. Fersman oletas, et entroopia kasvamise mõõduks looduslikes süsteemides võib esimeses lähenduses võtta tekkivate mineraalide kristallvõre energia, s. o. energiahulga, mis saadakse mineraale moodustavate üksikute koostisosakeste (ioonide) energiatega liitmisel. Ta formuleeris geoenergeetilise teooria järgmise põhialuse: „Väljakristalliseerumise järjekord dissotsieerunud, lahjendatud, dispersselt hajutatud süsteemidest vastab võrede energia vähenemise järjekorrale, ja me võime seda nimetada entroopia kasvu seaduseks üle alanevate energia-

tasemetel.”<sup>1</sup> Järelikult on tähtsa küsimuse lahendamiseks mineraalide lahustest ja sulamitest väljakristalliseerumise järjekorra kohta vajalik teada nende mineraalide kristallvõrede energiat. A. J. Fersman esitas oma meetodi ligikaudseteks arvutusteks, tuues sisse energeetiliste koefitsientide, s. o. iga üksikuiooni poolt kristallvõresse kaasa toodud energiaosade mõiste. Iga mineraalide moodustumisest osa võtva lihtsa ja kompleksseiooni jaoks arvutas A. J. Fersman välja koefitsientide väärtused ja andis lihtsa meetodi võrede energia arvutamiseks, lähtudes antud võre koostisse kuuluvate ionide koefitsientidest.

Energia saadakse nende koefitsientide liitmisel samuti, nagu saadakse ühendi molekulaal teda moodustavate elementide aatomkaalude liitmisel. Sel viisil õnnestus A. J. Fersmanil arvutada paljude tähtsamate looduslike mineraalide kristallvõrede energiat geokeemiliste järelduste tegemiseks piisava täpsusega ja rakendada tema poolt saadud suurusi aine loodusliku jaotumise mitmesuguste iseloomult erinevate protsesside selgitamiseks energeetilisest seisukohast vaadatuna.

A. J. Fersman püstitas kõigis oma geokeemilistes töodes järjekindlalt põhilise idee sellest, et elementide paiknemine ja käitumine maakoos on seoses nende elementide omadustega. Seepärast omistas ta alati erilist tähtsust D. I. Mendelejevi perioodilise süsteemi analüüsile kui ühele geokeemia meetodile.

Kasutades Mendelejevi tabelit, esitas A. J. Fersman elementide geokeemilise klassifikatsiooni, tõestades selles, et aluseliste ja keskmiste magmaliste kivimite elementide looduslikud assotsiatsioonid asuvad tabelis, kus alarühmad on eraldi välja toodud, ülemisel väljal, kuna pegmatiitide elementid enda alla võtavad alumise vasakpoolse, sulfiidisoonte elementid aga alumise parempoolse välja. Perioodilise süsteemi abi kasutas ta ka real teistel juhtudel. Tähistades kokkuleppeliselt ühede või teiste elementide suhtelisi levimissagedusi erinevatel territooriumidel või mitmesugustes geokeemilistes protsessides ja kõrvutades saadud tabeleid üksteisega, tõestas ta piltlikult nende territooriumide ja protsesside geokeemilisi erinevusi. See

---

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. Энергетическая характеристика геохимических процессов. Доклады АН СССР. Сер. А, том II, № 3/4, 1935, стр. 263—268.



*NSV Liidu geokeemiline kaart NSV Liidu Teaduste Akadeemia Mineraloogiamuuseumis Moskvas.*

aitas tal teha tähtsaid järeldusi maardlate otsimistöde suunamiseks.

\*

A. J. Fersmani teaduslike tööde kolmas suund oli seotud seaduspärasuste kindlakstegemisega keemiliste elementide ja nende leiukohtade territoriaalses jaotumises. Ta kirjutas sel puhul: „Üksikute elementide ruumilise jaotumise seadused maapinnal ja maakoos on kaasaegse geokeemia kõige tähtsamad seadused; neist geokeemilistest seadustest tulenevad tähtsal määral maavarade, nende leviku geograafia ja teataval määral ka tööstusliku geograafia probleemid.”<sup>1</sup>

Tema vaadete kohaselt määrab iga piirkonna geokeemia selle piirkonna geoloogiline minevik ja kliimaatiline olevik. Esimese all mõistis ta mineviku geoloogiliste nähtuste

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. Геохимические проблемы Союза. Очерк первый. Труды СОПС, серия Полезн. иск., вып. 2. Изд-во АН СССР, 1931.

kogumikku, alates tektoonilise ajaloo, vulkaaniliste ja magmaliste protsesside ajaloo, ning võttes arvesse ka maakera pinna paleogeograafilisi ja paleobioloogilisi erinevusi minevikus; teise all — „tervet päikese poolt maapinnal esile kutsutud nähtuste kogumikku, lõpetades keemiliste protsessidega, mis on tingitud päikese energiast, mis tekitab vee ja keemiliste elementide ringlemise, mullakatte tema vöönditega, taimse ja loomse elu”<sup>1</sup>.

Maakera pind koosneb, nagu geoloogias teada, kolmest põhilisest geoloogilisest struktuurist, mis määravad geokeemia iseloomustavad jooned: 1) püsivat tüüpi kilpidest, 2) geosünkliinialidest ning neist tekkivaist mäeahelikest ja lõpuks 3) platvormidest ehk väljakutest madalmerede setetega või isegi mandriliste moodustistega.

Kilbid ja platvormide alused on iidsetel aegadel tekkinud maakoore jäänused. Kõrge temperatuur minevikus ja suur hüdrostaatiline surve määravad kilpide geokeemia; keemiliste elementide ümberpaigutumised nendes vastavad neile termodünaamilistele vahekordadele. Siin valitseb kivimite magmaliste või metamorfsete seeriade moodustumine.

Kilpide ja platvormidega liituvad vahetult või ümbritsevad neid mäeahelikud, mis on tekkinud nõrgestatud, võrdlemisi kitsaste tsoonide — geosünkliinialide — muljumise teel naabruses olevate püsivamate kilpide vahel. Neis süsteemides areneb terve tsükkel seaduspäraseid geokeemilisi protsesse. Need algavad ränivaeste (aluseliste) laavade väljavoolamisega sünkliinialide sügavusis ja lõpevad üleskerkinud mäeahelike telgedes esinevate graniitsete intrusioonidega koos nende pegmatiitide ja soontega. Iidsemad ahelikud ümbritsevad vanu kilpe analoogselt jäätükkide ja lume vanikutega jäämineku ajal kokku põrganud jääväljade ümber.

Hilisemad kaared painutuvad iidsete ahelike ümber, eemaldudes kilpidest ikka kaugemale ja kaugemale, varasemaid moodustisi osaliselt kaasa haarates ning omakorda asendudes veel hilisemate tektooniliste ja geokeemiliste kaartega.

Ja lõpuks liitub nende kahe põhilise struktuuriga kolmas — platvormid ehk suured maa-alad, kus keemilised prot-

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. Геохимические проблемы Союза. Очерк первый. Труды СОПС, серия Полезн. иск., вып. 2. Изд-во АН СССР, 1931, стр. 4—6.

sessid kulgesid rahulikumalt, ja mis polnud vajunud sügavale mere sünkliinaalidesse ega muutunud võimsaiks mäeahelikeks. „Need on võrdlemisi madalate merede setted või soolajärvede vööndid piki nooremaid mäeahelikke, tundra või taiga soised mülgastikud. Need on maapinna settel kivimite rahulikumad väljad, kus süvameresetted asenduvad madalmere- või isegi kontinentaalsete setetega.”

Mäesüsteemide ahelikud, mis palistavad püsivamaid kilpe ja platvorme, pole mitte ainult mehaaniliste ümberpaigutuste piirkondadeks, vaid ka keemiliste elementide eriti intensiivse migratsiooni aladeks. Nendega on seotud esijoonel magmaliste kivimite sügavad või pinnalähedased sissetungid. Sügavate lõhede — murdekohtade — olemasolu mäestiküsteemides kergendab gaasi- ja vesilahuste migratsiooni.

Tektoonilised protsessid geosünkliinaalides põhjustasid mitmesuguste geoloogiliste struktuuride kujunemist, mis kulgevad kindlates suundades. Seepärast moodustavad ka nendega seotud geokeemilised nähtused vööndeid, mis ulatuvad mõnikord tuhandete kilomeetrite kaugusele.

Kuid, nagu märgib A. J. Fersman, kõige olulisem nende vööndite mõistmiseks on „nende geokeemiline vöötlemisus ehk tendents keemiliste elementide seaduspärasele jaotumisele nendes vööndites, eeskätt risti vööndi pikisuunaga, sadade kilomeetrite ulatuses. Vööndite keskosas, nende telgedel, kus erosioon on vahetult paljandanud nende „juured”, s. o. eeskätt graniidimassiivide sügavusest üles kerkinud tuumad — siin, nende magmade diferentseerumise aladel, kohtame kõige sügavamal tekkinud ja kõige kõrgematemperatuurilisi moodustisi. Need on haruldaste metallide nioobiumi ja tantaali maagid, berülliumi ja liitiumi maagid, pegmatiisooned vääriskivide, päevakivide ja kvartsiiga. Kaugemal, kuid siiski vahetus läheduses esinevad tihti aluskivimeist läbi murdnud pneumatolüüdid molübdeeni, tina ja volframiga, milledega kaasneb terve tsükel lenduvate ja kergesti migreeruvate ainete kuhjumeid. Kaugemal — piirdealal — esineb koos vismutiga kulla ja arseeni eraldumine. Veel edasi tulevad tulised vesilahused hüdrotsermid vase, tsingi, seatina, hõbeda, nikli ja koo-balti ühenditega, ja lõpuks, kõige kaugemal magmakollekt, järgnevad antimoni, elavhõbeda ja väävelarseeni kui

kõige kergemini migreeruvate elementide maagid, mis eralduvad süsteemi kõige külmemates osades.”<sup>1</sup>

Igaüks neist maakoort moodustavaist struktuuriühikuist kannab üksnes temale omaseid maavaru.

A. J. Fersman vaatles sellest seisukohast NSV Liidu geoloogilist struktuuri ja püstitas üldised seaduspärasused maavarade levimise kohta meie kodumaal. Nende uurimiste alusel koostas ta NSV Liidu struktuurilis-geokeemilise kaardi, mis kaunistab praegu NSV Liidu Teaduste Akadeemia Mineraloogiamuuseumi.

Kilpides esinevad ülekaalukalt mitmesugused magmalised kivimid või kristalsed kildad. Siin ei saa leiduda sütt, naftat ega soolasid, mis tekivad üksnes settekivimeis. Kasulike maavarade loetelu kilpide piirkondades on enam-vähem ühelaadne: vask ja nikkel magneesiumirikastes (aluselistes) magmalistes kivimites, päevakivid ja vilk pegmatiidoosontes, kuld graniitseis kivimeis, rauamaagid kristalseis kiltades. NSV Liidu territooriumil on tuntud järgmised kilbid: Koola-Karjala, Ukraina, Siberi ja Aldani.

Hoopis teine ehitus ja ilme on platvormidel. Platvormid koosnevad põhiliselt võrdlemisi homogeensete mere-, magevee- ja kontinentaalsete setete seeriast. Nendes ei esine magmalise tegevuse produkte. Asjatu on siin otsida värviliste ja haruldaste metallide maake, mis tekivad tulivedelate magmamasside tardumisel. See-eest esinevad platvormide piirkondades nõndanimetatud „settelised” raua- ja mangaanimaardlad, nafta- ja söepahtlad, mitmesuguste soolade kuhjumid, mitmekesised savid ja ehituskivid. Selline on meie Vene platvorm, mis hõlmab suurema osa suurene territooriumist, ja Siberi madalik.

Mäeahelikud, mis palistavad maakoore püsivamaid piirkondi, kujutavad endast intensiivse vulkaanilise tegevuse regioone. Siin toimus mitmesuguste keemiliste elementide ulatuslik migratsioon ja värviliste ning haruldaste metallide ja mustmetallide maardlate ning arvukate mittemetalsete maardlate teke.

Sõltuvalt geoloogilisest vanusest, järgneva murenemise ja ärauhumise astmest, domineerivad erinevais mäeahelikes üht või teist liiki maavarad. Nii näiteks on Uraali mäe-

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. Геохимические проблемы Союза. Гр. СОПС, изд. АН СССР, Л., 1931, стр. 9—10.

ahelik oma mitmekesiste settekivimeisse tunginud magmaliste kivimitega rikas plaatina, kroomi, nikli ja asbesti poolest. Kõik need kivimid on oma päritolult seotud nõndanimetatud „aluseliste” (rikkalikult magneesiumi ja raua sisaldavate) magmaliste moodustistega. Tema graniidimassid tõid endaga kaasa kulda, rea haruldasi metalle ja vääris kivie ning samuti rauamaake. Sellele piirkonnale on iseloomulikud püriitsete (väävliliste) vaserikaste maakide pahtlad.

Tjan-Šan ja Altai on rikkad polümetalsete maakide ja haruldaste metallide poolest.

Vaikse ookeani kurrulistes vööndites NSV Liidu kirdeosas esineb rikkalikult kulda ja tina.

Oma geokeemiliste kujutluste alusel esitas A. J. Fersman mõtte geokeemilistest sõlmedest, kirjutades nende kohta järgmist:

„Selle terminiga tähistame piirkondi, kus on teada ühtede või teiste maavarade suured kogumikud ja eriti nende kompleksed koosinemised. Kaasaegne mäetööstus oma uues mastaabis ja uue tehnoloogiaga suundub terve grupi kasulike ainete komplekssele töötlemisele, et neid sel viisil täielikult ära kasutada majanduses ja tööstuses. Eriti tähtsad on metallide ja söe, soolade ja väävelhappe lähteainete, musta metallurgia ja raskete haruldaste metallide jne. kompleksed koosinemised. Kuid säärased koosinemised omavad tähtsust ja on tööstuslikult kasutatavad üksnes siis, kui neil pole mitte juhuslik, vaid geokeemiliselt seaduspärane iseloom. See seaduspärane võib olla kahe sugune: esiteks võib tegemist olla geokeemilise protsessi enda omadusist tulenevate seaduspäraste koosinemistega, nagu näiteks graniitsete pegmatiitide poolt eraldatavate ainete kogumik — päevakivi, vilk või kvarts, liitiumi, tina ja tantaali ühendid, või — kui tuua näide teiselt alalt — kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi, broomi, kloori ja väävelhappe soolade seaduspärased koosinemised kuivanud järvede basseinides; teiseks, ja see on huvitavam juhtum, tekivad seaduspärased koosinemised siis, kui mitmesugused geokeemilised süsteemid asetuvad üksteise peale ning lõikumiskohtadel annavad geokeemiliste protsesside kompleksi: nii näiteks loob maagivööndi ja kliimaatilise tsooni lõikumine erilised mineraalide assotsiatsioonid (näiteks Põhja-Ameerika lõunaosariikides), või jälle geokeemilised väljad lõikuvad nooremate maagivöönditega.

Nende lõikumiste tagajärjel saame teatavad seaduspärased sõlmpunktid, mis arenevad suurteks tööstussõlmedeks.

Elementide leviku ja nende kontsentratsiooni geokeemiliste seaduste põhjal avanes võimalus prognooside tegemiseks. Mida keerukam oli mõne territooriumi geoloogiline tekkelugu, mida sagedamini ja korduvamalt oli mingis piirkonnas tasakaal häiritud ja üksikud geoloogilise ajaloo nähtused kuhjunud üksteisele, seda keerukamad ja mitmekesisemad olid keemiliste elementide migratsiooni teed, seda sagedamini tekkisid kontsentratsioonikohad, seda eredamini kerkis esile mineralisatsiooni pilt ning seda suuremaks ja mitmekülgsemaks muutus maardlate nimestik sellel territooriumil.”

„Puhtgeoloogilist laadi seaduspärasused liitusid teistsuguste, tihedalt kliimaatiliste võõnditega seotud nähtustega, selle maapinna kemismiga, mis viib täiesti uutele maardlate koosesinemistele ja kombinatsioonidele.”

„Nende keerukate protsesside vastastikune toime viis seleni, et ühed, rahulikuma minevikuga piirkonnad osutusid vaeseiks maavarade kompleksseist koosesinemisist, teised aga, elades üle keeruliste geoloogiliste ja geokeemiliste muundumiste tormilisi epohhe, osutusid vastupidiselt mitmesuguste metallide ja suurte tööstuslike maardlate kandjaks.”

„Ühe või teise maardlate kompleksi olemasolu loob eeldused rahvamajanduse ja tööstuse eriliste harude tekkimiseks ja arenemiseks. Geokeemilised sõlmed, maavarade ja energiaallikate sõlmed muunduvad vastavais sotsiaal-majanduslikes olukordades tööstuslikeks sõlmedeks.”<sup>1</sup>

„Sõlme mõiste ise pole muidugi mitte absoluutne ja omab küllalt leppelist iseloomu. Meie käsitluses esitab sõlm tegurite kompleksi, mis hõlmab teatava territooriumi geoloogilise struktuuri spetsiifikat, tema geokeemilisi jooni ja maavarasid tihedas seoses piirkonna energeetiliste ressurssidega, geograafilise iseloomuga spetsiifikat, tootlike jõudude arenemisastet ja suhteid naaberpiirkondadega.”

A. J. Fersman esitab NSV Liidu ühe suurima geokeemilise ja tööstusliku „sõlme” näitena Lõuna-Uraali, üteldes selle kohta:

„Uraali mäeahelik — see on kogu meie suure maa teras-

---

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман и Б. И. Коган. Минеральное сырье за рубежом. Изд. АН СССР, М., 1947, стр. 9—15.



*A. J. Fersman (keskel) vaatleb bituumenit sisaldavaid kihte laine-  
virgmärkidega. Tšelekeni saar.*

telg. Ta kannab endas kõige mitmekesisemate maardlate ülemaailmse tähtsusega varusid; umbes üheksasada mitmesugust mineraali sisaldub tema põues ja üle kaheksasaja keemilise ühendi on tuntud tööstuslikes kogustes.”

„Rohkem kui sada aastat oli Uraali põhiline tööstus koondatud Kesk-Uraali, vana keskuse Jekaterinburgi (praegune Sverdlovsk) ümbrusse. Nüüd paigutub keskus järkjärgult ümber rikkasse Lõuna-Uraali, kuid seoses geoloogilise luure arenemisega liitub temaga üha lähemalt Kasahstan, mille steppide katte all peituvad väga paljud kasulikud maavarad. Uraali mäeaheliku mõlemale nõlvale on laiali paisatud söemaardlad, kord üksikute ribadena, kord võimsate väljadena. Läänes asenduvad need söemaardlad ürgsete permi merede setete ribadega, mis sisaldavad mitmesuguste soolade ülemaailmse tähtsusega varusid. Üksikute laikudena ja võõnditena kiilduvad sellesse läänepoolsete eelmägede pilti naftaleiukohtade väljad, moodustades hiiglasuure „Teise Bakuu” piirkonna.

Kattudes läänes järkjärgult nooremate setetega, kaovad need maapõuerikkused sügavustesse.

Sellisenäib meile Uraal. Ja see võimas võõnd lõikub

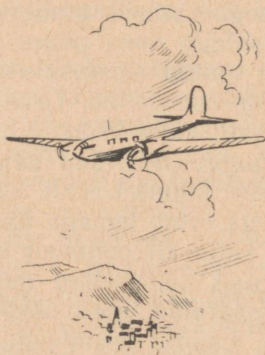
teisega — lõunapoolsete steppide idast läände kulgeva vööndiga tema rikaste, viljakate maa-alade ning tähelepanuväärivaimate omaduste ja koostisega soolajärvedega. Kümneid tuhandeid järvi, keemiatööstuse tooraineallikaid, laiub suures lõunavööndis, mis levib Bessaraabiast kuni Kaukaasia eelmägedeni, ja läbides Kaspia mere, hõlmab Araali ning säilib ainult üksikute väljadena Lääne-Siberis ja Mandžuuria piiridel.

Need kaks vööndit — soolade ja metallide vööndid — lõikuvad ja kattuvad teineteisega kuskil Lõuna-Uraalis ja Põhja-Kasahstanis. Suurimad tööstuslikud probleemid keruvad esile seal, kus koos esinevad raud ja süsi, püriidid ja sool, nafta, fosforiidid ja palju muud.

Siia on rajatud, siin kasvab ja areneb maailma suurim tööstus, ja Mendelejevil oli õigus, kui ta geniaalselt ennustas, et just siin asub kogu meie maa tulevane majanduskeskus.”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. Страна Советов. Журнал «Огонек», № 6, февраль, 1950, стр. 14.





### KOLMAS PEATÜKK

## MÖÖDA FERGANA ORGU

Kesk-Aasia — see on kõrgeimate mägede, tohutute kõr-  
bete ja viljarikaste oaaside maa. Siin, Hiina, India ja  
Afganistani piiri läheduses on Tjan-Šani ja Pamiiri  
võimsad ahelikud tunginud kõrbetesse.

Nende harjadel lasuvad lumemassid toidavad arvukaid  
jõesid, mis kannavad sulamisvett orgudesse, kus sellega  
niisutatakse lopsakaid oaase, mis ahvatlevad oma mahlaka  
rohelsega. Nii kujundas inimene vett kasutades kõrbe  
ümber aedadeks ja põldudeks.

Selle imeväärse maa oaaside hulgas on üks, mida  
täie õigusega nimetatakse idamaa pärliks. See on Fergana  
org, mida igast küljest ümbritsevad lumised mäeahelikud.  
Põhjust piirab teda sirge ja sale Tšatkal, idas venib tuju-  
kalt loogeldes Fergana mäeahelik, mis ühendab Tjan-Šani  
Pamiir-Alai süsteemiga. Lõunas paistavad Alai aheliku  
hiiglaslikud terrassid. Mägede nõlvakuid lõikavad läbi  
sügavad kuristikud, kuna neis voolavad jõed kannavad  
oma tormiseid vooge orgu, püüdes liituda ühtseks võim-  
saks vooluks Sõr-Darjaga, mis voolab oru keskel.

Jõgede vesi kasutatakse põlluharijate poolt täielikult  
tasandikul olevate puuvilla- ja riisipõldude niisutamiseks,  
ning mägijõe alamjooksu lõpetab tavaliselt niisutuskana-  
lite (arõkkide) tohtu suur levik.

Kõrgemale eelmäestikku, kus kivine pinnas raskendab

kündja tööd ja kus õine jahedus ei võimalda kasvatada õrnu kultuure, on elama asunud kirgiisid. Puuvillapõllud asenduvad siin väikeste nisu- ja odrapõldudega. Asulad esinevad harvemini ning muutuvad üha väiksemaiks. Kõrgete müüridega ümbritsetud talumajade asemele ilmuvad lahtiste katusealustega majakesed ja kirgiiside jurtad. Veel kõrgemal, omapärase „artšaa”-metsa vööndi taga, mida esindab puutaoline kadakas, võtab maastik karmi kõrgmäestiku ilme; alpikarjamaad liituvad järk-järgult kaljuste tippudega. Siin on arenenud liustikuline maastik — orgude sügavuses lasuvad jääliustikud, mis toidavad Kesk-Aasia jõgesid.

Fergana oru perifeerias tekkis juba ligi viiskümmend aastat tagasi mäetööstus. Tsaari-Venemaa kapitalistid hakkasid siin tootma pruunsütt ja naftat. Korduvalt tegid nad ebaõnnestunud katseid mägedes leiduvate mitmesuguste metallimaakide töötlemiseks.

Kesk-Aasia geoloogiline ehitus oli sel ajal tuntud ainult üldjoontes, tema mineraalsetest rikkustest aga teati üpris vähe. See oli paljupakkuv maa mitmesugusteks uurimisteks, muuhulgas ka mäestikupiirkondade ja kõrbete geograafiliseks uurimiseks.

Pärast Suurt Oktoobrirevolutsiooni muutus olukord järsult. Nõukogude võimu kehtestamise esimestest päevadest peale organiseeriti siin intensiivseid maavarade otsinguid selle laialdase maa-ala detailse geoloogilise uurimise taustal. Need otsingud arenesid aasta-aastalt ja andsid tähelepanuväärseid tulemusi.

Käesoleva raamatu autor oli nende uurimiste üheks pioneeriks. Ta lähetati 1923. aastal koos noorte geoloogide rühmaga Kesk-Aasiasse. Otsijad alustasid oma tööd Alai aheliku eelmäestiku piirkonnas.

Juba esimesel aastal tegi meie rühm kindlaks muistsete mäekaevurite ja metallurgide laialdase tegevuse jälgi. Fergana oru lääneosas avastasime primitiivseid ränieseimeid — nooli, uuritsaid, kivist vasaraid ja šlakihunnikuid iidsete kollete ning savist puhumistorudega. Kunagi oli siin toimunud algeeline rauasulatamine.

Lubjakivistes mäeahelikes, mis lõikavad läbi Isfairami ja Šahhimardani jõgede basseine, leidsime koopaid magistumise tunnustega ja iidsete kaevanduste jäänustega. Vahel oli raske otsustada, kas need koopad on looduslikud moodustised või inimese kätetöö.



*Tänav Kuva kišlakis. Fergana org.*

Leiud osutusid huvitavaiks: nad heitsid valgust reale omapäraseile looduslikele protsessidele, mis nähtavasti olid toimunud ainult Kesk-Aasia poolkõrbelisis piirkonnis. A. J. Fersman huvitus nendest ja otsustas 1924. aasta kevadel minna meiega koos Taškenti ja Fergana orgu leidude kontrollimise ja Kesk-Aasiaga üldise tutvumise eesmärgil, samuti aga ka selle maa-ala laialdasema uurimise organiseerimiseks.

Leningradis arutasime Aleksandr Jevgenjevitšiga läbi ja

määrasime kindlaks järgmise marsruudi: sõita rongiga Taškenti ja sealt edasi Fergana oru idaossa. Enne Andižani pidime lahkuma rongilt ja sõitma kalessidel lõuna suunas piki Aravani jõge. Alai aheliku jalami juures oli ette nähtud pöörduda piki orgu läände kuni Utš-Kurgani asulani, siis liikuda üles piki Isfairami jõge, läbi vaadata mõned külgorud ja tagasi tulla Fergana linna. Sõit pidi meid tutvustama Fergana oru lõunaosa geoloogilise ehituse ja omapärase morfoloogiaga. Teel kavatseti vaadelda tervet rida avastatud maagileiukohti, mis illustreerivad Alai mäeaheliku mineraloogiliste protsesside iseärasusi, ja samuti ka rida maagistumise tunnustega karstikoopaid.

„Kui palju aega kulub selleks sõiduks?” küsis Aleksandr Jevgenjevitš.

„Poolteist kuud.”

„Ei, see pole võimalik. Ma pean juba mai lõpul olema põhjas. Meil tuleb kiirustada, et toime tulla kolme nädalaga!”

Hiljem harjusime selliste repliikidega ja kohandusime Aleksandr Jevgenjevitši rahutu iseloomuga, kes ühe hooaja vältel kavatses osa võtta sõitudest Nõukogude Liidu mitmesugustesse osadesse, kuid tookord tundus kiirustamine meile asjatuna ja marsruut nii lühikese ajaga teostatamatuks.

Meie ühine teekond toimus 1924. aastal, üsna aprilli lõpus. See oli Aleksandr Jevgenjevitši esimene sõit Kesk-Aasiasse.

\*

Vedur huilgas venivalt ja rong hakkas liikuma. Kiiresti vilksatasid meist mööda Moskva ümbruse suvituskohad. Juba ületasime Moskva jõe Golutvini kohal. Pärast talvist rasket tööd umbses ruumis ja linna närvilises õhkkonnas hingasime rõõmuga põldude õhku.

Selle lühikese aja jooksul jõudis Aleksandr Jevgenjevitš juba tutvuda kõigi vagunikaaslastega. Kõigilt päris ta millegi üle ja kõigile jutustas ta midagi. Selles avaldus tema väsimatu ja pulbitsev iseloom.

Varsti pöördus Aleksandr Jevgenjevitš tagasi kupeesse, istus mugavalt lauakese juurde, tõi esile oma tohutu matkakoti, avas selle ja võttis välja hulga raamatuid.

„Aga nüüd asja juurde! Eelkõige määrame kindlaks

päevakorra. Õhtuni tegeleme raamatute lugemisega, kuid alates kella seitsmest kuulame ettekandeid. Algad sina," ütles Aleksandr Jevgenjevitš minu poole pöördudes. „Sinu loeng piirkonna geoloogiast olgu sissejuhatuseks, seejärel aga kuulame teisi matkakaaslasti!”

See oli Aleksandr Jevgenjevitši tavaline tööstiil. Ta ei kaotanud teel olles kunagi aega ja eriti viljakalt kasutas ta seda vagunis, kus keegi ei saanud teda tööst eemale kiskuda.

Võtsime meile ettenähtud raamatud ning süvenesime lugemisse. Aleksandr Jevgenjevitš vaatas raamatud läbi suure kiirusega, tehes märkmeid servadele ja väljakirjutusi kaantele. Läbivaadatud raamatute virn tema kõrval kasvas järjest. Aeg-ajalt astus ta akna juurde ja silmitses kaua möödavilksatavaid vaateid, siis asus jälle töö juurde.

Moskva ja Volga basseini vaheline teekonnaosa möödus meil töötades peaaegu märkamatu. Rong kord tõusis aeglaselt piki laiu jõeorge veelahkmetele, kord veeres kiiresti allamäge. Metsasalud vaheldusid põldudega. See oli tüüpiline Kesk-Venemaa maastik.

Kui kõik olid juba üsna väsinud, algas mitmesuguste küsimuste esitamine Aleksandr Jevgenjevitšile, kes nendele meelsasti vastas. Tema ümmargusel näol mängles seejuures püsivalt naeratus. Kõrgele tõstetud kulmud andsid ta näole mõnevõrra küsiva ilme, tarkades elavates silmades aga sädeles alati huumor.

Sel ajal oli Aleksandr Jevgenjevitš väga haaratud tööddest pegmatiitide ja vääriskivide alal.

Ta ütles meile: „Kivi on alati minu üle valitsenud, minu mõtete, soovide ja isegi minu une üle... Mingi lapselik armastus kivi vastu, selle ilusa puhta, korralikult peale kleebitud numbri ja puhta etiketiga varustatud kristalli vastu; hiljem nooruslik vaimustumine kivi ilust. Paljude aastate vältel möödus tuhandeid ja kümneid tuhandeid karaate teemante minu silmade eest, võludes mind oma kiirgava läikega ja teemandi tekkeloos seadused tundusid mulle maailma suurimate saladustena; huvi teemandi vastu asendus huviga Elba, Uraali ja Taga-Baikali pegmatiitsoontes esineva akvamariini, mäekristalli ja topaasi vastu. Mulle tundus, et just siin, nende dekoratiivkivide keerukas tekkeloos, nende suguluses ja sidemeis sadade teiste haruldaste mineraalidega peituvad meie teaduse suurimad saladused. Kivi oma keerukais assotsiatsioonides — oma sise-

mises loomuses ja oma pikas ning keerukas tekkeloos — täitis kogu mu elu.”

Väsinud ja üleküllastunud muljeist, heitsime võrdlemisi vara magama.

Järgmine päev möödus juba kindlaksmääratud korra järgi. Öhtu eel ületasime Volga. Oli suurvee-aeg ja jõe kogu vasakpoolne kallaskallas oli suures ulatuses üle ujutatud. Puutüved kerkisid otse veest, kuna metsa kohal valitses kõrvulukustav lindude sädin.

Mida kaugemale itta, seda lopsakamana näis rohelus, seda eredamalt ja rõõmsamalt paistis päike. Varsti sõitsime läbi Orenburgist (praegune Tškalov), kust pöördusime järsult lõunasse. Maastik võttis sootuks teise ilme ja me jätsime hüvasti viimaste jõeluhtadel kasvavate metsatukkade ja saludega. Algas ääretu stepp — see oli alles päris roheline, vaevalt-vaevalt hõbedane sulgrohust. Aeg möödus kiiresti. Märkamatu lähenesime Uraali lõunapoolsetele harudele — Mugodžari mägedele. Raskelt puhkides tassisid kaks vedurit meie rongi hiigelkoosseisu mäekurule. Selle ületanud, kihutas rong peadpööritava kiirusega mäest alla lõunasse, kus meie ees laius tõeline kõrb. Vaguniakendest paistis ääretu, tasane maa-ala, kaetud punaka saviga, mille pinnal kasvasid siin-seal stepirohu põõsad või paistsid okasmaltsa punakad jämedad varred.

Kuumuse tõttu vaibusid kõnelused päeva ajal peaaegu täiesti, kuid see-eest muutusid nad elavaks öhtul, kui stepist hakkas puhuma jahe tuul ja kui päikese veripunane ketas veeres aeglaselt silmapiiri taha. Siis lakkas kõrb olemast elutu: telegraafipostidele ilmus suuri, laisalt tiibu sirutavaid suliskiskjaid ning arvukatest urgudest ronisid välja närijad värsket õhku hingama.

Uimastena harjumatu kuumusest ja väsinutena alalist tegelemisest raamatutega, pöördusime uuesti küsitlustega Aleksandr Jevgenjevitsši poole. Taas tulime tema lemmikteemade juurde pegmatiidoosidest ja vääriskividest. Innukalt jutustas ta meile tema poolt mitmeis NSV Liidu piirkonnis külastatud pegmatiidiväljadest ja sel alal teostatud uurimistest.

Kõneldes oma töödest pegmatiitide alal, meenutas Aleksandr Jevgenjevitsš alati oma õpetajat ja sõpra V. I. Vernadskit. Ta ütles: „Tõenäoliselt võlgnen ma oma rändamiskire eest suurel määral tänu V. I. Vernadskile. Teil puu-

dub kujutlus, kui liikuv oli Vladimir Ivanovitš. Kergesti innustuva inimesena lahkus ta väga kiiresti ja vahel täiesti ootamatult oma asukohast, et sõita sinna, kuhu teda kutsusid tööhuvid. Mind sidusid temaga paljud ühised sõidud ja ekspeditsioonid Uraalis, Altais, Taga-Baikalis, Krimmis ja Moskva ümbruses.”

„Mis võib olla kaunim ja eredam armsa ja suurepärase õpetaja kujust? Ma meenutan neid aastaid alati oma elu parimate päevadena. Ma olen uhke sellele, et võisin elada tema läheduses ja töötada tema juhtimisel.

Vladimir Ivanovitš armastas kõige rohkem Lõunat — Ukrainat, Dnepri avarusi, Krimmi, Kesk-Aasiat. Me külastasime koos temaga Uraali selle põhjapoolseist ahelikest kuni Lõuna-Uraalini, kus Sanarka sulgrohustepides Vladimir Ivanovitš kogus monatsiidi kullakarva terakesi ja kus imekaunis Ilmeni mägedes algasid tema varasemad ekspeditsioonid, raskesti ligipääsetava Kesk-Uraali taiga viletsaid poriseid teid mööda aga tungis ta kuulsatesse Lipovka ja Murzinka pegmatiidirajoonidesse. Teda huvitasid ka Taga-Baikali Selenga Dauria pehmekontuurilised uvaalid ja soppkad, Altai oma eelmäestike maagipiirkondadega, alates Irtõši allikatest kuni Omskini, ja Kesk-Aasia.

Vladimir Ivanovitš on silmapaistev loodusteadlane, kelle õpetajaks ja uute ideede loojaks ei olnud kabinet ega isegi laboratoorium, vaid loodus ise. Noortele teadlastele-loodusuurijatele on Vladimir Ivanovitši elu ja looming suurepäraseks kooliks. Loodust on vaja tunda ja armastada nii, nagu armastas tema.”<sup>1</sup>

Varsti jätsime selja taha Saksaulskaja jaama ja rong hakkas lähenema liivakõrbele, mis kandis nime „Barsuki”. Sõitsime mööda väikesest pooljaamast<sup>2</sup>; aeglaselt, puhvritega logistades ja kriuksudes veeres rong loogeldes keset põosastikuga kaetud liivakõrgendikke. Sel hetkel märkasime, et üle raudteetammi liikusid tohutute massidena mingisugused putukad. Läksid rändrohutirtsud, kes hakkasid isegi lahtiste vaguniakende kaudu sisse lendama. Rändrohutirtsude mass muutus üha tihedamaks ja tiheda-

---

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. Жизненный путь академика В. И. Вернадского. Записки Всесоюзного минералогического общества, ч. XXV, № 1, 1946, стр. 5—24.

<sup>2</sup> See oli aastal 1924. Nüüd asub siin suur raudteesõlm.

maks. Me tundsim, et rong aeglustas käiku ja vedur tõmbas kuidagi tugevate nõksakutega, kuna rattad aeg-ajalt paigalt liikumata keerlesid. Liikuvad rohutirtsud viisid meie tähelepanu tardunud liivamere pildilt eemale. Veduri tõuked ja nõksakud kordusid üha sagedamini ja sagedamini. Lõpuks kaksas vedur eriti tugevasti ja pagas, mis lebas ülemistel riulitel, kukkus alla. Äkki saabus vaikus. Rong jäi seisma, sest liikuvate rohutirtsude mass osutus vedurile ületamatuks takistuseks — paigalt liikumata keerlesid ta rattad lakkamatult ringi ja ta saatis välja suuri aurupilvi. Alles pärast pikemat vaheaega hakkas vedur uuesti aeglaselt meie rasket rongi sikutama.

Järgmine päev leidis meid täiesti teistsuguses maastikus. Raudteetammist kuni vaatepiirini venisid paremal ja vasakul lõputud pillirootihnikud. Ainult harva andis pilliroog ruumi sogase vee vooludele, mida Sõr-Darja jõgi kohale kandis, rajades endale teed läbi kõrkjaid täis kasvanud madalate alade. Siin ja seal istusid raudteetammil paarikestena ereda sulgkattega faasanid, peites end rongi lähemisel kõrkjaisse. Väikestel maalapikestel vee lähedal paistis kohati kalapüügiga tegelevate kirgiiside jurtsid. Kõikjal andis ennast tunda vee lähedus: jaamades müütati hulgaliselt igasugust kala — rammusaid praetud karpkalu, sägasid ja teisi.

Teekond piki Sõr-Darjat kestis terve päeva. Kui kõrkjatihnikud lõppesid, algas tasane lössistepp, kuna vasakul kerkis silmapiirile Kara-Tau madalavõitu mäeahelik.

Steppi asendasid kirevavärvilised künkad. Tee kulges nende vahel mööda tohutuid raudteekaevameid. Tundsim, et hakkame taas mägedesse tõusma. Seekord ületas rong Tjan-Šani loodepoolseid mäestikuharusid, millede taga asus Taškendi oas. Kui rong, loogeldes mägede vahel, oli ületanud mäekuru Daravazi jaama juures, avanes meie pilgule võrratu smaragdroheline org hiiglasuurte püramiidjate paplitega. Üha sagedamini võis näha ehitusi savi ja õlgede segust. Puudesalgad muutusid tihedamateks, nende lähedal nirises alati vesi, mis oli siia juhitud mägijõgedest kunstlike niisutuskraavide — arõkkide — kaudu. Rong kihutas keset valmivast urjukist (aprikoosidest) tulvil viljapuuaedu ja väikesi saviehitustega asulaid.

Jõudsim Taškendi jaama. Siin oli ette nähtud ümberistumine postirongile, mis suundus Fergana orgu.

\*

Jaamas võeti meid vastu ja aidati ümber istuda postirongile, mis juba seisis jaamaesisel. Reisijate hulgas olid ülekaalus usbekid heledates halattides ja tibiteikadega peas. Harva vilksatasid nende keskel naised, kelle näod olid kaetud tšatšvaniga — hobusejõhvist valmistatud tiheda võrguga. Käesoleval ajal on nõukogude võim usbeki naise sellest alandavast ja ebamugavast rõivastusest vabastanud.

Huviga vaatasime akendest välja, püüdes öistes piirjoontes tabada selle meile uue maa iseärasusi. Kuid juba saabus tõeline pime lõunamaine öö. Taevas oli kaetud eredate tähtedega. Rong peatus sageli... Jaamad võtsid meid vastu võõrapärase müra ja jutukõminaga, jättes juba eemalt eksootilise mulje oma basaarikeste ja neid eredalt valgustavate laternatega, millede värisev leek valgustas karagatšide ja paplite kummalisi kontuure. Puude all toimus elav kaubitsemine iga liiki toiduainetega. Ent väsimus võttis võimust ja peagi me uinusime.

Tõusva päikese kiired leidsid meid kõiki jalul. Koos Aleksandr Jevgenjevitšiga vaatasime huviga vaguniakendest välja, olles üllatatud ebaharilikust maastikust. Meie ees laotusid puuvillaväljade korrapäratud riskülikud nende ümber istutatud lühikeseks pügatud pajude ja mooruspuudega. Siin-seal vilksatasid usbekkide savi ja õlgede segust ehitatud talumajad, mis olid ümbritsetud kõrgete, väikesi kindlusi meenutavate umbsete müüridega — duvaalidega. Kaugel eespool aga, üsna vaatepiiril, kerkisid võimsa Alaï mäeaheliku eriskummaliselt lõhestatud piirjooned. Tema tipud olid kaetud lumega ja roosatasid õrnalt hommiku-päikese kiirtes.

Elu oli juba ärkamas: tolmustel lössilistel teedel liikusid salkadena ratsanikud hobustel ja eeslitel, suundudes jaamade juures asuvatele turgudele. Ootamatult ilmus kuskilt hiiglasuurte, inimesest kõrgemate ratastega arbaade rodu. Autosid oli tol ajal alles väga vähe. Ühele jaamale lähenedes nägime lahoonete juures rahulikult lebavaid kaameleid koorma pealelaadimist ootamas.

Üksteise järel vilksatasid kiiresti mööda väikesed valged ühekorruselised Kesk-Aasia raudteejaamad, uppudes tihedasse rohelusse. Kõikjal kostis neis inimhäälte suminat, mis segunes eeslite röökimise, hobuste hirnumise ja kaamelite läbilõikava karjumisega.

Rong oli juba selja taha jätnud Gortšakovo jaama, kust

harutee läheb Fergana linna; lähenes meie raudteereisi lõpp-punkt. Viimaks väljusime väikeses jaamas vagunist ja kandsime kiiresti oma koguka varanduse jaamaesisele.

Meid võtsid vastu geoloogilise otsimissalga töötajad, kes olid edasiseks matkaks varunud mõned kalessid. Lahkusime jaamast keskpäeva paiku. Algul sõitsime mööda usbeki asulat — kišlakki — Kuvat, mis laius paljude ruutkilomeetrite suurusel maa-alal. Asula kõik tänavad olid enam-vähem ühetüübilised: majade tänavapoolsed seinad olid umbsed, sest aknad ja ukSED suundusid siseõue poole. Iga maja ühes tema juurde kuuluva aiaga eraldas teistest savi ja õlgede segust ehitatud müür; ainult väikesed ukSED ja tihedasti suletud väravad viisid üksikutesse majadesse. Tänavate monotoonsusse tõid elevust mošeed oma palkonite ja niššidega, mille sisemised küljed olid kirjuks maalitud, või väikesed teemajad, mis üllatasid oma rahvarikkusega. Oli pidupäev ja näis, et kogu kišlaki meeselanikkond istub tšaihanaades ja joob teed.

Mošeede ja tšaihanaade lähedal vulisesid arõkid. Nad toitsid mitte ainult põlde, vaid ka kišlakide rohelist puiestikke. Eriti ilusad olid hiiglasuured tumedad karatšid, mis andsid tihedat varju, ja kõrgete ning sirgete paplite grupid.

Aleksandr Jevgenjevitš tuletas meile meelde, et Kuva asulas leiduvad salpeetrikingud, mis võimaliku salpeetriallikana äratasid tähelepanu esimese maailmasõja ajal. Otsustasime kinkusid vaadelda. Dehkaanid võtsid siit tavaliselt mulda põldude väetamiseks.

Voorimehed toimetasid meid suurele lahtisele, paplitest ümbritsetud täisnurksele platsile. Selle põhjapoolses osas kerkisid lössikingud, millede pind kandis tugevaid kaevamisjälgi. Kunagi minevikus oli see olnud tohtu loomade karjaaed-kindlus, mida kasutati loomade peatuskohana. Salpeetri moodustumine oli tingitud suurte loomamasside kestvast kohalviibimisest ja kuivast kliimast, mis kogunenud sooli — jäätmete bakteriaalse muundumise tulemust — hoidis väljauhtumise eest.

Aleksandr Jevgenjevitš kõndis vaikides kinkudel, mis kohati olid kaetud soolalöövetega. Tema tallad vajusid soolastunud lössikoorikust kergesti läbi, jättes järele suuri jälgi. Maipäikese eredate kiirte all oli talumatult palav.

„Jaa, jaa,“ lausus Aleksandr Jevgenjevitš vaigse häälega, „see kõik on palava kontinentaalse kliima taga-



*Karagatš iidse mošee õues.*

järg. Te tunnete, kui võimas on päikesekiirte vool, kui tugevasti pinnas on soojenenud. Seepärast on ka arusaadav, miks pinnaselised soolalahused nii hoogsasti maapinnale peavad tõusma, olles mõjutatud pindkihi kõrgest temperatuurist.”

Kinkusid hoolikalt vaadelnud, otsustasime puhata karagatšide varjus ja einestada lähedalasuvas tšaihanaas. Pärast maitsvat ja rikkalikku lõunaainet veidi puhunud, istusime kalessidesse ja asusime teele.

Kišlaki piiridest välja jõudes äratasid meie tähelepanu tema purustatud ääreosad.

„Mitte väga ammu määratsesid siin basmatšid,“ sõnas meie voorimees, „ja oli sagedasti lahinguid. Me ei armasta neid paikasid, sest alati meenub meile, kuidas basmatšid varemete tagant tihti kalesse tulistasid.“

Kišlaki taga jõudsime ootamatult tõelisse kõrbesse, sest teisiti ei saanud nimetada seda täiesti paljast, peaaegu taimestikuta ning ümardunud rahnude ja veeristega kaetud maastikku, mis kerkis meie silmade ette. Terav kontrast sundis meid erilise jõuga tajuma, kui suurt tähtsust omab Kesk-Aasias vesi. Seal, kus on vett, tekivad oasid, seal aga, kus vett on vähe, valitseb kõrb.

Järk-järgult hakkas tee tõusma väikesele paljale uvaalile, mis tervenisti koosnes ümardunud rahnudest, liivast ja lössist. „Adõõrid<sup>1</sup>,“ sõnas meie voorimees, näidates neile kurbadele küngastele. Adõõride ahelikult avanes uus imetlusväärne vaade: ees laius jälle oas, mille tume roheline kutsus esile mere illusiooni. Tagaplaanil kerkisid hallid, mustad, kohati punased ja lillad, korratult kuhjunud künkad ja mäed, päris kaugel aga sätendas kaunitar Alai igavene lumi. Sõitsime oasi ja jälle laotusid meie ees puuvillaväljade ristkülikud ning kišlakid nende ümber istutatud puudega, jälle vulisesid arõkid, kord suured, jõgesid meenutavad, kord üsna väikesed. Põldudel töötasid vööni paljad, pronksivärviliseks päevitunud töökad dehkaanid, teostades puuvilla esimest muldamist.

Mõnetunnise teekonna järel jõudsime puhaste valgete majadega ukraina asulasse, kus majade ees väikestes aedades kasvasid traditsioonilised päevalilled ja kassinærid. Meid ahvatles tänava kohal kroonidega kokku kasvanud plataanide tihe varjustik. Küläs tegime kahetunnise peatuse, sõitsime hobuseid ning einestasime ka ise. Siis liikusime edasi.

Maastik kandis ikka endist silmale juba tuttavat ilmet; piki teeäärt voolasid võimsa arõki veed, toites kogu Marhamati oasi. Arõki läheduses kasvasid lühikeseks-pügatud okstega pajud.

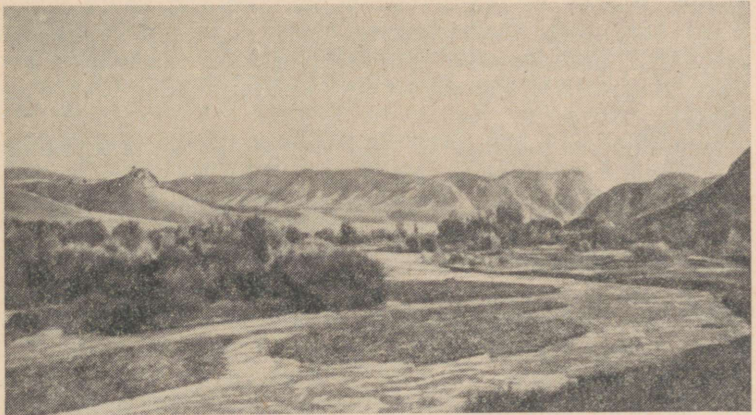
Põldude roheline raamistiku tagant hakkasid lõunas paistma süngete kõrgete kaljuharjade teravad ning kumma-

---

<sup>1</sup> Selliselt nimetab kohalik elanikkond neid künklikke eelmäestikke.



*Tšaihanaa ühes Fergana oru asulas.*



*Aravani jõe org tema keskjooksul.*

lised piirjooned, seistes üksikutena nagu laevad tasase roheluse merel.

Põhja pool paistsid neli väiksemat mäeharja, moodustades esimese joone, mille taga kerkis teine, peamine, koosnedes kolmest harjast. Suurimatel neist — Tšil-Mairami ja Tšil-Ustuni massiividel — on suhteline kõrgus kuni 800 m. Kolmandas, lõunapoolseimas reas asetseb üksainus mäehari (Kaklik-Utšar). Kõiki neid mägesid tuntakse kirjanduses „Oši mägede” nime all, mis on tuletatud Oši linna nimest.

Pöördusime peamagistraalilt mingile tihedalt põõsastunud kõrvalteele. Pidurdatuna allarippuvatest okstest tõusid sõidukid järk-järgult edasi märke. Tee suundus väiksele mäekurule. Maastik muutus jälle. Küngaste nõlvadel paistis kohati kihitatud kivimeid, paljandusid sünged mustad kaljud, olles tunnistajaiks siin kunagi toimunud laava väljavoolamisest. Mäekurult avanes vaade Aravani jõe orgu, mis oli kaetud aprikoosiaedadega. Usbeki kišlakkide asemel paistsid eespool kirgiisi majade üksikud grupid; majad seisid täiesti lagedal ega olnud ümbritsetud müüriaga.

Ootamatult kerkisid Aravani jõe idapoolsel kaldal meie ees Tšil-Ustuni ja Tšil-Mairami tumedad kaljused ahelikud. Nagu saared olid nad ümbritsetud laia võimsa rusukallete võõndiga, mis kaljuseid mäeharju enda alla mattis. Selle võõndi paksus ei olnud vähem kui veerand saare suhtelisest kõrgusest. Isemattumise protsess ja pideva kaljuse mäeharja muundumine selgestinähtavaks küngaste jooks on eriti hästi täheldatav Tšil-Ustuni aheliku idapoolses osas.

Lubjakivised mäeharjad olid horisontaalse tasapinnaga just nagu ühetasaseks lõigatud. Kihtide väga järsust kallakusest hoolimata on nende tipud täielikult tasandatud, mistõttu neil on kitsaste pikkade laudade kuju, mis on välja venitatud kihtide rõhtsuunas läänest itta.

Haaratuna sellest vaatepildist, ronis Aleksandr Jevgenjevitš kalessist välja ja plõksutas oma väikest fotoaparaati. Peagi laskus tee Aravani jõe, mis kandis oma vett kiiresti põhja suunas, Fergana oru keskpaiga poole. Vahel org laienes pisut, võimaldades tasast pinda kasutada viljapuude istutamiseks. Kohati ta ahenes, olles tõkestatud lubja- või kiltkivikaljudest, mis ulatusid otse veejooni.

Oli juba õhtu, kui lahkusime orust ja hakkasime tõusma

tema järsku vasakut nõlva mööda. Päevane kuumus rau-  
ges ja mägedelt puhus jahe tuul. Eespool kerkisid rohelise  
rohu ja erepunaste moonidega kaetud künkad. Sedamööda,  
kuidas künkad jõeorust eemaldusid, liitusid nad üha enam  
üksteisega, ühinedes lõpuks kõrgplatooga.

Muutus päris pimedaks ja edasisõit oli raskendatud.  
Tuli ööbida tee ääres, imetorelal õitsval moonipõllul. Öö  
möödus rahulikult, kuid oli külm.

Vaevalt hakkas koitma, kui Aleksandr Jevgenjevits meid  
äratas. Ta ootas kannatamatult lähimale mäetipule roni-  
mist, et kiiremini nautida Alai põhjapoolsete eelmägede  
võlu. Värske hommikune briis, mis puhus mäeaheliku  
lumistelt tippudelt, ergutas meid ja kihutas tagant. Mäe-  
tipult avanes igasse külge suurepärase vaade. Põhja pool  
tõmbasid endale tähelepanu adõõride hallikas-kollased ühe-  
taolised lained, mis järk-järgult laskusid oru keskosa  
poole. Nende elutu mass katkes järsult, nagu läbi lõiga-  
tuna rannajoonega, mille taga laius lõputu tume sinakas-  
roheline kaugus, mis tundus merepinnana. Mitte kaugel  
sellest „rannast” paistis süngete ja kaljuste, kitsaste ja  
kõrgete „saarte” ahelik imetlusväärset ühekõrguste, laud-  
tasaseks lõigatud harjadega ning peaaegu täiesti püstlood-  
sete nõlvadega. Mõned neist olid säilitanud kunagise oma-  
vahelise ühenduse madalate tammide näol, teisi ümbritse-  
sid igast küljest tumedad „väinad”. Seda maastikku vaa-  
deldes oli raske vabaneda mõttest, et tal on saarestiku  
iseloom.

„Pange tähele,” ütlesin kaaslastele, „et murenemisjõud  
püüavad nende süngete mäeharjade laudasaseid pindasid  
hävitada. Laudjad vormid pärinevad nähtavasti mingist  
teisest, praegusele eelnenud ajastust. Tol ajal pidid valit-  
sema sellised tingimused, mis soodustasid Aravani ja  
temast ida pool oleva Ak-Bura jõe vahel asetseva täiesti  
silendatud lava kujunemist. Samasugust horisontaalset  
pinda mööda olid ära lõigatud meie poolt nähtud mäe-  
harjad.

Vaadake nüüd lõunasse. Teie ees paistavad Alai mäe-  
aheliku võimsad põhjapoolsed astangud ja nende taga  
lumised tipud. Nende morfoloogias äratub tähelepanu tasa-  
selt sisse lõikunud, nende sisemisele ehitusele täiesti mitte-  
vastav astang, mis suures ulatuses mäeaheliku nõlvakuid  
vööndab. Teravasti eraldub ta tugevasti liigestatud,  
lumiste tippudega Alai mäeharja taustal. Võrreldes sellega

Alai kõigi lõunapoolsete lavade ja astangute ehituse põhilisi jooni, võib teha järgmisi järeldusi: kõigile neile vormidele on omane ühesugune äralõigatus ja ühetaoline nivelleering. Selle lõikepinna absoluutne kõrgus on põhjas umbes 1300 meetrit merepinnast ja Alai astangul umbes 2600 meetrit. See kõrgus on ühesugune ida-lääne suunas, muutub aga risti sellega, suurenedes põhjast lõunasse. Tähelepanu äratav pinna järsk tõus 1300 meetri võrra piki astangu serva, mis on tingitud ida-lääne suunalisest murrangust. Lavasaarte pinnad, millel me seisime lõunapoolisel astangul, kujutavad endast ühe ja sama denudatsioonitaseme osi, mis kujunes mesozoolise aegkonna lõpul pärast Alai peamist mäetekkelist perioodi. Hiljem tükeldati ta murrangutega üksikuteks vöönditeks, mis nihkusid üksteise suhtes vertikaalsuunas.”

Päike tõusis aeglaselt silmapiirile ja hakkas juba välja libisema platoo idapoolse serva tagant. Me seisime tema poole näoga. Nüüd tulid selgesti nähtavale järsu mäenõlvaku lõhestatud piirjooned ja hästi oli näha ida-lääne suunas sirutuv kaljune lubjakivimassiiv, mis jõe suunas katkes.

Viibisime mäetipul umbes tunni. Ümberringi ärkas elu. Kõrgel meie kohal lendlesid kotkad, allpool tiirlesid saagi jahil olevad raisakullid, kuna tihedas rohus ronisid arvukad kilpkonnad. Joovastav hommikune õhk ergutas, meil oli kuidagi eriti kerge olla ja me ei tahtnudki ööbimispaika tagasi pöörduda. Kuid hobused olid juba ette rakendatud ning voorimehed kiirustasid, et rutem laskuda jõeale hobuseid jootma. Algas raske, lõpmatult pikk laskumine mööda järskede looklevaid ovraage, mis läbistasid lava nõlvakuid jõe suunas. Tuli minna jalgsi ja kardetavatel kohtadel tühje kalesse pidurdada. Me ei taibanud, mispärast meie sõidukijuhid selle asemel, et sõita mööda jõeorgu, tegid hiiglasuure ja — nagu tundus — asjatu ringsõidu suure tõusuga platoole. Ent kui olime uuesti jõeorus, märkasime läbipääsmatut kuristikku, kuhu kandusid jõe veed.

Tundus arusaamatuna, kuidas suutis jõgi endale umbes kilomeetrise läbimõõduga massiivist läbi murda kitsa, kolmesaja meetri sügavuse kuristiku. Kuristiku tekkimise küsimust aitas meil selgitada üksnes geoloogiliste protsesside tundmine.

Kogu see maastik kujutas endast kunagi tasast lava, mille koostisse kuulus ka lubjakivine hari. Lava oli põhja

poole kaldu ja seepärast voolasid veed, mis alla laskusid tema lõunaosas asetsevatelt kõrgetelt mägedelt, meridionaalses suunas. Et lavas ilmnesid suhteliselt aeglased maakerked, mis olid seotud mägede tekkeprotsessidega, ning et Fergana org vajus allapoole, siis löikusid veed lavasse järk-järgult üha sügavamini ja sügavamini. Sel viisil löikus Aravani jõe org vähehaaval massiivi. Hiljem aga, kui jõe veed olid uuristanud küllalt sügava sängi, algas oru külgede intensiivne erosioon, eriti neil kohtadel, kus nad koosnesid pehmemaist kivimeist. Nii paljandus järk-järgult lubjakivine hari, mida põhjast ja lõunast piiravad pehmemad, kergesti ärauhutatavad kildad.

Jõudsimel Aravani jõe kuristiku, nõndanimetatud „Tange” juurde, mis üllatas meid oma grandioossete mõõdetega; tema põhja, kus raevuselt mühisesid jõe veed, ei tunginud päikesekiired isegi palaval keskpäeval. Samal ajal tundus erakordselt ahvatlevana uurida selle kuristiku seinu, mis olid läbi uuristatud arvukatest karstiõõnsustest ja käikudest. Vee lahustav tegevus, mis lubjakivides tekitab tühi-kuid, ilmnes erilise jõuga just siin. Aleksandr Jevgenjevitš, olles vapustatud sellest ülevast vaatepildist, kõndis tasa vilistades kuristiku suudme juures.

„Aleksandr Jevgenjevitš, kas te teate, et siit ida pool asub selle seljaku pikendusel veelgi grandioossem Ak-Bura jõe kuristik? Kõige huvitavam on see, et ühes kohalikus legendis teatud viisil kajastuvad õiged vaated säärase kuristikku tekkimise kohta. Legendi kohaselt tuli piiblikuningas Saalomon vanas eas paika, kus nüüd asetseb Oši linnake, ja leidis seal vaid haletsemisväärse asulakese, mille elanikud silma paistsid oma erakordse vagaduse ning vooruslikkuse poolest, kuid elasid vaesuses. Ta küsis, mis sugust heategu ta võiks neile osutada. Et elanike kõigi hädade põhjuseks oli peaaegu täielik veepuudus, avaldasid nad soovi saada küllaldaselt vett. Siis avanes Saalomoni sõna peale lähim mäeahelik Klun-At ja laskis läbi Ak-Bura jõe, mis seni täitis lõuna pool asetsevat Papani nõgu. Umbes poolteise tunni pärast jõuame selle läänepoolsesse jätku, nimelt Naukati nõkku.”

Tõepoolest, samas Alai aheliku põhjapoolsete eelmägede vööndis esineb rida enam-vähem suletud ja üks teisest eraldatud piklikke nõgusid. Kauges minevikus olid need nõod täidetud kriidiajastu ja tertsiaari setetega, mis hiljem osaliselt hävinesid ja asendusid pärast-tertsiaarsete konglome-

raatidega. Konglomeraadid omakorda uhuti ära jõgede poolt, mis kuhjasid oma setted kokku terrassideks ja moodustasid siin õitsvaid oaase. Need piklikud nõod tekkisid võrdlemisi hiljuti ühe suure, üle kahesaja kilomeetri pikkuse, Alai jalamit ääristanud oru jagunemisel mitmeks väiksemaks oruks. Põhiliselt on see org tektoonilise päritoluga ja teda tuleb vaadelda pikliku alangutsoonina. Perioodiliselt kord uhuti nõgu jõe poolt, kord täitus ta veega, muutudes järveks; sellele võib kinnitust leida, uurides arvukaid terrasse, mis koosnevad munakaist, kohati aga nõo servadel säilinud järvelise päritoluga liiv-savidest.

Kahetsustundega lahkusime jahedast kuristikust ja liikusime kõrvetava päikese lõõmas mööda orgu ülespoole, Naukati asula suunas.

Tee kulges piki jõekallast, kus olid suurepäraselt näha paleozoiliste savikiltade paljandid, mida läbisid diabaaside ja porfüüride daigid. Varsti hakkas org uuesti ahenema: selles kohas lõikus temaga dioriidimassiiv, mille kõvemad kivimid uhtumisele visalt alistusid. Selle taga aga avanes täiesti fantastiline pilt: just nagu ronides dioriidimäele, katsid teda paremalt ja vasakult kriidi ja tertsiari kivimite eredavärvilised kihid. Vaarikpunased, telliskivipunased, violetsed, kollased ja valged värvused moodustasid suurepärase kontrasti meie ees avaneva avara Naukati nõo smaragdse rohelusega.

Hämmastunult peatasime uuesti kalessid ja lähenesime meie ees kerkivatele kipsikaljudele. Nende jalami juures vedeles hulgaliselt griffide (fossilsete austrite) tohtu suuri kivistunud karpe, mõnevõrra eemal aga lebasid päikese käes eredasti sädelevad lumivalged kipsitükid.

Oli juba kaugelt üle keskpäeva. Tuli tõtata asulasse, kuhu meid ajas nälg ja soov puhata.

Orus püsis alles varajane kevad. Teeäartel õitsesid kirevad tulbid ja iirised, aedades aga õunapuud. Viimaks jõudsime Naukati asulasse ja peatusime ašhanaa läheduses, mis tõlkes tähendab „söökla”. Siin proovisime kohalikke toite: pirukaid sibula ja pipraga, katõkiga (hapupiimaga) täidetud pelmeene ning traditsioonilist rasvasest oinalihast ja urjukist valmistatud pilavi. Kõik need toidud maitseisid meile väga, kuid me kannatasime tugevasti punase pipra all, mida suurtes annustes oli toidu hulka segatud. Pipra tarvitamise tagajärjel põlesid suu ja kurk halastamatult,

ning meil oli kogu aeg janu. Pärast einestamist siirdusime tšaihanaasse, kus veetsime tubli tunni, juues kaunitest pialaadest väikeste sõõmudega rohelist teed.

Päevane kuumus oli juba järele andnud ja me võisime asuda teekonna jätkamisele. Sõitsime lääne suunas piki mäeaheliku jalamit. Tee kulges keset lakkamatuid aedu. Korduvalt ületasime rõõmsasti sulisevaid jõekesi ja arõkke — vett tundus kõikjal olevat külluses. See oli suurepärase sõit, mis pärast eelmise päeva raskusi võimaldas meile teenitud puhkuse.

Õöseks jäime peatuma teeäärsesse tšaihanaasse, mis asetses oru läänepoolsel serval, seal, kus iidsete konglomeraatide võimsad keeled eraldasid oru vaheseinaga järgmisest, veel läänepoolsemast nõost. Me heitsime pilliroost mattidele — berdaanidele.

Aleksandr Jevgenjevitš tõmbas kuuetaskust paberisse mähitud proovi ja näitas seda meile.

„Seni kui teie püüdsite tungida „Tange” kuristikku, leidsin ma selle. Kas tunnete, kui raske on see proov?”

Võtsime proovi uudishimulikult kätte ja hakkasime seda vaatlema.

„See on ju tükk stalagmiidikoorigut barüüdikristallidega. Kust te selle leidsite?”

„Ühe koopa avausest, millele poolest lubjakiviahelik on nii rikas. Selliseid omapäraseid nõrelisi moodustisi näen ma esmakordselt, kuigi oma eluajal olen külastanud paljusid mitmesuguseid koopaid Krimmis ja Karlsbadi ümbruses.”

Vestlus kandus üldiselt koobastele, nende tekkeloole ja sellele, missugune tähtsus on neil teaduses ja praktikas.

„Uurige tingimata neid koopaid,” ütles Aleksandr Jevgenjevitš. „Mis võib olla suurepärasem ja huvitavam koobastest. Kitsas loogeline sissekäik on pime ja niiske; järk-järgult kohaned väriseva küünlavalgusega. Käigud venivad ja hargnevad, kord ootamatult laienedes terveteks saalideks, kord laskudes järsult alla, kord katkestudes kuristikega, kord muutudes kitsasteks lõhedeks. Köied, konksud, nõõrredelid, miski ei aita jõuda tundmatute sügavusteni ja maa-alust labürinti lõpuni uurida. Mulle meenuvad selgesti lapsepõlve hulkumised Krimmi koobastes; koobastes seguneb nahkhiirte tiibade sahin, langevate tilkade vaikne ühetooniline heli ning jalge alt lahti murdu-

vate kivide tume mürin; kaua-kaua veerevad need kivitükid tundmatuisse sügavusisse ja kuskil kaugel kostab vee sulinat — seal on järv, maa-alused jõed, joad. Te jääte kõiki neid maasügavuste hääli kuulatama, püüdes neid mõista.”

Lebades mattidel, arutasime kaua, kuidas organiseerida koobaste otsimist ja uurimist, millele tähelepanu pöörata ja missugustele lubjakivimassiividele keskendada oma tähelepanu.

Järgmisel päeval tõusime väga vara nagu ikka ja asusime teele, kui hakkas vaevalt valgenema. Varsti pöörduisid meie kalessid peateelt kõrvale, suundudes mägede jalamile. Oru laius ei ületanud sel kohal 6—8 kilomeetrit, kuid selle maa läbimiseks kulus meil üle kahe tunni. Viimased, kõige raskemad kilomeetrid sõitsime ilma teerajata, otse väikese, kuid väga kiirevoolulise, mägedest voolava jõe sängi mööda. Kalesse maha jättes läksime seejärel jalgsi mööda hästitallatud teerada edasi.

Jõeorg ahenes üha. Eespool kerkis lubjakivimassiiv, mille nõlvadel lasusid hiiglasuured kivised rusukalded. Massiivi jalam oli kaetud mitmesuguste põõsastega: õitsvate roosade ja kollaste kibuvitsade, kukerpuude ja väikeste, metsikult kasvavate mandlipuukestega. Kõrgemal aga klammerdusid kaljude külge kadakad — artšaad. Jalgte lähenes tihedalt lubjakivikaljule. Astusime süngesse kuristikku, mis oli lõikunud lubjakivisse ja kus mühisedes kobrutas vesi, summutades häältekõminat. Valides looduslikke karniise ja terrasse, kulges jalgte kord üht, kord teist kallast mööda. Need väikesed teosad olid üksteisega ühendatud kõikuvate puusillakeste abil, mida katsid ristpalgid. Kahe kilomeetri ulatuses loendasime kokku umbes viisteist purret. Kuristikust väljudes peletasime lendu suure parve meikaid, kes elutsesid kaljudesse söövitunud arvukates koobastes ja niššides. Jättes lubjakivid selja taha, jõudsime päikesest heledasti valgustatud aasale. Org muutus uuesti avaraks. Eespool paistis paplite salku ja väikesi aprikoosiaedu. Jõel aga, vett kõrvale juhtiva arõki juures, seisis väike vesiveski. Taamal võis näha väikestel põllulappidel töötavaid kirgiise. Meid nähes heitsid nad oma kõplad kõrvale ning tulid meie juurde juttu vestma. Algas vastastikune küsitlemine. Kirgiisid huvitusid sellest, kust tuleme ja kuhu läheme. Meie omalt poolt, näidates neile mitmesuguste maakide tükikesi, küsisime, kas nad on

sarnaseid kive mägedes näinud. Ühele neist, kes istus kaksiratsa eesli seljas, tundus näidatav kivi tuttavana. Ta keerutas seda hoolikalt uurides kaua aega käes. Siis hakkas ta kiiresti kõnelema, osutades proovi hoidva käega oru ülemisele osale. Me saime ainult mõnest tema sõnast aru. Jutt oli nähtavasti mingisugustest koobastest-kaevamitest.

„Aleksandr Jevgenjevitš, me avastasime need koopad juba läinud aastal, kuid ei suutnud tookord otsusele jõuda, kas nad on kunstlikud või looduslikud. Kui uskuda kirgiise, siis on need muistsed kaevandused, kuid meile tundub, et tegemist on ikkagi ainult karstimoodustistega.”

„Noh, vaatame, vaatame. Näidake teed.”

Hakkasime üles ronima mööda kaljurahnudega üle külvatud järsku nõlvakut. Aleksandr Jevgenjevitš vaatles kogu aja tähelepanelikult rahne, peatus aeg-ajalt ja lõi vasaraga kivimite küljest tükikesi.

„Kõikjal on märgata tugeva ränistumise tunnuseid,” ütles ta. „Lubjakivid on kohati täiesti asendunud räniga, kuna kiltkivide vahele on imbunud kvartsisoonekesi. Tõenäoliselt on ráni maapõuest välja kandunud kuumades vesilahustes.”

Ja nagu tema mõtet kinnitades juhtis keegi meist tähelepanu hiiglasuurele pangasele, mis kujutas endast kvartsiga tsementeeritud nurgeliste teradega purdkivimit. Selles tsemendis paistis kohati fluoriidikristallikesi ja maakmineeraalide litreid.

„See on ju tõeline maagibretšia,” hüüdsime kooris.

Nüüd oli kõigile selge, et ränistumisprotsess, millest Aleksandr Jevgenjevitš kõneles, on samuti nagu maakmineeraalide tekkiminegi kuumade („termaalsete”) vete tegevuse tulemus. Need veed esinevad tavaliselt seal, kus maakoarde tunginud magmakolded asetsevad maapinna lähedal. See leid valgustas hoopis teises valguses nende koobaste tekkimist, millele me lähenesime. Võrdlemisi kiiresti jõudsime lähima koopa suudmeni ja ronisime sisse. Seal oli pime ja niiske. Tuli süüdata küünlad. Aleksandr Jevgenjevitš, kes omas erakordset vaatlusvõimet, juhtis peagi meie tähelepanu koobaste seintel nähtavatele täkele.

„Näete — see on ju muistsete mäekaevurite töö ja sugugi mitte karstitekke nähtus.”

Kui olime lõpetanud esimese koopa vaatlemise ja sellest

väljunud, leidsime varsti koopa suudme juures rusukalletes halvasti põletatud savinõude kilde ja kivist vasaraid, koopa jalami juures väikeses praos aga isegi roostetanud raudkiilu, mis sarnanes suure naelaga. Kõik need leiud kinnitasid vastuvaidlematult, et koopad olid iidset kaevandused.

Hiljem leidsime korduvalt iidseid kaevandusi-koopaid, milledest suurem osa kuulus ligikaudu X—XI sajandisse meie ajaarvamise järgi, s. o. ajajärku, kus Kesk-Aasia oli araablastist vallutajate võimu all.

Alles õhtuks pöördusime tagasi oma kalesside juurde. Kui olime välja jõudnud suurele teele, tegi Aleksandr Jevgenjevitš ettepaneku edasi sõita. Aeg oli talle väga kallid ja öise sõiduga lootis ta ühe päeva kokku hoida. Nõnda toimis ta tavaliselt iga matka lõpul, alata töötempot juurde lisades, sageli puhkuse ja une arvel.

Hommiku eel tõid kalessid meid Isfairami jõe orgu.

Koidikul sõitsime mööda kaunist, alles ärkavast Utš-Kurgani kišlakist, mis asetses jõe mõlemal kaldal.

Sogased veed kandusid kiiresti oru keskele; oli alanud liustikkude sulamine, vesi tõusis, toimus oru külgede intensiivne erosioon ja mulla ning kivimite väikeste osakeste ärauhumine.

Isfairami jõgi voolab meridionaalses suunas. Ta löikab risti avamusele kihte, mis moodustavad Alai mäeaheliku põhjapoolse tiiva. Seetõttu avanes mööda jõeorgu liikumisel hea võimalus mäeaheliku geoloogilise ehituse uurimiseks. Ta koosneb peamiselt paksudest paleozoilistest lubjakividest ja kiltadest, kuna oru alumises osas, aheliku eelmägedes, tulevad nähtavale enamasti eredavärvilised mesozoilised setted.

Utš-Kurganist ülalpool on maastikul kõrbelise lava ilme. Lava laius on ainult mõni kilomeeter, kõrgus merepinnast aga ligikaudu 1200 meetrit. Tema äärtel kerkivad madalad, osaliselt murukamaraga kaetud, iidsetest vulkaanilistest laavadest ning samuti räni ja sütt sisaldavatest kiltkividest tekkinud üksikud sopkad. Nad laskuvad võrdlemisi laugete nõlvadena jõeorgu, kohati aga kõrguvad üksikult seisvate kaljuste tippudena.

Lõunas org aheneb ja madalate küngaste ahelik läheb võrdlemisi järsult üle kõrgete eelmägede vööks. Viimased algavad Boarda mäeaheliku kaljuse tõusuga, mille lame,



*Maagibretšia, mis leiti muistse kaevanduse läheduses  
Naukati asula juures.*

peaaegu horisontaalselt äralõigatud hari tõkestab orgu kõrge barjäärina.

Meie sõidu sihiks olid eelmäestiku mustast ränikildast koosnevad katkelised ahelikud. Olime juba eelmisel aastal neis avastanud ererohelise savika aine, mis sisaldas niklit ja mangaaninõrge. Tahtsime väga Aleksandr Jevgenjevitsšile neid mineraalseid moodustisi näidata, sest meil ei olnud täielikku kujutlust sellest, kuidas nad võisid olla tekkinud.

Varsti, umbes kaks kilomeetrit enne lubjakivibarjääri, märkasime jõe kaldal keset tumevioletseid liiva- ja kiltkive üksikut sünget sopkat, mis väga sarnanes muistse egiptuse templiga. Sopka jalami ümbruses kasvasid õitsva kukerpuu väheldased põõsad. Ronisime kalessidest välja ja suundusime musta kaljutipu poole. Et mitte vahele jätta huvitavaid mineraalseid moodustisi, asusime ahelikku ja liikusime üksteisest mõne sammu kaugusel, iga kivikest, iga kaljukildu tähelepanelikult vasaratega läbi kopsides. Aeglaselt ja süvenenult liikusime niiviisi edasi, laskudes järk-järgult järsku kuristikku, mis lõunast eraldas ränikivi-meid pehmematest savikiltadest.

Äkki hüüdis üks eesminejatest, kummardudes väljaulatuva kalju kohale:

„Leidsin, leidsin. Tulge kiiresti siia!”

Kõik tormasid tema juurde. Aleksandr Jevgenjevitš ronis vaevaga meile järele, hingeldades tugevasti ja lakamatult laubalt highi pühkides. Meie kaaslane kükitas mustas kaljus asetseva väikese niši juures ja tagus hoolega kalju küljest kivimitükikesi. See ei läinud tal hästi korda: kalju oli väga kõva ega omanud lahtilöömiseks sobivaid konarusi. Tema löökidest pudenes teravaid ränikillukesi ja lendas sädemeid.

Päris lähedale jõudes nägime, et eraldis- ja kihipindadel, sametmustadel nõrelistel mangaanimoodustistel võis märgata peeni smaragdrehelisi täpikesi ja kristallikeste õhukesi segipaisatud oliivrehelisi agregaate.

Uudishimust aetuna surus Aleksandr Jevgenjevitš end vastu kaljut, pistis käe prakku, ning üht kivi teise järel ettevaatlikult lahti kangutades tõmbas sealt välja proove, mida ta hiljem kaua luubiga silmitses. Korruga ta peatus, tõstis erilise ettevaatlikkusega ühe proovi silmade juurde ja hüüdis:

„Täiesti uskumatu. Vaadake — see on ju mingi liblika vana tupp, mis on ümberringi kinni kleebitud oliivreheliste kristallikestega. Milline imeväärne lahuste liikuvus. Kui suurepäraselt säilivad niisugused haprad moodustised selles kuivas kliimas. Nad annavad tunnistust pinnase lahuste juurdevoolust tugevasti soojendatud pinnale.”

Nagu oma mõttele kinnitust otsides aetas ta käe kalju mustale siledale, päikese poole suunatud pinnale, kuid

tõmbas selle otsekohe tagasi, sest kalju oli kuumenenud üsna kõrge temperatuurini.

Askeldasime siin veel kaua, eraldades mineraalide harraid proove, asetades neid ettevaatlikult vati sisse ja pakki-des hoolsasti paberisse. Aleksandr Jevgenjevits oli erakordselt rahul. Tänu tupe leiule õnnestus tal kergemini mõista mineraalide kõrbelist tekkimisprotsessi.

Pool aastat hiljem võttis ta oma vaatlused spetsiaalses teaduslikus artiklis järgmiselt kokku:

„Vähese ja seejuures ebaühtlase niiskuse ning kõrgete keskmiste temperatuuride piirkonnis ilmneb rida mehaanilisi ja keemilisi protsesse, mis viivad lõpptulemusena nähtuste kompleksile, mida nimetatakse kõrbeliseks maastikuks. Nende piirkondade geokeemia määratletakse peamiselt kolme teguri olemasoluga: väga kõrge insolatsiooni ja kõrge keskmise temperatuuriga, äravooluta veekogude ja nõgude moodustumisega ning väga väheste, ebaühtlaselt langevate sademete ja üldise madala õhuniiskusega, mis kutsub esile lahuste tõusu sügavustest maapinnale.

Nende nähtuste tagajärjel tekivad tüüpilised kõrbete mineraalsed moodustised: kõrbevaap, mitut liiki soolade lööbed, soola, kipsi ja muude lahustuvate koorikute moodustumine.

Väga kõrge insolatsioon, mis tumedaid kivimeid suvel kuumendab üle  $75^{\circ}\text{C}$ , ja püsivate temperatuuride taseme sügavalasetsemine kutsub maapinna läheduses esile rea väga omapäraseid keemilisi protsesse, mis kulgevad intervallis  $15\text{--}75^{\circ}$ , s. o. omavad termaalset iseloomu. Tekivad pseudohüdrotermaalsed protsessid, kutsudes esile mõnede keemiliste ühendite suurendatud migratsiooni.

Kesk-Aasia tingimustes kõiguvad pinna enda suvised keskmised temperatuurid  $50\text{--}75^{\circ}\text{C}$  piires, püsiva temperatuuri piirkond (umbes  $15\text{--}17^{\circ}$ ) saabub alles sügavuses mitte alla nelja meetri ja, lõpuks, kogu selle neljameetrise paksusega kihi suvine temperatuur on  $15\text{--}75^{\circ}$ , kusjuures maapinna ülemises meetris võime kõnelda geokeemilistest protsessidest, mis vastavad tasakaalule<sup>1</sup>  $30^{\circ}$ -se ja isegi kõrgema temperatuuri juures.

<sup>1</sup> Füüsikalise-keemilise süsteemi tasakaal. *Eritaim*.

Seega esineb kõrbelise kliima piirkondades eriline mine-  
raalitekke tüüp, mis vastab süsteemide füüsikalis-keemili-  
sele tasakaalule kõrgendatud temperatuuridel. Sellest on  
tingitud mõnede elementide, nagu näiteks vanaadiumi,  
nikli, mangaani ja teiste tugevam migratsioon pindmises  
kelmes ja vähehüdratiseeritud või täiesti veetute ühendite  
osaline moodustumine (hematiit ja punased rauahüdraadid  
limoniidi, diaspori ja teiste asemel).”<sup>1</sup>

Oma ühise uurimisreisi lõpetasime Fergana linnas.

---

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. О характере гипергенных процессов в мест-  
ностях с пустынным климатом. Докл. РАН — сер. А, 1924,  
июль—сентябрь, стр. 97—98.





## NELJAS PEATÜKK

### KOOBASTE UURIMINE

Pärast Aleksandr Jevgenjevitši ärasõitu pöördusime tagasi Alai eelmäestikku ja hakkasime uurima meie poolt avastatud muistseid koopataolisi kaevandusi. Need olid võrdlemisi kitsad ovaalsed õõnsused täketega seintel, mis näitasid, et nad olid välja raiutud inimese poolt kiilude ja peitlite abil. Pärast esimesi samme tuli abiks võtta küünlad, sest eespool avanesid terved labürindid maa-aluseid kambreid, käike ja kaevusid. Kohati oli isegi veel säilinud kividest laotud astmeid. Vahel asetsesid kunstlikud kaevandused looduslike õõnsuste piirides, neid süvendades ja laiendades.

Iidsed kaevandused ahvatlesid meid. Muistsete kaevurite jälgede otsingul liikusime aeglaselt piki Fergana oru lõunapoolset serva idast läände.

Terve rea ainelise kultuuri esemete leidude varal õnnestus kindlaks teha, et valdav osa kaevandusi kuulub X—XI sajandisse meie ajaarvamise järgi. Tol ajal oli Kesk-Aasia vallutatud araablaste poolt. Need laastasid täielikult selle rikka maa. Kesk-Aasia põline rahvastik oli juba iidsetel aegadel mäeasjanduse alal loonud kõrge kultuuri. Horezmlased tootsid tina, hõbeda, vase, elavhõbeda ja antimoni maake, vedasid neid kokku kadakametsaga kaetud piirkondadesse ning sulatasid neid seal ümber metallideks. Tollest kaugest araablaste valitsemisajast on

säilinud mitte ainult kaevandusi, vaid ka sulatusahjude jäänuseid ja šlakihunnikuid.

Sellest ajastust on säilinud ka kirjanduslikke mälestusmärke, nagu näiteks kuulsa horezmlase Al-Biruni XI sajandist pärinevad traktaadid mineraalide kohta.

Teel õnnestus meil tutvuda mitmesuguste huvitavate loodusnähtustega. Kokandi linnast lõuna pool külastasime looduslikke torukujulisi karstiõõnsusi, mis olid kaetud tsölestiini (väävelhapu strontsiumi) kristallidega. Kivisöe avamustel märkasime tulikahjude jälgi, mis olid ümbritsevad settekivimeid tundmatuseni muutnud. Lubjakivimassiivide jalameil nägime sageli allikaid, mis olid seotud tõusvate karstivetega. Kirjutasime oma elust regulaarselt Aleksandr Jevgenjevitšile. Ent alles järgmisel aastal läks meil korda looduslike karstikoobaste tõelist uurimist alustada.

Pärast kogutud materjalide talvist läbitöötamist sõitsime Aleksandr Jevgenjevitši õhutusel uuesti Kesk-Aasiasse ja asusime looduslike maa-aluste tühimike otsinguile.

Asusime innuga iga liiki õõnsuste uurimisele, milledega olid üle külvatud kagupoolse Fergana mäeahelike lubjakivised harjad. Neis leidus tõepoolest palju koopaid, sest arvukatest lõhedest läbitud lubjakivid allusid eriti kergesti lahustumisele atmosfäärsete vete mõjul. Säästmata jõudu, ronisime terved päevad mööda järske, peaaegu püstloodseid lubjakivinõlvakuid, otsides koobaste avausi. Avastades koopaid, ronisime nende sisse, kuid enamikul juhtudel pettusime varsti — nad osutusid lühikesteks ja lõppesid umbelt. Ainult harva õnnestus avastada koopaid, mis ulatusid kaugele mäe sisemusse. Ilma köiteta oli nendesse võimatu tungida. Seepärast nõudis nende uurimine eriliste, nagu meie ütlesime, „ekspeditsioonide” korraldamist, millega seoses oli vaja hankida köisi, taguda kivimisse täkiliste otsadega metallnaelu, kaasa võtta küünlaid ja lampe. Asudes ohtlikule koobaste uurimisele, töötasime tavaliselt terve salgana, sest alati tuli arvestada allakukkumise ohtu, ja naabri abi oli siis hädavajalik.

Pärast kauakestnud otsinguid õnnestus leida väga suur koobas. Selle sissekäik asetses lubjakivimassiivi järsul nõlvakul. Kaugelt oli ta täiesti märkamatu ja kujutas endast peaaegu vertikaalset lehtrikujulist, kahe- kuni kolmemeetrise läbimõõduga auku, mis lõppes umbes kümne meetri sügavuses platvormiga. Ülevalt võis näha, et platvormi

taga koobas laienes. Allavisatud kivi veeres kaua, kukkudes astmelt astmele, ning hääbuva kõmina järgi otsustades pidi koobas olema väga sügav.

Lõpetanud kõik ettevalmistused, tagusime koopasuudme juures maasse raudkangi, kinnitasime selle külge köie ning hakkasime siis koopasse laskuma. Laskumine esimesele platvormile oli lihtne ja meie neljast inimesest koosnev salk oli sõna tõsisel mõttes juba mõne minuti pärast selle pinnal, kuid edasi tuli ületada palju raskusi. Allapoole suunduv käik oli väga järsk; kaugel all laienes ta äkki, muutudes hiiglasuureks, 60—70° nurga all allapoole kaldunud kotitaoliseks õõnsuseks. Meil kasutada olev valgusallikas osutus õõnsuse valgustamiseks puudulikuks. Proovisime nõõri otsas alla lasta laternat „Nahkhiir”, kuid lõõkidest kivide vastu purunes klaas ja latern kustus; siis sidusime nõõri külge küünlaid, kuid ka neid tabas sama saatus. Oli selge, et koobas oli väga sügav; võimalik isegi, et ta muutus vertikaalseks kaevuks. Siiski otsustati üks meist alla lasta, talle nõõri ümber keha sidudes. Luurajaks valiti üksmeelselt noor geoloog Miša K. kui julgeim ja osavaim.

Tol ajal ei tundnud me veel alpinismi tehnikat ja võtteid ning ei osanud nõõri õigesti ümber keha siduda. Tegime seepärast tavalise silmuse ja asetasime selle Miša keha ümber, hoolitsedes ainult, et silmus teda liiga tugevasti ei pigistaks. Andsime Mišale laterna kätte, ning leides hea toetuspunkti, hakkasime teda järk-järgult alla laskma. Alguses läks kõik hästi — oli, millest kinni haarata. Siis algasid raskused: sein muutus püstloodseks ning meie luuraja püüdis asjatult käte ja jalgadega selle külge klammerduda. Tuli teda alla lasta rippuvas olekus. Juba hakkas latern vilkuma tuhmi punktina, kuna Miša hääli kostis meieni sumbunult. Ühel laskumishetkel libises Miša, kes klammerdus kaljudele, astmelt ja purustas seejuures laterna. Muutus täiesti pimedaks. Pidime ta uuesti üles sikutama, et talle kaasa anda karbiidilamp ja kontrollida köie seisukorda.

Algus juba käidud teekonna kordamine. Seekord õnnestus Mišal laskuda tunduvalt allapoole, ära kasutades köie kogu pikkuse. Ta peatus väiksemal platvormil ja teatas meile, et allpool jätkub järsk langus tõenäoliselt kaheksa kuni kümne meetri ulatuses, kuna edasi paistab koopa jämedast rusust ummistatud kallak põrand. Kui kaugele need rusud ulatusid, oli teadmata. Meil leidis jupp taga-

varakõit, mille temale alla lasksime. Ta kinnitas selle kalju-prakku täotud meisli külge ja otsustas seejärel kõit mööda käte abil alla laskuda. Ootasime kannatlikult, kuni ta valmistus edasisele teekonnale, ja hakkasime siis jälgima karbiidilambi võnkuva tulukese liikumist. Miša ronis allapoole. Korraga kostis läbilõikav summutatud karjatus, lambi langemise kõlin ja veereva keha müdin. Pärast seda jäi kõik vaikseks.

Hakkasime kiiresti alla laskma meie teist kaaslast, kes laskus puhkides ja nohisedes pimedusse. Varsti saime sumbutatud häältekömina järgi teada, et ta oli jõudnud Miša juurde, kes nähtavasti oli elus. Kaasa võttes vett ja sidumismaterjali, järgnesime talle, unustades täiesti laskumise raskused.

All selgus Miša kukkumise põhjus. Alguses oli ta laskunud õnnelikult, kuid siis põletas karbiidilambi leek ta kätt, mille ta instinktiivselt lahti laskis. Kõiest ühe käega kinni hoida Miša aga ei suutnud ja hakkas alla libisema. Kõis põletas ja soonis kätt ning suutmata valu välja kannatada, laskis ta kõiest lahti. Õnneks oli koopa põhjani veel ainult mõni meeter. Koopa põhi oli üle külvatud suurte rahnudega ja kujutas endast rusukallet, mis pidurdas Miša edasist kukkumist. Ta oli mitte ainult põletanud oma käe ja marrastanud peonaha, vaid ka kukkumisel põrutada saanud, ja seepärast oli vaja talle kiiresti arstiabi anda.

Lõpetanud selle toimingu, hakkasime aeglaselt ronima mööda rusukalde tohutuid pangaseid, silmitsedes hoolikalt nõrgasti valgustatud ruumi. Varsti jõudsimme koopasse, kus meie pilkudele avanes fantastiline pilt. Nagu tardunud veekaskaadid, sädeledes oma tahkudega, laskusid mööda seinu alla barüüdi (väävelhapu baariumi) kristallide massid. Meie ees oli miljoneid hästi moodustunud läbi-paistvaid kristalle, mõned neist kuni kümne sentimeetri pikkused. Võlutuna toredast vaatepildist, suunasime ühte punkti kõik meie käsutuses olevad valgusallikad, püüdes suurepäraselt seinu võimalikult heledamalt valgustada. „Noh, on aga kristallid!” hüüdsin mina, katkestades seni valitsetud vaikust, „need võisid tekkida ainult kogu koobast täitnud lahustest ja kasvanud on nad arvatavasti paljusid sajandeid.”

Laskusime edasi allapoole, hoidudes võimalikult seinu lähedale. Koobas muutus tunduvalt avaramaks. Peeaegu kõikjal olid ta seinad kaetud barüüdikristallidega. Koopa



*Koopa sissekäigu juures.*



*Vaade koopast Alai aheliku eelmägedele.*

alumine osa ahenes uuesti ja oli täis rususid, mis katsid ta põhja täielikult. Tema läbimõõt kõige laiemas osas võis olla umbes nelikümmend meetrit, kuna kaugus põranda ja lae vahel ei olnud silma järgi otsustades vähem kui kaks-kümmend meetrit. Kaugel üleval paistis päevavalguse kiireke, tungides sisse avause kaudu. Me hakkasime silma-mõõdu järgi koostama koopa plaani.

Oli juba selge täherikas õõ, kui me viimaks pärast paljusid tunde kestnud tööd välja maapinnale ronisime. Nii elavad olid muljed, sellise jõuga tajusime kõike nähtut ja nii väga püüdsime kõike tundma õppida ja uurida, et ei märganudki, kuidas olime veetnud maa all peaaegu terve öö-päeva.

Barüüdikoopa leiust kirjutasime Aleksandr Jevgenjevitšile. Ta vastas meile, et sõidab sügisel tingimata Kesk-Aasiasse.

Jätkasime otsinguid. Meie poolt avastatud koopad olid oma kujult ja mõõdetelt väga mitmesugused ja paiknesid erinevatel kõrgustel. Üht madalat lubjakiviahelikku läbivas kuristikus avastasime jõe alumisel terrassil võrdlemisi lausikuid maa-aluseid koridore, mis kohati kujunesid suurteks kambriteks, mille võlvidelt alla rippusid sirged stalaktiidid. Nende koobaste üksikasjalisem uurimine otsustati edasi lükata Aleksandr Jevgenjevitši saabumiseni.

Viimaks saabus telegramm, mis teatas A. J. Fersmani tuleku päeva. Sõitsime talle vastu samasse väikesesse jaama Kuva kišlaki lähedal, kus ta umbes aasta tagasi esmakordselt astus Fergana oru pinnale. Aleksandr Jevgenjevitš väljus vagunist lõbusana ja elurõõmsana nagu alati. Pärast elavaid vastastikuseid tervitusi istusime kalessidesse ja sõitsime jälle lõunasse, eelmägede lubjakiviahelike levikupiirkonda.

Kasutan siin juhust, et Aleksandr Jevgenjevitši teadusliku tegevuse kõrval ära märkida ka tema ühiskondlikku tegevust. A. J. Fersman pidas väljakujunenud kombe kohaselt igal oma kohalejõudmisel loengu mõnel tema enda poolt valitud teemal. Neis loenguis ilmnes tema suur popularisaatorlik talent kogu oma täiuslikkuses. Ta oskas jutustada väga arusaadavalt ja huvitavalt mitmesugustest tõsistest teaduslikest probleemidest ükskõik missugusele auditooriumile. Kõik kuulasid Aleksandr Jevgenjevitši suure tähelepanuga ja, mis on väga iseloomustav, said suurepäraselt aru ning võisid endale luua kujutluse sellest, millest lektor kõneles. Tema loengute teemad olid väga mit-

mekesised. Näiteks kõneles ta Teaduste Akadeemia kahe- saja-aastasest juubelist, akadeemia tähtsusest teaduse ja praktika arendamisel NSV Liidus, oleviku ja tuleviku ühendusteedest ning mitmesuguste leiukohtade tekkimisest.

Samuti ka seekord. Vaevalt jõudis Aleksandr Jevgenjevitš ilmuda meie laagrisse, kui kõik teda ümbritsesid, paludes jutustada nõukogude teaduse uudistest. Oma imetlusväärse mälu tõttu mäletas ta suurepäraselt tööliste nimesid ja nägusid. Mäetöölised naeratasid rõõmsalt, kui Aleksandr Jevgenjevitš pöördus nende poole tervitusega, hüüdes neid ees- ja perekonnanimede järgi.

Ta rahuldas meelsasti üldise palve ja esines järgmisel puhkepäeval hiilgava ettekandega. Kõik kuulasid teda suure tähelepanuga. Pärast loengut küsisin ma töolistelt, kas nad olid aru saanud, ja veendusin nende vastuste põhjal, et nad suurepäraselt orienteerusid refereeritud küsimuse olemuses.

Siis aga saabusid tööpäevad, millele vältel meist said kirglikud speleoloogid (koobaste uurijad).

Meie koobas osutus tõepoolest suurepäraseks. Tema külastamise raskused tasuti muljete rohkusega sajakordselt. Aleksandr Jevgenjevitš kasutas hiljem oma märkmeid koobaste vaatlemise kohta peatükis nõrelitest moodustistest, kus ta kirjutas: „Suurepärane on nende koobaste ehterüü, mille toredad ilustused koosnevad vahel õrnadest lumivalgetest mustritest, vahel pikkadest kõrgetest sammastest, sirgetest nagu noor mets, vahel pikkadest ülalt alla rippuvatest purikatest, rippvanikutest, eesriietest. Valgete, kollaste, punaste mineraalide sadestused katavad koobaste seinu; nende võluvates vormides peituvad salapärased imeasjad, mis meenutavad kord mingisuguste tardunud hiiglaste kujusid, kord hiigelsisalike luid. Kõige sagedamini katab koobaste seinu kaltsiit — see läbipaistev mineraal, mis aeglaselt ja pidevalt sadestub läbiimbuva- test veetilkadest. Tilk libiseb tilga järel mööda lage ja seinu, ning igast tilgast jääb koopa seintele tilluke osa sellest mineraalist. Väike mügerik laes kasvab aeglaselt pise- keseks purikaks ja hiljem terveks torukeseks. Alguses on see seest tühi. Üksteise järel langevad veetilgad venitavad torukesed peenikesteks mitme meetri pikkusteks varteks. Terve mets niisuguseid püstloodis niite-varrekesi, ja all- pool, nende all, kattuvad murdunud ja mahakukkunud torukesed varsti valgete nõrgude imeilusate hargnevate

põõsakestega. Nii kasvavad järk-järgult stalaktiidid ülalt ja stalagmiidid alt, kuni nad kohtuvad ja kasvavad kokku suurteks eesriieteks, võimsateks kolonnideks või tihedateks vanikuteks. Ühtedes paikades näivad need olevat kivistunud veejoad, teistes väike noor mets, kolmandates kõige mitmekesisema kuju ja värvivarjunditega lillepeenrad ning nende seas leidub isegi siilidega sarnanevaid mügarikke, mis on üle külvatud igas suunas väljaulatuvate nõeljate kaltsiidikristallidega.”<sup>1</sup>

Väiksemat mõju ei avaldanud talle ka barüüdikoobas. Kaua imetles ta selle ilu. Selliseid looduslikke haruldusi tuleb tema arvates hoolikalt säilitada ja võtta riikliku kaitse alla.

Aleksandr Jevgenjevitš kõndis meiega koos väsimatult mööda lubjakiviahelikke, ronis nende nõlvadel, tungis maa-aluseisse tühimikesse ja vaatles, kuidas seal ladestuvad mitmesugused nõrelised moodustised. Meie laagris viibimise lõpul üldistas Aleksandr Jevgenjevitš temale omase suure oskuslikkusega kogu tema poolt kogutud faktilise materjali, sidudes üksteisega näiliselt mitte seoses olevad nähtused üheks harmooniliseks tervikuks. Ta maalis meie silmade ette kogu piirkonna karstitühimike arenemise täieliku skeemi, unustamata seejuures märkimast maa-aluste vete ringlemise iseärasusi. Seejuures lähtus ta mõttest, et kõik karstimoodustised arenevad järk-järgult lihtsatest vormidest, muundudes mitmesuguste tegurite mõju tulemusena omavahel seotud tühimike keerukaks süsteemiks. „Noored”, vaevalt oma elu alustanud vormid muunduvad aja jooksul „küpseks” karstiks. Siit tekkis vajadus karstiõõnsuste morfoloogia süstemaatiliseks uurimiseks, sest nende vorm avaldab sageli nende arenguloo.

Mitmesuguste vormide vastastikused ruumilised suhted, nagu näitas Aleksandr Jevgenjevitš, sõltuvad maapinna reljeefi arenemise kogu ajaloost ja eriti nõndanimetatud „erosioonibaasi” vertikaalsetest võnkumistest, s. o. selle taseme muutustest, mida taotleavad kõik veevoolud.

Tühimikud võivad täituda lahustunud ja hõljuvate aineosakeste väljasadestumise teel allapoole liikuvatest vetest, kuid erijuhtudel toimub väljasadestumine ülespoole liiku-

---

<sup>1</sup> A. F e r s m a n, Lugusid mineraalidest, RK „Pedagoogiline Kirjandus”, Tallinn 1949, lk. 33—36.



*Stalaktiidid ja stalagmiidid koopas.*

vatest lahustest, mis maa sügavustest mööda tektoonilisi lõhesid koobastesse tungivad.

Järeldusi võib lühidalt formuleerida järgmiselt: karstistumisprotsess viib lubjakivides kolme järgmise põhilise morfoloogilise tüübi tekkimisele:

1) Koopad — enam-vähem kelluka- või kotikujulised tühimikud, mis asetsevad ühel neist horisontidest, mis tavaliselt vastavad lähima jõe veepinna mõnele teatavale stabiliseerumistasemele (ühele erosioonibaasidest).

2) Torud — kallakud või vertikaalsed, silindrilised või

ovaalsed, jätkulised, pikkusega mõnisada meetrit või rohkem. Käänakukohtadel esinevad peaaegu alati laienemised ja paisumised. Niisuguste torude normaalne läbimõõt kõigub ühest kuni mõne meetrini.

3) Horisontaalsed käigud, mis lõpevad kas umbselt või muunduvad maa-alusteks jõgedeks. Kohati on need käigud seotud kellukakujuliste alumiste koobastega.

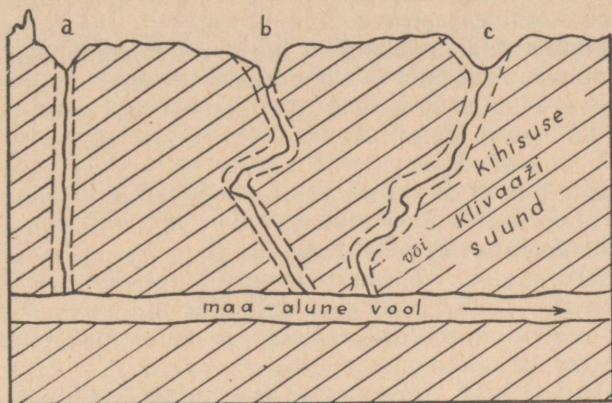
Nimetatud kolm tüüpi vastavad karsti teatavatele hüdrograafilistele elementidele: vete imamise ja lahustumise võõle, ajutiste, kiiresti tunglevate voolude võõle ning enam-vähem alalise, rahuliku voolu ehk karstivete taseme võõle.

Karstil on oma ajalugu ja oma iga. Vastavalt karsti küpsuse kasvamisele toimub alumiste koobaste väljakujunemine, stalaktiitide ja stalagmiitide sadestumine, lae sisse-langemine ja õõnsuste suurenemine sisemiste kokkuvarisemiste tagajärjel. Hästi arenenud, „küpset“ karsti iseloomustab karsti elementide — ülemiste koobaste, torude, alumiste koobaste ja horisontaalsete käikude koosesinemine.

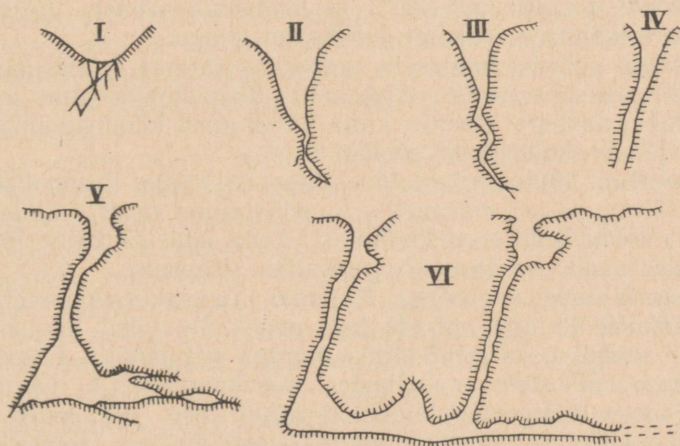
Karsti-lubjakivides ei esine rangelt kindlaksmääratud tasemega põhjavett. Selle asemele ilmub eriline karstiliste vete võrk, mis vastab ühele horisontaalsetest morfoloogilistest elementidest. Selle hüdrostaatilise taseme iseloomulikuks omaduseks on tema asendi tunduv võnkumine. Seda taset rikuvad sageli sifoonid, mis annavad alguse karsti-allikatele. Need allikad väljuvad kas dreneeruva pinna tasemel või mõnevõrra sellest kõrgemal.

Seega võib öelda, et karst on moodustis, mis on seoses maa-aluste vete ringlemisega: temas võib ruumiliselt eristada algust, keskpaika ja lõppu. Arenenud, küpses karstis peavad leiduma kõik need elemendid. Esimene neist moodustab sissekäigukoopad, teine annab vertikaalsed või kaldsuunalised torud, kolmas aga alumised väljapääsukoopad ja nendega seotud käigud. Karsti elemendid alluvad teatavatele geomeetrilistele seaduspärasustele, mis on seotud vee liikumise seadustega ja kivimi lõhestuvuse elementidega, raskustungi suunaga ja piirkonna geoloogilise ajalooga. Karsti ülemine osa on peamiselt keemilise protsessi, alumine osa aga süsihapu kaltsiumiga küllastatud lahuste mehaanilise tegevuse tagajärjeks.

Karstinähtused on mitte ainult teatava kliimaatilise režiimi, vaid ka erosioonibaasi madaldumise tagajärjeks. Igasugused peatused selle baasi madaldumises, rööbiti reljeefis jõgede terrasside moodustumisega, väljenduvad



Karstikäikude arenemise skeem A. J. Fersmani järgi. Kanali järkjärguline läbiuuristumine ja tema seos klivaazi suunaga.



Mitmesuguste karstivormide järjestikune arenemine A. J. Fersmani järgi, ühes kanali ja alumiste koobaste horisontaalsete käikude läbiuuristumisega.

karsti ühes või teises morfoloogilises iseärasuses. Terras-  
side tase vastab seepärast tavaliselt kõige võimsamate  
karstihorizontide tasemele.

Lõpetanud Alai mäeaheliku lubjakiviste eelmägede uuri-  
mise, soovis Aleksandr Jevgenjevitš vaadelda sinaka tsö-  
lestiini (väävelhapu strontsiumi) koorikuga kaetud koo-  
paid, mis asusid ühes Kokandi linnast lõuna pool asetsevas  
nõos. Samaaegselt kavatses ta pilku heita Sohhi jõe orgu.  
kus seda piirkonda külastanud matkajad olid märganud  
pegmatiidoonte ümardunud murdosi, mis olid siia kantud  
raevuka vooluga jõe ülemjooksult.

Seekord saatsid Aleksandr Jevgenjevitši keemik P. A. Vol-  
kov, insener S. R. Ivanov ja mina. Rong jõudis Kokandi  
varahommikul. Palkasime sõiduki ja siirdusime head teed  
mööda suurde Jaipani asulasse.

Jaipanis lõppes reis mugavas sõidukis. Pärast pikka  
kauplemist üürisime pealt kaetud arbaa, mis varjas sees-  
istujaid päikese eest. Leppisime kokku, et arbaa jääb meie  
käsutusse mõneks päevaks. Asulas varustasime end nisu-  
jahust kakukestega, mis siin asendasid meie tavalisi saia-  
kesi, ostsime sada muna, võtsime kaasa soola ja riisi. Lisa-  
sime kogu selle toidumoona oma vähestele vanadele taga-  
varadele, paigutasime kasti ja laadisime arbaale. Algas  
meie teekonna uus, kõige huvitavam etapp.

Arbaa suurte, aeglaselt veerevate rataste kriuksumise  
saatel asusime teele. Aleksandr Jevgenjevitš istus osa  
sõidukaaslastega arbaale, kuna kärsitumad kõndisid jalgsi,  
ette jõudes kohmakast sõidukist.

Tolmune külavahetee lookles keset riisivälju. Eespool ker-  
kis täiesti paljas mäeahelik, moodustatuna osalt hallidest,  
osalt eredavärvilistest kivimitest. Teda läbistas väike jõgi,  
avades meile tee lõunasse, mäestiku sisemusse.

Varsti jõudsime jõeorgu. Paremalt ja vasakul rippus eris-  
kummalise kujuga kaljude hall mass. Sel viisil liikusime  
edasi umbes kaks tundi. Äkki muutus pilt järsult. Eespool  
avanes väikestest erekollaste, vaarikpunaste ja valgete  
harjadega küngastest täidetud piklik org; oja kallastel  
tulid nähtavale pillirootihnikud, kuna jõeekese terrassidel  
paistsid lumivalge soolalööbe laigud.

Üllatatuna uuest värvirohkest maastikust, ronis Alek-  
sandr Jevgenjevitš arbaast välja.

„See on ju kuulus Šor-Su (soolane vesi). Siin, keset  
tertsiaarseid kivimeid, asetsevad muistsed väävlikaevandu-

sed ja väikesed kaevandused maarjase tootmiseks," ütles Aleksandr Jevgenjevitš. „Teeme peatuse!”

Arbakeš sõitis pillirootihniku juurde ja hakkas hobust lahti räkendama, kuna meie suundusime kaevamitega läbi uuristatud madala seljaku poole. Mõnesaja sammu järel juhtis Aleksandr Jevgenjevitš meie tähelepanu maa seest välja ulatuvale puurtorule; siin oli kunagi toimunud katsepuurimine nafta leidmiseks. Toru suudme juures tundus õhu liikumist, mis oli tingitud mingi torus liikuva gaasi voolusest.

„Proovime, mis gaas see on,” ütles minu kaaslane, keemik P. A. Volkov. Ja enne kui suutsin midagi ette võtta, lähendas ta toru suudmele põleva tiku. Samal hetkel kerkis üles mitmekümne meetri kõrgune tulesammas. Ootamatuses ning osalt ka enesesäilitamisvaistu mõjul hüppasime puuraugust eemale ja viskusime maha. Ei olnud kahtlust, et eritusid põlevad gaasid, mis sageli kaasnevad naftapahtlatega. Nüüd oli vaja tulekahju kustutada. P. A. Volkov ei kaotanud pead — ta kiskus kuue seljast, loopis Aleksandr Jevgenjevitši abiga sellele kiiresti mulda ja riskides saada põletushaavu, kattis kuuega toru suudme. Samal hetkel kustus tuli.

Kõik see juhtus mõnekümne sekundi jooksul. Raskesti hingeldades ja endalt lössitolmu maha raputades konstateeris Aleksandr Jevgenjevitš, et toimisime väga mõtleमतult, kuid tegime oma vea heaks leidlikkuse ja kiire tegutsemisega.

„See-eest teame nüüd, et siinsed tertsiarsed kivimid sisaldavad naftat ja gaase. Vaatame nüüd, milleks on neisse rajatud suured kaevamid.”

Lähenesime sügavatele lõhekujulistele kaevamitele, mis lõppesid koobastena. Merglilisse kivimisse rajatud kaevamite seintel kohati säilinud merivaikkollaste kristallide järgi otsustades oli siin toodetud ehedat väävlit. Hakkasime ettevaatlikult koopasse laskuma — tahtsime jõuda koopa sügavuses olevate eekohtadeni. Veel ettevaatlikumalt, püüdes mitte rikkuda rusukallete tasakaalu, ronisime maa-aluse kaevami võlvide alla, mille põhjas oli terve järveke vett. Selle pinnal tekkisid vahetevahel mullid ja nende lõhkemisel tundus tugevat väävelvesiniku lõhna. Edasi liikumine muutus ohtlikuks: pudenevad rusukalded võisid alla veereda, vette kukkuda ja sellega suurendada mürgise gaasi eritumist. Sellest hoolimata ronis Aleksandr Jevgen-

jevitiš kuni veejooneni, ja võtnud väga ettevaatlikult mugavama asendi, hakkas koguma väävlikristallidega üle puistatud kivimiproove.

Veetnud selles ohtlikus kohas umbes paarkümmend minutit, ronisime kergendustundega maapinnale, kus Aleksandr Jevgenjevitiš näitas meile sädelevate väävlikristallidega täidetud väikesi õõnsusi kivimites.

Kirjeldatud juhtum näitas, et Aleksandr Jevgenjevitiš paistis silma ka oma suure julguse poolest. Teaduslike vaatluste teostamisel ei peatunud ta ühegi ohu ees. Me riskisime tõepoolest eluga, sest nagu hiljem kuulsime, hukkus samas kohas ja samasuguses olukorras lämbumise tagajärjel keegi teaduslik töötaja, kes ei olnud küllalt ettevaatlik maa-alusesse kaevandusse laskumisel.

Viimse võimaluseni proovidega koormatult jõudsime kõik arbaa juurde. See oli juba rakendatud ja kiiresti jätkasime jälle teekonda. Ümberringi laiusid kogu aeg pillirootihnikud, kirevad künkad aga muutusid kõrgemaks ja järsumaks. Nende tagant tulid varsti nähtavale paleozoiliste kivimite tumedad kaljused järsakud, mis ahendasid oru. Selle kitsuse tagant avanes meie pilgule avar mägedevahe-line nõgu. Tema külgedel paljandusid jälle juura ja tertsiari eredavärvilised kivimid. Vasakul paistis madal mäehari, mis koosnes suure kallakusega kollastest lubjakivikihtidest. Selle lõunapoolseil nõlvakuil lebas mingite kaevanduste aheraine. Sõitsime mäeharja jalami juurde, ronisime arbaast välja ja tõusime ta nõlvakuile. Peaaegu ühel ja samal tasemel asetsesid siin järsult sügavusse langevate, võrdlemisi väikese läbimõõduga torukujuliste õõnsuste suudmed. Nende õõnsuste seintel oli näha vee lahustava toime jälgi: nad olid muutunud siledaks ning kõik lubjakivi nurgelised eendid olid ümardunud. Nende peal lebasid kihilised koorikud, mis koosnesid sinakast, suhkru-taolisest tsölestiinist. Koorikud olid üleni kirjud õõnsustest, mida täitsid tsölestiini prismaliste kristallide ilusad druusid, kivisoola kuubikud ja lumivalge kipsi rosetid.

Aleksandr Jevgenjevitiš oli vaimustuses. „Missugused oivalised koorikud, missugused suurepäraseid kristallid! Pöörake tähelepanu sellele, et tsölestiin on täitnud juba valmis karstiõõnsused.”

Hiljem pöördus Aleksandr Jevgenjevitiš korduvalt tagasi probleemi juurde tsölestiini tekkimisviisist settekivimite kompleksis ning ühel sõidul Põhja-Kaukaasiasse uuris ja

kirjeldas ta üksikasjaliselt tsölestiini kontsentreerumist Kislovodski ümbruses.

Pärast „tsölestiinitorude”, nagu me neid nimetasime, põhjalikku uurimist, vastavaid mõotmisi ja koorikutest jooniste tegemist laskusime mäeharjalt alla ja sõitsime Ljankani asulasse ööbima. Peatusime nagu tavaliselt teeäärse tsaihanaas, kuid magasime väljas.

Järgmisel päeval tõusime vaevumärgatavat teed mööda konglomeraadiplatoole, mida mööda meil tuli sõita ida suunas kuni temasse lõikunud Sohhi jõe oruni. Arbaa liikus vaevaliselt ja meie kõndisime tema järel jalgsi, kohati teda tagant lükates. Aleksandr Jevgenjevitš jäi istuma arbaa katte alla, ent ka temal polnud kerge: reisijast muutus ta liikuvaks lastiks, aidates arbaad tasakaalus hoida. Arbaa kujutas endast algelist kohmakat veovankrit, mis koosnes teljele asetatud ja suurte aisadega varustatud platvormist. Telje kummaski otsas keerles suur, kahemeetrise läbimõõduga ratas. Arbaa juht istus hobuse seljas, tuges jalgadega aistele. Kogu see kohmakas „ehitus” seisab tasakaalus üksnes siis, kui sõitjad istuvad otse telje kohal ja kui arbakeš on omal kohal hobuse seljas. Tee tõusmisel või laskumisel arbaa tasakaal kaob; seda saab teatud määrani taastada, kui pealvistjad ümber asuvad kas platvormi eesmisele või tagumisele servale, olenevalt sellest, kas arbaa sõidab märke või mäest alla.

Raskematel teosadel käskis arbakeš kõigil sõitjail peale Aleksandr Jevgenjevitši, kellesse ta suhtus suure lugupidamisega, arbaalt maha ronida. Kuid see ei takistanud juhti arbaa liikumise reguleerimisel ka Aleksandr Jevgenjevitši eemale lükkamast, teda piitsavarrega tõugates, või kuuevarrukat pidi hobuse laudjale lähemale tõmbamast.

Jõudes platoo serva juurde ja nähes sügaval all Sohhi jõe orgu, seisatusime nõutult. Aleksandr Jevgenjevitš ronis arbaast välja ja hakkas vilistades edasi-tagasi marssima.

„Mida siis nüüd teha? Tuldud teed tagasi ei tahaks sõita, aga ka alla laskuda tõenäoliselt ei lähe korda.”

„Pole viga, Aleksandr Jevgenjevitš, nüüd tuleb teil pidurina ratta küljes rippuda.” Ja siis me rippusime kõik rattastel. Arbakeš juhtis hobust suu kõrvalt. Tohtu suured rattad vajusid nõlvaku pehmesse pinda ning pidurdatuna meie kehade raskusest, hakkasid libisema nagu saani jalased. Arbakeši valjude hüüete saatel tegi meie maaliline salk nõlvakut mööda liikudes hiiglasuuri siksakke. Tolmus-

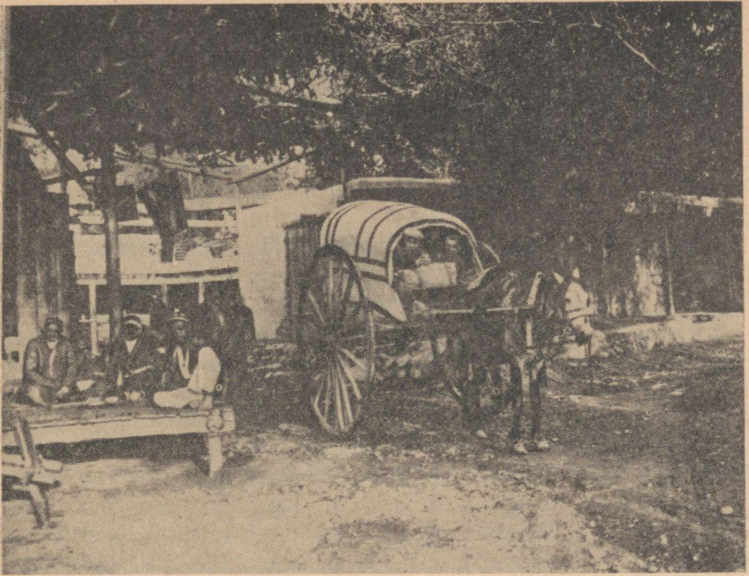
tena ja higistena jõudsi me poole tunni pärast õnnelikult jõesängi ning juhtisime arbaa jõe vasakut kallast mööda looklevale sõiduteele. Kõik valgusid luhta mööda laiali: kes hakkas end pesema, kes otsis pegmatiidirahne. Aleksandr Jevgenjevitsi terav pilk tabas ka siin mitmesuguste munakate seas kohe teda huvitavaid, pegmatiidisoonest pärinevaid palasid. Jälle kõlksusid vasarad, sadasid kõvade kivimite killud, ning peagi täitusid meie seljakotid uute huvitavate proovidega.

Ma ei hakka kirjeldama meie tagasisõitu Sohhi jõe orgu mööda Kokandi linnani. See oli erakordselt raske. Arbaa liikus kogu aeg mööda jõesängi, veeredes oma ratastega üle arvukate rahnude. Arbaal istuda oli äärmiselt ebamugav, sest ta paiskus ühelt küljelt teisele. Pärast väsitavat kuuetunnist teekonda jõudis arbaa lõpuks Kokandi jaama, kus me ümber istusime Andižani rongile, mis viis meid Taškenti.

Tehes mõningaid kokkuvõtteid koobaste mineraloogiast, kirjutas Aleksandr Jevgenjevits pärast seda sügisest matka ajakirjas „Priroda” järgmist:

„Tavaliselt kaldume arvama, et ainsaks ja peamiseks mineraaliks, mis koobastes sadestub, on süsihappu kaltsium — kaltsiit, mis stalaktiitide, stalagmiitide ja lubjatuffide näol loob paljude maa-aluste ruumide kogu ilu. Osaliselt on see õige, kuid sadestumise mehhanism ei ole neile veel kaugeltki selge: koobaste ühtedes piirkondades lahustuvad koopaseinad, teistes kattuvad nad kauni inkrustatsiooniga, kolmandates on nad kaetud terve sammaste, purikate, eesriiete ja muu taolise metsaga. Lahustumise ja sadestumise nähtused vahelduvad eriskummaliselt mitte ainult ruumis, vaid ka ajas, ja kindlasti ei saa seda skeemi nii lihtsalt seletada liigse süsihappe eraldumisega, nagu seda tavaliselt tehakse õpikutes. Stalaktiitide tekkeprotsessides näeme erilise selgusega raskustungi mõju setete kuhjumise protsessidele. Raskustungi mõju ei avaldu mitte ainult moodustise välises struktuuris: õõnsuste alumistes osades settivad kõik sogased, mudased ja kõige raskemad osakesed, ülemistes osades neid aga ei leidu.

Ent oleks ekslik arvata, et süsihappu kaltsium on ainus koopais tekkiv mineraal. Kesk-Aasias leidub kujukaid näiteid ka teistest moodustistest: nii on kuulsas, kuni saja meetri sügavuseni ulatuvas Suures Barüüdikoopas seinad üleni kaetud vaheldumisi kaltsiidi ja barüüdi koorikutega;



*Kaetud arbaa, milles A. J. Fersman sooritas oma matka mööda Lõuna-Ferganat.*

barüüt katab kolossaalse koopa seinu kobarate, karniiside ja suurte sädelevate kristallidena. Atsetüleenilambi valgusel võib näha barüüdikoorikute hiiglasuuri, tuhandeid puudasid kaaluvaid kuhjumeid; üks osa sellest koopast võeti tema huvitavuse ja omapärasuse tõttu looduskaitse alla.

Vähem tähelepanuväärsed pole ka tsölestiinikoopad Fergana orus, Kokandist lõuna pool. Siin, Ljakani kiislaki lähedal eelmägedes, vaatlesime tertsiarsetes merglites suurepäraseid koopaid, mis olid täidetud hiiglasuurte tsölestiinikoorikutega. Kohati on need koorikud kaetud sama mineraali toredate siniste kristallikestega, tavaliselt aga katavad neid kipsi nõrelised setted ja läbipaistva kivi-soola kuubikud. Lõuna-Fergana poolkõrbelise kliima tingimuses toimub praegu kitsaste haruliste koobaste omapärane täitumine nimetatud mineraalidega.

Lõpuks pakuvad erakordset mineraloogilist huvi kipsikoopad, millede suurepäraseks näiteks on kuulus Kunguri koobas, mis asub Uraali läänepoolsel nõlvakul, Kunguri

jaama juures. See koobas, mida ma külastasin 1925. aasta suvel, ei anna meile küll niisuguseid näiteid kipsimoodustistest, nagu neid võib vaadelda näiteks Mehhikos, kus koobastes tekivad mitme meetri pikkuste kipsikristallide pesad, kuid selle eest on siin tõeliseks mineraaliks jää: tema hiiglasuured, kuni detsimeetrise läbimõõduga kristallid katavad seinu nagu kaltsiidilillekesed stalaktiidikoo-pais.”<sup>1</sup>

Kõik need üksikud näited kinnitavad, et koobaste mineraalooogia on väga mitmekesine ja huvitav ning et koopad vääriavad üksikasjalisemat geokeemilist uurimist.

Kesk-Aasia koobaste uurimise tulemusena jõudsim järgmistele järeldustele: mida tugevamini toimub erosiooni- baasi madaldumine ning mida intensiivsemalt erosioon süvendab orgude põhju, seda energilisemalt tungib karst lubjakivisse või kipsi, moodustades peamiselt vertikaalseid tühimikke ja torusid. Vastupidi, jõgede võrgu rahulikuma ja aeglasema arenemise perioodil vastab terrasside moodustumine koobaste võrgu vähemenergilise erosiooni momentidele ja viib tavaliselt üleminekule vertikaalsetelt torudelt horisontaalsetele käikudele ja maa-alustele kanalitele.

Terrasside ja koobaste morfoloogia võrdlev uurimine andis meile seega väga väärtuslikke andmeid karstivõrgu tekkimise seosest kogu viimase aja geoloogilise ajalooga. Geokeemilisest vaatepunktist on see seos eriti tähtis. On täiesti ilmne, et energilise erosiooni ja rohkete karstivate perioodidel lahustumine ületab sadestumise. Samal ajal toimub nende jääkproduktide võimas kuhjumine, mida me nägime, ja mis tekkisid lubjakivide lahustumise tagajärjel. Vastupidi, rahulikuma erosiooni ja terrasside tekkimise perioodil toimub keemiliste produktide settimine ja ümber-settimine ning nende momentidega on seletatav stalaktiidide, koorikute ja teiste keemiliste setete tekke algus. Lõpuks, täieliku rahu perioodil, kui koobastes pole märgata ei lahustumist ega uute setete kuhjumist, toimub koopaid asustavate mitmesuguste metsloomade või nahkhiirte elutegevusega seotud produktide kogunemine. Samaaegselt näitasid meie vaatlused Kesk-Aasia koobastes, et uute keemiliste setete kogunemisel on väga suur tähtsus

---

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. К минералогии пещер. «Природа», 1926, № 1—2, стр. 97—99.

selle õõnsuse kallakul, kus sadestumine toimub. See on täiesti arusaadav, sest vertikaalsetes šahtikujulistes torudes jääb ainult keemiline sete vaevu seintele peatuma ja võib sinna püsima jääda üksnes mõne seinu moodustava aine osalise asendumise korral. Kõik teised setted aga ei sadestu vertikaalsetel seintel ja langevad põhja. Peamised kuhjumised esinevad kõige sagedamini sügavate käikude põhjas, koobaste põhjas ja toruliste käikude laugematel murdekohtadel.

Meie vaatluste teine tsükkel oli pühendatud mineraalsete moodustiste eneste uurimisele. Üks osa neid moodustisi oli seotud koobaste ülemiste osadega, teine nende külglisein-tega, kolmas põhjadega. Koobaste ülemistes horisontides täheldasime peamiselt karbonaatseid mineraale — stalaktiite. Märksa huvitavamateks osutusid koobaste külgliseinad. Tavaliselt märkasime neil lahustumise ja sadestumise vahelise võitluse jälgi. Kui vesilahused täitsid koopa õõnsuse täielikult, siis toimus uute keemiliste ühenditega asendumise protsess seintel ühtlaselt. Kuid tavaliselt ilmes teine protsess: olenevalt meteoroloogiliste tingimuste järskudest kõikumistest täitsid veed karstiõõnsusi mitmesugusel ajal nähtavasti mitmesuguse kõrguseni.

Seetõttu olid veeseisu piiridel märgatavad uusmoodustised vanikute, astmete ja karniiside näol; vee tasapinna muutumisel tekkis terve karniiside või astmete süsteem. Sellised karniisid olid erakordselt iseloomulikud Kesk-Aasia barüüdikoobastele.

Niisama huvitavateks osutusid koobaste põhjas asetsevad setted. Mudaliste ja savikate moodustiste läbilõige huvitab tavaliselt eriti arheolooge ja paleontolooge, kuid ta osutus õpetlikuks ka meile — mineraloogidele, sest ta iseloomustas üksikute geokeemiliste protsesside vaheldumist ja järjekorda, milles ühed keemilised nähtused järgnesid teistele. Osutasime suurt tähelepanu koobastes esinevate setete värvusele, sest värvus määras tavaliselt lahuste oksüdeeriva või redutseeriva iseloomu: punased ja pruunid toonid kõnelesid oksüdeerumisest, kollakasrohelistes tähistasid reduktsiooniprodukte. Huumuserikaste vete sissetung maapinnalt — seoses mõne sügise üleujutusega — põhjustas sageli redutseeritud setete tekkimist, sel ajal kui normaalne ja tüüpilisem protsess oleks seisnud oksüdeerumises ja värviliste mineraalide tekkes. See ei kehtinud mitte üksnes rauaühendite, vaid ka teiste metallide ühen-

dite suhtes, ja seepärast olid koobaste uusmoodustised tavaliselt väga värviküllased: neid iseloomustasid eredad toonid — kollased, punased, rohelised ja sinised.

Lõpuks tegelesime stalaktiitide ja stalagmiitide ehituse vaatlemisega. Hoolimata sellele küsimusele pühendatud väga laialdasest literatuurist ei tunne me siiski tänapäevani küllalt täpselt nende tähelepanuväärsete looduslike moodustiste kasvu mehhanismi.

Meil õnnestus tähele panna üht väga huvitavat nähtust. Nägime peenikesi vertikaalseid torukesi, mis saavutasid vahel ühe- kuni kahemeetrise pikkuse; nad olid seest tühjad ja vesilahused tilkusid läbi nende õõnsuste. Torukeste laius püsis väga seaduspäraselt: see vastas veetilga enda suurusele; mineralisatsioon toimus tilga pinnal, toruke kasvas oma seinakestega primaarsele kristallisatsioonituumale ja kujutas endast otsekui süsihapu kaltsiumi monokristalli. Sellise torukujulise keha kasvu kiirust on võrdlemisi kerge kindlaks määrata ja see võib anda teateid torukese keskmisest vanusest; siit aga võib juba siirduda katsele määrata sadestiste ja koopaliste moodustiste vanust. See vanuseprobleem omab väga suurt tähtsust arheoloogiliste ja paleontoloogiliste leidude periodiseerimisel. Torukeste, kristallide ja stalaktiitide tekke üksikasjaline uurimine võib valgustada tervet rida küsimusi koopa kronoloogiast.

Sellised olid meie tähelepanekud. Lähtusime seejuures mõttest, et karstide ja koobaste teke on puhtal kujul keemiline „protsess”; tema tundmaõppimiseks püüdsime kindlaks määrata kõigi geokeemiliste nähtuste käiku, mis toimusid antud kivimite süsteemis ning mis järjekindlalt viisid üksikute keemiliste elementide ülekandumisele või, nagu me nüüd ütleme, „migratsioonile” ja nende ümbersettimele.

Erilise tähelepanu osutamine karstiliste protsesside analüüsile oli tingitud karstide ja koobastega seoses olevate maavarade mitmekesisusest.



## VIIES PEATÜKK

### KARA-KUMI LIIVAS

Sellest ajast peale, kui A. J. Fersman oli Fergana orus tutvunud keemiliste protsessidega, mis toimuvad kuiva ja palava kliima mõjul kivimite pindkihis, tekkis tal vastupanematu tung sattuda tõelisse kõrbesse. Eriti ahvatlevana tundus Kaspia-tagune Kara-Kum; selle keskosas teati olevat eheda väävlileiupaiku, millede tekkelugu jäi ebaselgeks. Aleksandr Jevgenjevitšil tekkis korduvalt mõte külastada Kara-Kumi. Selleks matkaks osutus soodsaks 1925. aasta sügis. Noored Kesk-Aasia vabariigid püüdsid kõigiti arendada uusi tööstusalasid. Eriti aktuaalseks muutus väävlileiukohtade töötlemise küsimus.

Tekkis aga ka mõningaid kahtlusi, sest sõit mööda Fergana orgu oli Aleksandr Jevgenjevitši väsitanud ning tal ägenesid haigushood, mida põhjustas nõndanimetatud Buhaara amööb, millesse ta oli haigestunud juba 1924. aastal. Neil puhkudel tekkisid tal maksas valud, ta pidi lamama ja kasutama soojendajat.

Oli imekaunis sügis. Taškent elas üle oma taassündi, mis oli seotud sotsialistliku ülesehituse hooga arenguga Kesk-Aasia vabariikides. Teaduslikud töötajad olid kaasa tõmmatud tähtsate teaduslik-majanduslike ülesannete lahendamisse. Arutleti hoogsalt mitmesuguseid probleeme, mis nõudsid Kesk-Aasia geograafia, tema energeetiliste ja

mineraalsete resursside paiknemise tundmist. Seepärast leidis elavat vastukaja ka Aleksandr Jevgenjevitši ettepanek uurida Kesk-Kara-Kumi ning hankida uusi andmeid väävlileiukohtadest.

Mõninga kõhkluse järel otsustas A. J. Fersman hoolimata oma haigusest kõrbesse sõita. Oktoobri lõpul sõitsime Turkmeenia vabariigi pealinna Poltoratskisse (praegune Ašhabad).

Taškendi kiirrong kannab meid kiiresti edasi läbi Usbekistani. Läbistame laialdast kultuuroaaside piirkonda; vaguniakendest paistavad kaugel võimsad mäeahelikud värske sügise lumekattega harjadel ja nõlvadel. Peatusel tungib vaguneisse väikeste jaamade kärarikas elu. Kõikjal veetakse massiliselt kohale puuvilla. Oleme Kagani jaama perroonil, mis on suur sõlmpunkt üsna Buhaara lähedal. Värvitoonid on siin veel eredamad kui Ferganas; fergana halattide sinised ja rohelised toonid asenduvad buhaara siidide kirevusega. Niisama heldekäeliselt on Kesk-Aasia rikas loodus oma andidega õnnistanud tööd armastavat dehkaani: turgudel välja pandud erekollaste, kirjute melonite mäed, korvitäied viinamarju ja granaatõunte punased püramiidid meelitavad perroonivõre tagant enda juurde. Eespool aga, pakiruumi katuse all, lebavad arvutud puuvillapallid ja järjest voorib sealt eemale kääksuvate, süllakõrguste ratastega arbaade rodu, üles keerutades lõssitolmu pilvi. Ere ja ikka veel palav sügispäike kallab valgust jaamale, kärarikkalt askeldavale rahvahulgale ning turuplatsile tema arbaade, hobustel ja isakkidel sõitvate ratsanike ning kaamelikaravanidega. Rong viib meid kiiresti edasi; juba õhtu eel sõidame üle võimsa, muutliku ja kapriisse Amu-Darja jõe, mis kiiresti kannab oma šokolaadivärvilisi sogaseid vooge Pamiiri ja Hindukuši mäehiiglastelt Horezmi oasidesse.

Amu-Darja taga on hoopis teistsugune maailm! Väikeses jaamades seisavad kõikjal salkadena kõrgekasvulised, tõmmud ning saledad turkmeenid pruunides punaste triipudega hiiva halattides ja tohutu suurtes mustades papaahades. Enam ei näe eredaid buhaara siide, väljaõmmeldud tibiteikasid ega toredaid turbaneid. Oleme noore Turkmeenia vabariigi pinnal.

Hommikul oleme juba teistsuguses maastikus. Vasakul tulevad üha lähemale ja lähemale rohelised kingud — Kopet-Dagi mäestikuharud; paremal paistavad vaguniaken-

dest kaugel keset tasast paljast steppi pruunkollaste, korratult kuhjunud liivabarhaanide ebaselged kontuurid. Piki raudteetammi äärt uidavad küll üksikult, küll karjadena kaamelid. Eelmäestiku kitsa riba taga, mida mööda ussina lookleb raudtee ja millele on laiali paisatud põldude ja aedade harvad laigud, laiub põhja suunas umbes viiesaja kilomeetri ulatuses liivameri.

Poltoratsk (praegu Ašhabad), vabariigi pealinn, väike, ühekorruseliste ehituste ja arvukate aedadega puhas linn, võtab meid vastu külalislahkelt. Turkmeenia valitsus ja kohalikud teaduslikud töötajad osutavad meile erakordset vastutulelikkust. Kogu tähelepanu on siin praegu suunatud oaaside piirkonnale, keerukate maaküsimuste lahendamisele, kus mitte niivõrd maa, kui just vesi määrab kultuuri ja elu võimaluse. Sellesse võitlusse maafondi laiendamise ja iga veetilga eest on rakendatud kõik parimad teaduslikud ja tehnilised jõud. Et kogu tähelepanu oli suunatud eelmäestiku ribale, siis keegi vaevalt tungis sel ajal uurimise eesmärgil Kara-Kumi keskossa.

Peamised kõrbesse suunduvad karavaniteed algavad Geok-Tepe auulist, mis asetseb Ašhabadist nelikümmend kilomeetrit lääne pool. Me varustume telgiga, mis kohaliku muuseumi direktori poolt lahkesti meie korraldusse antakse, ostame vajaliku varustuse, ning meiega saadetakse kaasa maad ja kohalikke olusid tundev kogenud teejuht.

Novembri algul laadime oma varustuse maha väikese Geok-Tepe jaama korralikul platvormil. Ümberringi valitseb elevus. Igast küljest lähenevad dehkaanide puuvillaga koormatud kaamelid. Selle väärtusliku kauba tohutud pallid laotakse virna vastuvõtupunktide juures, kust nad edasi lähevad juba vaguneisse. Siinsamas viib pahtaa (puuvilla) omanik oma tasu kooperatiivi või poodi, kust ostab talveks valmis kõik vajaliku oma majapidamiseks.

Algavad läbirääkimised täitevkomiteega, teejuhtide ning veeloomade ja nende ajajate otsingud. On käimas viimane toidumoon, kuržumide, košmaade ja paljude muude karavani varustamise käigus, alati vajalikeks osutuvate pisiasjade ostmine.

Kolmanda päeva õhtuks on lõpuks kõik valmis: on saduldatud neli hobust, laaditakse koormaid meie viiele kaamelile. Meid on kolm venelast ja neli turkmeeni Jangi-Kala asulast.

Kell neli päeval asume teele. Ees on Kara-Kum — liivameri, mis laiub Kaspia kallastest kuni Amu-Darja süngini, vastu Kopet-Dagi nõlvakuid surutud Ahhaali oasi kitsast ribast kuni Ust-Urdi kõrbeliste tšinkideni (järsakuteni) ja Horezmi aedadeni sinise Araali juures.

Kara-Kum võtab enda alla kolm neljandikku kogu Turmeenina pindalast, umbes kolmsada tuhat ruutkilomeetrit. Sotsialistliku ülesehitustöö järjekordseks ülesandeks peab olema nende tohutute liivaalade liitmine maa tootmisfondiga. Esimese viieteistkümnne kilomeetri ulatuses kulges harvade arõkkidest niisutatud oasivööde. Arõkid tõid allikavett kaugelt mägedest või said seda maa-alustest tunnelitest — kjariizidest; siin ja seal oli näha üksikuid savi ja õlgede segust tehtud seintega täisnurkseid ehitusi, harvu paplipuid, jurtade gruppe, vilksatas alles koristamata puuvillapõldude laiike. Ja olimegi oasi piiril. Tuiskliiva pikad keeled tungisid üha laiemalt ülesküntud madalikkude. Lõppes ka viimane põld, liivakingud meie ümber tõmbusid koomale ja ahtake, sügavalt sisse tallatud teerada muutus ainsaks niidiks, mis ühendas meid selja taha jäetud kultuurmaailmaga. Ööbisime majades kõrbe piiril. Öhtu oli soe ja vaikne ning selge tähistaevas tõotas meile järgmiseks päevaks head ilma.

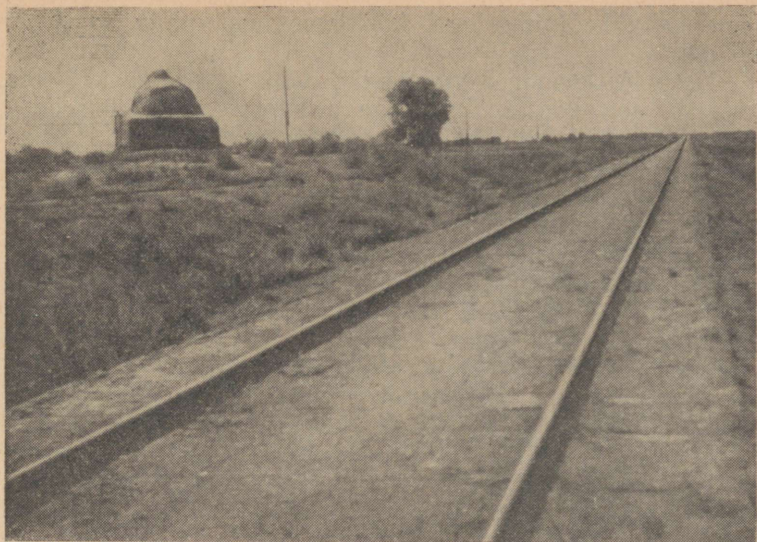
Meie sügava une ajal aga ilmus kuskilt kirdest seletamatu kiirusega kohutav buran. Külma tuul tormas turmeeni savionni, tuues endaga kaasa liivapilvi ja lumehelbeid, pugedes teki alla ja tungides otse üdini. Hommikul ootas meid kurb vaatepilt. Ärgates nägime, et kõik kohad olid kaetud lumega. Madalal, otse pea kohal liikusid kiiresti udupilved, varjates lähimatki ümbrust.

Meie ekspeditsiooni varustus ja toidumoon, mis õhtust saadik hunnikus lebas, oli nüüd kaetud värskelt sadanud tiheda lumekattega. Kõndisin kraami ümber täielikus hämmelduses; teejuhid-turmeenid olid aeglaselt ja vastumeelselt läinud kaameleid kokku ajama.

Aleksandr Jevgenjevitš väljus kibitkast värisedes ja oma palitu all kõssi tõmbudes. Ta vilistas mingit ebamäärast viisi, vaadates sõnalausumata kord liivale, kord mägedele.

„Aleksandr Jevgenjevitš,“ pärisin temalt, „kas tõesti nüüd, kus me asume kõrbe lähistel ja oleme läbi teinud kõik matka organiseerimise raskused, tuleb meil matkast loobuda? Meie seisund näib olevat üsna lootusetu!“

„Ära tõtta järeldusi tegema! Ootame keskpäevani, kõne-



*Taga-Kaspia raudtee, mis läbib tasandiku Tedženi lähedal.*



*Turkmeenide elamud kõrbe piiril.*

leme kohalike inimestega, küsitleme neid nagu kord ja kohus!”

„Kuid, Aleksandr Jevgenjevitš, võtke arvesse ka oma haiglast seisukorda. On väga riskantne sõita ebasoodsa ilmaga täielikku teadmatusse, tundes end halvasti. Pealegi oleme talvistele töötingimustele täiesti ette valmistamata, meil ei ole ei sooja riietust, sooje tekke ega häid telke.”

„Kõik sinu kaalutlused on olulised, kuid mitte otsustavad. Katsume siiski edasi liikuda; keegi ei takista meid tagasi pöördumast, kui väga raskeks läheb. Kunagi ei maksa loobuda kavatselust, ära proovimata kõiki võimalusi.”

Teejuhid-turkmeenid, nähes meie rõhutatud meeleolu, patsutasid mulle ja Aleksandr Jevgenjevitšile õlale, püüdes meile mõista anda, et lumi ei püsi kaua ja et liivikutel on parem ning soojem. Ja kui esialgu ongi külm, siis seal kasvav „mets” annab võimaluse soojendada end lõkketule juures.

„Ei mõista, missugusest metsast nad kõnelevad ja miks meie teejuhid on nii kindlad selles, et muutub soojemaks? Kuidas teie arvate, Aleksandr Jevgenjevitš, kas nad lihtsalt ei karda oma teenistusest ilma jääda?”

„Anna käsklus kogunemiseks ja lase kandamid kaamelite selga laadida, edaspidi selgub kõik,” ütles Aleksandr Jevgenjevitš.

Kindel otsus tungida salapärase väävli juurde aitas meil kiiresti koguneda ja teele asuda. Keskpäeva paiku hajus udu ja kadus ka lumi, mis rohkem aurustus kui sulas. Liikusime mööda punakaid ja parkettsiledaid saviväljakuid, nõndanimetatud takõrre, mis olid tihedasti surutud korrapäratu kujuga, ratsaniku kõrguste, hõreda põõsastikuga kaetud liivaküngaste vahele. Silmapiir oli kogu aeg varjatud meid igast küljest ümbritsevatest liivakinkudest. Tee-konna teine päev tõi vähe elevust, ainult maastik muutus lainelisemaks, põõsastikud sagedasemateks. Paljutallatud teerada ei kulgenud nüüd mitte üksnes mööda saviväljakuid, vaid tõusis vahetevahel ka liivakinkudele ja läks ühest lohku süsteemist teise üle. Ilm püsis külmana, puhus kõle tuul ja langes harvu lumehelbeid; vahel näitas ennast ka päike.

Et me suundusime tundmatutesse paikadesse, siis tuli mul mõte igaks juhuks kaardistada kogu teekond, kasutades selleks kompassi, millest ma kunagi ei lahkunud, ja



*Meie karavanijuhid takõrril asetseva kaevu juures.*

kella. Meenutasin oma noorpõlve esimesi samme sellel alal ja esimesi asjaarmastajalikke teekondade kaardistamisi, mis mulle nüüd olid suureks abiks. Sõitsin algul karavanist veidi ette ja määrasin sammudega mõõdetud teesal kindlaks karavani liikumiskiiruse. Tegin seda mitu korda. Siis, karavanist regulaarselt maha jäädes, hakkasin kompassi abil teostama kohamääratlemisi eespool liikuvate kaamelite järgi. Kui nad kadusid kõrge seljaku taha, sõitsin traavi selle kohani, kus nägin neid seljakust laskuma hakkavat, ja kordasin sedasama võtet.

„Mida sa seal teed?” küsis minult Aleksandr Jevgenjevitš. „Kuhu sa ühtepuhku kaod?”

„Mõtlesin läbi viia teekonna lihtsustatud kaardistamise. See ei võta palju aega, kuid võimaldab paremini teekonda meeles pidada ja teekonna vältel tehtud märkmeid kergemini seostada üksikute teesadega.”

Kolmanda päeva algul see monotoonne maastik muutus. Ootamatult avanes kõrgelt küngastegrupilt meie ees valge tasase pinnaga laialdane nõgu, mis kaugelt sarnanes

järvega. Laskusime mööda kallaste tuiskliiva valgele väljakule; selle pehme ja pundunud pind osutus kaetuks õhukese soolakorruga, mille all oli niiske liiv. Meiepoolne huvi ja imestus sundis teejuhti karavani seisma jätma ning ta kordas mitu korda, sõnu järsult hääldades: „Šor, šor, depiiz.” Tõepoolest, see oli tüüpiline soolak ehk šor. Nende moodustiste salapärase tekkimise üle vaieldi omal ajal elavalt erialase kirjanduse veergudel.

Mäeinsener Konšin pidas neid kvaternaarse ajastu algul Kara-Kumi üle ujutanud Araal-Kaspia mere reliktideks; V. A. Obrutšev nägi neis kunagi piki Kopet-Dagi voolanud ja Kaspia merre suubunud Amu-Darja iidsete sängide jäänuseid. Kaua liikusid hobused ja kaamelid mööda soolaku tasast põhja ning ronisid vaevaga vastaspoolsele kaldale, kus hallist tuiskliivast tulid kõikjal nähtavale korrapärased kipsikobarad, mis olid kristalliseerunud koos liivaga. Päeva jooksul läbisime kolm sellist nõgu. Iga kord imestasime nende omapärase välimuse ja ootamatu ilmumise üle. Kõigi edasiste rännakute vältel me selliseid nähtusi enam ei kohanud, kui mitte arvestada Unguzi tšinkide jalami juures esinevaid šor'e, mis siiski olid veidi teiselaadsed.

Mida kaugemale me edasi liikusime, seda sagedamini hakkas läbi pilveloori paistma päike, ja ebasõbralikud ning paljad liivakõrgendikud kattusid üha tihedama taimestikuga. Lõpuks tuli laialinihkuvate liivikute vahel nähtavale kuni kahe kilomeetri pikkune ovaalne, sile, nagu pakk-sillutisega kaetud saviväljak. Selle „takõrri” lõunapoolsel serval seisis reastikku umbes kolmkümmend kibitkat. Lähenesime tuntud kõrbekeskusele — Mamed-Jari auulile. Kaugemal, elamute taga, keset „takõrri” kokku tuisanud madalal liivaluitel asetsesid kaevud, mille ümber tunglesid sajad kärsitud, kõrvulukustavalt röökivad noored kaamelid, oodates soolaka vee kehva annust.

Karavani ilmumine tekitas kibitkade lähedal töötavate turkmeenide seas elevust. Peagi ümbritsesid meid parvena teravasilmalised päevitunud lapsed, vahtides uudishimulikult seninägemata uustulnukaid. Siis lähenesid ka halli-habemelised raugad ja sügavasti kummardudes kutsusid meid jurtasse end soojendama ja traditsioonilist rohelist teed jooma. Meid pandi istuma mahalaotatud tihedatele košmaadele nõndanimetatud meestepoolel. Keset jurtat põles põrandal lõke, millel soojenesid kitsakaelalised vasksed „tuntšaad” (kannud) veega. Teisel pool, lõkke taga, asu-

sid naised ja lapsed. Kibitka sügavuses istusid kaks noort tütarlast tagasihoidlikult vokkide taga. Vanem naine, perenaine, vaatas lõkke ja vee järele. Turkmeenia naine erines oma õdedest Buhaaras, Horezmis ja Pärsias selle poolest, et ta liikus alati katmata näoga ja võttis osa meeste jutust. Ta armastas end ehtida ega lahkunud kunagi hõbedastest ehteasjadest.

Meie ümber kogunenud mehed ja naised olid kõrgekasvulised ja saledad. Tihedad, mustad ja tugevasti kaares kulmud andsid nende nägudele küsiva ja veidi imestunud ilme. Siin, kibitkas, rahulikus vestluses muutusid meile järk-järgult arusaadavaks nende „liivainimeste“ ehk „kumlide“ igapäevane elu ja huvid. „Kumlideks“ nimetasid meie pererahvast teejuhid, vastandades end — eelmägede põlluharijaid — kõrbe elanikele.

Varsti saime teada, et Kesk-Kara-Kum ei ole kaugeltki asustamatu ega kujuta endast elutut liivamerd. Juba iidsetel aegadel kattusid liikuvad ja kunagi kohutavad barhaanid mitmekesise põõsastikuga. Aprillis, kui põõsastikud on täies õieehtes ja liivakünkad kattuvad rohelse rohuga, muutub „kõrb“ eelmägede vööndis rändlaagriks ahhalkiiniidele, kes oasist siia üle kolivad koos oma karjade, perekondade ja kogu koduse varaga. Siis kerkivad rohelistele aasadele kärarikkad aulid, liivakinkude vahel karjatatakse arvukaid lamba- ja kitsekarju ning kaamelite salku, teeradadel aga liiguvad karavanid. Suvepalavuse saabudes pilt muutub, kõik ümberringi tardub, rohi kuivab, põõsastik paljandub ja turkmeenid kolivad oma kibitkadega oaasi tagasi. Kuid peale nende „sisserändajate“ elutseb liivikutel ka alaline elanikkond, kes samuti sealt lahku, kuid mitte sulisevate arõkkide juures asetsevate aedade varjuküllasesse jahedusse, vaid tasastele paljastele savitakõrriidele, lähemale kaevudele, mis, nagu selgub, peaaegu eranditult asetsevad takõrriidel. Need väljakud on looduslikud veekogujad: kevadel, harvade, kuid tugevate paduvihmade ajal ujutab vesi nad kiiresti üle, muutes nad lühikeseks ajaks tõelisteks järvedeks. „Liivainimene“ on õppinud seda niiskust säilitama. Ta kogub seda kraavikeste abil takõrri madalamatesse kohtadesse ja juhib seal maasse kaevatud, alt laienevatesse koonusekujulistesse aukudesse, mis on üheaegselt nii vee kogumisastjateks kui ka kaevudeks. Oaaside viljakandva mulla asemel leidis ta teise ülalpidamisallika, kasutades oma majapidamises

looduse enda poolt kõrbeeluks nagu loodud kaamelit, kes vee suhtes on vähenõudlik ja toitub mitte üksnes rohust, vaid ka Kara-Kumi keskosas külluses kasvavate saksaulipõõsaste võsudest. Teatavate kaevude suhtes väljaõpetatud kaamel ilmub ilma karjaseta ise iga kolme päeva tagant joogikohale ega koorma oma peremeest liigsete järelevalvumuredega. Revolutsioonieelsel perioodil viisid turkmeenid oma täiskasvanud noored kaamelid naabruses asuvatesse tihedasti asustatud põllumajandusrajoonidesse ja vahetasid nad seal kuldse nisu kottide vastu. Olenevalt lõikusest ja viljahindadest külastasid nad kas põhja pool asetseva Horezmi turge või Tedženi ja Mervi auule. Rikkad loomakasvatajad omasid tol ajal paljusid sadasid kaameleid.

Kuid kaamel ei olnud üksnes vahetuskaubaks; kandes oma turjal rohkem kui veerandtonnist koormat, osutus ta Aasia tohututel teedeta maa-aladel, eriti aga liivadel, täiesti asendamatuks transpordivahendiks.

Kaamelikasvatus ja osaliselt ka lambakasvatus, samuti kaupade vedu karavanidega oli kõrbeelanike peamiseks tuluallikaks. Mõnevõrra väiksemat osa etendas käsitöö, eriti oma kauniduse tõttu tuntud vaipade ja košmaade valmistamine, millega tegelesid naised.

Vabal ajal armastas turkmeen hagijate (taazide) ja jahikullide abil jahti pidada jänestele ja rebastele. Rebase nahku vahetati hea eduga karavanseraiades raudteeliini ääres. Kevadel laskusid mägedest liivikutele graatsilised kaljukitsed-džairaamid, ja parimad laskurid, relvastatuna vanaaegsete eestlaetavate püssidega, võistlesid omavahel oskuses varitseda seda erksat metslooma, tappes ta oma tehtud seatinakuulidega.

Niisugune oli „kumlide” lihtne elu-olu ja tegevus. Praegu aga on nad ühinenud loomakasvatuskolhoosidesse, mis edukalt kasvatavad karakull-lambaid ja kaameleid.

Nende kultuuriline tase on määratult tõusnud. Keset liivavälju on asutatud koolid, kooperatiivid ja haiglad.

Lahkusime külalislahkest pererahvast alles järgmisel päeval, sest teejoomisele järgnes noore lamba lihast valmistatud traditsioonilise pilavi söömine, mille juures vahetati muljeid ja puhuti juttu. Alles järgmisel hommikul õnnestus meie karavanil suure vaeva ja hilinemisega asuda teekonda jätkama.

Saabusime kõrbe keskossa. Vastu ootusi muutus siin maastik üha meeldivamaks ja elavamaks.



*Liivikud, mis tuulealusest küljest on põõsaid täis kasvanud.*



*Liiva-akaatsia puukesed Kesk-Kara-Kumis.*

Teerada kulges kirde suunas piki liivaseljäandikke, mis vaheldusid ebasümmeetriliselt laiail paisatud suurte kinkude ja alustassikujuliste nõgudega. Liiva laineline pind oli võrdlemisi tihedalt kaetud mitmekesise põõsastikuga. Madalamates paikades kohtasime sirgete liiva-akaatsiate ehk sezeenide salusid, kus üksikud puud olid viie kuni kuue meetri kõrgused; nõlvadel kasvasid käharad valged saksaulid ehk liivasaksaulid; tippude lähedal aga tulid nähtavale *Calligonumi* arvuka perekonna mütsisarnaselt laotuvad esindajad — „tšeta”-põõsakesed, mis olid kohandunud kinkude harjal veel toimuvale teatavale tuiskliiva ümberpaigutumisele. Oma mahlakate roheliste võsudega paelus tähelepanu omapärane boordžok (*Ephedra sp.*), harva esinesid singreeni (*Astragalus sp.*) väheldased põõsakesed ja kohati tärkas peeni rohelisi liblesid — see oli kõrbe lõikhein ehk ilak. Nõgude nõlvad olid läbi uuristatud näriliste arvukatest käikudest ja sageli võis näha ka uru peremeest, väikest „tšur-tšuraad” ennast, kes istus tagumistel käppadel ja soojendas end päikese paistel. Vahetevahel roomas madu laisalt üle tee või jooksis jänese. Ilmad püsisid selgetena ja kuumadena; vaatamata novembri lõpule soojenes liiv päeval kuni 30°, kuid kohe pärast päikese loojangut langes temperatuur kuni 0° ja hommiku eel isegi kuni —7°. Meie karavan liikus aeglaselt, jõudes tunnis edasi kolm kuni neli kilomeetrit. Rütmi- liselt sammusid kaamelid üksteise järel, kuna nende taga liikusid hanereas meie hobused. Pärast kolmekümne-kilomeetrist rännakut peatusime, laadisime koormad maha, püstitasime telgi ja süütasime lõkketule — kuiva kütust selleks leidis alati külluses.

Aleksandr Jevgenjevitši, kes tundis end ikka veel väga halvasti, pidime peatuskohtadel sadulast maha tõstma. Suuri vaevu komberdas ta telgini, mille lähedale laotasime maha košmaa ja asetaskime Aleksandr Jevgenjevitši selle peale värskesse õhku, kattes ta vaibaga. Ergutuseks andsime talle ettenägelikult kaasa võetud väikesest vaadist klaasi veini. Tüki aja pärast Aleksandr Jevgenjevitš tavaliselt tõusis košmaalt, istus, võttis välja märkmiku ja hakkas sellesse kirjutama oma muljeid. Öhtul aga, kui põles suur lõkketuli, nihkus ta tulele lähemale ja hakkas meie tõlgi Anna Kuli abil turkmeenidega vestlema. Ta armastas väga neid vaikseid täherikkaid öhtuid ning seda rahulikku vestlust, mis aitas meil lähemalt tutvuda turk-

meenidega, nende elu-oluga, nende kujutlustega loodusest ja Kara-Kumi kõrbest. Lõkketuli oli kustumas; kaua hõõgusid veel saksaulisõed, kuid meie magasime juba rahulikult. Värske õhk, väsimus harjumatust sõidust mööda liiva ja hämmastav vaikus soodustasid sügavat und.

Hommiku eel hakkas meil külm ja vastumeelselt lahkusime magamisasemetelt; kogunemine edenes loiuult, kangestunud käed sidusid vaevaliselt pakke. Esimene tund kiiret käiku soojendas meie kangestunud liikmeid, kuid juba lühikese aja pärast hakkas tõusva päikese kiirtest palav. Selliselt möödusid päevad üksteise järel; põõsastega kaetud tardunud liivamere monotoonsusse tõid harva vaheldust takõrride saviväljakud, kaevud ja auulid oma traditsiooniliste tšurekkide (teatud liiki leivad), tee ning pilaviga. Silm harjus juba kaugelt takõrri asukohta kindlaks määrama. Tema läheduses kadusid põõsastikud ja üksnes kuiva seliini kõrged kollased tutid ja tuiskliiva peened virgmärgid tuulepoolsetel nõlvadel elustasid veidi hallkollaseid barhaane.

Teel leidus ka ära uhitud ja osaliselt tuulest murenenud takõrride jäänuseid. Sellistele paikadele oli omane tüüpiliselt terashall, veidi hõbedane liiv, mida rikastasid vilgulehekesed ja endise savikatte väikesed jäänused.

Üldiselt sarnanes kõik omavahel sedavõrd, et läbitud teekonna üksikasju oli väga raske meenutada.

Kõige imelikum oli siiski see, et me liikusime kogu aeg peaaegu otse põhja, kuna olemasoleva kaardi järgi oleks meil tulnud minna kirdesse.

„Aleksandr Jevgenjevitš, võib-olla teejuhid viivad meid vale suunas? Küsime õige neilt täpselt järele.”

„Mis sa nüüd, mis sa nüüd, meie „kumlid” tunnevad oma liivikuid niisama hästi kui meie sinuga oma armsa Leningradi tänavaid. Elame — näeme.”

Kümnendal rännakupäeval nägime eriti kõrge liivakingu harjalt eemal silmapiiril mingeid korrapäratult laiali paisatud koonusetaolisi kõrgendikke. Kõrbe lamedal reljeefil jätsid nad mulje hiiglaslikest kummalistest mäetippudest, mis olid üles kerkinud liivamere lainetest. Kogu päev paistsid need kõrgendikud kord paremalt, kord vasakult, aeg-ajalt täiesti kadudes, ja karavan, sukeldudes suurte uvaalide vahele, lähenes aeglaselt teekonna ihaldatud eesmärgile.

Hisisõhtul, juba kuuvalgel, jõudsime Tšemmerli künka

jalamile. Järgmisel hommikul valgustasid tõusva päikese kiired omapärast pilti: meie ees laius valge soolakorraga kaetud lame nõgu, eespool aga, selle serval, kerkis erapunaste nõlvadega massiivne küngas. Tema jalam jättis mulje, nagu oleksid seal gigantsed plaadid üksteise peale laotud. Keskmine osa oli väga järsk. Püstloodse karniisi kohal kerkis servadelt tagasi tõmbunud poolümmargune tipuke. Küngas tervikuna sarnanes hiigeltorniga, tundudes märksa kõrgemana kui need viiskümmend kuni kuuskümmend meetrit, mille võrra ta tegelikult ületas naabruses asetseva nõo põhja. Suuri vaevu ronisime üles — sealt avanes omapärane, millegagi võrreldamatu maastik. Idast ja põhjast tungisid kord ühekaupa, kord rühmadena peale liivavallidega poolenisti kaetud teravatipulised künkad. Kaugemal, peaaegu silmapiiril, joonistusid uued kõrgendike rühmad, nende tagant aga paistis vaevu kuristikest lõhestatud järsk platoonõlvak. Kohati paistsid keset liiva valged šorid või barhaanidest palistatud takõrreide ribad. Meie jalge all aga põles ja sädeles päikese käes kogu künka tipp erekollase väävli kristallidest. Ülemist mäeosa moodustavad liivakivid olid rikkalikult läbi põimitud eheda väävli soonte ja pesadega.

Püüdsime väävlikinkude küsimuse lahendust leida üksikute kivimikildude järgi. All valendab hiigelastang, mis koosneb reast peaaegu horisontaalsetest Sarmaatia mere molluskite kodade jäljenditega lubjakiviplaadidest; temast kõrgemal lasub kips, mis settis rannalähedastes lahtedes; veel kõrgemal — peent kvartsiliiva sisaldavad punakad savid (meremuda). Meie küngas on tüüpiline relikti; tema naabrid moodustasid temaga kunagi ühise terviku ja liitusid vaatepiiril nähtuvate platoodega; kitsad sinetavad järsakuribad aga on kirjelduste järgi tuttavad Unguzi tšingid. Lõuna pool, nagu oletas geoloog I. V. Mušketov, asetses madal maa ehk Kara-Kumi nõgu, kujutades endast laialdast alangut, s. o. maakoore vajunud osa piki Kopet-Dagi ja oletatavasti ka piki Ust-Urti lõunapiiri kulgevate murrangulõhede vahel. Meie aga arvasime, et Ust-Urt ei ole murrangulise päritoluga, vaid kujutab endast nõrka kurdu. Siin, tertsiaarse platoo serval, toimub kivimite intensiivne rabenemine ja kõrbe kohutavad tuuled kannavad murenemisproduktid laiali, moodustades neid lõpmatuid liivamasse, mis täidavad Kesk-Kara-Kumi.

Läbematus kasvab. Otsime kaardi ja binokli abil Šiichi

takõrri ja kaeve, nende taga aga väavli poolst kõige rik-  
kamaid „Darvazi kinke”. Mida kujutab endast mõistatus-  
lik Unguz? Kas see on Tšardžui-Darja iidne säng, mida  
täpselt kirjeldas porutšik Kalitin, või on õigus Konšinil  
ja meie ees kerkib põhja pool Kara-Kumi mere järsk rand.  
Otsime silmadega Šiihi kaeve põhja suunast ning vaidleme  
kaua meie teejuhtidega, vehkides nende edukamaks veen-  
miseks kaardiga, kui nad näitavad meile loodes asuvat  
piirkonda. Kuid turkmeenid vaatavad umbusklikult „urusski  
pilanile”, nagu nad nimetavad meie kaarti, ja jäävad kan-  
gekaelselt om arvamuse juurde. Järgmisel päeval jätkame  
oma teekonda, püüdes võimalikult kiiresti Šiihi kaevude  
juurde jõuda.

Tee kulges risti üle ridadena sirutuvate uvaalide, mille  
nõlvadel oli rohkesti suuri nõgusid. Kaamelid liikusid aeg-  
laselt, vaevu ületades liivaseid harju, hobused aga vajusid  
liivasse ja olid täiesti nõrkemas. Öhtuks jõudsime uue  
küngaste rühma juurde, kuid vett ja kaeve me ei leidnud.  
Raske rännak oli meid väsitanud, kuid tugev öökülm ei  
võimaldanud puhata. Seepärast liikusime järgmisel päeval  
edasi väga loiult.

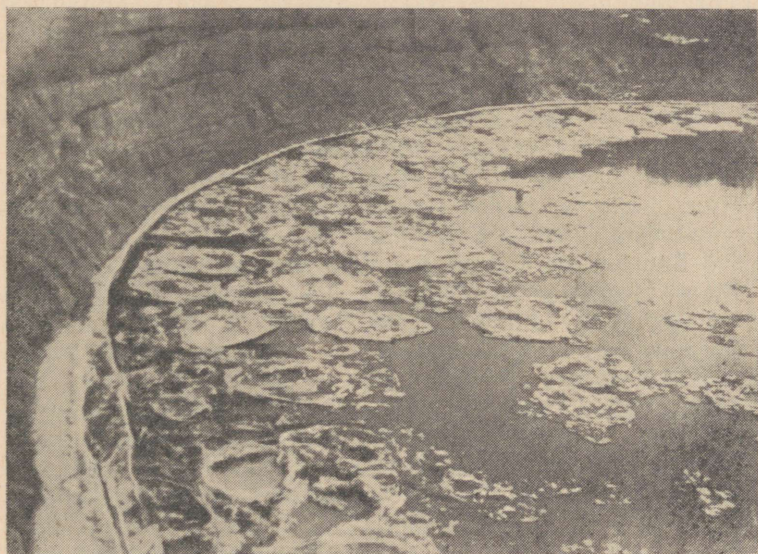
Kuid keskpäeval hakkas karavan ussitaoliselt pikaks  
venides aeglaselt paljastele barhaanidele tõusma. Oli näha  
valget suitsuvinet ja minuti pärast tuli nähtavale hiigla-  
suur punakas takõrr rea kibitkadega selle vastasäärel. Kau-  
gemal põhja pool algas tundmatu maastik. Üksteise järel  
kulgesid loodesse tohutud nõod, mida karniisidena ümbrit-  
sesid paljandunud aluspõhjakivimid. Liiv palistas tugevasti  
liigestatud platoo tippu ainult kohati, laskudes siin-seal  
keeltena alla mööda kiviseid nõlvakuid. Kaugel aga paist-  
sid uued kummalise kujuga kingud.

Jõudsime Šiihi kaevude juurde. Meid võeti lahkesti vastu  
ja me puhkasime ühe kohaliku elaniku väikeses kibitkas.  
Karavani tuju tõusis, küpsetasime oma jahudest värsket  
leiba ja asusime kohe teele, et jõuda kiiremini „Darvazi”  
kinkudeni. Tee oli tasane ja hea. Liikusime kiiresti edasi  
mööda kõvu savipindu, mis olid kaetud kehva rohttaimes-  
tikuga, ja kus vahetevahel tulid nähtavale laialipaisatud  
liivakingud. Need olid samad „kõr'id”, mis insener Les-  
sari kirjelduste järgi kulgevad platoo servalt paljude kilo-  
meetrite ulatuses Hiiva poole. Kõr'id pole kaugeltki hori-  
sontaalsed pinnad. Nad moodustavad kohati rea loode suu-  
nas kulgevaid laugeid sulglohke. Katkedes vahel, ilmuvad

nad uuesti eraldiseisvatel tippudel või platoo kerkinud astangutel. Üksteise järel reas asetsevad järvetaolised häilud meenutavad teataval määral tõepoolest liigestatud jõesäangi, kuid tarvitseb ainult tõusta lähedalasetsevaile kõrgendikele, kui tulevad nähtavale täpselt samasugused sulglohud, kulgedes ligikaudu rööbiti üksteisega. Ja kui ronida üles põiktammile, mis lahutab üht nõgu teisest, ning kui hobuste kapjade all kõlisevad helekollased merglid (aluspõhjakivimid), siis selgub, et meie ees ei ole mitte voolava vee poolt uuristatud jõesäng. Need on vee äravooluta ja osaliselt karstilist laadi, peamiselt aga kivimite porsumise ja ärapuhumise tagajärjel tekkinud sulglohud. Siin on see kuulus Unguz — tuule sünnitis, muistse mere laialipuhutud ase. Läheneb õhtu, on tarvis rutata. Jõuame laugele, läänepoolsest küljest tugevasti täistuisanud kingule, mille leiame suurte kaevamite jälgi ja mingite nõlvadel asetsevad ehituste varemeid. See on Darvaza Džulba, meie teekonna lõppeemärk, kuhu me viimaks teekonna kaheteistkümnendal päeval jõuame. Lööme telgi üles kingu jalami juures, kuid jääne kirdetuul ei lase magada. Hommikuks tuul veidi vaibub, kuid hoolimata päikesepaisteliseast ilmast on külm. Tõuseme kingule. Meie ees avaneb hiiglasuur kaevam, avades kogu kingu tipu. Siin, keset lumivalgeid pudemaid liivakive sädeles ja säras helekollane, peaaegu puhas väävel. Ja kõrgemal, kattes kingu tippu nagu soomusrüüga, lebasid tihenenud kivimi õhukesed kihid, mis vaheldusid kihiliste ränikoorikute ja urbse kipsi massidega. See kaitsekate on lõunamaiste kõrbete kliimaatilise režiimi tagajärg, kus pindkihis sageli toimub leelisene porsumine ja ränihappe hüdraatide kogunemine opaali näol. Darvazil nägime juba tuntud pilti, mis kordas Tšemmerli künka struktuuri iseärasusi. Alusena esinevad samad horisontaalselt kihistunud helekollased merglid, kõrgemal — kirjud savid ja liivakivid, kõige kõrgemal aga — väävlisunud kihid. Pinnal toimuvad kõikjal intensiivsed oksüdeerimisprotsessid, mis hävitavad väävli ja muudavad ta vabaks väävelhappeks. Seepärast esineb ehe väävel üksnes künka sügavuses. Varasemad uurijad oletasid, et väävli tekkimine oli seotud kuumade allikate tegevusega, mis maapinna lähedusse, liivakividesse sadestasid ränihappe ja väävli. Pärast geiserite tegevuse lakkamist jäid nende asemel püsima torukujulised kehad, mis ümbritsevate kivimite ärakulutamisel ja -uhtumisel oma kompaktsuse tõttu säilisid



*Vääolimaagi paljand Darvazi künka ülemises osas.*



*Jää tekkimise algus Tadženi jõel 1925. aasta detsembrikuus.*

kinkudena. Need teoreetilised eeldused, mis olid varem aluseks maardla varude arvestamisel, lubasid iga kinku pidada termide või geiserite tegevuse jäänuseks ja orienteerisid seega tööstusorganisatsioone ebaõigesti.

Geoloogilise läbilõike stabiilsus ja esinevate maakide mineraloogilise koostise iseärasused sundisid meid jõudma teistsugusele seletusele. Vaatlesime väävlikuhjatise kipsi sisaldavate setete muutumise produktina tertsiarse süsteemi settekivimite teatavates horisontides. Hilisemad protsessid, olles seotud kõrbelise kliima iseärasustega, võisid viia väävli osalisele ümberasetumisele maaki sisaldavate kihtide ulatuses. Tekke selline iseloom lubab oletada väävli-lademete olemasolu mitte üksnes üksikutes kinkudes, kus eheda väävli üldised varud ulatusid tohutute hulkadeni, vaid ka Taga-Unguzi platoos endas. Maailma suurimate settelise päritoluga väävlileiukohtade (näiteks Sitsiilia) võrdlev uurimine näitab, et väävli tekkeprotsess oli seotud väävelhappesoolade ümbertöötamisega bakterite poolt merebasseinide rannaäärsetes madalveetsoonides. Kipsi ja teiste sulfaatide lagundumine toimus omapäraseis tingimuses, mis soodustasid väävli eritavate organismide elutegevust ja sel viisil kogunenud väävli säilimist. Nagu märgib akadeemik V. I. Vernadski, esinevad need tingimused rannaäärsete merebasseinide aeglasel kuivamisel sooja kliimaga kõrbelistel aladel. Neile piirkondadele on tavaliselt iseloomustav füüsilis-geograafiliste iseärasuste tunduv stabiilsus suurtel maa-aladel ja vastavalt sellele esinevad ka väävli-lademed ulatuslikel pindaladel.

Kõik ülaltoodud kaalutlused olid kohandatavad Taga-Unguzi platoole. Selles paljas, viljatus piirkonnas peitus hiigelvarandus, mille ärakasutamine avas suured võimalused Turkmeenia vabariigi industrialiseerimiseks.

Meie ülesanne oli täidetud. Juba hakkasid lõppema toidutagavarad. Inimesed ja loomad hakkasid väsima vahetpidamatust rändamisest ja alatistest järskudest temperatuurikõikumistest.

Võtnud kaasa terve transpordi väävlimaaki, kivimeid ja mineraale, asusime novembri lõpul uut, lühemat teed mööda tagasireisile. Meie karavan hakkas kasvama. Et ees seisid pikad rännakud veeta maa-aladel, siis tuli lähemast auulist palgata „vee“-kaamel, nagu teda nimetas meie tõlk; kaamel koormati veega täidetud vaadikete ja burdjukkidega. Lisandusid ka juhuslikud teekaaslased —

terasesilmaline nooruk koos oma vennaga, kes siirdusid liivikute keskusest kahesaja viiekümne kilomeetri kaugusel asetsevasse nõukogude kooli.

Venisid ühetaolised päevad. Ümberringi ikka samad põõsastega kaetud kingud, samad kibitkadega takõrrid, ja ainult harva töid liivikute monotoonsusse vaheldust lambakarjad või saksauli oksti näksivate kaamelite rühmad. See-eest muutusid üha lõbusamaks ööbimised, kus me kõik kogunesime kärarikkalt lõksetule juurde ning jagasime omavahel mälestusi ja muljeid. Lõpuks tuli nähtavale mägede sinine viir, mis iga päevaga pidevalt laienes ja suurenes. Oaas oli juba lähedal, kuid läänest hakkas kogunema musti pilvi ja selge päikese-paisteline ilm muutus vaevalt tunni vältel kohutavaks orkaaniks. Kingud hakkasid suitsema, mööda tasaseid kohti tormasid peened liivajoad; maastiku kontuurid hakkasid järk-järgult kaduma peente liivaterade pilvedesse. Peaaegu võimatu oli edasi liikuda. Kõik pöördusid seljaga liivavoolu poole, kuna kaamelid maha heitsid. Kuid juba hakkas rahutule maapinnale langema esimesi vihmapiisku ning järgnes tugev vihmavaling. Ta liitis liivaterakesed kiiresti kokku ja rahustas liivatormi. Seevastu aga muutus nüüd takõrride savine, niiske ja libe pind kaamelitele peaaegu läbipääsematuks.

Viimane külm ja tuuline päev kurnas karavani täielikult. Sammusime vaikides, kannatamatult kaugusse vahtides ning püüdes tabada savimajade esimesi kontuure.

Lõpuks kuuldus kuskilt barhaanide tagant kauge vedurivile. Pärast kuuajalist ekslemist liivikutes jõudsime jälle oaaside tsooni!

Kurvvalt lahusime oma teejuhtidest ja karavanikaaslastest; kuu aega kestnud matk oli kasvatanud ja tugevdanud meie vastastikust sõprust. Austasime sügavasti neid lihtsaid ja ausaid inimesi, kelle erakordne tähelepanuvõime oli meid sageli hädast välja aidanud.

Ka tagasiteel viisin ma läbi teekonna kaardistamise, et kontrollida põhja poole liikumisel saadud tulemusi. Jõudnud Ašhabadi, juhtisime tähelepanu kaardil avastatud olulistele vigadele. Ja tõepoolest, eriteadlaste-topograafide poolt järgnevail aastail teostatud põhjalikum kontrollimine kinnitas täielikult meie võrdlemisi algeliste abinõudega teostatud vaatluste tõepärasust.

Siinsamas Ašhabadis tegime oma esimese avalduse

väävlikinkude tulevikuperspektiividest. Hiljem õnnestus meil välja töötada tehnoloogia alused Kara-Kumi väävli-maagi töötlemiseks ja põhjendada väävli tehase ehitamise vajadust.

Ma viisin täiesti haige Aleksandr Jevgenjevitši detsembri keskel Ašhabadist ära. Moskvas ei suutnud ta enam minna Teaduste Akadeemia esindusse ja ta tuli paigutada haig-lasse.

Hea ravi aitas ta kiiresti jalule ja temale omase tarmukusega hakkas ta oma märkmeid korrastama.

Selle tulemusena ilmus trükist huvitav artikkel. Selles võrdles Aleksandr Jevgenjevitš temale Koola poolsaare järgi hästi tuntud Kaug-Põhja asustamata piirkondade ise-ärasusi lõunapoolsete kõrbete omadega. Ta kirjutas:

„Polaarsete ja lõunapoolsete kõrbete sarnasuse määrab eelkõige see, et nii ühtedes kui ka teistes tingimustes domineerivad murendavad tegurid: mehaanilise murene-mise produktide kuhjumine, nende transport tuule ja padu-vihma voolude mõjul, pindmise mullakihi ja huumuse hori-sontide puudumine — kõik see loob kahtlemata pildi väli-sest sarnasusest. Sademete puudumine tekitab kivi-kõrbeid, mis sarnanevad Hibiini tundrate platooga. Paduvihma üksi-kud tormised voolud jaotavad uhtseteid ainult ebatäieli-kult, tekkitades sarnasuse sorteerimata liustikuliste sete-tega. Keset liivamerd asetsevad tuulest purustamata, ent liivaga ülepuistatud ning kaljude murdosistega kaetud jää-nused. Kõigis neis piltides esineb tohutu suur sarnasus polaarkõrbe maastikuga: tekib rida selliseid mineraalseid moodustisi, mida me pole harjunud nägema maapinna nor-maalsete moodustiste keskel, vaid pigemini tüüpiliste, soontega seotud kuumade lahuste puhul. Kõik, mis allub muundumisele atmosfääriliste tegurite toimel, muundub kiiresti. Keemiline lagunemine ja pindmine porsumine kul-gevad lõpuni — on märgata teravat jaotumist keemiliselt püsivateks produktideks: kvarts, kaltsiit, ja keemiliselt muundunud või muunduvateks produktideks. Viimased on liikuvamas olukorras kui esimesed. Ühed neist, nagu päeva-kivi lagunemisest tekkinud kaoliiniosakesed või soolalöö-bed, kantakse tuule poolt kergesti ära, teised annavad lahustuvaid sooli ja jagades kõrbe vete saatust kas infiltreeruvad sügavusse või uhutakse madalamatesse piir-kondadesse (järved, šorid, takõrrid).

Päikese peaosas seisab seega kõrbe mehaaniliste produk-

tide kihistamises keemiliselt püsivaks osaks, mis moodustab kõrbe aluse, ja liikuvaks osaks, mis koguneb tema rangelt kindlaksmääratud piirkondades.

Kõrbe geokeemiliste protsesside teine iseärasus seisab nende lahuste ringlemise suunas, mis esinevad omapäraste, kõrbele tema ilmet andvate liiva- ja savimoodustiste ülemistes horisontides. Muidugi täheldatakse pärast rikkalikke sademeid vee normaalset läbiimbumist pinnalt sügavusse, kuid ka see protsess — nagu nägime Kara-Kumis — ei kulge kaugeltki nii, nagu seda võib märgata meie laiuskraadidel. Liivas endas ei tungi vihma niiskus sügavale: omapäraste kapillaartungide toimele peatub ta liivaterakeste vahel, säilides teatavates horisontides. Eriti tähelepanuvääriv on takõrrile langeva vee saatus. Siin on vee pääsemine sügavusse peaaegu võimatu: takõrri sile ja vettpidavaks muutunud pind on sellele takistuseks, ja vesi võib seal seista kaks-kolm päeva nagu järves, kuid see-eest tungib kolossaalne veehulk kas mõnesuguseisse juhuslikesse või kunstlikesse nõgudesse või imendub takõrri ümbruses liivasse. Needsamad kapillaartungid — liiva niiskusmahtuvus — ei lase vetel kaugele tungida ning nad säilivad omapäraste liivast veemahutite näol, kust saavad vett turkmeenide kaevud.

Nende kõrbe põhijoonte taustal on eriti huvitav jälgida vesilahuste ringlemise käiku. Kui liivas endas, kõrbe valdavaimas osas, nagu nägime seda Kara-Kumis, see ringlemine esinebki, siin on ta väljendunud väga nõrgalt. Seevastu märkame takõrride ja eriti nendega seoses olevate šoride pinnal geokeemiliste nähtuste tsükli, millel on kahtlemata suur tähtsus. Soolalahused nagu tõmbuksid sügavusist pinnale, moodustades mitmesuguse koostisega soolade ekssudaate (väljahigistisi). Pinnase kuivamisel pärast vihma täheldasime Kara-Kumis iseloomulikku pilti, kus šori tumehall kobe pind kattus nagu lumega — sügavustest välja tunginud soolade lõövetega. Ent see reaktsioon ei kulge kaugeltki nii lihtsalt, nagu arvatakse: takõrride ja tõenäoliselt ka šoride pealispinna all moodustub eriline kipsisetete horisont, mis Kara-Kumis on haruldaselt pidev ning annab meile need repeteki kipside horisondid, mis on nähtavasti tüüpilised kogu Kaspia-tagusele maa-alale ja kujutavad endast takõrride-alust liiva, mis on rikas vilgu poolest ja läbitsementeerunud kompaktse kristalse kipsiga.

Maapinna-suunalise migratsiooni kujukaks liigiks on räni ümberpaigutumine, millest seni teadsime võrdlemisi vähe, kuid mis etendab väga suurt osa Austraalia ja Lõuna-Aafrika kõrbetes. Me teame, et läikiva kattena kivide pinnal esinev kuulus „kõrbevaap” on üheks selliseks liikuva räni ja raua- ning mangaanisoolade migratsiooni liigiks. Tõsi küll, üldjoontes tunneme selle protsessi grandioossust Austraalia keskosadest, kus sademete miinimumi poolest tuntud piirkonnas toimub liiva omapärane muundumine opaalse tsemendiga kvartsiitideks. Räni samsuguse maapinnale migreerumisega puutusime kokku ka Kara-Kumi kõrbes ja pühendasime selle kirjeldamisele mõned read.

Lõpuks tuleb subtroopilise kõrbe suhtes ülitähtsaks keemiliseks teguriks pidada tuult. Kõrbetuul oma lõpmatutes variatsioonides ei saa jätta sorteerimata murenevate kivimite lahtisi tükikesi ja eolne protsess pole müüt, vaid reaalne tõelisus. Kui te läbistate meie salga eeskujul Kara-Kumi kõrbe meridiaani suunas mõnesaja kilomeetri ulatuses, siis ei saa te jätta tähele panemata liiva iseloomu järk-järgulist muutumist: Kesk-Unguzi aluspõhjativimite piirkonnas kohtate kruusa ja klibustikku ning väga jämedateralist liiva. Domineerivate kirdetuulte juures on märgata, kuidas lõuna poole liikumisel liivaterakeste suurus langeb ning kuidas täiesti märkamatuult hakkate juba sada kilomeetrit kultuuroaasidest eemal liivas täheldama lössi omapäraseid iseloomujooni — liiv ei ole enam puhas, ta määrib, tema nõlvade kallak ei vasta alati enam loomulikule varikaldenurgale, vaid need nõlvad on vahel otse vertikaalsed nagu lössi puhul. Mikroreljeef muutub järkjärgult, ning märkamatuult satute eelmägede vööndisse, kus karbonaatsete teradega liivad uhutakse läbi või kantakse sootuks ära arõkkide ja proluviaalsete vete poolt.

Nii viib see oma olemuselt mehaaniline diferentseerumine lõpptulemusena keemilisele diferentseerumisele ja kerged osakesed ning kergemini peeneks hõõrutavate karbonaatsete soolade ja saviproduktide osakesed kanduvad kaugemale kui püsivamad ränikuhjatised. Mitte asjata ei märganud me mõningate takõrride all päikese käes särava kullaläikelise vilgu terveid kuhjumeid.

Mida siis kujutab endast kõrb geokeemilisest vaatekohast pärast kõike öeldut?

Geokeemiliselt on kõrb ülestõusvate lahuste ala, millel

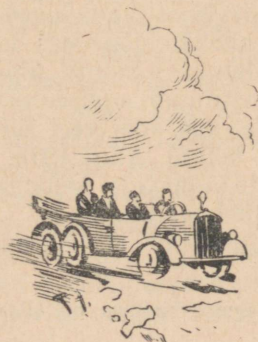
puudub humiidne mullakate ning mis koosneb mehaaniliselt kokku kuhjatud ja tuulejõu poolt diferentseeritud osakestest. Siin on ülekaalus keemiliselt kõige püsivamad süsteemid ja ainult kohati esineb liikuvate ja ebapüsivate keemiliste rühmituste kuhjumeid.”<sup>1</sup>

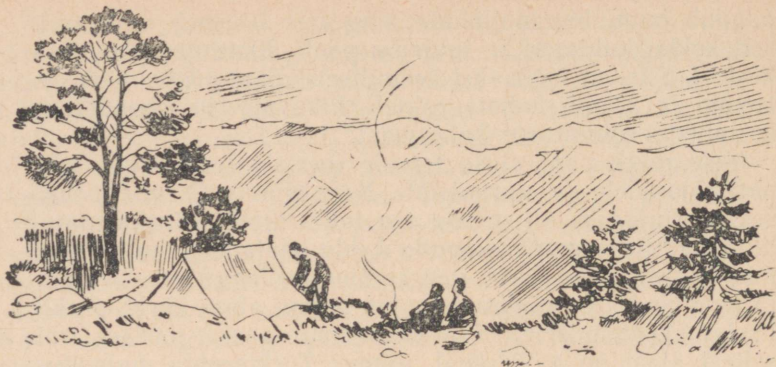
Meie matk pani aluse tervele seeriale teaduslikele ekspeditsioonidele ja uurimistele Kara-Kumis. Nende põhiliseks eesmärgiks oli muuta see tolle ajani vähekasutatud hiigelterritoorium Nõukogude Liidu majanduslikult arenenud osaks. Kara-Kumi geograafia, geoloogilise struktuuri ja looduse täpne tundmine rajas hiljem aluse kõrbe praktilisele rakendamisele. Kahekümne viie aasta jooksul, mis sellest ajast on möödunud, toimus Turkmeenia majanduselus hiiglasuur murrang ja on saavutatud suurepäraseid tulemusi. Nõukogude inimene alustas intensiivset pealetungi liivale.

Meie maal taganevad kõrbed järk-järgult inimese pealetungi ees, loovutades talle oma rikkused. Nõukogude inimene kaevandab Kara-Kumi maapõue, ehitab temas veehoidlaid, läbistab teda kanalitega ja katab tema pinna külvidega. Ta kasutab ära tema looduslikke karjamaid, kuid külvab samaaegselt kõlblikele maadele uusi rohuliike. Ta ekspuaterib saksaulimetsi, kuid taastab ja laiendab neid hoolikalt. Inimene õppis kinnistama liiva raudtee ääres. Oaaside ümber, kus olid paljad barhaanid, istutas ta miljoneid puid.

Kõrbed on nüüd alistunud nõukogude inimese tahtele. Nõukogude riik muudab igal aastal sadu tuhandeid hektareid viljakandmatuid maid õitsvateks oaasideks ja võtab kasutusele kõrbete külluslikke maapõuevarasid.

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. Современные пустыни. «Природа», 1926, № 5/6, стр. 15—32.





## KUUES PEATÜKK

### SÕIT TAGA-BAIKALISSE

1929. aastal, Kara-Kumi kõrbe läbimisel kolmeteljelistel autodel „Sahara”, juhtus meil saja kilomeetri kaugusel Hiivast avari. Oli aprillikuu ning akaatsia-sezeen oli õitsele puhkenud lillades õiekobarates. Vaevlesime kuumuse ning janu käes, lebasime abi oodates autokere all ning veetsime aega jutustustega jahedatest põhjamaadest. Kui järjekord jõudis meie esimese Kara-Kumi automatka initsiaatori Aleksandr Jevgenjevitsi kätte, hakkas ta kõnelema Taga-Baikalist:

„Lapsepõlves, huvitudes kividest ja unistades maadest, mis asetsevad Baikali järve taga, lugesin Põljajevi raamatut Jablonovõi mäeaheliku jõgedest toodud vääriskivide kohta ja seisin hardumuses suurte topaasi- ja turmaliinikristallide ees Mäeinstituudi muuseumis. Unelmais kandusin ma sellele maale, kus võis veel nii palju avastada ja kus nii vähe oli ära tehtud. Alles 1915. aasta suvel õnnestus mul esmakordselt külastada Selenga Dauriat ja koguda rohkesti mineraloogilist materjali.

Ma valisin ekspeditsiooni keskbaasiks Verhneudinski<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Verhneudinski praegune nimetus on Ulan-Ude. *Toim.*

Sõitsime koos mäeinsener K. F. Jegoroviga kaevandustesse, mis asetsevad Savatejeva küla juures Nertšinski läheduses, ja pegmatiidoontelega Utotškini küla juures Verhneudinski ümbruses.

Siis lahkusin Jegorovist ja siirdusin Kjahtasse, kust teostasin rea ekspeditsioone, et vaadelda Troitskosavski juures leiduvat graniidipiirkonda, Bazaltovõi mäeaheliku läänepoolset ala Ust-Kjahta juures, piki Hiloki jõge asetsevaid klassikalisi tseoliidileiukohti Kunalei juures, Malhanski mäeaheliku ja Tšikoi jõel asetseva Gutai asula piirkonna pegmatiidooni.

Nagu teate, oli Taga-Baikal juba ammust ajast kuulus oma vääriskivide poolest, ent vastandina Uraalile selle läbipaistvate dekoratiivkivide, värviliste jaspiste ja rodoniitide ning marmoritega ahvatles ta enda juurde peamiselt kiirgavate vääriskividega — topaaside ja akvamariinidega, samuti aga ka ahhaatide, kaltседонide ja poolopaalidega. Kuid Taga-Baikali rikkusi on alles vähe uuritud; tulevik toob meile veel palju avastusi sellel hiigelterritoriumil, mis on suurem kui kaasaegne Prantsusmaa.”

Aleksandr Jevgenjevitši pilk suundus unistavalt kaugusse, liivaküngaste harjadele, mis sätendasid hõbedaselt palava päikese kiirtes.

Veidi vaikinud, jätkas ta oma jutustust:

„Taga-Baikali tuntuimaks alaks on tema kaguosa, mis asetseb ühelt poolt Ononi ja Silka jõgede, teiselt poolt Arguni jõe vahel. Kogu see piirkond on karm, põhjaosas ebasõbralik, lõunas kuiv ja stepine, ning on hõivatud Jablonovõi mäeahelike lõunast kulgevatest harudest. Nende mäeahelike juured peituvad kuskil Mongoolias, varjatuina Gobi kõrbe liivade poolt. Mäeahelike vahel voolavad kirde suunas selle maa-ala peamised jõed. Oma Hiina piirides asuvatelt ülemjooksudelt toovadki need kaasa ahhaadi, jaspise, kaltседони ja topaasi veeriseid.

Veel kaugemal idas, seal, kus Jablonovõi mäeahelike harud tungivad Mongooliast Taga-Baikali lõuna-aladele, leiame oma kodumaa kõige kaugema suure vääriskividepiirkonna. Osa maardlaid asetseb kuulsas Borštšovotšnõi ahelikus, mis kulgeb piki Silka jõge; siin peituvad roosad ja värvilised turmaliinid, mis sageli helgivad krüsoberüllidena, ja hiiglasuured kuldkollased topaasid.”

Aleksandr Jevgenjevitš vaikus. Tema tähelepanu tõmbas

endale kilpkonn, kes oli roninud auto alla. Kilpkonnad karjatusid rohelisel ilakivaibal ja soojendasid end päikese käes nii üksikult kui ka paarikaupa. Neid oli väga palju. Nad elasid üle Kara-Kumi lühikest, suurepärast kevadet.

„Hoopis teistsugune pilt avaneb Taga-Baikali lõunaosas,” jätkas Aleksandr Jevgenjevitš, „kus künklik maastik on hõivatud metsatutest kuivadest Mongoolia steppidest, ja kus kuulsasse Adun-Tšoloni mäeahelikku ning mitte vähem kuulsasse Šerlovaja mäkke on koondunud helesinise akvamariini, lõhestunud ja ähmase topaasi, suitsukvartsi ja ametüsti suurepäraseid maardlad. Neist juba 1723. aastal avastatud kaevandustest saadi peaaegu eranditult akvamariine. Oli aastaid, kus kvarts-topaasi kivimi mitte väga suurest sügavusest võeti hiinlaste töövaevaga välja kümneid puudasid head, kuigi heledavärvilist lihvimismaterjali.

Need graniidimassiivide avamustel asuvad maardlad kulgevad pika ahelikuna edelast kirdesse; põhjas, piki Arguni ja Gazimuri jõgede harusid mattuvad nad taigasse, lõunas aga siirduvad Välis-Mongoolia alles vähe uuritud piirkondadesse, kus peituvad suurepärase värvirikka fluoriidi ja kuldse või sinise topaasi suured rikkused.”

Oma jutustust lõpetades ütles Aleksandr Jevgenjevitš ohates:

„Kuidas ma tahaksin praegu olla Taga-Baikalis, keset toredaid rohelisi aasu Keruleni jõe ülemjooksul! Tingimata on vaja kontrollida Mongoolia-Ohhoota vööndi olemasolu, kogu seda paljude sadade kilomeetrite ulatuses laiuvat ühetüübiliste maagimaardlate vööndit. Selle kindlaksmääramine rajab teadusliku baasi geoloogilise luure töödele ja aitab kaasa selle hiiglasuure, paljutootava territooriumi mäerikkuste kasutuselevõtmisele.”

Sel hetkel ei võinud Aleksandr Jevgenjevitš muidugi teada, et ta kahe kuu pärast sõidab Taga-Baikalisse ja külastab teda ammu huvitanud paiku.

Automatk lõppes õnnelikult Tašauzi linnas.

Mai algul pöördusime tagasi Moskvasse. Siin ootas meid juba uus ootamatu ettepanek — sõita Ida-Siberisse värviliste kivide leiukohtadele.

Lahkusime Moskvast Siberi ekspressil, võttes kaasa mäeinsener M. D. Drozdovi, kes hästi tundis eelseisvate uurimiste piirkonda. Tšitaas oli vaja ümber istuda Borzja

piirijaama minevale rongile. Irkutskis aga tekkis A. J. Fersmanil mõte külastada läbisõidul Sljudjankat, mis asetseb Baikali järve lõunakaldal, ja vaadelda seal nõukogude ajal tekkinud vilgutööstust. Seda me tegimegi.

Piki Baikali kallast sõitsime päeval. Vaguniakendest oli vasakul näha selle toreda järve ääretu veteväli, paremal aga ulatusid Hamar-Dabani aheliku metsaga kaetud nõlvakud otse raudteetammini.

Järve Hamar-Dabani jalamiga külgnev rannariba kujutab endast kuni Bojarskaja jaamani kitsast, ühe kuni kahe kilomeetri laiust iidset järveastangut ja edasi Provali laheni — Selenga jõe deltat. Astangut katkestavad kohati mäeaheliku harud. Seal, kus astang koosneb järvesetetest, on maapind küllalt tasane ja seda katkestavad üksnes temasse lõikunud kuristikud või mägijõekeste sängid; kõikjal aga, kus avanevad vanemad kivimid — sütt sisaldav tertsiaarne kihikompleks või arhailised gneisid ja lubjakivid, — muutub astang enam või vähem kõrgeteks kün-gasteks.

Hamar-Dabani mäeahelik oma järskude nõlvade ja järsakutega kulgeb üldiselt edelast itta. Ta moodustab väga lameda kaare, mis nõgusa küljega on suunatud lõunasse. Selenga jõgi jagab ta kaheks osaks — ida- ja lääneosaks, millest viimast on palju rohkem uuritud. Lääneosa on nelikümmend kuni seitsekümmend kilomeetrit lai, kujutades endast massiivsete ümardunud vormidega, ilmekalt esile kerkiva harjata mäeahelikku; kuplikujuliste mägede ühetaolisi kontuure katkestavad harva väiksemad kaljud või kaljujärsakud. Nõlvadel esinevad küllalt sageli aluspõhjakiivimite avamused ja murendid.

Mäed on kaetud tiheda metsaga. Hamar-Dabani loodepoolne, Baikali poole pööratud nõlvak saab suures koguses sademeid ja seepärast võib siin kõrvuti männiga kohata mitte ainult lehist, vaid ka seedrit; mäeaheliku hari on peaaegu täielikult kaetud seedrimetsaga. Mäeaheliku kagunõlval, mis suundub kuiva Gussino-Udinskaja orgu, on ülekaalus siiski mänd.

Mida rohkem ida poole, üles mööda peamisi jõerge, seda rohkem nõrgenevad järk-järgult reljeefi kontrastid ja veevoolu kiirus, ning koos sellega hakkab esinema sademete võrdne jaotus mäeahelike ja orgude vahel. Seepärast tekivad orgude põhjas järk-järgult aasad ja seejärel ka sood. Männi tõrjub välja lehis, mis levib mäeahelike harja-

delt nõlvakuid mööda üha allapoole, algul mööda põhjapoolseid ja kaugemal idas ka mööda lõunapoolseid nõlvakuid. Orgude põhjas ühineb temaga ka kuusk, mida lääne pool, välja arvatud Hamar-Dabani mäekurudes, ei olnud. Kõrvuti lehisega võib kohata ka kaske, haaba ja leppa (läänes kasvavad nad ainult nõlvakute ülemistel osadel).

Rong jõudis Sljudjanka jaama öösel. Uduatas vihma ja oli väga pime.

„Kuhu me nüüd läheme?” küsisime Aleksandr Jevgenjevitšilt.

Ta lahendas kohe meie nõutuse, pöördudes mööduva raudteeametniku poole palvega lubada meil tema juures ööbida. See oli nõus ja me siirdusime lähedalasuvasse majja, kus heitsime põrandale magama ja uinusime peagi raudtee liiklusmääruste monotoonse ja valjuhäälese lugemise saatel: meie peremes valmistus eksameiks.

Järgmise päeva veetsime huvitavate ekskursioonidega. Vaatlesime suures sügavuses tekkinud iidseid pegmatiidsooni ja seejärel vilgukaevandusi. Pärast seda õnnestus meil isegi paadiga sõita, kuigi Baikal oli rahu ja kaetud lühikeste järskude lainetega. Päeva ülejäänud osa pühendasime vilgutööstuse vaatlemisele, öösel aga olime jälle rongis.

Kui tegemist oli huvitavate mineraalimaardlate uurimisega, ei kokkunud Aleksandr Jevgenjevitš kunagi tagasi väsitavatest peatustest ja ümberistumistest. Ta leppis kergesti olustikuliste ebamugavustega ja tavaliselt meenutas naerdes juhuslikke äpardusi, lapsena rõõmustades hea mineraalidekogu üle.

Hommik üllatas meid täiesti uute ja minule tundmatute maastikega. Olime juba Selenga Dauria piirkonnas. Viimane moodustab osa Ida-Aasia kõrgkiltmaast, asetsedes kiltmaale viiva sügava ja laia „värava” läheduses. „Värava” tekkimine oli tingitud sellest, et Selenga jõgi oli läbi murdnud Hamar-Dabani mäeaheliku.

Kõige selle tõttu olid Selenga Dauria kõrgkiltmaa iseloomulikud jooned osaliselt kadunud ning nende asemel ilmnesisid mägismaa omapärasused, lähendades teda alpi tüüpi mägismaadele, mis piirasid kõrgkiltmaad loodest. Kõige iseloomulikumaks aga on Selenga Dauriale veevahkmete lauged nõlvakud, nende ümardatud vormid, laiad ja lahtised orud jõgede ülemjooksudel; laiade orgude järsakulised seinad suurte jõgede alamjooksudel, kus need juba

küllalt märgatavalt uuristuvad kiltmaasse; erakordne soostumine mitte üksnes orupõhjad, vaid ka veelahkmetes enestes.

Peaaegu kõik siinsed kõrgendikud kuuluvad mäeahelike liiki, sest nad kulgevad kas sirgjooneliselt või kaarekujuliselt, omades laiusega võrreldes küllaltki suurt pikkust ja selgesti piiritletud pea-veelahet, mis üldiselt langeb ühte aheliku suunaga.

Peamäeahelikele ja ka enamikule kõrvalahelikele on iseloomulik vormide tunduv tasandatus ja ära kulutatatus, mis suureneb läänest itta, nagu õigesti märkis tuntud Siberi-uurija I. D. Tšerski. Peamäeahelikud kujutavad endast tavaliselt massiivseid, lamedaid ja laiu veelahkmeid, mis säilitavad sageli paljude kilomeetrite ulatuses kõrge ja tasase, vaevalt üle üldise taseme tõusvate lamedate tippudega uvaali iseloomu; teistes paikades on nad aga liigestatud lamedateks kuplikujulisteks tippudeks või pikkadeks kohmakateks massiivideks.

Märgates, millise huviga me vaatleme möödaviiksata-vaid maastikke, tuli Aleksandr Jevgenjevitsš meie juurde.

„Jutustan teile oma esimesest ebaõnnestunud matkast Dauriasse 1915. aastal,“ ütles ta meie õlgade ümbert kinni võttes.

„Ühel kevadisel päeval kutsus mind Teaduste Akadeemia Mineraloogiamuuseumi direktor V. I. Vernadski enda juurde ja ütles:

„On antud ülesanne avastada alumiiniumimaake. Venemaa vajab seda metalli suurtes kogustes, meil aga ei toodeta ainustki grammi alumiiniumi ning isegi ei teata, kust seda saada. Ma kuulasin teie ettekannet teadusliku ringi koosolekul, kus te rääkisite alumiiniumimaakide võimalikest maardlatest. Te arendasite teooriat, et neid võib otsida Mongoolia basaltkatteis, seal, kus lõunapäike purustab kivimeid ja kus liivades ning steppides kogunevad punased mullad (punamullamaad). Sõitke kohe Dauriasse, kontrollige oma hüpoteesi, avastage alumiiniumimaagid!”

Ülesanne oli väga huvitav, kõik näis lihtsana, selgena ja silmanähtavana, ning mõne päeva pärast sõitsin juba mugavasti kiikudes Siberi ekspressi vagunis.

Seal ongi juba Verhneudinsk. Aurik tohtu suure rattaga ahtris pillub üles Selenga jõe vahtu, madrus laevaninas mõõdab süllapuuga vee sügavust ja laulab see-

juures kurvameelset laulu; lõpmatud madalikud, kõrbelised kaldad, mahajäetud ulussid<sup>1</sup>.

Siis Ust-Kjahta. Suurepärane sõit postitroikal mööda tolmust teed, piiriäärne linn Troitskosavsk. Siit peab algama minu teekond Hiloki, Tšikoi ja Tšikokoni jõgede ülemjooksudele, kuni Mongoolia piirini.

Mul soovitati kaasa võtta vilunud teejuht — tubli Taga-Baikali kasakas Larion, kaks vahetushobust, igaks juhuks kummalegi ka revolver ning tingimata pähe panna vormimüts. Sel viisil varustatult asusime teele.

Troitskosavski muuseumis jõudsin põgusalt läbi vaadata kirjanduse ja kaardid, kirjutasin ja joonistasin üht-teist ka ära, kuid rohkem lootsin siiski kasakale, kes tundis hästi burjaadi ja mongoli murrakuid ning oli neis paigus sageli viibinud.

Minu rännak algas. Ma ei hakka teile jutustama, kui palju tegin rumalusi nii matkajana kui ka uurijana. Kuid see õppetund osutus mulle väga kasulikuks, sööbides mulle mällu kogu eluks ning ma ei ole enam kunagi korranud tookordseid vigu.

Väsinuna jahist ja toiduhankimise muredest ei jõudnud ma oma märkmikku midagi sisse kanda; kaasavõetud kaardid osutusid vanadeks ning pealiskaudseteks skitsideks ega vastanud üldse maastikule. Selenga Dauria loodus aga võlus mind oma erilaadsete ja vastuoluliste kombinatsioonidega: kord külmad veerikkad jõed, kord rahutud karestikud raevuste voogude teel, kord vaiksed rahulikud aasad aeglaselt voolavate jõgede kallastel. Kõik segunes siin: nii lõunapoolne päikeseküllane Ukraina oma taeva poole sirutuva maisisarnase kaoljangiga kui ka polaarne Põhi oma külmunud pinnasega. Piisas pilgu heitmisest mistahes kaevu või värskete jõejärsakule, et kõikjal näha mõne meetri sügavusel igijää valgeid ribasid. Siin esinesid samaaegselt kurnav kuumus ning mongolite paljastatud pronksivärvilised kehad päeval ja soojad lambanahksed kasukad öösel; Katariina Teise ajal pagendatud vanausuliste järglaste — „semeiskite” — naiste toredad peahetted, millest nad ei loobunud isegi põllutööd tehes, sest nad olid säilitanud oma endised eluviisid ja vanaaegse vene rõivastuse, ja ärakaranud sunnitöölised mahajäetud muldonnides.

---

<sup>1</sup> Uluss — rändrahva laager, küla. Toim.

Kogu see muljete uudsus paelus ja juhtis mind kõrvale minu ees seisvast põhilisest eesmärgist.

Järk-järgult, samm-sammult hakkasime tõusma Tšikoi jõe ülemjooksule; „semeiskite” asulad harvenesid, üksikud ulussid seisid mahajäetult, lõunapoolse taiga metsad sulgusid meie ees pideva müürina.

„Punast kivi” aga ei olnud. Basaltkatted ei sisaldanud punast mulda, esilekerkivad heledad graniidid särasid läikivatest vilgukristallidest, valged ja roosad marmorid moodustasid jõgede kallastel terveid kaljusid, kuid punast maad ei leidunud. Idee ei tõestunud. Mulle tundus vajalikuna minna veel kaugemale lõunasse, kus päike on veel eredam, kus veel tugevamini murenduvad mustad basaldid ja kus me lõpuks leiame oma alumiiniumimaagi.

Suundusin visalt lõunasse, märkamata, et olime juba ammu ületanud kaasavõetud kaartide piirid, märkamata, et Larion enam ammu ei orienteerunud jõgedes, jõekestes, sügavikes ja kuristikes, ühe sõnaga — et liikusime täiesti huupi.

See ei kestnud kaua. Ma sain varsti aru, et punast maad ei ole, et padrunid on juba lõpukorral, et hobused on väsinud ja et me ise tegelikult ei teagi, kus viibime. Otsustasin tagasi pöörduda, kuid meil ei olnud õnne: ilm muutus halvaks, taevas kattus pilvedega ja päikest ei olnud näha. Asjatult püüdsime orienteeruda puutüvede ja põlenud kändude järgi. Lõpuks kaotasime täielikult suuna, toidumoon oli lõppemas, hobused täiesti nõrkenud ja me liikusime vaikides edasi, otsides põhjasuunda.

Mitu korda näis, nagu oleks üksik hobuse kabjajalg meile teed näidanud, kuid tavaliselt kadus see nõtkuvas pinnases või ülekäigukohal ja uuesti jäime üksi ääretusse taigasse.

Meid aitas õnnelik juhus. Mäletan, nagu olnuks see alles äsja, kuidas ühel udusel hommikul ärkasime pärast väga rahutut ööd, süütasime lõkke ja jõime suhkru ülejääkidega teed. Arutlesime Larioniga, missuguses suunas peaksime minema, ega märganud üldse, kuidas meie lõkketulele lähenes noor burjaat. Ta kükitas, sojendas oma kohmetunud käsi ja vaatas imestusega kord kasaka, kord minu otsa.

Alustasime temaga juttu. Ta sõitis sügiskuu-pidustusele suurde Gussinoje Ozero datsaani — ühte tolle aja tähtsaimasse budhistlikku kloostri Selenga Daurias. Ta tundis hästi kogu ümbrust. Tema sõnade järgi olime jõudnud

väga kaugele: raudteeni oli vähemalt kakssada kilomeetrit, kuid üsna lähedal, kõigest kuuekümnelt kilomeetri kaugusel, asus vene kuurort Jamarovka. Ta tegi meile ettepaneku istuda hobustele ja lubas sõita meiega koos lähima mäekinguni ning sealt näidata teed Jamarovkasse.

Meie röömul polnud piiri. Saduldasime ruttu hobused, kogusime oma vähese varustuse ühes mõnede mineraali- ja kivimiproovidega ja ratsutasime röömsalt lähimale paljale mäekingule.

Avarad, ääretud metsad uppusid uduse hommiku sinasse. Kulissidena vaheldusid mäeahelikud mäeahelike järel, siin-seal läigatasid ribakestena jõgede viirud. Kaugel vasakul osutas üksildane suitsuvine elamu olemasolule, meie Jamarovka aga oli kuskil seal viienda mäeaheliku taga, päikesetõusu pool.

Jõudsimme kuristikuni ja selles vahutava ojani ning peatusime ülesõidukohal, kus ilutses suur „obo” lindikestega okstel, vihjates sellele, et paik on püha. Keskpäeval peatusime ja jõime teed. Nii möödus terve päev. Ajasime omavahel röömsalt juttu, burjaat aga laulis laule, mida Larion tõlkis. Ta laulis kord melanhoolselt ja venivalt oma hobuse monotoonse sammu taktis, kord hüüdis mingeid lausumisi, nähtavasti siis, kui tal õnnestus raiuda pea otsast kurjal vaimul või võita šamaani.

Keset selliseid hüüdeid aga peatas ta äkki hobuse, pööras kiiresti paremale ja ma nägin rohelisel aasal suure jõe ääres rataste jälgi. Siin ta on — suur tee Jamarovkasse!

„Siit jääb teil veel ainult ühe päeva teekond!”

Ütlesime hüvasti oma teejuhile ja väsinutena ning kurnatutena erakordsest päevast võtsime samas hobustel sadulad seljast, panime need pea alla ja vajusime hädast pääsenud inimeste unne.

Järgmisel päeval, jälgides pidevalt Tšikoi jõekese käredate voolu, jõudsimme Jamarovka kuurorti.

Punast kivi ei õnnestunud leida, kuid ma ei loobunud mõttest, et teda tuleb otsida kuskilt Põhja-Mandžuurias.

Sõidu huvitavaimateks tulemusteks osutusid uurimused tolle piirkonna graniitsetes kivimites esinevate pegmatiitide kohta, ent basaltide punamullaks või lateriitideks muundumise protsesse ma ei märganud, kuigi mõte oli sisuliselt õige ning leidis osalise kinnituse kahekümne aasta pärast mõnedes teistes Siberi piirkondades.

Ja nüüd viib Siberi ekspress mind jälle kaugesse Sibirisse, kuid mitte punase kivi jahile, vaid otsima kiirgavaid vääriskive. Neist aga jutustan järgmisel korral.”

\*

Märkamatul mõõdukas päev, öösel aga olime juba Tšitaas, kus istusime ümber kohalikule rongile, mis suundus Mandžuuria piirile. Alates Karõmskaja jaamast omandas maastik aegamööda stepi ilme. Viimasel jaamavahel astus Aleksandr Jevgenjevitš sageli akna juurde.

Siis kirjeldas ta meile sõidu eesmärgiks oleva piirkonna geograafilisi iseärasusi ning jutustas vääriskivide leidude ajaloost.

Taga-Baikali kaguosas leidub värviliste kivide maardlaid kolmes põhilises piirkonnas: Borštšovotšnõi mäeahelikus, mis kulgeb piki Silka jõe parempoolset kallast, Onon-Borzja ning Arguni jõekeste vahel asetsevate Adun-Tšoloni ja Soktui mäeahelike suures, ent katkendlikus vööndis ja lõpuks mägismaa kõige lõuna- ja idapoolsemas osas — Arguni jõe basseinis ja tema ülemjooksul Hiina territooriumi piirides.

Kogu Borštšovotšnõi mäeaheliku põhjapoolne piirkond on täiesti erilise ilmega, erinedes järsult kagupoolsest osast mitte üksnes taimestiku iseloomu, vaid ka üldse koloriidi, rahvastiku ning selle elulaadi poolest. Tüübilt läheneb ta Vitimi ja Baikali-äärsete mägismaade maastikule nende liigestatuma reljeefi, kitsaste sügavike ja taigaga, mis katab tihedasti põhjapoolseid nõlvakuid. Seda maastikupilti häirib Unda jõe alamjooksu sõbralik avar org, kuid üldiselt jääb see püsima kogu Borštšovotšnõi ja Soktui mäeahelikes, mis on kaetud lehtpuu- ja osaliselt okaspuumetsaga.

Terava kontrastina laiuvad meie ees lõunapoolsed stepipiirkonnad — tasandunud mägismaad vanade mäeharjade, uvaalide ja kiviste mäetippude jäänustega, mahe reljeef arvukate sooda- ja soolajärvede nõgudega, peaaegu puude ja põõsasteta avarad kuivad orud, jõed ilma äravooluta. Selline on Adun-Tšolon ja sinise kaltседoni murendite rajoon Tarei järvede kallastel.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. Самоцветы России, т. I, изд. АН СССР, Петроград, 1921, стр. 140—143.

Need kolm piirkonda erinevad oluliselt ka oma geoloogilise ajaloo poolest. Maardlates Borštšovotšnõi mäeahelikus ning Adun-Tšoloni ja Soktui ahelike mõningates osades leidub graniitseid pegmatiite, milles esinevad õõnsused on täidetud topaasidega; graniidisoonte kokkupuutekohtadel marmorite ja teiste kivimitega on näha punased ja värvilised turmaliinid; haruldased ei ole ka ilus juudikirjaline kirigraniit, hele amatsoonkivi ja suitsukvarts.

Lõunapiirkonna peamine ja kõige tähelepanuväärsem maardla — Šerlovaja mägi — on tekkinud selles esinevate kivimite reageerimisel kergesti lenduvate ühendite aurudega, nagu ülekuumenenud vee, boori ja fluori ühendite, tina, vismuti ja arseeni soolade aurude ja sublimatsioonidega. Nende ühendite kuumad aurud muutuvad kas vesilahusteks või tungivad aurjas olekus sügavale graniidimassi, lagundades selle mineraale ja muundades neid uuteks ühenditeks. Niisugune on pilt moodustistest, mis asetsevad graniitsete pegmatiitide ja kuumadest vesilahustest sadestunud maagi vahepiiril.

Nii ühel kui ka teisel juhul aga osutub emakivimiks graniit. Need keemilised elemendid ei levi neid toltvast graniidimassiivist kaugele ja tungivad harva üksikute peente soonekestena ümbritsevasse kivimikattesse.

Šerlovaja mägi kujutab endast väikest graniidimassiivi. Vääriskive avastas siin Nertšinski elanik Gurkov 1724. aasta alguses. Berg-kolleegium autasustas õnnelikku avastajat armulikult viie rublaga. Nii kõlab selle avastuse ametlik versioon.

Teiste andmete järgi olid need leiukohad mongolitele tuntud juba XVII sajandi lõpul. Nad rajasid siia kaevandusi ja kaevandasid tule abil kristalle.

Sedamööda, kuidas maad asustasid venelasist asunikud-põlluharijad, vähenesid siin mongolite tööd üha enam ja nihkusid Vene piiri taga asetsevasse tühjematesse paikondadesse. Vene rahvastik aga, kes tegeles peamiselt põllundusega ja oli mäetööstuses harjumatu, tundis vähe huvi vääriskivide vastu ja asus vastumeelselt nende kaevandamisele.

Kuid juba XVIII sajandi teisel poolel (umbes 1776. aastal) kirjutas Nertšinski tehaste juhataja Karamõšev:

„Neljasaja neljateistkümne versta kaugusel Nertšinski tehastest, otse Tšindantski vahiposti vastas asetseb Odon-Tšolongi mäeseljandikus mägi, mida tunguusi keeles nime-

tatakse Tut-Haltuiks. See mägi oli arvatavasti väga suur, kuid on kokku varisenud tugeva maavärisemise tagajärjel või mõnel teisel põhjusel. Ta koosneb segipaisatud peentest läbipaistvatest kvartsikristallidest, mis on seotud liivakiviga, milles esineb vahel ka püriiti, samuti suitsutopaa-side purustatud pesadest, siberi topaasidest, kõvastunud saviga liidetud akvamariinikristallidest ja kvartsalusele kinnitunud akvamariinipesadest.”

Tundes huvi selle leiukoha vastu, võttis Mäevalitsus 1788. aastal mäeaheliku põhjapoolse osa oma valdusse ja nimetas selle Šerlovaja mäeks, mis on tuletatud sõnast šerl ehk širl, millega Siberis tähistatakse igasuguseid pikergusi läbipaistvaid kristalle, antud juhul aga akvamariini. Riiklikud tööd edenesid väga edukalt ja kui siberi topaas oli lõheline ja tuhm, siis akvamariini leidus kümnete puudade viisi, kusjuures suve kestel saadud valitud puhas, rohekas või sinakas materjal ulatus mitmekümne naelani. Mõlemad vääriskivid esinesid koos arsenopüriidiga erilises muundunud graniidis, nõndanimetatud greisenis ehk kvartsi-vilgu kivimis. Nad moodustasid katkendlikke kogumikke, mis siiski olid paigutatud rohkem välja kujunenud pragude suunas.

Sellest ajast peale on Šerlovaja mäge lahti kaevatud ja nende tööde tagajärjel on tema kuju täiesti moonutatud: tuhanded kaevamid, küll väikesed, küll suured, purustasid tema laugete nõlvakute pinna. Seepärast sai üks tema nõlvadest nimeks „kännimaa”.

Õhtul lahkusime rongilt väikeses kõrvalises stepijaamas. Järgmisel päeval, 22. juulil, sõitsime vaatama kuulsat „Miljonilist kaevamit” — üht huvitavaimatest kaevandustest Šerlovaja mäel.

Vähe aega enne meie kohalejõudmist avastati seal uurimistöde käigus suur „zanorõš” ehk „kelder” — kuupmeetrise mahuga tühimik, mis oli täidetud igasuguse suurusega akvamariinikristalle sisaldava sitke pruuni saviga. Väärismineaalide väljavõtmine oli edasi lükatud meie saabumiseni.

Taga-Baikalis oli vihmane suvi ja kuigi oli juuli lõpp, oli stepp kaetud mitmekesiste lillede tiheda vaibaga. Eriti kaunid olid suured alpi jänesekäpad.

Hobused traavisid väledasti väikeste sokkade suunas, alatasa kohutades oma urgude lähedal tagumistel käppadel istuvaid tarbagane. Vilistades peitusid nad meie lähene-

misel kõrgesse rohtu. Mida rohkem lähenesime sopkadele, seda tundavamaks muutus tõus. Poolteise tunni pärast olime juba geoloogiliste luurajate laagris, mis paiknes idapoolsel nõlvakul asuvas väikeses kuristikus. Korrapäraselt paigutatud telgid liibusid põõsatihnikute külge, mis katsid nõlvakuid laikudena.

Salga töötajad võtsid meid lahkesti vastu nagu ikka ja viisid meid „Miljonilise kaevami” juurde, mis minevikus oli tuntud oma suurepärase vääris kivileidude poolest. Siin olid kivimisse tardumisel jäänud tühimikud ja neis kristalliseerusid haruldaselt kaunid väärismineraalid. Vilunud lahtimurdja — „gorštšik”, nagu Uraalis nimetati värviliste kivide otsijaid, — tunneb „juhte” selliste tühimike juurde. Sügavusse kulgeva muundunud graniitse kivimi peene soonekese või väikese lõhe järgi suunab ta oma tööd „kihi” tüsedamasse ossa, kus ennustab terve rea kõige pisemate tunnuste ehk „varude” põhjal oivaliste kristallidega täidetud tühimike olemasolu.

Üksteise järel laskume järsult langevasse maa-alusesse käiku, ebakindlalt astudes kaevanduse järskudel käänakutel asetsevate puuredelite pulkadele. Tuhmilt vilguvad auruses õhus karbiidilambid, aluspõhjativimisse raiutud väikestel platvormidel aga lirtsu jalge all kleepuv pori. Aeglaselt, raskesti hingeldades laskume järsku spiraalset käiku mööda üha sügavamale. Juba kostavad kirka kumedad löögid.

Aleksandr Jevgenjevitsš peatub ühel platvormil ja valgustab karbiidilambiga kaevanduse lage. Seal on selgesti näha mitmesuguste kivimite ribad.

„Näete,” ütleb ta, „parempoolses nurgas asetseb moonumatult graniitporfüür. Järk-järgult hakkab ta moonuma „greiseniks”, tumeda suitsukvartsi ja vilgu terade agregaadiks; edasi tuleb tiheda greiseni vööt, milles juba näeme topaasikristalle, arsenopüriidi hõbedasi kogumikke ja vismutiühendite pruunrohelisti täppe. Edasi, lähemal soone keskmele, näete suitsja mäekristalli suurepäraseid kobaraid, ülal nende peal aga lasuvad üksikud akvamariinikristallid. Milline võrratu seaduspärasus mineraalide väljasadestumisel!”

Laskume veelgi allapoole ja roomame hiljuti avastatud „keldri” juurde. Loodusliku õõnsuse sissekäigu juures lamavad kaks mäetöölis-lahtimurdjat. Üks neist on laskunud kogu kehaga õõnsusse ja askeldab sitkes savis, teine näi-



*A. J. Fersman ja D. I. Stšerbakov Taga-Baikalis.*



*A. J. Fersman väljub Žuraavljovo külast.*

tab talle karbiidilambiga valgust. Kõrval on kaks ämbrit, kuhu paigutatakse väljavõetud mass. Esi on märg ja külm, laest tilgub vett.

„Kelder” on täidetud väga sitke pruunikas-punase saviga, tema äärtel on näha suitsjate mäekristallide kobaraid. Üks lahtimurdjaist, töötades lühikese varrega kirkaga ja teravaotsalise puukepiga, võtab aeglaselt ja ettevaatlikult savi välja, seda tähelepanelikult sõrmedega sorides. Peagi hoiab ta käes suurepäraste tahkudega ja imetlusväärsest korrapärase kujuga akvamariinikristalli, mille pikkus ulatub kuni kahekümne sentimeetrini.

Kõiki valdab mingi eriline ärevustunne, kõigi silmad vaatavad lahtimurdja vilunud kätele, igaüks ootab kannatamatusega, kas ta seekordki võtab välja veel ühe uue kristalli.

Summutatud häälel teatab ta meile varsti, et ta kobades tundis õõnsuse seinal suuri kvartsikristalle ja kokkukasvanud akvamariiniprismasid.

„Neid on ju siin väga palju, suuri ja väikesi, kuid nad ei tule välja, — just nagu hoiaks keegi neid kinni.”

Jälle algab hoolikas ettevalmistustöö. Tuleb külje pealt sisse raiuda kaks väikest puurauku ning kummasegi paigutada üks dünamiidipadrun.

Ümberpööratud järjekorras ronime kõik jälle maapinnale, üleni määrutatena punaka saviga; meie taskud on proovidest pungil.

Kostavad summutatud plahvatused ja varsti nähtub maaluse kaevanduse suudme juures kerget suitsuvinet; õhus tundub teravat lõhna. Nüüd tuleb kannatlikult ära oodata, kuni esi tuuldub ja avaneb võimalus uuesti maa alla laskuda.

Läheme hulgakesi telkide juurde. Siin on juba kõik ette valmistatud järgmiseks operatsiooniks. Kohal on veega täidetud vaat, selle lähedal puust küna ja kopad, presendid on laiali laotatud ja maas lebab tükk tumedat kalevit.

Mõne aja pärast toovad lahtimurdjad punaka savise massiga ääreni täidetud ämbrit. Algab savi hoolikas uhtmine ja leitud vääriskristallide sorteerimine. Savi sõtkutakse vee all pehmeks, temast nopitakse välja kristallid, pestakse nad kivimijäänustest puhtaks ning laotakse siis suuruse järgi kalevile laiali. Varsti on meie ees suurepäraste läbipaistvate sinakas-roheliste ja helesiniste pikkade pris-

makujuliste akvamariinikristallide sirged read, mis oma tahkudega sätendavad eredates päikesekiirtes.

Kõik see, mida oleme näinud, tundub meile fantastilise unenäona. Kuid puudutame korduvalt käega toredaid kristalle ja veendume nende olemasolu tõelisuses.

Kõik tundub meile imeväärset selgena ja lihtsana. Kuid kaugeltki mitte alati ei vii raske maa-alune, ainult dünaamiidi abil kõvas kivimis teostatav töö värviliste kivide „keldri” avastamisele.

Varem, kui maapõue uurimine oli eraisikute kätes, investeeriti vääriskivide otsinguteks sageli suuri summasid ja kaevandused viidi maa sügavusse, ilma et oleks arvestatud mineraalide tekkimise seadusi. Kaevami sügavusse koguneva vee väljapumpamine muutus üha raskemaks, sooned aga osutusid sageli tühjadeks — lihvimiseks kõlbulikke vääriskive ei leitud. Üks aasta oli kaevandusomanikule õnnelik — vääriskive paisati turule massiliselt, kuid sellele järgnesid ebaõnnestumise aastad, mis viisid tööde lakkamisele kaevanduste etes.

Tänapäeval, nõukogude ajal, on kõik muutunud. Plaani-kindlad, rangelt teaduslikele alustele rajatud ja kaasaegse tehnika baasil toimuvad otsingud avavad süstemaatiliselt maapõue, tuues päevavalgele tohututes kogustes rikkusi, mille olemasolu varem isegi ei võidud aimata.

Väsinutena päevamuljeist lamasime kaua tihedas rohus, igauks oma mõtetesse süvenenud. Just siin tekkis Aleksandr Jevgenjevitšil mõte oma rikkalikke kogemusi ja teadmisi vääriskivide alal kokku võtta monograafias „Pegmatiidid”. Järgnevail päevil tulime selle teema juurde veel korduvalt tagasi. Olles Leningradi tagasi jõudnud, asus Aleksandr Jevgenjevitš oma raamatu kallal tööle.

Raudteejaama saabusime alles öösel, järgmisel päeval aga ootas meid kolmehobuse-rakend. Turgaa asulast pärinev sõidukijuht, Taga-Baikali kasakas Kakaurov, pidi viima meid otse põhja, mööda steppe, läbi taiga, üle sokkade, mööda Unda jõe orgu ja edasi üle Borštšovotšnõi mäeaheliku Nertšinskisse.

Meie tee kulges algul mööda stepialasid; ümberringi oli samasugune tore rohumaa ja palju mitmesuguseid lilli nagu Šerlovaja mäe piirkonnaski. Mäeseljandike põhjapoolseile nõlvakuile ilmus juba tihe mets. Teelt kõrvale põigates heitsime pilgu geoloogilistele luuretöödele ja jõudsimel lõpuks juba pimedas suurde kasakate asulasse Turgaasse.

Asula puumajad ja talundite taradega piiratud krundid meenutasid Kesk-Uraali asulaid.

Järgmisel päeval maastik muutus. Tee hakkas märkamatult mäkke tõusma. Umberringi kasvas mets.

Algasid kauakestvad vihmad, mis jätkusid meie teekonna lõpuni. Vihmasadu häiris meid äärmiselt — ta rikkus meeoleu, raskendas edasiliikumist ega võimaldanud jälgida geoloogilisi luuretöid. Ta kiusas meid isegi öösel, sest meile kasutada antud elamu katus ei pidanud sageli vett ja und katkestades tuli otsida kuiva nurka.

Kõigest sellest hoolimata võis teekonda lugeda õnnestunuks. Iga päev nägime palju uut ja huvitavat. Teel kohtasime geoloogide-luurajate salku, kes avasid Taga-Baikali maapõue, paljastades tema rikkuste suure mitmekesisuse.

Samuti oli meil täielik võimalus tutvuda siinse taime- ja loomariigiga.

Eriti kaunid olid taigas päikeseloojangu tunnid. Tavaliselt elustus taiga enne videviku saabumist lühikeseks ajaks. Peatasime kalessid, väljusime neist ja istusime tee äärde mahalangenud puutüvele. Puudele ilmusid võõtoravad, kes meid huvitatult silmitsesid. Tihnikust jooksid välja graatsilised hirved, seisatasid hetkeks lagendikul ja kadusid siis kiiresti ning käratult tihedasse rohelusse. Jänesed hüppasid esile ja istusid tagumistele käppadele. Mingid suured linnud lendasid mööda. Metsa sügavusest kostis kergelt okste raginat ja tumedaid hääli.

Pimeduse tulekuga kadus taigas järsku igasugune elu ning muutus täiesti vaikseks. Istusime jälle kalessidesse ja sõitsime kaua sammu. Ööbimiseks ette nähtud peatuskohta jõudsim tavaliselt alati öösel. Siis tuli kaua otsida öömaja ja äratada pererahvas. Varsti aga kees laual juba samovar. Öhtueine valmistamise ajal seadsime Aleksandr Jevgenjevitši jaoks üles alati kaasas oleva välivoodi, millele ta kohe vajus, sageli isegi teejoomiseks üles tõusmata. Hommikul seevastu, vaevu ärganud, nägime teda juba istumas ja oma märkmikku matkamuljeid kirjutamas. Sageli äratas ta meid hommikuselt jalutuskäigult tagasi pöördudes.

„Jälle udutab vihma, ma ei tunne enam Taga-Baikalit ära; see on juba veeputus — Unda jõe orust me nähtavasti läbi ei pääse.”

Siis jooksis ta välistrepile, kiirustas häirimatut Kakaurovit kiiremini hobuseid ette rakendama, tuli tuppa tagasi ja aitas meil voodit kokku panna.

Aega viitmata tõmbasime selga porised, jäigid presendist vihmamantlid, asusime kalessi ning sõitsime hoo-vist välja, saadetuna pererahvast, kellest Aleksandr Jevgenjevitš tavaliselt lahkus kui vanadest headest tuttava-test.

Sadu oli vahepeal tugevnenud, varjates kogu ümbruskonda nagu looriga. Hobused puristasid rahulolematult, endalt aeg-ajalt vett maha raputades. Langevad veetilgad trummeldasid üha tugevamini vihmakuubede peakottidele ja selle monotoonse heli saatel pidasime teaduslikke vaid-lusi.

Lehekülg lehekülje järel avas Aleksandr Jevgenjevitš meie ees oma uue raamatu pegmatiitidest. Pegmatiitide teemalt läksime üle mitte vähem huvitavale Mongoolia-Ohhoota vööndi ja maagimaardlate leviku seaduspärasuste küsimusele Taga-Baikali territooriumil.

Ettekandjana esines selle maa-ala risti ja põiki läbi sõit-nud M. D. Drozdov, kes jutustas viimasel ajal avastatud kõige mitmekesisemaist maardlaist. Aleksandr Jevgenje-vitš arutles mõttes imekiiresti läbi kuulnud uued faktid ja juba mõne aja pärast maalis meile harmoonilise pildi mär-gatud seaduspärasusist.

Märkamatult sõitsime Unda jõe orgu. Kõikjal voolasid mäenõlvakuilt väikesed ja suured ojad, teel aga olid tohutu suured veeloigud. Sõitsime läbi suurte kaevandusasulate, sest Unda jõe org ahvatles juba ammusest ajast enda juurde kullaotsijaid. Siia tekkisid mäetöölise asulad, mil-lede elanikud tegelesid peamiselt kulda sisaldavate liivade uhtumisega.

Hommikul hakkasime aeglaselt tõusma Borštšovotšnõi mäeahelikule. Oli loota ilusat ilma; udu keerles pilvedena kuristike kohal. Ülespoole tõustes jäi Aleksandr Jevgenje-vitš teraselt silmitsema tee lähedal paljandunud graniiti. Ta juhtis meie tähelepanu selle mõnevõrra ebatavali-sele ilmele. Kord siin, kord seal ilmnesid jämedateralise kivimi ribad suurte päevakivi- ja kvartsikristallidega, mee-nutades oma struktuurilt pigemini pegmatiiti kui tavalist graniiti.

Samal ajal hobused, kes olid kalessi tasase kohani välja vedanud, peatusid raskesti hingeldades; meid ümbritses tihe taiga. Ronisime kalessist välja ja hakkasime paljandit vaatlema. Aleksandr Jevgenjevitš jutustas meile nende pai-kade minevikust.

Selgub, et Borštšovotšnõi mäeahelikus leidis talupoeg Krivonossov juba 1830. aastal esimese akvamariini Urulga jõe kaldalt, mis suubub paremalt Silka jõkke, kuid ta varjas oma leidu, kuni teisel talupojal samast ümbrusest õnnestus üheksa aastat hiljem leida Peškovaja jõe ülemjooksul tohutu suuri topaase. Kuni möödunud sajandi viiekümnendate aastate lõpuni toimusid siin intensiivsed tööd ja üks kivi parem kui teine langes kroonu otsimissalkade saagiks: veinkollased, madeiravärvilised, päikesepaistel kahjuks kiiresti luituvad topaasid, түsedad tumerohelised akvamariinid ning kirevavärvilised turmaliinid selle siidise vastuhelgiga, mis meenutab Tseiloni krüsoberülle. Neile Borštšovotšnõi mäeaheliku oivalistele ning minevikus kuulsaatele vääriskividele lisandusid tuhande üheksasajandate aastate algul kullakas-roosad vorobjeviidid — berüllide oivalised erimid.

Kuni Oktoobrirevolutsioonini tootis juveliiride kompanii Savatejeva küla lähedal asetsevas suures kaevanduses värvilisi kive ja koos vorobjeviitidega võttis violetse liitiumvilgu kogumikest välja suurepäraseid polükromaatilisi turmaliine.

„Kuid see oli viimane tegutsev kaevandus,“ ütles Aleksandr Jevgenjevitš, „kõik teised olid juba ammu maha jäetud ning aheraine kuhjadele olid kasvanud kuuekümnendaastased kuused ja kased. Kõik, mis puutub vääriskivide tootmisse, on siin seoses minevikuga. Üksnes teaduslikud ekspeditsioonid läbistavad veel neid paiku, et aheraine ja rusu järgi luua pilt veel maapõues peituvatest rikkustest.”

Pärast pikemat puhkust sõitsime sammu edasi, ringiga möödudes sügavatest veelompidest ja valides läbipääsetavamaid teosasid.

Laskumine Šilka jõe osutus tõusust raskemaks. Väljusime kalessist ja läksime jalgsi edasi. Kaless kaldus kord ühele, kord teisele küljele. Raske oli käia, jalad vajusid märga mulda.

Lai, veerikas ja kiiresti voolav Šilka oma kõrge kalda kaljuste neemedega tundus meile pärast mitmepäevast taigas viibimist suurepärasena. Tema tasane vastaskallas oli kaetud roheliste aasadega. Kuigi üsna kaua tuli oodata ülesõitu, toimetas Kakaurov meid sellest hoolimata siiski lubatud ajaks Nertšinskisse, kus peatusime ühe vana maagiotsija juures. See näitas meile suurt hulka oivalisi



*Silka jõe parve juures.*



*Silka jõe kõrge kallas.*

maagi- ja mineraaliproove, mis veelgi kinnitasid A. J. Fersmani arvamust Mongoolia-Ohhoota vööndi olemasolu kohta.

Vestlus keerles kogu aeg maakide seaduspärase lasumise ümber Ida-Siberi tohutu suurtel maa-aladel. Seda kasutades palusime Aleksandr Jevgenjevitši jagada meiega oma vaateid Taga-Baikali metallogeensetest iseärasusest.

„Rääkigem Mongoolia-Ohhoota vööndist, mida seni pole veel küllaldaselt uuritud,” ütles Aleksandr Jevgenjevitš, „kuid mille määratlemine ja uurimine on erakordselt tähtis uute otsimistöode hoogsamaks arendamiseks sellel hiiglasuurel territooriumil.

Selle vööndi kõige lõunapoolsemad punktid on Teaduste Akadeemia Mongoolia-ekspeditsiooni poolt avastatud Urgast ida pool, kus esinevad nii üksikud galeniidimaardlad kui ka pegmatiidisoonte tohutu suur piirkond suitsukvartsi, ametüsti, topaasi ja kassiteriidiga. Neid maardlaid tuntakse ka Tola ja Keruleni jõgede ülemjooksudel, kusjuures kõige idapoolsemad neist on tervelt kakssada kilomeetrit eemal kuulsast Adun-Tšolonist Taga-Baikalis. Vööndi Mongoolia osa ulatus on kuussada viiskümmend kilomeetrit, kusjuures selle põhjapoolne osa peab asetsema Vene territooriumil, kus osaliselt on juba teada pneumatolüütide, vismutiühendite, fluoriidi ja vääriskivide maardlaid.

Edasi järgneb vööndi Taga-Baikali osa. See on sümmeetrilise ehitusega: tsentraalne tsoon vääriskivide ja pneumatolüütidega läheb äärtel üle termide vöönditeks tüüpiliste hõbeda-seatina maakidega. See on kõige rohkem uuritud piirkond, mis annab meile rea klassikalisi aluspõhjalisi maardlaid ja kullamurendeid.

Vööndi Taga-Baikali osa põhjapoolset tsooni on vähe uuritud.

Et tema lõunapoolne tsoon paikneb Arguni jõe paremal kaldal, Hiina territooriumil, siis on see tsoon peaaegu täiesti uurimata, kuid väärrib suurt tähelepanu.

Lõpuks: vööndi põhjapoolne tiib, mis asetseb Amuuri jõest põhja pool, on kõige vähem tuntud, kuid oma mineralisatsiooni poolest haruldaselt huvitav. Raske on öelda, kas ta ulatub kuni Udskaja laheni Ohhoota rannikul või lõpeb umbselt, kuid üksikute leidude järgi otsustades võib vöönd koos mitmesugustest maakidest ja vääriskividest

rikaste maardlatega selles suunas ulatuda veel kuuesaja kilomeetri kaugusele.

Vaadeldes kogu vööndit tervikuna, näeme, et ta nõrgalt kooldub lõunasse ja on seega moodustunud analoogiliselt Ida-Aasia põhiliste orograafiliste elementidega, ulatudes pikuti vähemalt tuhat kaheksasada kilomeetrit kahesaja viiekümne kilomeetrise laiuse juures. Paleozoilistes ja arhailistes kivimites esineb haruldaste elementide ja metallide kuhjumeid. Terava joonena esineb temas maakmoodustiste vöölisus graniidikollete suhtes järjekorras: pegmatiit, pneumatolüütsed moodustised ja äärtel sulfiidsed maagisooned.

Sellised seaduspärased vööd võivad korduda mitu korda, vastavalt graniidi intrusiooni avamusjoontele.

Eeltoodud andmete põhjal võib teha mõningaid puhtpraktilisi järeldusi. Mongoolia-Ohhoota vööndi seaduspärane üldiseloom võimaldab plaanipäraselt läbi viia nii tema teatud territooriumide geokeemilist ja praktilist tundmaõppimist kui ka teatavate mineraaliliikide otsinguid ning teha oletusi, millede kontrollimine sõltub tulevastest uurimistest.”

Meie vestlus venis hilisööni, kuid järgmisel päeval olime juba varahommikust peale jälle teel.

Sõitsime parvega üle Šilka jõe ja peatusime väikeses Šivanda kuurordis. Siit teostasime rea ekskursionee pegmatiidoonte juurde, mis paljandusid kord siin, kord seal Borštšovotšnõi mäeaheliku kuristikas. Need ekskursioneed andsid Aleksandr Jevgenjevitšile palju uut materjali naatriumi-liitiumi tüüpi pegmatiitide (tema nomenklatuuri järgi) tundmaõppimiseks. Koos varasemate vaatlustega läksid kogutud andmed tema teosesse graniitse magma pegmatiitidest.

Lahkusime Aleksandr Jevgenjevitšist esimesel augustil 1929. aastal Šilka raudteejaamas, kus saatsime ta Moskvasse sõitvale rongile, ise aga jäime edasiste tööde teostamiseks kohale.

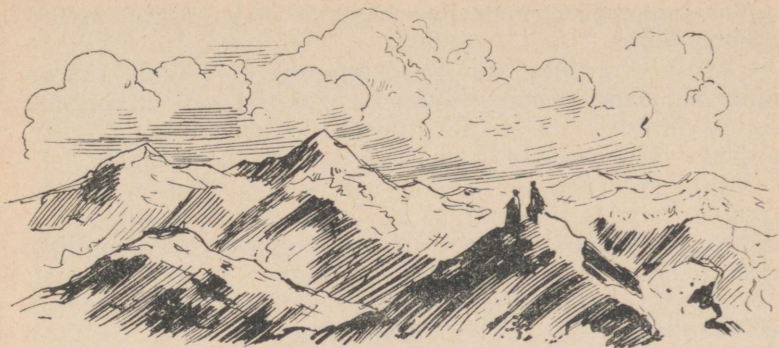
Sellest ajast on möödunud palju aastaid. A. J. Fersmani tähelepanuvääriv monograafia „Pegmatiidid” ilmus juba tema eluajal kahes väljaandes.

Stalinlike viisaastakute käigus viidi Taga-Baikalis läbi suurimaid uurimistöid, millede alguse tunnistajateks me olime. Nende põhjal tekkis seal arvukalt mitmesuguseid mäetööstusettevõtteid.

A. J. Fersmani äärmiselt viljakad ideed leidsid sel perioodil täielikku kinnitust ning neid arendati edasi. Nõukogude geoloogid eesotsas akadeemik S. S. Smirnoviga täpsustasid tunduvalt Mongoolia-Ohhoota vööndi piire ja näitasid, et ta ei lõpe mitte vastu Ohhoota merd, vaid pöördudes alguses läände, kulgeb põhja suunas kuni Põhja-Jäämereni.

Seega on tal hiigelulatus ja ta pakub üha uusi ja uusi võimalusi meie tööstuse mineraalsete toorainete baasi laiendamiseks.





## SEITSMES PEATÜKK

### PÕHJA-KAUKAASIAS

1940. aasta suve veetis A. J. Fersman Železnovodskis ja Kislovodskis. Akuutseks muutunud maksahaigus sundis teda end ravima; ta ei suutnud enam osa võtta kaugetest matkadest. Talle ei keelatud siiski väikeste ekskursioonide sooritamist kuurortide ümbruses. Teades, et ma pidin sügisel töötama Teaduste Akadeemia Kaukaasia-ekspeditsiooni koosseisus, kellel oli oma baas Põhja-Kaukaasias Naltšiki linnas, kiirustas Aleksandr Jevgenjevitsš mõnevõrra minu kohalesõitu, kutsudes mind koos minu abilisega Moskvast Železnovodskisse.

Pärast tasandikulisi maastikke ootasime kannatamatult mägede ilmumist. Vaade neile avaneb alles Kubani ja Tereki jõgede vahelisele veelahkmele tõustes. Kõige paremini aga on mäed nähtavad Mineralnõje Vodõ jaama lähedusest. Aeglaselt tõuseb rong platoole, mis liitub avara, põhja poole kallutatud tasandikuga. Steppide ühetaolisust ja reljeefi monotoonsust katkestavad äkki nagu maa alt välja kasvanud üsna järsud, kohati kaljused massiivid, mis on kord üksikult, kord rühmiti laiali paisatud. Need on nõndanimetatud lakoliidid. Kuni matkaja pilk kohaneb maastikuga, jõuab rong jaama perrooni äärde.

Varajane päikesepaisteline hommik leidis meid vagunike juures.

„Siin nad on, need kuulsad Pjatigorje lakoliidid,” lausus minu kaaslane, „ebaõnnestunud vulkaanid, mis ei suutnud settekivimite kihtidest läbi murda ja oma laavat maapinnale välja pursata, nagu seda tegi vulkaan Elbrus.”

Väljusime vagunist ja istusime samas ümber elektrirongile. Istudes suurepärase vaguni mugavais tugitoolides, võtsime seljakotist välja väikese raamatu „Geoloogiliste ekskursioonide teejuht” ja lugesime sealt järgmist: „Pjatigorje lakoliidid kujutavad endast omapäraseid, vulkaanilistest kivimitest koosnevaid maakerkeid. Neid on seitseteist. Nad asetsevad peamiselt loode pool Pjatigorski linna, mis asub ühe lakoliidi — Mašuki mäe (994 m) — edelapoolse nõlvaku juures. Mašuki mäel on korrapäratu, mõnevõrra välja venitatud, ümmarguse tipuga kupli kuju. Temast loode pool kerkib keskmine ning ühtlasi kõige kõrgem mägi — Beštau, mille viis tippu moodustavad haruldaselt ilusa kompleksi, eriti siis, kui neid vaadelda Essentuki-poolsest küljest; Beštau keskmine, kõrgeim tipp on tuhat nelisada meetrit kõrge. Beštaust põhja pool asetseb Železnaja mäe koonus (851 m), mille nõlvakuil asub Železnovodski kuurort. Veel kaugemal põhja pool on tugevasti põhjast lõunasse sirutunud Razvalka (930 m), mille siluett idast vaadatuna imeliselt meenutab magavat lõvi.”

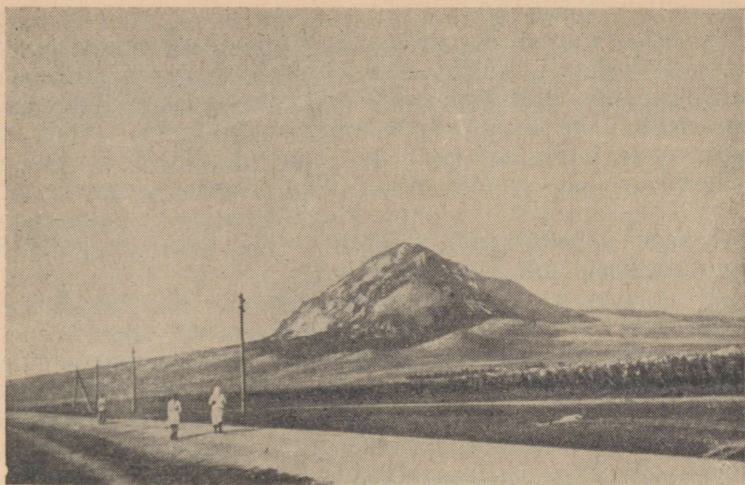
Magma kerkimine toimus sellel kaugel geoloogilisel epohhil, kus Elbrus oli veel tegutsev vulkaan. Mõnesajameetrise paksusega settekivimite kompleks kergitati seejuures üles, painutati kuplikujuliselt ja murti kohati isegi läbi.

Paljudelt neilt mägedelt uhtusid veed aastatuhandete jooksul ära neid katva settekivimite kesta ja paljandasid kõva magmalise kivimi.

Lakoliitide kujunemisega on vahetult seotud Kaukaasia kõigi peamiste mineraalveeallikate tekkimine.

Maa-alused jõud, mis kuhjasid kokku vulkaan Elbruse koonuse, moodustasid samal ajal temast põhja poole mägede grupi eesotsas Beštauga. Seejuures tekkis Elbruse ja Pjatigorje piirkonnas rida lõhesid, millede kaudu sügavast maapõuest üles kerkib süsihappegaasiga küllastatud vesi, mis lahustunud sisaldab organismile väärtuslikke soolasid.

Elbruse laialdases kerkepiirkonnas lume ja vihma näol



*Razvalka mägi (lakoliit) „Mineralnõje Vodõ” jaama lähedal.*



*Elbruse kahepäine koonus, pildistatud teleobjektiiviga ühe Pjati-gorski ümbruses asuva lakoliidi tipult.*

rikalikult langevad sademed voolavad ainult osaliselt jõgedesse. Suurem osa neist tungib maakoore mitmesugustesse kihtidesse. Võimsate vooludena suundub vesi neid mööda põhja, Pjatigorje piirkonda, rikastudes kivimeis esinevate soolade lahustega. Pjatigorje piirkonnas kohtab see vesi oma teekonnal paljudes punktides neid maakoore lõhesid, millede kaudu kerkib üles süvavesi, seguneb sellega kõige mitmekesisemates kombinatsioonides ning voolab nende lõhede kaudu maapinnale, tekitades arvukaid ja mitmekesiseid mineraalveeallikaid.

Kaukaasia mineraalvete-piirkond on erakordselt rikas tervisvetest. Pindalale, mis võrdub ligikaudu tuhande viiesaja ruutkilomeetriga, on koondunud üle viiekümne mineraalveeallika, mis on tuntud oma väärtusliku ravitoime poolest. Arvukate ja mitmekesiste looduslike ravitegurite koosinemine võrdlemisi väikesel maa-alal on juba ammu loonud Kaukaasia mineraalvetele parimate vene kuurortide kuulsuse.

Kaukaasia mineraalvete nime all tunneme nelja kuurorti: Kislovodsk, Essentuki, Pjatigorsk ja Železnovodsk. Kuni Oktoobrirevolutsioonini külastasid neid kuurorte üksnes elanikkonna jõukate kihtide esindajad. Alles nüüd on Kaukaasia loodusrikkused saanud meie kodumaa töötajate ühisvaraks ja igal aastal ravivad end kümned tuhanded haiged Põhja-Kaukaasia suurepäraustes sanatooriumides, kasutades ärateenitud puhkust.

Elektrirong viis meid märkamatult Pjatigorskisse, kus ümber istusime Železnovodskisse suunduvale rongile. Samast teejuhist saime teada, et kuurort paikneb lakoliidi — Železnaja mäe — nõlvakuil, umbes kuuesaja meetri kõrgusel. Ta asetseb maalilises kohas, keset mägesid ja mäenõlvakuid katvate metsade rohelist. Juba nimi „Železnovodsk” näitab, et selle tuntud kuurordi mineraalveeallikate iseloomulikuks omaduseks on rauasisaldus. Železnovodski vett kasutatakse mitmesuguste mao- ja soolte- ning samuti maksa- ja neeruhaiguste ravimiseks.

Kõik Železnovodski mineraalveeallikad on grupeerunud Železnaja mäe ümber, mis kujutab endast lakoliiti. Oma päritolult on need allikad seotud vulkaaniliste nähtustega, mis kutsusid esile Pjatigorje lakoliitide tekkimise. See seos väljendub eelkõige maa sügavusest pärineva süsihappegaasi esinemises. Kuid nende allikate tekkimisel oli olu-

line tähtsus ka trahhülipariitidest läbi murtud settekiivimeis ringlevatel magedatel vetel.

Jõudsime väikesse, väga nägusasse jaama ja siirdusime varjulist puiesteed mööda Stalini-nimelisse sanatooriumi, kus elas ja ravis end Aleksandr Jevgenjevitš. Leidsime ta aias pingil istumas. Aleksandr Jevgenjevitš oli meid nähes väga rõõmus ja nagu tavaliselt koostas viivitamata eelseisvate sõitude plaani.

„Täna läheme koos Pjatigorskisse, külastame Lermontovi majakest ja jalutame Mašuki nõlvakuil. Kutsuge ruttu Naltšikist auto, seda läheb meil vaja järgnevatel ekskursioonidel Kislovodski ümbruses!”

Pärast lõunat suundusime kõik Pjatigorskisse. Läbisime trammiga linna peatänava, väljusime lõpp-peatuses ja hakkasime mööda puhast, üsna järsku tänavat märke tõusma. Mäel asus majake-muuseum.

Siin, linna serval, Mašuki jalami juures, üürisid 1841. aastal Lermontov ja Stolõpin endale Tšeljajevi õuemajas korteri. See õuemajake on peaaegu täiesti puutumatu säilinud meie päevini. Ta on väike, neljatoaline, tillukese esikuga, ja asetseb suure rohtunud õue nurgas. Majakese teisel küljel on varjuline aed. Aiapoolsel küljel on kaks akent ning klaasuks väikesele rõdule. Väike tuba veneetsia aknaga aia poole oli poeedile nii kabinetiks kui ka magamistoaks. Nüüd on selles majas muuseum, kus säilitatakse mälestusi M. J. Lermontovi elust ja loomingust.

Hommikuti võttis Lermontov vanni, jalutas, ning pärast hommikueinet asus tööle kabineti lahtise akna juures; talle meeldis istuda ka rõdul. Tema toa akna all kasvas hiiglasuur valge akaatsia, mis mai lõpul või juuni algul tavaliselt oli täies õieheites.

Poedi maja ümbrus oli siis kuni Mašukini tühi. Ainult rohi ja põõsastik, mitte ainustki elamut. Läbi selle asustamata maa-ala Mašuki jalami juures kulges linnast tee, mida mööda poet armastas üksinduses jalutada.

Aleksandr Jevgenjevitš, hajameelselt lehitsedes Lermontovi teoste üht köidet, peatus äkki jutustusel „Vürstitar Mary”.

„Missugused suurepärasead read, kui lühidalt ja kujukalt on kirjeldatud Pjatigorskit!”

„Läänes sinendab viiepäine Beštau nagu „hajunud tormi viimane pilv”,” luges ta valjusti, „põhjas kerkib Mašuk nagu karvane pärsia müts ja katab kogu selle osa taeva-

võlvist; itta vaadata on lõbusam: all minu ees kirendab puhas, uus linnake, kohisevad tervisveeallikad, lärmitseb mitmekeelne rahvahulk, — seal kaugemal aga kuhjuvad amfiteatrina mäed ikka sinisemalt ja udusemalt, ja silmapiiri äärel venib lumiste mäeharjade hõbedane ahel, alates Kazbekiga ja lõpetades kahepäise Elbrusega.”<sup>1</sup>

Aleksandr Jevgenjevitš lähenes veneetsia aknale ja avas selle pärani. Õues õitses akaatsia, tema õite võrtsikas lõhn tungis tuppa.

„Uuesti lugedes Lermontovi teoseid, näen ma neis uut maailma, geograafiateaduse maailma kujundeis, mis on sagedasti sügavamad ja huvitavamad, rohkem tulvil fakte ja historismi, kui me seda loeme ja õpime meie õpikuist. Ta on andnud parimad geograafilised kirjeldused vana Tiflisi ümbrusest, Gruusia sõjateest, Mineralnõje Vodõ piirkonnast, Kaukasuse mäeaheliku põhjapoolseist nõlvakuist. Punase niidina läbib Lermontovi kogu poeesiat ja proosat tema armastus Kaukaasia vastu.

Meie geograafilises kirjanduses puudub tänapäevani selline elav ja värvikas kirjeldus Kaukaasiast. On ainult mõningaid juhuslikke reisiruhte, mõningaid katkendlikke monograafiaid, tema rikkuste iseloomustusi, mõningaid jutustusi tema kõrgustes viibinud turistidelt ja alpinistidelt.

Aga kus on tõeline raamat Kaukaasia ilust ja loodusest! Raamat, mis mitte ainult ei esitaks pilte tema metsikuist kuristikest ja rahulikest orgudest, vaid suudaks lihtsas ja kujukas keeles jutustada ka Kaukaasia inimesest — grusiinist, armeenlasest, adžaarist ja osseedist. Rahvastest, kes pärast pikki aastatuhandeid kestnud võitlust ja kannatusi on välja jõudnud uude, kaunisse, helgesse ellu.”

Lehitsedes kiiresti köidet, luges Aleksandr Jevgenjevitš meile ette ühe katkendi teise järel, vaimustudes Lermontovi stiili jõust, tema poeetiliste kujude selgusest ja sügavusest. Jõudes kõite lõpuni, pöördus Aleksandr Jevgenjevitš uuesti tagasi algusse ja hakkas ette lugema üht Lermontovi varasemat lüürilist luuletust „Vaidlus”.

„Pöörake tähelepanu sellele, kui praegusaegsed on Lermontovi geograafilised mõtted. Kazbeki ja Šat-mäe vahelist suurt tülid, kus võidab hallijuukseline Šat, läbib ju selge idee sellest, et inimene tuleb loodusse oma tahte ja oma ülesannetega. Kazbeki vastuses antakse ühelt poolt

<sup>1</sup> M. Lermontov, Meie aja kangeline, Tallinn 1953, lk. 74.

pilt uimuvast Idast tema Teherani ja Jeruusalema, Niiluse madalike ja Aafrika kõrbete värvirikkusega, teiselt poolt aga kujutatakse kõike seda uut, mis tuli koos uue kultuuriga, koos otsingutega ja võitlusega mäerikkuste ja metallide pärast.”

Nii avanevad Lermontovi teostes imepärased leheküljed Kaukaasia geograafiast.

Niisuguses hinnangus Lermontovi loomingu tähtsuse kohta avaldus A. J. Fersmani enda looduse geograafilise tajumise avarus.

Õhtul jalutasime Mašuki nõlvakuil. Oli selle aastaaja kohta haruldane pilvedeta päikeseloojang. Erakordselt selgesti paistis silmapiiril peamäeaheliku lumiste tippude kummaline rida. Eespool, mõnevõrra eraldudes Kaukasuse mäeahelikust, kerkis grandioosse panoraami paremal tiival Elbruse kahepäine koonus. Panoraami vasaku tiiva sulges Kazbeki vaevunähtav iseloomulik lumimüts. Esiplaani täitsid õhtuhämaruses sinavad eelmäestikud, all aga, piki loiult voolava Podkumoki kaldaid, keerutasid tolmu üles karjamaadelt tagasi pöörduvad karjad. Lumistel tippudel kustusid aegamööda loojuva päikese kiired; viimasena kustus roosas valguses Elbruse koonus.

Pöördusime tagasi Železnovodskisse, kus ööbisime. Oodates järgmisel päeval autot, pühendas minu abiline Aleksandr Jevgenjevitsši ühe, peamäeaheliku põhjapoolseilt nõlvakuilt algava jõe ülemjooksul leitud maagilasundi avastamisloosse. Sinna oli ette nähtud meie järjekordne sõit.

Kaukasust on mõnikord võrreldud Alpidega, lugedes teda nooremate geoloogiliste moodustiste hulka. See andis isegi põhjust eitada võimalust leida Kaukaasias selliseid maake, mis moodustuvad tavaliselt suurtes sügavustes, neid tekitanud graniitsete kivimite vahetus läheduses. Suur oli seepärast geoloogide imestus, kui 1934. aasta hilissügisel julged noored luuregeoloogid Boris Orlov ja Vera Flerova, laskudes mägedest, tõid andmeid maagilasundeist, mis esinesid Skalistõi mäeaheliku harjal. Teade leiust võeti vastu teatava umbusuga, kuid see äratas sellest hoolimata suurt huvi.

Järgmisel aastal suundusid sinna jälle Orlov ja Flerova ning teised noored luurajad. Nad jäid mägedesse mitmeks kuuks, rajades oma laagri keset kaljuseid rusukaldeid. Päevast päeva mööda peaaegu püstloodset mäeharja roni-

des õnnestus neil maagiotsingute piirkonda tunduvalt laiendada. Nende elu mägedes oli raske. Välismaailmaga püsis neil ainult harv ühendus, sest tõus laagrisse mägede jalami juures asetsevast väikesest asulast kestis tavaliselt viis kuni kuus tundi. Toidumoon ja puud toimetati kohale isakkidel, kelle karavanid sooritasid vahel harva reise mäeaheliku harjale. Mõnikord juhtus, et mäed mähkusid tihedasse uttu, mis püsis mitu päeva. Ülal oli siis niiske ja ebamugav, kuid see-eest avanes selge ilmaga mäeahelikult ülev pilt. Sügaval all, poolteist kilomeetrit vertikaali mööda, lookles peene ussina jõgi; otse ees olid näha ühe külgmise mäestikuharu tipud, sädeldes igaveses lumes. Vastasküljel aga sinetasid Skalistõi mäeaheliku lubjakivijärsakud, millede seas oma kentsakate vormidega silma paistis tohutu suur kalju, mis oli saanud nimetuse „Tjoštšin zub”.<sup>1</sup>

Noorte geoloogide visal tööl olid hiilgavad tulemused. Neil läks korda õigesti kindlaks teha maaki kandvate kivimite lasuvuse iseloomu. Need kivimid — „skarnid” — on tekkinud magma toimel teda ümbritsevale settekivimitest kestale.

Skarnid koosnevad tumedavärvilistest silikaatidest — ränihappe ühenditest mitmesuguste alustega: punakatest granaatidest, tumerohelistest pürokseenidest ja heledast vollastoniidist.

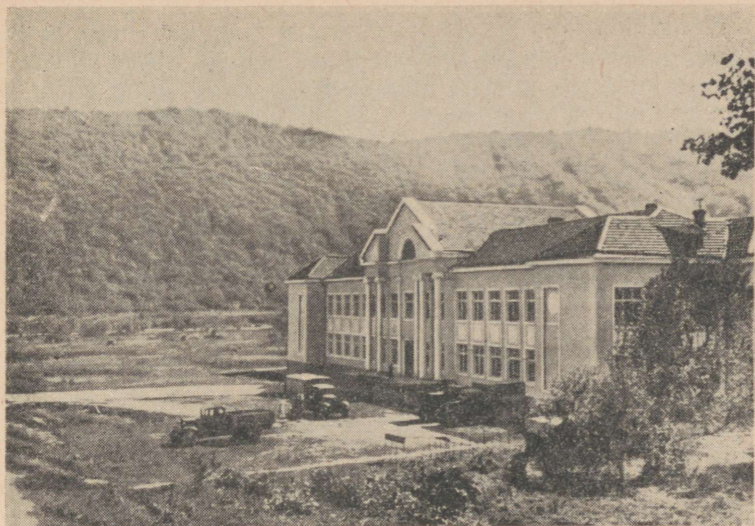
Skarnid sisaldavad mitmesuguseid maakmineraale, mis pakuvad huvi meie metallurgiatööstusele. Nende tüsedad lasundid kindlustasid võimaluse suurte maagikoguste tootmiseks.

Edasised uurimised näitasid, et maagid lasuvad kitsas, idast läände kulgevas iidsete (paleozoiliste), hoopis erilise geoloogilise struktuuriga settekivimite vööndis. Põhjas piirneb see kahe kuni seitsme kilomeetri laiune vöönd piki lõhestumiste süsteemi asetseva väheliikuva, „jäigaks” muutunud kristalsete kiltade iidse plaadiga, lõunas on ta murrangutega eraldatud Kaukasuse peeaheliku iidsetest graniitidest.

Rea tunnuste järgi õnnestus kindlaks teha, et see vöönd on miljonite aastate jooksul teinud vertikaalseid võnkliikumisi. Kord kujutas ta endast langeala ehk „alangut”, kord kummus ülespoole, moodustades kerkeala ehk „ülangu”.

---

<sup>1</sup> Tjoštšin zub — ämma hammas. *Tõlk.*



*NSV Liidu Teaduste Akadeemia Kaukaasia-ekspeditsiooni baas  
Dolinskaja asulas Naltšiki lähedal.*



*Vaade põhjast Kaukasuse peaaelikule Maruhhi mäekuru piirkonnas.*

Võnkliikumised kergendasid sulade magmakivimite sissetungi rebestuslõhesid mööda, luues sellega soodsad tingimused kuumade lahuste liikumiseks ja nende ning purustatud kivimite ja maagisetete vastastikuseks toimeks.

V. Flerova hukkus traagiliselt oma tööpostil. Lõpetanud pikaleveninud tööd, pidi ta veel talvel sõitma Naltšiki linna. Sel ajal toimus ühenduse pidamine jõe parempoolse kalda ja sinna rajatud teega kõikuva, ebakindla rippillakese kaudu. Kuristiku ületamise ajal paiskas äkkipuhkenud tormihoog sillakese kummuli ning heitis V. Flerova kivi-dele.”

Sellega lõpetas minu abiline oma jutustuse.

Sama päeva õhtul saabus Naltšikist meie poolteistonnine veoauto, mida juhtis meie parim autojuht-mehaanik Nikititš. See oli rahulik kindlameelne töötaja, kes ei kartnud ühtki teeraskust.

Hommikul asusime veoautole, kuna Aleksandr Jevgenjevitši paigutasime kabiini Nikititši kõrvale. Auto kihutas meiega edasi mööda Põhja-Kaukaasia tasandikke, mööda „tasapinda”, nagu seal neid paiku nimetatakse. Mööda vilksatasid maisi-, päevalille- ja nisupõllud, mis vaheldusid lutserni ja ristikehina külvidega. Tohtu suurte vaipadena helkisid nad eredas päikeses oma mitmekesiste värvuste rikkalike varjunditega. Rabavalt mõjusid meisse päevalillede erekollased kettad ja võimsad, kahe meetri pikused maisivarred. Kui kogemusteta teekäija oleks juhuslikult sattunud maisiistandusse, oleks ta riskinud varte keskel ära eksida, sest need kerkisid tiheda seinana kõrgemale inimese kasvust.

Siis pöördus auto lõunasse ja kihutas piki jõge, mööda suurepäraselt teed.

Põhja-Kaukaasia selle osa maastiku iseloomulikuks jooneks on paralleelselt loodest kagusse kulgevad mäeahelikud, mis peaaeheliku suunas järk-järgult kõrgenevad. Neid läbivad peaaegu meridionaalselt voolavate jõgede orud. Põhjapoolsem, Lessistõi mäeahelik kujutab endast tiheda metsaga kaetud künklikku eelmäestikku. Tema taga kerkiavad raskesti ligipääsetavad, kohati kaljused massiivid, mis koosnevad tohtu suurest lubjakivide kompleksist. Neid lõhestavad sügavad kuristikud, milledesse rajatud teed kord suruvad end tunduval kõrgusel vastu peaaegu püstloodseid kaljusid, kord aga kulgevad üsna veejoont mööda. Kui kuristikust väljudes tagasi vaadata, siis on hästi näha

Skalistõi mäeaheliku grandioossed lubjakivijärsakud. Edasi omandab paikkond tõelise mägismaa ilme. Külgedel tõusevad kõrgele kuplitaolised ja koonilised tipud, mida üksteisega seovad sadulakujulised künnised. Nad moodustavad peaahelelikust eraldunud külgmise ehk eelmäeaheliku. Kõige ülevam kuju aga on Kaukasuse peaahelelikul, mis on kroonitud imeväärsete lumiste tippudega. Tema nõlvakuilt laskuvad alla Põhja-Kaukaasia jõgesid toitvad arvukad jääliustikud.

Peaahelelikust umbes kolmekümne kilomeetri kaugusel pöördusime mööda äsjarajatud ajutist teed kõrvale. Algas raske ning kardetav tõus. Lõpmatult lookles nõlvakul kõrgusse suunduv tee. Orunõlvakuid kattev segamets hakkas varsti harvenema, andes ruumi võimsatele mändidele. Rohi muutus üha tihedamaks, orunõlvak aga kaotas oma järsu languse, muutudes laugemaks, künataoliseks. Jõudsimme tüüpilisse kõrgmäestiku liustikupiirkonda ja kaugelt paistiski väike rippuv liustik. Lõpuks peatus auto paljal lamedal tipul, mis oli kaetud hulga purunenud plaatidega. Hoolimata päikesepaistelisest ilmast oli siin jahe — küllalt suur kõrgus (umbes kolm tuhat meetrit üle merepinna) andis end tunda. Kohati valendasid kaljude vahel lumelaigud, kaugel all aga paistsid põlised männid väikeste põõsakestena.

Varsti tulid keset kivilahmakaid suliseva ojakese ääres nähtavale sirgetes ridades seisvad väikesed valged telgid — geoloogide elamud.

Kedagi ei olnud ootamatuid külalisi vastu võtmas, sest kõik olid tööil. Laagrisse olid jäänud ainult naiskõkk, kes valmistas lõunasööki, ja töötajad välilaboratooriumis, kus kiiresti määrati leitud mineraale. Seepärast tuli meil seal peatuda õhtuni. Meil avanes hea võimalus geoloogilise luuresalga tööpäevaga tutvumiseks. Nägime, kuidas topograafid ronisid mööda mäenõlvakuid, kasutades ilusat ilma piirkonna kaardi koostamiseks. Teises paigas teostas grupp geolooge paikkonna detailset geoloogilist kaardistamist, ära märkides mitmesuguste kivimite avamusi. Mõne aja pärast tulid laagrisse rõmmisalga töötajad. Üheks levinuimaks meetodiks raskete metallide otsingul on teatavasti šlihhimise ehk rõmmimise meetod. Geoloogilised luurajad võtavad mäenõlvalt või jõgede uhetest kobeda kivimi ja uhuvad puurenne sellest välja kerged osakesed, kontsentreerides selle lihtsa seadeldise põhja raskemad mineraalid

ehk nõndanimetatud halli rõmmi. Kui on kogutud küllaldane hulk halli rõmmi, siis vabastatakse see renni osava liigutamisega temasse takerdunud kergematest osakestest. Selle tulemusena on luuraja käsutuses nõndanimetatud must rõmm, kuhu on kogunenud raskeimad ja püsivaimad mineraalid — magnetiit, kroomrauamaak, kuld, kassiteriit, kinaver ja teised.

Rõmm võimaldab kiiresti ja võrdlemisi kergesti orienteeruda selles, kas kuskil läheduses pole selle väärtusliku maavara paljandeid, millele luurajad jahti peavad. Pärast seda, kui rõmmis üks või teine maak on kindlaks tehtud, hakatakse seda otsima aluspõhjakiivimist. Seejuures tuleb sageli paljandada üksikuid nõlva-alasid, rajades sinna luurekraave ja šurfe.

Täpselt samuti toimus töö ka siin, eelmäeaheliku kõrgustes. Otsinguil tagasi pöördunud töötajail õnnestus rõmmides avastada ühe raske mineraali kristalle, mis kuulus otsitava maagi koostisse. Leid innustas noori luurajaid ja nad siirdusid kahekordse innuga uuesti aluspõhja sooni otsima.

Kaukasuse kõrgmäestiku tingimustes pole kaugeltki kerge töötada. Mägede tippudel püsivad harva ilusad ilmad ja sagedasti mähkuvad nad tihedasse, külma ja märga uttu, mis kondenseerub tihti rünkpilvedeks; puhkevad tugevad vihma-, rahe- ja isegi lumesajud. Sellistel päevadel on mägedes raske orienteeruda ja veel raskem maagisooni otsida. Ka laagris muutub ebamugavaks, sest pehmeks muutunud tee tõttu hilineb toidumoon ja varustuse kohaletoimetamine.

Geoloogilise luure töötajad pöörduvad tagasi läbimärgadena ning sageli pole neil kuskil kuivatada jalanõusid ja riideid.

Juhtub sedagi, et äkki puhkenud raju matab paikkonna tihedasse lumekattesesse, mis püsib mitu päeva.

Nende kõrgustike taime- ja loomariik on kehv; kliima on karm ja ebasõbralik ning tal on palju ühist polaarmaade kliimaga. Niisama nagu seal, toimub ka siin kivimite intensiivne porsumine ja murenemine, mis on iseloomulik kõrgmäestiku vööndile.

Nagu hiljem teada saime, õnnestus otsimissalgal ühel järgnevatest selgetest päevadest ühes kuristikus lõpuks ammuigatsetud maagisooni avastada. Välgutaoliselt korratute murdjoontena viirutasid need heledate kriipsudena tumehalle mäenõlvakuid.

Seejärel algas uus tööetapp. Otsijad vahetusid luurajatega. Lahtimurdjate raskete vasarate löökide all lõikusid soontesse teraspuurid, mõne aja pärast aga kostsid esimesed plahvatused. Kees kibe töö. Mägede nõlvakuile tekkisid väikesed stollivaused, mille kaudu mäetöölised tungisid maagikeha sügavusse, nende suudmete juurde aga kerkisid korrapärased maagivirnad. Puurimistöö vaheldus proovide võtmisega analüüsiks. Aeglaselt raiuti risti soont täisnurkseid renne, kogudes seejuures hoolsasti pisemaidki eemale lennanud kivimikilde. Viirud järgnesid üksteisele mõnemeetriste korrapäraste vahemaade tagant. Kogu seejuures saadud peenmaterjal pihustati hoolikalt suurtes malmuhmrites, puistati hunnikusse ja jagati võrdseteks osadeks, milledest mõned kuulusid edasisele pihustamisele. Ja lõpuks saadeti täidetud väikesed tihedad kotikesed analüüsimiseks keemialaboratooriumi.

Salga juht pöördus alles õhtu eel laagrisse tagasi. Ta selgitas meile, mis pärast geoloogilise luure tööd toimusid peamiselt külgmäeaheliku tsoonis.

Kivimite geoloogilised vahekorrad näitavad, et Kaukaasia aluspõhja graniitne vundament ei olnud mitte alati maapinnal. Väga kauges geoloogilises minevikus tekkis temas sügav, merevetega üle ujutatud paine. Loode suunas laiavas merebasseinis kuhjusid juba nendel kaugetel aegadel mitmesugused setted, mis moodustavad nüüd tunduva osa Kaukaasia mägedest. Siis algas samas basseinis ehk — nagu geoloogid ütlevad — samas „geosünkliinilis” tulevase Kaukasuse mäeaheliku kujunemine.

Kurdude keerukad tekkeprotsessid, nendega kaasnevad lõhenemised ja mõranemised, magmaliste kivimite sissetung ja laavapursked, vahelduvad maakerked ja vajumised keetsid paljusid miljoneid aastaid. Seejuures kerkisid ühed piirkonnad kõrgele üles, sattudes tuule ja pakase murendava toime ohvriks, teised aga vajusid sügavale alla ja neid uhtusid merelained, kuhjates kokku üha uusi settekihte.

Selle pikaldase protsessi tagajärjel näevad geoloogid nüüd üksikuid rahne tollest iidsest vundamendist, mis on Kaukaasias aluspõhjaks järgnevatele setetele. Rahnud koosnevad peamiselt graniidist ja osaliselt nõndanimetatud kristalsetest kiltadest, s. o. kihilistest kivimitest, millede esialgne koostis ja välisilme on neisse tunginud tulivedelate masside ja mäetekkelise surve mõjul paljude miljonite aas-

tate jooksul täiesti muutunud. Ainult kohati on savikiltade näol säilinud kõige pealne kate.

Sellest, kuidas praegu paiknevad iidse aluspõhja üksikud rahnud, sõltub nii graniidimassiivide ülemiste osade ja neid katvate kristalsete kiltade kui ka neisse kuhjunud metallide suurem või väiksem säilivus. Maagid kuhjusid ju seoses kergesti lenduvate ainete — ülekuumenenud aurude ja kuumade lahuste — eritumisega just graniidimassiivi ülemistes osades. Seal, kus enam-vähem sügavale vajunud rahnud säilitasid erosioonist oma lasumi, säilisid ka maakide maardlad. Seepärast on täiesti loomulik, et maakide otsinguid tuli korraldada neis piirkondades, kus on säilinud graniite kattev lasum. Nii suunasid geoloogid oma tähelepanu esimeses järjekorras just külgmise mäeaheliku vöön-dile.

Kuid on olemas ka hoopis teistsuguse geoloogilise struktuuriga perspektiivpiirkondi. Need asetsevad mõnevõrra ida pool ja kalduvad peamäeaheliku mõlemale nõlvakule.

Uurimised on näidanud, et maagid tekkisid neis piirkondades seoses võrdlemisi hilises minevikus toimunud vulkaaniliste nähtustega ja maakoore mõranemistega, mis kulgesid niihästi paralleelselt mäeaheliku teljejoonega kui ka sellega teatud nurga all. Tertsiaarsel ajastul tekkinud mõrad olid teedeks sügavusest välja tungivatele sulamassidele. Hiljem jahtusid need osaliselt maakoores, osaliselt aga tekitasid vulkaanilisi purskeid ja laava väljavoolamisi. Mõranemiste piirkonnas tekkis mitu vulkaanilist kollet, millede jahtumisega kaasnes mitmesuguste metalliühenditega küllastatud aurude ja kuumade vete eraldumine. Need metalliühendid sadestusid maakidena kivimilõhesse.

Erinevalt Kesk-Kaukaasia iidsetest graniitidest koos neid iseloomustavate maavaradega said maakoore tunginud nooremate magmaliste kivimite massid nimetuse „neointrusioonid”<sup>1</sup>. Vahetus läheduses tekkisid nende ümber maakide kuhjumid, mis sadestusid võrdlemisi kõrgete temperatuuride juures, teatud kauguses aga sadestusid maagid, mis koosnevad antimoniidist, kulda sisaldavast auripigmendist, punakast realgaarist ja veripunasest kinaverist.

Vulkaanilise tegevuse viimase järelkajana esinevad

---

<sup>1</sup> Magma hilisemad (tertsiaarsed) sissetungid.

piirkonnas süsihappegaasi ja väävelvesinikuga tunduval määral küllastatud arvukad mineraalveeallikad. Nad on laialdaselt levinud ning on üheks iseloomustavaks jooneks peamäeaheliku mõlematele nõlvakutele.

Kohalik elanikkond nimetab neid narzanideks.

Kui geoloog lõpetas oma jutustuse, tõusis mägede tagant juba kuu, tuletades meelde hilist aega; muutus tunduvalt külmemaks, loikudes jäätus vesi. Aleksandr Jevgenjevitši pärast kartsime ööbida selles kõrguses; seejärel, usaldades Nikititši suuri kogemusi, istusime veoautole ja hakkasime aeglaselt alla laskuma. Umbes kell kaksteist öösel jõudsime ekspeditsiooni baasi, kus ka ööbisime. Toimetasime Aleksandr Jevgenjevitši alles järgmiseks keskpäevaks Železnovodskisse. Ta talus sõitu hästi ja asus seejärel meiega varsti uuele teekonnale.

Seekord sõitsime Kislovodskist edela pool asuvale Alikonovka jõekesele. Siin kujutab maastik endast lõuna suunas kergelt tõusvat mägilava, mis koosneb kriidiajastu settekivimitest. Lava läbistavad väikeste jõekete kanjonitaolised orud, kus selgesti avaneb kriidiajastu setete kogu läbilõige. Kivimikihid lasuvad järjestikku üksteise peal, moodustades rea lõuna suunas järk-järgult tõusvaid astanguid. Läbilõike alumises osas lasuvad helekollaste ja hallide dolomiidistunud (magnesiumist rikastunud) lubjakivide ühtlased kihid. Neisse on rajatud rida kivimurde.

Nende seinu vaadeldes võis dolomiidi sees märgata üksikuid ränimugulaid — konkretsiioone, mis oma kõvaduse ja värvuse tõttu pehmema kollase kivi taustal silma paistsid. Konkretsiioonid olid eriti head Alikonovka orus, Meekose ning „Salakavaluse ja armastuse” lossi vahel. Neid vasaraga purustades leidsime nende sisemusest terve rea mineraale, milledest mõned esinesid suurepärase kristallidena ning pälvisid erilist tähelepanu. Mineraalide hulgas leidsime kvartsi, kaltseoni ja räni, samuti püriidi, sfaleriidi, kipsi, barüüdi ja tsölestiini kristalle. Viimane mineraal täitis tavaliselt tühimike vabu õõnsusi üksikute suurepäraselt moodustunud helesiniste kristallikestena.

Tsölestiini esineb Põhja-Kaukaasias mitte ainult piki Alikonovka jõge. Tema moodustumine on seotud tolle madalveebasseini setetega, mis kattis iidset maapinda ja

pani aluse kipsi, merglite ja dolomiitide keemilisele sadestumisele.

Huvi selle A. J. Fersmani poolt 1938. aastal tehtud avastuse vastu tõusis seoses sellega, et just neist alam-kriidi horisontidest voolavad välja Kislovodski peamised mineraalveeallikad. Narzani tekkimine on ühelt poolt seotud sügavuses oleva süsihappegaasi eritumisega ja teiselt poolt ülem-juura setetega, mis esinevad graniitse koostisega rähana, ning samuti ka alam-kriidi kipsi- ja dolomiidisetetega, mis moodustavad meie poolt kirjeldatud kivimeid.

Nagu väitis A. J. Fersman, pole mingit kahtlust selles, et nende setete mineraloogia ja narzanivate koostise vahel on olemas teatav seos, mille uurimine nõuab tähelepanelikku suhtumist Kislovodski ümbruse mineraloogiasse.

Pärast kivimurru vaatlemist istusime dolomiidirahnu- dele ja palusime Aleksandr Jevgenjevitši jutustada, kuidas ta avastas siin tsölestiini.

„Ma olin Kislovodskis puhkusel,” algas Aleksandr Jevgenjevitš oma jutustust. „Pärast rasket haigust oli mul mägedes raske liikuda, kuid samal ajal ahvatlesid mind kaljud, kivimurrud ja kivised järsakud. Meie sanatooriumi läheduses ehitati uue puhkekodu ilusat hoonet; teda ümbritsev müür ja selle väravad laoti kollakast dolomiidist.

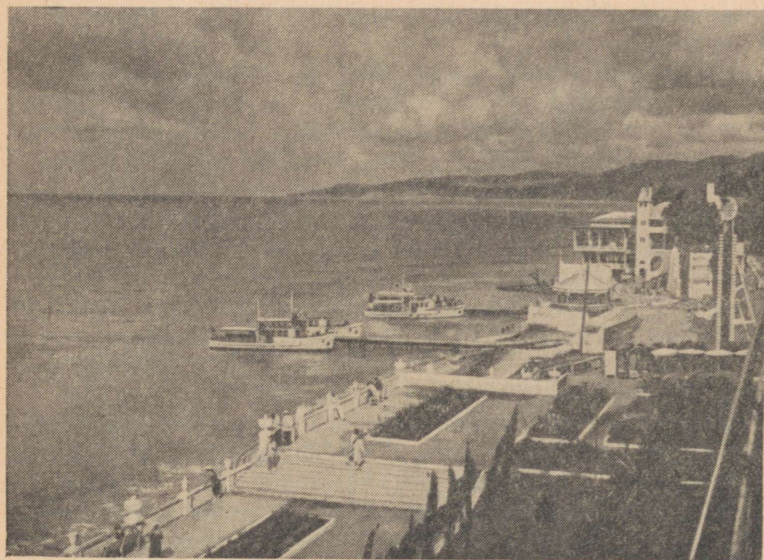
Mul kujunes harjumuseks käia ehituse juures, kus pikki aegu jälgisin, kuidas tööliste vilunud käed tahusid pehmet dolomiiti. Üks kivitahujaist seletas mulle, et selles kivis esinevad kahjulikud kõvad mugulad, mida nad nimetavad kivi haiguseks, sest need takistavad kivi töötlemist.

Hakkasin kivi lähemalt vaatlema ja nägin äkki ühes purunenud mugulas mingit sinist kristallikest. See oli puhas tsölestiin, imeilus läbipaistev nõelake. Võtsin tööliselt vasara, lõin mugulad puruks ja jäin vaimustusest keeletuks. Minu ees olid tsölestiini imekaunid kristallid, tervete siniste kobaratena katsid nad vabu tühimikke mugulate sisemuses. Nende seas oli ka valgeid läbipaistvaid kaltsiidikristalle, kuna mugul ise oli moodustatud kvartsist ja hallist kaltседonist.

Küsisin töölistelt, kust tuuakse ehituse jaoks dolomiiti. Nad juhatasid mulle tee kivimurdu. Kahe päeva pärast



*Metsa ja mägiaasade piiril Loode-Kaukaasias.*



*Sotši.*

sõitsime sinna, kus murti dolomiiti. Org ahenes, muutudes kuristikuks, järsud nõlvakud rippusid lubjakivi ja dolomiidi karniisidena. Neis leidusid murrud purdmaterjali ja naaberkivimite tükide hiigellehvikutega. Vaadeldes lubjakivikihte, sattusin ma peagi otsitud kohta. Lõin üksteise järel lahti tsölestiini sisaldavaid tompe.”

„Aleksandr Jevgenjevitš, kuidas võis teie arvates strontsium sattuda settekivimitesse?” küsis minu kaaslane jutustust katkestades.

„Kollase dolomiidi kihid koos mugulatega settisid paljusid miljoneid aastaid tagasi alam-kriidi ajastiku mere põhjas. Rannäärstes võondis elasid merepõhja kividel ja kaljudel lugematute hulkadena väikesed radiolaarid — mitmesuguste skelettidega ainuraksed organismid. Osal neist oli skelett läbipaistev nagu klaas ja koosnes puhtast opaalist; nad kujutasid endast peeni valgeid, mitte üle ühe millimeetri suurusi kerakesi väikese, kehast kolm korda suurema varrekesega.

Need olid kuulsad radiolaarid-akantaariad, kellede skeletid omasid kaheksateist kuni kakskümmend kaks nōelakesi. Kaua ei teadnud keegi, millest on tekkinud need nōelakesed, ja ainult juhuslikult avastati, et nad ei koosne ei ränist ega ka opaalist, vaid väävelhapust strontsiumist.

Loendamatud radiolaarid kogusid väävelhaput strontsiumi, ammutades seda mereveest, ja ehitasid sellest järk-järgult oma kristalseid nōelakesi. Surnud radiolaarid vajusid mere põhja. Nii tekkisid ühe võrdlemisi haruldase keemilise elemendi — strontsiumi — kuhjumid. See element sattus Kaukaasia merede rannalähedastesse vetesse Kaukaasia graniitide koostisse kuuluvatest päevakividest ja ärauhutatud graniidimassiividest. Tungides pragusid mööda dolomiitidesse-lubjakividesse, sundisid põhja- ja süvaveed neid ümber kristalliseeruma ja muunduma selleks ilusaks vastupidavaks dolomiitkiviks, millest Kislovodskis maju ehitatakse.

Hajutatud strontsiumiaatomid, radiolaaride-akantaariate jäänused, läksid keerukate keemiliste reaktsioonide tagajärjel üle lahusesse ja sadestusid uuesti kivimiõn-sustes, kasvades sinise tsölestiini ilusateks kristallideks. Nii toimus sadade tuhandete aastate jooksul pidevalt tsölestiini-žeedoide (kristallidega täidetud õn-suste) kujunemine. Kislovodski tsölestiiniide tekkimise pilt, mida

teile praegu kirjeldasin, kordub meie maa paljudes piirkondades. Kõikjal maakeral, kus kadusid merebasseinid, muundudes madalmeredeks ja soolajärvedeks, surid akantaariad ja kümnete miljonite aastate vältel kasvasid kunagi elanud akantaariate väikestest nõelakestest strontsiumikristallid.

Tsölestiinkivimite katkendliku rõngaga on võõndatud mitte üksnes Kaukaasia, vaid ka Kesk-Aasia mäeahelikud.”

Sellelt teekonnalt jõudsimel võrdlemisi varakult sanatooriumi tagasi. Ülejäänud päeva veetsime koos Aleksandr Jevgenjevitsšiga pargis, jalutades ja vesteldes. Kõnelesime Kaukaasia mäerikkustest ja stalinlike viisaastakute suurepärasest saavutusest. Nende vältel on Kaukaasias avastatud täiesti uusi maavarasid ja on rajatud võimas mäetööstus.

Kaukaasiat nimetatakse sageli „nooreks”. Teataval määral on see õige, sest tema kaasaegne struktuur ja reljeef on välja kujunenud võrdlemisi hiljuti ja see kujunemisprotsess kestab veel meiegi päevil. Kuid selle struktuuri juuri tuleb siiski otsida väga kaugest minevikust, peaaegu maakerakoidikust.

Kaukaasia järk-järgulise arenemise geoloogiline ajalugu on väga keerukas ja pikk ning ebaühtlane selle laialdase mägismaa mitmesugustes osades. Seepärast ei tarvitse imestada, et Kaukaasias on ülikülluses kõige mitmekesisemaid maavarasid, millede leiukohtade arv uute avastuste tagajärjel iga aastaga üha suureneb. Tema geograafiline asend Vahemere basseini perifeerias, põhjapoolsete tasandike ja Väike-Aasia mäeahelike vahel põhjustas juba iidsetest aegadest Kaukaasia rahvaste laialdasi kultuurisidemeid naaberriikidega. Seepärast on täiesti arusaadav, miks Kaukaasia territooriumil on leitud arvukaid pronksist, kullast, hõbedast, rauast ja antimoonist esemeid, millede vanust võib hinnata mitmele tuhandele aastale. Juba hetidid — grusiinide esivanemad — olid ligi kolm tuhat aastat tagasi Assüürias ja Babüloonias kuulsad parimate muistse Ida metallurgidena, legendaarsed haliibid aga, kes elasid Musta mere rannikul, Batumist lõuna pool, olid elukutselised sepad. Nagu jutustab müüt argonautidest, sõitsid ettevõtlikud kreeklased kulla järele Kolhidasse: kulda saadi Rioni ja Inguri jõgede ülemjooksudelt. Ja ei ole juhus, et just Kaspia järv-

mere kallastel tekkis püha tule kultus pärslastel, kes olid mõjustatud rikkaimate naftamaardlate kohal igavesti põlevate gaaside ülevast vaatepildist.

Viimased arheoloogilised leiud Gruusias kinnitasid mitte ainult muistsete inimeste oskust mägede põuest mitmesuguseid metalle kaevandada, vaid neid ka suure kunstipärasusega töödelda.

Üheksateistkümnenda sajandi lõpul, kui Kaukaasia oli täielikult lülitatud Venemaa tööstuslike huvide sfääri, algas rööbiti Taga-Kaukaasias asetsevate vasekaevanduste ekspluateerimisega ka seatina, tsingi ja hõbeda tootmine Põhja-Kaukaasias, tulekummardajate templite asemele aga kerkisid Bakuu nafta- ja petrooleumitööstused. Uut liiki maavaraks osutus Lääne-Gruusias Tšiatura piirkonnas esinev mangaan, mis oma kõrge kvaliteedi ja tohutu suurte varude tõttu on võitnud maailma kuulsuse.

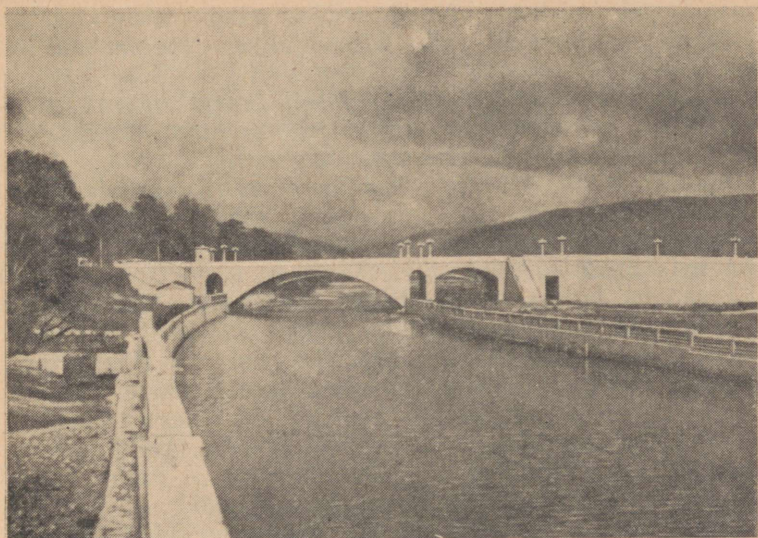
Üheaegselt mäetööstuse arenemisega Kaukaasias tekkis siin ka geoloogiline amet. Üheks esimestest siin töötanud geoloogidest võib nimetada G. Abichi<sup>1</sup>, kes tunduva osa oma elust pühendas Taga-Kaukaasia ja osaliselt ka Põhja-Kaukaasia uurimisele. Geoloogide Abichi, Konšini, Tsulukidze, Arhipovi, Halatovi, Simanovitši, Batsevitši, Sorokini ja Lebedevi töid avaldati „Materjalides Kaukaasia geoloogia alalt“, ja nad esitasid neid esialgseid andmeid, mis said aluseks arvukate uurijate edasistele töödele. Tsaarivalitsusel ei olnud usku Kaukaasia maapõuerikkustesse.

Pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni muutus hinnang Kaukaasia kohta järsult.

Üks parimaid Kaukaasia geoloogia tundjaid, prof. A. P. Gerassimov, kirjutas sel puhul: „Kõik, mida praegu teame Kaukaasia geoloogiast, mida meile on andnud viimaste aastate otsingud ja geoloogilised luuretööd — kõik see lükkab otsustavalt ümber vana, revolutsioonielse otsuse, mis langetati selle maa kohta siis, kui teda vähe tunti ning temast peaaegu sugugi huvitatud ei oldud. See otsus eitas kategooriliselt Kaukaasia õigust mingisugusele tunduvale osatähtsusele mäetööstuse arendamises meie maal. Ta ei näinud Kaukaasias mingeid tun-

---

<sup>1</sup> G. Abich oli 1842.—1847. a. geoloogiaprofessoriks Tartu ülikoolis. *Eritoim.*



*Sotšinka jõe suue.*



*Vaade jalgrajalt sadamale Matsestas.*

nuseid, mis oleksid võinud teda asetada meie sotsialistlikule kodumaale nii hädavajalike toorainebaaside liiki.”<sup>1</sup>

Nõukogude võimu ajal laialdaselt hoogu võtnud geoloogiliste uurimistööde tagajärjel paistab Kaukaasia meile nüüd hoopis teistsuguses valguses.

Seepärast on täiesti arusaadav, et Kaukaasia võis Suure Isamaasõja ajal nõukogude rahvale olulist abi osutada, andes meie tööstuse käsutusse oma mitmekesised maavarad.

Eelkõige osutus ta põhiliseks varustajaks naftaga ja suurepärase bensiiniga, mida nüüd saadakse ja toodetakse mitte üksnes Bakuu ümbruses, vaid ka Põhja-Kaukaasias Maikopi juures, kus alles hiljuti käisid kibedad lahingud tema rikkalikult bensiini sisaldava „kerge” nafta valdamise pärast, ja Groznõi lähedal, kuhu sakslased nii väga püüdsid tungida. Toodetava nafta hulga poolest on Kaukaasia maailmas teisel kohal.

Juba sõja ajal tegid Bakuu keemikud kindlaks, et mõned naftaga koos esinevad soolased veed, mis tavaliselt ohustavad naftarikkaid piirkondi üleujutamise ja kasutuskõlbmatuks muutmisega, sisaldavad palju boorhappesooli ja soodat, peale selle aga ka tootmiseks küllaldaselt hulgal joodi, broomi ja nafteenhappeid, mis annavad oivalist desinfitseerivat seepi.

Kaukaasias leiti ka naftatööstusele väga vajalikke savisid, mis evivad omadust puhastada naftat kahjulikest lisandest. Neid suurepärase kvaliteediga savisid, mis välismaal on hästi tuntud fulleri muldade ja bentoniitide nime all, toodetakse Gruusias suurtes kogustes.

Maailmakuulsad Tšiatura mangaanimaagid muudetakse nüüd pärast revolutsiooni ehitatud hüdroelektrijaamade elektrienergia abil koha peal väärtuslikuks sulamiks ferromangaaniks, mis on kvaliteeteteraste metallurgia põhialuseks.

Samade teraste jaoks toodetakse siinsamas Kaukaasias selliseid haruldasi metalle nagu volfram ja molübdeen. Neid ei tundnud ei iidset kaevurid ega tsaari-Venemaa

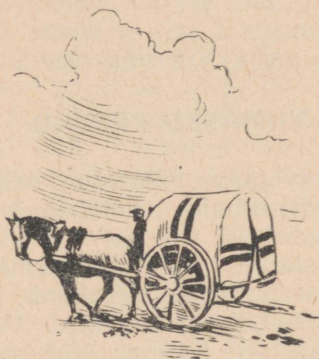
---

<sup>1</sup> А. П. Герасимов. Главные успехи геологических исследований на Кавказе за XX лет советской власти. Мат. Всес. Науч.-иссл.-геолог. ин-та. Сборн. 5. Серия общая. Ленинград, 1940, стр. 36—45.

töösturid. Nende metallide maagid avastati võrdlemisi hiljuti.

Nüüd toodetakse Kaukaasias ka rauamaaki, elavhõbedat, antimoni ja arseeni. Sageli asetsevad kolme viimase metalli maagid looduses üksteise lähedal, olles tekkinud sügavustest välja voolavatest kuumadest vetest. Sõja ajal avastati nende metallide uusi maardlaid, mis moodustavad terve maagivööndi.

Kaukaasia kaevandused ja tehased annavad meie tööstusele vaske, tsinki ja seatina, mis juba ammu on tuntud selle laialdase mägismaa territooriumil.





## KAHEKSAS PEATÜKK

### VIIMASED PÄEVAD

A. J. Fersmani pingutav töö Suure Isamaasõja aastail Ressursside Mobiliseerimise Komisjonis laostas tema tervise.

Alates 1944. aastast põdes Aleksandr Jevgenjevitš üha sagedamini. Tema tervislik seisukord halvenes veelgi pärast tema armastatud õpetaja V. I. Vernadski surma (jaanuaris 1945. aastal). Nägime Aleksandr Jevgenjevitši ainult harva Geoloogiliste Teaduste Instituudis, mille direktoriks ta oli. Hoolimata halvast tervisest, jätkas ta siiski töötamist oma tulevaste raamatute kallal. Kes teda kodus külastasid, leidsid ta tavaliselt istumas raamatute alla mattunud kirjutuslaua juures; tema kõrval oli alati tema abikaasa Jekaterina Matvejevna, kes masinal kirjutas. Kui Aleksandr Jevgenjevitši tervis halvenes, paigutati ta haiglasse või saadeti Moskva lähedale „Uzkoje” sanatooriumi. Lõunakuurordid olid talle keelatud. Sellest hoolimata levis aprillis instituudis kuuldus, et Aleksandr Jevgenjevitš kavatses sõita Sotši. See üllatas mind äärmiselt ning külastasin teda viivitamatult. Minu ilmumisel lükkas töö juures istuv Aleksandr Jevgenjevitš tugitooli eemale ning pöördus minu poole.

„Aleksandr Jevgenjevitš, kas on tõsi, et te kavatsete sõita lõunasse ja veel Sotši? Teile on ju kuumus võrdne surmaga.”

„Ma ei või enam nii elada. Ma lämbun selles tüütavas kolmnurgas: korter — Uzkoje — haigla ja jälle Uzkoje — korter. Sellesse on mind sundinud haigus. Ma tahaksin nii väga lõunasse, mere äärde, mida ma juba lapsepõlvest saadik armastan, tahaksin päikese, lõuna ereda päikese alla.”

Aleksandr Jevgenjevitši nägu elavnes ja tema pilk libises unistavalt üle raamatute kuhugi kaugusse.

„Aleksandr Jevgenjevitš, see on siiski väga riskantne.”

„Parem surra looduses kui viibida alalises vangistuses.”

„Millal te siis kavatsete sõita?”

„Homme. Võib-olla viimast korda tahan veel viibida mere ääres.”

„Kuidas, juba homme! Ei või olla! Ma ei näe mingeid ettevalmistusi. Te istute ja aina kirjutate.”

„Ma pean lõpetama töö V. I. Vernadski kohta. Praegu töötan läbi tema arvukaid kirju ja kirjutan raamatut „Akadeemik V. I. Vernadski elutee.”

Ja pöördudes V. I. Vernadski suure, seinal rippuva portree poole, ütles Aleksandr Jevgenjevitš:

„Alles üsna hiljuti veetsin ma temaga nii palju tunde, arutades meie teaduse tuleviku küsimust. Veel seisab mu ees tema kaunihingeline kuju: lihtne rahulik teadlanemõtteleja, tema imekaunid selged, kord rõõmsad, kord mõtisklevad, ent alati sädelevad silmad, mõnevõrra kiire ja närviline kõnnak, ilus hall õpetaja-pea, inimese kuju selles haruldases ilus ja puhtuses, mis hoovas igast tema sõnast, igast liigutusest ja toimingust.”

Pärast lühikest pausi Aleksandr Jevgenjevitš jätkas:

„Visa töö ja ereda loomingulise mõtte tee, mis avas teaduses terved uued alad ja püstitas loodusteadusele Vene maal uued tähised — selline on möödunud sajandi suurima loodusuurija V. I. Vernadski elu. Kui õigus tal oli, kui ta paljude aastate eest tõstatas erakordse ettenägelikkusega küsimuse radioaktiivsusest kui mateeria tähelepanuväärsest omadusest. Kui tähtsaid järeldusi peame meie, eriteadlased mineraalsete toorainete alal, tegema tuumafüüsika kaasaegsetest saavutustest.”

Lükates tugitooli veel kaugemale, pöördus Aleksandr Jevgenjevitš minu poole.

„Ja kui inimene õpib kergesti purustama ahelaid, millesse on vangistatud aatomienergia, kui mateeria jõud

kujunevad uuteks, meile praegu tundmatuteks hiiglasliku energia allikateks, siis muutub suureks tehnika võitlus oskuse eest ära kasutada neid jõude ja leida niisugused vormid, mis suudavad neid jõude üle kanda, ilma et ise puruneksid ja hävineksid.

Tehnika allutab endale järk-järgult ühe loodusliku aine teise järel. Tulevik kuulub looduse kõige täiuslikumatele vormidele, kõige püsivamatele keemilistele ühenditele, metallidele ja sulamitele, kõige kõvematele, purunematu-tele ühenditele, kõige vastupidavamatele ja kompaksematele materiavormidele. Loodusrikkuste järk-järgulisel lõppemisel peab tehnika rajanema mitte minevikus röövmajapidamisega hävitatud elementidele, vaid nendele elementidele, milledest koosneb peamine osa maakera koorest ja mida nii palju on mitmesugusel kujul inimese käsutuses."

„Kuid, Aleksandr Jevgenjevitš, selleks on vaja, et sügavale meie geoloogide teadvusse tungiks kaasaegse füüsika ja keemia saavutuste tohtu suur tähtsus: on vaja, et õpitaks neid saavutusi geoloogilise teaduse ja praktika alal ka rakendada."

„Jaa, jaa, teil on täiesti õigus," jätkas Aleksandr Jevgenjevitš, sattudes üha enam vaimustusse, „nõukogude geoloogia on juba välja jõudnud vanade, puhtkirjeldava iseloomuga skolastiliste kujutluste raamidest ja on esile nihutanud rea uusi julgeid voolusid, liites geoloogia dialektiliselt keemiaga ja füüsikaga, bioloogiaga ja ökonoomikaga. Geoloogia ja füüsika piiril tekkis geofüüsika ning geofüüsikalised meetodid osutasid olulist abi maakoore ehituse ja maakoore leiduvate kasulike ainete leviku mõistmisele. Geoloogia ja keemia piiril tekkis geokeemia, mille arenemine võlgneb tänu peamiselt nõukogude uurijatele, kes suutsid asetada julge geokeemilise mõtte mitte üksnes sügavalt teoreetiliste kujutluste, vaid ka maakoore leiduvate ainete leviku, kombineerumise ja kuhjumise seaduste puhtpraktiliste probleemide aluseks."

Edasi hakkas ta kõnelema sellest, et teaduse liigne killustumine üksikuteks harudeks viib geolooge sellise kitsa spetsialiseerumiseni, mis neid sageli takistab nende ees seisvaid ülesandeid tervikuna haaramast:

„Avar geoloogiline mõte ei või sulguda üksnes ühe teatava loodusloolise distsipliini kitsaisse raamesse, kui ta tahab oma saavutusi ellu rakendada. Õppigu geoloogid

vaatama igale loodusnähtusele nagu osale terviklikust loodusest, osale, mis on temaga seotud ühtseks kindlaks kompleksiks; nähku nad ainult lõpmatuid ridu liikuvaid tasakaale, kus aine on lahutamatu energiast ja kus alatised muundumised, muutumised, migratsioonid, ühinemised ja jaotumised ei ole mitte juhuslikeks reaktsioonideks kaose-maailmas, vaid aja ja ruumi konkreetsetes raamidest tegutsevate energeetikaseaduste reeglipärasteks avaldusteks.

Neid uurimisi ei hakka juhtima mitte teoreetiku abstraktne mõte, vaid inimese kindel tahe, kes püüab endale allutada looduse ja tema jõud selleks, et ümber kujundada maa, läbi töötada kogu Mendelejevi keemiliste elementide süsteem, allutades selle tööle ja sotsialistlikule ülesehitusele. Me peame leidma ja tööstusse juurutama uusi mineraalsete toorainete liike. Teaduse kutsumuseks on sammuda elu ees ja ennustada — selles on tema missioon ja tema sisemine mõte.”

Sellega lõppes minu viimane vestlus Aleksandr Jevgenjevitšiga. Need olid viimased sõnad, mis ta mulle ütles. Järgmisel päeval, 13. aprillil, sõitis ta koos Jekaterina Matvejevnaga Sotši.

Sotšis asusid nad elama Fabritsiuse-nimelisse sanatooriumi, mere lähedusse.

Lõunas Aleksandr Jevgenjevitš elustus. Ta istus tundide viisi mere ääres pingil. Meri oli sel aastaajal eriti muutlik ja ilus. Kord üsna vaikne, sile, mitmesuguste vooluste vaevumärgatavate ribadega, kord kaetud lainete virvega või isegi tormiliselt kaldale veerevate kõrglainetega; meri muutis oma värvust, alates kahvatu-akvamariinist kuni tumesinise ja pruun-roheliseni tugevate murdlainete ajal. Isegi vaikse mere puhul oli rannas märgata vee liikumist, kuuldus kergelt loksumist ja liikuvate kivide krigisemist.

Eriti aga armastas Aleksandr Jevgenjevitš kevadisi päikeseloojanguid veepinna rikkaliku silledusega, mitmekesise värvidemänguga pilvede kuhjumeis ja loojuva päikeseketta purpurpunaga.

„Kogu, kogu endasse looduse ilu,” ütles ta vaimustatult Jekaterina Matvejevnale, „kui rõõmus ma olen, et me viimaks ometi siia sõitsime, seda oleks pidanud juba ammu tegema.”

Teda huvitasid mitte üksnes suurepäraseid merevaated. Ta oli huvitatud ka veeriste liikumise seadustest plaazidel.

Uhes kohas uuristus rand ja veerised kandusid ära, teisel aga kogunesid need jälle ning aeglaselt tekkisid uued plaažid. Sotši sadam ummistus ja oli vajalik laevatee alatine puhastamine. Aleksandr Jevgenjevitš käis sageli vaatamas neid kohti, kus lainemurd purustas tugiseinu, mis kaitsesid randa ärauhumise eest, ja jälgis kaua, kuidas kaldale veerevad lained liigutasid kohast kohta ning paigutasid ümber veeriseid. Just sel ajal hakati tema initsiatiivil süstemaatiliselt uurima uhete liikumise nähtusi rannaribas, mis nõudis põhja tundmaõppimist. Selle küsimusega tegelevad teaduslikud töötajad riietusid kergetesse tuukriülikondadesse ja matkasid tundide viisi mööda merepõhja. Nende uurimised, mis hõlmasid nii maismaal asetsevaid juurdevoolupiirkondi kui ka veealust uhtevoolu ennast, viisid lõppkokkuvõttes uhete liikumiseaduste kindlaksmääramisele ja selle liikumise kunstliku reguleerimise võimalusele. Teiste sõnadega — nende tööde tulemusena muutus võrdlemisi lihtsate vahendite abil võimalikuks soovi järgi plaaži moodustada või seda hävitada. Nii tekkis mere rannaäärse riba geograafia, millel on suur praktiline tähtsus.

Väga armastas Aleksandr Jevgenjevitš ka jalutada mööda Sotšit ja selle ümbruskonda. Suurepärane Stalininimeline prospekt oma eukalüptide, oleandrite, agaavide ja palmide alleedega, kaunid sillad üle jõekeste, ilusad ehitused mõlemal pool — kõik see valmistas talle igal läbisõidul naudingut.

Eriti armastas ta jalutuskäike sanatooriumi juurest kuni Matsestani mööda oma ilu poolest kuulsat „jalgrada”. Sinna läks ta jalgsi koos Jekaterina Matvejevnaga, tagasi aga sõitis omnibussil. Sedamööda, kuidas paranes tema tervis ja kasvas jõud, tegi Aleksandr Jevgenjevitš üha kaugemaid jalutuskäike, püüdes tungida võimalikult sügavale puutumatusesse rannaäärsetesse ürgmetsadesse, mis olid kuulsad oma metsiku ilu poolest.

Nende paikade niiske subtroopiline kliima kahe kuni kolme tuhande millimeetrise aastasademetega ja kõrge aasta keskmise temperatuuriga loob võimsa ja toreda taimestiku. Aleksandr Jevgenjevitš tutvus nende metsadega juba eelmisel Sotši külastamisel, kui ta tõusis linna amfi-teatrina ümbritsevasse mägedesse. Metsas üllatas vään-taimede hulk: metsaserval humal, elulõng ja metsviinapu, päikesest valgustatud väikestel lagendikel kitsemura-



*Vaade Mzõmta jõe orule Adleri lähedal.*



*Ritsa järv.*

kas, tumeda metsa sügavuses liaanid ja luuderohi. Alatine kontrastide vaheldumine — kord põletavalt ere päike ja sinine taevask, kord hämarad metsatihnikud, mäejärsakule tõusva või kristallpuhta veega jõekesele laskuva tee siksakid — kõik see moodustab metsaradade kirjeldamatu võlu.

Eriti ilus oli tee Hosta jõekese kuristiku sügavuses, mis läbib võimsat lubjakivist mäestikuharu. Siin hämmastab meid taimestikuvormide rikkus ja mitmekesisus. Pöökpuu, kastan ja tamm loovutasid aeg-ajalt koha vahtrale, valgepöögile ja pärnale. Alamets koosnes igihaljaist põõsaist, puukujulistest kaukaasia palmidest (pukspuudest), loorberkirsipuudest ja pontia rododendronitest. Kuristiku sügavuses, kuhu vaevast sattus päikesekiir, sulisesid jõekese selged veed kord vaikselt kivide vahel, kord langesid mürinal terrassidelt alla. Seal, kus mäekuru muutus veidi laiemaks, kasvasid üksikult seisvate valgepöökide võimsate tüvede vahel igihaljas kaukaasia palm ja astelpöõsas. Üllatas sambla rohkus, mis kohati täiesti kattis kaukaasia palmide tüvesid, jättes neid ilma elumahladeta. Sammal rippus okstelt alla, muutes väikesed puud fantastiliselt hatusteks, just nagu kangestunud imeelukateks. Liaanid viskusid siin ühelt puult teisele, muutes metsa täiesti läbi-pääsmatuks.

Aleksandr Jevgenjevitš unistas Ritsa järvest, mida ta eelmistel aastatel oli külastanud. Kõrgele mägedesse eksinud järv asetses keset tihedat segametsa. Tema kallastel kasvasid võimsad nulud. Tema rohekas-sinistes vetes peegeldusid puutüved ja mäed. Siin sadas sageli; pärast vihma keerles veepeegli kohal pilvena udu, tõustes üksikute tompudena kiiresti üles. Nii pikk teekond oli Aleksandr Jevgenjevitši tervisele siiski ohtlik ja sellest tuli loobuda.

Aleksandr Jevgenjevitš tundis huvi eranditult kõige vastu. Ta oli haaratud Matsesta vete tekkeloost. Vana-Matsestat külastas ta, minnes akadeemik Zelinski suvilasse, mis asetses mägedes allikate kohal. Tagasiteel istus ta kaua allikate grüpsitaoliste arhitektuursete ilustuste juures, tähelepanelikult vaadeldes eraldunud setteid. Ta teadis, et geoloogiliselt kuulub Matsesta vete levimispiirkond nõndanimetatud Abhaasia flüšjate savifaatsieste leviku vööndisse; need faatsiesed moodustavad siin — Dagomõsi ja Gagrõ vahel — suure, oma edelaosas Musta mere alla

vajunud tektoonilise depressiooniala. Depressiooni lõplik kujunemine ja mere alla vajumine kuulub tertsiaarse ajastu lõppu ja kvaternaarse ajastu algusse.

Selle piirkonna moodustavad alt alam- ja kesk-juura kivimid, mis on esindatud tugevasti püriidistunud ja sütt sisaldavate tuff-porfüriitidega ja liivakate kiltadega. Nende peal asuvad ülem-juura, alam- ja ülem-kriidi dolomiitide, lubjakivide ja dolomitiseerunud lubjakivide kihid. Veel kõrgemal aga on tüse tertsiaarsete merglite, savide ja liivakate savide kompleks.

Lubjakividel ja dolomiitidel on kõrge bituumenisisaldus. Juuraajastu lubjakivides, mis ülemistes horisontides on esindatud tumehallide ja kirjute, asfalti sisaldavate erimitega, tõuseb bituumenisisaldus 0,8 kuni 1,2% ja esineb raske nafta laikusid. Bituumenis on avastatud suurtes kogustes väävlit, mis moodustab temast kohati 50% ja mille tõttu lubjakivid löögi tagajärjel eritavad tugevat väävelvesiniku lõhna.

Juura ja kriidi lubjakivid moodustavad depressiooniala peamise vett sisaldava horisondi, kus esinevad väävelvesinikku sisaldavad veed.

Depressioon ulatub pikuti kuuekümmne kuni kuuekümmne viie kilomeetrini ja saavutab kahekümne kuni kahekümne viie kilomeetrise maksimaalse laiuse. Pinnalt kujutab ta endast künklikku maad, mis on sügavasti erodeeritud mere suunas voolavatest jõgedest ja kaetud tihedate metsadega. Piirkonda lõhestavate suurte jõgede (Sotši, Psou, Mzõmta), mis algavad juba väljaspool tema piire, ja samuti ka siseviste jõgede (Matsesta, Hosta, Agura, Kudepsta ja teiste) suudmeis on arenenud alluviaalsed tasandikud heade mereplaažidega.

Hüdroloogilises suhtes kujutab Sotši-Matsesta depressioon endast hiiglasuurt arteesiabasseini, kus peamiseks vett sisaldavaks horisondiks on kriidi ja ülem-juura lubjakivide kompleks kogupaksusega tuhande viiesajast kuni kahe tuhande meetrini. Depressiooni kesk-juura kihikompleksi ja paleogeenseid setteid tuleb vaadelda selle basseini lubjakivide suhtes veekindla lamami ja lasumina. Basseini pindala lubjakivide servmiste avamuste piirides võrdub umbes kaheksasaja ruutkilomeetriga.

Selles piirkonnas levinenud ja erosiooni tõttu avanenud lubjakivide kuplitaolised kurrud on basseini maa-aluste vete atmosfäärilisteks toitealadeks. Sisemisi piirkondi tuleb

vaadelda basseini sügavate arteesiavete dreneerumise „akendena”, sest siin avastatud lubjakivid on märksa madalamal kui depressiooni külgmistes osades. Selliseks süvavete drenaazi-„aknaks” on Matsesta lähedal asuv Ahhuni lubjakivimassiiv oma tõusvate termaalsete, väävelvesinikku sisaldavate vetega.

Lubjakivides ning nende lamami ja lasumi kiltjates savi-kivimites on tähele pandud kõrget orgaanilise aine ja väävli sisaldust. Koos nendega esinevad orgaanilistes ühendites lämmastik ja fosfor. Siin kulgevad vältimatult biokeemilised protsessid, mis viivad Matsesta allikate vetes sisalduva väävelvesiniku, süsihappegaasi ja metaani eritumisele.

Sulfaate redutseerivate, denitrifitseerivate ja rakulist kudet lagundavate mikroorganismide avastamine Matsesta vetes näitab, et need protsessid on anaeroobseis tingimuses kui mitte ainsaks, siis peamiseks soolaste vete rikastajaiks väävelvesiniku, lämmastiku, metaani, süsihappegaasi ja teiste gaasiliste süsivesinikega.

Nii kindlustavad basseini geoloogiline olukord ja lubjakivide keemiline koostis ning veekindla lamami ja lasumi olemasolu siin Matsesta tüüpi vete tekkimise. Vete gaasiline koostis kujuneb peamiselt biokeemiliste protsesside abil. Vete kõrgendatud temperatuuri määrab sügavale mattunud lubjakivide kompleksi alumise vööndi normaalne termiline režiim.

Aleksandr Jevgenjevitš ennustas Matsesta tüüpi allikate avastamise võimalust kõigis orgudes, mis asetsevad ida pool kuni Adleri linnani.

Aleksandr Jevgenjevitš mitte üksnes ei jalutanud palju, vaid ka töötas palju. Puhketundidel kirjutas ta seeria esseesid pealkirja all „Minu matkad”. Nende jaoks koostas ta sissejuhatava peatüki NSV Liidu uuest geograafiast, milles kirjutas: „Nõukogude ajal sündis meie kodumaa uus geograafia. Neile, kes ei ole varem viibinud Venemaal, kes ei tundnud tema piirituid metsi, steppe ja põldude endist ribasüsteemi, võib-olla ei paista korruga silma meie uus geograafia. See sündis viimaseil aastail. Selleks on eelkõige uued tööstuskeskused, mis tekkisid seal, kus olid põlislained. Uus geograafia tekkis visa võitluse ja nõukogude teaduse saavutuste tagajärjel, looduse ümberkujundamise tulemusena.

Mitte üksnes kivisüsi, vaid ka rauamaagid, nafta ja



*Ritsa järve kaldal.*

põlevkivi määravad meie maa rikkuse ja tema industrialiseerimise põhialuse. Rikkused moodustuvad paljudest looduse enese keerukaist tegureist, maavaradest ja nende geograafilisest levikust, energia allikaist ja tema iseloomust, maapinna viljakusest ja tema üksikute osade geograafilisest ilmest. Vastavalt maastiku mitmekesisusele ja looduse keerukusele on mitmekesised ka meie Nõukogudemaa rikkused.

Me õppisime mõistma maa tootlike jõudude kompleksse analüüsi tähtsust. Me õppisime käsitama seda uut geograafiat, mis nõuab oskust kooskõlastada mitmesuguseid looduse ressursse, ja õppisime ehitama selle analüüsi alusel uusi ettevõtteid.

Kuid maa rikkus ei seisa üksnes tema looduse andides, vaid suurel määral peitub ta inimeses eneses, sest üksnes tema tahte ja tarkuse läbi muutub looduse ülevus suurteks kultuurisaavutusteks. Ja kui me oleme kutsutud, eriti nüüd, hindama ja säästlikult hoidma neid rikkusi, mis peituvad looduse rüpes, siis seda enam peame hindama ja säästma inimesi — energia, tahte ja uurimis-loomingulise mõtte kandjaid.”

Oma esseedele lisas ta sissejuhatuseks tähelepanuvääri- vaid ridu, mis kutsusid geograafe üles aktiivsele ülesehitustööle meie maal. Ta kirjutas neis: „Meie ei taha olla looduse, maa ja selle rikkuste pildistajaiks. Me peame olema uurijad, uute ideede loojad, looduse vallutajad, võitlejad tema alistamise eest inimesele.

Me ei taha olla lihtsad ja täpsed vaatlejad, ükskõiksed turistid, kes kirjutavad oma muljeid märkmikku. Me tahame, et looduse sügavast, tõsisest uurimisest sünniks mitte üksnes idee, vaid ka tegu.

Me ei või lihtsalt jalutada mööda meie kodumaa avarusi. Me peame osa võtma tema ümberkorraldamisest ja olema uue elu loojaiks.

Sellised on meie ideed, ükskõik, kus me ka viibiksime: olgu see Kara-Kumi liivakõrbeis, olgu see keset kustunud vulkaane, olgu see Lõuna-Uraali kaevandustes...

Ja need ideed, oma elamused, kiindumuse loodusse ja uue suhtumise temasse tahangi selle raamatu lehekülgedel edasi anda neile, kes armastavad oma maad, kes põlevad soovist võtta osa tema üliilusa tuleviku loomisest.”<sup>1</sup>

Eriti palju töötas Aleksandr Jevgenjevitsš oma raamatu „V. I. Vernadski elutee” kallal.

Samaaegselt viis A. J. Fersman lõpule oma suure töö „Kivi ajalugu inimese kultuuri ajaloos”. Vähe aega enne kavatsetavat ärasõitu Sotšist ta lõpetas selle.

Sotšis viibimine jõudis lõpule. Ilm muutus juba kuumaks, tuli tagasi pöörduda põhja. Äralend Moskvasse oli

---

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. Мои путешествия. Изд-во «Молодая гвардия», Москва, 1949, стр. 6.

määratud kahekümne esimeseks maiks. Eelmisel päeval, kahekümnendal mail, oli helge, päikeseküllane ilm. Merel valitses täielik tuulevaikus. Lõbusana ja rahulolevana jalutas Aleksandr Jevgenjevitš kogu päeva. Ta mõtles juba eelseisvast sõidust põhja — Koola poolsaarele. Ta lootis, et ta saab tagasi endise tervise ja töövõime ning unistused kandsid teda veelgi kaugemasse tulevikku. Isamaasõda oli lõppenud täieliku võiduga. Ees seisis rahulik töö. Selles kuulub nõukogude teadusele aukoht. Kuid see teadus ei pea üksnes abistama sotsialismi ülesehitamist omal maal, vaid ta peab välja jõudma avarale rahvusvahelisele areenile ja kujunema maailma rahvastele juhtivaks. Kui palju on veel vaja korda saata! Milliseid huvitavaid ekspeditsioone tuleb veel korraldada! Sügisel tuleb tingimata sõita Kesk-Aasiasse. Sõja ajal arenes seal välja võimas tööstus ja kindlasti kerkib nüüd üles küsimusi selle tööstuse mineraalse tooraine baasi alal. Peale selle on vaja läbi mõelda ekspeditsioon Kirde-Aasiasse, jälle Mongoolia-Ohhoota vööndi piirkonda...

Vaikse mere peegelsile pind jätkas mänglemist sinistes toonides. Aleksandr Jevgenjevitš oli ülevas meeleolus ja istus kuni pimedani rannas. Kella üheksa paiku ta tundis end halvasti ja läks koju.

„Ma ei söö õhtust,“ ütles ta Jekaterina Matvejevnaele, „heidan veidi pikali. Ava kirjutusmasin, hakkame tööle.“

Kui ta oli pikali heitnud, hakkas tal veelgi halvem. Jekaterina Matvejevna kutsus arsti. Aleksandr Jevgenjevitši jalgade juurde asetati soojendajad. Ta tundis end jälle paremini ja hakkas naljatama arstiga, kõneldes närvikava keerukast ehitusest. Siis äkki ilmnesid Aleksandr Jevgenjevitšil krambi tunnused, täpselt samasuguse, mis tabas teda esmakordselt mõni kuu tagasi ja oli väga ebameeldiva iseloomuga; see oli seotud vere-soonte süsteemi spasmidega.

„Katja, jutusta arstile, kuidas mul eelmisel korral kramp kulges. Mul endal on raske rääkida.“ Pärast neid sõnu kaotas ta teadvuse, kell kakskümmend kaks nelikümmend viis minutit aga polnud Aleksandr Jevgenjevitši enam.

Ta elas suurt, ilusat, tööpaatosest küllastatud huvirohket elu. Ta kirjutuslauale jäi eessõna suurele tööle, mis tegi lõppkokkuvõtte tema palavast armastusest kivi vastu. Selles eessõnas ta kirjutas:

„Ma tahan ahvatella lugejat uude maailma — kivi

maailma, ja avada reas lihtsais esseedes meie suure maa rikkused dekoratiiv- ja värviliste kivide alal.

Nagu hurmavalt lõhnavate lillede ilu, joonte, toonide ja vormide ilu, mida loob inimese loominguiline geenius, näen ma ka kivis temas peidetud ilu elemente. Ma tahaksin maapõuest välja tuua toore, näiliselt inetu materjali ja teha selle päikese valgusel kättesaadavaks inimlikule vaatlusele ja käsitusele. Ma tahtsin oma esseedes jutustada mitte ainult sellest, mida ma teada sain, lugesin ja välja selgitasin, vaid ka sellest, mida ma ise läbi elasin, mida nägin oma silmaga ja mis sai mulle lähedaseks minu arvukatel sõitudel mööda Uraali, Altaid, Taga-Baikalit, Krimmi ja Vahemere saari. Jah, esmakordselt ahvatlesid mind dekoratiivkivid rohkem kui kolmkümmend aastat tagasi, kui saatus viis mind Elba saarele. Siin, keset Vahemere hellitavat lõunamaist loodust, harmoneeris imeilus roosa turmaliin suurepäraselt halli graniitse kivimiga, kuna punase terasena sädelev hematit helkis eredalt ja pimestas silmi. Siis olid paljude aastate jooksul kõik mu tunnid ja mõtted pühendatud teemandile. Tuhanded, kümned tuhanded looduslikud kristallid on läbi käinud minu kätest. Suurimad kristallograafia seadused tulenesid teemantide struktuuri väikseimatest üksikasjadest ja kivi tekkimise ulatuslikud probleemid maasügavuste sulamites ahvatlesid mind teiste vääriskivide juurde. Ja samad huvid, täis armastust kivide ja vääriskivide vastu, viisid mind juba 1912. aastal Uraali ürgmetsadesse ning peaaegu kakskümmend aastat kütkestasid Altai, Taga-Baikali ja Uraali mäeahelike maapõuerikkused mu tähelepanu, andes materjali uurimisteks.

NSV Liidu „teemantide fond”, mille uurimine oli mulle ülesandeks tehtud, õpetas mulle veel kord, kui sügavad on seadused, mis juhivad tema tekkimist maapõues, tema saatust inimkonna ajaloos.

Ja need eredalt helkivas loomuliku värvusega vääriskivis ilmnevad igivanad teaduse seadused viisid mind nende graniidisoonte tundmaõppimisele, millede keskel tekivad ja sädelevad berüllide ja topaaside kristallid, viisid nende seaduste selgitamisele, mis juhivad kivi kogu keerukat elu maapõue sügavusis. Revolutsiooni esimestel aastatel püüdsin ma üksikuis loenguis ja raamatus „Vene-maa dekoratiivkivid” jäädvustada nende üksikuid eredaimaid jooni.

Meie majanduse toorainelise võimsuse tugevdamise suured probleemid viisid mind dekoratiivkividest paljudeks aastateks eemale. Nende jaoks polnud mul aega ülesehituse, uute tootmisalade loomise, tööstusse uute tooraineliikide ja uute NSV Liidu piirkondade sisselülitamise tööst kihavail aastail.

Nüüd, kus sellest on möödunud palju aastaid, kus kivi oma parimates avaldustes hakkab uuesti ellu tungima kui vajalik elulise ilu element, pean uuesti tagasi pöörduma selle ülesande juurde, mis valdas mu mõtteid rohkem kui kolmkümmend aastat. Ma pean kokku võtma oma mälestused, koguma hajutatud eredaid lauseid, mis on laiali pillatud kord meie vene muistseis kroonikais, kord hiina, india või araabia raidkirjades. Kõigest sellest kujuneb raamat kivi kohta minevikus, olevikus ja tulevikus, raamat sellest, mis on dekoratiivkivi, missugust osa on ta etendanud inimkonna ajaloos ja mis kuulub talle meie tulevikus.

Ma tahan, et neist lehekülgedest täis ajaloolisi tsitaate, täis kõigi ajastute ja rahvaste jutustusi, noored mineraloogid loeksid välja kivi kogu ilu ja tähtsuse, kogu selle kasu, mida toovad nende uurimised uue ilusa elu loomisele, ja et nad mõistaksid, et neist oleneb vajalikkude materjalide muretsemine ja kättenäitamine meie maa suureks rõõmsaks värviküllaseks sotsialistlikuks ülesehitamiseks. Ma tahan lõpuks, et seda raamatut loeks see, kes sügavasti armastab loodust, kes mõistab ja hindab neid tihedaid sidemeid, mis köidavad inimest looduse enda ja tema rikkustega, kes õpib looduselt tema lihtsuse suuri seadusi, kes karastab temas oma tahtet ja oma usku tulevikku, võitlusse selle tuleviku eest.

Ma usun kindlasti, et just praegu on meil vaja minna neid kunsti ja teadust ühendavaid teid mööda. Nüüdisajal ei ole enam niisugust teadust, mis töötaks kabinetide üksilduses, eemal tormilisest rahvahulgast, ja trükiks oma avastused ning saavutused ainult üksikuile kättesaadavas ladina keeles. Ei, nüüd peab meil olema teistsugune teadus — masside teadus, mida mõistavad, toetavad ja tunnevad massid, see teadus ei vaja ladina keelt, vaid elu enda kõlavat keelt, kujundite ja reaalsete piltide keelt.

Ma lõpetan selle raamatu keset imeilusat kevadist loodust Musta mere rannal, tundidel ja päevadel, mil tormiliselt vahelduvad kevadise roheluse värvused, segunedes

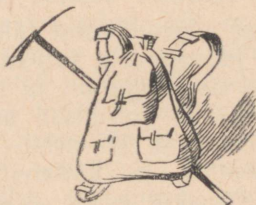
õitsele puhkenud eredate lõunamaiste lillede kirevate toonidega, mil iga tund muutuvad niihästi jalge ees lebava laisa mere ääretu sile pind kui ka tormised ja metsikud, kirendades randa paiskuvad murdlained.

Ma mõistsin neil päevil, et ei ole piire tõelise teaduse ja kunstniku loominguliste otsingute vahel, et on vaja püüda ühtedes ja samades sõnades ning samades kujundites ühendada teadlase elamusi ja kirjaniku loomingulisi puhanguid, et võib ja peab väljaspool kuivade teaduslike traktaatide kitsaid raame avama inimestele kivi üliilusa maailma ja liitma selle eluga.”<sup>1</sup>

Need olid viimased read, mis A. J. Fersman kirjutas.

---

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман, Очерки по истории камня. Изд-во АН СССР, 1950.



## TEKSTIS ESINEVATE OSKUSSONADE JA ERIVÄLJENDITE SELETUSI

- Aatom** — keemilise elemendi väikseim osa; üliväikeste materiaosakeste keerukas süsteem. A. jaguneb: 1) elektriliselt positiivselt laetud tuumaks, millest peamiselt olenevad elemendi füüsikalised omadused, ja 2) tuuma ümber tiirlevate negatiivselt laetud elektronide kestaks, millest olenevad elemendi keemilised omadused. A. tuuma on võimalik lõhkuda, mille puhul vabaneb energia ja antud elemendi aatom muutub teise elemendi aatomiks. Elementide aatomite ehitusest ja mõõdetest oleneb elementide migratsioon, kontsentreerumine ja hajumine.
- Aatomraadius** — aatomi mõjusfääri raadius, mis näitab, kui palju ruumi vajab iga aatom kristallvõresse paigutumisel. A-d erinevad ioonraadiustest. A-d määravad, missugust tüüpi ruumvõresse üks või teine aatom võib paigutada.
- Adõõrid** — lamedad eelmäed Fergana oru ja mõnede Kesk-Aasia poolkõrbeliste alade ääremail, kuhu setib rohkesti lössi. Turmeenii keeles tähendab a. kerget urbset lössipinnast.
- Aerofotomöödistamise Instituut** (Институт аэрофотосъёмки) — teostab kaardistamisi lennukilt võetud fotode abil.
- Aeroobsed mikroorganismid** — mikrokoopilised organismid, kes vajavad oma elutegevuseks vaba hapnikku.
- Agalmatoliit** — tihe, väga peenkrystalne, valge, kollakas või õunroheline mineraal — vett sisaldav ränihapu alumiinium. Praktikas ka tihe talk. Väikese kõvaduse tõttu kergesti töödeldav; kasutati juba vanal ajal Hiinas väikeste ehtesjade, kujude, vaaside jne. valmistamiseks.
- Agregaat** — (mineraloogias) kokkukasvanud mineraalide kogumik.
- Aheraine, aherkivim** (отвал) — väärtusetud vahekihid ja kivimiosad, mis maavaraga koos lahti murtakse, kuid ei kasutata.
- Ahhaat** — värviliste triipudega mineraal, kaltsedoni teisend. Keemiliselt ränihapend.
- Akantaariad** (*Acantharia*) — radiolaaride seltsi kuuluvad planktonorganismid, kes moodustavad oma välisskeleti väävelhapust strontsiumist.
- Akvamariin** — läbipaistev taevassinine mineraal, berüllii teisend, vääriskivi.
- Alam-kriit** (нижний мел) — kriidiajastu esimene ajastik või selleaegsed sätted (geoloogilise ajaarvamise järgi).
- Alang** (грабень) — tektooniliste liikumiste tõttu murrangpindu mööda alla vajunud maakooreosa. A-d esinevad sageli pik-kade ribadena — alangutsoonidena.

- Alluuvium** — voolava vee (peamiselt jõgede) poolt kokku kantud igasuguse terajämdeusega uhtsetted, näit. jõeliiv, -kruus jne.
- Alpinist** — kõrgmäestiku sportlane, kes harrastab ronimist raskesti ligipääsetavatele mäetippudele.
- Alumosilikaadid** — looduses mineraalidena esinevate ränihappesoolade rühm, kuhu kuuluvad kõige sagedamini esinevad mineraalid — päevakivid.
- Aluseline magma** (основная магма) — ränihappega küllastumata magma, sisaldab suhteliselt palju raua- ja magneesiumiühendeid. Kasutatakse sageli ka aluseliste tardkivimite (gabro, basaltide jne.) tähistamiseks.
- Aluspõhi, aluskivim, aluspõhjakevime** (коренная порода) — tihenunud või kõvastunud kivim, mis asetseb noore, veel mitte kõvastunud, pudedana pinnakatte all.
- Amatsoonkivi** — sinakasroheline mineraal, kaaliumi ja naatriumi päevakivi (mikrokliin). Kasutatakse dekoratiivkivina.
- Anaeroobsed mikroorganismid** — mikrokoopilised organismid, kes oma elutegevuseks ei vaja vaba hapnikku.
- Antimoniit** (антимонит, сурьмяный блеск) — tähtis antimoni maakmineraal, esineb tinahallide prisma- või nõelakujuliste kristallidena. Keemiliselt antimonisulfiid.
- Antimonimaak** (сурьмяная руда) — sisaldab antimonirikkaid mineraale — peamiselt antimoniiti — tööstuslikult tasuvas kontsentratsioonis.
- Apatiit** — mineraal, peamine tooraine fosfori tootmisel. Keemiliselt koosneb peamiselt fosforhapust kaltsiumist. Moodustab ka fosforiidi tähtsaima osa.
- Arbaa** (арба) — kahe rattaga ühehobuseveok Kesk-Aasias.
- Arbakeš** — arbaa juht.
- Arsenopüriit** — tinavalge värvusega mineraal. Keemiliselt raua-arseeni sulfiid; tähtis arseeni maakmineraal. Tekib kuumadest looduslikest vesilahustest (hüdrotermidest).
- Arteesiabassein** — maa-ala, kus esinevad kõrgendatud surve all olevad põhjaveed (arteesiaveed).
- Artšaa** (арча) — kadakate nimetus Kesk-Aasias.
- Arökk** (арык) — niisutuskanali nimetus Kesk-Aasias.
- Auripigment** — arseeni maakmineraal — arseensulfiid; esineb peenteraliste kollaste muldjate massidena.
- Auul** — asula nimetus Kesk-Aasias.
- Avamus** (выход, вскрытие) — kihi või kivimi maapinnaga lõikumise ala.
- Barhaanid** — suured poolkuu-kujulise põhijoonisega tuiskliivaluited kõrbes. Kaarluited.
- Barjäär** — tõkkevall, kõrgem veetalune seljandik, mis kahte sügavamata ala teineteisest eraldab. Barjäärriff — madal mere korallide vallitaoline moodustus.
- Barüüt** — valge, hästi väljakujunenud kristallidega mineraal; keemiliselt väävelhapu baarium. Kasutatakse värvainena ja meditsiinis.
- Basmatš** (басмач) — bandiit Kesk-Aasias.
- Bentoniit** — eriline saviliik, tekkinud vulkaaniliste tuffide porsumisel. Kasutatakse pleekmullana.

- Berg-kolleegium** (Берг-коллегия) — mäenduse kolleegium Peeter I valitsusajal, mille ülesandeks oli organiseerida ja arendada maavarade otsimist ja mäetööstust Venemaal.
- Bretšia, rihas** (брекчия) — kivimite teravnurksetest purdosadest koosnev ja räni ning maakmineraalidega tsementeeritud kivim. Vastandatakse konglomeraadile, mille terad on ümaraks kulu-  
tatud.
- Buran** (буран) — lumetuisk rohtlaantes (kohalik nimetus Nõukogude Liidu Euroopa-osa kagualadel, Kasahstanis ja kohati Siberis).
- Burdjukk** — loomanahast kott vee ja muude vedelike hoidmiseks.
- Daik** (дайка) — kihtidega enamasti risti olev kivimilõhe, mis on täitunud hilisema magmaga — soonkivimiga (vt. sooned). Kihisusega paralleelseid, s. t. kihtidevahelisi täitunud lõhesid nimetatakse sillideks.
- Dehkaan** (дехкан) — põllupidaja Kesk-Aasias.
- Dekoratiivkivid, värvilised kivid** — meeldiva värvuse ja välimusega mineraalid ja kivimid, mida kasutatakse mitmesuguste kunsti- ja dekoratiivesemete (skulptuurid, mosaiik, vaasid jne.) valmistamiseks. Nad on küllalt vastupidavad ilmastikule ja mehaanilistele mõjudele, kuid erinevad vääriskividest oma sagedama esinemise, väiksema kõvaduse, kiirte murdmise võime ning läike poolest, olles enamasti läbipaistmatud, näit. nefriit, ahhaat, malahhiit. Siia kuuluvad ka nn. pool-  
vääriskivid.
- Dendriidid** — erilised kristallikujundid, mis meenutavad taimi, sõna-  
jalgu jne. Tekivad enamasti liiga kiirel kristallisatsioonil ja aine ebaühtlasele juurdevoolul kasvavale kristallile. Mõnele ainele eriti iseloomulikud. Tuntuimad d-d on jääkristallid aknal — nn. jäälilled.
- Denitriifitseerivad mikroorganismid** — mikroorganismid, kes oma elu-  
tegevuseks vajalikku hapnikku ammutavad lämmastikhappe-  
soolade taandamisest, mille tagajärjel vabaneb gaasiline läm-  
mastik. Seetõttu on nad võimelised elama vaba hapnikuta keskkonnas, näit. mullas või väikestes seisva vee kogudes.
- Denudatsioon** — kivimite murenemise produktide ärakandmine näit. tuule, vee või organismide poolt, mille tulemusena tasandub maapinna reljeef ning toimub üldine maapinna madalamaks kulumine ja seega ka sügavamate kihtide avanemine.
- Depressioon** — tektooniline langeala, kus maakoor vajub, tekitades nõo, kuhu kuhjuvad setted.
- Diabaas** — ürgne vulkaaniline kivim, koosneb peamiselt kaltsiumi-  
rikkast päevakivist, augiidist ja kloriidist.
- Diagenees** — üldnimetus kõikidele keemilistele, füüsikalistele ja  
mineraloogilistele protsessidele, mille tulemusena lahtine sete muutub kompaktsaks settekivimiks, ilma et seejuures kaasa aitaksid tektoonilised ja vulkaanilised tegurid (soojus, rõhk).
- Diferentseerumine** — eristumine, ühtlase terviku jagunemine erine-  
vateks osadeks. Geoloogias esineb: 1) magma diferentseeru-  
mine, näit. tarduva magma koostise muutumine ainete osa-  
lise väljakristalliseerumise teel. Sel viisil tekivad esialgselt  
ühtlasest magmast erineva koostisega kivimid; 2) sedimen-  
taarne d., näit. kivimite murenemisproduktide eraldumine  
migratsioonil tera jämeduse, erikaalu, lahustuvuse jne. järgi.

- Dioriit** — süvakivim, koosneb peamiselt jämedatest andesiini- ja küünekivi- või augiiditeradest.
- Dolomiit** — harilik mineraal settekivimites, süsihapu kaltsiumi ja süsihapu magneesiumi kaksiksool; esineb harilikult romboedriliste hallikasvalgete läbipaistvate kristallidena, kuid vahel ka tihedate massidena.
- Dolomitiseerumine** — dolomiidiks muutumine. Lubjakivid muutuvad magneesiumi juurdetulekul sageli dolomiidiks.
- Dreeneruv pind** — hüdrostaatilise tasakaalu pind, mis määrab vee-pinna kõrguse karsti- või sifonitorudes.
- Druus** (щетка) — hästi väljakujunenud kristallide kobar kivimite õõnsuste seintel.
- Eend** (выступ) — murenemisele vastupidavamate kivimikihtide väljaulatuvad osad.
- Ehe** (самородный) — elementaarne, keemiliselt sidumatult esinev.
- Elektron** — negatiivset elektrilaengut kandev aatomiosake.
- Elektronkest** (электронная оболочка) — elektronid paiknevad aatomituuma ümber kindlatel orbiitidel, moodustades elektronkesta. E-st olenevad aatomi keemilised omadused, nagu valents, võime astuda keemilisse ühendisse teise elemendi aatomitega jne. (vt. aatom).
- Elementide migratsioon** (миграция, перемещение химических элементов) — aatomite ümberpaigutumine ja räppak maakeras, mis põhjustab elementide hajumist, kuhjumist ja jaotumist maakera erinevatesse osadesse. Migratsiooni all mõistetakse ka aatomi väga väikseid asendimuutusi — molekuli- või kristallvõre-siseseid kohavahetusi.
- Eoolne protsess** — tuule transporteeriv, sorteeriv ja kulutav tegevus, mille puhul tuule poolt kantud jämedamad terad setivad enne, kuna peenemad terad kaugemale kantakse.
- Erosioon** (размыв) — voolava vee, jääliustike ja tuule maapinda uuristav ja kulutav tegevus. E. tulemusena tasandub maapinna reljeef, mille tagajärjel vooluvete jõud väheneb ja erosioon nõrgeneb, kuni saavutatakse tase, kus erosiooni enam ei toimu. Sellest nn. erosioonibaasist madalamatel aladel toimub vastupidine protsess — setete kuhjumine.
- Erosioonibaas** — tasakaalupind, millest kõrgemal toimub erosioon, madalamal aga settimine (vt. erosioon).
- Esi** (забой) — kaeveõõnsuse lõpp, mis kaevetööde jätkamisel edasi nihkub, samuti iga töökoht, kus tehakse kaevetöid.
- Esinemissagedus** vt. sagedus.
- Faatsies, näht** — kivimi tekketingimuste kompleks, mis ilmneb kivimi koostises ja ehituses, näiteks kontinentaalne faatsies — liivakivid ja konglomeraadid maismaa- või mageveeloomade ja -taimede jäänustega. Tardkivimite puhul on eri faatsiesed ühest almagmast tekkinud erineva koostise või struktuuriga kivimid. Moondkivimite puhul — erinevate mineraal-paragneesidega kivimid, vastavalt erinevates sügavusvöödes valitsenud termodünaamilistele tingimustele.
- Fluoriit, sulapagu** — kuubiliste kristallidega läbipaistev mineraal; keemiliselt fluorhapu kaltsium. Tekib peamiselt magmagaa-side toimel. Kasutatakse metallurgias maakide sulamistemperatuuri madaldamiseks, optiliste riistade valmistamiseks ja keemiatööstuses.

- Flüšš** (шлиш) — geosünkliinaalsetele aladele iseloomulik settekivimite kompleks, mida iseloomustab selgelt rütmiline ja sage kihtide vahelduvus, vähekulunud rahnudega konglomeraatide esinemine, setete suur paksus ja organismide jäänuste vähesus või puudumine.
- Fosforiit** — settelise tekkega mineraal, paljude lisanditega fosforhapu kaltsium, esineb läbipaistmatu tumepruuni või musta tiheda massina. Kasutatakse väetisena ja keemiatööstuses.
- Fossiil, kivistis** — setetesse mattunud ja kivistunud organismijäänus. F-de järgi määratakse kihtide suhtelist vanust.
- Gabro** (габбро) — maasügavuses ränihappevaesest (aluselisest) magmast tardunud täiskristalne kivim. Koosneb peamiselt plagioklassist ja pürokseenist või amfiboolist väheste maakmineraalide lisanditega.
- Galeniiit** — tinahall, metalse läikega, kuubiliste kristallidega mineraal. Keemiliselt seatinasulfiid. Peamiselt hüdrotermaalse tekkega. Tähtsamaid seatinamaake.
- Geiser** — perioodiliselt purskav kuumaveeallikas.
- Geneetiline** — tekkeline, tekkimisega seoses olev.
- Geofaas** — Fersmani poolt kirjeldatud pegmatiitide teatava temperatuur-intervalliga seotud tardumisetapp.
- Geokeemia** — teadusharu, mis uurib maakera keemilist koostist, elementide levikut, jaotust, assotsiatsioone ja migratsiooni.
- Geokeemilised sõlmed** (геохимические узлы) — kohad maakoore, kus geokeemiliselt erinevad olukorrad või sündmustikud üksteisega liituvad, näit. kahe eri vanusega ja erinevaid aineid sisaldava lõhe ristumised. Keemiliste reaktsioonide tagajärjel tekivad siin uued, ainult sellele liitumiskohale iseloomulikud ühendid.
- Geoloogiline luure, eeluurimine** (геолого-разведка) — maavarade süstemaatiline uurimine, mille eesmärgiks on anda maardla täpne hinnang, s. t. hinnang varude hulga, kasuliku komponendi sisalduse ja paigutuse, töötlemistingimuste jne. kohta.
- Geoloogiline otsing** vt. otsing.
- Geoloogiline profiil** (геологический разрез, геологический профил) — kivimite lasuvustingimuste kujutamise vertikaalsel läbilõikepinnal, enamasti risti kihtide rõhtsuunaga.
- Geoloogilise luure kraav, eeluurimiskraav** (разведочная канава) — kitsas kraavitaoline kaevam maavarade uurimiseks, maagikih-tide paljandamiseks ja proovide võtmiseks.
- Geomorfoloogia** — teadusharu, mis uurib maapinna reljeefi ja selle kujunemist.
- Geosünkliinaal** — maakoore intensiivselt liikuv ala, milles tektoonilised liikumised ja magmaline tegevus on eriti tugev ja väga vahelduv (vastand: platvorm — stabiliseerunud maakooreosa). G-de arenemise algfaasis toimub üldine vajumine ja setete kuhjumine, lõppfaasis — üldine tõus ja kurdmägede teke.
- Geotektoonika** — geoloogiliste teaduste haru, mis uurib kivimite esinemise vorme, lasuvustingimusi ja maakoore liikumiste ning magmalise tegevuse seaduspärasusi.
- Graniit** — ränihappe- ja leeliserikkast magmast tardunud täiskristalne süvakivim. Koosneb peamiselt leeliserikkastest päevakividest, kvartsist ja vilgust.

- Graniitne kivim** (hapu kivim) — graniitse koostisega kivim, s. t. ränihappe- ja leeliserikas kivim.
- Graniitporfüür** — peeneteralisest täiskristalsest graniitsest põhimassisist koosnev kivim, milles hajutatult esineb suuri kaaliumipäevakivi kristalle — fenokrüste.
- Greisen** — peeneteraline, peamiselt kvartsist ja vilgust koosnev kivim. Tekkis graniidist magmagaaside mõjul, kusjuures päevakivid muutusid vilkudeks. G. sisaldab sageli mitmesuguseid metalle, eeskätt tina tööstuslikus kontsentratsioonis.
- Griffid** (*gryphaeinae*) — fossiilsed, austritele lähedased karbid.
- Horisont** (geoloogiline) — teatud iseloomulike tunnuste ja kivistisega settekivimite kihtide kompleks, — lademest väiksem, peamiselt lokaalse tähtsusega stratigraafiline üksus.
- Häil** (котловина) — tasase põhjaga ja suhteliselt järsuveeruline sulglohk.
- Hüdratatsioon** (veestumine) — aine keemiline liitumine veega, mille puhul mõlemad liidetavad molekulid säilitavad oma põhiomadused.
- Hüdrograafia** — veteteadus; geograafia haru, mis uurib looduslikke veekogusid.
- Hüdrotsermid** — kuumad looduslikud mineraalveed, sisaldavad rohkesti mitmesuguseid lahustunud aineid, mis võivad eralduda ja moodustada maavarasid.
- Hüpergeensed protsessid** — maapinna pealmistes osades ja hüdro-sfääris maa peal valitsevate (eksogeensete) tegurite mõjul toimuvad kivimite murenemise, muundumise ja uute mineraalsete moodustiste tekkimise protsessid.
- Inkrustatsioon** — lõhepindade, õõnsuste seinte jne. kattumine peeneteralise, mineraalsetest lahustest eritunud kooriku või kristallikeste kihiga.
- Intrusioon, sisenemine** — sügavusest maakoore tunginud ja siin tardunud magma massid. Kui viimased tungivad läbi maakoore maa peale, siis nimetatakse neid **effusioonideks**.
- Ioonraadius** — iooni (s. o. elektriliselt laetud aatomi) mõjusfääri raadius kristallvõres (vt. aatomraadius).
- Isomorfism** — nähe, kus erinevate keemiliste elementide ühesuuruste raadiustega aatomid võivad üksteist kristallvõres asendada, olenemata nende erinevaist keemilisist omadusist. Kristallvõre ehitus seejuures märgatavalt ei muutu (vt. aatomraadius).
- Išakk** (ишак) — muul, hobueesel Kesk-Aasias.
- Jaspis** (яшма) — värviline, enamasti punane, tihe ränikivim, peamiselt sedimentaarse tekkega, koosneb mikrokristalsest kvartsist ja kaltsedonist ning punasest raudhapendist. Kasutatakse dekoratiivkivina.
- Jurta** — nomaadide telk.
- Juudikivi, kirigraniit** — kivim, mis koosneb seaduspäraselt üksteisest läbi kasvanud kvartsi- ja ortoklassikristallidest, juudi kirja meenutava struktuuriga. Tekkis mõlema mineraali üheaegsel kristalliseerumisel jääkmagmast.
- Juura** — keskaegkonda kuuluv geoloogiline ajastu, umbes 150—110 miljonit aastat tagasi.
- Juveniilne vesi** — magmast eraldunud vesi, mis esmakordselt maapinnale ilmub (noor vesi).

**Jääksulam, jääkmagma** (остаточный расплав) — magma viimasena tarduv osa, kuhu on koondunud kõik need ained, mis magma tardumise peafaasis mingil põhjusel ei kristalliseerunud. Sisaldab rohkesti ränihapet, kergesti lenduvaid komponente, vett ja haruldasi elemente; tardudes annab pegmatiite.

**Kaitseala** (заповедник) — riikliku looduskaitse all olev ala.

**Kaltsedon** — mineraal, mikrokristalne tihe ränihapend. Lisandite tõttu mitmesuguselt värvunud. Tekkinud kolloidse ränihapendi osalisel või täielikul kristalliseerumisel. Kasutatakse dekoratiivkivina väikeste ehteasjade valmistamiseks.

**Kaltsiit** — vesiselge või valge mineraal; keemiliselt süsihappu kaltsium. Enamasti vesilahustest kristalliseerunud, harvemini ka magmalise tekkega. Peamine lubjakivide mineraal.

**Kanjonorg** — järsunõlvaline, sügavale maasse uuristunud jõorg.

**Karagats** (карагач) — korgijalakas.

**Karavanserai** — peatuskoht karavaniteel.

**Karst** — maa-alused koopad, jõed, käigud jne., mis on tekkinud maa all voolavate vete lahustava toime tagajärjel. Esinevad enamasti kergesti lahustuvates kivimites, nagu lubja- ja kipsikivimites jm. Karstid tekitavad omapäraseid lehtrikujulisi lohkusid ja lõhesid, nn. karstimaastiku pinnavorme.

**Karstiline vetevõrk** — karstikoobastes ja -käikudes tsirkuleerivate vete võrk.

**Kassiteriit** (оловянный камень) — peamine tina maakmineraal; tumepruun, sageli hästi väljakujunenud kristallidega; keemiliselt tinahapend. Tekkinud enamasti magmagaaside toimel.

**Keemiseerimine** (химизация) — keemiatööstuste rajamine, keemiliste ainetega varustamine.

**Kerkeala** (область поднятия) — tektooniliste liikumiste tõttu kerkiv maa-ala (vt. ülang).

**Kibitka** — 1) pärismaalaste telk-elamu, 2) kaetud vanker.

**Kihilised veed** — vett juhtivates aluspõhjakihtides veekindlate kih- tide vahel tsirkuleerivad veed.

**Kilp** (щит) — jäik, konsolideerunud maakooreosa, kus esineb veel ainult nõrku tektoonilisi liikumisi.

**Kinaver** (киноварь) — omapärase punase värvusega mineraal, esi- neb muldjate peeneteraliste massidena, harvemini ka selgete kristallidena; keemiliselt elavhõbesulfiid. Tähtsaim elavhõbeda- maak. Tekib peamiselt hüdrotermidest. Kasutatakse ka värv- ainena.

**Kirigraniit** (письменный гранит) — kvartsi ja kaaliumi-päevakivi seaduspärasel kokkukasvamisel kujunenud, kiilkirja meenutava mustri- ga graniitne kivim (vt. juudikivi).

**Kišlakk** (кишлак) — küla nimetus Kesk-Aasias.

**Kivim** (горная порода) — mitmesugustest mineraalidest koosnev heterogeenne maakooreosa. Tekkimise järgi liigitatakse tard- ehk magmakivimiteks, settekivimiteks ja moon- ehk meta- morfseteks kivimiteks.

**Komponent** — koostisosa.

**Konglomeraat** — enamasti rannalähedane settekivim. Tekkinud eba- ühtlaste, ümmarguseks kulutatud terade, nagu munakate, kruusa ja liiva kokkutsemeteerumisel. K-d on suure geoloogilise tähtsusega; nad tekivad seal, kus maapind on mere tase- mest kõrgemale tõusnud ja setete kuhjumine on asendunud

kivimite kulumise ning ärakandumisega. Geoloogilises profiilis esineb konglomeraadi all ja peal olevate kihtide vahel ikka nn. sedimentatsioonilünk, mille ajaline kestus võis olla väga pikk, eriti siis, kui põhikonglomeraadiga algav uus seteteseria sisaldab tunduvalt erinevaid fossiile kui sügavamad kihid, mis tõendab, et elukond oli lünga vältel palju edasi arenenud.

**Konkretsioon** — settes või sette kivimis kasvanud kristallide kogum, kus niidi- või nõelataolised kristallid on kasvanud ühise keskse terakese ümber radiaalkiirjalt (sfäroliidid) või kontsentriselt (ooliidid). K-d võivad koosneda väga mitmesugusest mineraalainest, sagedaimini püriidist, kaltsiidist, dolomiidist, räni- ja raudhapendist.

**Kontaktiala** — kahe erineva päritoluga kivimi kokkupuuteala (geoloogias); olulisemad on magma ja sette kivimite vahelised k-d. Erineva koostisega kivimite vahel toimuvad kokkupuutel keemilised reaktsioonid, mis sageli põhjustavad mitmesuguste maardlate kujunemist.

**Kontinentaalne kliima** — sademetevaene, kuiv, suurte temperatuurikõikumistega kliima; iseloomulik merest kaugetele mandrialadele.

**Košmaa** (кошма) — paksu tiheda vildi tükk.

**Kriidijastu** — keskaegkonda kuuluv geoloogiline ajastu, umbes 110—70 miljonit aastat tagasi.

**Kriit** (мел) — suhteliselt lahtise teraga, orgaanilise tekkega pehme lubjakivi (vt. kriidijastu).

**Kristall** — korrapärase ehitusega, keemiliselt suhteliselt puhta aine moodustis, kus aineosakeste (aatomite, ionide või molekulide) paigutus üksteise suhtes allub rangetele sümmeetria-reeglitele, moodustades ruumilise võre (vt. ruumvõre = kristallvõre). Selline siseehitus põhjustab ka kristallide välise, kindlate looduslike tahkudega piiratud kuju, kus tahkudevahelised nurgad on konstantsed ja ainele iseloomulikud. Kristallid on võimalised väliskeskonnast endale sama aine osakesi juurde tõmbama, s. t. kasvama, kusjuures säilib nende iseloomulik vorm.

**Kristallagregaadid** — korrapäratult kokku kasvanud kristallide kogumid, mis on iseloomulikud teatud tekketingimustele.

**Kristalldrussid** (щетки кристаллов, друзы) — kokkukasvanud kristallide selgesti välja kujunenud kobarad kivimite õõnsustes.

**Kristallvõre** (кристаллическая решетка) — kristalli korrapärase siseehitus (vt. kristall).

**Kristallvõre energia** — energiahulk, mis on vajalik ühe gramm-molekuli aine eemaldamiseks kristallvõrest.

**Kronoloogia** — ajaarvamine, õpetus ajaarvamisest.

**Krüsoberüll** — enamasti kollane või rohekas, berülliumi sisaldav mineraal. Kasutatakse ka vääriskivina (aleksandriit); esineb harva pegmatiitides ja kontaktialadel.

**Kurrutusprotsess** — vt. orogenees.

**Kurzum** — eredavärviline reisikott vaibataolisest riidest, keskelt avatav, kantakse ratsasõitudel sadula küljes.

**Kõrbevaap** (загар пустыни) — pruunikasmustad läikivad koorikud kaljude ja kivide pinnal kuivadel kõrbelistel aladel; tekivad mõõda kapillaarlõhesid kivimi pinnale tõusvatest lahustest sadestunud raua- ja mangaaniühenditest.

**Kõrgetemperatuurilised moodustised** — kõrge temperatuuri juures kristalliseerunud kivimid ja mineraalsed moodustised. Kivimite iseloom ja mineraalne koostis oleneb sageli tardumistemperatuurist. Uhesuguse keemilise koostisega magma võib erinevate temperatuuride juures tardumisel anda erinevaid mineraalseid ühendeid.

**Lakoliit** — seenekujuline, suhteliselt väike intrusioon, mille puhul sula magma tungib maakoorde, kergitades pealolevaid kihte, kuid mitte suutes neist läbi murda.

**Lamam** (лож, подстилающая порода) teatud kihi või kihirühma all lamavad kihid — aluskihid.

**Lasum** (кровля) — teatava kihi või kihirühma peal lasuvad kihid — kattekihid.

**Lasuvus** (залегание) — kivimite ruumiline asetus maakoores, määratakse peamiselt kihtide kallakunurga ja -suuna ning rõhtsihi abil.

**Lateriit** — soojas ja niiskes kliimas esinev telliskivipunane mulla-liik, mis tekib alumiiniumi sisaldavate ränihappesoolade täielikul porsumisel ja koosneb peamiselt vett sisaldavatest alumiiniumihüdraatidest ja rauahüdroksüüdidest koos lisanditega. Mõnel juhul võivad alumiiniumihüdraadid kontsentreeruda, moodustades tähtsa alumiiniumimaagi — boksiidi.

**Lava** — tasane kiltmaa, plato.

**Liitiumvilgud** (литиевые слюды) — harva esinevad, liitiumi sisaldavad mineraalid: violetjas-roosa lepidoliit ja tumedavärviline tsinvaldiit, peamised liitiumimaagid.

**Loomulik varikaldenurk** (угол сыпучих тел) — kaldenurk, mille juures teraline materjal, nagu liiv, kruus, jahu jne. kallakut mööda enam alla ei varise. Oleneb terade suurusest ja kujust.

**Löss** (лэсс) — peeneteraline, vähesel määral lupja sisaldav, pude, tuule poolt kokku kantud settekivim; peamiselt kõrbealadelt ära puhutud ja kinnistunud tolm.

**Maagilasund** (залег руды) korrapäratu kujuga, suure maakmineraalide sisaldusega ala maakoores.

**Maagistumine** (орудинение) — maakmineraalide tekkimine ja kivimite rikastumine maakidega.

**Maak** (руда) — mingit metalli tööstuslikult tasuval hulgal sisaldav mineraalne tooraine.

**Maakerge** — maapinna üleskerkimine tektooniliste jõudude mõjul (vt. orogenees).

**Maakmineraalid** (рудные минералы) — mineraalid, mis sisaldavad metalle tööstuslikult tasuvas kontsentratsioonis; enamasti opaaksed raskemetallide sulfiidid ja hapendid.

**Maardla** (месторождение полезного ископаемого) — maakooreosa, mis sisaldab mingit kasulikku metalli või mineraalainet tootmiseks tasuval hulgal.

**Maavara** (полезное ископаемое) — tööstuslikult tasuv mineraalne tooraine.

**Maavärin** (землетрясение) — maa-alused tõuked ja maapinna võnkumine, mida põhjustavad looduslikud jõud.

**Magma** — maasügavuses esinev tulikuum vedel mass, mis jahtudes muutub tardkivimiks. Maapinnale tunginud magmat nimetatakse laavaks. Koostise järgi liigitatakse hapuks magmaks

(ränihapperikas), aluseliseks magmaks (ränihappevaene) ja leelismagmaks (leelismetallide-rikas).

**Magmakivim, tardkivim, magmatiit** (изверженная порода) — magma tardumisel tekkinud kivim. M-d liigitatakse tardumiskoha järgi: 1) süvakivimeiks (tardusid maasügavuses) ja 2) purskekivimeiks (tardusid maapinnal).

**Magmakolle** (магматический очаг) — magmaga täitunud ruum maasügavuses.

**Massiiv** — kristalsetest kivimitest koosnev suur geoloogiline keha, mis katmatult (või ainult pinnasega kaetult) ulatub maapinnale. M-d esinevad enamasti vanade ärakulunud mäestike keskosades.

**Mesozoikum** — keskaegkond geoloogilises ajaarvamises, umbes 150—70 miljonit aastat tagasi.

**Metallogeenne kontseptsioon** — metallimaardlate tekkeloo seletus.

**Metallurgia** — keemilise tehnoloogia ala, mis tegeleb metallide saamisega maakidest tööstuslikus ulatuses.

**Migratsioon** — ümberpaigutus, ränne (vt. elementide m.).

**Mineraal** — maakooses leiduv keemiliselt ühtlane looduslik keha.

**Mineraalveeallikas** — allikas, mille vees on lahustunud rohkesti anorgaanilisi aineid.

**Mineraal-assotsiatsioonid** (сочетание, ассоциации минералов) — mineraalide koosinemised. Mineraalid ei esine looduses isoleeritult, vaid peaaegu alati kompleksidena — kivimitena. Ühes kivimis või mineraalide leiukohas võib leiduda väga erineva päritoluga mineraale, kuid enamasti esinevad ikka teatud mineraalid koos.

**Mineraal-parageneesid** — erinevate, kuid üheaegselt tekkinud mineraalide assotsiatsioonid. Parageneesidel on suur praktiline tähtsus maavarade otsimise seisukohast. Leides näiteks aluselises tardkivimis kalkopüriiti ja pürroitiini — kergesti äratuntavaid mineraale — võime eeldada ka pentlandiidi — raskesti määratava, kuid tööstuslikult väga tähtsa niklimaagi — esinemist, sest kõik need mineraalid tekivad ühesuguseis tingimuses ja kuuluvad seega ühte parageneesi.

**Mineraalveed** — lahustunud anorgaaniliste soolade ja gaaside poolest rikkad veed, mida tarvitatakse joogiks ravi otstarbel. N. Liidus on tähtsamad m-d: narzan, essentuki, boržomm jt. Sageli on m-d magmalise päritoluga.

**Mineralisatsioon** — mineraalide tekkimine, mineraalseks muutumine, näit. organismide jäänuste mineraalseks aineks muutumine (kivistumine); kivimites uute mineraalide tekkimine jne.

**Mittemetalsed maardlad** (нерудные ископаемые) — mittemetalse mineraalse tooraine tööstusliku tähtsusega maardlad (näit. asbesti-, väävli- ja fosforiidimaardlad).

**Monograafia** — uurimus, mis käsitleb mingit küsimust igakülgselt ja täielikult.

**Morfoloogia** — pinnavormide õpetus (vt. geomorfoloogia).

**Mošee** (мечеть) — muhamediusuliste tempel.

**Murend** (россыпь) — kivimite murenemise lahtine produkt.

**Murenemine** (выветривание) — kivimite mehaaniline või keemiline lagunemine ja muutumine maapinnal või selle läheduses õhu, vee ja organismide mõjul. Keskkonna järgi tehakse vahet

atmosfäärse ja veealuse murenemise (halmirolüüsi) vahel. M. võib olla mehaaniline — rabelemine (vt.) ja keemiline — porsumine (vt.). M. on väga suure geoloogilise tähtsusega, eriti settekivimite kujunemise seisukohast.

**Murrang** (сбор) — maakoore rebestus, mille puhul üks maakooreosa on teise suhtes rebestuslõhet (murrangpinda) mööda edasi nihkunud, eeskätt vertikaalses suunas (vt. alang, ülang). M-d on laialdaselt levinud ja esinevad sageli pikkade paralleelsete ribadena — murranguvöödena.

**Mäekristall** — värvitu, vesiselge mineraal, selgesti välja kujunenud kuetahulise prismalise kirstallkujuga; kvartsi puhas läbipaistev teisend. Kasutatakse raadiotehnikas ja optiliste riistade valmistamiseks.

**Mäekuru** (перевал) — suhteliselt madalam ja hõlpsamini ületatav põikoru taoline koht mäeahelikus.

**Mägedeteke** (горообразование) — vt. orogenees.

**Mägedetekkeline peaperiood** — geosünkliinlaide arengu viimane faas, kus esinevad intensiivsed maakerked ja kõrgmägede teke.

**Naftapahtla** (залеж нефти) — korrapärase kujuga kihiline naftamaardla.

**Narzan** — süsihappegaasi sisaldav mineraalvesi Kislovodski allikaist. Tuntud tervistusvesi.

**Nefeliin** — helepruun, roheline või värvitu mineraal, esineb harilikult teraliste või tihedate agregaatidena, harvemini kristallidena. Keemiliselt naatriumirikas alumosilikaat. Kasutatakse klaasi- ja portselanitööstuses ning alumiiniumimaagina.

**Nefeliin-süeniit** — leeliserikas, kvartsita magmaline süvakivim. Koosneb leelispäevakivist, nefeliinist, leelispürokseenist ja -amfiboolist. N-i suured massiivid esinevad Koola poolsaarel.

**Neointrusioon** — geoloogiliselt suhteliselt noor intrusioon, mis ei ole veel jõudnud sekundaarselt muutuda.

**Nivelleerimine** (нивелировка) — üldtähenduses: tasandamine.

**Nõrelised moodustised** (натечные образования) — omapärase kujuga ümarad, neerjad, kobarjad ja torukujulised koorikutaolised moodustised, mis tekivad mingi aine kolloidsete lahuste pideval voolamisel üle kivimipindade. Lahustest sadestuvad algul koorikud, mis kattuvad pealt uute kihtidega, kuni kujuneb paralleelkihiline moodustis. Viimane võib hiljem radiaalkiirjalt ümber kristalliseeruda. N-d võivad tekkida väga mitmesugustest mineraalainetest, sagedaimini raua ja mangaani oksüididest ja hüdroksüiididest, süsihapust kaltsiumist, malahhiidist jt. Siia kuuluvad ka tilkkivid: stalaktiidid ja stalagmiidid.

**Orogenees** — mägedeteke, maasisestest jõududest põhjustatud maakoore energilised liikumised, mille tulemusena tekivad pikad kitsad kurdmägede ahelikud. O. toimub maakoore labiilsetel aladel — nn. geosünkliinlaides (vt.).

**Orograafia** — maapinnavormide kirjeldamise ja mõõtmise õpetus.

**Ortoklass** — kaaliumi sisaldav päevakivi, graniitsete kivimite tähtsaim koostisosa.

**Osokeriit, maavaha** — nafta kergemate fraktsioonide aurustumisel tekkinud tahkete metaanirea süsivesinike vahataoline jääk; esineb looduses ühenduses naftamaardlatega.

**Otsing**, geoloogiline (поиск) — maavarade süstemaatilise uurimise esimene faas, mille sihiks on avastada maavara asukoht ja

määrata orienteeruvalt tema piirid. O. toimub ainult maapealsete tunnuste järgi, s. t. ilma kulukate puurimiste ja kaevöödeteta.

**Ovraag** — vooluvetest uuristatud sälkorg.

**Pahtla** (залеж) — korrapärase kujuga maardla.

**Paleobioloogia** — teadusharu, mis uurib väljasurnud organismide elutegevust ja -tingimusi.

**Paleogeograafia** — geoloogiaharu, mis selgitab möödunud geoloogiliste ajastute geograafilisi olukordi.

**Paleontoloogia** — teadusharu, mis uurib kivistite järgi möödunud geoloogilistel ajastutel elanud organisme.

**Paleozoikum** — vanaaegkond geoloogilises ajaarvamises, lõppes umbes 185 miljonit aastat tagasi.

**Paleozoilised kildad** (палеозойские сланцы) — paleozoikumist pärinevad kiltkivid.

**Paljand** (обнажение) — koht, kus maapinnal ilmuvad nähtavale kivimikihid nende looduslikus asendis.

**Pangas** (глыба) — suur rahn.

**Paragenees** vt. mineraal-parageneesid.

**Pegmatiit** — jämedateraline tardkivim, esineb soontena ja pesadena. Koosneb peamiselt suurtest kvartsi ja kaaliumi-päevakivi kristallidest, mis tihti on üksteisest seaduspäraselt läbi kasvanud (vt. kirigraniit). P. tekib magma tardumise viimase produktina jääkmagmast, millesse on koondunud rohkesti gaasilisi aineid ja haruldasi keemilisi elemente. Sisaldab sageli mitmesuguseid maavarasid ja haruldasi mineraale.

**Pegmatiitse protsessi geofaas** vt. geofaas.

**Perifeeria** — piirilähedane ala, ääreala.

**Petrograafia** — kivimiteadus; teadusharu, mis uurib kivimite koostist, ehitust, teket ja moondeid.

**Pinnas** (грунт) — maapinna pealmised kihid, mis on kujunenud kivimite murenemise ja mullatekke-protsesside tulemusena.

**Plagioklassid** — sagedasti esinev mineraalide rühm; naatriumi ja kaltsiumi päevakivid, moodustavad enamiku tardkivimite tähtsaima komponendi.

**Platoo** — lava, kiltmaa.

**Platvorm** — väheliikuv maakooreosa. P-d esinevad suurte laiade maa-aladena ja on enamasti kaetud madalmerede ja kontinentaalsete setetega (vt. geosünkliinaal).

**Plii** (свинец) — seatina, Pb.

**Pneumatolüüt** — kivim, mis on magmagaaside ja kergesti lenduvate ainete toimel kujunenud või moondunud.

**Polükromaatiline** — mitmevärviline.

**Polümetallid** — seatina, tsink, hõbe — metallid, mis esinevad looduses enamasti koos, moodustades ühiseid polümetallide maardlaid.

**Poolvääriskivid** — ilusad läbipaistvad või läbikumavad mineraalid, meeldivavärvilised, kuid väiksema kõvaduse, murdumisnäitaja ja läikega kui vääriskivid ning esinevad sagedamini; kasutatakse odavamate ehteasjade valmistamiseks, näit. ametüst, kuukivi, suitsukvarts, turmaliin, türkiis jt.

**Porfüür** — üldnimetus kivimitele, mis koosnevad peeneteralisest põhimassist ja selles asuvatest üksikutest suurtest kristallidest (porfüürne struktuur). Porfüürseid kivimeid, milles päevakiviks

on plagioklass, nimetatakse porfüriitideks. P-d on enamasti vanad (paleotüüpsed) vulkaanilised kivimid.

**Porsumine** (разрушение) — kivimite keemiline murenemine maapinnal valitsevate tegurite — peamiselt vaba hapniku, süsihappegaasi, vee ja organismide — toimel (vt. murenemine).

**Prognoos** — ennustus, näit. maavarade esinemise ja leviku kohta mitmesuguste geoloogiliste tunnuste järgi.

**Proluviaalsed veed** — perioodiliselt voolavad veed, näit. suurte sadude perioodil.

**Pseudohüdrotermaalne protsess** — ebahüdrotermaalne, hüdrotermaalsel protsessil meenutav protsess.

**Päevakivid, põldpaod** (полевые шпаты) — sagedaimini esinevate magmaliste alumosilikaatide rühm, kuhu kuuluvad peamiselt happelisi kivimeid moodustavad mineraalid; kivimite määramisel olulisimaid tunnusmineraale. Keemilise koostise ja välisomaduste järgi liigitatakse: 1) ortoklassid ehk kaaliumi päevakivid, mis eriti ränihapperikastes kivimites moodustavad peamise komponendi, ja 2) plagioklassid ehk naatriumi-kaltsiumi päevakivid — keskmiste ja happeliste kivimite tähtsaimad mineraalid.

**Pürokseenid** — ränihappevaeseid kivimeid moodustavate tumedate mineraalide rühm; keemiliselt metaränihappe raua-, magneesiumi- ja kaltsiumisoolad; liigitatakse romblisteks ja monokliinseteks p-ks. P-e nimetatakse mõnikord ka augiitideks nende peamise esindaja augiidi järgi.

**Rabenemine** (раздробление) — kivimite mehaaniline murenemine maapinnal valitsevate tegurite (vee, tuule, temperatuurikõikumiste jne.) toimel (vt. murenemine).

**Radiolaarid** — mikroskoopilised planktonorganismid ränist või väävelhapust strontsiumist skeletiga, mille küljes on radiaalselt paigutatud nõelad (vt. akantaariad).

**Realgaar** — oranž-punane mineraal, arseenisulfiid, tekib madala temperatuurilistest hüdrotermaalsetest lahustest. Tähtis arseeni maakmineraal.

**Regionaalne geokeemia** — geokeemia haru, mis uurib keemiliste elementide levikut maakoore erinevates osades seoses antud ala geoloogilise vanuse, tektoonika ja petrograafilise koostisega.

**Rusu** (россып, дресва) — kivimite murenemise produktid.

**Rusukalde vöönd** (шлейф осыпа) — lehvikukujuliste rusukuhjatiste vöönd mägede jalameil.

**Rusukalle, varikalle** (осып) — nõlvakutel alla varisenud murenemisproduktide kuhjatis.

**Ruumvõre, kristallvõre** (пространственная решетка) — kristalne keskkond, kus ruumi täitvad aineosakesed (ioonid, aatomid või molekulid) on paigutatud kindla korrapärasusega, nii et kõik ühel joonel asetsevad osakesed, nn. sõlmpunktid on samaväärsed ja üksteisest eraldatud võrdsete vahemaadega. Kõik paralleelsed punktideread, samuti ka kõik punktidega täidetud paralleelsed pinnad on samaväärsed ja asetsevad üksteisest võrdsetel kaugustel. Niisugune sõlmpunktide moodustatud ruumvõre allub kindlatele sümmeetriareeglitele. Sõlmpunktide vahekaugused ja sümmeetria-aste on erinevate ainete puhul erisugused ja antud aine kristallile iseloomulikud.

- Rõhtsiht** (простираение) — kallaku kihipinna lõikejoon horisontaalse tasapinnaga; kallaku suund on sellega risti. Kurdmägede r. on paralleelne mäeaheliku pikiteljega.
- Rõmm, šlihh** (шлих) — pudedatest setetest uhtumise teel saadud raskete mineraalide terade kontsentraat, näit. kullarõmm — kulda sisaldavast liivast kergemate mineraalide terade välja-uhtumisel saadud kullaliiv.
- Rõmmimiseetod** — liivadest või kruusadest raskemate mineraalide eraldamine kergemate terade väljauhtumise teel. Rõmmimiseks kasutatakse erilisi uhtumiskoppasid, -panne või -renne.
- Ränikilt** (кремнистый сланец) — ränihapendiga rikastunud (ränistunud) kiltkivi (vt. ränistumine).
- Ränistumine** (окремление) — ränihapendiga rikastumine ränirikaste vesilahuste toimel. Paljud organismide jäänused võivad täielikult asenduda ränihapendiga (SiO<sub>2</sub>), kusjuures võib säilida nende esialgne kuju ja struktuur (vt. fossiil).
- Sagedus** (частота) — mineraalide või elementide esinemise sagedus maakoos. S. näitab, missugusel määral on üks või teine element maakoos hajutatud või kontsentreerunud. Sagedad elemendid esinevad kontsentreeritumalt, moodustades iseseisvaid mineraale, kuigi nende absoluutne hulk võib olla ka väiksem kui mõnel mittesagedal elemendil, mis esineb hajutatult ega anna seetõttu iseseisvaid mineraale.
- Sekundaarne kuhjumine** (вторичное накопление) — mingi keemilise elemendi teiskordne kontsentreerumine (hilisemate geoloogiliste protsesside toimel) maakoos, kus teda juba varem leidis. Põhjustab sageli maardlate teket.
- Settekivim** (осадочная порода) — kihiline kivim, mis on tekkinud varem esinenud kivimite murenemise produktide kuhjumisel mere- või mõnda teise settebasseini. S-te tekkes eraldatakse neli etappi: murenemine, murendi transport (peamiselt vee ja tuule poolt), settimine ja sette kokkutsemiseerumine (diagenees). Lähtematerjali iseloomu järgi tehakse vahet mehaaniliste, keemiliste ja organogeensete setete ning neist tekkinud kivimite vahel.
- Sifoon** — eri pikkuste harudega painutatud toru, mille kaudu vedelik basseinist välja voolab, kui toru vedelikuga täita ja pikema haru ots asetada basseini vedelikupinnast madalamale.
- Skarn** — kontakt-metamorfne moondekivim, mis on tekkinud lubjakividest magmast väljuvate ainete mõjul. Koosneb kaltsiumiraua ja kaltsiumi-magneesiumi-raua silikaatidest. Sisaldab sageli maakmineraale.
- Solonets** (солонец) — solontšaki teisend, kus soolad on kontsentreerunud pinnase sügavamatesse kihtidesse, kuna pealmine mullakiht ei sisalda taimedele kahjulikke aineid.
- Solontšakk** (солончак) — soolastunud pinnas kõrbe- ja stepialadel, kus intensiivse aurumise tõttu sügavamalt tõusev niiskus kannab enesega pidevalt pinnasesse kergesti lahustuvaid soolasid. Sügavamal soolsus väheneb.
- Soolak** — üldnimetus soolastele pinnastele (vt. solontšakk, solonets, šor).
- Soolalööbed** (выцветы соли) — kobedad koorikud ja kiled või samblikukujulised, väikeste pühmastena esinevad soolade moo-

dustised, mis kuivas kliimas perioodiliselt ilmuvad kivimite pindadele või maapinnale.

**Sooned** (жилы) — maakoore lõhed, mis on täitunud lõhesse tunginud lahustest või kuumast sulamagmast eraldunud mineraalsete ainetega.

**Soonkivimid** (жильные породы) — maakoore lõhedesse tunginud intrusiivse magma tardumisel tekkinud kivimid.

**Sopka** (сопка) — termin, mida eri kohtades erinevalt kasutatakse mitmesuguste mägede tähistamiseks: Uraalis, Siberis, Ida-Turkestanis ja Mandžuurias — metsata kuplikujuliste mäetippude nimetusena, Kamtšatkal — tegevate ja kustunud vulkaanide nimetusena, Kertši poolsaarel — mudavulkaanide nimetusena.

**Sorteerimata materjal** — näiliselt kihistumata settematerjal, milles igasuguse läbimõõduga terad esinevad segipaisutatult ega moodusta iseseisvaid kihte.

**Speleoloog** (koobaste uurija) — teadlane, kes uurib koobaste teket, sisaldust ja koobastega seotud nähteid.

**Stalagmiit** — koopa põhjas alt üles kasvav tilkkivi, mis tekib laest tilkkuva mineraalvee aurumisest.

**Stalaktiit** — jääpurika taoline silindrikujuline rippuv tilkkivi, mis tekib koopa laest tilkuvast mineraalveest.

**Stoll** (штольня) — horisontaalne maa-alune kaeveõõnsus, mis mäenõlvakul suubub maapinnale; kasutatakse maagi väljatoomiseks, kaevanduse tuulutamiseks, vee kõrvaldamiseks jne.

**Stratigraafia** (ajalooline geoloogia) — kihiõpetus; geoloogiaharu, mis tegeleb settekivimite kihtidega ja nende järjestusega.

**Suitsukvarts** — läbipaistev suitshall või nõrgalt pruunikas kvarts.

**Suitsutopaas** (пыхтопаз) — ilus, ühtlaselt värvunud puhas suitsukvarts, kasutatakse poolvääriskivina.

**Sulapagu** (плавиковый шпат) — fluoriit; nimetus tuleb sellest, et fluoriiti kasutatakse metallurgias maakide sulatamise soodustajana.

**Sulfaate redutseerivad mikroorganismid** — bakterid, kes oma elutegevuseks vajalikku hapnikku ammutavad sulfaatidest, redutseerides neid sulfiidideks.

**Süvakivim** (глубинная порода) — maasügavuses tardunud magmaline kivim.

**Saht** — sügav vertikaalne kaeveõõnsus, mis suubub maapinnale ja on rajatud allmaatööde jaoks.

**Samaan** — nõidpreester Siberi ja Kagu-Ida rahvaste juures.

**Slihh** vt. rõmm.

**Sor** — soolakõrb, kus maapind on kaetud soolakirmega. Põhja-vegi asetseb siin kõrgel ja intensiivse aurumise tõttu tõuseb üles ning imbub maapinda, kandes sinna pidevalt lahustunud soolasid.

**Šurf** — väikese läbimõõdu ja sügavusega vertikaalne, maapinnale suubuv kaeveõõnsus maavarade uurimiseks, proovide võtmiseks või maapinnalähedasteks allmaatöödeks.

**Zeood** — õõnsus kivimis, mille seintele on kasvanud korrapärased, enamasti suurte ilusate, sissepoole suunatud tippudega kristallide kogumid.

**Takõrr** (такыр) — taimkatteta üleujutusala, mis on kaetud vee-

kindla savikas-mudase pinnaga. Vihma ajal kujuneb siia madal järv; kuivades takõrri pind lõheneb.

**Tektoonika** vt. geotektoonika.

**Termaalsed lahused** — kuumad looduslikud mineraalveed, mis sisaldavad lahustunult mitmesuguseid mineraalseid aineid. Jahtumisel sadestub neist lahustest sageli väärtuslikke maakmine-raale, põhjustades maavarade tekkimist, eriti kui lahused on magmalise päritoluga (vt. juveniilne vesi).

**Topaas** — vesiselge, enamasti hästi välja kujunenud kristallidega mineraal. Tekib kivimite õõnsustes magmagaaside mõjul. Keemiliselt ränihapu alumiinium fluori ja hüdroksüüluga. Puh-taid ja läbipaistvaid topaase kasutatakse vääris kividena.

**Trahülipariit** — leeliserikas purskekivim (vulkaniit). Keemiliselt vastab graniitidele ja süeniitidele. Koosneb peamiselt sanidiinist (kaaliumi päevakivist), kvartsist, plagioklassist ja biotiidist.

**Tseoliidid** — mineraalide rühm, keemiliselt muutliku veehulgaga alumosilikaadid. Vesi on neis omapäraselt seotud (nn. tseoliitvesi) ja eraldub soojendamisel, ilma et kristallvõre selle tagajärjel muutuks. T-d tekivad vesilahustest või teiste alu-mosilikaatide moondumisel ja esinevad sagedasti vulkaanilistes kivimites.

**Tsirkusorg** (цирк) — amfiteatri-kujuline, poolringis astmeliselt tõusev nõgu, jääliustike tekkeala.

**Tsölestiin** — taevassinine mineraal, keemiliselt väävelhapu stront-sium. Kasutatakse keemiatööstuses strontsiumisoolade saami-seks, suhkrutööstuses, klaasi- ja keraamatööstuses.

**Tšaihanaa** (чайхана) — teemaja Kesk-Aasias.

**Tuff-porfüriit** — tuff-laava, vana (paleotüüpne) vulkaaniline räni-happevaene kivim, mis on tekkinud vulkaanilise tuha kokku-tsementeerumisel hilisemate hüdrokeemiliste protsesside mõjul.

**Turmaliin** — enamasti hästi välja kujunenud kristallidega mineraal, musta, roheline või roosa värvusega (värvus oleneb lisan-didest). Keemiliselt boori sisaldav silikaat, väga keerulise koostisega. Tekib magmagaaside toimel ja on pneumatolüütide üheks tunnusmineraaliks. Puhtaid ilusavärvilisi kristalle kasutatakse poolvääris kividena ja optiliste aparaatide valmista-misel.

**Turmaliininõelakesed** — pikad nõelakujulised turmaliinikristallid.

**Urjukk** — kuivatatud aprikooside nimetus Kesk-Aasias.

**Uvaalid** (увалы) — piklikud, suhteliselt madalad kõrgendikud pehmete ümarate piirjoontega ja selgekujulise jalamita.

**Valentsus, vääris** — aatomi võime teiste aatomitega keemilisi side-meid moodustada. V-t hinnatakse selle järgi, kui mitme vesinikuaatomiga antud aine aatom on võimeline ühinema või kui mitut vesinikuaatomit ta on võimeline asendama.

**Veeris** (галька) — veerkivi, kruusamunakas, munakivi.

**Veerised, veeristik** (галечник) — munakaline, jäme kruus.

**Viteriit** — valge raske mineraal, süsihapu baarium. Baariumimaak, kuid esineb harva. Tekib enamasti hüdrotermidest.

**Vollastoniit** — valge, halvasti välja kujunenud kristallidega mine-raal, ränihapu kaltsium. Esineb moondkivimeis. Tekib lubja- ja tardkivimite kontaktialal kõrge temperatuuri juures.

**Vorobjeviit** — roosa mineraal, berüllii teisend; nimetatud vene mineraloogi V. I. Vorobjovi järgi.

**Värvilised kivid** (самоцветы) vt. dekoratiivkivid.

**Vääriskivid** — ilusad selged läbipaistvad mineraalid, tugeva läike ja suure murdumisnäitajaga, eriti suure kõvadusega; esinevad looduses väga harva. Kasutatakse peamiselt väärisehete valmistamiseks. Tähtsaimad on teemant (lihvituna briljant), rubiin, safiir, topaas, smaragd.

**Olang** (рокр) — järskude või vertikaalsete murrangpindadega piiratud, ümbrusest kõrgemale tõstetud maakooreosa (vt. murrang).

**Olem-juura** — geoloogilises ajaarvamises juuraajastu noorim ajastik.

## SISUKORD

|   | Lk. |
|---|-----|
| <i>Esimene peatükk.</i> A. J. Fersman inimesena, teadlasena ja mat-<br>kajana . . . . . | 3   |
| <i>Teine peatükk.</i> A. J. Fersmani teaduslikud tööd . . . . .                         | 34  |
| <i>Kolmas peatükk.</i> Mööda Fergana orgu . . . . .                                     | 55  |
| <i>Neljas peatükk.</i> Koobaste uurimine . . . . .                                      | 81  |
| <i>Viies peatükk.</i> Kara-Kumi liivas . . . . .  | 101 |
| <i>Kuues peatükk.</i> Sõit Taga-Baikalisse . . . . .                                    | 124 |
| <i>Seitsmes peatükk.</i> Põhja-Kaukaasias . . . . .                                     | 147 |
| <i>Kaheksas peatükk.</i> Viimased päevad . . . . .                                      | 170 |
| Tekstis esinevate oskussõnade ja eriväljendite seletusi . . . . .                       | 185 |

*Toimetaja R. Toming*  
*Tehniline toimetaja H. Kohu*  
*Korrektorid A. Sepp ja L. Sautin*

Ladumisele antud 19. VIII 1953. Trükkimisele antud 23. X 1953. Trükiarv 5000. Paber 54×84, 1/16. Trükipoognaid 12,75+1 lisaleht. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 10,5. Arvutuspoognaid 12,34. MB-12494.

Hans Heidemanni nimeline trükikoda, Tartu, Vallikraavi 4. Tellimise nr. 3191.

На эстонском языке.

*Hind rbl. 4.75*

Rbl. 4.75

A-19799

107 547

TARTU ÜLIKOOI RAAMATUKOGU



1 0300 00016227 3