EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA

AASTAIL 1965-1972

A 33829 II

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA AASTAIL 1965—1972

TALLINN 1973

Toimetuskolleegium:
N. Alumäe, O. Kirret, E. Päll, I. Öpik

Trükitud Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Toimetus- ja Kirjastusnõukogu otsusel
TKN nr. 980

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
87798

Kaane kujundanud A. Mesikäpp.

© Eesti NSV Teaduste Akadeemia, 1973

6—2

SAATEKS

Eesti NSV Teaduste Akadeemia tööst on palju kirjutatud. Selle eest on hoolitsenud ajakirjandus, ka instituudid on avaldanud brošüüre oma tegevusest. Kuid viimane kokkuvõtlik ülevaade — «Eesti NSV Teaduste Akadeemia aastail 1956—1964» — ilmus juba 8 aastat tagasi, mistõttu on eelkõige vabariigi lugejal õigus huvituda akadeemia töö tulemustest selle küllaltki pika aja jooksul.

Uurimistöö kindlustamine on ühiskonna investitsiooni üks liike, mis peab aga olema efektiivne, et veidi tänase päeva heaolu piirates saavutada mõne aasta pärast heaolu märksa kõrgem tase. Investitsioon akadeemia tegutsemiseks polegi väga väike: Eesti NSV Teaduste Akadeemia on viimastel aastatel kiiresti kasvanud ja tugevnenud, kuid see-eest ka rohkem rahvatulu tarbinud.

Käesolev artiklite kogumik on ülevaade Teaduste Akadeemias tehtud uurimiste tähtsamatest tulemustest. Nende tulemuste ühiskondlikku efektiivsust eksplitsiitselt ei käsitleta, kuigi oleks igati huvitav teada akadeemia sisendi ja väljundi vahelist seost: mitu rubla antakse ühiskonnale akadeemia funktsioneerimiseks suunatud rubla kohta samal aastal, mitu järgmisel aastal jne., vähemalt niisuguste distsipliinide viljelemisel nagu füüsika, keemia, küberneetika. Paraku ei aitaks ka selle teadmine akadeemia kui terviku analüüsi ja juhtimist palju parandada, sest fundamentaalprobleemide lahendamise tulemusi rubladega ei mõõdeta. Nende lahendamine on aga teaduste akadeemia üks põhiülesandeid.

Käesolev ülevaade näitab ilmekalt akadeemias viljeldavate probleemide laia spektrit ja sellest tulenevat akadeemia juhtimise keerukust.

*

Eesti NSV Teaduste Akadeemia on osa süsteemist, mille moodustavad NSV Liidu Teaduste Akadeemia ja liiduvabariikide teaduste akadeemiad. Selles eksisteerivad ja üha tekkivad teadusnõukogud (ulatusliku esindusega liiduvabariikide teaduste akadeemiatest) on uurimistulemuste hindajad, suunajad ja koordineerijad,

abistajad — igaüks oma, üsnagi kitsal erialal (neid nõukogusid on ligemale paarsada).

Teaduse ja ühiskonna aktiivse tegevuse muude sektorite vaheline lüli on NSV Liidu Ministrite Nõukogu Riiklik Teaduse ja Tehnika Komitee. Tema ülesanne on seostada ühiskonna vajadused teaduse poolt pakutavate võimalustega, näha peamisi teaduse arengu teid, s. t. hoolitseda mitte ainult tehnoloogiliste rakenduste, vaid ka fundamentaalsete teadmiste avardumise eest. Komitee on teaduslikuks tegevuseks suunatud rahaliste vahendite põhiline jaotaja.

Kuna Eesti NSV Teaduste Akadeemia on ikkagi vaid väike osa Nõukogude Liidu teaduslike organisatsioonide süsteemis, siis on loomulik, et Teaduse ja Tehnika Komitee käsitleb meie akadeemiat teadusharulises lõikes ning heidab vaid põgusa pilgu akadeemiale kui tervikule.

Aeg-ajalt vaadeldakse akadeemiat ka tervikuna: üheks selliseks sündmuseks oli presidendi aruanne Eesti NSV Teaduste Akadeemia tegevusest Teaduse ja Tehnika Komitee kolleegiumile 1972. a. novembris. Komitee hinnang akadeemia tegevusele oli kõigiti positiivne ja kasulik edasise töö arendamiseks.

Enesestmõistetavalt pole vähema väärtusega akadeemia töö analüüs vabariigi direktiivorganite poolt. Teaduste Akadeemia presidendi aruanne EKP Keskkomitee presiidiumile 1967. a. veebruaris andis õigustatud kriitiliste märkuste kõrval väga tulusaid juhendeid akadeemia töö soodustamiseks.

*

Eesti NSV Teaduste Akadeemia kui uurimisasutuse sisemisteks suunajateks on akadeemia liikmed, kes oma seisukohad avaldavad üldkogu otsuste kaudu. Üldkogu üheks ülesandeks on liikmeskonna vakantsete kohtade täitmine vabariigi teaduse arendamisel silmapaistnud teadlastega, kelle uurimiste tulemusi hästi tuntakse ja kõrgelt hinnatakse kompetentsetes erialaringkondades ka väljaspool vabariigi piire.

Käsitletaval etapil valiti akadeemikuteks K. Rebane (1967), A. Veimer (1967), A. Voldek (1969), A. Pung (1969), I. Õpik (1972; korrespondentliikmeks 1967) ja korrespondentliikmeteks K. Paaver (1969), J. Kahk (1969), O. Eisen, A. Köörna, E. Lippmaa, E. Parmasto ja B. Tamm (kõik 1972).

Samal ajavahemikul lahkusid surma tõttu Eesti NSV Teaduste Akadeemia liikmete seast akadeemikud R. Antons (1966), A. D. Kiur-Muratov (1968), J. V. Veski (1968), H. Moora (1968), J. Vaabel (1971), N. Tomson (1972) ning korrespondentliikmed A. F. Dobrjanski (1965), H. Arman (1965), O. Sepre (1965), A. Altma (1969), Fr. Tuglas (1971).

Seega kuulusid 1972. a. lõpul Eesti NSV Teaduste Akadeemia liikmeskonda

— Eesti NSV Teaduste Akadeemia akadeemikud N. Alumäe (eriala — mehhaanika), P. Ariste (keeleteadus), N. S. Buzulukov (majandusteadus), J. Eichfeld (taimekasvatus, selektsioon), H. Haberman (zooloogia), J. Heil (tehnika), A. Humal (matemaatika), H. Keres (teoreetiline füüsika), A. Kipper (astrofüüsika), [F. Klement] (füüsika), H. Kruus (ajalugu), V. Maamägi (Eesti NSV ajalugu), G. Naan (filosoofia), K. Orviku (geoloogia), A. Pung (põllumajandusloomade aretus), K. Rebane (teoreetiline füüsika), J. Saat (ajalugu), A. Veimer (majandusteadus), A. Voldek (elektrotehnika), I. Öpik (soojusfüüsika) ja

— Eesti NSV Teaduste Akadeemia korrespondentliikmed A. Aarna (orgaaniline keemia), O. Eisen (füüsikaline keemia), L. Jürgenson (ehitus, pinnase mehhaanika), J. Kahk (NSV Liidu ajalugu), G. Kangro (matemaatika), P. Kard (füüsika), A. Kask (eesti keel), O. Kirret (orgaaniline keemia), E. Kumari (zooloogia), A. Köörna (majandusteadus), H. Laul (mehhaanika), E. Lippmaa (keemiline füüsika), Tš. B. Luštšik (tahke keha füüsika), H. Moosberg (ajalugu), K. Paaver (zooloogia), E. Parmasto (botaanika), E. Päll (eesti keel), H. Raudsepp (orgaaniline keemia), I. Sibul (füsioloogia), B. Tamm (küberneetika), A. Vassar (ajalugu).

Teaduste Akadeemia tegevust reguleerivad aeg-ajalt uuendatavad konstitutsioonilised dokumendid. Viimastel aastatel on üldkogu kinnitanud Eesti NSV Teaduste Akadeemia liikmete valimise määrustiku (1969), presiidiumi põhimääruse (1970), osakonna põhimääruse (1968), teadusliku uurimise instituudi põhimääruse (1973) — kõik Eesti NSV Teaduste Akadeemia põhikirja alusel, mille võttis vastu üldkogu 1968. aastal ja kinnitas Eesti NSV Ministrite Nõukogu määrusega 1969. aastal.

Üldkogu otsuste realiseerija on akadeemia presiidium, kelle, vastavalt põhikirjale, valib salajasel hääletamisel üldkogu neljaks aastaks.

1964. a. märtsis valitud Teaduste Akadeemia presiidium töötas järgmises koosseisus: J. Eichfeld (president), J. Vaabel ja N. Alumäe (asepresidendid), J. Heil (teaduslik peasekretär), K. Rebane (Füüsika- ja Matemaatikateaduste Osakonna akadeemiksekretär), O. Kirret (Keemia- ja Bioloogiateaduste Osakonna akadeemiksekretär), J. Saat (Ühiskonnateaduste Osakonna akadeemiksekretär), A. Kipper, V. Maamägi, A. Pung ja A. Veimer (presiidiumi liikmed).

1968. aastal Teaduste Akadeemia uue presiidiumi korralisel valimisel leidis aset suur muutus akadeemia juhtkonnas: 18 aastat järjest presidendiks olnud akadeemik Johan Eichfeld keeldus kõrge vanuse tõttu (oli siis äsja saanud 75-aastaseks) jätkamast vastutusrikast ja pingelist tööd presidendina ning soovitas oma järglaseks valida Arnold Veimeri (oli 1957—1965 vabariigi Rahvamajan-

dusnõukogu esimees, 1965. aastast Eesti NSV Ministrite Nõukogu esimehe asetäitja). Akadeemia üldkogu avaldas J. Eichfeldile tänu tehtud suure töö eest akadeemia arendamisel ja valis A. Veimeri ühel häälel uueks presidendiks.

1968. a. märtsis valitud ja veel 1973. a. kevadel töötanud presiidiumi koosseisu kuulusid A. Veimer (president), K. Rebane ja N. Alumäe (asepresidendid), V. Maamägi (teaduslik peasekretär), I. Õpik (Füüsika-Matemaatika- ja Tehnikateaduste Osakonna akadeemiksekretär), O. Kirret (Keemia-, Geoloogia- ja Bioloogiateaduste Osakonna akadeemiksekretär), E. Päll (Ühiskonnateaduste Osakonna akadeemiksekretär), A. Kipper, G. Naan ja A. Pung (presiidiumi liikmed).

Eesti NSV Teaduste Akadeemia teadusasutuste süsteemi moodustasid

Füüsika ja Astronoomia Instituut (direktor A. Kipper)*

Küberneetika Instituut (direktor kuni 1969 N. Alumäe, pärast B. Tamm)

Termofüüsika ja Elektrofüüsika Instituut (direktor L. Vaik)

Spetsiaalne Konstrueerimisbüroo (direktor H. Aherma)

Keemia Instituut (direktor O. Kirret)

Geoloogia Instituut (direktor kuni 1968 K. Orviku, pärast D. Kaljo)

Eksperimentaalbioloogia Instituut (direktor O. Priilinn)

Zooloogia ja Botaanika Instituut (direktor H. Haberman)

Tallinna Botaanikaaed (direktor A. Pukk)

Tehniline Katsebaas (direktor A. Laasalu)

Majanduse Instituut (direktor kuni 1966 R. Antons, pärast A. Köörna)

Ajaloo Instituut (direktor kuni 1968 V. Maamägi, pärast J. Kahk)

Teaduslik Raamatukogu (direktor F. Kauba)

Keele ja Kirjanduse Instituut (direktor kuni 1968 E. Päll, pärast E. Sõgel)

Fr. R. Kreutzwaldi nim. Kirjandusmuuseum (direktor E. Ertis).

Seoses akadeemia kiire suurenemisega on vajalikuks ja võimalikuks osutunud teadusasutuste süsteemi toetavate asutuste loomine. Peale varem asutatud Varustuskontori ja Puukooli on nüüd olemas Autopark, Ehitusvalitsus, Remondi ja Ekspluatatsiooni Valitsus ning Programmeerimisbüroo.

*

* 1973. a. sügisest alates Füüsika Instituut (direktor K. Rebane) ning Astrofüüsika ja Atmosfäärifüüsika Instituut (direktor A. Kipper).

Teaduste Akadeemias töötab ligikaudu 1/6 vabariigi teadureist, 1/5 teaduskandidaatidest ja 1/4 doktoreist: see tähendab, et akadeemia teadurite keskmine kvalifikatsioon on veidi kõrgem vabariigi keskmisest, nagu peabki olema.

Vaadeldaval ajavahemikul, 8 aasta jooksul, kasvas tunduvalt akadeemia asutuste teadusalane potentsiaal — teadurite arv 42%, teaduskandidaatide arv 69%, teadusdoktorite arv koguni 120%. Lugedes täiesti suvaliselt (selle kohta pole enam-vähem ühtset seisukohta olemas) teadusalaseks potentsiaaliks kandidaatide ja kahekordse doktorite arvu summat, leiame, et see on akadeemia asutustes kasvanud 77%. Üksikute teadusalade lõikes on nii defineeritud potentsiaali kasv olnud järgmine: füüsika-matemaatika — 96%, keemia — 110%, bioloogia — 115%, geoloogia — 52%, tehnikateadused — 161%, majandusteadus — 45%, humanitaarteadused — 27%. Vaatamata tehnikateaduste potentsiaali märgatavale kasvule oli see potentsiaal käsitletava perioodi lõpul siiski üle kahe korra väiksem humanitaarteaduste potentsiaalist.

Kandidaatide ja doktorite arvu suhe on küll paranenud — oli 1964. aastal 12:1, 8 aastat hiljem 9:1 —, kuid liiduvabariiklikus teaduste akadeemias, selle tegevuse spetsiifikat arvestades, peaks olema 7:1. Sellise vahekorra saavutamiseks oleks vaja aega, veelgi paremat tehnilist baasi ja rohkem pikemaajalist stažeerimist Nõukogude Liidu teaduskeskustes.

Põhisuundade osatähtsuse muutustest annab ühe projektsioonina ülevaate kasutatud finantsressursside suhe teadusalade lõikes 1972. aastal ja selle võrdlus sama suhtega 8 aastat tagasi (protsentides): füüsika ja astronoomia — 24 (1964. a. — 18), tehnikateadused — 20 (18), keemia — 17 (18), geoloogia — 5 (6), bioloogia 19 (19), majandusteadus — 5 (9), humanitaarteadused — 10 (12). Need nihked on põhjustatud füüsika- ja tehnikateaduste lepinguliste tööde mahu suurest kasvust. Kulutuste struktuur akadeemia osakondadele alluvate asutuste lõikes ei erine enam märgatavalt NSV Liidu Teaduste Akadeemia kulutuste struktuurist sektsioonide lõikes.

Tunduvalt on suurenenud erialade hulk, millelt akadeemia osakondade nõukogud võivad kaitsmiseks vastu võtta doktoriväitekirju.

Teaduse suundade arendamise poliitika üheks väljendusvormiks on uute hoonete ehitamise kava ja selle realiseerimine. Uute hoonete ehitamine on vältimatu akadeemia asutuste kiire kasvu ja kohati veel üsna ebarahuldavate töötingimuste tõttu. Iga uus hoone (või laboratoorium, paviljon) on ka uurimistegevuse tõhusaks stimulaatoriks ja spetsialistide valikuvõimaluse avardajaks.

Teaduslik Raamatukogu sai hoidlate bloki, Tehniline Katsebaas juurdeehituse tsitraali sünteesi pilootseadme jaoks, Eksperimentaalbioloogia Instituut vivaariumi ja kasvuhoone, Zooloogia ja Botaanika Instituut limnoloogiajaama Võrtsjärve kaldal ja bio-

tõrjelaboratooriumi, Füüsika ja Astronoomia Instituudi füüsikud kristallide kasvatamise laboratooriumi ja paviljoni, Keemia Instituut peahoone, laod ja paviljoni, Botaanikaaed kasvuhoone. Ekspluatatsiooni andmise staadiumis oli 1973. a. algul laohoonete kompleks, Termofüüsika ja Elektrofüüsika Instituudi paviljon ning Füüsika ja Astronoomia Instituudi füüsikute järjekordne paviljon.

Lõppjärku jõudis Füüsika ja Astronoomia Instituudi füüsikakorpuse pikaleveninud ehitamine ja Tõravere astrofüüsikaobservatooriumi 1,5-m teleskoobi montaaž.

*

Vähesed, vahest ainult teaduse haldusega seotud lugejad märkavad, kuivõrd nõrgalt on omavahel seotud uurimistööd, mille tulemusi käesolev kogumik kirjeldab. Sellel on palju põhjusi.

1. Teaduste Akadeemia ülesanne on eelkõige teha loodus- ja ühiskonnateaduste alal fundamentaalseid uurimisi, mille resultaate saab kasutada nii ideoloogilises töös kui ka rakenduslike eesmärkidega organisatsioonides. Viimastes on tööde integratsiooni aste paratamatult kõrgem.

2. Eesti NSV Teaduste Akadeemia on väike osa süsteemist, mille moodustavad NSV Liidu Teaduste Akadeemia ja liiduvabariikide teaduste akadeemiad. Selles süsteemis on eesõigus erialasel, mitte regionaalsel koordinatsioonil.

3. Fundamentaalsed teadmised laienevad teaduse sisemiste arenguseaduste, mitte aga ühiskondlike tellimuste alusel. Sisemistes seadustes on otsustava tähtsusega intellektuaalne potentsiaal. See soodustab suhteliselt väikeste uurimisrühmade tekkimist, mis mõnikord saavutab kulminatsiooni üksteisest isoleerumisega mitte ainult kabinettide vaheseinte, vaid isegi kappide abil.

Ometi pole täielik isoleerumine võimalik: uurimisasutustes tekib püüdluste erinevusele vaatamata soodne keskkond viljakaks teaduslikuks koostegevuseks. Selle loovad regulaarsed seminarid, mille korraldamine on uurimisrühma autoriteedi ja kompetentsuse tunnuseks, isiklikud kontaktid nii naaber- kui ka kaugemate teaduslike distsipliinide esindajatega, tulemuste ja ka perspektiivide arutelu teaduslikes nõukogudes ning ettekanded akadeemia üldkogul teaduse parimatelt esindajatelt.

Näivalt laialivalguva temaatika positiivne osa seisneb arenguks vajaliku mitmekesisuse kindlustamises: seetõttu võib tööviljakus heterogeenses keskkonnas olla vahel märksa kõrgem kui homogeenses.

Kahtlematult on Teaduste Akadeemia süsteemil parimad eeldused teaduslikuks tegevuseks soodsa keskkonna loomiseks.

Siit järgneb teaduse haldamise peamisi probleeme ka Teaduste Akadeemias: kuidas süvendada teadusliku tegevuse integratsiooni

ehk kuidas vältida uurimisrühmade «tehnoloogilist avatust», s. o. tegevuse ajalis-loogilist sõltumatust? Olulisi samme selle probleemi lahendamiseks saab teha ainult pikaajaliste plaanide kaudu, ülesannete andmisega juhtimise kõrgemalt tasemelt alumisele, täidesaatvale tasemele.

Teaduste Akadeemia presiidium on lakkamatult pööranud tähelepanu teaduse arenguperspektiividele. Nendele oli pühendatud akadeemia üldkogu istungjärk 1968. a. oktoobris, kus asepresident K. Rebane esitas oma seisukoha loodusteaduste arenguperspektiividest 1971—1975 ja prognoosi kuni aastani 1985, ühiskonnateaduste arengust samal perioodil rääkis aga presiidiumi teaduslik peasekretär V. Maamägi koos Ühiskonnateaduste Osakonna akadeemiksekretäri E. Pälliga.

Kaks aastat hiljem arutas üldkogu kaht olulist, omavahel seotud probleemi — akadeemia ülesandeid tehnilise progressi ja keskkonnakaitse tagamisel.

Füüsika- ja tehnikateaduste alal töötavad akadeemia instituudid on kahtlematult häid tulemusi saanud, kuid üleliidulises tööjaotuses võib jääda nende panus märkamatuks vähese komplekssuse ja lõpptoodangu puudumise tõttu. Seepärast pidas üldkogu vajalikuks tugevdada rakenduslikele uurimistele järgnevat arenduslikku tööd, mille realiseerija on Spetsiaalne Konstrueerimisbüroo (SKB). Täpsema väljenduse sai see otsus uurimisotstarbelise aparaadiehituse programmis (1970).

Programmi kohaselt tuleb teadlaste vajaduseks akadeemia SKB-s ja instituutides loodavaid uusi aparaate väikeseerialiselt toota tarbijaile teistes uurimisasutustes, laiema tarbijaskonna leidmisel aga anda nende tootmine spetsialiseeritud tehasele. Toodangu põhiosa moodustaksid analüütilise ja preparatiivse kromatograafilise aparatuuri arendused, tuumaresonants-spektromeetrid ning mitmesugused elektroonika- ja elektrotehnikaseadmed, monokromaatorid, kiirgustajurid, optika- ja astronoomiaaparatuur.

Kolme viimase aastaga on SKB toodang kasvanud 42%: ehitati kolm unikaalset topelt-tuumaresonants-spektromeetrit, Võru Gaasianalüsaatorite Tehasele anti seeriatootmiseks analüütilise ja preparatiivse gaasikromatograafi uued konstruktsioonid, ehitati seeria ülitundlikke detektoreid kromatograafidele, analüütiline reaktsioongaasikromatograaf, biotelemeetrilist aparatuuri ja mitmesuguseid elektroonikaseadmeid. On asutud optikaseadmete konstrueerimisele.

Aparaadiehituse programmi kohaselt peaks Teaduste Akadeemia isemajandava aparaadiehituse maht SKB-s ja loodavates katsetehastes tõusma tulevikus praegusega võrreldes umbes 5—6-kordseks.

1970. aasta oktoobris otsustas üldkogu looduskaitse edendamiseks lülitada akadeemia uurimistöö plaani koondteema õhu, vee ja pinnase puhtuse, loodusmaastiku ja selles toimuvate muudatuste

põhiuurimisteks, soovitas akadeemia asutustel arendada koostööd vabariigi teiste uurimisasutuste ning kõrgemate koolidega keemiliste taimekaitsevahendite ja mineraalväetiste kasutamise optimumi väljaselgitamiseks, elukeskkonna suur- ja pisisaastajate kindlaksmääramiseks, sanitaarnormide muutmise prognoosimiseks.

Keskkonnakaitselise suunaga olulisi ümberkorraldusi võeti ette Termofüüsika ja Elektrofüüsika Instituudi temaatikas. Instituudis asutati 1972. aastal Läänemere sektor mere saastamise ja ratsionaalse kasutamise probleemide lahendamiseks. Alustati uurimistöid põletusseadmete loomiseks suure veesisaldusega õli- ja naftajääkide ohutuks hävitamiseks, mis võivad saastata pinnast ja veekogusid; lahendatakse põlevkivi põletamise probleeme kahjulike korstnaheitmete (lendtuhk, vääveldioksiid) vähendamise ülesandega; uuritakse korstnagaaside levikut ja hajutamist atmosfääris, aga ka energiamajanduse planeerimist keskkonnakaitset arvesse võttes.

Keemia Instituudis uuritakse heitvete puhastamist kantserogeensetest ja toksilistest ainetest elektriimpulssmeetodiga, Küberneetika Instituudis kumulatiivseid indikaatoreid atmosfääri seisukorra inditseerimiseks suurtel aladel. Spetsiaalse Konstrueerimisbüroo tööprogrammis on üheks tähtsamaks ülesandeks mürkkemikaalide avastamise ja määramise kromatograaf-detektorite loomine ja valmistamine.

Avardunud on ühiskonnateaduste uurimisväli: ulatuslikumateks uurimisteks konkreetses sotsioloogias loodi eeldused 1967. aastal, filosoofias 1970. aastal, rahvahariduse ajaloos 1970. aastal. Vabariigi ühiskonnateadlaste tõhusamaks abistamiseks asutati 1970. aastal vastav informatsioonikeskus Teaduslikus Raamatukogus. Märkimisväärne on Eesti, Leedu ja Läti ühiskonnateadlaste koostöö süvenemine, eriti Balti majanduspiirkonna ökonoomika arendamisel.

1972. a. algul kinnitas presiidium programmi puhaste ainete tootmise ettevalmistamiseks akadeemia süsteemis. Eesmärgiks on toota eelkõige teadusliku uurimistöö vajadusteks kõrge puhtusastmega süsivesinikke (*n*-alkeene, nende homoloogiliste ridade trans- ja tsissisomeere, tsüklopenteene, tsüklohekseene jne.), märgistada neid reaktiive stabiilsete isotoopidega; laiemaks kasutamiseks rahvamajanduses on kavandatud immobiliseeritud ensüümide eksperimentaaltootmine, väga puhaste ensüümide valmistamine teaduse tarbeks, immobiliseeritud ensüümide ja teiste bioloogiliselt aktiivsete ühendite aktiveeritud kandjate tootmine, samuti stabiilsete isotoopidega märgistatud biokeemiliste reaktiivide valmistamine.

Uurimisprogrammi eesmärkide realiseerimine toimub tihedas koostöös Tartu Riikliku Ülikooli ja Tallinna Polütehnilise Instituudiga.

1972. a. lõpul esitas Teaduste Akadeemia presiidium Eesti NSV Ministrite Nõukogule ettepaneku vabariigi teaduse arengu ja põhi-

liste uurimisprobleemide kohta pikaajalises perspektiivis. Ettepaneku koostamisest võtsid aktiivselt osa Kõrgema ja Keskerihariduse Ministeerium, Põllumajanduse Ministeerium, Vabariiklik Ehituskomitee, Tervishoiu Ministeerium ning liidulise alluvusega uurimisasutuste esindajad.

Arvestades seda, et ettepanek teaduse arengu kohta on osa vabariigi rahvamajanduse ja kultuuri arendamise pikaajalisest kavast, et uurimistegevuse resultaadid peavad mõjutama rahvamajanduse ja kultuuri arengut, on esitatud ettepanekus pearõhk asetatud probleemidele, mille lahendamine on eelkõige oluline vabariigi arengu seisukohalt — mille lahendamise tulemuseks on materiaalne väljund, tööstusliku tootmise organiseerimise võimaluste küllaldane aprobatsioon. Nende ülesannete hulgas on akadeemias varem kavandatud ettevõtmised teadusotstarbelise aparatuuri, puhaste biopreparaatide ja dialkeenide katioonse telomerisatsiooni produktide tootmise alal, samuti looduslike ressursside kasutamise bioloogiliste ja keskkonnakaitse tehnoloogiliste probleemide alal. Kuid ettepanek sisaldab ka tähtsamaid sotsiaalseid probleeme: haridus ja spetsialistide ettevalmistamine, asustuse areng, vabariigi rahvamajanduse terviklik arendamine.

Nende ülesannete lahendamine nõuab muidugi üksikute uurimisrühmade sügavat integratsiooni, selle tõttu nihkeid senisest temaatikast ja paratamatult tõsist teaduslik-organisatoorset tööd.

Koos teiste organisatsioonidega nii Nõukogude Liidus kui ka välisriikides tähistas Eesti NSV Teaduste Akadeemia Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsiooni ja NSV Liidu viiekümnendat aastapäeva ning V. I. Lenini sajandat sünniaastapäeva. Akadeemia asutused võtsid nende juubelite auks sotsialistlikke kohustusi, andsid välja vastavasisulisi uurimusi. Toimusid pidulikud üldkogu koosolekud.

*

Heade saavutuste eest töös on ülevaateperioodil saanud valitsuse autasud Füüsika ja Astronoomia Instituut, Keemia Instituut, Küberneetika Instituut, Majanduse Instituut ning Termofüüsika ja Elektrofüüsika Instituut.

Paljusid akadeemia liikmeid ja tema asutuste töötajaid on autasustatud Nõukogude Liidu ordenite ja medalitega. Nende hulgas pälvisid sotsialistliku töö kangelase aunimetuse akadeemikud J. Eichfeld (1968), F. Klement (1969) ja A. Veimer (1973).

*

Aprillis 1971 möödus 25 aastat Eesti NSV Teaduste Akadeemia asutamisest. Lühikese, kuid tähelepanu vääriva hinnangu akadeemiale selle tähtpäevaga seoses annavad kaks järgnevat läkitust.

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIALE

Eestimaa Kommunistliku Partei Keskkomitee tervitab Eesti NSV Teaduste Akadeemia 25. aastapäeva puhul kõiki akadeemia töötajaid ning soovib akadeemia liikmeile, teaduslikele töötajaile, inseneridele, konstruktoritele, laborantidele ja töölistele, kogu akadeemia kollektiivile uusi kordaminekuid kommunismi materiaal-tehnilise baasi rajamises ja nõukogude kultuuri edasiarendamises.

Akadeemia asutamine ja edasine tugevdamine oli üks olulisemaid koostisosi suures töös nõukoguliku kultuuri arendamisel meie vabariigis. Alles Nõukogude rahvaste vennalikus peres avanesid meie teadusele sellised arenguvõimalused ja perspektiivid, mis olid mõeldamatud kodanliku väikeriigi kitsastes oludes. Tänu NSV Liidu Teaduste Akadeemia hoolitsusele ja igakülgsele abile on Eesti NSV Teaduste Akadeemia kujunenud arenenud, kompleksseks uurimisasutuste süsteemiks, kus lahendatakse edukalt nii teoreetilisi kui ka rahvamajandusliku tähtsusega rakenduslikke probleeme. Akadeemia teadlased on palju ära teinud füüsika, astronoomia, küberneetika, majandusteaduse, keemia, energeetika ja aparaadiehituse valdkonnas, samuti Eesti ajaloo, eesti keele ja kirjanduse uurimisel. Tunnustusväärne on akadeemia teadlaste ühiskondlik-poliitiline tegevus ühiskonnateaduste alal, nende ideoloogiline töö nõukogude patriotismi ja rahvaste internatsionaalse sõpruse süvendamisel: suur töö on ära tehtud teaduse saavutuste juurutamisel ja populariseerimisel.

Eestimaa Kommunistliku Partei Keskkomitee avaldab kindlat veendumust, et NLKP XXIV kongressi künnisel oma aastakoosolekule kogunenud vabariigi akadeemia kollektiiv ei säästa jõudu, et partei juhtimisel veelgi oskuslikumalt rakendada oma teadmisi ja võimalusi Nõukogude Eesti ja kogu Nõukogude Liidu majanduse ja kultuuri edasiarendamiseks ning teaduse osatähtsuse suurendamiseks kommunistlikus ülesehitustöös.

24. märtsil 1971

EESTIMAA KOMMUNISTLIKU PARTEI KESKKOMITEE

EESTI NÕUKOGUDE SOTSIALISTLIKU VABARIIGI TEADUSTE AKADEEMIALE

Nõukogude Sotsialistlike Vabariikide Liidu Teaduste Akadeemia tervitab südamest ja õnnitleb palavalt Eesti NSV Teaduste Akadeemia teadlasi ja kõiki töötajaid suure tähtpäeva, Eesti NSV Teaduste Akadeemia 25. aastapäeva puhul.

Lühikese ajalooperioodi jooksul on Nõukogude Eesti teinud Kommunistliku Partei juhtimisel ning kogu nõukogude rahva toetuse ja vennaliku abiga gigantse hüppe ja on muutunud kõrgesti arenenud tööstuse, mehhaniseeritud suurpõllumajanduse ja eesrindliku sotsialistliku kultuuriga õitsvaks sotsialistlikuks vabariigiks.

Silmapaistvaks sündmuseks eesti rahva ajaloos oli Eesti NSV Teaduste Akadeemia asutamine 1946. aasta aprillis, mis tulenes leninliku rahvuspoliitika elluviimisest.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia on kasvanud Nõukogude Liidu suureks teaduslikuks keskuseks. Tehes tihedat koostööd Nõukogude vennasvabariikide õpetlastega ja tugevdades rahvusvahelisi teaduslikke sidemeid, arendab Eesti NSV Teaduste Akadeemia edukalt teaduslikke uuringuid põlevkivi kompleksse kasutamise, tehnilise küberneetika, tahke keha füüsika, astrofüüsika, teaduslike aparaatide ehituse, geoloogia, põllumajanduse produktiivsuse suurendamise bioloogiliste aluste, majanduse, ajaloo, eesti keele ja kirjanduse, soome-ugri keelte ja sotsiaal-poliitiliste probleemide alal.

Mitmete Eesti NSV Teaduste Akadeemia õpetlaste teaduslike uuringute tulemused on läinud Nõukogude teaduse fondi, paljud neist on leidnud rakendust sotsialistliku ja kommunistliku ülesehitustöö praktikas.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia on kaasa aidanud vabariigis mitmesuguse profiiliga teaduslike asutuste tiheda võrgu organiseerimisele ja suure arvu teadlaste kasvatamisele, kes oma mõistuse ja talendiga soodustavad teaduse arenemist.

NSV Liidu Teaduste Akadeemia avaldab veendumust, et Eesti teadlased aitavad oma tegevusega kaasa vabariigi õitsengule,

pühendavad kogu oma talendi meie paljurahvuselise Nõukogude kodumaa hüvanguks.

NSV Liidu Teaduste Akadeemia soovib Eesti NSV Teaduste Akadeemia teadlastele ja kõigile töötajaile uut suurt loomingulist edu eesrindliku Nõukogude teaduse ja kultuuri arendamises kommunismi triumfi nimel, rahu ja rahvaste sõpruse nimel.

NSV Liidu Teaduste Akadeemia president
akadeemik M. KELDÕŠ

NSV Liidu Teaduste Akadeemia asepresident
akadeemik M. MILLIONŠTŠIKOV

NSV Liidu Teaduste Akadeemia presiidiumi teaduslik sekretär
akadeemik J. PEIVE

ÜLEVAATEID TEADUSLIKUST UURIMISTÖÖST

FÜÜSIKA FUNDAMENTAALPROBLEEMID

H. KERES, H. ÕIGLANE

Füüsika ja Astronoomia Instituudis jätkus uurimistöö elementaarosakeste teooria ja relativistliku gravitatsiooniteooria alal.

Nüüdisaegse gravitatsiooniteooria — üldrelatiivsusteooria — lõi Albert Einstein 1916. aastal. Kuigi seda teooriat uuritakse juba palju aastaid ja temast on kirjutatud sadu teaduslikke töid, on ikkagi jäänud hulgaliselt lahendamata probleeme. Füüsika ja Astronoomia Instituudis uuritakse neist Einsteini ja Newtoni teooria suhete probleeme ja mitmeid gravitatsioonivälja laineilmingute küsimusi.

On hästi teada, et Newtoni mehhaanika on Einsteini teooria piirjuhtum. Kasutades seda fakti, uuriti Newtoni teooria struktuuri, lähtudes üldrelatiivsusteooriast, ja vastupidi, mõningatele Newtoni teooria kohta saadud tulemustele tuginedes õnnestus teha järeldusi üldrelatiivsusteooria kohta.

Selleks et Newtoni teooriat efektiivselt võrrelda Einsteini teooriaga, formuleeriti Newtoni mehhaanika neljamõõtmelisel kujul väljateooriana singulaarse meetrikaga kõveras aegruumis, s. o. Newtoni mehhaanikas rakendati üldrelatiivsusteooria matemaatilist aparatuuri. Seejuures selgus, et Newtoni gravitatsiooniteoorias on tõeliste gravitatsioonijõudude ja inertsijõudude täielik ekvivalentsus. Sellest järgneb, et gravitatsioonivälja ja inertsijõudude väljal on ühesugune füüsikaline olemus, või, teiste sõnadega: gravitatsioon ja inerts taanduvad üheks ja samaks nähtuseks. H. Kerese arvates seisneb selles väites ekvivalentsusprintsiibi olemus, kusjuures see printsiip on ühteviisi õige nii Einsteini kui ka Newtoni teoorias.

Ekvivalentsusprintsiibist järgneb, et Newtoni mehhaanika inertsiaalsüsteemid, kui nende määramisel piirduda ainult materiaalsete kehade inertsiomadustega, on mittevaadeldavad objektid. Mis tahes taustsüsteemi võib lugeda inertsiaalsüsteemiks. Selles mõttes on kõik taustsüsteemid samaväärsed. Iga konkreetne inertsiaalsüsteemide valik on Newtoni mehhaanika vastava esituse baasiks. Igas esituses on oma absoluutse liikumise, inertsijõudude ja tõeliste gravitatsioonijõudude mõiste [1].

Edasi selgus, et Newtoni teooria eelmainitud neljamõõtmelises formuleeringus väljavõrrandid ei moodusta ühtset tensorsüsteemi. Süsteem sisaldab teist ja neljandat järku taanduvate tensorite erinevaid komponente. Väljavõrrandite üldkovariantsuse nõue selles mõttes, et need oleksid Einsteini võrrandite tüüpi võrrandid teist järku tensorite jaoks, tõi endaga kaasa Newtoni gravitatsiooniteooria laiendamise. Uute objektidena ilmusid teooriasse gravitatsiooni pöörisväljad, s. o. väljad, kus Coriolisi jõudude tüüpi jõudusid ei ole võimalik kõrvaldada jäiga taustsüsteemi valikuga. Et mitterelativistlike väljavõrrandite mis tahes lahendist võib saada niisuguse Einsteini võrrandite lahendi, millega vastavusprintsiibi kohaselt on vastavusse seatud mitterelativistlik lähtelahend, siis jõuame järeldusele, et Newtoni teooriast väljapoole jäävad gravitatsiooni pöörisväljad esinevad ka üldrelatiivsusteoorias. Üldrelatiivsusteooria on oma sisu poolest avaram kui Newtoni gravitatsiooniteooria.

Kõige huvitavamate, kuid samal ajal ka kõige raskemate ja mitmepalgelisemate probleemide hulka üldrelatiivsusteoorias kuuluvad gravitatsioonivälja energiaga ja gravitatsioonikiirgusega seotud probleemid. Vaatamata paljude uurijate jõupingutustele ei ole seni õnnestunud leida täiesti rahuldavat avaldist gravitatsioonivälja energia jaoks ega invariantset kriteeriumi gravitatsioonikiirguse olemasolu kohta.

Teiseks võimalikuks lähenemisviisiks gravitatsioonienergiale ja gravitatsioonikiirgusele on lineaarelemendis välja arvutada monotoonsed muutused, mida tekitab kiirgus ja mida on loomulik interpreteerida gravitatsioonilainete poolt allikalt ärakantud massina, impulsina ja pöördimpulsina. V. Undil õnnestus lahendada nimetatud ülesannet järkjärgulise lähenduse teel, integreerides Einsteini võrrandeid Bondi üldistatud koordinaatides.

Arvutused muutusid tunduvalt lihtsamaks tänu nurgamuutujate eraldamisele kõigis lähendustes meetrilise tensori kõigis komponentides ja spiniga kerafunktsioonide rakendamisele. Selle tulemusena õnnestus käsitleda peale lineaarse lähenduse ka teist ja kõrgemat järku efekte.

Peale gravitatsioonikiirguse on uuritud ka elektromagnetilist ja skalaarset kiirgust kõveras aegruumis. Detailselt on uuritud mis tahes multipoolstruktuuriga skalaarsete, elektromagnetiliste ja gravitatsioonilainete levimist suure punktmassi gravitatsiooniväljas ja näidatud, et need lained peegelduvad aegruumi kõverusel.

1965. aastal avastasid E. Newman ja R. Penrose uued jäävusseadused, mille alusel tehti katset tuua sisse valikureegleid kõveras aegruumis kiirgavate allikate jaoks. V. Unt näitas, et nendel jäävusseadustel ei ole füüsikalist sisu ja nad ei püstita kitsendusi kiirgavatele allikatele, vaid on seotud teatud matemaatilise meetodiga.

On alustatud gravitatsioonilainete allikate uurimist, mida algeb-

raliselt kirjeldavad Einsteini võrrandite spetsiaalsed lahendid. Need allikad erinevad tunduvalt «harilikest» saaretaolistest allikatest.

Elementaarosakeste füüsikas on viimaste aastakümnete jooksul kujunenud omapärane olukord: hästi on välja töötatud matemaatilised teooriad, mis kirjeldavad ühte või teist külge elementaarosakeste olemusest, kuid elementaarosakeste kõikehaaravat ühtset teooriat ei ole. Peale selle ilmuvad aeg-ajalt uued eksperimentaalandmed, mis nõuavad elementaarosakeste teooria teoreetiliste konstruktsioonide muutmist.

Niisuguses olukorras on elementaarosakeste teoorias välja kujunenud kaks põhisuunda. Esimeses neist tehakse katseid seletada uusi eksperimentaalandmeid teooria seniste kujutluste raames sel teel, et võetakse arvesse tegureid, mida seni pole veel arvestatud. Teine suund lähtub lootusest avardada meie füüsikalist maailmapilti elementaarosakeste teoorias rakendatava matemaatika arendamise teel. Mikromaailma füüsikute kogemused lubavad pidada seda suunda paljutõotavaks.

Füüsika ja Astronoomia Instituudis arendatakse elementaarosakeste teooria alast uurimistegevust mõlemas eelnimetatud suunas.

E. Vesmanil õnnestus kõrvaldada ebakõla mesomolekulaarse iooni $(dd\mu)^+$ tekkekiiruse teoreetiliste arvutuste ja eksperimendi andmete vahel. Ta esitas $(dd\mu)^+$ tekkemehhanismi, mis seletas ära nii suurema tekkekiiruse kui ka protsessi sõltuvuse temperatuurist. Otsustavaks teguriks selles teoorias sai ergastatud pöörlemis-võnkenivoo kvantarvudega $K=1$, $v=1$ ja seoseenergiaga mõni elektronvolt süsteemis $(dd\mu)^+$. Hilisem täpne arvutus kinnitas selle nivoo olemasolu.

μ-mesoni problemaatikasse kuuluvad ka L. Palgi tööd, kus on näidatud, et μ-mesoni Li^6 tuuma poolt haaramise mõõdetud ristlõiget võib seletada tuuma klasterstruktuuriga.

Polarisatsiooniefekte otsestes tuumareaktsioonides uuris teoreetiliselt I. Ots. Ta leidis polarisatsioonisuuruste üldised valemid ja rakendas neid konkreetsete ülesannete lahendamisel, nagu võimalike polarisatsiooniefektide analüüsil prootonite tagasihajumisel deutronitelt, reaktsiooni $He^3+d \rightarrow He^4+p$ eksperimentaalselt määratud polarisatsioonisuhete seletamisel ja kvaasituumaliste mesonresonantside kvantarvude määramisel.

Konkreetsete protsessidega on seotud ka A. Špilevski tööd γ-kvandi muutumisest neutriinopaariks ja G. Kutuzova uurimused tuletistega liikmete võimalikust osast nõrga interaktsiooni lagranžiaanis.

Küberneetika Instituudis töötati välja teooria μ-mesoni polarisatsioonist mesonaatomis, kusjuures võeti arvesse ka μ-mesoni ja tuuma magnetilist interaktsiooni elektronkattega (E. Tammet).

Elementaarosakeste teooria üldteoreetilise suunaga töödest Füüsika ja Astronoomia Instituudis tuleb märkida L. Palgi uuri-

musi, mis käsitlevad teooria CP-invariantsuse küsimusi. L. Palgi töötas välja CP-invariantsuse rikkumise mudeli, mis on kooskõlas K_L-mesoni lagunemise andmetega ja mis Cabbibo teooria CP-invariantsel piiril modifitseerub nii, et on kehtiv isotoopiline valikureegel $|\Delta I| = 1/2$ (ilma liigse $|\Delta I| = 3/2$, nagu on Cabbibo teoorias).

A. Ainsaare töödes on Kemmer-Duffini teooria alusel antud uus juurdeminek ühe bosoni ja kahe fermioni nõrga interaktsiooni teooriale. On uuritud mitmeid Kemmer-Duffini maatriksite algebra küsimusi, mida hiljem rakendati spiniga 0 ja 1 bosonite S-maatriksi teoorias.

Uuriti rühmateooria meetodeid elementaarosakeste teoorias. Leiti meetod rühma 0(5) taandumatute esituste rakendamiseks elementaarosakeste relativistlikult invariantsete võrrandite teoorias. Õnnestus leida ka meelevaldse spiniga osakese esimest järku lainevõrrandeis esinevate maatriksite (nn. Harish-Chandra maatriksid) ilmutatud kuju (M. Kõiv).

Kvantväljade teoorias hajuvuste kõrvaldamiseks rakendatavad reguleerimismeetodid ei ole hajuvate ridade ja integraalide matemaatilise teooria seisukohalt üldiselt ranged. H. Õiglane esitas uue, matemaatiliselt range regulariseerimismeetodi, mis on aritmeetiliste keskmiste meetodi üldistuseks.

Piirrühmade teooria on abstraktne matemaatika, mis aga võimaldab kirjeldada piirseoseid füüsikaliste teooriate ja dünaamiliste olukordade vahel. J. Lõhmus üldistas piirüleminekute teooriat mitmetele algebralistele süsteemidele, sealhulgas (koos M. Kõivuga) mitteassotsiatiivsetele algebratele. Edaspidi peaksid ka need abstraktsed matemaatilised uurimused viima konkreetsetele füüsikalistele tulemustele.

1. Керес Х. П. Представления ньютоновой теории. — В кн.: Гравитация. Проблемы. Перспективы. Киев, 1972, с. 62—82.

KRISTALLI LISANDITSENTRITE SPEKTRID TEOORIA JA EKSPERIMENT

K. REBANE

1. Vaadeldavale ajavahemikule eelnenud perioodil oli FAI tahke keha teooria töörühm üsna järjekindlalt töötanud kristalli lisanditsentrite spektrite teooria kallal ja saavutanud ka mitmeid tulemusi, eelkõige spektrite võnkestruktuuri alal (vt. näiteks eksperimentaatorite jaoks kirjutatud kokkuvõtet [1]). Autor julgeb väita, et lisanditsentritega aktiveeritud kristallide kaasaegse spektroskoopia (progressiivseks) iseärasuseks möödunud aastakümnel oli suur huvi foononivabade joonte vastu.* Neid asuti teadlikult otsima ja paljudes spektrites ka leiti.

Seoses sellega oleks väär jätta meenutamata FAI teoreetikute publikatsioone ja ettekandeid, eelkõige V. Hižnjakovi lühiteadet [2], sellele eelnenud ettekannet Tartu füüsikute seminaril ning V. Hižnjakovi ja käesoleva kirjatüki autori ettekannet XI luminestsentsialasel nõupidamisel Minskis (1962. a.). Nendes arendati foononivabade joonte ja foonontiibade teooriat, juhiti tähelepanu foononivabade joonte leidmise võimalikkusele laias lisanditsentrite klassis, propageeriti just selliste luminestsentsitsentrite uurimist, mille spektreis on foononivabad jooned ja ilmekas võnkestruktuur.

Foononivabade joonte ja nendega kaasnevate foonontiibade struktuuri hoolikas uurimine tõstis kristallide optilise spektroskoopia eksperimendi ja teooria kvalitatiivselt uuele tasemele. Analoogiat Mössbaueri efektis avalduva foononivaba joonega, mida esimesena

* Märkigem, et omal ajal keskkooliõpikuis ja ka füüsika üldkursustes käibel olnud väide, et gaasidele on omased joonspektrid, ainele kondenseeritud olekus aga pidevad spektrid, on ülimalt ebatäpne: tahkete kehade ja ka vedelike spektrid on väga tundlikud välistingimuste suhtes ja sõltuvad oluliselt mõõtmisviisist. Üha rohkem realiseeritakse eksperimente, milles saadakse kristallides (ja ka vedelikes) väga kitsaste joontega ning tänu sellele informatsioonirikkaid spektreid. Füüsikaliste mõõtmiste rekordtäpsus tugineb tahke keha spektrijoonele — gammakiirguse resonantsjoonele (Mössbaueri efekt); gaaside spektrijoontele on tavalise katsekorralduse puhul omane Doppleri laienemine, foononivabad jooned kristalli lisanditsentris on aga sellest vabad.

märkas ja tõlgendas optiliste elektronvõnkumisspektrite puhul Trifonov (vt. [1]), otsiti ja leiti ka infrapunastes võnkumisspektrites ja valguse kombinatsioonhajumise spektrites.

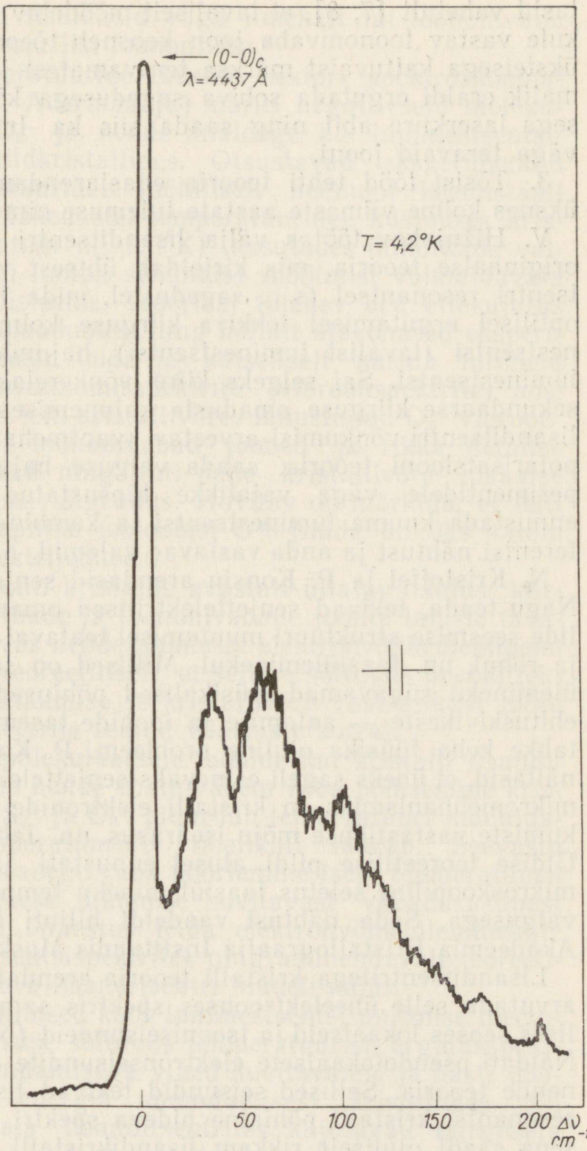
2. Üheks varasemaks ja kesksemaks publikatsiooniks Tartu tahke keha teoreetikutelt elektronvõnkumisspektrite struktuuri alalt oli Špolski efekti teooriat käsitlev töö [3]. Špolski efektiks nimetatakse küllalt keerukate molekulide spektrite, mis on tavalistes tingimustes (kõrgetel temperatuuridel või juhuslikes vedelates ja tahketes lahustites) struktuurivaesed ja ilmetud, muutumist selgestruktuurilisteks ja kõrgelt informatiivseteks nende molekulide sissekülmutamisel sobivatesse lahustitesse — matriitsidesse (enamasti normaalsetesse parafiinidesse). Mainitud töös tõlgendati Špolski spektreid kui tüüpilisi kristalli lisanditsentri spektreid mitmete elektronvõnkumisüleminekul aktiivsete lokaalsete võnkumiste olemasolul. Sellest lähtudes ennustati, et spektrijoontel peavad olema ka foonontiivad, ning väideti, et madalatel temperatuuridel mõõdetud kitsad (1—2 cm^{-1}) spektrijooned on veel 3—4 suurusjärku laiemad tegelikest puht-elektronüleminekule vastavatest foononivabadest joontest. Laienemine on tingitud külmunud lahusti mittehomogeensusest. See segav mõju on põhimõtteliselt kõrvaldatav ning tegelikud foononivabad jooned laiusega 10^{-2}—10^{-4} cm^{-1} on samades süsteemides eksperimentaalselt vaadeldavad (vt. ka [1]).

Kuigi teooria leidis üldiselt head vastuvõttu, ei õnnestunud Špolski spektri uurijatel mitme aasta jooksul eksperimentaalselt tõestada teooria keskset järeldust: foonontiiva olemasolu.* Kui aga pole käes foonontiib, ei ole täit selgust ka foononivaba joonega: ei saa lugeda tõestatuks, et Špolski «kvaasijoon» on tõepoolest foononivaba joon. Hakkasid tekkima kahtlused teooria paikapidavuses. Vähemalt tuli nagu arvata, et *kõigis* Špolski süsteemides on elektronvõnkumisspektrite teooria parameetritel väheusutavad ekstreemsed väärtused.

Olukord lahenes siiski teooria jaoks õnnelikult: FAI spektroskoopiarühmas (P. Saari, T. Tamm) vajalikul tasemel tehtud eksperimendid (mille esmane mõte oli ette valmistada kuuma luminestsentsi otsinguid Špolski süsteemides ja otseseks eesmärgiks Špolski multiplettide dešifreerimine) viisid foonontiibade leidmisele nii ergutus- kui luminestsentsispektrites tüüpilistes hästi uuritud Špolski süsteemides. Esmalt leiti foonontiib perüleeni molekulil, seejärel ka 1,12-bensoperüleenil ning 3,4-bensopüreenil normaalsetes parafiinides [4, 5]. Jooniselt on näha, et saadi täiesti «klassikaline» foononivaba joone ja seda saatva foonontiiva pilt

---

* Täpsemalt: spektrites olid küll olemas laiad struktuurita ribad, mida võis ka pidada foonontiibadeks, kuid tõestust ei olnud; kõige olulisem oli aga see, et ei õnnestunud leida foonontiibu Špolski spektrite parimate joonte juures.



Foononivaba joon koos temale kuuluva foonontiivaga süsteemi «perüleeni molekul normaalses heksaanis» ergutusspektris [4]. Foononivaba joone I_0 ja foonontiiva I_f integraalsete intensiivsuste suhet iseloomustav suurus (Debye-Walleri faktor) $\alpha \equiv \frac{I_0}{I_0+I_f} \approx 0{,}6$.

parameetrite täiesti normaalsete väärtuste korral (vt. [1]). Pärast artiklite ilmumist [4, 5] hakkasid Špolski spektrite foonontiibu leidma ka teised uurijad [6].

Hiljutised Personovi jt. ning Szabo ilusad eksperimendid näi-

tasid vahetult [7, 8], et tavaliselt mõõdetav puht-elektronüleminekule vastav foononivaba joon koosneb tõepoolest suurest arvust üksteisega kattuvaist märksa teravamatest joontest, mida on võimalik eraldi ergutada sobiva sagedusega kõrge monokromaatsusega laserkiire abil ning saada siis ka luminestsentsispektrites väga teravaid jooni.

3. Tõsist tööd tehti teooria edasiarendamisel. Piirdugem siin üksnes kolme viimaste aastate tulemuse nimetamisega.

V. Hižnjakov töötas välja lisanditsentri sekundaarse kiirguse originaalse teooria, mis kirjeldab ühtsest vaatepunktist lisanditsentri resonantsel (s. o. sagedustel, mida lisanditsenter neelab) optilisel ergutamisel tekkiva kiirguse kolme komponenti: luminestsentsi (tavalist luminestsentsi), hajunud valgust ja kuuma luminestsentsi. Sai selgeks kiire võnkerelaksatsiooni tähtis osa sekundaarse kiirguse omaduste kujunemises, õnnestus arendada lisanditsentri võnkumisi arvestav kvantmehaaniline luminestsentsi polarisatsiooni teooria, saada valguse hajumise tänapäeva eksperimentidele väga vajalikke täpsustatud teoreetilisi seoseid, ennustada kuuma luminestsentsi ja kombinatsioonhajumise interferentsi nähtust ja anda vastavad valemid.

N. Kristoffel ja P. Konsin arendasid senjettelektrikute teooriat. Nagu teada, tekivad senjettelektrilised omadused mõnede kristallide seesmise struktuuri muutumisel teataval kindlal temperatuuril ja rõhul, nn. faasiüleminekul. Millised on senjettelektrilise faasiülemineku sügavamad füüsikalised põhjused kristalli väiksemate ehituskivikeste — aatomite ja ioonide tasemel, see on tänapäeva tahke keha füüsika oluline probleem. P. Konsin ja N. Kristoffel näitasid, et üheks sageli esinevaks senjettelektrilise faasiülemineku mikromehhanismiks on kristalli elektronide ja kristallivõre võnkumiste vastastikuse mõju iseärasus, nn. Jahn-Telleri pseudoefekt. Üldise teoreetilise pildi alusel ennustati ja anti esmakordselt mikroskoopiline seletus faasiülemineku temperatuuri mõjutamisele valgusega. Seda nähtust vaadeldi hiljuti NSV Liidu Teaduste Akadeemia Kristallograafia Instituudis Moskvas.

Lisanditsentritega kristalli teooria arendati tasemele, mis lubas arvutada selle üheelektroonses spektris samaaegselt ja omavahelises seoses lokaalseid ja tsooniseisundeid (N. Kristoffel, G. Zavt). Näidati pseudolokaalsete elektronseisundite olemasolu ja arendati nende teooria. Sellised seisundid tekivad lisandinivoo sattumisel resonantsi kristalli põhiaine pideva spektri piirkonnaga. Tulemusena saadi oluliselt rikkam lisandikristalli energeetiline spekter, kui seni arvati.

4. Olulise uue momendina tuleb esile tõsta eksperimendi alustamist tihedas seoses kristallide lisanditsentrite alal tehtud ja tehtava teoreetilise tööga. Teoreetikute poolt soovitatud katseobjektid — lihtsate molekulidega kui lisanditsentritega aktiveeritud kristallid — osutusid küllalt õnnelikeks; tõepoolest leiti lisandi-

tsentrid, mille spektrid sisaldasid väga ilmekalt nii foononivabu jooni kui ka selgestruktuurilisi foonontiibu.*

FAI madalate temperatuuride füüsika sektori spektroskoopiarühmas (L. Rebane, R. Avarmaa jt.) uuriti negatiivseid molekulaarseid ioone NO_2^-, O_2^- ja nende analooge kui luminestsentsitsentreid leelishalogeniidkristallides. Otsustavad eksperimendid tehti heeliumi temperatuuridel (põhiliselt heeliumi keemistäpil 4,2 °K, kuid ka sellele lähedastel temperatuuridel, kusjuures kristalli madalaim temperatuur oli 1,7 °K), kasutades ülinõrkade valgusvoogude (kuni mõni footon sekundis) mõõtmist võimaldavaid footonite loendamise süsteeme. Teooriast tulenev hea ettekujutus spektrite oodatavatest omadustest ning küllalt ajakohased eksperimendiseadmed võimaldasid leida ja katseliselt uurida mitmeid lisanditsentrite elektronvõnkumisspektrite (vibroonspektrite) uusi huvitavaid omadusi. Nii leiti kristallivõres lahustunud O_2^- vibroonspektrites esmakordselt foononivabad jooned ja rikka detailse struktuuriga foonontiivad ning anti neile kristallivõre lokaalse dünaamika teooria alusel tõlgendus. Huvitav on märkida, et leiti ja interpreteeriti ka hapniku isotoobist O^{18} (mida on üks aatom viiesajast) tingitud spektrijooned.

O_2^- molekulaarsel ioonil kristallis avastati üllatav nähtus: kiirgusspektrite spektraalribade ja foononivabade joonte laiuste tavalisele vastupidine sõltuvus nende numbrist elektronvõnkeülemineku seerias. O. Sild näitas teoreetiliselt, et selline sõltuvus peabki tekkima molekulisisese võnkumise ja kristallivõre vastastikust mõju iseloomustavate parameetrite teatud väärtuste korral.

Kõigi eelnimetatud molekulaarsete ioonide kui kristalli lisanditsentrite iseärasuseks on nende enam-vähem vaba pöörlemine kristallis, mis molekulidel S_2^- ja O_2^- pidurdub temperatuuri madaldamisel ja heeliumi temperatuuridel täielikult lakkab. Seevastu molekulil NO_2^- säilib peaaegu vaba pöörlemine isegi temperatuuril 2 °K. Sellest kristallisisese liikumise huvitavast vabadusastmest tingitud peenstruktuuri õnnestus leida elektronvõnkeüleminekute neeldumis- ja luminestsentsispektrites ning ammendavalt teoreetiliselt tõlgendada pöörleva lisanditsentri mudeli najal.

Spektrite täpsed mõõtmised koos luminestsentsi uurimise meetodite (kiirguse intensiivsuse sõltuvus temperatuurist, ergutusspektrite mõõtmine jt.) rakendamisega viisid huvitavatele ja hästi põhjendatud järeldustele energia muundumisest kristallides. Nii ilmnes, et vaadeldavais lisanditsentrites kujutavad kiirguseta elektronoleku muutused endast kvantmehaanilisi tunnelülemineku id. Molekuli NO_2^- korral leiti esmakordselt luminestsentsi kvantsaagise väga ilmekalt avalduv muutumine ergutussageduse varieerimisel ühe elektronvõnkeriba piires (kõrvalekalle S. Vavi-

* Molekulidega aktiveeritud kristallid pakuvad huvi ka kui perspektiivsed süsteemid mitmekesistes tehnilistes rakendustes.

lovi ühest luminestsentsiseadusest). Luminestsentsi saagise eksperimentaalkõvera sõltuvus ergutussagedusest, temperatuurist ja kristallist, milles uuritav NO_2^- tsenter asus, oli heas kooskõlas teooriast ja teistest eksperimentidest tulenevate järeldustega elektronenergia ja lokaalsete võnkumiste energia relakseerumisest.

Alustati töid ka molekulide matriitsspektroskoopias, kus matriitsiks on väärisgaasist (argoon jt.) kasvatatud kristallid (L. Rebane, A. Lõhmus, I. Sildos). Nii nähti esmakordselt ja mõõdeti hapnikumolekuli optilisel ergutamisel tekkivat luminestsentsi lisanditsentril O_2 argooni monokristallis. Atmosfääris ja elava looduse ainevahetuses ülitähtsat osa etendaval hapnikumolekulil on ka unikaalne füüsikaline omadus: tal on molekuli põhiolekus olemas kompenseerimata spin ja sellega seotud molekuli magnetmoment. See viib hapnikku sisaldavate ainete huvitavatele magnetilistele omadustele ja lisanditena kristalli viidud hapnikumolekulide tendentsile moodustada molekulpaare ja keerukamaid agregaate. Spektroskoopiarühmas tehtud eksperimendid näitasid, et argoonkristallis on luminestsents tingitud kahe lähestikku asuva, kuid otseselt teineteist ülivähe mõjustava hapnikumolekuli ühistest (nn. kooperatiivsetest) ergutatud olekutest. Esineb ka kooperatiivse oleku lagunemine kaheks individuaalseks üksiku molekuli ergutatud seisundiks, mis samuti võivad luminestseeruda.

5. Oluliseks sammuks edasi kristalli lisanditsentris toimuvate protsesside tundmaõppimisel oli kuuma luminestsentsi avastamine, eksperimentaalne uurimine ja energia relaksatsiooniaegade määramine selle kaudu (P. Saari) [9, 10].

Valdav enamik luminestsentsitsentreid kristallides on kiiresti relakseeruvad — neil on omadus kiiresti (võrreldes ergutatud elektronoleku elueaga) vahetada võnkumisenergiat ümbritseva kristalliga. Sellepärast kirjeldatakse optilisel ergutamisel tekkivat luminestsentsi tavaliselt kui kolmest üksteisele järgnevast osast koosnevat protsessi: ergutava valguse footoni (primaarse footoni) neelamine (1); lisanditsentri võnkeenergia relaksatsioon soojusliku tasakaaluni ümbritseva kristalliga (2); luminestsentsi footoni (sekundaarse footoni) kiirgamine olekust, mis on võnkumiste poolest juba soojuslikus tasakaalus (3). Selline jaotamine on hästi õigustatud, sest teise etapi kestus on 10^3—10^4 (ja enam) kordi lühem ergutatud oleku optilisest elueast, s. o. kolmanda etapi kestusest.

Tänu laseritele valgusallikatena ja ka eksperimendi teiste lülide täiustamisele (footonite loendamise süsteemid, kahe- ja kolmekordsed kõrgekvaliteedilised monokromaatorid) on viimastel aastatel hoogu läinud valguse hajumise eksperimendid, sealhulgas resonantse hajumise katsed kristalli lisanditsentritega. On arusaadav, et viimast liiki eksperimentide tõlgendamisel on vaja märksa täpsemat ettekujutust tegelikult toimuvast, kui seda võimaldab eelkirjeldatud koimeetapiline skeem: ei ole ju selles skee-

mis kohta hajunud valgusel. Teisest küljest on arusaadav, et resonantshajumise korral (ergutav sagedus langeb lisandi neeldumisribasse) peab ilmtingimata arvestama ka luminestsentsi tekkimise võimalusega.*

Kui on aga olemas luminestsents ja samal ajal mõõdetakse ülinõrka hajunud valgust, ei tohi ju unustada, et ka teise etapi (võnkerelaksatsiooni) kestel toimub valguse kiirgamine. Et see kiirgus on olemuselt samuti luminestsents, väljub aga tsentrist, mille võnkumisolek on veel «kuum», siis näis nimetus «kuum luminestsents» esimeste sellealaste tööde autoritele paslik ning nüüd on sama termini kasutusele võtnud teisedki teadlased Tartus ja mujal. Kuuma luminestsentsi intensiivsus on nii mitu korda nõrgem tavalisest luminestsentsist, kui mitu korda on optiline eluiga suurem võnkerelaksatsiooni kestusest, s. o. 10^3—10^4 või enam korda.**

Et kuuma luminestsentsi spektri küllalt detailne mõõtmine on tänapäeva vahenditega täiesti võimalik, seda näitas P. Saari. See on ka üldistest kaalutlustest arusaadav: eeltoodud intensiivsusega sama suurusjärku on valguse kombinatsioonhajumine, mille spektreid mõõdetakse, ning küllalt suur osa kuuma luminestsentsi spektreist võib langeda sinna, kuhu tavalise luminestsentsi spekter ei ulatu.

Osaliselt võib kuuma luminestsentsi spekter sattuda kombinatsioonhajumise piirkonda. Seetõttu ei saa mõistlikult tõlgendada valguse resonantshajumise eksperimente kristallidega, kui ei ole eelnevalt saadud selgust kuuma ja tavalise luminestsentsiga.

Kuum luminestsents leiti ja seda uuriti põhjalikult NO_2^- molekulidel kristallides KCl, KBr, RbCl. Saadi väga ilusaid ja veenvaid kuuma luminestsentsi spektreid, milles avaldusid isegi foonontiivad ja pöörlemisest tingitud peenstruktuur. Täpses kooskõlas teoreetiliste ettekujutustega sõltusid kuuma luminestsentsi spektrid väga tugevasti ergutava valguse sagedusest: ergutussageduse kahanemisel kadusid jooned, mille lähtenivoo ergutamiseks enam ei jätkunud primaarse footoni energiast.

Kuuma luminestsentsi joonte intensiivsusest saadi täiesti unikaalsed andmed lokaalsete võnkumiste energia relaksatsiooniaegade kohta: KCl—NO_2^- näitel määrati esmakordselt küllalt otsesest eksperimendist lokaalsete võnkumiste ergutatud seisundite mitut liiki kvantüleminekute tõenäosused (kiirguseta ülemine-

---

* Adekvaatsed teoreetilised alused kirjeldamaks protsessi nii, et kiiresti relakseeruva tsentri kiirgusvoos on üheaegselt olemas ja teineteisest spektraaltunnuste järgi eristatavad nii luminestsents kui ka hajunud valgus ja kuum luminestsents, andiski sekundaarse kiirguse teooria, mis on kokku võetud V. Hižnjakovi doktoritöös.

** Kui tavalise luminestsentsi intensiivsus on kiirguseta üleminekute tõttu kahanenud, jääb kuuma luminestsentsi absoluutne intensiivsus enam-vähem endiseks, suhteline intensiivsus seega kasvab.

kud, lagunemine kristallivõre foononiteks, totaalsed eluead). Esmakordselt määrati ka NO_2^- näitel molekuli pöörlemisenergia relaksatsiooniajad kristallis (P. Saari, R. Avarmaa). Saadi eksperimentaalset kinnitust teoreetilistele ettekujutustele ja hinnangutele ka teiste lisanditsentris asetleidvate relaksatsiooniprotsesside kohta.

Õnnestus leida kuum luminestsents Špolski süsteemides (T. Tamm).

6. Vaadeldava ajavahemiku lõpul asus R. Avarmaa juba õige keerukate, bioloogias tähtsat osa etendavate molekulide uurimisele. Špolski meetodil õnnestus näiteks saada klorofülli *a* madalatel temperatuuridel (2 °K) mõõdetud kiirgus- ja ergutusspektreid, mis sisaldasid väga teravaid jooni ja olid seetõttu palju informatsioonirikkamad kui senini arvukates töödes aastakümnete vältel mõõdetud spektrid. Tuleb loota, et siin on alustatud olulist tööde tsüklit, mis lubab saada optilise spektroskoopia meetoditega uusi ja, mis eriti tähtis, usaldusväärset tõlgendamist võimaldavaid andmeid klorofüllist ja bioloogiliselt tähtsatest molekulidest *in vitro*.

Aastatel 1965—1972 leidis aset tahke keha teooria alase töö oluliste lõikude seostamine kaasaegsel optiliste spektrite mõõtmiste tasemel kohapeal tehtava eksperimendiga. Saavutati mitmeid märkimisväärseid teoreetilisi tulemusi ning mõõdeti suurepäraseid ja õpetlikke aktiveeritud tahkete süsteemide optilisi spektreid. Oma füüsikaliselt sisult ja usaldusväärsuselt parimaid tulemusi saavutati seal, kus õnnestus teooriast lähtudes selgelt probleemi näha ja asuda seda lahendama, tuginedes nii tänapäevasele ja originaalsele eksperimendis kui ka uuele ja värskele eksperimendi teoreetilisel tõlgendamisel. Nüüdisaegses üliviljakalt väga mitmesugust informatsiooni tootvas füüsikas peaks just sellistel füüsikaliselt selgetel ja lõpuleviidud teoreetilis-eksperimentaal-teoreetilistel tulemustel olema objektiivseid eeldusi saada usaldusväärseteks pidepunktideks oma teaduslõikudes.

1. Ребане К. К. Элементарная теория колебательной структуры спектров примесных центров кристаллов. М., 1968, 230 с.
2. Хижняков В. В. О детальной структуре электронно-колебательной полосы. — Тр. ИФА АН ЭССР, № 21. Тарту, 1962, с. 278—280.
3. Ребане К. К., Хижняков В. В. Теория квазилинейчатых электронно-колебательных спектров в кристаллах I. Теория эффекта Шпольского. — Опт. и спектр., 1963, т. 14, № 3, с. 362; то же, часть II. Сравнение эффекта Шпольского с эффектом Мёссбауэра, там же, № 4, с. 491.
4. Ребане К., Саари П., Тамм Т. Природа «мультиплетов» и фононное крыло в некоторых спектрах систем Шпольского. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1970, т. 19, № 2, с. 251—254.
5. Rebane, K., Saari, P., Tamm, T. The phonon band and nature of "multiplets" in some quasilinear spektra. — Fifth Molecular Crystals Symposium, Program, Philadelphia, University of Pennsylvania, 1970, pp. 121—126.

6. Персонов Р. И., Осадько И. С., Годяев Э. Д., Альшиц Е. И. Исследование фононных крыльев и бесфононных линий в спектрах примесных кристаллов *н*-парафинов. — ФТТ, 1971, т. 13, № 9, с. 2653.
7. Персонов Р. И., Альшиц Е. И., Быковская Л. А. Возникновение тонкой структуры в спектрах флуоресценции сложных молекул при лазерном возбуждении. — Письма в ЖЭТФ, 1972, т. 15, № 10, с. 609—612.
8. Szabo, A. Observation of the optical analog of the Mössbauer effect in ruby. — Phys. Rev. Lett., 1971, Vol. 27, p. 323.
9. Саари П. М. Горячая люминесценция и процессы релаксации в примесном центре. (Диссертация на соискание ученой степени кандидата физ.-матем. наук). Тарту, 1972, 135 с.
10. Rebane, K. K., Saari, P. M., Mauring, T. H. Hot luminescence of molecular impurity ions in alkali halide crystals. — In: Luminescence of Crystals, Molecules, and Solutions. Proceedings of the International Conference on Luminescence held in Leningrad, USSR, August, 1972. New York — London, 1973, pp. 690—699.

IOONKRISTALLIDE FÜÜSIKA

TŠ. LUŠTŠIK, H. KÄÄMBRE

Järgnev on lühike ülevaade tähtsamatest teaduslikest tulemustest ajavahemikul 1965—1972 ioonkristallide eksperimentaalsel uurimisel. Sellal käsitleti eeskätt elektronergutuste ja struktuuridefektide eripära $A^{I}B^{VII}$, $A^{II}B_2^{VII}$ ja $A^{II}B^{VI}$ tüüpi ühendite kristallides ning mõningates keerukamates hapnikku sisaldavates ioonsüsteemides. Ühtlasi selgitati väljavaateid ioonkristallide praktiliseks rakendamiseks tuumakiirguste dosimeetritena, valgusallikate spektrimuunditena ja mäluseadiste aktiivainetena.

Töö tulemused on avaldatud ligemale 500 artiklis. Kuni 1966. aastani ilmunutest annab ülevaate Tš. Luštšiku artikkel [1], hilisematest FAI «Uurimuste» seerias ilmunud kogumikud [2—8] ja koondartiklid [9—13].

Lisandi- ning defektipuhaste $A^{I}B^{VII}$-kristallide saamine ja uurimine. Et uurida elektronergutuste eriomadusi tahkes kehas, selleks vajatakse kristalle, mis ei sisalda lisandeid ning omadefekte rohkem kui 10^{-4} moolprotsenti.

Leelishalogeniidkristallide sügavpuhastamiseks rakendati mitmekordset ümberkristalliseerimist lahustest, tsoonsulatamist, sorptsioontöötlemist jt. võtteid. Et saada puhtamaid ja defektivabamaid monokristalle, täiustati Stockbargeri ja Kyropoulose monokristallide kasvatamise menetlusi.

Leiti rekordiliselt kõrge talliumisisaldusega (kuni 25 moolprotsenti) leelishalogeniidkristallide saamise menetlus.

Uuriti leelishalogeniidsoolade niitkristallide struktuuridefekte ja luminestsentsi. Erakordselt kõrge mehaanilise tugevusega niitkristallides peaaegu pole dislokatsioone, madal on ka punktdefektide kontsentratsioon. Seepärast on nad iseäranis kohased kristalli rikkumata võres toimuvate füüsikaliste protsesside (fundamentaalprotsesside) jälgimiseks.

Unikaalse mikrospektrofotomeetri МЛИ-1 abil vaadeldi luminestsentshelenduse «topograafiat» kristallis ruutmikromeetriste alade kaupa.

Täiustati kulla aatomitega «dekoreeritud» punktdefektide elektronmikroskoopilise uurimise metoodikat ning täpsustati defektide tekkemehhanisme ja nende osa epitaksiaalkilede kasvamises.

Lisanditsentrid kui luminestsentssondid elektron- ja aukprotsesside uurimiseks. Elavhõbedasarnased ioonid (Ga^+, Ge^{2+}, In^+, Sn^{2+}, Tl^+ ja Pb^{2+}) ja väärismetallide ioonid (Cu^+, Ag^+, Au^+) moodustavad leelishalogeniidkristallide võres kvaasiatomaarse loomuga luminestsentsitsentreid. Neeldumis- ja kiirgusspektrite, polarisatsiooniomaduste ning kiirguse kustumisprotsesside tundmaõppimine võimaldas tõlgendada niihästi nende kiirgustsentrite, mille tuumikuks on elavhõbedasarnane ioon, kui ka väärismetalli iooni ümber moodustunud kiirgustsentrite optilist struktuuri [12, 14].

Leelishalogeniidkristallides on kahte põhitüüpi kiirgavaid lisanditsentreid: ühtesid moodustavad põhiainega isovalentsed lisandioonid, teisi — heterovalentsed. Esimeste optilised omadused määrab ära lokaalsete elektronergutuste ja kristallivõre täissümmeetriata võnkumiste vastastikune mõju. Heterovalentsete lisandite puhul mängivad olulist osa niihästi Jahn-Telleri efekt kui ka struktuuridefektid, mis kompenseerivad lisandiooni liiglaengut.

Uuriti elavhõbedasarnase elektronstruktuuriga tsentrite luminestsentsi paljudes praktiliselt rakendatavates keerulistes ühendites (fosfaadid, oksiidid jt.). Toetudes leelishalogeniidkristallide kiirgustsentrite jaoks loodud füüsikalistele mudelitele, õnnestus ära seletada paljut, mis on iseloomulik luminestsentsvalgusallikates kasutatavatele luminofooridele.

Viimastel aastatel on pööratud erilist tähelepanu mitut tüüpi lisandioonide ning elektronide, aukude ja mitmelaadsete struktuuridefektide vastastikusele mõjule.

Paramagnetilise elektronresonantsi abil ning optiliste mõõtmiste kaudu õpiti tundma aukude haaramist Cu^+- ja Ag^+-tsentrite poolt leelishalogeniidkristallides (Cu^{2+}- ja Ag^{2+}-tsentrite teke). Seda protsessi jälgides on väga hea uurida relakseerumata aukude rännet kristallis, aga ka relakseerunud aukude hüppelist difusiooni.

Tuvastati aukude haardumine In^+- ja Tl^+-ioonidel. Seejuures tekivad In^{2+}- ja Tl^{2+}-tsentrid iseloomuliku polariseeritud helendusega [15]. Selgus, et In^{2+} ja Tl^{2+} tekivad ka interstitsiaalsete halogeeniaatomite ning In^+- ja Tl^+-tsentrite vahelise reaktsiooni tulemusena.

Kui In^+- või Tl^+-tsentrid haaravad elektroni, tekivad atomaarsed In^0- ning Tl^0-tsentrid. Avastati viimaste luminestsents ning uuriti selle omadusi [15].

Kogu kirjeldatud uurimistsükkel näitas, et lisandioone kristallis võib käsitada kui sonde, mille helenduse kaudu saab rohkesti informatsiooni elektron-, auk- ja ioonprotsesside käigust.

Meetodite loomine elektronergutuste uurimiseks energiavahemikus 1—1000 eV. Ioonkristallide energeetiline keelutsoon on üsna lai ($E_g \geqslant 6$ eV). Seepärast saab põhiaine elektronergutusi neis kristallides uurida üksnes vaakuumultraviolettspektroskoopia katseviisidega. Meie füüsikutepere hakkas kristalle mõjutama nii footonite kui ka elektronidega energiavahemikust 1—1000 eV ning õppis tundma seejuures ilmnevaid optilisi ja elektrilisi nähtusi.

Ehitati kuus katseseadet ioonkristallides 5—21-elektronvoldise energiaga footonite toimel puhkevate protsesside jälgimiseks. Mõned neist aparaatidest võimaldavad reguleerida kristalli temperatuuri laias vahemikus 4—600 K. Õpiti kasutama ülipehme röntgenikiirguse spektraalaparatuuri ja kohandati seda oma eesmärkideks. 10—40-elektronvoldiste kvantidega sooritati katseid koos Moskva füüsikutega NSV Liidu Teaduste Akadeemia Füüsika Instituudi sünkrotronil. Niisiis oli 1971. aastaks vallutatud kogu lai spektrivahemik 1—1000 eV, jätmata sellesse ühtki «valget laiku».

Laialdaselt uuriti ioonkristallidel lühilainelise kiirguse mõjuspektreid. Nende saamiseks registreeriti kas kristalli luminestsentsi heledust või temast emiteerunud elektronide arvu. Mõõtmisi tehti nii statsionaarses kui ka impulssrežiimis (kuni 10^{-8} s impulssidega). Vaadeldi ka tugevate elektriväljadega (kuni 10^5 V/cm) esilekutsutud muutusi luminestsentsi ergutusspektris, nn. termoaktivatsioonspektreid, fotoelektronide energiajaotusi.

Valmistati unikaalsed katseseadmed, et jälgida aeglaste (5—5000 eV energiaga) elektronide mõju ioonkristallidele; katseid sooritatakse ülikõrges vaakuumis (rõhk $< 10^{-8}$ torri).

Meetodid ioonkristallide uurimiseks madalatel temperatuuridel. 1967. aastal lasti FAI-s G. Liidja eestvõttel käiku heeliumiveeldiga krüogeenikajaam. Ehitati ka mitu optilist krüostaati, mis võimaldasid uurida füüsikalisi protsesse vedela heeliumi temperatuurini jahutatud ioonkristallides. Tänu isotoobi He^3 kasutuselevõtule võib instituudis praegu katseobjekte jahutada 0,4 kelvinini.

Krüogeenikat on kasutatud erisuguste probleemide lahendamiseks. Nii sooritati ekstsitonide kiirguse kineetika mõõtmisi kaaliumjodiidi kristallides temperatuurivahemikus 1—4 K ja avastati metastabiilsed ekstsitonseisundid. Arendati elektrokalorilise jahutamise teooriat ning näidati katseliselt elektrokalorilise efekti rakendatavust kristallide termostateerimiseks temperatuuridel alla 1 K; näiteks suudeti hoida KCl—OH^--kristalli temperatuuri 0,7 K juures hälbega $\pm 0{,}01$ K, sellal kui kristallis neeldus laserisähvatus (200 $\mu W/cm^3$).

Elektronergutuste migratsioon ja autolokalisatsioon. Eespool loetletud katseseadmed andsid võimaluse selgitada elektronergutuste omadusi mitut tüüpi ioonkristallides.

Paljud ioonkristallid erinevad kitsa keelutsooniga pooljuhtidest muu hulgas selle poolest, et elektronide ja footonite vahelise tugeva interaktsiooni tõttu kaotavad augud ja ekstsitonid ioonkristallides madalail temperatuuridel liikumisvõime ja autolokaliseeruvad. Aukude puhul avastas selle nähtuse Šveitsi füüsik V. Känzig; efekti optilisi ilminguid on Tartus uuritud mitmekülgselt. Ekstsitonide autolokalisatsiooniefekti avastasid ning õppisid tundma rühm Ameerika füüsikuid ning Eesti füüsikud Tš. Luštšik, G. Liidja, R. Kink ja T. Soovik [16].

Edasised katsed näitasid, et väga lühikest aega pärast tekitamist on ekstsitonid ja augud leelishalogeniidkristallides isegi kõige madalamatel temperatuuridel siiski liikuvad [6]. Nad võivad rännata 10—10^2 võrekonstandi kaugusele ja alles pärast võnkerelaksatsiooni langevad autolokaliseeritud seisundisse. Selgus veel, et leelisjodiidides on ekstsitoni üleminekuks relakseerumata (liikuvast) olekust relakseerunud (liikumatusse) seisundisse vaja aktivatsioonienergiat. Seetõttu võivad ekstsitonid ülimadalail temperatuuridel migreeruda suurtele kaugustele.

Käsitleti elektronergutuste spetsiifikat $A^{IIa}B_2^{VII}$ tüüpi kristallides. Osutus, et ka leelismuldmetallide fluoriidides kaotavad augud ja ekstsitonid temperatuuri langedes liikuvuse. Neis ainetes ilmneb ekstsitonide helendus suhteliselt kõrgetel temperatuuridel.

Õpiti tundma elektronergutuste iseärasusi pliihalogeniidides. Neis ühendeis kulub kõige vähem energiat «katioonekstsitonide» sünnitamiseks, mis $PbCl_2$-s ja $PbBr_2$-s lähevad autolokaliseeritud olekusse, aga PbI_2-s jäävad liikuvaks. Seatinakloriidis vaadeldi nähtusi, mis tõenäoliselt seletuvad e l e k t r o n i d e autolokalisatsiooniga.

Uuriti põhiaine ning lisandite elektronergutuste omadusi $A^{IIa}B^{VI}$ tüüpi kristallides, mida rakendatakse tuumakiirguste dosimeetrias [8].

Võeti vaatluse alla kristallivõre elektronergutused ühendeis Al_2O_3, Y_2O_3 ning mõningates keerukama struktuuriga ainetes (kaksikoksiidid, kompleksanlooniga ühendid jne.) [7, 10].

Elektronergutuste paljunemine. Footonite paljunemine. 1964. aastal avastasid E. Ilmas, G. Liidja ja Tš. Luštšik, et elektron-aukpaarid võivad ioonkristallides kuumadest elektronidest ja aukudest põhjustatud põrkeionisatsiooni tõttu paljuneda, mille tulemuseks on spektri optilise osa footonite paljunemine [2], s. o. ühe ergutava footoni muundumine mitmeks luminestsentsifootoniks.

Viimaste aastate jooksul on uuritud seda nähtust umbes sajas erinevast klassist kristallfosfooris [7]. Teostub peaasjalikult kaks footonpaljunemise elektron-aukmehhanismi varianti. Kitsa valentstsooni ja laia juhtivustsooniga kristallides on efekti tekkimise lävienergia $h\nu_t \simeq 2E_g$ (E_g — keelutsooni laius). Ergutavate kvan-

tide energia kasvamisel järgneb läve $h\nu_t$ ületamisele peatselt luminestsentsi kvantsaagise kahekordistumine. Kristallides, kus nii valents- kui ka juhtivustsoon on lai, on $h\nu_t \simeq 3E_g$; lävienergia ületamisele järgneb varsti luminestsentsi kvantsaagise kolmekordistumine.

Uuriti kristallivõre ja lisanditsentrite ergutamist põrkel kuumade fotoelektronidega. Selle protsessi tulemusena tekivad leelishalogeniidkristallides sekundaarsed ekstsitonid, aga kristallides ZnSe—Mn ja CdBr—Mn täheldati Franck-i ja Hertzi efekti analoogi kristallis: lisanditsentri ergutamist elektroni põrkumisel vastu tsentrit.

Selgitati footonpaljunemise rakendusvõimalusi uutes luminestsentsvalgustites [7]. Paljude footonpaljunemisega kristallfosfooride hulgast leiti sellised (näit. Y_2O_3—Eu), mida saab hästi ergutada neoonis kulgeva elektrilahenduse kiirgusega.

Leiti, et üks elektron-aukpaar võib kaskaadprotsessis muunduda kaheks erineva energiaga footoniks, kui lisanditsenter haarab esiteks augu ja seejärel elektroni [15]. Kuigi esialgu on seda nähtust täheldatud ainult madalatel temperatuuridel, avab ta väljavaateid kristallfosfooride luminestsentsi kvantsaagise tõstmiseks.

Mõned tööd käsitlevad footonite paljunemist hõbehalogeniidides. Nende tulemusel selgusid elektronergutuste paljunemisviisid fotomaterjalides. Tehti kindlaks fotomaterjalide eriomadused ultravioletтvalguse vaakuumpiirkonnas.

Elektronergutused ja kiiritusdefektide tekkimine. Uuriti F-tsentrite tekitamise spektreid lühilainelise ultraviolettkiirguse piirkonnas. Saadi teada, et leelishalogeniidkristallides sünnivad F-tsentrid kõige tõhusamini ekstsitonide ja elektron-aukpaaride annihileerumisel. See toetas I. Võtolsi, Tš. Luštšiku ja M. Elango hüpoteesi sellest, et neis kristallides on võimalik teiste tahkete kehade jaoks ebatavaline nähtus: ekstsitonide lagunemine Frenkeli tüüpi defektideks riketeta kristallivõres [9]. Termoaktivatsioonspektroskoopia võtetega tuvastati ka teine ekstsitonide laguprodukt peale F-tsentri, nimelt H-tsenter [17]. Näidati ekstsitonide lagunemist struktuuridefektideks elektronmikroskoopia kaudu.

Vaadeldi kiiritusdefektide moodustumist leelishalogeniidkristallides kalkide kiirguste toimel ja tehti kindlaks, et võre kiirituskahjustuste põhiliseks tekkemehhanismiks on elektronide ja autolokaliseerunud aukude rekombinatsioonil tekkinud ekstsitonide lagunemine. Defektid tekivad ka liikuvate elektronergutuste ning võres enne kiiritamist leiduvate defektide vastastikusel mõjul. Lühiealiste kõrge energiaga ergutuste lagunemist defektideks ei avastatud.

Aastatepikkuse uurimistöö viljana kujundasid Tš. Luštšik ja M. Elango ioonkristallide kiiritusdefektide tekkeprotsesside üld-

pildi. See võimaldab teadlikult suunata niihästi kiirituskindlate kui ka kiiritustundlike materjalide sünteesi.

Rekombinatsioonluminestsents. Tuumakiirguste dosimeetria. Ioonkristallide rekombinatsioonluminestsentsi mehhanisme ja kineetikat uuritakse FAI-s juba palju aastaid. Täpsustati elektron-aukprotsesside kineetikat leelishalogeniidkristallides. Katsed näitasid, et nõrga ergutuse puhul rekombineeruvad geneetiliselt seotud elektronid ja augud, protsessi kineetika on monomolekulaarne [11]. Elektriväljas selliste rekombinatsioonide arv kahaneb. Selgitati tingimused, mille korral monomolekulaarne rekombinatsiooniprotsess läheb üle bimolekulaarseks. Ilmnes, et termostimuleeritud luminestsentsis eralduvad selgesti «monomolekulaarsed» ja «bimolekulaarsed» maksimumid.

Tš. Luštšik, F. Savihhin, A. Sokolov ja I. Jaek andsid uue põhimõtte selliste termoluminestsentsdosimeetrite valmistamiseks, millega saab määrata kiirete neutronite doosi ka tugeva gammakiirguse foonil [18]. Neutronite selektiivsete dosimeetritena tuleb kasutada luminestseerivaid aineid, milles väljakiiritatavad valgussummad sõltuvad kiirguse tihedusest superlineaarselt. Põhjalikult uuriti sääraste «superlineaarsete fosfooride» saamise tingimusi ja näidati, et nõutavad omadused on kristallfosfooril, milles on mitut liiki haardenivoosid elektronidele ja aukudele, kusjuures osa nivoosid täitub ergutamisel küllastumiseni. Valmistati rida luminofoore, mis on kõlblikud tuumakiirguste selektiivses dosimeetrias.

Elektronide emissioon ja pinnanähtused. Kavandati ja ehitati kõrge tundlikkusega aparatuur kristallide elektroniemissiooni uurimiseks.

Sari uuringuid andis üldpildi eelnevalt ergutatud leelishalogeniidkristallide foto- ja termostimuleeritud elektroniemissiooni mehhanismide keerukast põimingust (kuumade fotoelektronide väljapaiskumine, termaliseerunud fotoelektronide ja termoelektronide väljumine kristallist, Auger' emissioon, sorptsiooniprotsessidega seotud emissioon). Foto- ja termostimuleeritud emissiooni metoodika andis olulisi andmeid ka mitut liiki värvitsentrite tekkest kristallis monokromaatse ultraviolettvalguse toimel [17]. Elektroniemissioon on perspektiivne ka pinnanähtuste uurimiseks; muu hulgas püütakse teda rakendada aukude ja ekstsitonide pinnaseisundite uurimiseks ioonkristallides. Nende seisundite teket ennustasid teoreetiliselt G. Zavt ja T. Saks.

Uuriti ka võimalusi kristallide elektroniemissiooni kasutamiseks tuumakiirguste dosimeetrias.

Ioonkristallid kui optoelektroonika aktiivained. Usutavasti on tahke keha füüsika tähtsaimad rakendused lähimas tulevikus seotud optoelektroonikaga, mis kasutab uute informatsioonisüsteemide

loomiseks komplekssselt optikat ja elektroonikat. Välismaal viimastel aastatel tehtud uuringud on näidanud, et ioonkristalle saab kasutada kui aktiivaineid mitut tüüpi mäluseadistes, näiteks ülisuure mahutavusega holograafilistes mälusõlmedes ning salvestusekraaniga elektronkiiretorudes.

FAI-s uuritakse võimalusi uute aktiivainete loomiseks mitmesugustele mäluseadistele. Siinjuures peetakse silmas selliseid Tartus varem läbiuuritud nähtusi nagu ioonkristallide kiiritusvärvimine, tahkete lahuste lagunemine kiiritamisel, fotostimuleeritud elektroniemissioon, lisanditsentrite indutseeritud anisotroopia ning elektriväljadest tingitud efektid kristallides.

1. Лущик Ч. Б. Исследования по физике ионных кристаллов в Институте физики и астрономии АН ЭССР. — В кн.: О развитии физики в Советской Эстонии за годы 1945—1966. Тарту, 1968, с. 26—41.
2. Фотонное умножение в ионных кристаллах. Тр. ИФА АН ЭССР, № 34. Тарту, 1966, 182 с.
3. Электронные возбуждения в ионных кристаллах. Тр. ИФА АН ЭССР, № 35. Тарту, 1969, 258 с.
4. Оптические и электрические явления в кристаллах. Тр. ИФА АН ЭССР, № 36. Тарту, 1969, 254 с.
5. Электронные процессы в щелочногалоидных кристаллах. Тр. ИФА АН ЭССР, № 38. Тарту, 1970, 196 с.
6. Физические процессы в ионных кристаллах. Тр. ИФА АН ЭССР, № 39. Тарту, 1972, 318 с.
7. Спектральные трансформаторы с фотонным умножением. Тр. ИФА АН ЭССР, № 40. Тарту, 1972, 139 с.
8. Физические процессы в соединениях типа $A^{II}B^{VI}$. Тр. ИФА АН ЭССР, № 41. Тарту, 1972, 242 с.
9. Лущик Ч. Б., Витол И. К., Эланго М. А. Экситонный механизм создания F-центров в бездефектных участках ионных кристаллов. — Физика твердого тела, 1968, т. 10, № 9, с. 2753—2759.
10. Lushchik, Ch. Survey of luminescence in alkali halide crystals. — Journal of Luminescence, 1970, No. 1—2, pp. 594—609.
11. Денкс В. П., Лейман В. А., Луканцевер И. Л., Савихин Ф. А. Мономолекулярные и бимолекулярные рекомбинации в кристаллах KCl-In, Ag и KBr-In. — Физика твердого тела, 1970, т. 12, № 5, с. 1455—1461.
12. Lushchik, N. E., Zazubovich, S. G. Electronic excitations of mercury-like centres in alkali halides. — In: Physics of Impurity Centres in Crystals. Tallinn, 1972, pp. 483—504.
13. Lushchik, Ch., Liidja, G., Lushchik, N., Kalder, K., Kink, R., Soovik, T., Vassilchenko, J. Exciton mechanism of excitation of impurity centers in ionic crystals. — Journal of Luminescence, 1973 (to be published).
14. Lushchik, Ch., Gindina, R., Zazubovich, S., Lushchik, N. Nature of the luminescence centers in ionic crystals. — Czech. J. Phys., 1970, Vol. B20, No. 5, pp. 585—604.
15. Зазубович С. Г., Кинк М. Ф., Яэк И. В., Осминин В. С. Ступенчатое излучение двух фотонов при взаимодействии одной электронно-дырочной пары с активаторными центрами в щелочногалоидных кристаллах. — Изв. АН СССР. Сер. физ., 1973, т. 37, № 4, с. 732—735.
16. Кинк Р. А., Лийдья Г. Г., Лущик Ч. Б., Соовик Т. А. Автолокализация экситонов и оптические явления в ионных кристаллах. — Изв. АН СССР. Сер. физ., 1967, т. 31, № 12, с. 1982—1985.

17. Бичевин В. В., Кяэмбре Х. Ф., Лущик Ч. Б., Тийслер Э. С. Экситонные и электронно-дырочные процессы в кристаллах KCl при создании центров окраски ультрафиолетовой радиацией. — Физика твердого тела, 1970, т. 12, № 10, с. 2888—2894.
18. Кузьмин В. В., Лущик Ч. Б., Савихин Ф. А., Яэк И. В., Соколов А. Д. Термолюминесцентный дозиметр быстрых нейтронов. — Атомная энергия, 1967, т. 22, № 6, с. 482—488.

POOLJUHTIDE FÜÜSIKA PROBLEEMID

J. KIRS

Pooljuhtide füüsika alaste tööde põhisuunaks Eesti NSV Teaduste Akadeemia Füüsika ja Astronoomia Instituudis on fotoelektriliste ja optiliste nähtuste uurimine. Aastail 1965—1972 jätkati $A^{II}B^{VI}$ tüüpi ühendite fotojuhtivuse ja luminestsentsi mehhanismi väljaselgitamist, kasutades selleks mitmesuguseid optiliselt ja termiliselt stimuleeritud nähtusi. Juba palju aastaid on uuritud kõrgete rõhkude mõju kristallide optilistele ja elektrilistele omadustele. Alustati $A^{II}B^{VI}$ tüüpi ühendite legeerimise füüsikalis-keemiliste aluste läbitöötamist ning ruum- ja pindlaengute poolt esilekutsutud nähtuste tundmaõppimist. Kõik need probleemid on omavahel küllalt tihedalt seotud. Eelkõige ühendab neid üks ja seesama eesmärk: mitmesuguste mikroskoopiliste lisand- ja omadefektide osa tuvastamine uuritavates nähtustes. Põhiliselt uuriti kaadmiumsulfiidi — iseloomulikku $A^{II}B^{VI}$ tüüpi ühendit.

$A^{II}B^{VI}$ tüüpi pooljuhtide legeerimise füüsikalis-keemiliste aluste ja meetodite väljatöötamine. $A^{II}B^{VI}$ tüüpi ühendite füüsikaliste omaduste väljaselgitamisel on väga tähtis osata kasvatada etteantud koostisega kristalle. Selleks peab küllaldaselt tundma keemiliste reaktsioonide ja tasakaalude iseloomu süsteemides pooljuht—lisand. Alates 1968. aastast on uuritud keemilisi tasakaale ja tahkete lahuste moodustumist süsteemides kaadmiumsulfiid—lisand [1, 2]. Lisanditena käsitleti hõbedat, indiumi, arseeni ja nende sulfiide. Töö tulemusena on saadud andmeid hõbe-, indium- ja arseensulfiidide lahustuvuse kohta kaadmiumsulfiidis ja vastupidi. On koostatud uuritud süsteemide olekudiagrammid. Sealjuures avastati mõned uued kolmikühendid.

Samal ajal töötati välja ka kaadmiumsulfiidi legeerimise menetlused, mis lubasid temasse sisse viia hõbedat ja kloori. Sel teel osutus võimalikuks välja selgitada kaadmiumsulfiidi luminestsentskiirguse päritolu spektri oranžis ja punases osas [3].

$A^{II}B^{VI}$ tüüpi ühendite fotojuhtivus ja luminestsents. Mitmesuguste struktuuridefektide osa väljaselgitamine fotoelektrilistes ja optilistes nähtustes on $A^{II}B^{VI}$ tüüpi ühendite füüsika tähtis ülesanne. Aastaid 1965—1972 märgivad mitmed tööd, milles lokaalsete tsentrite osa uurimiseks kaadmiumsulfiidi fotojuhtivuses ja luminestsentsis kasutati infrapunase valguse poolt esilekutsutud nähtusi. Nende nähtuste analüüsi tulemuseks oli kaadmiumsulfiidi kristallides aukude haardetsentrite avastamine [4, 5]. Need tsentrid avaldavad olulist mõju kaadmiumsulfiidi fotojuhtivuse ja luminestsentsi inertsile. Aukude lokaliseerumine nendel tsentritel põhjustab jääkjuhtivuse (fotojuhtivuse relaksatsiooni väga aeglane komponent) tekkimist ja optilise sähvatuse valgussumma salvestumist kristallides. Avastatud tsentritel on oma osa ka sellistes nähtustes, nagu jääkjuhtivuse ja statsionaarse fotojuhtivuse infrapunane kustutamine, termostimuleeritud juhtivus ja termoluminestsents. Termostimuleeritud juhtivuse ja termoluminestsentsi uurimine võimaldas esitada neid protsesse kirjeldava mudeli, mis rahuldavalt seletab katsete tulemusi [6].

Pooljuhtide sügavate tsentrite uurimiseks on viimastel aastatel ehitatud unikaalne aparatuur, mis põhineb lisandneeldumise optilise modulatsiooni meetodil. Tänu mäluseadmetele saab nimetatud aparatuuri abil registreerida niihästi ülinõrku neeldumise muutusi (kuni $10^{-4}\%$) kui ka nende muutuste kineetikat. Seadmete abil on uuritud neeldumise optilist modulatsiooni kaadmiumsulfiidi monokristallides [7]. On õnnestunud kindlaks teha, et neeldumise modulatsiooni spektri infrapunases osas ei põhjusta ainuüksi niinimetatud tundlikkuse tsentrite asustatuse muutus, nagu varem arvati.

Ruum- ja pindlaengu poolt esilekutsutud nähtused. Üheks laengukandjate ülekande mehhanismiks pooljuhtides ja dielektrikutes on ruumlaengu poolt piiratud vool. See mehhanism etendab tähtsat osa mõnede mikroelektroonikaseadmete töös. Tihtipeale aga ei käitu ruumlaengu poolt piiratud vool olemasolevate teooriate kohaselt. Seoses sellega tehti rida arvutusi, mis lubasid välja selgitada niisuguste tegurite mõju ruumlaengu poolt piiratud voolu statsionaarsetele ja siirdekarakteristikutele, mida tavaliselt ei arvestata teoreetilistes mudelites, nagu näiteks laengukandjate difusioon ja haardenivoode ruumilise jaotuse mittehomogeensus [8, 9]. Ruumlaengu poolt piiratud voolu nanosekundilises diapasoonis toimuva relaksatsiooni eksperimentaalsel uurimisel kaadmiumsulfiidi kristallides avastati laengukandjate ülikiire haardumine [10].

Pooljuhtide pinna ja ruumi lokaalsete seisundite uurimiseks on väga perspektiivne omavalmistatud seade, milles pinnapotentsiaali mõõtmiseks kasutatakse mikrosondi. Selle seadme abil on avastatud elektrivälja poolt indutseeritud pinnapotentsiaali pikaajalised muutused kaadmiumsulfiidi kristallidel [11]. Need muutused on

tingitud laengukandjate lokaliseerumisest tsentritel. Viimane asjaolu võimaldas välja töötada uue meetodi pooljuhtide tsentrite parameetrite määramiseks, mis põhineb pinnapotentsiaali muutuste termostimuleeritud relaksatsiooni mõõtmisel [12].

Kõrge hüdrostaatilise rõhu mõju kristallide optilistele ja elektrilistele omadustele. Optiliste ja elektriliste omaduste uurimine kristallide igakülgsel kokkusurumisel võimaldab tihti saada olulisi lisaandmeid tahkete kehade omaduste ja neis toimuvate füüsikaliste protsesside kohta. Viimaste aastate uurimistöö tulemusena tehti kindlaks mitmete pooljuhtühendite energeetilise spektri sõltuvus rõhust [13, 14]. Mõne ühendi korral selgitati välja ka kokkusurumisel tekkivate fototundlikkuse ja elektrijuhtivuse muutuste põhjused.

Uurides kõrge rõhu mõju leelishalogeniidkristallide atomaarsete ja molekulaarsete lisanditsentrite optilistele omadustele, avastati mõningaid rõhu poolt esilekutsutud nähtusi, nagu spektraalribade nihked, intensiivsuse ümberjaotumine spektrites, kiirgusliku eluea muutused ja kiirguse depolarisatsioon [15, 16, 17]. Erilist huvi pakub siinjuures intensiivsuse ümberjaotumine vibroonsete ribade vahel molekulaarse O_2^--tsentri kiirgusspektris, mis kinnitab selle tsentri konfiguratsioonide jaotusfunktsiooni nihet kooskõlas Johnsoni-Williamsi lähendiga. Atomaarsete tsentrite kiirguse polarisatsiooni astme tugev kahanemine rõhu mõjul pakub huvi nende tsentrite optilise anisotroopia põhjuste väljaselgitamise seisukohast. Rõhust sõltuvaid lisanditsentri omadusi kirjeldavate mudelite analüüsi tulemusena arendati välja Alersi ja Doleceki mudeli uus variant, mis võimaldab kvalitatiivselt seletada spektraalribade nihkeid kristallide kokkusurumisel [18].

1. Тулва Л., Лепп А., Коппел Х. Физико-химическое исследование систем Ag—CdS и Ag_2S—CdS. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1973, № 1, с. 46—50.
2. Каськ Р., Коппел Х. О системе In_2S_3—CdS. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1973, № 1, с. 42—45.
3. Келле Х., Кирс Я., Тулва Л. К вопросу о происхождении оранжевой и красной люминесценции сульфида кадмия. — В кн.: Проблемы физики соединений $A^{II}B^{VI}$, т. II. Вильнюс, 1972, с. 85—89.
4. Айдла А., Кирс Я. Инфракрасные эффекты в кристаллах сульфида кадмия с краевым излучением. — Изв. АН СССР. Сер. физ., 1969, № 6, с. 958—960.
5. Айдла А., Кирс Я. Дырочные процессы в кристаллах сульфида кадмия с краевым излучением. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1969, № 3, с. 297—303.
6. Айдла А., Кирс Я. Термостимулированная проводимость и термолюминесценция некоторых кристаллов сульфида кадмия. — В кн.: Проблемы физики соединений $A^{II}B^{VI}$, т. II. Вильнюс, 1972, с. 56—60.
7. Ванем Р., Лыук П. Оптическая модуляция поглощения в монокристаллах CdS. — В кн.: Проблемы физики соединений $A^{II}B^{VI}$, т. I. Вильнюс, 1972, с. 175—179.

8. Rosental, A., Lember, L. Current transients in the insulator determined by space charge and diffusion. — Phys. Stat. Sol., 1970, Vol. 39, No. 1, pp. 19—23.
9. Парицкий Л., Розенталь А. Монополярная инжекция в условиях неоднородного объемного распределения центров прилипания. — ФТП, 1970, вып. 3, с. 537—541.
10. Розенталь А., Вайну Т. О применении тока, ограниченного объемным зарядом, для измерения микроскопической подвижности в монокристаллах CdS. — ФТП, 1971, вып. 8, с. 1528—1532.
11. Лыук П., Пийльма М., Тенно Ю. Электроиндуцированное изменение работы выхода монокристаллов CdS. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1969, № 3, с. 341—344.
12. Вищакас Ю., Лыук П., Пийльма М. Термостимулированная релаксация электроиндуцированного изменения поверхностного потенциала на CdS. — В кн.: Проблемы физики соединений $A^{II}B^{VI}$, т. II. Вильнюс, 1972, с. 288—292.
13. Нийлиск А., Кирс Я. Влияние высокого гидростатического давления на фотоэлектрические свойства монокристаллов Sb_2S_3 и Sb_2Se_3. — ФТП, 1969, вып. 1, с. 11—15.
14. Niilisk, A., Kirs, J. Photoconductivity of GaS, GaSe and GaTe single crystals under high hydrostatic pressure. — Phys. Stat. Sol., 1969, Vol. 31, No. 1, pp. K91—K93.
15. Niilisk, A., Laisaar, A. Spectroscopic investigation of Cu^+ and Ag^+ centers in alkali halides under high hydrostatic pressure. — Phys. Stat. Sol., 1969, Vol. 33, No. 2, pp. 851—861.
16. Лайсаар А., Нийлиск А. Влияние гидростатического давления на люминесценцию примесных молекул O_2^- в щелочногалоидных кристаллах. — Тр. ИФА АН ЭССР, № 37. Тарту, 1968, с. 75—99.
17. Зазубович С., Нийлиск А. Деполяризация люминесценции щелочногалоидных кристаллов с ртутеподобными активаторами при высоком гидростатическом давлении. — Тр. ИФА АН ЭССР, № 35. Тарту, 1969, с. 251—255.
18. Кирс Я. К вопросу о влиянии гидростатического давления на спектральные характеристики примесных центров в кристаллах. — Тр. ИФА АН ЭССР, № 39. Тарту, 1972, с. 224—249.

VAATLUSLIK ASTROFÜÜSIKA

L. LUUD

1965. a. alguseks oli Tõravere observatoorium ette valmistatud lihtsamateks astrofüüsikalisteks vaatluseks. Käigus oli kaks 48-cm teleskoopi fotoelektrilisteks vaatlusteks ja 70-cm teleskoop spektraalvaatlusteks. Tehti ettevalmistusi 1,5-m teleskoobi projekteerimiseks ja teaduslike ülesannete väljakujundamiseks. Süvenesid sidemed NSV Liidu Teaduste Akadeemia Krimmi Astrofüüsika Observatooriumiga; meie teaduslikud töötajad praktiseerisid seal ja said vaadelda suurte teleskoopidega. Järgnevalt on ajavahemikus 1965—1972 tehtud tööd käsitletud kolmes lõigus: mittestatsionaarsete ja muutlike tähtede vaatlemine, normaalsete tähtede spektrofotomeetriline uurimine ning seadmete hankimine ja valmistamine.

Mittestatsionaarsete tähtede uurimine on olnud mõnevõrra katkendlik. See on tingitud instrumentaariumi mittekomplektsusest, mis takistab kompleksete uurimiste läbiviimist. Ainsa suurema lõpetatud tsüklina võib nimetada P Cygni tüüpi tähtede atmosfääride ehituse ja evolutsioonilise seisundi väljaselgitamist.

P Cygni tüüpi tähed on eriti suure massiga, mis põhjustab suurt energiageneratsiooni, ja täht muutub vibratsiooniliselt ebastabiilseks. Algab aine väljavool. Tähe atmosfäärist radiaalselt väljavoolav aine muudab spektrijoonte formeerumise tingimused oluliselt erinevaks normaalse tähe omadest. Väliselt avaldub see neeldumisjoonte asendumises emissiooni- ja neeldumiskomponentide keeruka struktuuriga spektrijoontega. Tõraveres on tehtud kindlaks, et P Cygni tüüpi tähtede massid küünivad 50—120 Päikese massini, nende atmosfääride keemilised koostised ei erine normaalsete tähtede omadest. Näib, et P Cygni tüüpi tähtede atmosfäärid on tükilise struktuuriga. Tõravere vaatluslikud tulemused P Cygni enese kohta on heas kooskõlas saksa astronoomi I. Appenzelleri teoreetilise mudeliga. Viimastel aastatel on fotoelektrilise spektrofotomeetria abil näidatud P Cygni pideva spektri muutlikkust [1—3].

On määratud sümbiootiliste tähtede füüsikalisi parameetreid. Sümbiootiline täht on kompleksne objekt, mis koosneb kahest teineteisega füüsiliselt seotud komponendist, harilikult kuumast kääbus- ja külmast hiidtähest. Tähtede vastastikune mõju tekitab aine väljavoolu ja mõlemad mähkuvad ühisesse gaasümbrisesse. Sümbiootiliste tähtede tekkeviis pole veel selge, mistõttu on vaja uurida võimalikult suurt hulka tähti kõige mitmekesisemate vahenditega. Tõraveres on uuritud kahte objekti: AG Pegasit ja CH Cygnit. 70-cm teleskoobiga fotografeeritud spektrite abil on välja selgitatud AG Pegasi komponentide füüsikalised parameetrid. Võrdleme neid samal ajal ja sõltumatult Krimmi Astrofüüsika Observatooriumis 2,6-m reflektori spektrogrammidelt saaduga (tabel).

Mõõdetav suurus	Krimm	Tõravere
Külm hiidtäht		
Spektriklass	M 3 III	M 1—3 II—III
Kuum täht		
Spektriklass	WN 6	WN 6
Raadius	0,9 $R_\odot$	1,2—2,9 $R_\odot$
Temperatuur	30 000—80 000°	65 000°
Gaasümbris		
Elektrontemperatuur	17 000°	≈20 000°
Elektronide tihedus	$7 \cdot 10^6$ cm^{-3}	10^7 cm^{-3}
Raadius	$\approx 10^5$ $R_\odot$	$\approx 10^5$ $R_\odot$
Mass	$\approx 10^3$ $m_\odot$	$\approx 10^3$ $m_\odot$

Tulemuste kooskõla näitab, et ka võrdlemisi tagasihoidlik instrumentaarium võimaldab saada sobivalt valitud ülesande korral häid vaatlustulemusi [4].

Teine vaadeldud sümbiootiline täht CH Cygni paistab silma heleduse ja spektri ainulaadsete muutuste poolest. Teda on Tõraveres alates 1968. a augustist fotoelektriliselt vaadeldud 170 ööl, seega ligikaudu 40 ööl aastas. Viimane arv sunnib Tõravere kui vaatluskoha kliimatingimustesse suhtuma senisest optimistlikumalt. Varem arvati, et fotoelektriliseks tööks sobivaid öid on meil aastas 30 ringis; nüüd on rohkem vaadeldud ainuüksi ühe programmi raames, millele kaugeltki igal selgel ööl teleskoobiaega ei antud.

Mittestatsionaarsete tähtede üheks tunnuseks on emissioonijooned. Nende interpreteerimiseks on koostatud arvutusprogramm, mis võtab arvesse kõiki olulisi füüsikalisi protsesse vesiniku emissioonijoonte kujunemisel. Varasemad autorid pole spektri tekkimise käsitlemisel arvestanud kiirguslikke ja põrkeprotsesse. Tõraveres arendatud arvutusviis on võimaldanud selgitada mõningaid seaduspärasusi mittestatsionaarsete tähtede vesiniku spektris [5—8].

Viljakas on olnud töö Wolf-Rayet' tüüpi tähtede uurimisel. Tehti kindlaks, et nende tähtede spektroskoopilisi iseärasusi selgitab hästi mudel, kus heeliumipõlemisega tsentraaltähte ümbritseb tihe, anomaalse keemilise koostisega ümbris. On leitud argumente, et Wolf-Rayet' tähed peaksid kujutama kaksiktähe evolutsiooni spetsiifilist faasi.

Episoodiliselt on vaadeldud heledamaid noovasid ja nende spektraalvaatluste abil kinnitatud noovaümbriste keemilise koostise anomaalsust.

Teostati lähiskaksiktähtede heleduskõverate fotoelektrilisi vaatlusi. Tõraveres on vaadeldud RZ Cas, VW Cep, W UMa ja teisi lühiperioodilisi tähti. Tallinna Tähetornis saadi mitme H_α-emissioonijoonega kaksiktähe väga täpsed heleduskõverad.

Teise temaatilise lõigu moodustab normaalsete tähtede detailne spektrofotomeetriline uurimine. Ulatuslikumaks lõpetatud tsükliks on siin F-spektriklassi tähtede σ Boo, ν Her ja 41 Cyg spektrofotomeetria. Teoreetilise alusena kasutati F2V-spektriklassi tähe atmosfääri mudelit, mille abil arvutati mudelatmosfääride võrk kogu F-spektriklassi jaoks. Uuritavate tähtede füüsikalised parameetrid on hinnatud kõrgedispersioonilistelt spektrogrammidelt saadud kasvukõverate analüüsist. Füüsikalised parameetrid ja keemilised koostised täpsustati mudelatmosfääride võrgu abil [9—12].

Praegu käivad eeltööd jahedate (M-spektriklassi) tähtede uurimiseks samasuguste meetoditega. Et seni puuduvad jahedate tähtede atmosfääride usaldusväärsed mudelid, arvutatakse neid praegu. Probleem on üsna keerukas, kuna M-spektritüüpi tähtede temperatuuride puhul tuleb arvestada molekulide tekkimisega, mis toob kaasa neeldumiskoefitsiendi erakordselt keerulise sõltuvuse lainepikkusest [13].

Analüüsiti spektraalsete iseärasustega A-spektriklassi tähe 111 Her atmosfääri mudelitevahelise interpoleerimise meetodil. Leiti, et magneesiumi- ja mangaanisisaldus on normaalsest suurem.

Vaatlusaparatuuri ja laboratooriumiseadmete hankimine ja valmistamine kulges kolmes suunas: observatooriumi perspektiivne arendamine 1,5-m teleskoobi ehitamisega, vahendite valmistamine olemasolevate teleskoopide efektiivsemaks kasutamiseks ja aparaadiehituslik uurimistöö. Sageli on need suunad üksteisega läbi põimunud. On ehitatud mitmesuguseid aparaate, mis läbinud katsevaatlused olemasolevate teleskoopidega, on edaspidi efektiivselt rakendatavad 1,5-m teleskoobiga.

Observatooriumi materiaalse baasi väljaehitamisele andis käsitletaval perioodil ilme 1,5-m teleskoobi projekteerimine ja ehitamine. Valmimas on teleskoobi torn, teleskoop on tsehhikatsetuste lõppjärgus.

Kiirgust analüüsiva aparatuuri valmistamise osas tuleks eeskätt nimetada kaksikteleskoobi «Castor» ja «Pollux» distantsjuhtimi-

sega astrofotomeetreid, mis on juba 1965. aastast edukalt kasutusel [14].

Tõraveres on ehitatud ka kaks Seye-Namioka süsteemi spektrofotomeetrit «Vega-1» ja «Vega-2», millega tehakse väikese lahutusvõimega mõõtmisi lainepikkuste vahemikus 3300—10 000 Å. Valmimas on automatiseeritud spektrofotomeeter «Vega-3». Nimetatud spektrofotomeetreid saab kasutada kõigi Tõravere observatooriumi teleskoopide Cassegraini fookuses. Spektrofotomeetrite abil on uuritud atmosfääri läbipaistvust Tõraveres ja leitud, et merepinnalähedase observatooriumi kohta on meil hästi läbipaistev atmosfäär.

1,5-m teleskoobi jaoks on valmimas suure lahutusvõimega spektrofotomeeter kudee fookusesse, millega on kavatsus uurida emissioonijoontega kuumade tähtede spektrijoonte kontuure.

Tehti infrapunase spektripiirkonna (2,2 μ) uurimiseks sobiva fotomeetri makett. Kiirelt pöörleva polaroidiga polarimeetri katsetamine 50-cm teleskoobi küljes on olnud edukas.

Alustatud on astrofüüsikaliste vaatluste automatiseerimist reaalajas arvuti abil. Kaksikteleskoobi fotomeetrid on ühendatud observatooriumi arvutiga ВНИИЭМ-3. Muutlike tähtede heledusvaatlusteks on see süsteem juba kasutusel, andes põhieelisena vaatlejale kvantitatiivse pildi objekti muutlikkusest vahetult vaatluse käigus [15]. On alustatud reaalajas arvuti rakendamist spektroskoopilises uurimistöös.

Kõige olulisem laboratoorse astrofüüsika instrument on automatiseeritud mikrofotomeeter spektrifotode töötlemiseks. Käesolevaks ajaks on valminud riistvara, kuid tarkvara väljatöötamine näib kestvat veel aastaid. Mikrofotomeetri ehitamiseks on kasutatud universaalset mõõtemikroskoopi УИМ-23, lisades talle fotomeetrilise süsteemi, plaaditransportmehhanismi ja registreerimisseadmed. Mikrofotomeetri väljund on registreeritav isekirjutajaga või töödeldav reaalajas arvutil ВНИИЭМ-3.

On uuritud fotoelektrilise fotomeetria täpsuse probleeme ja analüüsitud vigade tekkimise allikaid [16]. On osutatud võimalusele kasutada teleskoopide koordinaatide lugemiseks televisioonitehnikat [17]. Töötati välja põhimõtteliselt uus optiline skeem elektronoptiliste muunditega astrospektrograafile ja see spektrograaf maketeeriti [18]. Tartu Tähetornis jätkus Päikesesüsteemi väikekehade fotograafiline uurimine.

Kokku võttes võib öelda, et vaatlev astrofüüsika on Tõravere observatooriumis oma täishoogu saamas ja lähemad aastad on kahtlemata tulemusrikkad, sest valmimas on enam-vähem tänapäeva standarditele vastav vaatlusbaas ja välja selgitatud perspektiivsed uurimissuunad.

1. Лууд Л. О природе звезд типа P Лебедя. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1967, т. 16, № 3, с. 319—329.
2. Luud, L. Some remarks on the spectral and sight variability of P Cygni, non-periodic phenomena in variable stars. IAU Colloquium. Budapest, 1969, pp. 197—201.
3. Luud, L., Ibrus, Ü., Kolka, I. Spectrum of P Cygni in 1968—1969. — Tartu Astrofüüsika Observatooriumi Publikatsioonid, 1971, kd. 39, lk. 307—320.
4. Лууд Л., Ильмас М. Спектр AG Пегаса в 1965 году. — Астрофизика, 1966, т. 2, с. 205—217.
5. Лууд Л., Ильмас М. Эмиссионные линии в спектрах звезд I. Постановка проблемы. — В кн.: Эмиссионные линии в спектрах звезд. Тарту, 1971, с. 3—12.
6. Ильмас М. Эмиссионные линии в спектрах звезд II. Расчет некоторых ведомостей переходов для водорода. — В кн.: Эмиссионные линии в спектрах звезд. Тарту, 1971, с. 13—46.
7. Ильмас М. Эмиссионные линии в спектрах звезд III. Расчет водородного спектра. — В кн.: Эмиссионные линии в спектрах звезд. Тарту, 1971, с. 47—110.
8. Лууд Л., Ильмас М. Эмиссионные линии в спектрах звезд IV. Сравнение наблюдаемых интенсивностей водородных линий с вычисленными. — В кн.: Эмиссионные линии в спектрах звезд. Тарту, 1971, с. 111—124.
9. Киппер Т. Спектрофотометрия F-звезд II. Атмосферы 41 Cyg и ν Her. — Астрофизика, 1967, т. 3, с. 397—411.
10. Киппер М., Киппер Т. Спектрофотометрия F-звезд III. Атмосфера σ Boo. — Астрофизика, 1968, т. 4, с. 303—310.
11. Киппер Т. Приближение модели атмосфер F-звезд. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1968, т. 17, № 3, с. 303—313.
12. Киппер Т. Относительное содержание элементов в атмосферах 41 Cyg, ν Her и σ'Boo. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1969, т. 18, № 1, с. 65—74.
13. Kipper, T. Molecular abundances in a solar composition gaseous mixture. — Tartu Astrofüüsika Observatooriumi Publikatsioonid, 1971, kd. 39, lk. 321—333.
14. Вейсманн У. Двухтелескопный комплекс для фотоэлектрического измерения блеска звезд. — Новая техника в астрономии, 1970, т. 3, с. 11—17.
15. Luud, L., Koppel, R., Maasik, M. Experimental measurement of variable star brightness by on-line electronic computer. Proc. 11th Colloquium IAU. Edinburgh, 1971, pp. 63—65.
16. Вейсманн У. О возможностях повышения точности фотоэлектрического измерения блеска звезд. — Публикации Тартуской астрофизической обсерватории, 1968, т. 36, с. 323—340.
17. Вейсманн У. Дистанционная передача отсчетов координатных кругов телескопа с помощью прикладного телевидения. — Публикации Тартуской астрофизической обсерватории, 1971, т. 39, с. 347—350.
18. Оясте Я., Лайго Р. Спектрограф с электронно-оптическим преобразователем. — Новая техника в астрономии, 1970, т. 3, с. 33—39.

GEODEESIA

G. ŽELNIN

Eesti NSV Teaduste Akadeemia Füüsika ja Astronoomia Instituudi üheks ülesandeks oli maakoore nüüdisaegsete liikumiste uurimine geodeetiliste meetoditega. Viimase 10—15 aasta jooksul on neid liikumisi uuritud tunduvalt laiahaardelisemalt kui varem. Sellega tegeldakse kõigis riikides. Uurimised hõlmavad suuri maa-alasid, sest ainult erinevate geoloogiliste struktuuride kohta tehtud järeldused koos geofüüsikaliste väljade iseloomu uurimisega võimaldavad kuigivõrra määrata maakoores ja Maa vahevöö (mantli) ülaosas toimuvaid protsesse. Selleks rakendatakse nii geodeetilisi, okeanograafilisi, geofüüsikalisi kui ka geoloogilis-geomorfoloogilisi meetodeid. Rahvusvahelises ulatuses koordineerib eespool mainitud uurimistöid Rahvusvahelise Geodeesia ja Geofüüsika Uniooni vastav komisjon. Nõukogude Liidu initsiatiivil on koostatud üldine Ida-Euroopa nüüdisaegsete maakoore liikumiste kaart, rajatud on ka kompleksed geodünaamilised polügoonid, mille baasil uuritakse liikumiste iseloomu.

Eesti NSV-s võtavad uurimistööst osa ka Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituut, Tallinna Polütehniline Instituut, RPI «Eesti Projekt» ja Tallinna Hüdrometeoroloogia Observatoorium. Koordineeriv keskus on Teaduste Akadeemia vastav probleemikomisjon.

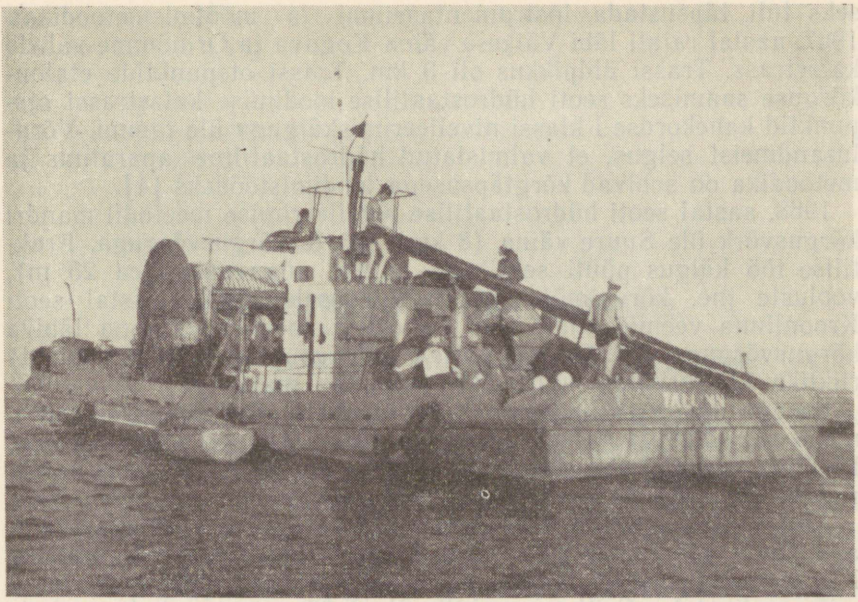
FAI-s on maakoore nüüdisaegsete liikumiste uurimise põhimeetodiks täpne kordusnivelleerimine. Saadud mõõtmisandmete põhjal on koostatud detailne isobaaskaart ning välja selgitatud meie vabariigi territooriumil toimuvate liikumiste struktuur ja iseloom (kõikuvad liikumised). Viimasel ajal on suurem rõhk asetatud liikumiste iseloomu uurimisele ja uute, suurema täpsusega mõõtmismeetodite väljatöötamisele. Teadaolevate geoloogiliste rikete piirkonnas rajati kaks geodünaamilist polügooni — Navesti jõe piirkonnas Võhma lähedal (1971. aastal) ja Hiiumaal Palukülas, Kärdla lähedal (1972. aastal) — ning Põltsamaa—Lelle trass. Kõik polügoonid on geodeetiliselt hästi ette valmistatud: piisava tihedusega geoloogiliselt kindlale pinnasele on asetatud nii seina- kui ka fundamentaalreeperid. Kolmandatest kordusnivelleerimis-



Kordusnivelleerimise läbiviimine, töö teostaja nooremteadur L. Vallner.

test saadi lisamaterjali isobaaskaardi täpsustamiseks ning kinnitust territooriumi plokilise liikumise kohta. Kogutud mõõtmisandmete analüüsimisel selgus, et Eesti ala on jaotatud geoloogilise šarniirjoonega kaheks erineva liikumiskiirusega geoloogiliseks plokiks. Maapinna kõikuv liikumine ei ole neist andmeist täit kinnitust leidnud. Et kordusnivelleerimistel saadud liikumiskiirused ei ole tingitud mitte ainult endogeensetest protsessidest, vaid ka eksogeensetest faktoritest, siis on viimastele nähtustele osutatud eriti suurt tähelepanu. Põhjalikult on uuritud nivelleerimisvigu ja nende kõrvaldamise võimalusi [1], samuti eksogeenseid ja planetaarseid kõrvalmõjusid nivelleerimisandmeile (tõusu-mõõnalainet, õhurõhu muutustest tingitud maakoore paindeid, refraktsiooni jne.) [2, 3]. Mõõtmistulemuste ja meteoroloogiliste faktorite vaheliste korrelatsioonikordajate leidmiseks on kasutatud matemaatilise statistika meetodeid. Eespool loetletud küsimused ei ole veel lõplikult lahendatud.

Statsionaarsetel trassidel üle geoloogiliste rikete läbiviidavate mõõtmistööde täpsuse tõstmiseks ning maakoore liikumise detailseks uurimiseks on kavas rakendada hüdrostaatilist nivelleerimist. See meetod pole väga uudne: ta põhineb ühendatud anumate printsiibil. Pikkade trasside (kaks ja rohkem kilomeetrit) mõõtmi-



Hüdrostaatilisel nivelleerimisel kasutatava torustiku sisselaskmine Suures väinas.



Hüdrostaatilise nivelleerimise vaatlusjaama sisustus.

seks tuli täpsustada instrumentaariumi ja mõõtmismetoodikat. 1967. aastal rajati läbi Väikese väina Koguva ja Orinõmme vahele katsetrass. Trassi üldpikkus oli 3 km. Trassi otspunktide etalonkõrguse saamiseks seoti hüdrostaatilise loodimise katsetrassi otspunktid kahekordse I klassi nivelleerimiskäiguga üle tammi. Võrdlusandmeist selgus, et valmistatud hüdrostaatiline aparatuur ja metoodika on sobivad kõrgtäpsusega loodimistöödeks [4].

1968. aastal seoti hüdrostaatilise nivelleerimise meetodil mandri kõrgusvõrk üle Suure väina (8 km) saarte kõrgusvõrguga. Praktilise töö käigus püüti selgitada suurte sügavuste (ca 25 m), vooluste jne. kõrvalmõju mõõtmistäpsusele. 1969. aastal seoti Kroonlinna veemõõdulati null mandril Lomonossovi linna läbiva kõrgusvõrguga [5]. See oli ühtlasi kümnes (alates 1872. aastast) riikliku kõrgusvõrgu nullpunkti sidumine mandriga.

Praegu uuritakse hüdrostaatilise nivelleerimise meetodi kasutamise võimalikkust talvetingimustes. Põhiliselt on silmas peetud kõrguste ülekandmist suurtel Siberi jõgedel üle jää. Selleks konstrueeriti ja valmistati spetsiaalne aparatuur.

Automaatse registreerimisega hüdrostaatilise nivelleerimise aparatuur võimaldaks detailselt uurida nii naaberplokkide suhtelist liikumist kui ka selgitada eksogeensete faktorite mõju nivelleerimise andmetele. Eriti perspektiivseks võib see meetod osutuda seismoaktiivsetes piirkondades võimalike maavärinate ennustamisel. Praegu tehakse ettevalmistusi selle meetodi rakendamiseks Alma-Ata geodünaamilisel polügoonil.

On osa võetud NSV Liidu Teaduste Akadeemia Maa Füüsika Instituudi teaduslikest ekspeditsioonidest (1969. aastal Kamtšatkale, 1972. aastal Kesk-Aasiasse).

1. Torim, A. Maakoore kaasaegsed liikumised ja nivelleerimisvead. — Rmt.: Tähed. Teooria ja tegelikkus. LUS-i täppisteaduste sektsiooni toimetised VII. Tartu, 1971, lk. 81—97.
2. Желнин Г. А., Валлнер Л. А. Результаты трехкратного нивелирования некоторых трасс высотной сети ЭССР. — В кн.: Современные движения земной коры, № 3. М., 1968, с. 190—199.
3. Желнин Г., Валлнер Л., Сильдвеэ Х., Лумп Н. Изучение современных вертикальных движений земной поверхности на испытательной трассе Эстонской ССР. — В кн.: Современные движения земной коры на геодинамических полигонах. Ташкент, 1972, с. 54—58.
4. Тамме Л. Я. Опыт передачи высот методом гидростатического нивелирования. — Геодезия и картография, 1968, № 8, с. 9—18.
5. Тамме Л. Я. Передача высот «Кронштадт—Ломоносов» методом гидростатического нивелирования. — Геодезия и картография, 1971, № 5, с. 30—35.

ATMOSFÄÄRIFÜÜSIKA 1965—1972

J. ROSS, O. AVASTE, Ü. MULLAMAA, CH. VILLMANN

Atmosfäärifüüsika probleemidega tegeldakse Füüsika ja Astronoomia Instituudis. Võrreldes eelmise perioodiga (1956—1964), on uurimistöös toimunud mitmed muudatused. Seoses Tartu Aktinomeetriajaama üleviimisega Teaduste Akadeemiast Eesti NSV Hüdrometeoroloogiateenistuse Valitsuse alluvusse on oluliselt vähenenud metoodiliste uurimistööde maht.

Vaadeldava perioodi algul jätkus atmosfääri keskmise kiirgusrežiimi uurimine, viimastel aastatel on aga peatähelepanu pööratud atmosfääri kiirgusrežiimile muutliku pilvisuse korral. Laienenud on helkivate ööpilvede kui kosmilise fooni uurimine.

Aktinomeetriliste uuringute üldeesmärgiks oli välja selgitada kiirgusliku energiavahetuse osa atmosfääri energeetikas. Konkreetseks eesmärgiks aga oli

a) koostada füüsikaliselt põhjendatud ja raalidel realiseeritavad arvutusmeetodid keskmiste kiirgusvoogude ja neeldunud kiirguse arvutamiseks atmosfääri üldise tsirkulatsiooni uurimisel ja hüdrodünaamiliste ilmavõrrandite lahendamisel;
b) selgitada, kuidas pilvisuse muutlikkus mõjustab atmosfääri ja maapinna kiirgusrežiimi ja sellest tulenevalt teisi füüsikalisi protsesse atmosfääris.

Kiirgust uuriti koos NSV Liidu Teaduste Akadeemia Atmosfäärifüüsika Instituudiga ja Ukraina Hüdrometeoroloogia Teadusliku Uurimise Instituudiga. Tänu sellele koostööle õnnestus kiirguse mõõtmisi esmakordselt teha lennukitelt.

Atmosfääri lühilaineline (0,2—5 μm) kiirgusrežiim. Arendati K. Šifrini ja O. Avaste päikesekiirguse neeldumise ligikaudset teooriat ja selle rakendamist kiirgussoojenemise arvutamiseks dünaamilise meteoroloogia ülesannetes. Esitati ligikaudsed valemid (täpsusega ±5%) integraalsete kiirgusvoogude ja veeauru poolt neelatud kiirguse arvutamiseks eksperimentaalselt mõõdetud relatiivse niiskuse ja temperatuuri vertikaaljaotuse järgi. Koostati meetod atmosfääri hõljuvatel osakestel — aerosoolis — neelduva

TRÜ Raamatukogu

kiirguse arvutamiseks. Osakeste hulga iseloomustamiseks kasutati atmosfääri läbipaistvuse karakteristikuid: globaalselt mõõdetud Ångströmi sumedustegurit ja horisontaalset vaatekaugust. Nimetatud metoodika põhjal läbiviidud arvutused on heas kooskõlas NSVL kompleksse energeetilise eksperimendi (KENEKS) tulemustega [1]. Kokkuvõte neist on toodud monograafias [2] ja ülevaateartiklis [3].

Atmosfääri soojuskiirgus (4—50 μm). Atmosfääri soojuskiirguse täpne tundmine on vajalik maakera temperatuuri- ja kliimamuutuste prognoosimisel, aga ka atmosfääri energeetika hindamisel.

Soojuskiirguse väli on määratud temperatuuri, õhurõhu ja kiirgust neelavate substantside (veeauru, süsihappegaasi, osooni, aerosooli jt.) jaotusega atmosfääris. Soojuskiirguse arvutamine taandub kiirguse levi võrrandi lahendamisele, arvestades eelmainitud tegureid. Pilvede ebakorrapärane paigutus, samuti ka nende ebakorrapärane kuju ja muutlik suurus komplitseerivad oluliselt kiirguse arvutusskeeme. H. Niilisk koostas ligikaudsed meetodid atmosfääri soojuskiirguse voogude määramiseks rünkpilvisuse korral [4]. Tulemuste usaldusväärsus sõltub eelkõige informatsiooni täpsusest pilvevälja karakteristikute kohta, kuid suuresti ka sellest, kui täpselt on määratud õhutemperatuuri ja kiirgust neelavate gaaside väärtused atmosfääris. Seni puudus ülevaade, kui suure vea põhjustavad nende mõõtmiste ebatäpsused. Helgi Niilisk on andnud vigade analüüsi ja hinnangu, mis näitab [5], et kõige olulisem on veeauru hulga senisest täpsem mõõtmine.

Atmosfääri kiirgusrežiim muutliku pilvisuse korral. Enamik looduslikke protsesse, nagu atmosfääri ja maapinna soojenemine, lume sulamine, aurumine, fotosüntees jne., on mittelineaarses sõltuvuses neeldunud päikesekiirguse hulgast. Selle tulemusena kiirgusenergia muundumine teisteks energialiikideks ei sõltu mitte ainult keskmisest kiirgusrežiimist, vaid ka kiirguse ruumilise ja ajalise muutlikkuse iseloomust. Viimase määrab põhiliselt pilvede struktuur ja muutlikkus. Seega kiirgusrežiimi ja pilvisuse muutlikkuse uurimiseks on vaja kõigepealt eksperimentaalselt määrata muutlikkust kirjeldavad statistilised parameetrid ja leida nende vahel matemaatilis-statistilised seosed. Selleks on vaja mõõtmisi teha nii maapinnal kui ka õhus lennukitelt. Vastav mõõtekompleks, mis koosneb erinevates spektripiirkondades tundlikest kitsa ja laia avanurgaga kiirgustajuritest, registraatoritest ning seadmetest pilvisuse hindamiseks, valmistati M. Sulevi juhtimisel kohapeal [6]. Maapealseteks mõõtmisteks seadistati autobussi baasil liikuv aktinomeetrialaboratoorium.

Mõõtmised lennukitelt viidi läbi Eesti ja Ukraina territooriumi kohal aastail 1967—1972, kusjuures peamiseks uurimisobjektiks

olid alumised pilved. Maapealsed mõõtmised tehti Eestis. Esmakordselt õnnestus määrata [4, 6] statistiliselt usaldusväärsed kiirguse ja pilvisuse muutlikkuse parameetrid, mis näitasid, et pilvisuse struktuur ja muutlikkus Eestis ja Ukrainas on sarnased. Ühtlasi selgus, et maapealsete vaatlustega määratud ja sputnikute poolt mõõdetud pilvisuse hulgad on erinevad, tingituna mõõtmismetoodika erinevusest [4, 7].

Saadud tulemuste alusel on Ü. Mullamaa loonud teooria [6] pilvede ja kiirgusvälja ajalis-ruumilise muutlikkuse ning nendevaheliste seoste kirjeldamiseks. Selle teooria alusel saab näiteks määrata kiirgusväljade muutlikkust pilvisuse ja selle muutlikkuse järgi (Ü. Mullamaa, O. Avaste, H. Niilisk, M. Sulev, V. Põldmaa). See teooria võimaldab määrata kiirguse muutlikkuse seaduspärasust kõigi nende kohtade jaoks, kus vaadeldakse pilvi, aga ei mõõdeta kiirgust. Saadud tulemused lubavad uurida pilvede kui põhilise kiirgusenergia regulaatori ning tagasisidet määrava elemendi mõju atmosfääri energeetikale ja dünaamikale.

Lahendati kiirguse levi võrrand transportlähenduses [8] ja difusioonilähenduses [9]. Uuriti kiirguse levimist mittehomogeenses keskkonnas. Tulemuste analüüs näitas, et mittehomogeenses keskkonnas levib kiirgus paremini kui homogeenses, kusjuures levi seaduspärasused sõltuvad suuresti pilvede suurusest ja paigutusest.

Helkivate ööpilvede (mesosfääripilvede) klimatoloogia, dünaamika ja füüsika. Helkivate ööpilvede kui mesopausis eksisteeriva omapärase aerosoolse keskkonna uurimine on aasta-aastalt laienenud ja süvenenud. Huvi ja nõudmiste kasv kõnesolevate tööde vastu on tingitud a) teoreetilistest ülesannetest Maa atmosfääri üldise mudeli loomisel, eriti aga atmosfääri kõrgemate kihtide ja Maa-lähedase kosmilise ruumi detailsemal tundmaõppimisel; b) rakenduslikest ülesannetest mitmesuguste kosmoseaparaatide kasutamisel Maa ja sellelähedase ruumi igakülgseks tundmaõppimiseks; c) analoogia otsimisest Maa ja teiste planeetide (Marss, Veenus) atmosfääride ehituses.

Füüsika ja Astronoomia Instituudi juures asuvasse Ülemaailmsesse Spetsiaalsesse Geofüüsika Keskusesse saabub nende pilvede kohta pidevalt vaatlusandmeid ligi 500 jaamast üle kogu maakera. Niisuguste patrullvaatluste (üksikvaatluste arv ulatub mitmekümnesse tuhandesse) läbitöötamise tulemusena on kindlaks tehtud (Ch. Villmann) helkivate ööpilvede esinemise olulisemad seaduspärasused (esinemise ajaline ja ruumiline globaalne sagedusjaotus, lokaalse esinemise tõenäosuse väli). Neid seaduspärasusi kasutatakse helkivate ööpilvede lokaalse esinemise prognoosimiseks ja mitmesuguste atmosfääriprotsesside ning heliogeofüüsikaliste nähtuste vaheliste seoste väljaselgitamiseks [10].

Helkivate ööpilvede väli on keeruka morfoloogilise, tihtipeale

äärmiselt filigraanse struktuuriga ning pidevalt muutuvas olekus. See asjaolu tingib helkivate ööpilvede kui ajas ja ruumis kiiresti muutuva hajutava, neelava ja läbilaskva keskkonna tundmaõppimist ja arvestamist (näiteks Maa jälgimisel kosmosest). Et helkivate ööpilvede välja pindala ulatub mitme miljoni ruutkilomeetrini, siis võib pilveväljas toimuvate dünaamiliste protsesside (keerised, üheaegne mitmesuunaline laineline liikumine) uurimine anda olulist informatsiooni mesosfääri dünaamika ja tsirkulatsiooni kohta üldse. On leitud pilvevälja morfoloogilise struktuuri karakteristikud (erinevate struktuuride esinemissagedus, nende faasikiirused ning pilvevälja struktuuri geomeetria) ja matemaatiliselt modelleeritud struktuuriliselt tõenäolisemaid välju (Ch. Villmann, N. Grišin). Eksperimentaalselt on fotogramm-meetrilisel meetodil parallaksvaatlustega kindlaks tehtud pilveväljade erinevate struktuuridetailide täpsed ruumilised koordinaadid ja nende ajalised nihked (M. Burov, N. Grišin, Ch. Villmann) [11].

Olulisemaks küsimuste ringiks helkivate ööpilvede füüsikas on meil olnud nende pilvede optiliste parameetrite uurimine ultravioletses, nähtavas ja infrapunases spektripiirkonnas. Otsestest raketieksperimentidest ja maapealsetest optilistest vaatlustest saadud tulemuste põhjal on koostatud pilvede füüsikaline mudel ning arvutatud pilvede kui polüdisperssete osakeste ansambli hajumisindikatriss spektripiirkonnas $\lambda = 0{,}2—6{,}0$ μm (Ch. Villmann). Teoreetiliselt on uuritud pilvi moodustavate kahekihiliste sfääriliste osakeste elektromagnetilise kiirguse hajumise ja neeldumise karakteristikuid ja saadud konkreetsed tulemused Fe tuumade ja H_2O katetega osakeste puhul (R. Rõõm). On leitud erinevate pilveväljade optiliste paksuste sagedusjaotus (O. Avaste) [12], arvutatud helkivate ööpilvede spekter nähtavas ja lähedases infrapunases piirkonnas[13].

Omaette probleemiringi moodustab helkivate ööpilvede uurimine Maa-lähedasest kosmilisest ruumist (eksperimendi planeerimine ja metoodika, aparatuur, tulemuste töötlemine) [14].

1. Kondratyev, K. Ya. a. o. Preliminary results of the first expedition under the programme of the complex atmospheric energetics experiment (CENEX-70). — WMO Bull., 1971, Vol. 20, No. 3, pp. 160—168.
2. Кондратьев К. Я., Авасте О. А., Федорова М. П., Якушевская К. Е. Поле излучения Земли как планеты. Л., 1967, 314 с.
3. Avaste, O. Atmospheric radiation studies conducted at W. Struwe Tartu Astrophysical Observatory. — Idöjárás, (Budapest), 1971, No. 1—2, pp. 47—52.
4. Теплообмен в атмосфере. М., 1972, 152 с.
5. Радиация в атмосфере. Тарту, 1969, 77 с.
6. Мулламаа Ю.-А. Р., Сулев М. А., Пылдмаа В. К., Охвриль Х. А., Нийлиск Х. Ю., Алленов М. И., Чубаков Л. Г., Кууск А. Е. Стохастическая структура полей облачности и радиации. Тарту, 1972, 281 с.
7. Радиация и облачность. Тарту, 1969, 156 с.

8. Avaste, O., Vainikko, G. Calculation of the mean values of intensities and fluxes in broken clouds. Preprint of the paper presented at the XV General Assembly of the IUGG. Moscow, 1971, 24 p.
9. Кээваллик С. Х. Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана, 1970, № 6, с. 604—610.
10. Виллманн Ч. И. Статистические данные о появлении серебристых облаков за период МГСС (1964—1965 гг.). — Астрономический вестник, 1968, т. II, № 3, с. 161—170.
11. Willmann, Ch. Some problems of noctilucent cloud climatology. — In: Noctilucent Clouds. International Symposium (Tallinn, 1966). Tallinn, 1967, pp. 19—28.
12. Avaste, O. and Villmann, Ch. On the method of determination of the optical depths of noctilucent clouds. Moscow, 1971, 20 pp.
13. Виллманн Ч., Сергеевич В. Оценка спектральной яркости и прозрачности серебристых облаков. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1969, № 2, с. 200—208.
14. Villmann, Ch., Eerme, K. Helkivate ööpilvede uurimise võimalusi kosmosest. Tartu Tähetorni Kalender, 1973. Tallinn, 1972, lk. 75—84.

RAKENDUSMATEMAATIKA

I. PETERSEN

Matemaatilist uurimistööd arendati Eesti NSV Teaduste Akadeemia Küberneetika Instituudis aastatel 1965—1972 põhiliselt kolmes suunas: suuredimensionaalsete optimiseerimisülesannete lahendamise dekompositsioonimeetodid, stohhastiliste optimiseerimisülesannete teooria ning hindamise ja katsete planeerimise meetodid regressiooni tüüpi statistilistes ülesannetes.

Praktikas esinevad mittelineaarse planeerimise ja optimaalse juhtimise ülesanded sisaldavad sageli nii palju argumente, et nende ülesannete vahetu lahendamine mingi iteratsioonimeetodiga, mis haaraks korraga kõik argumendid, on võimatu. Seda raskust saab ületada kahenivoolise optimiseerimisega, mille puhul lähteülesanne jaotatakse (dekomponeeritakse) reaks väiksemamõõtmelisteks alamülesanneteks, mis sõltuvad teatavast arvust uutest parameetritest. Ülesande lahendamine taandub seetõttu alamülesannete lahendamisele ühelt poolt ja alamülesanneteks jaotamist määravate parameetrite optimaalsele leidmisele teiselt poolt. Viimast nimetatakse koordineerimisülesandeks. Sama printsiibi järgi on võimalik alamülesandeid omakorda dekomponeerida. Nii tekivad mitmenivoolised ehk hierarhilised optimiseerimisülesanded. Probleem seisneb alamülesannete lahendamiseks ja koordineerimiseks sobivate lahendusmeetodite valimises, nii et oleks garanteeritud lähteülesande küllalt hea lahendi saamine.

Selle probleemi alal on huvitavaid tulemusi saanud S. Ulm [1—2]. Nii on välja töötatud Lagrange'i kordajate meetodil baseeruvad kahenivoolised skeemid mittelineaarse planeerimise ja diskreetse optimaalse juhtimise teatud ülesannete klasside jaoks. Koordineerimiseks (vaadeldaval juhul Lagrange'i kordajate leidmiseks) kasutatakse neis skeemides gradiendi- ja interpolatsioonimeetodeid.

Lineaarse dünaamilise süsteemi puhul lihtsustab optimaalsete juhttoimete arvutamist selle süsteemi fundamentaalmaatriksi teadmine. Et aga suure süsteemi puhul on viimase leidmine sageli

väga raske, siis on S. Ulm välja töötanud optimaalsete juhttoimete arvutamise kahenivoolise meetodi, mis kasutab osafundamentaalmaatrikseid (s. o. alamsüsteemidele vastavaid fundamentaalmaatrikseid). Edasi on konstrueeritud mittelineaarse planeerimise ja diskreetse optimaalse juhtimise ülesannete klassid, mille puhul hierarhilised optimiseerimismeetodid indutseeritakse koordinaatide järgi languse meetodiga. Mitmed tööd käsitlevad suboptimaalsete juhttoimete sünteesi meetodeid (dekompositsiooni ja agregeerimise baasil) ruutkriteeriumiga lineaarse dünaamilise süsteemi puhul.

Alamsüsteemide optimiseerimise ja koordineerimise ülesanded kujutavad endast omakorda suuremõõtmelisi optimiseerimisülesandeid. Vastavate lahendusmeetodite arendamisel on O. Vaarmann [3] konstrueerinud mitmeid uut tüüpi meetodeid, mis põhinevad pöördoperaatori või pseudopöördoperaatori järkjärgulisel aproksimeerimisel, ning uurinud nende meetodite koonduvuse kiirust. Näiteks on selgunud, et üldistatud Newtoni meetoditele vastav optimiseerimismeetod, kus pöördoperaatori asemel on kasutatud pseudopöördoperaatorit, on teatud tingimustel ruutkiirusega koonduv.

Teiseks põhisuunaks matemaatiliste meetodite alal oli stohhastiliste optimiseerimismeetodite teooria arendamine. Nagu teada, on enamik praktikas esinevatest optimiseerimisülesannetest stohhastilise iseloomuga, sisaldades kas tundmatutest või paratamatutest juhuslikest mõjutustest tingituna juhuslikke parameetreid. Tegelikkuses esineva juhuslikkuse õigesti arvestamiseks on vaja teada, milliste ülesande püstituste puhul on lahend olemas, kuidas on erinevate püstituste korral lahendid omavahel võrreldavad, ning konstrueerida efektiivseid meetodeid ülesannete lahendamiseks. Probleemistik on siin väga lai, sest stohhastilise optimiseerimisülesande lahendit võib otsida kas determineeritud vektorina, determineeritud funktsioonina juhuslikest parameetritest, sõltumatu juhusliku vektorina või juhuslikest parameetritest sõltuva juhusliku vektorina. Samuti võib sihifunktsiooni ja kitsenduste puhul opereerida kas juhuslike parameetrite funktsioonidega, nende ootustega, tõenäosusfunktsioonidega või kvantiilfunktsioonidega.

Nende küsimuste lahendamisel on E. Raik [4—5] tuletanud stohhastiliste optimiseerimisülesannete lahendite olemasolu tingimused erinevate püstituste korral ning leidnud vastavaid lahendusmeetodeid. Seejuures on selgitatud tõenäosus- ja kvantiilfunktsioonide pidevust ja poolpidevust ruumides R^n, C ja L_p ning mõnedes mõõtude ruumides. Erinevatele püstitustele vastavate ülesannete sihifunktsioonide vahel on tuletatud rida võrratusi, mis võimaldavad võrrelda erinevatest püstitustest saadud lahendite headust ning leida ligikaudseid lahendeid. Täielikult on õnnestunud kirjeldada nende stohhastiliste ülesannete vahekorda, mis erinevad üksteisest matemaatilise oote ning minimiseerimisoperatsiooni järjekorra poolest sihifunktsioonis ja kitsendustes. Tulemusi on

konkretiseeritud juhuslikke parameetreid sisaldavate diskreetsete juhtimisülesannete ja diskreetsete mängude juhule.

Matemaatiliste mudelite koostamisel tuleb sageli kasutada statistilisi meetodeid tundmatute sõltuvuste — regressioonfunktsioonide hindamiseks katse- või vaatlusandmete alusel. Klassikalise vähimruutude meetodi rakendamisel tekib siin kaks probleemi. Esiteks on tavaliselt raske määrata seda funktsioonide klassi, millesse identifitseeritav funktsioon kuulub. Seetõttu on vaja konstrueerida meetodeid võimalikult üldiste ja paindlikult muudetavate funktsioonide klasside jaoks ning ka ühe klassi funktsiooni hindamiseks teise klassi funktsioonide kaudu. Teiseks on probleem, kuidas katsetingimuste valiku vabadust (kui see esineb) ära kasutada tundmatu funktsiooni hinnangu dispersiooni vähendamiseks. See on niinimetatud regressioonkatsete planeerimise probleem. Neid probleeme on uurinud artikli autor [6, 7].

Juhul kui identifitseeritav funktsioon on lokaalselt aproksimeeritav antud lineaarse klassiga ning aproksimatsiooniviga on vaadeldav juhusliku suurusena, mille dispersioon suureneb eemaldumisel aproksimatsioonipunktist, on tegemist hindamisega juhuslike funktsioonide klassist. On leitud sellele mudelile vastav optimaalne hinnang. Tulemus on praktikas sageli rakendatavate «kellakujulise kaaluga» vähimruutude hinnangute loomulikuks üldistuseks. Selle hinnangu alusel on välja töötatud ka statistilise optimiseerimise efektiivne meetod. On konstrueeritud teatav hindamismeetod funktsioonide jaoks taastava tuumaga funktsioonide klassidest. See meetod on sarnane kirjandusest tuntud potentsiaalfunktsioonide meetodiga, kuid eelisena on siin võimalik saada hinnangu dispersioonile paremaid tõkkeid.

Regressioonkatsete planeerimise meetodite alal on näidatud, et polünoomide hindamiseks kerakujulises piirkonnas on sõltumatuit ruumi dimensioonide arvust ja polünoomi astmest küllalt heaks katsepunktide laotamise mõõduks Tšebõševi mõõt. Nimelt ei ole selle mõõdu puhul hinnangu dispersiooni maksimum kunagi enam kui kaks korda suurem vastavast maksimumist optimaalse laotuse puhul. Sellest asjaolust lähtudes on konstrueeritud rida optimaalsetele lähedasi katseplaane ka kõrgemaastmeliste polünoomide jaoks.

Rakendusmatemaatika-alastest töödest tuleb veel esile tõsta T. Tobiase uurimust difusiooni tüüpi juhuslike protsesside peatamisest, milles tal õnnestus ülesanne taandada osatuletistega diferentsiaalvõrrandi rajaülesandele tundmatu rajaga piirkonnas. Viimase ülesande lahend on konstrueeritav mittelineaarsete paraboolset tüüpi võrrandite lahendite jada piirväärtusena [8].

1. Ульм С. Об оптимизации на двух уровнях. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1969, № 1, с. 3—13.
2. Ульм С. Ю. О приближенных методах синтеза управлений. — Автоматика и телемеханика, 1972, № 5, с. 27—32.

3. Ваарманн О. О применении обобщенных обратных операторов и их приближений для решения нелинейных уравнений. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1970, № 3, с. 265—274.
4. Райк Э. Качественные исследования в задачах стохастического нелинейного программирования. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1971, № 1, с. 8—14.
5. Райк Э. В. Соотношения в задачах стохастического оптимального управления дискретными процессами. — Автоматика и телемеханика, 1971, № 3, с. 62—68.
6. Петерсен И. Ф. Идентификация из класса случайных функционалов. — Автоматика и телемеханика, 1970, № 2, с. 91—96.
7. Петерсен И. Об одном свойстве меры Чебышева на n-мерном шаре. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1970, № 2, с. 136—141.
8. Тобиас Т. А. Оптимальная остановка диффузионных процессов и параболические вариационные неравенства. — Дифференциальные уравнения, 1973, № 4, с. 704—710.

SÜSTEEMPROGRAMMEERIMINE

B. TAMM

Arvutiteaduse üheks olulisemaks teetähiseks 60-ndatel aastatel on osutunud süsteemprogrammeerimise kui iseseisva eriala, uurimis- ja rakendusvaldkonna tekkimine ja esialgne väljakujunemine.

Selle tingis vajadus niisuguse tarkvara loomiseks, mis ühest küljest võimaldaks ära kasutada tohutu hüppe teinud arvutite riistvara arvutuspotentsiaali ning, teisest küljest, võimaldaks luua kommunikatsiooni arvuti ja mis tahes tarbija vahel.

Süsteemprogrammeerimise tähtsamaid eesmärke on

— niisuguste programmipakettide koostamine ülesannete lahendamiseks, et neid ülesandeid võiks kodeerida arvutile mõnes olemasolevas, näiteks autokoodi tasemel asuvas programmeerimiskeeles;

— programmeerimissüsteemide, s. t. programmeerimiskeele ja seda masinkeele tasemele transformeeriva ning ülesande lahenduskäiku organiseeriva tarkvara loomine teatud ülesannete klasside lahendamiseks;

— tarkvara loomine töö automaatseks organiseerimiseks arvutisüsteemis eneses tema paljude lülide vahel — seda tarkvara nimetatakse operatsioonisüsteemiks;

— tarkvara loomine arvutite ja arvutisüsteemide omavaheliseks automaatseks koostööks.

Mainitud probleemidest tegeldi vaadeldaval ajavahemikul Eesti NSV Teaduste Akadeemia Küberneetika Instituudis aktiivselt esimese kahega.

60-ndate aastate keskel töötati välja probleemorientatsiooniga programmeerimissüsteem APROKS programmjuhtimisega gaaslõikepinkide juhtimiseks ja nende poolt toodetavate detailide automaatseks projekteerimiseks arvuti abil [1]. See süsteem osutus väga efektiivseks laevaehituse praktikas ning leidis kiiresti tee NSV Liidu suurematesse laevaehitustehastesse. Ühtlasi sai ta rahvusvahelise tunnustuse kui süsteem, milles olid oskuslikult realiseeritud mitmed uued süsteemprogrammeerimise meetodid.

Konkreetsete programmeerimissüsteemide ja insener-tehniliste protsesside analüüsi tulemusena formuleeriti probleemorientatsiooniga süsteemide loomise põhiprintsiibid ning nende järeldusena idee integreeritud programmeerimissüsteemide koostamiseks [2].

Integreeritud programmeerimissüsteem (IPS) ühendab probleemorientatsiooniga spetsialiseeritud tarkvara vahendid protseduurorientatsiooniga universaalsete tarkvara vahenditega ning kasutab nende mõlema eeliseid.

IPS, mille väljatöötamisega tehti algust 1968. aastal, ühendab mitmed probleemorientatsiooniga alamsüsteemid ühtseks informatsiooniliselt seostatud süsteemiks. Iga alamsüsteem kindlustab teatud klassi kuuluvate ülesannete lahendamise, mis võivad olla dekomponeeritud kompleksülesande alamülesanded. Iga niisuguse alamsüsteemi keel on orienteeritud konkreetse eriala spetsialistidele ja teatud klassi ülesannete lahendamiseks. Alamsüsteemide integreeritud kasutamine võimaldab erinevate alade spetsialistide koostöös lahendada mahukaid ja komplekssseid ülesandeid. Alamsüsteemide erinevates keeltes kirjutatud programmid realiseeritakse süsteemse osa kaudu. Kõik alamsüsteemid on ühesuguse struktuuriga.

IPS-i oluliseks omaduseks on tema «iselaienemise» võime. See tähendab, et ta on varustatud niisuguste keeleliste vahenditega ja automaatprogrammeerimise mehhanismiga, mis võimaldavad muuta olemasolevaid ja viia sisse uusi mõisteid ning automaatselt koostada ka nendele vastav kompaileri osa. Seega võib IPS-i vaadelda kui avatud süsteemi, mis pole piiratud ettemääratud kasutusalaga. Uue alamsüsteemi lisamine IPS-ile taandub seega keele ja prekompaileri konstrueerimisele, mis tunduvalt lihtsustab probleemorientatsiooniga süsteemide loomist ja realiseerimist.

IPS-iga töötavad kolm erinevat spetsialistide kategooriat. Kogu süsteemse osa töötavad välja süsteemprogrammistid põhiliselt universaalse tarkvara baasil. Nemad koostavad ka esimesed alamsüsteemid. Pärast teatud minimaalkonfiguratsiooni loomist töötavad uusi alamsüsteeme välja süsteemiinsenerid sellelt erialalt, kuhu kuulub antud alamsüsteemi poolt lahendatavate ülesannete klass.

Kolmas rühm IPS-iga töötavaid inimesi on lai hulk tarbijaid. Et igal tarbijal on tavaliselt tegemist ainult ühe alamsüsteemiga, tuleb tal õppida ainult seda kasutama, mis on aga väga lihtne kõrgetasemelise programmeerimiskeele olemasolu tõttu.

Selle mahuka töö ideekandjaiks on artikli autor ja J. Pruuden. Kogu süsteemi esimese järjekorra valmimine nõuab umbes 100 inimaastat. Töö toimub Küberneetika Instituudi ja Juhtivate Elektronarvutite Instituudi ühisalluvusega osakonnas ning silutakse viimati mainitud instituudi kolmanda põlvkonna arvutil «Siemens-4004». Edaspidi viiakse süsteem üle kodumaistele kolmanda põlvkonna suurtele arvutitele.

Teine tähtis liin süsteemse tarkvara väljatöötamisel Küberneetika Instituudis on olnud seotud majanduslike ja plaaniarvutustega. Nõuded, mis seatakse majandusliku informatsiooni töötlemise süsteemidele, erinevad oluliselt insener-tehniliste ülesannete lahendamise süsteemidele esitatavatest nõuetest, samuti on erinevad kumbagi süsteemi kasutavate tarbijate kontingendid.

1968. aastal valmis süsteem VELGOL arvutile «Minsk-22», mis võimaldab suhteliselt lihtsate keeleliste vahendite abil programmeerida majanduslike andmete, sealhulgas tekstinformatsiooni ja plaaniarvutuste töötlemist ning vormistada resultaate dokumentide, aruannete jne. kujul (V. Kuusik). Ka VELGOL, nagu teisedki instituudis väljatöötatud programmeerimissüsteemid, võitis kiiresti populaarsuse ja on käesoleval ajal kasutusel ligi 40 arvutuskeskuses meie maal [3].

VELGOL-i kasutamise rikkalikud kogemused näitasid peagi, et tema sisendkeel pole siiski veel nii lihtne, kui oleks nõutav reatarbijale. Tõepoolest, VELGOL-i kohta võiks öelda, et see on süsteem, millel on probleemorientatsiooniga kompailer, kuid protseduurorientatsiooniga keel.

Selle puuduse kõrvaldamiseks ning süsteemi laiendamiseks ja täiustamiseks, pidades ka silmas kolmanda põlvkonna arvuteid, alustati 1969. aastal Majandusandmete Ankeediviisilise Töötlemise Süsteemi (MATS) loomisega (E. Sarv, L. Heinla). MATS kujutab endast, niisiis, probleemorientatsiooniga pealisehitust süsteemile VELGOL, kuid on ise sealjuures suur süsteem, realiseerides rea printsiipe, mis kehtivad integreeritud süsteemide puhul [4].

MATS on realiseeritud üldistatud programm-moodulite kogumina, mis täidavad andmetöötluse teatud elementaarseid töid. Momendil on selles nomenklatuuris 120 niisuguse töö liiki. Majandusülesannete lahendamine toimub elementaartööde järjestikulise täitmise teel ühtse andmete arhiivi baasil.

Ka MATS-is nagu IPS-iski kasutatakse kolme erineva tasemega keelt süsteemiga töötavate erinevate kategooriate spetsialistide tarvis.

Süsteemprogrammistide töövahendiks on VELGOL, mille abil ongi koostatud kogu süsteemisisene tarkvara ja miiles toimuvad kõik süsteemisisesed muudatused ja süsteemi laiendused.

Süsteemiinseneride töövahendiks on juhtinformatsiooni keel. Süsteemiinsenerid, kelleks antud juhul on insenerökonomistid, on need, kes projekteerivad arvutuste automatiseerimise konkreetsel majanduslikul objektil, s. t. kirjeldavad konkreetseid andmete struktuure ja arvutusmeetodeid juhtinformatsiooni keele abil. Saadud juhtinformatsiooni skeemid viiakse arhiivi. Konkreetse ülesande lahendamisel töötlevad MATS-i moodulid interpreteerimise režiimis seda juhtinformatsiooni, mis siis häälestab moodulid tööks nõutud lahendusalgoritmide alusel. Arvutuste automatiseerimise

projekteerimine juhtinformatsiooni keele abil on põhimõtteliselt analoogiline alamsüsteemide koostamisega IPS-is.

Tarbijatele on MATS-is mõeldud ankeetide keel. See on ülimalt lihtsustatud ja taandub vastamisele teatud kindlate ankeedivormide küsimustele, millega saab hakkama iga ökonomist-praktik. Enam kvalifitseeritud tarbijad võivad keerulisemate ülesannete lahendamiseks koostada ka täidetud ankeetide seeriaid, mis viiakse süsteemi arhiivi ja pannakse tööle üheainsa päisankeedi abil.

MATS töötab nii arvutitel «Minsk-32» kui «Minsk-22». Tema üleviimine teistele arvutitüüpidele taandub peamiselt vastavale arvutile VELGOL-translaatori koostamises. Praegu ongi käsil VELGOL-translaatori koostamine arvutile «Siemens-4004». MATS-i mahust annab ettekujutuse masinakäskude arv süsteemprogrammides pärast transleerimist, mis on kümnendsüsteemis üle 140 000.

Toetudes matemaatilise planeerimise töörühma kogemustele, asuti matemaatilise planeerimise tarkvara süsteemi loomisele uute arvutite jaoks. Programmide pakett luuakse moodulprintsiibil, mis võimaldab süsteemi laiendada ning muuta ja rakendada korraga tööle terve töörühma. Moodulitena vormistatud protseduuride tööd juhib süsteemi juhtprogramm. Arvutilt «Minsk-22» arvutile «Minsk-32» ülemineku hõlbustamiseks programmeeritakse FORTRAN-is

Loodav matemaatilise planeerimise programmide süsteem peab võimaldama lahendada mitut tüüpi planeerimise ülesandeid: põhiülesandeid simpleksmeetodil, suuri hõreda maatriksiga ja osalt kaheliikmeliste kitsendustega ülesandeid multiplikatiivsel simpleksmeetodil, mis arvestab tundmatute tüüpe; samuti täisarvulisi ülesandeid väga mitmel meetodil (see osa tehakse TRÜ arvutuskeskuses), ruutplaneerimise ülesandeid Beale'i meetodil, teha vastuse tundlikkuse analüüsi jm. Kogu süsteem tuleb tugevasti tarbijale orienteeritud, selleks arendatakse välja mitmekülgne sisend-väljundprotseduuride kogum ja piisavalt tark juhtprogramm. Süsteemi valminud variant sisaldab simpleksmeetodi ja Beale'i meetodi.

1. Pruuden, J. APROKS — A programming system for NC flame cutters. — In: Numerical Control Programming Languages. Amsterdam, 1970, pp. 350—357.
2. Тамм Б. Некоторые концепции системного программирования. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1970, № 1, с. 17—23.
3. Kuusik, V., Sarv, E., Heinla, L. Automaatprogrammeerimise süsteem VELGOL, I. Tallinn, 1970, 196 lk.; II, 94 lk.
4. Сарв Э., Хейнла Л. Анкетная система обработки экономических данных. — В кн.: Вторая всесоюзная конференция по программированию. Часть М. Новосибирск, 1970, с. 77—89.

JUHTIMISSÜSTEEMID

R. TAVAST

Juhtimissüsteemidega seotud uurimistööd leidsid ajavahemikul 1965—1972 edasiarendamist kolmes suunas:

1) juhtimissüsteemide teooria,
2) juhitavate objektide modelleerimine,
3) juhtimissüsteemide rakendused.

1. Juhtimisteooria. Juhtimisteooria kui rakendusmatemaatiline distsipliin on seotud Teaduste Akadeemias viljeldavate matemaatiliste uuringutega. Spetsiifilise probleemistiku moodustab tagasisidestatud juhtimissüsteemi analüüs ja süntees sel juhul, kui objekti kohta puudub täielik informatsioon. Juhtimissüsteemi vaadeldakse koosnevana alamsüsteemidest: juhitavast objektist A, mõõtesüsteemist B ja juhtivast süsteemist C. Osadele A ja B mõjuvad juhuslikud faktorid, mille jaotused ei ole täielikult teada. Juhtiva süsteemi C ülesandeks on A mõjutamine, et saavutada A käitumise kohta püstitatud tingimuste rahuldamine tõenäosuslikus mõttes.

On uuritud juhtimisprobleeme mitmesuguste eeldiste puhul A ja B matemaatiliste mudelite M_A ja M_B ning juhuslike faktorite jaotuste kohta.

Tulemusi on saavutatud staatiliste, diskreetsetel ajahetkedel jälgitavate objektide uurimisel [1]. Siin on M_A ja M_B diferentseeruvate funktsioonide süsteemid. M_A sisaldab juhuslikke parameetreid, mille aprioorne jaotus on taastuvate jaotuste klassist. Juhtimise eesmärk on kaofunktsiooni oote (summaarse riski) minimiseerimine fikseeritud ajavahemikul. Juhtimisstrateegiat otsitakse funktsioonina Bayesi mõttes aposterioorse jaotuse parameetritest (piisavatest statistikatest), mille muutumist kirjeldavad stohhastilised diferentssuhted. Ligikaudselt optimaalne lahendus saadakse L. S. Pontrjagini (diskreetse) maksimumprintsiibi kaudu pärast diferentssuhete matemaatiliste oodete arvutamist üle teadaolevate mõõtevigade.

Paljudel juhtudel on A-d ja B-d loomulik vaadelda kui ajas pide-

vaid dünaamilisi süsteeme. Siis on M_A ja M_B stohhastiliste diferentsiaalvõrrandite süsteemid. On uuritud selliste objektide juhtimisstrateegiaid juhul, kui juhttoimete lubatavate väärtuste hulk on lõplik [2]. Optimaalse strateegia süntees tähendab siin piisavate statistikate ruumi jaotamist mittelõikuvateks osadeks, mille sees on juhttoime väärtus konstantne. Otsitavate ruumiosade eraldus-pindade leidmise probleem formuleeritakse osatuletistega diferentsiaalvõrrandi rajaülesandena tundmatu rajaga piirkonnas. On saadud piisavad rajatingimused lineaarsete ja mittelineaarsete Ito tüüpi võrrandite puhul ning uuritud numbrilisi lahendusmeetodeid.

Kirjeldatud uurimused annavad C toimimise algoritmid, millel on duaalne iseloom: juhtida objekti soovitavas suunas ning soodustada informatsiooni kogumist tundmatute jaotuste kohta.

Üheks võtteks määrata ligikaudselt optimaalne juhtimisstrateegia mittetäieliku informatsiooni puhul on tundmatute jaotuste parameetrite statistiliste hinnangute kasutamine täieliku informatsiooniga ülesandes (deterministlikus ekvivalendis). Et hinnangute jaotused sõltuvad eksperimendi tingimustest ja juhttoimest, tuleb ekvivalenti selliselt teisendada, et esialgse ülesande tingimused oleksid täidetud. Töötati välja meetod [3, 4] staatilise objekti juhttoimete lubatava piirkonna aproksimeerimiseks juhul, kui juhtimisstrateegia taandub tõenäosuslike tõketega stohhastilise planeerimise ülesannete jadale. On näidatud piirkondade stohhastiline koonduvus, kui parameetrite hinnangud samas mõttes koonduvad.

2. Juhitavate objektide modelleerimine. Juhtimisteoorias uuritakse tavaliselt lihtsustatud matemaatilisi objekte (väikese dimensiooniga, lineaarsed jne.), et selgitada juhtimisprotsesside üldisi omadusi. Konkreetsetes rakendustes kujunevad objektide mudelid väga keerukateks, mis raskendab nende analüüsi ja kasutamist. Seetõttu teatud kindlat liiki objektide modelleerimise üldvõtted ning saadavate mudelite analüüs nende lihtsustamiseks ning juhtimissüsteemides kasutamiseks omandavad suure tähtsuse. On uuritud peamiselt nn. jaotatud parameetritega objektide (tunnelahjud, kompressorite torustikud) ning keemilise tehnoloogia komplekside modelleerimist.

J a o t a t u d p a r a m e e t r i t e g a o b j e k t i d. Metalli kuumenemist tunnelahjudes kirjeldatakse osatuletistega, muutuvate kordajatega paraboolset tüüpi diferentsiaalvõrranditega. Soojusülekanne kiirguse ja konvektsiooni teel võetakse arvesse mittelineaarsete rajatingimuste abil. On uuritud ilmutatud arvutusskeemi stabiilsust soojusvõrrandi ligikaudsel lahendamisel võrkude meetodil ning saadud üldtuntud stabiilsustingimuste üldistusi, milles sisalduvad keskkonna temperatuur ja soojusülekande tegurid [5]. A. Wõrk on uurinud ka hüperboolset tüüpi diferentsiaalvõrrandite

stabiilsust, et modelleerida gaaside dünaamika protsesse kompressorite torustikes.

Keemilise tehnoloogia kompleksid. Need on tehnoloogiliste aparaatide (protsesside) kogumid, mida ühendavad mitmekomponendilised aine- ja soojusvood. On osutunud sobivaks neid komplekse modelleerida orienteeritud graafina, mille tippude hulga moodustab voogude hulk ning kaarte hulgaks on ülekannete (teisenduste) hulk voogude iga paari vahel. Graafi igale tipule on vastavusse seatud voo ainekomponente iseloomustavate suuruste vektor (olekuvektor); igale kaarele vastab teatud operaator olekuvektorite ruumis, erandjuhul ülekandemaatriks. Seega on keemilise tehnoloogia kompleksi mudeliks väärtustega graaf ehk võrk. Keemilise tehnoloogia kompleksi võrguga seotud võrrandisüsteemide lahendamiseks on autor [4] konstrueerinud lahendusalgoritme juhu jaoks, kui olekuvektori dimensioon on konstantne kogu võrgul ning ülekandemaatriksite elemendid on olekumuutujate funktsioonid. Tuletati lahendusalgoritme dünaamilise juhu jaoks, kui diagonaalsete ülekandemaatriksite elementideks on diferentsiaaloperaatorid [6].

Kui ülekandemaatriksid pole eelnevalt teada ning olekuvektorid pole täielikult mõõdetavad, tekib olekuvektorite ning ülekandemaatriksite määramise probleem, kusjuures võrgul kui juhtimisobjekti mudelil peavad olema teatud kvalitatiivsed omadused. On uuritud atsüklilisi lineaarseid võrke [7], mille kohta on teada juhttoimete ja mõõtmistulemuste formaalne seos (väline kirjeldus) ning mille olekuvektorite ruum ei ole eelnevalt fikseeritud. Saadi võtted välise kirjelduse kaudu ülekandemaatriksite määramiseks selliselt, et võrgu iga tipu olekuvektor oleks täielikult juhitav ja jälgitav ning minimaalse dimensiooniga.

3. Juhtimissüsteemide rakendused. Põlevkivi termilise ümbertöötamise protsesside juhtimise süsteemid. Nimetatud protsessidel on rida ühiseid omadusi, mis võimaldavad kogu protsesside grupi jaoks välja töötada juhtimissüsteemide tüüplahendused. Sellise üldistuse on teinud E. Künnap [8]. Juhtiva süsteemi *C* moodustab seadmete kompleks, mille tähtsamaks osaks on eriotstarbeline numbriline püsiprogrammiga arvuti — optimisaator. Süsteemi on rakendatud põlevkivi tahke soojusekandjaga utmisprotsessi optimiseerimiseks, kus optimisaator töötab koos reguleerimiskontuuriga, tagades põlevkivi maksimaalse erisaagise utmisprotsessi mitmesuguste tehnoloogiliste variantide korral. Uued võimsad protsessid projekteeritakse juba koos kirjeldatud süsteemiga.

Formaliiniprotsesside juhtimise süsteem. Formaliiniprotsess on suhteliselt lihtsa struktuuriga ajas muutuvate omadustega keemilise tehnoloogia kompleks. On välja töötatud tarkvarasüsteem arvutile «Minsk-32» («Minsk-22») grupi sõltuma-

tute formaliiniprotsesside tsentraliseeritud juhtimiseks. Süsteem töötleb iga protsessi mõõteandmeid ainevoogude olekute ja ülekandemaatriksite statistiliseks hindamiseks ning optimaalse tehnoloogilise režiimi määramiseks, arvestades erinevaid tehnoloogia ja mõõtesüsteemide variante ning majanduslikke parameetreid [4]. Arvuti «Minsk-32», tarkvarasüsteem ja telegraafiliinid andmete ülekandmiseks moodustavad siin juhtiva süsteemi *C*. Süsteemi on rakendatud 11 formaliiniprotsessi puhul.

Metallurgiliste tunnelahjude juhtimise süsteem. Võimsate metallivaltsimispinkide töö efektiivsus oleneb suurel määral metalli toorikute soojendusrežiimist tunnelahjudes, mida tuleb juhtida selliselt, et minimiseerida toorikute temperatuuri kõrvalekallet etteantust, kui mittestatsionaarses režiimis muutuvad toorikute mõõtmed, soojustehnilised parameetrid ja ahjust väljaandmise sagedus. Statsionaarsed optimaalsed režiimid leitakse kuumutamise omahinna minimiseerimise tingimusest. On välja töötatud tunnelahjude eeltoodud mõttes optimaalse juhtimise algoritme [9], kasutades objekti lihtsustatud mudelit ning L. S. Pontrjagini maksimumprintsiipi. Tunnelahjude juhtiv süsteem on realiseeritud eriotstarbelise analoog-arvutusseadme baasil ning rakendatud tööle Lipetski Metallurgiatehases.

1. Яаксоо Ю. И. Об адаптивном управлении безынерционным объектом. — Автоматика и вычислительная техника, 1969, № 3, с. 50—61.
2. Мытус Л. Дифференциальные уравнения со свободными границами в задачах стохастического управления. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1973, № 1, с. 37—44.
3. Таваст Р. Оценка допустимого множества в задачах программирования с вероятностными ограничениями. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1971, № 4, с. 478—480.
4. Tavast, R. Steady-state optimizing control of a group of chemical processes. — Automatica, 1972, Vol. 8, No. 6, pp. 715—727.
5. Вырк А. Х. Условие устойчивости конечноразностной вычислительной схемы явного типа при граничных условиях третьего рода. — В кн.: Автоматизация производственных процессов в промышленности, вып. 6. Рустави, 1971, с. 21—28.
6. Рандвеэ И. Управление процессом смешивания и разделения многокомпонентных потоков. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1972, № 3, с. 308—310.
7. Яаксоо Ю., Нургес Ю. О минимальной реализации линейных систем с изменяющейся размерностью вектора состояния. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1972, № 1, с. 59—65.
8. Кюннап Э. Ю. Автоматическое управление установками термической переработки сланца. Таллин, 1971, 222 с.
9. Wõrk, A. H. Optimal control of slab reheating furnaces. Preprints of IFAC Symposium on control of the distributed parameter systems. Banff, June, 1971.

DEFORMATSIOONILAINETE JA KAJA MATEMAATILINE MODELLEERIMINE

U. NIGUL

Sellel alal toimus Küberneetika Instituudis uurimistöö järgmistes suundades:

1) deformeeruvatelt kehadelt saabuva kaja tekkimise protsessi matemaatiline modelleerimine ning algoritmide koostamine, mis kaja analüüsi teel võimaldavad määrata kaja põhjustanud objekti geomeetrilist kuju, materjali omadusi ning sisemist ehitust iseloomustavaid parameetreid;

2) elastsete kehade (eriti õhukeseseinaliste koorikkonstruktsioonide) väga kiirel koormamisel tekkivate deformatsioonilainete matemaatiline kirjeldamine.

Esimene suund kuulub mehaanika, akustika ja bioonika piirialale. Põhimõttelise tähtsusega on siin järgmised probleemid: a) sondeerivate impulsside niisuguse kuju valik, mille puhul tekkivad kajasignaalid on võimalikult informatiivsed; b) kajasignaali niisuguste parameetrite väljaselgitamine, mille abil saab arvutada objekti iseloomustavaid suurusi. Seejuures peeti silmas nii tehnilisi rakendusi kui ka perspektiivselt bioloogiliste kajalokaatorite tööprintsiipide selgitamist.

Teine suund kuulub mehaanika valdkonda ja käsitleb deformatsioonilaineid elastsetes kehades, mis leiavad aset suurte koormuste rakendamisel ajavahemiku vältel, mille jooksul deformatsioonilained jõuavad levida vaid keha teatava osa ulatuses. Selle suuna viljelemisel peeti silmas tehnilisi rakendusi aparaatide ja seadmete projekteerimisel, mis töötavad eelmainitud olukorras.

Mõlema suuna puhul kasutati samu või sarnaseid matemaatilisi mudeleid ja meetodeid.

Matemaatilised mudelid. Käsitletud mehaaniliste ja termodünaamiliste protsesside kirjeldamiseks kasutati matemaatilisi mudeleid, mis on esitatavad osatuletistega diferentsiaalvõrrandite süsteemide ja nende integreerimiseks vajalike alg- ja rajatingimuste näol. Näiteks vedelikuga täidetud koorikuilt saabuva kaja mate-

maatilisel modelleerimisel määratakse ühe võrrandisüsteemiga keskkonna (vesi, õhk), teisega kooriku ja kolmandaga täidise käitumine, algtingimustega aga fikseeritakse algolukord ja sondeeriva impulsi kuju ning rajatingimustega keskkonna, kooriku ja täidise kontaktitingimused.

Mainitud võrrandisüsteemide koostamisel kasutati viimaste aastateni pideva keskkonna modelleerimiseks üldtuntud teooriaid — lineaarset elastsusteooriat ja kokkusurutava vedeliku lineaarset teooriat. Ent uuritavate nähtuste sügavamaks haaramiseks töötas autor koos J. Engelbrechtiga välja üldistatud mittelineaarse termoelastsusteooria, mis kirjeldab mehaanilisi ja termodünaamilisi protsesse, võttes arvesse nii geomeetrilisest ja füüsikalisest mittelineaarsusest kui ka soojuslainete leviku lõplikust kiirusest tulenevaid efekte [1, 2]. Vaadeldi ka mittelineaarsete efektide modelleerimist vedelikus [3].

Plaatides ja koorikutes deformatsioonilainete leviku kirjeldamiseks kasutati uurimistöö varajasemal etapil peamiselt nn. Timošenko tüüpi lineaarset plaatide ja koorikute teooriat. Seejuures andis L. Ainola silindriliste koorikute seda tüüpi tuntud võrrandite üldistuse suvalise kujuga koorikute jaoks. Edasi tuletas L. Ainola Timošenko tüüpi geomeetriliselt mittelineaarse koorikute teooria [4]. A. Lahe, arendades edasi L. Ainola tulemusi, konstrueeris telgsümmeetriliste elastsete koorikute Timošenko tüüpi teooria võrrandid, mis arvestavad nii geomeetrilist kui ka füüsikalist mittelineaarsust.

Selgitati [5] lineaarse elastsusteooria raames tingimused, mille puhul piisavalt väikese muutumisnäitajaga lainete leviku käsitlemisel koorikutes on võimalik kolmedimensionaalseid protsesse kirjeldavailt võrrandeilt üle minna lihtsamatele — koorikute teooria — võrranditele, mis kirjeldavad kahedimensionaalseid protsesse kooriku keskpinna koordinaatides.

Nii pidevas keskkonnas kui ka koorikutes lainete leviku protsesside matemaatilisel modelleerimisel on olulise tähtsusega diferentsiaalvõrrandite süsteemi ning alg- ja rajatingimuste kooskõla. See tingimus on täidetud, kui võrrandid ning alg- ja rajatingimused saadakse sobivalt valitud variatsiooniprintsiibi kasutamise teel. Ent dünaamika ülesandeis rakendatav Hamiltoni printsiip annab $2n$ järku diferentsiaalvõrrandite süsteemi jaoks n algtingimust mingi vaadeldava ajavahemiku alg- ning lõpphetkel. Lainete leviku protsesside matemaatilisel modelleerimisel on aga enamasti vajalik formuleerida kõnesoleva võrrandisüsteemi jaoks $2n$ algtingimust ühel konkreetsel ajahetkel. L. Ainola formuleeris variatsiooniprintsiibi [6—8], mis võimaldab tuletada diferentsiaalvõrrandite süsteemi, rajatingimused ja mainitud kujuga algtingimused mitmesuguste protsesside uurimiseks. Seda printsiipi rakendas L. Ainola näiteks elastse keskkonna, soojusjuhtivuse protsesside ning lineaare ja geomeetriliselt mittelineaarse Timošenko tüüpi

koorikuteteooria võrrandite ning alg- ja rajatingimuste tuletamiseks.

Ühemõõtmeliste protsesside analüüs. Töötati välja analüütiline meetod kvaasilineaarsete lainevõrrandite integreerimiseks pidevate esimeste tuletiste eksisteerimise piirkonnas ning näidati, et mittelineaarsed efektid kasvavad laine poolt läbitud distantsi kasvades ning on seda suuremad, mida suuremad on laine amplituud ja muutumise kiirus [2, 9]. Saadud valemid määravad lineariseeritud võrrandi lahendi täpsuse ja kasutusala. Nende abil selgitati mittelineaarsete efektide toime ühemõõtmelistele kajasignaalidele [2]. Selgitati ühemõõtmeliste lainete puhul termoelastses ja elastses keskkonnas lööklaine tekkimise kriteeriumid ning mittelineaarsete ja termodünaamiliste efektide ühistoime lööklaine väljakujunemisel [1, 10, 11].

Paralleelselt analüütiliste meetodite rakendamisega sooritati mittelineaarsete ja termodünaamiliste efektide uurimisel ka ulatuslikke numbrilisi arvutusi karakteristikute meetodil [1, 11, 12].

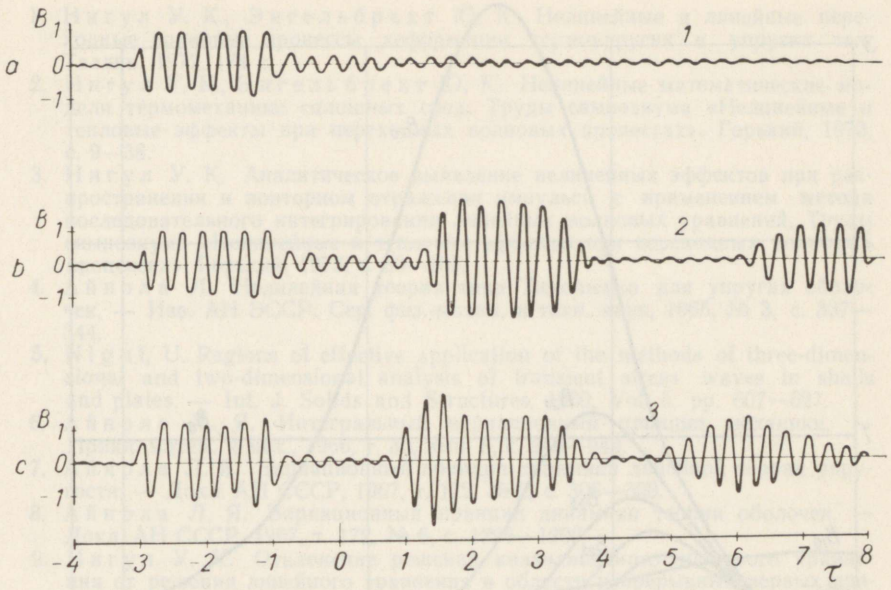
Lineaarse teooria raames õnnestus konstrueerida täpne lahend võrrandile, mis kirjeldab membraani pinnal suvaliselt muutuva kiirusega leviva rõhu poolt membraanis esilekutsutud deformatsioonilaineid [13]. Asümptootiliste meetoditega on analoogilist ühemõõtmelist ülesannet varem käsitlenud N. Alumäe [14] sfääriliste ning M. Kutser ja autor [15] suvaliste pöördkoorikute puhul.

Autor püstitas järgmise tööhüpoteesi: löökkoormuste puhul, mis põhjustavad plaadis või koorikus tangentsiaalse iseloomuga pingelaine, algab normaalisuunaliste siirete kiire suurenemise (stabiilsuse kaotuse) protsess lööklaine tekkimise hetkel. A. Lahe näitas [16], et minimaalse dissipatsiooni printsiipi kasutades saab seda hüpoteesi plaadi korral motiveerida analüütiliste vahenditega.

Kahemõõtmeliste protsesside analüüs. Kahest koordinaadist sõltuvate protsesside uurimisel on seni kasutatud vaid lineaarseid mudeleid.

Enamik uuringutest baseerub kahekordsete integraalteisenduste kasutamisel. Rakendati Laplace'i, Fourier' ja Watsoni teisendusi. Seejuures töötati välja või kohandati vaadeldavate ülesannetega mitmesuguseid ligikaudse tagasipööramise meetodeid [3, 5, 17—21]. Füüsikalise sisu poolest kõige kaalukamateks kujunesid J. Metsaveere, N. Veksleri ja teiste tulemused mitmesugustelt elastsetelt objektidelt saabuva kaja matemaatilisel modelleerimisel [3, 18—21]. Sfäärilistelt objektidelt saabuvaid kajasignaale arvutati mitmesuguste meetoditega ja mitmesuguste teooriate baasil nii sondeeriva impulsi kui ka objekti parameetrite laias diapasoonis.

Vaatleme illustratsiooniks kajasignaali vees, mis sfäärilise laine tüüpi sinusoidaalse sondeeriva impulsi korral saabub sfääriliselt



Joon. 1. Alumiiniumkoorikult saabuv kaja [19]:

a — momendivaba teooria; *b* — Timošenko tüüpi koorikuteteooria; *c* — kolmemõõtmeline elastsusteooria.

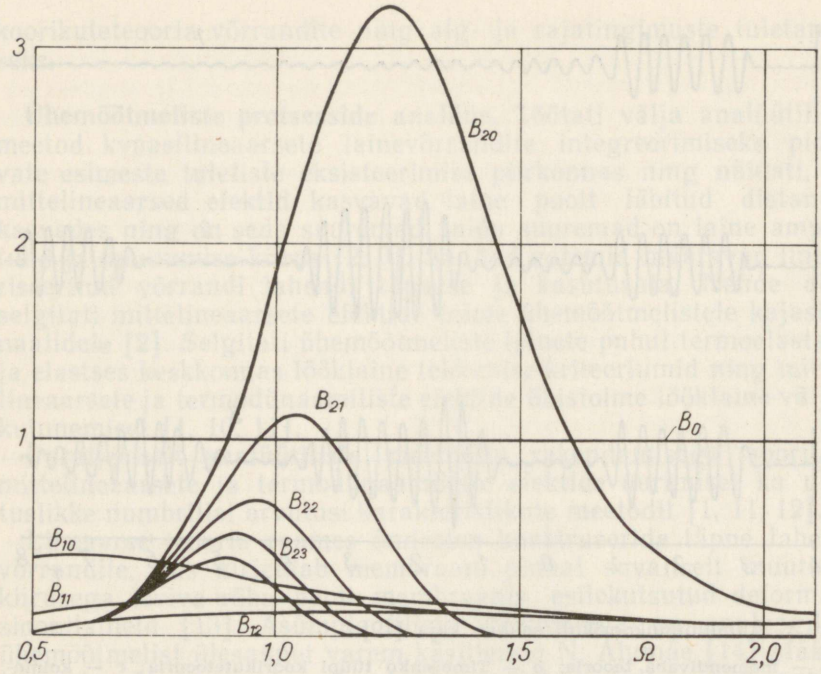
alumiiniumkoorikult tagasi sondeerivate impulsside allika keskpunkti. Joonisel 1, mis pärineb artiklist [19], on esitatud kajasignaali suhtelise rõhu B diagrammid funktsioonina mööduta ajast τ kooriku modelleeerimise kolme teooria järgi, juhul kui kooriku paksuse h ja raadiuse R suhe on 1 : 20. Need diagrammid on järjestatud teooriate täpsuse järjekorras. Kajasignaali tegelik rõhk P avaldub ligikaudu kujul

$$P=2P_0Rl^{-1}B,$$

kus P_0 tähistab sondeeriva impulsi amplituudi ja l on kooriku ja allika keskpunktide vahekaugus.

Töötati välja kolmemõõtmeliste võrkude meetod, mis leidis kasutamist plaatides [17] ja silindrilistes koorikutes [5] levivate deformatsioonilainete matemaatilisel modelleerimisel.

Kooriku parameetrite määramine kaja abil [3, 20]. Iseloomustame tulemusi üksiknäite varal, mida vaatlesime eespool. Nagu ilmneb joonise 1 diagrammidest *b* ja *c*, koosneb sinusoidaalse sondeeriva impulsi poolt esilekutsutud kajasignaal reast impulssidest. Üksikute impulsside parameetrid (amplituud, hilinemine jne.) sõltuvad ühelt poolt sondeeriva impulsi sagedusest ja teiselt poolt kooriku (objekti) parameetreist. Esimese impulsi saabumise aeg



Joon. 2. Alumiiniumkoorikult saabuva kaja moodidele $j=1$ ja $j=2$ vastavate kajaimpulsside suhtelised amplituudid olenevalt sondeeriva impulsi sagedusest [20].

ja amplituud määravad kooriku kauguse ja raadiuse. Kõik järgmised impulsid I_{ij} võib korrastada moodidele $j=1, 2, \ldots$ vastavate impulsside $i=0, 1, 2, \ldots$ seeriateks. Osutub, et kooriku paksuse määramiseks piisab üksnes moodi $j=2$ impulsi $i=0$ rõhu amplituudi B_{20} eksperimentaalsest mõõtmisest. Kui kooriku kohta soovitakse saada rohkem andmeid, siis on vaja eksperimentaalselt registreerida ka suurem arv parameetreid, mis iseloomustavad kajasignaali.

Rakendustes on oluline, et need kajasignaali impulsid, mida objekti kohta andmete saamiseks tuleb registreerida, oleksid küllalt suure amplituudiga. Jooniselt 2, kus Ω tähistab mõõduta sagedust, ilmneb, et see nõue on üksikute impulsside osas täidetud vaid siis, kui sondeeriva impulsi sagedus on valitud teatavast kitsast sagedusribast.

Ulatuslikke arvutusi mitmesuguste objektide kohta on sooritatud rakenduslikel eesmärkidel mitme asutuse tellimusel.

1. Нигул У. К., Энгельбрехт Ю. К. Нелинейные и линейные переходные волновые процессы деформации термоупругих и упругих тел. Таллин, 1972, 174 с.
2. Нигул У. К., Энгельбрехт Ю. К. Нелинейные математические модели термомеханики сплошных сред. Труды симпозиума «Нелинейные и тепловые эффекты при переходных волновых процессах». Горький, 1973, с. 9—38.
3. Нигул У. К. Аналитическое выявление нелинейных эффектов при распространении и повторном отражении импульса с применением метода последовательного интегрирования линейных волновых уравнений. Труды симпозиума «Нелинейные и тепловые эффекты при переходных волновых процессах». Горький, 1973, с. 63—105.
4. Айнола Л. Нелинейная теория типа Тимошенко для упругих оболочек. — Изв. АН ЭССР. Сер. физ.-матем. и техн. наук, 1965, № 3, с. 337—344.
5. Nigul, U. Regions of effective application of the methods of three-dimensional and two-dimensional analysis of transient stress waves in shells and plates. — Int. J. Solids and Structures, 1969, Vol. 5, pp. 607—627.
6. Айнола Л. Я. Интегральный вариационный принцип механики. — Прикл. матем. и мех., 1966, т. 30, вып. 5, с. 946—949.
7. Айнола Л. Я. Вариационный принцип динамики линейной теории упругости. — Докл. АН СССР, 1967, т. 172, № 2, с. 306—308.
8. Айнола Л. Я. Вариационный принцип динамики теории оболочек. — Докл. АН СССР, 1967, т. 172, № 6, с. 1296—1298.
9. Нигул У. К. Отклонение решения квазилинейного волнового уравнения от решения линейного уравнения в области непрерывных первых производных. — Прикл. матем. и мех., 1973, т. 37, вып. 3, с. 434—447.
10. Энгельбрехт Ю. К. Оценка времени возникновения разрывов решения краевой задачи для гиперболической квазилинейной системы второго порядка. — Прикл. матем. и мех., 1972, т. 36, вып. 3, с. 528—532.
11. Нигул У. К., Энгельбрехт Ю. К. Возникновение ударных волн в полупространстве при одномерных нелинейных переходных волновых процессах, возбужденных непрерывными воздействиями. — Изв. АН СССР. Мех. тверд. тела, 1973, № 1, с. 69—82.
12. Lahe, A., Nigul, U. Nonlinear transient stress-waves in elastic cylindrical and conical shells. — J. Acoust. Soc. Amer., 1973, Vol. 53, No. 2, pp. 541—549.
13. Нигул У. К. Аналитическое решение волнового уравнения, правая часть которого соответствует волне с переменной скоростью распространения. — Изв. АН СССР. Мех. тверд. тела, 1972, № 2, с. 109—118.
14. Алумяэ Н. А. Разрывы в ускорениях упругой сферической оболочки, создаваемых плоской волной давления. — В кн.: Тр. VI Всес. конф. по теории оболочек и пластинок (Баку, 1966). М., 1966, с. 44—47.
15. Кутсер М. Э., Нигул У. К. Метод анализа фронтовых разрывов, возбужденных волной давления в мембранах и оболочках. — Прикл. матем. и мех., 1969, т. 33, вып. 4, с. 609—621.
16. Лахе А. Переход симметричного волнового процесса деформации пластинки в несимметричный при возникновении ударной волны. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1973, № 2, с. 216—219.
17. Нигул У. О методах и результатах анализа переходных волновых процессов изгиба упругой плиты. — Изв. АН ЭССР. Сер. физ.-матем. и техн. наук, 1965, № 3, с. 345—384.
18. Векслер Н. Д., Нигул У. К., Пукк Р. А. Об алгоритме вычисления в рядах Фурье эхо-сигналов от упругих сферических объектов в идеальной жидкости. — Изв. АН СССР. Мех. тверд. тела, 1970, № 6, с. 71—83.
19. Метсавээр Я. А. О применении теории оболочек в задачах рассеяния акустических волн от сферических оболочек в жидкой среде. — В кн.: Тр. VII Всес. конф. по теории оболочек и пластинок (Днепропетровск, 1969). М., 1970, с. 421—424.

20. Метсавээр Я. А., Нигул У. К. Определение толщины и радиуса сферической оболочки по эхо-сигналам. — Изв. АН СССР. Мех. тверд. тела, 1972, № 6, с. 60—66.
21. Векслер Н. Д. О методе вычисления и структуре эхо-сигнала от «акустически жесткой» неподвижной сферы в безграничной идеальной сжимаемой жидкости. — Изв. АН СССР. Мех. тверд. тела, 1973, № 1, с. 83—96.

ENERGIAMAJANDUSE OPTIMISEERIMINE

L. VAIK, G. POBUL

Aastail 1965—1972 jätkusid uurimistööd nii kütuse- ja energiabilansside kui ka elektrienergia jaotamise optimiseerimise alal. Täielikult mindi üle matemaatiliste meetodite ja arvutite kasutamisele. On koostatud mitmed Eesti NSV energiamajanduse matemaatilised mudelid [1], mille abil on optimiseeritud ja analüüsitud vabariigi perspektiivseid energiabilansse.

Töötatakse tihedas kontaktis nii vabariiklike (ENSV TA Majanduse Instituut, ENSV TA Küberneetika Instituut) kui ka üleliiduliste (NSVL TA Siberi Osakonna Siberi Energeetika Instituut, G. M. Kržižanovski nim. Energeetika Instituut, Läti NSV TA Füüsika-Energeetika Instituut, Leedu NSV TA Energeetika Füüsika-Tehnikaprobleemide Instituut jt.) uurimisasutustega.

Alustati energiamajanduse lokaalsete ja globaalsete optimumide vaheliste seoste uurimist. Optimaalse kütuse- ja energiabilansi analüüsi alusel näidati, et bilansi optimaalset olekut iseloomustab kütuseliikide asendamise skeem [2]. Töötati välja rajooni energiabilansi energoökonoomilise karakteristiku meetod, mis annab seose rajooni energiamajanduse optimaalsete olekute ja rajoonile eraldatud kütuseressursside vahel. Selle karakteristiku määramiseks kasutati katsete planeerimise teooriat ja energiamajanduse matemaatilist mudelit. Rajooni energoökonoomiline karakteristik lubab määrata erinevate kütuste efektiivsuse muutust ja nende vastastikust mõju olenevalt nende ressurssidest [3]. Töötati välja meetod, mis võimaldab rajoonide energoökonoomiliste karakteristikute alusel saada analoogilisi karakteristikuid suuremate territoriaalsete üksuste kohta (kogu NSV Liidu kohta). Nõukogude Liidu energiamajanduse energoökonoomilise karakteristiku põhjal saab määrata igale kütusele hinde, mis on ühtne kõigile rajoonidele ja mille kui kriteeriumi alusel on võimalik määrata iga rajooni optimaalne energiabilanss, mis on kooskõlas NSV Liidu optimaalse energiabilansiga. Nimetatud meetod võimaldab optimaalselt jaotada piiratud, kuid suure efektiivsusega kütuseressursse rajoonide vahel [4].

Põllumajandusrajoonide perspektiivsete asulate soojusega varustamise alal selgitati põhilised tegurid, mis määravad otstarbeka soojusvarustuse skeemi ja allikad. Näidati, et olulisteks teguriteks on soojustarbimise suurus ja tihedus, arvestusliku režiimi saavutamiseks kuluv aeg ja kütuseliik [5]. Uuringute tulemusena töötati välja perspektiivse asula optimaalse soojusvarustuse skeemi määramise metoodika [6].

Tarbija kütusetagavarade optimaalseks reguleerimiseks vaadeldi kahte võimalikku lähenemisviisi. Imitatsioonmodelleerimise meetod [7], mis töötati välja koos NSV Liidu Teaduste Akadeemia Majandusmatemaatika Keskinstituudiga, võimaldab täpselt kirjeldada süsteemi käitumist, kuid ei taga rangelt optimaalset lahendit. Dünaamilise programmeerimise meetod [8] annab optimaalse lahendi, kuid nõuab seejuures süsteemi parameetrite täpset määramist. Nende kahe arvutusmeetodiga saadud tulemuste vastandamine võimaldab hinnata tarbija optimaalset kütusetagavara erinevate piiritingimuste korral.

Rahvamajanduslike probleemide lahendamiseks on rohkem kui 20 plaani- ja projekteerimisorganisatsiooni ülesandel uuritud Eesti NSV kütuse- ja energiabilanssi tulevikus, analüüsitud Eesti NSV gasifitseerimise skeemi ning Eesti NSV kütuse- ja energiaressursside kasutamise efektiivsuse tõstmise abinõusid, prognoositud energia tarbimist Eesti NSV-s.

Et parandada elektrivõrkude pingerežiime, töötati välja statistilis-tõenäosuslik meetod järjestikkompensatsiooniseadmete optimaalsete parameetrite määramiseks, võttes seejuures arvesse piiravaid tingimusi, mis tulenevad vajadusest vältida häirivaid nähtusi (G. Pobul, F. Novod). Järjestikkompensatsiooniseadmete kaitseks töötati välja elektrikaart stabiliseeriv rõngassädevahemik lühisevooludele kuni 4 kA, mis leiab kasutamist paljudes energiasüsteemides ja raudteel [9]. Anti metoodika järjestikkompensatsiooniseadmete efektiivsuse määramiseks sõltuvalt koormuste kasvu dünaamikast. Selle metoodika põhjal saab võrrelda järjestikkompensatsiooniseadmeid autotrafode, juhtmete vahetuse ja paralleelkompensatsiooniga. Töö tulemused näitasid, et järjestikkompensatsiooniseadmetel on tõukelise koormuse puhul suuri eeliseid, võrreldes teiste pinge reguleerimise seadmetega. Järjestikkompensatsiooniseadmed on autotrafodest tunduvalt efektiivsemad sel juhul, kui elektriülekandeahela takistuste suhe R/Z ja elektrienergia tarbijate võimsustegur on väikesed.

Järjestikkompensatsiooni ja paralleelkompensatsiooni võrdlus näitas, et kui ülekoormatud võrkudes tahetakse tõsta võrgu pinget, on otstarbekas kasutada järjestikkompensatsiooni. Järjestikkompensatsioon on paralleelkompensatsioonist efektiivsem eriti siis, kui $R/Z > 0{,}6—0{,}7$ ja kui võimsustegur on madal (G. Pobul, J. Johannson).

Uuriti asünkroonmootorite endaergutust järjestikkompensat-

siooni korral, määrates endaergutuse tekkimise tsooni ja tingimusi selle vältimiseks [10].

Lähtudes elektrienergia jaotamise süsteemide arvutamisel integraalsest meetodist, koostati võrgu mudelid ja jaotusvõrgu režiimide arvutamise programmid. Töötati välja optimaalsuse kriteerium, mis hõlmab töökulude, toodangu koguse ja kvaliteedi ning looduslike tingimuste muutusi [11].

1. Вайк Л., Кампс Р., Сюльд К. и Янсон М. Об оптимизации топливно-энергетических балансов ЭССР на 1975 и 1980 гг. — В кн.: Оптимизация энергетического хозяйства. Таллин, 1971, с. 44—54.
2. Вайк Л. Анализ оптимального топливно-энергетического баланса района. — В кн.: Оптимизация энергетического хозяйства. Таллин, 1971, с. 55—72.
3. Вайк Л., Рабкин Г. Определение энергоэкономической характеристики топливно-энергетического баланса района в условиях дополнительного ограничения. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1972, № 4, с. 424—430.
4. Вайк Л. Метод оптимального распределения мазута и природного газа между районами. — В кн.: Проблемы развития энергетики Северо-Запада СССР. Рига, 1971, с. 57—64.
5. Барабанер Х. Исследование факторов, влияющих на выбор схем теплоснабжения сельских населенных пунктов. — В кн.: Проблемы развития энергетики Северо-Запада СССР. Рига, 1971, с. 73—89.
6. Барабанер Х. Определение экономических показателей схем теплоснабжения сельских населенных пунктов. — В кн.: Оптимизация энергетического хозяйства. Таллин, 1971, с. 91—105.
7. Мытус М., Некрасов А., Полянская Т., Юрченко Л. Статистическая модель календарного регулирования топливоснабжения. — В кн.: Оптимизация энергетического хозяйства. Таллин, 1971, с. 116—128.
8. Мытус М. Динамическая модель календарного регулирования топливоснабжения. — В кн.: Оптимизация энергетического хозяйства. Таллин, 1971, с. 129—148.
9. Побуль Г., Романов А. Опыт применения установок продольно-емкостной компенсации для увеличения пропускной способности высоковольтных распределительных сетей. — Электрические станции, 1972, № 5, с. 54—58.
10. Одер М., Тарвис Ю. К вопросу устранения нежелательных режимов установок продольной емкостной компенсации при применении их в сельских электрических сетях. — В кн.: Оптимизация распределения электроэнергии. Таллин, 1972, с. 164—179.
11. Новод Ф., Рандмер У. О методике оптимизации высоковольтного распределения электроэнергии. — В кн.: Оптимизация распределения электроэнергии. Таллин, 1972, с. 4—52.

SOOJUS- JA MASSIVAHETUS JOALISEL VOOLAMISEL

M. LAATS

Gaaside ja vedelike joaline voolamine on looduses ja tehnikas väga tavaline. Tehnikas rakendatakse sellist voolutüüpi teadlikult, sest suurte suhteliste kiiruste ja kõrge turbulentsuse väljas kulgevad turbulentse ülekande protsessid (soojus- ja massivahetus) väga intensiivselt.

Ka uurimisobjektina on joaline voolamine üpris huvipakkuv. Et mittehomogeense ja anisotroopse turbulentse voolu (nn. gradientvoolu) puhtteoreetiline käsitlus pole nähtavasti lähema paari aastakümne jooksul võimalik, kasutatakse lihtsamate selliste voolude uurimisel laialdaselt poolempiirilisi turbulentsuse teooriaid (Prandtl, Karman, Taylor). Tehnikas on aga joaline voolamine enamasti komplitseeritud erinevate olukordade tõttu nii piiretel kui ka joas eneses. Seetõttu on igal juhul vaja tõestada, et olemasolevad teooriad on rakendatavad või siis tuleb neid täiustada vastavalt voolamise iseärasustele.

Joaliste voolamiste uurimine vedeliku- ja gaasimehaanika meetoditega nõuab teoreetilise ja eksperimentaalse uurimise sünteesi. Termofüüsika ja Elektrofüüsika Instituudis käsitletavatest probleemidest on üks küsimuste ring seotud ristivoolu suubuva joa või jugade süsteemi uurimisega. Joa levik ja segunemine ristivoolus pakub märgatavat huvi paljude tehniliste rakenduste, sealhulgas ka suitsugaaside hajutamise aspektist (suitsugaaside all mõeldakse siin igasuguseid gaasilisi korstnaheitmeid). Sellisel vooluskeemil on mitmeid iseärasusi (rõhugradiendid, sekundaarvooludkeerispaarid) ja seetõttu tavalised piirikihi eeldused ei kehti.

Lähtudes täiustatud teoreetilisest mudelist [1, 2], on välja selgitatud suitsujoa leviku seaduspärasuste sõltuvus saasteallika ja ümbritseva keskkonna iseloomulikest parameetritest. Suitsujugade levikule avaldavad olulist mõju tõste-(Archimedese) jõud ja atmosfääri termiline stratifikatsioon. On tuletatud neid faktoreid arvestavad teoreetilised sõltuvused suitsujoa trajektoori arvutamiseks voolamise aktiivsel, «joalisel» lõigul [3], mis on heas kooskõlas nii laboratoorsete katsetulemustega kui ka vaatlustega objektidel.

Joa ristivoolu suubumisel tekkiva kõrge turbulentsuse ja sekundaarvoolude tõttu on see vooluskeem segunemise seisukohalt üks tõhusamaid, samal ajal ka tehniliselt otstarbekaim. Seda kasutatakse tehnikas laialdaselt kompaktsete segistite loomiseks (gaasipõletid, gaasiturbiinseadmete segamiskambrid), kusjuures voolu viiakse sisse terve jugade süsteem. Üksiku joa levimise seaduspärasused pole sel juhul enam rakendatavad.

Vabasse voolu risti suubuvate tsentraalsete jugade süsteemi uurimine võimaldas määrata jugade vastastikuse koostöö mõju nende levikule sõltuvalt konstruktiivsetest ja režiimiparameetritest [4] ning välja töötada originaalse tsentraalsete düüsidega gaasipõleti konstruktsiooni [5] tootlikkusega 10 000 m^3 looduslikku gaasi tunnis, mis on rakendatud mitmes elektrijaamas.

Segistamine toimub enamasti kinnises kambris. Kõrge küttevääртusega gaasi põletamisel on õhuvoolu sisseviidava gaasi kogus suhteliselt väike ja vabas voolus saadud seaduspärasused hästi rakendatavad segunemisprotsessi määramiseks ka piiratud voolukanalis — segamiskambris. Mitmetes agregaatides on aga «joagaasi» ja «voolugaasi» kogused lähedased. Jugade süsteem moodustab takistuse, mida ignoreerida, nagu see juhtub vabas ruumis, vool ei saa. See nõuab piiratud voolus leviva jugade süsteemi uurimist. Teoreetiliste ja eksperimentaalsete uuringutega selgitati välja määrava režiimiparameetri modifikatsioon piiratud voolu jaoks [6] ja süsteemi moodustavate jugade leviku ja massivahetuse seaduspärasused sõltuvalt jugadevahelisest suhtelisest sammust ja modifitseeritud hüdrodünaamilisest parameetrist [6, 7]. Ühelt poolt lubavad saadud tulemused maksimaalselt kasutada vooluskeemi võimalusi segunemise tõhustamiseks, teiselt poolt kasutada joasüsteeemi «taga» tekkiva keeristsooni iseärasusi põlemise stabiliseerimiseks gaasiturbiinseadmete põlemiskambris.

Teine küsimuste ring on seotud aktiivsete joasiseste mõjutuste uurimisega, mille hulka võib lugeda ka eelvaadeldud mitteisotermilisusest tulenevad tõstejõud. Üheks selliseks oluliseks mõjutuseks on ka voolu kahefaasilisus — hiibsus. Peeneteralise kondenseeritud faasi sisseviimine gaasivoolu parendab oluliselt voolu kui «töötava keha» soojusfüüsikalisi näitajaid, faasidevahelised soojus-massivahetusprotsessid kulgevad peeneteralises dispersses süsteemis väga intensiivselt. Kõik see tingib hiibse süsteemi «gaas—tahked osakesed või tilgad» laialdase rakendamise tehnikas.

Hiibsete süsteemide uurimine sai alguse ühest tehnilise suunitlusega tööst 1965. aastal [8]. Kütusetolmu kandva vaba joa uurimisel selgus, et pulbriline tahke faas avaldab olulist tagasimõju kandva voolu turbulentsusele, kutsudes esile selle sumbumise. Et vaba juga on läbinisti turbulentne, siis on ta tänuväärt objektiks hiibse voolu turbulentsuse tundmaõppimisel.

Hiibse vaba voolu keskmistatud ja pulsatsiooniliste parameet-

rite uurimise tulemusena [9] selgitati tahke faasi hajumise seaduspärasused joas [10]. Kõrvuti turbulentse difusiooniga avaldab hajumisele olulist mõju osakeste põikmigratsioon, mis on määratud osakeste ümbamise iseärasustega gradientvoolus. Võtnud aluseks G. Abramovitši idee rakendada liikumishulga jäävuse seadust ka pulsatsioonilisele liikumisele, õnnestus seostada vaba kahefaasilise piirikihi pulsatsioonilised parameetrid keskmistatutega poolempiirilise turbulentsuse teooria tasemel.

Uuritakse hiibset voolu torudes ja suurtel, ka helikiirust ületavatel kiirustel.

Paljud tööd on seotud joalise voolamisega piiratud ruumis.

Otsevoolulise joa voolamisel «suhteliselt küllalt väikesesse» töökambrisse põhjustavad tekkivad keeris- ja tagasivoolud ülemineku kanalilisele voolamisele olulisi kõrvalekaldumisi vaba joa tuntud seaduspärasustest. Sellise voolu keskmistatud ja pulsatsiooniliste parameetrite uurimine [11] võimaldas määrata piiratuse mõju voolamise joalisel osal ja soojus-massivahetusprotsesside iseärasusi kogu süsteemis. Saadud tulemused on rakendatavad mitmesugustes tööstusahjudes, kaasa arvatud metallurgiaahjud.

Võimsates aurugeneraatorites antakse kolderuumi põletitest terve jugade süsteem. Sellise süsteemi uurimise tulemusena selgitati välja kolde aerodünaamilise täiuslikkuse aste ja keerisohtlikkus sõltuvalt põletite arvust ja paigutusskeemist [12].

Enamiku tehniliste seadmete puhul on probleemiks reaktsiooniprotsesside tõhustamine. Võib kerkida ka otse vastupidine ülesanne — põlemisprotsessi «väljavenitamine», nagu see tuleb ette olulise keemiatööstuse tooraine — tahma tootmisel looduslikust gaasist selle põletamisel õhu puudujäägiga. Ainsaks mooduseks on siin protsessi füüsikalise staadiumi — segunemise aeglustamine, milleks gaas antakse silindrilisse kambrisse telgsümmeetrilise joana, hapendaja — õhk — aga surutakse pöörisvoolus kambri seina lähedale. Sellise voolamise (juga piiratud pöörisvoolus) uurimine võimaldas selgitada pöörisvoolu iseärasused suhteliselt pikas ümaras kambris, luua segunemisprotsessi füüsikaliselt põhjendatud mudeli ja anda kriteeriumi [13], millest lähtudes saab valida seadmete konstruktiivseid ja režiimiparameetreid või siis töötavas seadmes juhtida protsessi soovitud suunas.

1. Эпштейн А. О некоторых особенностях развития струи в сносящем потоке. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1971, № 3, с. 323—329.
2. Эпштейн А., Емельянов В. О расчете турбулентной струи в сносящем потоке. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1971, № 4, с. 453—460.
3. Эпштейн А. О подъеме дымового факела в атмосфере. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1967, № 4, с. 473—482.
4. Суй Х. Н., Иванов Ю. В. Развитие системы струй в поперечном потоке. — Газовая промышленность, 1968, № 2, с. 26—28.

5. Иванов Ю. В., Суй Х. Н. и др. Авторское свидетельство № 197081 от 30. 03. 1967.
6. Злобин В. Исследование системы струй в поперечном потоке в канале. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1971, № 1, с. 66—76.
7. Злобин В. Исследование перемешивания системы струй с поперечным потоком в канале. — Инженерно-физический журнал, 1972, т. XXIII, № 3, с. 541—544.
8. Лаатс М. О влиянии твердой фазы на развитие пылевоздушной струи. — Изв. АН ЭССР. Сер. физ.-матем. и техн. наук, 1965, № 4, с. 579—587.
9. Лаатс М. К., Фришман Ф. А. О допущениях, применяемых при расчете двухфазной струи. — Изв. АН СССР. Механика жидкости и газа, 1970, № 2, с. 186—191.
10. Лаатс М. К., Фришман Ф. А. Рассеивание инерционной примеси в двухфазной осесимметричной струе. — Инженерно-физический журнал, 1970, т. XVIII, № 4, с. 643—647.
11. Миткалинный В. И., Руди Ю. А., Утенков А. Ф. Исследование характеристик турбулентности в ограниченной изотермической струе (2). — Изв. ВУЗ. Черная металлургия, 1970, № 3, с. 156—161.
12. Суй Х. Н., Иванов Ю. В. Аэродинамика топочной камеры при односторонней и двухсторонней схемах размещения горелок. — Теплоэнергетика, 1970, № 7, с. 27—31.
13. Ляне Р., Иванов Ю. Развитие и перемешивание соосной струи в осесимметричном закрученном потоке. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1971, № 1, с. 58—65.

TAHKETE KÜTUSTE PÕLEMINE

R. UUESOO

Tehnika kiire progressiga kaasnev järjest suurenev energiavajadus kaetakse käesoleval ajal kõrgeväärtuslike orgaaniliste kütustega. Nende mittetaastuvate ressursside kahanemine sunnib kasutusele võtma ka madala väärtusega kütuseid.

Tänapäeval pööratakse erilist tähelepanu elukeskkonna saastumise vältimisele. Olulise osa atmosfääri kanduvast lendtolmust ning kahjulikest väävli- ja lämmastikuühenditest tekitavad soojuselektrijaamad. Probleemiks ei ole niivõrd kahjulike põlemissaaduste hajutamine või kinnipüüdmine, kuivõrd nende tekke ärahoidmine sobivalt valitud põletamismenetlustega.

Valdava osa põlevate maavarade varudest maakoores moodustavad põlevkivid. Madalaväärtuslike põlevkivide ulatuslikku kasutamist energeetilise või tehnoloogilise kütusena takistab nende väga suur mineraalainete (tuha) sisaldus, mis põhjustab häireid (küttepindade saastumine, heitgaaside kõrge lendtuhasisaldus) tolmküttel töötavate katelagregaatide töös.

Termofüüsika ja Elekrofüüsika Instituudis on ajavahemikul 1965—1972 püütud leida põlevkivi omadustele paremini vastavaid põletamismenetlusi, mis võimaldaksid kõrgete tehnilis-majanduslike näitajate kõrval muuta minimaalseks ka kahjulike lisandite sisaldust heitgaasides.

Pikemaajaliste uurimiste põhjal on selgunud, et põhimõtteliselt kõige sobivam on põlevkivi kaheastmeline põletamine. Suurtes energeetikaseadmetes teralise põlevkivi kasutamisel on otstarbekas selle kütuse eelnev termiline töötlemine keevkihis ning tekkinud lendtolmu sisaldava kuumgaasi põletamine eraldi põlemiskambris tahke tuha või vedelšlaki eraldamise režiimil [1].

Teralise kütuse kasutamine võimaldab oluliselt vähendada põlemisgaasidega katelagregaatidesse kaasaminevat mineraalainete hulka, sest keevkihiga eelgaasistajast eemaldatakse ligi pool tuhast jämedateralisena. Vedelšlaki eraldamise režiimil töötavas kuumgaasi põlemiskambris sadestub suur osa lendtolmust vedelšlakina.

Põlemisgaaside lendtuhasisaldus väheneb praktiliselt 4—8 korda, võrreldes tolmpõlevkivi kamberpõletamisega.

Põlevkivide kõrge lendainetesisalduse (kuni 90%) tõttu eraldub põlemisprotsessi algstaadiumis põhiline osa põlevainest gaasidena ja utteaurudena. Seda põlevkivide omadust saab edukalt ära kasutada nende termilisel töötlemisel — eelgaasistamisel keevkihis. Tehti kindlaks, et küllalt suurte mõõtmetega keevkihiseadmetes kulgevad protsessid ristvoolulise skeemi järgi [2]. Protsesside tsonaalsuse üksikasjaliku uurimise tulemuste põhjal on välja töötatud põlevkivi keevkihis eelgaasistamise seadmete tehnoloogilised skeemid, milles on arvesse võetud kasutatava põlevkivi koostist ja füüsikalis-keemilisi omadusi ning kütuse purustamisel tekkinud teralisuse karakteristikuid.

Karbonaatse mineraalainega Eesti põlevkivi [$(CO_2)_k > 16\%$] eelgaasistamist keevkihis iseloomustab karbonaatse osa suurenemine keevkihist vahetult eemaldatavas teralises tuhas. Vastavalt väheneb lubjasisaldus ($CaO < 41\%$) keevkihist kuumgaasiga väljakanduvas tolmus, mistõttu stabiilne vedelšlaki eraldamise režiim saavutatakse kuumgaasi põlemiskambris juba temperatuuridel alla 1450° C [3]. Langeb ära vajadus kasutada vedelšlaki kolletele iseloomulikku kõrgetemperatuurilist põlemisõhku. Suhteliselt madala temperatuuri tõttu gaaside põlemiskambris väheneb aurugeneraatorite küttepindu saastavate leelismetallide kaasalendumine põlemisgaasidega ning pidurdub mürgiste lämmastikhapendite teke.

Vedelšlaki äravoolu arvutamiseks põlemiskambri jahutatavatelt pindadelt mitteisotermilistes tingimustes on välja töötatud arvutusmeetod [4].

Eriti suure anorgaanilise ballastiga (üle 80%) põlevkivide, nagu argilliitide hulka kuuluva diktüoneemakilda põlemisprotsessi uurimine keevkihis [5] on näidanud võimalusi keevkihi kasutamiseks tehnoloogilisel põletamisel laias temperatuurivahemikus (550—1050° C). Teralise kütuse ettevalmistamisel tekkiva polüdispersse koostisega materjali kasutamise tõttu keevkihis on tulnud põhjalikumalt analüüsida keevkihi aerodünaamilist püsivust [6].

Keevkihiga seadmetes toimuvad põlevkivi eelgaasistamisel mitmesugused soojus- ja massivahetusprotsessid, mis avaldavad otsest mõju kogu põletamise efektiivsusele ning optimaalsete režiimide valikule. Üheks olulisemaks on põlevkivi osakeste termiline muundumine ning lendainete eraldumine keevkihile iseloomulikes soojusvahetuse tingimustes. Mitmete leiukohtade põlevkivide eksperimentaalse uurimise tulemused näitavad küllalt suuri erinevusi lendainete eraldumise dünaamika ja nende suhtelise sisalduse (45 kuni 90%) osas [7]. Nendest näitajatest sõltuvad otseselt keevkihis eelgaasistamisel saavutatavad erikoormused, mis on näiteks kõige kõrgemad Eesti põlevkivi puhul — üle 8 MW ühe ruutmeetri keevkihi pinna kohta.

Uuemates töödes on hakatud otsima võimalusi kloori- ja väävli-

sisalduse vähendamiseks põlevkivi põlemissaadustes, et ära hoida aurugeneraatori küttepindade saastumist ja korrosiooni ning vähendada keskkonna saastamist. Sel eesmärgil on asutud välja selgitama põlevkivides leiduvate väävliühendite muundumisprotsesside iseloomu termilisel töötlemisel [8]. Eesti põlevkivi suur karbonaatidesisaldus teeb võimalikuks sobivalt valitud keevkihi termilisel režiimil väävli- ja klooriühendite reageerimise põlevkivi mineraalainetega. Hoolimata selle protsessi küllalt keerulisest mehhanismist on uurimistöö esimesel etapil saavutatud väävli ja kloori sidumine ja eemaldamine proportsionaalselt keevkihist väljajuhitud tuha hulgale. Optimaalseks keevkihi temperatuuriks oli seejuures 780—820° C. Edasiste uuringute eesmärgiks on muuta kahjulike lisandite sisaldus põlemissaadustes minimaalseks.

Põlevkivi kaheastmelise, kombineeritud põletamise menetlus kiideti heaks NSV Liidu Energeetika ja Elektrifitseerimise Ministeeriumi teaduslik-tehnilises nõukogus, kus anti soovitus selle menetluse tööstuslikuks katsetamiseks. Valmistatakse ette tehnilist dokumentatsiooni suurema tööstusliku katseseadme ehitamiseks aurugeneraatorile (tootlikkus 76 tonni auru tunnis) Slantsõ Põlevkivitöötlemise Kombinaadis.

Samaaegselt uute, komplekssete põletamismenetluste väljatöötamisega on uuritud ka Eesti põlevkivi põlemisprotsessi füüsikalis-keemilist olemust tolmuna põletamisel. On määratud tolmpõlevkivi leegi moodustamise ja levimise iseloom sõltuvalt algparameetritest [9] ja välja selgitatud põlemise dünaamika lahtises, tolmustatud leegis [10]. Tolmkütuse põlemisprotsessi üldiseks hindamiseks kamberpõletamisel on välja töötatud leegi pikkuse arvutamise meetod [11].

1. Уэсоо Р. Н., Мартинс А. А., Лээне Р. И., Саар Я. П. Применение кипящего слоя при сжигании горючих сланцев. — В кн.: Горение твердого топлива, II. Новосибирск, 1969, с. 204—207.
2. Саар Я. П., Уэсоо Р. Н. Исследование процесса газообразования при сжигании сланцев в плоском кипящем слое. — В кн.: Горение твердого топлива, II. Новосибирск, 1969, с. 208—212.
3. Мартинс А. А., Уэсоо Р. Н. Режим образования жидкого шлака из летучей золы при предварительной газификации сланцев в кипящем слое. — В кн.: Минеральная часть топлива и ее роль в работе энергетических устройств. (Материалы I Всесоюзного научно-технического совещания). Алма-Ата, 1971, с. 150—157.
4. Мартинс А. Расчет нестационарных тепловых режимов шлакового слоя на стенках топки. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1970, № 4, с. 463—469.
5. Лээне Р. И., Уэсоо Р. Н. Экспериментальное исследование процесса горения диктионемового сланца в кипящем слое. — Сланцевая и химическая промышленность, 1966, № 5, с. 19—23.
6. Лээне Р. О пределах существования кипящего слоя при сжигании диктионемового сланца. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1967, № 1, с. 100—107.
7. Картау Ю. Исследование динамики выхода летучих из частиц мелкозернистых сланцев. — Горючие сланцы, 1971, № 4, с. 18—24.
8. Калласте Э., Картау Ю. О выделении летучих и превращениях

соединений серы байсуеского сланца при скоростном его нагреве. — Горючие сланцы, 1971, № 5, с. 13—18.
9. Пресс В. В., Отс А. А. О горении пылевидного сланца в открытом факеле. — В кн.: Горение твердого топлива, II. Новосибирск, 1969, с. 75—81.
10. Пресс В. Движение горючих частиц и динамика выделения летучих в открытом факеле пылевидного сланца. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1968, № 4, с. 466—474.
11. Кинк А. Длина факела пылевидного топлива. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1971, № 3, с. 343—345.

ELEKTRIENERGIA PARAMEETRITE MUUNDAMINE

V. SARV, P. TAMKIVI

Arvestades töökindlate, kompaktsete, ökonoomsete ning hea juhitavusega muundurite loomise kasvavat aktuaalsust, samuti mõningate kogemuste olemasolu kontaktivabade muundurite täiustamisel, on Termofüüsika ja Elektrofüüsika Instituut käsitletaval perioodil

1) jätkanud ning süvendanud varem alustatud teoreetilisi uurimistöid elektrienergia spektraalse koostise muundamise seaduspärasuste selgitamiseks [1—12] ning

2) alustanud täiustatud staatiliste, s. t. liikuvate osadeta muundurite loomist [8—12]. Viimaste konstrueerimisel on suuresti abiks olnud Teaduste Akadeemia Spetsiaalne Konstrueerimisbüroo.

Tänapäeval pööratakse muundustehnikas põhjendatult peatähelepanu pooljuht-, eelkõige türistormuundurite arendamisele. Kompaktsuse, kerguse, suure töökindluse ja kõrge kasuteguri tõttu on neil eeldus kujuneda kõige levinumaks muunduriliigiks. Alaldusseadmeis ongi pooljuhtmuundurid juba valdavad. Lähemal aastakümnel on oodata energeetiliste pooljuhtsagedusmuundurite laialdast rakendamist. Seepärast oleme konkreetsete tarbijate jaoks määratud muundurite loomisel alati arvestanud pooljuhtmuundureid ühe põhilahendusena ning valinud mingi teise muunduritüübi ainult siis, kui see osutub pooljuhtmuundurist otstarbekamaks.

Pooljuhtmuundurite potentsiaalsed võimalused on sellealase ülemaailmse forsseeritud uurimistöö tulemusena selgumas ja jõuahelate põhiskeemide enamik tõenäoliselt juba leitud. Seetõttu on olnud otstarbekas uute põhiskeemide sünteesi asemel valida juba tuntud skeemidest kohaseimad ning tarbija erinõudeid arvestades neid täiendada ja põhiliselt katseliselt uurida. Kesksed uurimisobjektid on olnud suure reguleerimisulatusega alaldid ja võimsad inframadalsagedusvõimendid.

Kui kiiresti arenenud energeetilises pooljuhtmuundustehnikas on teaduslikud probleemid juba asendumas tehnilistega, siis

magnetmuundurite, eriti sageduskordistusega magnetmuundurite edasiarendamiseks on eelkõige vaja lahendada mitmeid teaduslikke uurimisülesandeid. Magnetmuundurite arenguvarude määramine energiavahetus- ja juhtimisprotsesside üksikasjaliku uurimise ning vastavate seaduspärasuste leidmise alusel, aga samuti leitu tehniline realiseerimine uute sageduskordistusega magnetmuunduritega on kujunenud instituudi põhiliseks muundustehnikaalaseks ülesandeks [8—12].

Vaatamata pooljuhtmuundustehnika tormilisele arengule on viimasel aastakümnel kasvanud ka üldine huvi magnetsageduskordistite vastu [7]. Põhjuseks on nende äärmine töökindlus, võimalus ühendada sageduskordistamine faaside arvu, pinge suuruse ja kuju teisendamisega, samuti väljundpinge lihtne ning ulatuslik reguleeritavus alalisvoolu muutmisega juhtimismähistes. Vajaduse korral võib reguleeritavat väljundpinget alaldada. Kuid kasutatavatel eelmagneeditud ehk polariseeritud magnetsageduskordistitel on ka olulisi puudusi: väike dünaamiline võimendustegur, suur tühijooksuvool ning tihti ka väljundvoolu piiratus. See on tunduvalt kitsendanud nende rakendamist võimenditena ja juhitavate toiteallikatena.

Energeetiliste protsesside analüüs [1, 11, 12] näitas, et loetletud puudused ei ole vältimatud, vaid tulenevad energiavahetuse ebatäiuslikkusest praegu kasutatavais sõltumatu eelmagneetimisega magnetsageduskordisteis. Nimelt on nendes eelmagneetimisahela ülesandeks nii juhtimine kui ka energia perioodiline salvestamine. Viimane on vajalik koormuse toitmiseks väljundpinge negatiivsetel poolperioodidel, mil toiteallikas põhimõtteliselt ei saa anda energiat väljundahelasse.

Sageduskordistusega magnetmuundurite uued soovitatud skeemid põhinevad eelmagneetimisahela energeetilisel isoleerimisel väljundahelast väljundmähistega järjestikku ühendatud dioodide abil. Sel juhul toimub energiavahetus praktiliselt ainult toite- ja koormusahela vahel. Energeetiliselt tähendab see niisuguste skeemide loomist, kus toiteallikast võetakse energiat siis, kui see saab anda, ning võetakse just nii palju, kui tarbija momendil vajab. Sellega on välditud energia kahjulik võnkumine toiteallika ja muunduri vahel, ka ei ole vaja energiat perioodiliselt salvestada eelmagneetimisahelas. Viimase ainsaks ülesandeks jääb toiteallikast tarbijasse suunduva energiavoo, seega ka väljundpinge ja -voolu juhtimine. Kõik see tagabki eelloetletud kolme põhipuuduse kõrvaldamise. Instituudis ehitatud uutes magnetmuundurites on voolupiiratus praktiliselt kaotatud, tühijooksuvool on vähenenud mõnikümmend korda ning dünaamilise võimendusteguri väärtus toitesagedusel 50 Hz on mõnikümmend tuhat [8].

Niisuguste sageduskordistusega magnetmuundurite mõnede uute skeemide loomise võimalusele on juba varem osutatud USA-s ja Jaapanis [12]. Instituudis on käsitletaval etapil loodud eelmag-

needitud sageduskordistusega magnetmuundurite terviklik teooria [8—12], mis arvutusaluste andmise kõrval võimaldab sünteesida uusi skeemivariante mitmesuguste erinõuete paremaks rahuldamiseks. Senini on kolmele neist saadud autoritunnistused.

Esitatud teooria haarab ka klassikalisi magnetvõimendeid, mis on käsitletavad sageduskordistusega magnetvõimendi erijuhuna kordistusteguriga 1. Magnetsageduskordistite ja klassikaliste magnetvõimendite käsitlemine ühtse teooria raamides lubas viimaste puhul otstarbekaks osutunud tehniliste näitajate parandamise võtteid kohandada ka magnetsageduskordistitele. Selle näiteks on kiiretoimeliste magnetsageduskordistite skeemide loomine [10]. Võrreldes sageduskordistuseta kiiretoimeliste magnetvõimenditega, on nende eeliseks siirdeprotsessi lühenemine kordistusteguri kordselt.

Peale lühema siirdeprotsessi on sageduskordistusega magnetmuundurite eeliseks veel toite- ja koormusahela transformatoorne sidestus, mille puhul lisatrafot pole vaja, samuti väljundpinge kümneid kuni sadu kordi suurem reguleerimisulatus. Alaldatud väljundpinge korral on eeliseks ka suurem pulsatsioonisagedus, mis kergendab väljundvoolu silumist.

Loetletud eelistega kaasneb sageduskordistusega magnetmuundurite suurem kaal nii trafode kui ka magnetvõimenditega võrreldes. Näiteks sageduse kahekordistamisel on magnetmuundur 1,5—2 korda raskem sama võimsusega trafost, sageduse kolmekordistamisel umbes 2,5 korda. Seepärast tõuseb sageduskordistusega magnetmuundurite konkurentsivõime analoogilisi ülesandeid täitvate türistormuunduritega võrreldes toitesageduse suurenemisel, mil elektromagnetiliste seadmete kaal võimsusühiku kohta väheneb. Võrdlevad uuringud näitavad siiski, et kui suurendatud töökindluse nõudele lisandub toite- ja koormusahela transformatoorse sidestamise vajadus, siis võivad uued sageduskordistusega magnetmuundurid olla türistormuundureist eelistatavamad ka toitesagedusel 50 Hz.

Täiustatud energiaülekandega magnetsageduskordistite rakendamine on alles algamas. On valminud suure reguleerimisulatusega stabiliseeritud alaldite ja reversiivsete alaldite esimesed katseeksemplarid. Projekteeritakse juhitavaid toiteallikaid plasmatronile.

Et nii pooljuht- kui ka magnetmuundurite töö põhineb mittelineaarsete elementide kasutamisel, siis saadakse seadme väljundis (ja ka sisendis) lisaks pinge (või voolu) soovitud sagedus-komponentidele veel lai spekter ebasoovitavaid sagedusi. Seetõttu on üheks töösuunaks viimastel aastatel olnud energeetiliste silufiltrite uurimine nende efektiivsuse tõstmise ja tehnilis-majanduslike näitajate parandamise eesmärgil. Tulemusena on selgitatud emitterahelasse lülitatud koormusega transistorfiltri sagedusomadused ja loodud nende filtrite arvutusalused [2, 3]. Töötati välja

reversiivsete transistorfiltrite skeemid ning arendati edasi induktiiv-mahtuvuslike filtrite, sealhulgas resonantsfiltrite arvutusmeetodeid [6]. Koostöös Eesti NSV Teaduste Akadeemia Spetsiaalse Konstrueerimisbürooga töötati välja reversiivne transistorfilter voolule 100 A.

Muundusseadmete, sealhulgas filtrite edasine sihipärane täiustamine on tänapäeval ning tulevikus võimalik ainult neis toimuvate elektromagnetiliste protsesside seaduspärasuste täpsustamise alusel. Seepärast on muundusseadmete teooria arendamine tihedalt seotud mittelineaarsete elektriahelate analüüsi ja sünteesi meetodite täiendamisega. Muundusprotsesside teoorias saadud tulemustest pakuvad mittelineaarsete ahelate teooriale arvestatavat täiendust eelkõige aktiivenergia tsüklite meetodi arendamine [1], magnetlülititega elektriahelate käsitlemine pideva loogika operatsioone sooritava funktsionaalse muundurina [5], mitmestabiilse ühesüdamikulise sagedusjagaja võnkumiste seaduspärasuste määramine [4] ja mittelineaarse induktiivse või mahtuvusliku elektriahela voolujaotuse modelleerimine mittelineaarse takistusliku elektriahela abil [9].

1. Алликас Р. О теоретических электромагнитных режимах ферромагнитного учетверителя частоты. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1969, № 4, с. 453—457.
2. Вильборн П., Тамкиви П. Низкочастотные характеристики сглаживающих фильтров с нагрузкой в цепи эмиттера. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1971, № 1, с. 53—57.
3. Вильборн П. О влиянии частотных свойств транзистора на характеристики сглаживающего фильтра с нагрузкой в цепи эмиттера. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1971, № 4, с. 443—447.
4. Каазик В. Т. Переходные процессы в поляризованном односердечниковом магнитном делителе частоты с прямоугольной характеристикой намагничивания сердечника. — В кн.: Теоретическая электротехника, вып. II. Изд-во Львовск. ун-та, 1971, с. 71—77.
5. Лаусмаа Т. Дроссель с прямоугольной кривой намагничивания как магнитный ключ для преобразования информации в непрерывной форме. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1971, № 2, с. 188—195.
6. Неудорф Р., Тамкиви П. Выбор электрических параметров элементов однозвенных Г-образных резонансных LC-фильтров с индуктивно-активной нагрузкой. — Электротехническая промышленность. Преобразовательная техника, 1971, вып. 22, с. 24—26.
7. Сарв В. Энергетические магнитные преобразователи частоты. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1967, № 3, с. 357—368.
8. Сарв В. В. Трансформаторный магнитный усилитель с удвоением частоты. — В кн.: Проблемы технической электродинамики. Вып. 24. Киев, 1970, с. 131—137.
9. Сарв В. Моделирование управляемых магнитных преобразователей диодными схемами. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1972, № 3, с. 264—269.
10. Сарв В., Пюссим Ю., Саккос Т., Техвер Х. Быстродействующие трансформаторные магнитные усилители с умножением частоты. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1972, № 1, с. 105—112.

11. Сарв В. Анализ преобразования энергии в ключевых элементах магнитных умножителей частоты. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1972, № 4, с. 392—399.
12. Сарв В., Оявээр М., Сакос Т., Хунт Ю. Магнитные преобразователи электроэнергии с удвоением частоты. Таллин, 1972, 368 с.

POOLJUHTIDE FÜÜSIKA JA KEEMIA

I. ARRO

Seoses pooljuhtseadiste kasvava levikuga mitmesugustes rahvamajandusharudes alustati 1967. aastal Eesti NSV Teaduste Akadeemia Termofüüsika ja Elektrofüüsika Instituudis vastavasisulisi uurimistöid. Põhisuunaks kujunes orgaaniliste ühendite elektrofüüsikaliste omaduste ja nende modifitseerimise võimaluste uurimine.

Häid praktilisi tulemusi on seni saadud jõupooljuhtstruktuuride pinna kaitsmiseks ja stabiliseerimiseks kasutatavate materjalide uurimisel.

Huvitavaid tulemusi on saadud ka orgaaniliste pooljuhtmaterjalide uurimisel.

Orgaanilised pooljuhid erinevad oma omadustelt tunduvalt anorgaanilistest pooljuhtidest. Seetõttu ei tule nende kasutamise suunda otsida mitte anorgaaniliste pooljuhtide asendamises, vaid olulisteks tuleb lugeda neid parameetreid, mis on anorgaaniliste pooljuhtide puhul nõrgemini väljendatud või puuduvad üldse. Nii näiteks võimaldavad orgaanilised pooljuhid luua väikese pimevooluga tundlikke ja suure spektraalse selektiivsusega fotopooljuhtseadiseid, mille töödiapasoon võib ulatuda röntgen- ja vaakuumultravioletтpiirkonnast kuni infrapunase piirkonnani. Orgaaniliste pooljuhtide positiivseks omaduseks on ka nende vähene tundlikkus lisandite suhtes.

Mõned orgaanilised pooljuhid kujutavad endast küllaltki olulisi bioloogilisi objekte või nende struktuuranalooge. Eksitoonseid, elektrilisi ja fotoelektrilisi nähtusi neis võib paljudel juhtudel käsitleda kui mudelprotsesse laengu ja energia ülekandele elavates kudedes.

Väga huvitava uurimisobjekti moodustavad siirdeelemente sisaldavad koordinatiivset tüüpi ühendid. Ühest küljest õnnestus nende hulgas avastada rida fototundlikke pooljuhtmaterjale, teisest küljest on nad lähedased paljudele bioloogiliselt aktiivsetele ühenditele. Nii näiteks sisaldavad mitmete fermentide prosteetilised grupid siirdeelemente. Energia ülekande küsimused fermenti-

des ja fermentide toimemehhanism kujutavad endast aga tähtsat bioloogia probleemi.

Võrreldes fermentatiivseid ja puhtkeemilisi reaktsioone omavahel, selgub, et esimesed kulgevad tavaliselt tunduvalt kiiremini ja pehmemates tingimustes kui teised, kuigi mõlemal juhul on vajalik reaktsiooni toimumiseks täita sama tingimus, s. o. elektroni või elektronide suundumine ühe aatomi mõjupiirkonnast teise aatomi mõjupiirkonda. Fermendimolekuli mõju reaktsiooni kiirusele ja toimumise tingimustele viitab tema osavõtule elektronide ehk laengu ülekandmisest reageerivate molekulide vahel. Toodust selgub, et fermendi toimemehhanismi mõistmiseks on väga oluline teada laengu ülekande põhimõttelisi võimalusi ja teid uuritavates fermentides.

Uurides nimetatud ühendite fotoelektrilisi omadusi [1] ning kasutades tuumamagnetresonants-spektroskoopiat ja Mössbaueri spektroskoopiat [2], on saadud uusi olulisi andmeid fermentide struktuurielementide iseloomu ja energia ülekande protsessi vaheliste seoste kohta. Nii näiteks on fermente moodustavate aminohapete radikaalid, mis mõjutavad tunduvalt energia ülekande protsesse fermentides, juhtivust põhjustavatest gruppidest —CO— ja —NH— laengu ülekande mõttes praktiliselt isoleeritud. Samuti ei ole tõenäoline, et peptiidne ahel kui tervik võtaks osa elektronide ülekande protsessist.

1. Арро И., Пихлак У.. Арро В. О фотопроводимости некоторых аминокислот, полипептидов и белков. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1973, т. 22, № 1, с. 90—92.
2. Раудсепп Р., Арро И. Мёссбауэровские спектры некоторых комплексов аминокислота—железо. — Изв. АН ЭССР. Физ. Матем., 1972, т. 21. № 2, с. 187—192.

AROMAATSE STRUKTUURIGA KANTSEROGEENSETE JA TOKSILISTE ÜHENDITE AKTIVEERITUD DEGRADATSIOON

M. GUBERGRITS, L. PAALME, U. KIRSO, B. BRODSKAJA

Tehnika ja teaduse pidev areng kogu maailmas tingib elukeskkonna kasvava saastumise elusorganismidele kahjulike kantserogeensete ja toksiliste ainetega. Efektiivse lagundamismeetodi leidmine eeldab nende ühendite omaduste tundmaõppimist mitmesuguste füüsikalis-keemiliste agensitega (radiatsioon, temperatuur, hapnik) ja bioloogiliste teguritega (mikroorganismid) mõjutatud süsteemides.

Ühe elukeskkonda saastavate ühendite grupi moodustavad polütsüklilised kantserogeensed ühendid, mille tüüpilisemaid ja enam levinud esindajaid on benso[a]püreen. Töö esimeses järgus uuriti viimase lagunemiskineetikat ning -mehhanismi valgusega või γ-kiirgusega initsieeritud protsessis. Leiti, et benso[a]püreeni lagunemine toimub, hinnatuna formaalkineetiliste kiiruskonstantide põhjal, nulljärgu reaktsiooni järgi ja sõltub reaktsiooni tingimustest. Lahustaja loomus avaldab märgatavat mõju benso[a]püreeni lagunemiskineetika kvantitatiivsele küljele. Protsessi initsieerimisel valgusega kahaneb lagunemiskiirus reas atsetoon>metanool>>benseen>oktaan>etanool (absoluutne ja 96%-line)>vesi, γ-kiirgusega (H. Uibopuu) aga reas atsetoon>oktaan>benseen. Seejuures on lagunemiskiirus atsetoonilahuses ca 10 korda suurem kui benseenilahuses [1]. Temperatuuri tõus aeglustab, hapnik, sõltuvalt lahustajast, võib kiirendada või aeglustada lagunemist.

Looduses ei esine benso[a]püreen kunagi üksi, vaid koos teiste ühenditega.

Erineva struktuuriga fenoolide (T. Karu) ja lähedase struktuuriga mittekantserogeensete polütsükliliste ühendite mõju uurimine benso[a]püreeni degradatsiooni kiirusele näitas, et valgusega initsieeritud oksüdatsiooniprotsessis püreen, benso[e]püreen ja 5-metüülresortsiin, vastupidiselt valdavale osale uuritud fenoolidele, inhibeerivad benso[a]püreeni lagunemist.

Benso[a]püreeni täielik degradatsioon on võimalik reaktsiooni tingimuste varieerimisel.

Lagunemisproduktide kineetika uurimine näitas, et kiiritamise käigus moodustunud kantserogeensed metüülderivaadid, samuti mittekantserogeensed hapnikuühendid ja hüdroderivaadid lagunevad koos benso[a]püreeniga edasisel kiiritamisel [2]. Identifitseerimata lagunemisproduktide blastomogeenne aktiivsus määrati koostöös onkoloogidega (A. Linnik) loomkatsetel, mis näitasid, et benso[a]püreeni summaarsed lagunemisproduktid pole kantserogeensed.

Saadud tulemused koos samade ühendite ergastus- ja fluorestsents-kvaasijoonspektrite uurimisega (J. Pahapill) kinnitavad hüpoteesi benso[a]püreeni kahekvandilisest aktivatsioonist energia edasise ülekandega lahustaja molekulile.

On uuritud impulsslahenduse toimet põlevkivi töötlemisel tekkivatele kantserogeensetele ja toksilistele ühenditele. Olenevalt reaktsiooni keskkonnast on võimalik benso[a]püreeni osaline lagunemine [3].

Eespool nimetatud uurimised annavad mõningase pildi benso[a]püreeni käitumisest looduses ja aitavad välja töötada reaalset dekantserogenisatsioonimeetodit.

Töö teises järgus uuriti erineva keemilise struktuuriga fenoolide lagunemise kiirust mitmesugustes oksüdeerimisprotsessides. Selgus, et fenoolide formaalkineetilisi kiiruskonstante võimaldab ühendi struktuuriga seostada keemilises kineetikas tuntud Hammett-Tafti võrrand

$$\log k/ko = \varrho\Sigma\sigma,$$

kus ko ja k on asendamata ja asendatud fenooli kiiruskonstandid, ϱ — reaktsiooniseeria tundlikkus ühendi struktuuri muutustele ja σ peegeldab asendaja mõju. Vaatamata paljudele keerulistele keemilistele üksikreaktsioonidele, mille käigus fenool laguneb, oli nimetatud võrrand [4] rakendatav kõigil uuritud juhtudel. Eriti väärib märkimist, et ka fenoolide biokeemiline lagunemine keemilistes bakterisegudes — aktiivmudades — on kirjeldatav keemilise kineetika meetoditega. Katsetulemuste matemaatiline korreleerimine toodud võrrandi alusel näitas, et fenoolide autooksüdatsioon (molekulaarse hapnikuga, leeliselises keskkonnas) ja ultravioletvalgusega initsieeritud protsess (neutraalses keskkonnas) on põhimõtteliselt sarnase mehhanismiga. Mõlemal juhul limiteeris summaarset lagunemist selle elektrofiilne staadium. Vastupidiselt eeltoodule kulges fenoolide bioloogiline lagunemine erinevates aktiivmudades (N. Bernovskaja) ja radiolüüs (Co^{60} γ-kiirgus), mõlemad neutraalses keskkonnas, läbi nukleofiilse limiteeriva staadiumi.

Lõpuks tuleb märkida fenoolide autooksüdatsiooni ja biokeemilise lagundamise suurt selektiivsust: kuni 100 korda erinesid üksikute fenoolide lagunemise kiirused autooksüdatsioonil ja biokeemilisel lagunemisel, fotolüüsil kuni 10 korda ja radiolüüsil ainult 2,5 korda.

Võrreldes uuritavaid protsesse praktiku pilguga kui võimalikke defenoolimismeetodeid, nähtub, et suuremale enamusele käsitletud fenoolidest on efektiivseim biokeemiline lagundamine, järgneb fotolüüs ja radiolüüs ning kõige aeglasemalt kulgeb autooksüdatsioon. Mõned fenoolid, nende hulgas ka meie põlevkivifenoolide levinumad esindajad alküülresortsiinid, lagunevad ainult nendele spetsiaalselt adapteeritud aktiivmudas ja küllalt suure kiirusega autooksüdatsioonil. Seega tuleb sõltuvalt fenoolide koostisest valida sobivaim lagundamismeetod, kombineerides sageli omavahel mitmeid erinevaid meetodeid. Keskkonda sattunud mürgiste ühendite lagundamisega on seotud ka probleemi teine külg. Koostöös bioloogidega (I. Veldre) leiti, et mitte alati ei kulge defenoolimisega paralleelselt detoksikatsioon: mõningatel juhtudel võivad fenoolide lagundamisel tekkida veelgi mürgisemad ühendid. Spetsiaalne uurimiste tsükkel valgete rottidega näitas, et defenoolimismeetodi efektiivsus sõltub lagunemisprotsessi mehhanismist, viimane omakorda reaktsiooni tingimustest [5].

Kuna fenoolid on bioloogiliselt aktiivsed ühendid, siis püüti keemilise kineetika meetodeid rakendada ka toksikoloogilisest ja onkoloogilisest aspektist. Pärast mõnede originaal- ja kirjanduslike andmete ümbertöötamist õnnestus Hammett-Tafti modifitseeritud võrrandi abil kvantitatiivselt seostada fenooli keemilist struktuuri ja füsioloogilist aktiivsust. Selgus, et fenoolide toksilisus ja kaaskantserogeensus avaldub vastassuunaliselt: mida mürgisem on ühend, seda vähem on ta kantserogeenne ja vastupidi [6].

Seega on keemilise kineetika meetoditega võimalik üheaegselt hinnata fenoolide reageerimisvõimet nii keemilistes, füüsikalis-keemilistes kui ka bioloogilistes süsteemides, samuti füsioloogilist aktiivsust.

1. Паальме Л., Губергриц М. Влияние кислорода на кинетику фотодеградации 3,4-бензпирена. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1971, № 2, с. 128—133.
2. Паальме Л. П., Губергриц М. Я. К вопросу о естественной деградации бенз[а]пирена и других углеводородов в составе загрязнений, попадающих в водоемы. — Материалы IV Всесоюзного симпозиума по современным проблемам самоочищения и регулирования качества воды. II секция. Таллин, 1972, с. 62—67.
3. Губергриц М. Я., Паальме Л. П., Бродская Б. Х. Кинетика и механизм сопряженных реакций при воздействии на сланцепродукты электрических разрядов. — Труды I симпозиума Организации Объединенных Наций по разработке и использованию запасов горючих сланцев. Таллин, 1968, с. 548—549.
4. Кирсо У. Э., Губергриц М. Я. Кинетика и макромеханизм окисления фенолов различного строения молекулярным кислородом в водощелочной среде. — Ж. прикл. хим., 1972, вып. 4, с. 835—839.
5. Кирсо У. Э., Велдре И. А., Губергриц М. Я. Изменение токсичности фенолов в процессе их окисления. — Тезисы докладов IV Международного биофизического конгресса. М., 1972, с. 404—405.
6. Губергриц М. Я., Кирсо У. Э. Канцерогенные свойства, строение и реакционная способность фенолов. — Вопр. онкол., 1970, № 8, с. 96—100.

UUTE PINDAKTIIVSETE AINETE SÜNTEES

S. FAINGOLD

Pindaktiivsete ainete laialdane kasutamine rahvamajanduses ja igapäevases elus loob eeldused nende efektiivseks teaduslikuks uurimiseks. Uute sünteesimeetodite väljatöötamisel on peamiseks eesmärgiks nimetatud ainete sanitaar-hügieeniliste omaduste parandamine, külmas vees pesevate vahendite saamine ja nende ainete kasutamine gerontoloogias. Samal ajal tuleb toota nn. kitsa kasutusalaga (farmakoloogia, kino- ja fototööstus, polümerisatsioon jne.) pindaktiivseid aineid, milleks vajatakse puhtaid individuaalseid ühendeid.

Rahvamajanduse intensiivse arengu tõttu ja ümbritseva keskkonna saastamisest hoidumise huvides pole 10—15 aasta pärast praegu olemasolevad pindaktiivsed ained enam kasutatavad. Seepärast tuleb uurimisel minna mitte nende sünteesi lihtsustamise ja odavamaks muutmise, vaid uute, tänapäeva nõuetele vastavate pindaktiivsete ainete sünteesi suunas. Kui õnnestuks luua fosforilisandita pesemisvahend, mis peseb 20° temperatuuril, võiks oluliselt kokku hoida elektrienergiat, vähendada looduslike veekogude saastumist ja säilitada pestavate kangaste värviomadusi.

Teadlaste-gerontoloogide arsenalis puuduvad pindaktiivsed ained. Vananevale organismile avaldavad teatavat reguleerivat ja stimuleerivat toimet immuniseerivad ja tsütotoksilised seerumid, koepreparaadid, vitamiinid, hormoonid, novokaiin. Kui omaks võtta vananemise kui protoplasma eneseuuendamise vaibumise kontseptsioon, tärkab lootus, et pindaktiivseid aineid võib kasutada rakukesta uuendamiseks ja organismi puhastamiseks kahjulikest lisanditest, mis katavad kudesid.

Selle probleemi lahendamise esimeseks etapiks on mittetoksiliste kõrge puhtusastmega pindaktiivsete ainete sünteesi. Seejuures on tähelepanu koondunud sünteesi põhiliste keemiliste reaktsioonide mehhanismile. Uurimisobjektiks on ühinemisreaktsioonid alkeenide ja nende derivaatidega, isomeriseerumine, aromaatsete süsivesinike, karboonhapete ja nende derivaatide, amiinide jt. ühendite alküülimine.

Uute pindaktiivsete ainete homoloogiliste ridade liikmed on sünteesitud eesmärgiga määrata nende ühendite struktuuri ja omaduste vaheline seos. Sellel suunal on üldteoreetiline tähtsus, mis on seotud erinevate funktsionaalsete rühmade mõjuga pindaktiivsete ainete füüsikalis-keemilistele omadustele. Lõppkokkuvõttes, lähtudes teoreetilistest kaalutlustest, viib see kindlaksmääratud omadustega pindaktiivsete ainete sünteesile.

Esimene töö nimetatud suunas oli mitmete individuaalsete sirge külgahelaga alküülarüülsulfonaatide süntees, milles benseenituum asub külgahela erinevate süsiniku aatomite juures. Eraldati ka isomeerid, milles sulforühm on benseenituumas erinevates asendites. Näidati selliste alküülarüülsulfonaatide sünteesi otstarbekohasust, kus benseenituum asub külgahela äärmiste süsiniku aatomite juures [1].

Individuaalsete fenüülalkaanide sünteesil uuriti benseeni alkeenidega alküülimise reaktsiooni kemismi ja mehhanismi ning selgitati alkeenide isomeriseerumise mehhanismi. Benseeni alküülimisel saadakse üheaegselt kõik isomeerid, muundumine toimub π-kompleksi moodustumisel ja isomeriseerumisel. Leiti fenüülalkaanide isomeeride sünteesi tingimused [2—4].

Sünteesiti sulfoatsetaatide ja sulfoetüülaminoatsetaatide homoloogiline rida üldvalemiga

$$NaO_3SCH_2COOR \text{ ja } NaO_3SCH_2CH_2NHCH_2COOR.$$

Sulfoetüülaminoatsetaadid on uued pindaktiivsed ained. Sulfoatsetaate alles hakatakse välismaal kasutama, kuid neid sünteesitakse seal keerulisemal meetodil. Meie sünteesil liidetakse alkeeniga klooräädikhape, milles kloor asendatakse ühel juhul sulforühmaga ja teisel juhul sulfoetüülaminorühmaga. Reaktsiooni detailne uurimine näitas, et ester- ja aminorühma sisseviimine pindaktiivse aine molekuli parandab selle sanitaar-hügieenilisi omadusi ja tõstab emulgeerivat toimet [5].

Sünteesiti sulfoakrülaatide ja sulfoetüülaminoakrülaatide tüüpi uute pindaktiivsete ainete homoloogilised read üldvalemiga $NaO_3SCH_2CH_2COOR$ ja $NaO_3SCH_2CH_2NHCH_2CH_2COOR$, lähtudes kõrgemaist alkeenidest (C_6—C_{12}) ja akrüülhappest [6, 7].

Sünteesiti primaarsete ja sekundaarsete alküülaminoetüülsulfaatide homoloogiline rida üldvalemiga $NaO_3SOCH_2CH_2NHCHR_2$ ja $NaO_3SOCH_2CH_2NHCH_2R$ ning näidati võimalused nende tehnoloogiliseks tootmiseks (V. Laan, R. Tomson, T. Lesment).

Suurt huvi pakuvad mitteionogeensed ja amfoteersed pindaktiivsed ained. Esimesi iseloomustatakse tavaliselt liitunud etüleenoksiidi moolide arvuga. Sünteesiti mitmed mitteionogeensed pindaktiivsed ained ning fikseeriti täpselt etüleenoksiidi moolide sisaldus nendes [8, 9].

Individuaalseid pindaktiivseid aineid on võimalik saada alküülfenüületanoolide baasil. Viimaste süntees etüleenoksiidi kondenseerimise teel fenüülalkaanidega pakub nii teoreetilist kui ka prak-

tilist huvi. Näidati, et üks kõrvalreaktsioone oksüetüülimisprotsessis on fenüülalkaanide disproportsioneerumine. Selle kineetika detailne uurimine võimaldas elimineerida disproportsioneerumisreaktsiooni ning sünteesida individuaalseid alküülfenüülpolüetoksüetanoole ja alküülfenüületüülsulfaate [10, 11].

Uute pindaktiivsete ainete füüsikalis-keemiliste omaduste ja pindaktiivsuse uurimine andis esimesi tulemusi külmas vees pesevate vahendite ja keemiatööstuse emulgaatorite saamisel (N. Maspanov).

Käesoleval ajal on meie vabariigis (Kiviõlis) juurutatud alküülarüülsulfonaatide ja sekundaarsete alküülsulfaatide tüüpi pindaktiivsete ainete tootmine. Selleks, et saada nende ainete kõrval ka mitmesuguseid valmis pesemisvahendeid, algas 1973. aastal tsehhi teise järgu ehitamine. Järgnevaks etapiks on eespool käsitletud uute ühendite tootmisse rakendamine, kusjuures praegu kogutakse andmeid katseseadme ehitamiseks.

Lähemaks ülesandeks on uute pindaktiivsete ainete toksilisuse määramine ja selle sõltuvuse kindlakstegemine aine ehitusest.

1. Файнгольд С. И. Синтетические моющие средства из нефтяного и сланцевого сырья. Л., 1964, 287 с.
2. Степанова Г. Г., Файнгольд С. И. Алкилирование бензола *н*-октенами с различным положением двойной связи. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1969, № 1, с. 69—75.
3. Лесмент Т. Н., Файнгольд С. И., Лийв Т. К. Алкилирование бензола октенами. — Нефтехимия, 1969, № 3, с. 379—385.
4. Файнгольд С. И. Производство моющих веществ на основе продуктов переработки сланцев. М., 1969, 47 с.
5. Файнгольд С. И., Кийк Х. Э. Способ получения поверхностно-активных веществ типа сульфоацетатов — Авт. свид. СССР № 310928. Бюллет. изобр., 1971, № 24, с. 72.
6. Файнгольд С. И., Кууск А. Эстерификация акриловой кислоты 1-октеном. — Изв. АН. ЭССР. Хим. Геол., 1973, № 3, с. 212-216.
7. Кууск А., Файнгольд С. И. Эстерификация акриловой кислоты алкенами. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1973, № 4, с. 312—316.
8. Каролин К. К., Файнгольд С. И., Кофкина Е. П. Синтез неионогенных поверхностно-активных веществ на основе высших спиртов. — В кн.: Синтез и применение новых поверхностно-активных веществ. Материалы II Всесоюзного совещания Секции синтеза и терминологии поверхностно-активных веществ, Таллин, 2—6 июня 1970 г. Таллин, 1973, с. 23—30.
9. Кофкина Е. П., Файнгольд С. И., Каролин К. К. Синтез анионных поверхностно-активных веществ на основе алкоксиэтанолов. — Там же, с. 31—35.
10. Faingold, S. und Jõers, J. Alkylphenyläthanole und Fenside auf ihrer Basis. — Berichte des VI Internationalen Kongress für Grenzflächenaktive Stoffe. Zürich, 1972, S. 162—168.
11. Файнгольд С. И., Йыерс Я. Х. Синтез этилфенилэтиловых спиртов. — В кн.: Синтез и применение новых поверхностно-активных веществ. Материалы II Всесоюзного совещания Секции синтеза и терминологии поверхностно-активных веществ, Таллин, 2—6 июня 1970 г. Таллин. 1973, с. 112—122.

KÜLLASTUMATA SÜSIVESINIKE MÕNEDE HOMOLOOGILISTE RIDADE UURIMISE TULEMUSI

O. EISEN

Orgaanilise sünteesi tööstuse toodangu laiendamiseks ja kvaliteedi parandamiseks on vaja forsseerida uurimistööd orgaanilise ja füüsikalise keemia alal. Eriti oluline on sünteesi lähte-, vahe- ja lõpp-produktide füüsikaliste ja keemiliste omaduste tundmaõppimine, kvaliteedi määramine ning vajaduse korral ka puhastamine kõrvalistest lisanditest.

Küllastumata süsivesinikud on orgaanilise sünteesi seisukohalt tähtis lähteainete grupp. Alküünidest ja alkeenidest on võimalik sünteesida paljusid reaktiive, arstimeid, taimekaitse- ja pesemisvahendeid, polümeere, kiudaineid, mootorikütuseid, värve jne. Küllastumata süsivesinike rakendusliku tähtsuse tõttu alustati 1966. aastal Keemia Instituudi füüsikalis-keemiliste uurimiste sektoris *n*-alküünide C_5—C_{14}, *n*-alkeenide tsiss- ja transisomeeride C_5—C_{14}, tsüklopenteeni- ja tsüklohekseenirea süsivesinike C_5—C_{12} sünteesi, puhastamist ja füüsikalis-keemiliste omaduste tundmaõppimist.

Nimetatud süsivesinike omaduste uurimine on komplitseeritud kahel põhjusel: 1) isomeeride suure arvu ja sellest tulenevate raskuste tõttu puhaste ühendite saamisel, 2) süsivesinike kõrge reageerimisvõime, sellest tingitud ebapüsivuse ja kerge isomeriseeritavuse tõttu.

Esiletoodud põhjustel oli edasiminek keskmise ning suurema molekulimassiga alküünide ja alkeenide uurimisel võimalik alles uute selektiivsete analüüsi-, lahutus- ja identifitseerimismeetodite kasutuselevõtmise korral.

Seetõttu oli meie uurimisprogrammis sünteesi kõrval põhiliseks eesmärgiks välja töötada küllastumata süsivesinike analüüsi ja eraldamise meetodid. Ühelt poolt püüti luua sünteesimeetodeid puhaste ühendite otseseks saamiseks vedelas ammoniaagis reaktsioonide abil ja vastavate katalüsaatorite valikuga, teiselt poolt kasutati analüütilise gaasikromatograafia saavutusi isomeeride segude lahutamisel — preparatiivse gaasikromatograafia meetodi väljatöötamiseks [1]. Viimati nimetatud programmiosa eesmär-

giks oli alküünide ja alkeenide isomeeride eraldamine kogustes, mis võimaldaksid põhjalikult uurida saadud kõrge puhtusastmega ühendite füüsikalis-keemilisi näitajaid ja spektraalseid seaduspärasusi. Vajalike preparatiivsete gaasikromatograafide loomisele eelnesid süstemaatilised uurimistööd kromatograafide üksikute sõlmede optimaalse konstruktsiooni tagamiseks.

Põhjalikult uuriti preparatiivse gaasikromatograafi kolonnide diameetri suurendamise võimalusi, sest sellest sõltub otseselt kolonnide ja kogu süsteemi tootlikkus. Katsetuste tulemusena õnnestus valmistada kolonnid diameetriga kuni 100 mm, mis võimaldavad ühes tsüklis hea selektiivsusega lahutada 80—150-milliliitrise ainekoguse. Esmakordselt Nõukogude Liidus kasutati selles konstruktsioonis kandegaasi voolamise kiiruste ühtlustamiseks metallkeraamilisi plaate.

Ajavahemikus 1965—1972 sünteesiti ja puhastati preparatiivse gaasikromatograafia meetodil üle 200 küllastumata süsivesiniku. Isomeeride puhtuseks saadi vähemalt 99,0—99,9%. Preparatiivsel gaasikromatograafilisel lahutamisel kasutati mittepolaarse vedela faasina põhiliselt apiesooni L, polaarse faasina polüetüleenglükooli ja heksakistsüaanetoksüheksaani. Häid tulemusi andsid tsiss- ja transalkeenide puhastamisel $AgNO_3$ sisaldavad vedelad faasid. Isomeeride lahutamine nimetatud vedelatel faasidel on äärmiselt selektiivne: süstemaatiliste uurimistega leiti vedelad faasid, mis olid töökindlad kuni 110°-ni ja võimaldasid eraldada isegi suhteliselt kõrgetel temperatuuridel keevate dodetseenide ja tridetseenide isomeere [2].

Kuna oluline osa meie sünteesitud ühenditest saadi esmakordselt kõrge puhtusastmega, varem aga nende ühendite füüsikalis-keemiliste omaduste ja konstantide määramine ei olnud süstemaatiline ning mitte alati vajalikult täpne, siis alustati küllastumata süsivesinike füüsikalis-keemiliste omaduste süstemaatilist tundmaõppimist ja vastava aparatuuri loomist [3]. Määrati ühendite erikaalud, murdumisnäitajad, aururõhud ja viskoossused mitmesugustel temperatuuridel. Praegu konstrueeritakse täppiskalorimeetrit termodünaamiliste konstantide määramiseks.

Põhjalikult on uuritud küllastumata süsivesinike gaasikromatograafilisi omadusi ja väljumismahtusid mitmesugustel vedelatel faasidel. On määratud Kovatsi indeksid, mis annavad võimaluse identifitseerida küllastumata süsivesinikke ka nendes laboratooriumides, millel pole selleks spetsiaalset etalonainete kollektsiooni [4].

Küllastumata süsivesinike spektraalsete omaduste ja seaduspärasuste tundmaõppimiseks on tehtud mahukaid töid infrapunase, tuumamagnetresonants- ja massispektromeetria valdkonnas. On välja töötatud küllastumata süsivesinike identifitseerimise metoodika kõigi eelnimetatud spektraalalade kompleksse kasutamisega. Kõige suuremahulisem töö on tehtud *n*-alkeenide, *n*-alküü-

nide ja tsükloalkeenide struktuuri ning massispektrite korrelatsioonide selgitamisel [5]. Töö tulemused avaldatakse spektraalatlasena.

Küllastumata süsivesinike isomeeride puhtuse määramiseks kasutatakse spektraalanalüüsi kõrval järjest rohkem suure selektiivsusega gaasikromatograafiameetodeid. Kuna isomeeride, eriti küllastumata süsivesinike asendi- ja geomeetriliste isomeeride eraldamine on äärmiselt komplitseeritud ülesanne, siis täidiskolonnidega töötavate gaasikromatograafide lahutusvõime enam ei rahuldanud. Tuli leida uusi, efektiivseid kromatograafiameetodeid, mis võimaldaksid eraldada molekule üsna väikeste struktuuri erinevuste alusel.

Parim selektiivsuse tõstmise viis gaasikromatograafias on pikkade, 100—200-meetriste kapillaarkolonnide kasutamine. Töömahukate uurimiste tulemusena õnnestus polüetüleenglükooliga kaetud kapillaarkolonnide abil üksteisest eraldada kõik *n*-alkeenide C_6—C_{12} tsiss- ja transisomeerid. Isomeerseid alküültsüklopenteene ja alküültsüklohekseene eraldasid aga kõige paremini skvalaaniga kaetud kapillaarkolonnid.

Lõppresultaadina töötati välja originaalne kombineeritud meetod *n*-alkeenide isomeeride määramiseks keerulistes segudes, näiteks krakkbensiinides või vedelkütustes. Uue meetodi kohaselt jaotatakse *n*-alkeenide segu eelnevalt analüütilise või preparatiivse gaasikromatograafia abil hõbenitraati sisaldavatel vedelatel faasidel tsiss- ja transisomeeride gruppideks, mis järgnevalt analüüsitakse kapillaargaasikromatograafiameetodil.

Omaette, aga teiste suundadega tihedalt seotud lõigu käesolevas uurimistöös moodustab küllastumata süsivesinike adsorptsioonkromatograafia. *n*-alkeenide adsorptsiooni uurimine silikageelidel ACM, KCM ja KCK ning molekulaarsõeltel CaA, CaX ja NaX näitas, et kaksiksideme isomerisatsiooni vältimiseks tuleb silikageelid eelnevalt desaktiveerida ja töötada võimalikult madalatel temperatuuridel. *n*-alkeenide eraldamiseks sobivad molekulaarsõelad CaA aga on tugeva kaksiksidet isomeriseeriva toimega.

n-alkeenide tsiss- ja transisomeeride analüütilisel gaasikromatograafilisel eraldamisel osutus erakordselt selektiivseks adsorbendiks grafiiditud tahm [6]. Peaaegu täielikult eraldab kõik *n*-alkeenide C_6—C_{12} tsiss-trans-isomeerid lühike, 1,25 m pikkune grafiiditud tahma kolonn. Esmakordselt määrati nimetatud adsorbendil *n*-alkeenide C_6—C_{11} retentsiooniajad ja -mahud, diferentsiaalsed adsorptsioonisoojused jt. termodünaamilised näitajad [6]. Tsiss-isomeerid elueeruvad grafiiditud tahma kolonnist enne trans-isomeere, nende adsorptsioonisoojused on umbes 0,2—0,5 kcal/mooli võrra väiksemad, võrreldes transisomeeridega. Kergemini lahutuvad ahela keskel oleva kaksiksidemega tsiss-trans-isomeeride paarid, kõige halvemini 3-*n*-alkeenide tsiss-trans-iso-

meerid. Tahma abil on võimalik eraldada ka alküünide, tsüklopen teenide ja tsüklohekseenide isomeere. Töötati välja meetod adsorptsioonisoojuste arvutamiseks retentsiooniindeksitest.

Ķeeruliste segude analüüsil kasutatakse gaasikromatograafiliselt eraldatud komponentide identifitseerimiseks sageli keemilisi meetodeid. Töötati välja küllastumata süsivesinike katalüütilise hüdrogeenimise ja dehüdrogeenimise mikromeetodid ühtses skeemis gaasikromatograafilise lahutamisega. Uuriti alkeenide ja tsükloalkeenide reaktsioone plaatina- ja pallaadiumkatalüsaatoritel, samuti nende määramise võimalusi reaktsioongaasikromatograafiameetodil [7].

Ķäesolevas artiklis refereeritud töötulemused viisid tunduvalt edasi küllastumata süsivesinikke sisaldavate vedelkütuste (krakkbensiinide, põlevkiviõli, kivisöetõrva) uurimise metoodikat nii andmete täpsuse, analüüsi kiiruse kui ka määratud individuaalühendite arvu poolest [8].

Ķõige tähtsam rakenduslik suund käsitletud uurimistel oli kõrge puhtusastmega etalonainete (nende hulgas ka küllastumata süsivesinike) tootmise teaduslike ja tehnoloogiliste aluste väljatöötamine.

1. Рауде Х., Эйзен О., Сакс Т., Талвари А. Получение чистых циклопентеновых углеводородов методом препаративной газовой хроматографии. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1972, № 3, с. 224—228.
2. Ķang, S., Ķuningas, K., Eisen, O. Gas chromatographic separation of *cis-trans* isomers of normal alkenes using $AgNO_3$ solutions as stationary phases. — ENSV TA Toimet. Ķeem. Geol., 1969, nr. 3, lk. 293—295.
3. Эльвельт А., Эйзен О., Кудрявцева Л. Исследование физико-химических свойств непредельных углеводородов. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1972, № 1, с. 24—29.
4. Орав А., Эйзен О. Индексы удерживания для алкенов, алкинов и цикленов на капиллярных колонках. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1972, № 1, с. 39—47.
5. Полякова А. А., Лукашенко И. М., Сосулина Л. Н., Ранг С. А., Эйзен О. Г. Масс-спектры изомеров *н*-октенов. — ЖОрХ, 1969, № 10, с. 1720—1723.
6. Eisen, O., Ķiselev, A., Pilt, A., Ķang, S., Štšerbakova, Ķ. Gas chromatographic investigation of adsorption of normal alkenes C_6—C_{10} on graphitized thermal carbon black. — Chromatographia, 1971, No. 10, pp. 448—454.
7. Ivanov, A., Eisen, O. Schnelle Analyse komplizierter Ķohlenwasserstoffmischungen mittels Reaktionsgaschromatographie. — J. Chromatography, 1972, Vol. 69, No. 1, pp. 53—58.
8. Ранг С., Эйзен О., Орав А., Кунингас К., Иванов А., Барабанов А. Анализ фракции смолы грузинского липтобиолита, выкипающей до 200 °С, методом капиллярной газовой хроматографии. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1972, № 1, с. 12—18.

KATIOONNE TELOMERISATSIOON JA BIOLOOGILISELT TÄHTSATE AINETE SÜNTEES

K. LÄÄTS

Konjugeeritud alkadieenide telomerisatsioon on keerulise keemilise struktuuriga orgaaniliste ainete sünteesi üks perspektiivsemaid meetodeid. Konjugeeritud alkadieene üldvalemiga $R_2C{=}CR{-}CR{=}CR_2$, kus $R \equiv H$, CH_3, Cl jne., toodetakse suuretonnaažilistes kogustes sünteetilise kautšuki saamiseks järgmise skeemi kohaselt:

$$n\ C{=}C{-}C{=}C \xrightarrow{\text{polümerisatsioon}} [{-}C{-}C{=}C{-}C{-}]_n,$$

kus $n \equiv 500{-}10\,000$.

Ka looduslik kautšuk on 2-metüülbutadieeni-1,3 ehk isopreeni kõrgpolümeer:

$$H_2C{=}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}{-}CH{=}CH_2 \longrightarrow [{-}CH_2{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}{=}CH{-}CH_2{-}]_n$$

isopreen — naturaalne kautšuk e. polüisopreen

Erinevalt polümerisatsioonist võtab telomerisatsioonireaktsioonist osa peale monomeeri, mida antud juhul nimetatakse taksogeeniks, veel teine aine — telogeen, mis moodustab saadava telomeeri molekuli otsmised grupid:

$$R{-}X + n\ C{=}C{-}C{=}C \longrightarrow R{-}[{-}C{-}C{=}C{-}C{-}]_n{-}X,$$

telogeen taksogeen telomeer

kus $n \equiv 1, 2, 3$ jne.

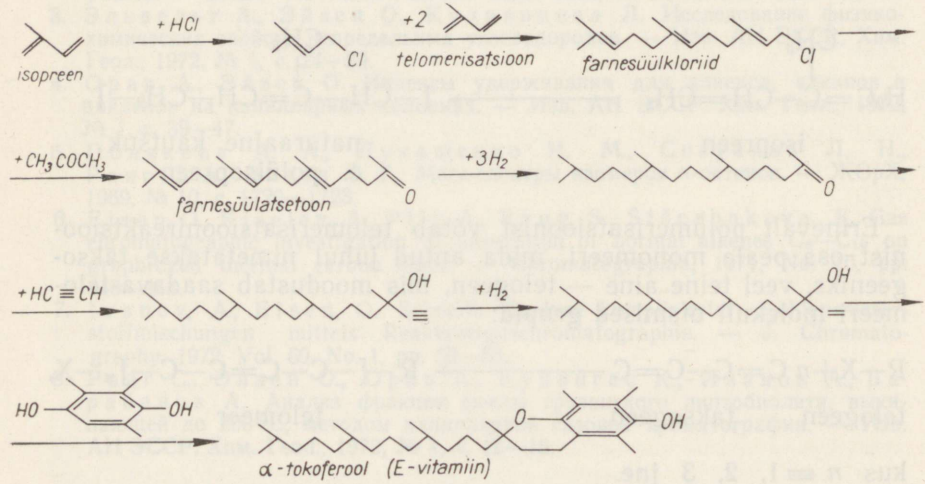
Vaatamata toodud sünteesiskeemi näivale lihtsusele on kuni käesoleva ajani mainitud reaktsiooni suhteliselt vähe praktiliselt

rakendatud. Eriti puutub see mineraal- või aprootonhapete abil katalüüsitavasse katioonsesse telomerisatsiooni, ehkki just selles valdkonnas võiks oodata suure selektiivsusega menetluste loomist etteantud struktuuriga keeruliste orgaaniliste ainete saamiseks. Peapõhjuseks võib siin lugeda nimetatud reaktsiooni seaduspärasuste interpreteerimise olemasolevate teoreetiliste aluste puudulikkust. See kehtib ka enam tuntud katioonse polümerisatsioonireaktsiooni kohta.

Keemia Instituudis alustati 1960. aastal alkadieenide katioonse telomerisatsiooni alal intensiivseid uuringuid mitmesuguste orgaaniliste halogeeniühenditega (K. Lääts). Põhirõhk suunati seejuures ainete struktuuri ja koostise määramise nüüdisaegsete füüsikalis-keemiliste menetluste, samuti reaktsiooni kineetika ja tehnoloogiliste protsesside modelleerimise matemaatiliste meetodite loomisele. Uurimused võimaldasid teha tähtsaid praktilisi ja teoreetilisi üldistusi.

Isopreeni ja halogeeniühendite telomerisatsiooni [1—4] ning sünteesitavate halogeentelomeeride [5—7] selektiivsete asendusreaktsioonide seaduspärasuste uurimise tulemusena töötati välja keeruliste looduslike terpeenderivaatide sünteesi originaalsed, suure efektiivsusega menetlused. Nimetatud ühendeid kasutatakse defitsiitsete lõhnaainete, kosmeetikapreparaatide, toiduessentside, samuti inimeste ning põllumajandusloomade ja -lindude toitumiseks äärmiselt vajalike A-, E- ja K-vitamiini sünteesil.

Saadud individuaalaineist võib mainida tsitraali, jonoone, geraniooli, linalooli, farnesooli, fütooli jt.



E-vitamiini süntees isopreeni telomerisatsiooni meetodil.

Uute terpeenderivaatide sünteesi lihtsust iseloomustab isopreenist E-vitamiini valmistamise skeem. Nii saadakse uue menetluse järgi α-tokoferooli 7 keemilise protsessi abil, kuna tavaliselt kasutatav tehnoloogia sama aine tootmiseks atsetooni ja atsetüleeni baasil (4 eelviimast reaktsiooni toodud skeemil) koosneb 14—18 keemilisest astmest.

Tsitraali, jonoonide, fütooli ja E-vitamiini süntees modelleeriti spetsiaalsel pooltööstuslikul katseseadmel (K. Lääts, I. Kudrjavtsev, H. Rang, G. Rajalo, A. Kogerman, L. Kraav).

Katsete tulemusena töötati välja mainitud ainete tööstusliku tootmise alused. Uus tehnoloogia on tööstuslikus praktikas esmakordselt rakendatav [1] ja ületab tehnilis-ökonoomiliste näitajate poolest varem väljatöötatud vastavad tootmisprotsessid.

Uue telomerisatsiooniskeemi alusel toodetakse Eestis irooni ja sellest kõrgekvaliteedilist sünteetilist iirisõli. Viimane on parfümeerias loodusliku kannikese kompositsioonide aluseks ja teda imporditi senini Prantsusmaalt.

Peale isopreeni on viimasel ajal laiendatud veel teiste isomeersete alkadieenide telomerisatsiooni uurimist, mis on võimaldanud välja töötada uusi orgaanilisel peensünteesil saadavate ainete tootmise menetlusi. Samaaegselt teostatakse uuringuid loodavate tehnoloogiliste protsesside matemaatiliseks modelleerimiseks [8] ja koos Küberneetika Instituudiga protsesside juhtimise täielikuks automatiseerimiseks.

Teoreetilise suunitlusega katioonse telomerisatsiooni alased uuringud koos saadud tulemuste matemaatilise töötlusega võimaldasid interpreteerida küllastumata ühendite katioonse telomerisatsiooni mehhanismi (K. Lääts). Viimase põhjal koostati reaktsiooni üldistatud matemaatiline mudel, töötati välja teoreetilised alused keeruliste telomerisatsiooniprotsesside kvantitatiivseks uurimiseks ja ratsionaalne skeem eksperimentaaluuringute organiseerimiseks, kasutades nüüdisaegse elektronarvutustehnika võimalusi.

Katioonse telomerisatsiooni ja bioloogiliselt vajalike ainete sünteesi, samuti uuritud reaktsioonide matemaatilise modelleerimise alal saavutatud tulemused on aluseks fundamentaaluuringute laiendamisel antud perspektiivsetes põhisuundades.

Lähemateks ülesanneteks on uute praktilist huvi pakkuvate keeruliste orgaanilise peensünteesi reaktsioonide üldiste kvantitatiivsete seaduspärasuste kindlakstegemine, reaktsioonide matemaatiliste mudelite loomine ja identifitseerimine eksperimentaalandmete töötlemiseks numbrilistel ja analoogarvutitel.

Saadavad tulemused võimaldavad luua optimaalseid suure efektiivsusega menetlusi rahvamajandusele vajalike ainete tootmiseks ning modelleerida ja automatiseerida täielikult tehnoloogilised protsessid.

1. Лээтс К. Синтез терпеновых производных из изопрена методом теломеризации. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1968, № 4, с. 355—360.
2. Лээтс К., Каал Т., Калья И., Кудрявцев И., Мукс Э., Тали М., Тенг С., Эрм А. Определение состава продукта катионной теломеризации изопрена с его изомерными гидрохлоридами. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1972, № 4, с. 305—309.
3. Эрм А., Калья И., Лээтс К. Газовая хроматография галогенопроизводных аллильного типа. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1972, № 4, с. 300—304.
4. Лээтс К., Тенг С. Об изомеризации терпеновых галогенопроизводных в процессе катионной теломеризации. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1972, № 4, с. 314—317.
5. Лээтс К., Тали М., Кудрявцев И. Получение цитраля и иононов из синтетических геранилхлоридов. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1968, № 4, с. 361—367.
6. Лээтс К., Когерман А. Получение гераниола и фарнезола на базе теломера изопрена с его гидрохлоридами. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол.. 1968, № 4, с. 368—373.
7. Лээтс К., Когерман А. Синтез терпеновых производных ацетоуксусного и малонового эфиров на базе продуктов теломеризации изопрена. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1969, № 1, с. 33—42.
8. Раяло Г., Дементьева В., Тяхт Р., Кудрявцев И., Лээтс К. Кинетика гидрохлорирования пиперилена. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1972, № 4, с. 310—313.

PÕLEVKIVI KEEMILINE TÖÖTLEMINE

A. FOMINA, R. VESKI

Eesti põlevkivi (kukersiidi) orgaanilise aine keemilise loomuse väljaselgitamise ühe tähtsama etapi kokkuvõte ilmus 1965. aastal monograafiana «Põlevkivi — kukersiidi kerogeeni loomus ja tema kui tooraine keemilised omadused» [1]. Uurimistest selgus, et kerogeeni oksüdeerival lagundamisel kaaliumpermanganaadiga leeliselises lahuses (A. Fomina, L. Pobul), samuti oksüdeerimisel lämmastikhappega (A. Fomina, Z. Degterjova) tekib suurtes kogustes küllastunud struktuuriga ühendeid, põhiliselt α, ω-dikarboksüülhappeid merevaikhappest kuni sebatsiinhappeni ning vähesel määral monokarboksüülhappeid äädikhappest kuni kaprüülhappeni. Kasutades piirnevate teadusalade uurimistulemusi, püstitati hüpotees põlevkivi tekke kohta peamiselt fütoplanktoni ning vetikate rasv- ja süsivesinikkomponentidest alampaleosoilise aegkonna keskordoviitsiumi meres.

Sõjajärgne keemiatööstus, eriti Ameerika Ühendriikides ja teistes arenenud kapitalistlikes maades, hakkas tootma külmakindlate plastifikaatorite, nailoni tüüpi keemilise kiu, kvaliteetsete määrdeainete jm. valmistamiseks suurtes kogustes küllastunud dikarboksüülhappeid — adipiin-, sebatsiin- ja aselaiinhapet. Mainitud hapetele on viimastel aastatel lisandunud uusi.

Põlevkivi kui odava, kergelt kättesaadava ja praktiliselt ammendamatu tooraine võrdlemine dikarboksüülhapete tööstuses kindlakskujunenud toorainetega (bensool, fenool, tsükloheksaan, kastoorõli, oleiinhape jt.) näitas põlevkivi vaieldamatut eelist [2]. Katsed Kiviõli Põlevkivikeemia Kombinaadi perioodilise töötsükliga katseseadmel aastail 1959—1960 kinnitasid (A. Fomina, R. Veski, Z. Degterjova, S. Kivirähk) edasiste tehnoloogiliste tööde otstarbekust ja vajalikkust.

Neli aastat kulus selleks, et projekteerida («Eesti Tööstusprojekt») ja ehitada Teaduste Akadeemia Tehnilises Katsebaasis dikarboksüülhapete valmistamise katseseade, mille üksikud sõlmed lasti käiku ja personali väljaõpet alustati 1964. a. lõpus. See katseseade, erinevalt Kiviõli omast, mis oli ette nähtud ainult toordi-

karboksüülhapete saamiseks, võimaldas modelleerida hapete tootmise protsessi kõik staadiumid.

Põlevkivi keemiliseks töötlemiseks vajatakse tema orgaanilise osa kontsentraati. Anorgaanilise osa eraldamiseks on mitmeid meetodeid. Põlevkivi tsentrifugaalsel separeerimisel saadakse orgaanilise aine 85%-lise sisaldusega kontsentraat. Seda kasutati Kiviõli katsetel. Tehnilises Katsebaasis evitati põlevkivi orgaanilise aine 90%-lise sisaldusega kontsentraadi flotatsioonrikastamise meetodil valmistamise tehnoloogia. Saadud kerogeeni kontsentraat oksüdeeritakse dikarboksüülhapete saamiseks lämmastikhappega õhuhapniku juuresolekul (viimane alandab lämmastikhappe kulu). Oksüdatsiooniproduktid fraktsioneeritakse lihtsate tehnoloogiliste võtetega.

1966. aastal tehtud bilansskatsete alusel valmis reglement merevaikhappe, dikarboksüülhapete segude ja taimekasvu stimulaatori tootmiseks (R. Veski, I. Nykopensius, A. Pärn, A. Fomina, Z. Degterjova, L. Pobul). Üks väljatöötatud variant andis põlevkivi orgaanilisest ainest 2,2% merevaikhapet, dikarboksüülhappeid 6,2% külmakindlate plastifikaatorite ja 16,7% vahtplastide valmistamiseks ning 18,4% taimekasvu stimulaatorit [3]. Katseseadmes saadud hapete segusid ja kasvustimulaatorit katsetati NSV Liidu juhtivates erialainstituutides: Moskva Plastmasside Teadusliku Uurimise Instituudis, Vladimiri Sünteetiliste Vaikude Teadusliku Uurimise Instituudis jm. Nende hinnangute järgi asendavad dikarboksüülhapete segud täielikult kallist ja defitsiitset adipiin- ja sebatsiinhapet külmakindlate plastifikaatorite ning vahtplastide valmistamisel.

Hapete segust saadud soojusisoleermaterjali — tahke vahtpolüesteruretaani kasutamine on jõudnud tööstusliku mastaabini. Riia Vagunitehase elektriveduri konstruktsioonid ja Eesti Kalatööstuse Tootmiskoondise «Ookean» ujuvbaasi kalahoidla soojusisolatsioon on valmistatud põlevkivihapete baasil. Väga rasketes ilmastiku- ja ekspluatatsioonitingimustes on nimetatud vahtisolatsioon hästi vastu pidanud. Isoleeritavad pinnad kaetakse vahtpolüesteruretaani vedelate lähtekomponentidega kohapeal pritsimise teel.

Vähem tähtsad ei ole ka paljud teised põlevkivihapete ja nende diestrite kasutamise suunad. Põlevkivi kerogeeni oksüdeerimisel saadavate dikarboksüülhapete segusid on näiteks kasutatud polüesteruretaankelmete, elastsete vahtpolüuretaanide [4], polüamiidide ja villa modifikaatorite sünteesil (O. Kirret, A. Kogerman, A. Kongas).

Põlevkivi oksüdatsioonil tekivad suhteliselt madalmolekulaarsete ühendite kõrval polüfunktsionaalsed happed [5, 6] molekulkaaluga ligi 1000. Nende molekul sisaldab keskmiselt neli karboksüül-, 2,5—3 ester- ja ühe hüdroksüülrühma ning 2,5 lämmastiku aatomit. Polüfunktsionaalsed happed lagunevad oksüdeerimisel

küllastunud mono- ja dikarboksüülhapeteks ning süsihappegaasiks ja veeks. See viitab nende alifaatsele-alitsüklilisele struktuurile, mille täpsem uurimine on eriti tähtis kukersiidi kerogeeni struktuuri selgitamise seisukohast.

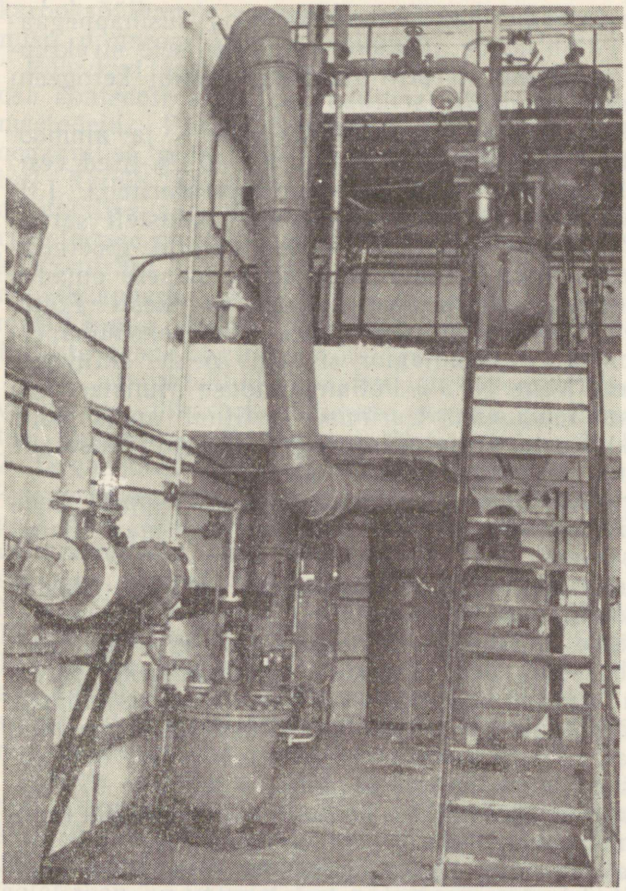
Polüfunktsionaalsete hapete kaaliumi-, naatriumi- ja ammooniumisoolad lahustuvad hästi vees. Nende 0,001—0,1%-lised vesilahused leiavad kasutamist taimekasvu stimulaatoritena [3]. Kasutatakse ka lahustumatuid kaltsiumisooli. Omadustelt sarnanevad põlevkivist saadavad taimekasvu stimulaatorid giberelliinide ja heteroauksiinidega. Polüfunktsionaalsete hapete omadus stimuleerida taimekasvu selgitati välja koostöös Eesti Põllumajanduse Akadeemiaga aastail 1964—1965. Dikarboksüülhapete katseseadmes valmistatav stimulaator sisaldab peale aktiivaine umbes 30—50% vett. Vene NFSV Põllumajanduse Ministeeriumi Köögiviljakasvatuse Teadusliku Uurimise Instituut andis kolm aastat kestnud katsetuste alusel järgmise hinnangu: katsetada stimulaatorit suurtel põllumajanduslikel pindadel.

Taimekasvu ergutav toime on samuti merevaikhappel. Seda kasutatakse põllumajanduses eriti laialdaselt meie maa lõunarajoonides.

Keemia Instituudis väljatöötatud reglemendi põhjal koostas Leningradi projekteerimisinstituut «Lengiprogaz» 1968. aastal «Tehnilis-ökonoomilise ettekande». Sellest selgub, et erikapitaalmahutused dikarboksüülhapete segude valmistamiseks põlevkivist on väiksemad kui individuaalsete adipiin- ja sebatsiinhappe valmistamiseks. Põlevkivist saadavate hapete arvutuslik omahind on tunduvalt madalam individuaalhapete perspektiivsest omahinnast. Need arvutused tehti põlevkivi keemilise töötlemise tööstusliku mastaabi kohta, kusjuures lähtevõimsuseks võeti 100 000 tonni põlevkivi kerogeeni aastas. Adipiin- ja sebatsiinhappe ekvivalentne asendamine nimetatud hulga põlevkivi orgaanilise aine töötlemisel saadud hapete segudega annab rahvamajandusele 28 000 000 rubla kokkuhoidu.

Samaaegselt hapete segude tootmise reglemendi valmimisega töötati laboratoorsetes tingimustes välja oksüdatsiooniproduktidest dikarboksüülhapete eraldamise teine variant (A. Männik, A. Fomina). Selle meetodi järgi saadakse lõpp-produkt dikarboksüülhapete dimetüülestrite segudena või lahutatuna üksikkomponentideks. Koostöös Spetsiaalse Konstrueerimisbürooga (aparaatide projekteerimine ja valmistamine) ning Tehnilise Katsebaasiga (tehnoloogilise aparatuuri valmistamine ja montaaž) lasti 1969. aastal käiku dikarboksüülhapete dimetüülestrite tootmise katseseade. 1969. ja 1970. a. katseandmete alusel töötati välja dikarboksüülhapete diestrite tootmise tehnoloogia ja vormistati see varem valminud reglemendi täiendusena.

Dikarboksüülhapete diestrite tootmise variandil on võrreldes esialgse hapete variandiga mitmed eelised — eelkõige tunduvalt



Fragment dikarboksüülhapete katseseadmest Tehnilises Katsebaasis.

suurem saagis. Nimelt saadakse dikarboksüülhapete dimetüülestreid 38% kerogeenist, s. o. hapeteks ümberarvutatuna 32%. Teataval määral lihtsustub tehnoloogiliste protsesside aparatuuristamine. Suureneb ka toodang, mis asendab sebatsiinhapet külmakindlate (kuni —60°) plastifikaatorite tootmisel.

Moskva Plastmasside Teadusliku Uurimise Instituut on katsetanud diestreid ning olnud üheks dikarboksüülhapete diestrite eksperimentaaltsehhi projekteerimise ja ehitamise initsiaatoriks. Eelnenud tehnilis-ökonoomilised arvutused (A. Pärn) näitasid, et 100 000 tonni kerogeeni keemilise töötlemise majanduslik efekt ületab tunduvalt hapete variandi (potentsiaalse) efekti.

Dikarboksüülhapete diestrite rektifikatsioonil on võimalik toota individuaalseid dikarboksüülhapete dimetüülestreid.

Majanduslikult tasuv on ka mitmete defitsiitsete dikarboksüülhapete (merevaik- ja korkhappe) tootmine nende diestrite hüdrolüüsi teel.

Põlevkivi keemilise töötlemise produktide detailse analüüsi tulemusena on saavutatud edu kerogeeni struktuuri uurimisel. Kerogeeni oksüdatsiooniproduktide hulgas õnnestus täiendavalt identifitseerida küllastunud fenüülmono- ja monokarboksüülhapped C_9—C_{15} [7], dikarboksüülhapped C_{11}—C_{18}, dikarboksüülhapete α-metüülhomoloogid kaaluvahekorras 1 : 20 sirge ahelaga dikarboksüülhapetega, vähesel määral tereftaalhapet ja küllastunud trikarboksüülhapped C_6—C_{17} [8, 9]. Kuni käesoleva ajani ei teatud küllastunud trikarboksüülhapete olemasolust põlevate maavarade oksüdatsiooniproduktides. Nende tekkimine on ilmseks tõendiks kerogeeni kolmemõõtmelisest struktuurist. Koostöös Küberneetika Instituudi füüsikasektoriga (T. Pehk) identifitseeriti propaan-, butaan-, pentaan(1, 2, 5 ja 1, 3, 5)-, heksaan(1, 2, 6 ja 1, 3, 6)-heptaan(1, 2, 7 ja 1, 3, 7 ning 1,4,7)- ja oktaan(1, 2, 8 ja 1, 3, 8 ning 1, 4, 8)trikarboksüülhapped.

Kukersiidi kerogeeni struktuuri uurimisel kasutati ka hüdrolüüsimeetodit [10]. Soolhappelistes hüdrolüsaatides määrati 20 aminohapet: põhiliselt alifaatse struktuuriga, kaks pentoosi ning kaks heksoosi. Lämmastikku sisaldavate struktuurielementide osa kerogeenis hinnati kuni 5%-le (L. Nappa).

Esialgselt kukersiidi kerogeeni uurimiseks ja keemiliseks töötlemiseks väljatöötatud meetodit on edukalt rakendatud teistegi põlevate maavarade, näiteks Irkutski kivisöebasseini Budagovo leiukoha sapropeliidi töötlemiseks 1969. aastal (R. Veski, A. Poom koostöös Irkutski Polütehnilise Instituudi töötajatega). Budagovo sapropeliit sisaldab üle 85% orgaanilist ainet ega vaja seepärast eelnevat rikastamist nagu põlevkivi. Tema varud keemiliseks töötlemiseks on praktiliselt ammendamatud ja asuvad maapinna läheduses.

Katsetel leiti, et Budagovo sapropeliit sobib samuti vahtpolüesteruretaanide valmistamiseks vajalike odavate dikarboksüülhapete ja merevaikhappe tootmiseks.

1969. aastal alustati Ukraina NSV Boltõši leiukoha põlevkivi orgaanilise aine keemilise loomuse uurimist. Leiti (L. Pobul, A. Fomina, I. Klesment), et orgaaniliste lahustajatega ekstraheeritud bituumen koosneb samadest komponentidest mis põlevkivi termilisel töötlemisel saadud bituumen. Mõlemas identifitseeriti sirgete ahelatega süsivesinikud C_7—C_{27}.

Boltõši põlevkivi soolhappelistes hüdrolüsaatides leiti 17 aminohapet ja 5 suhkrut (L. Nappa, A. Fomina). Aminohapete kvantitatiivne määramine võimaldab väita, et 9—17% Boltõši põlevkivi orgaanilisest osast moodustavad lämmastikuühendid.

Boltõši põlevkivi kerogeeni pehme astmelise oksüdeerimise tulemusena kaaliumpermanganaadiga leeliselises vesilahuses (L. Pobul, A. Fomina) saadi oksüdeerunud orgaanilisest ainest 25% küllastunud dikarboksüülhappeid C_4—C_{18}, vähem kui 10% orgaanilist ainet ei oksüdeerunud. Oksüdatsiooniproduktides määrati ka dikarboksüülhapete α-metüülhomoloogid C_5—C_{15}, monokarboksüülhapped C_2—C_{12} ning vähesel hulgal orto- ja metaftaalhapet. Küllastunud trikarboksüülhappeid ei leitud (E. Männik, E. Bondar). Bone'i meetodi kasutamisel oksüdatsiooniproduktides bensoolkarboksüülhappeid ei tõestatud. Põlevate maavarade struktuuri uurimine jätkub.

Teadlaste kollektiivi lähemate aastate ülesanne on aidata operatiivselt lahendada põlevkivi keemilise tehnoloogia tööstusse rakendamisel esilekerkivaid organisatoorseid ja tehnilisi küsimusi. Edasi tuleks kõne alla individuaalühendite (estrite, hapete) tootmine ja nende baasil vabariigi tingimustes kõige otstarbekohasemate sünteesi suundade põhjendamine ja väljatöötamine.

1. Фомина А. С., Побуль Л. Я., Дегтерева З. А. Природа прибалтийского горючего сланца — кукерсита и его химические сырьевые качества. Таллин, 1965, 216 с.
2. Вески Р., Фомина А. Обзор работ по получению смесей насыщенных дикарбоновых кислот. — Горючие сланцы, 1968, № 2, с. 11—15.
3. Фомина А., Вески Р., Дегтерева З., Побуль Л., Тальдер Э., Мянник А., Пярн А. Получение насыщенных дикарбоновых кислот и стимулятора роста растений окислением кукерсита азотной кислотой и кислородом воздуха. — Доклад на Симпозиуме ООН по разработке и использованию горючих сланцев. (Препринт.) Таллин, 1968, 12 с.
4. Кивиряхк С. В., Фомина А. С. Эластичные пенополиуретаны из продуктов окисления горючего сланца — кукерсита. — Горючие сланцы, 1972, № 6, с. 30—34.
5. Пунга В., Фомина А., Дегтерева З., Палу В. К вопросу о химической природе составляющих сланцевое ростовое вещество. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1970, № 3, с. 195—201.
6. Фомина А., Дегтерева З., Вески Р., Побуль Л. Стимулятор роста растений из керогена эстонского сланца — кукерсита (СРВ) Теоретические основы действия физиологически активных веществ и эффективность удобрений их содержащих. — Материалы Всесоюзной научной конференции (г. Днепропетровск, 14—17 июня 1967 г.). Днепропетровск, 1970, с. 242—246.
7. Бондарь Е., Вески Р., Фомина А. Состав монокарбоновых кислот, сопутствующих производству дикарбоновых кислот из керогена кукерсита. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1972, № 2, с. 129—132.
8. Мянник Э. И., Фомина А. С., Мянник А. О. О компонентном составе диметиловых эфиров дикарбоновых кислот, получаемых окислением керогена кукерсита. — Химия твердого топлива, 1971, № 3, с. 106—111.
9. Мянник Э. И., Фомина А. С., Мянник А. О., Иконописцева О. И., Эрм А. Ю. Новые структурные элементы керогена кукерсита. — Химия твердого топлива, 1972, № 6, с. 23—26.
10. Фомина А. С., Наппа Л. А. Углеводы и аминокислоты древних горючих сланцев. — Химия твердого топлива, 1967, № 1, с. 8—16.

LOOMAFÜSIOLOOGIA JA -BIOKEEMIA

I. SIBUL

Ajavahemikul 1965—1972 jätkusid Eesti NSV Teaduste Akadeemias loomafüsioloogia ja -biokeemiaalased uuringud põhiliselt Eksperimentaalbioloogia Instituudis.

Kui aastail 1965—1970 uuriti välisfaktorite mõju loomorganismile, siis käesolevaks viisaastakuks (1971—1975) asendati see temaatika loomade arengu neuroendokriinhumoraalse regulatsiooni ja selle päriliku tingituse probleemiga. Ülesandeks on loomade arengu ja kudede ainevahetuse neuroendokriinhumoraalse regulatsiooni mehhanismide täpsustamisega ja seaduspärasuste selgitamisega otsida uusi teid põllumajandusloomade produktiivsuse tõstmiseks. Endokriinsüsteemi talitluslikke iseärasusi käsitatakse osalt kui geneetiliselt determineerituid ja osalt kui välisfaktoritest mõjustatud tunnuseid.

Tehti kindlaks, et soojavereliste loomade funktsionaalsete süsteemide suur labiilsus sünnijärgses ontogeneesis mõjustab suuresti täiskasvanud organismi omaduste väljakujunemist [1].

Kõrvuti teoreetiliste üldbioloogiliste uurimistega tegeldi ka mõningate loomakasvatuse praktika seisukohalt tähtsate probleemidega. Nii uuriti põhjalikult põrsaste varase võõrutamise meetodi efektiivsust meie vabariigi majandite tingimustes (R. Pork). Leiti, et selle meetodi rakendamine annab kuni 16% enamtoodangut ja ökonoomiat, võrreldes põrsaste tavalise võõrutamisega. Töötati välja põrsastele kõigi eluks vajalike toitainete poolest tasakaalustatud kuivsöödasegude (starterite) retseptid. Põrsaste varase võõrutamise meetod leidis Eesti NSV eesrindlikes majandites peagi rakendamist ning alates 1970. aastast võeti see juurutamisele ka üleliidulises ulatuses.

Jätkus lümfisüsteemi uurimine. Lõpetati kana lümfi koostise ontogeneetiliste muutuste uurimine ja asuti määrama lamba perifeerse (kaela) ja tsentraalse lümfi koostise füsioloogilisi parameetreid (H. Ainson jt.). Uuriti ka mõnede hormoonpreparaatide manustamisel tekkivaid kapillaaride permeaabluse ja kudede ainevahetusprotsesside muutusi. Huvitavaks osutusid andmed kapil-

laaride läbitavuse valikulisest muutumisest mõnede elektroforeetiliselt määratud valgufraktsioonide suhtes. Jõuti järeldusele, et hormonaalsete tegurite toimel tekkivad muutused lümfi koostises ei tulene mitte ainult nihetest kapillaaride permeaabluses, vaid ka ainevahetusprotsesside intensiivsuse muutustest.

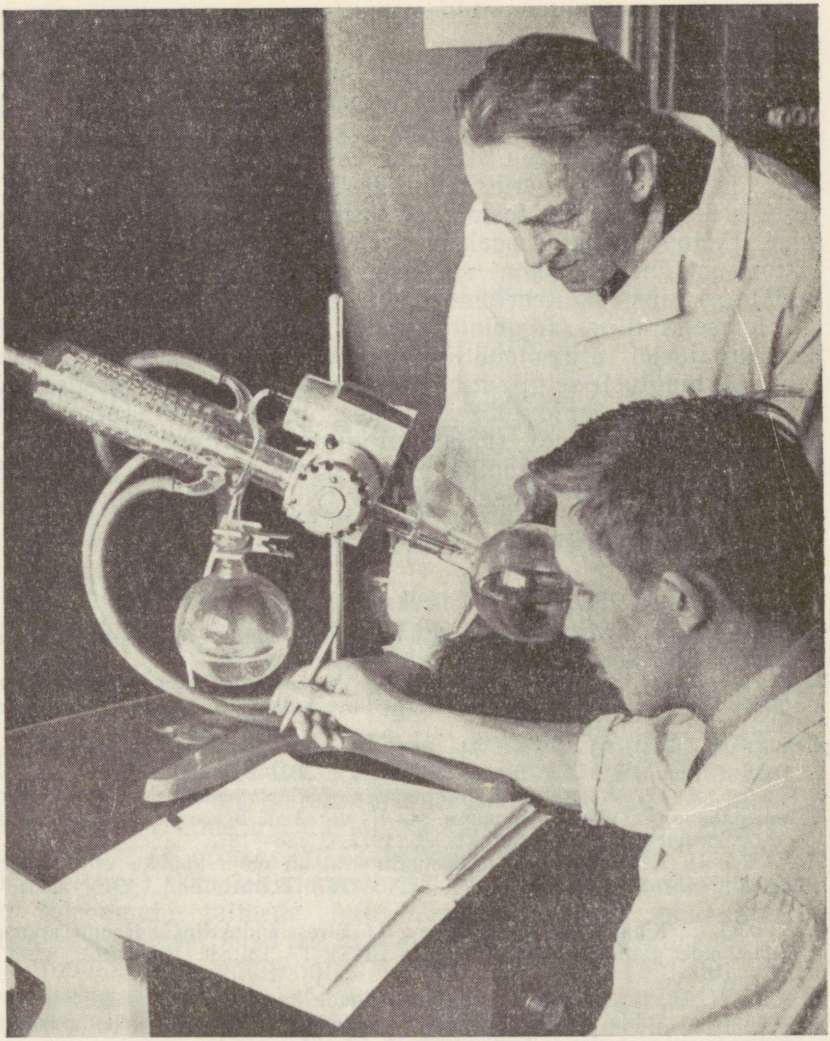
Aastatel 1969—1972 töötati välja originaalne lümfovenoosse ekstrakorporaalse anastomoosi meetod [2], mis võimaldab lümfisüsteemi talitlusi uurida kroonilises katses. Praegu kogutakse selle meetodiga andmeid lümfi rakulise ja keemilise koostise muutustest seoses hormoonide ja teiste bioloogiliselt aktiivsete ainete viimisega organismi. Lamba lümfist eraldati kristalne gamma-G-globuliin, mis füüsikalis-keemilistelt omadustelt erines mõnevõrra vereseerumi gamma-G-globuliinist [3].

Hormoonide kui kudede ainevahetuse regulaatorite perifeerse toime uurimise katsetes saadi uusi originaalseid andmeid selle kohta, et need toimeained mõjustavad vahetult struktuursete valkude ensümaatilist aktiivsust ning ka rakkude keemilist koostist. Nimelt mõjustasid adrenaliini, noradrenaliini ja türoksiini lisandused väga ilmekalt fibrillaarsete valkude (aktomüosiini) adenosiintrifosfataasset aktiivsust [4]. L-trijoodtüroniini manustamisel küülikutele täheldati erütrotsüütides adeniinnukleotiidide ja 2,3-difosfoglütseriinhappe sisalduse kasvu [5]. Lähtudes nendest andmetest tundub üsna tõepärane, et erütrotsüütide keemilise koostise järgi võib teha järeldusi ka kilpnäärme hormonaalse aktiivsuse seisundi kohta.

Hormoonide perifeerse toime uurimise kõrval pöörati tähelepanu ka endokriinaparaadi talitluste reaktiivsetele nihetele. Näiteks katsetati kanade tõugudevahelist ristamist ning saadi positiivseid heteroosiefekte 50 protsendil uuritud ristandvariantidest (T. Mänd); need uuringud näitasid, et heteroosiefektiga ristandtibudel suureneb esimesel elukuul neerupealiste ja kilpnäärme suhteline kaal tunduvalt, võrreldes lähtetõugudega, kolmandal elukuul aga kasvab tüümuse suhteline kaal kuni 70%. Sellest lähtudes tuldi järeldusele, et heteroosi bioloogiline olemus avaldub endokriinsüsteemi teatavas stimulatsioonis.

Kodumaise gammakiiritusseadme «Lutš-1» ülesseadmine 1967. aastal lõi soodsad tingimused radiobioloogilisteks uuringuteks loomadel. Kui varem uuriti tibude perioodilise jahutamise tulemusena tekkinud endokriinset stress-sündroomi ja selle kulgu, siis nüüd said tähelepanu osaliseks gammakiirgusest kui stressfaktorist tekitatud endokriinsündroomi arenemise seaduspärasused [6]. Need katsed näitasid, et radiatsioonistressi korral askorbiinhappe suhteline vaegus soodustab neerupealiste ja kilpnäärme hüpertoofia tekkimist, C-vitamiini suurte annuste manustamine tibudele aga pidurdab või isegi väldib neerupealiste stressihüpertroofia teket.

Täheldati, et kanamunade inkubatsioonieelne gammakiiritamine



Prof. I. Sibul ja vaneminsener J. Vaiga analüüsimas muda humiinhapete fraktsiooni vaakuumdestillatsiooni tulemusi.

väikeste doosidega stimuleerib neist munadest kooruvate tibude kasvu [7]. Kanade ealise kiirgustundlikkuse võrdlevat uurimisel selgus, et embrüonaalse arengu esimestel päevadel tõuseb tundlikkus järsult. Tibude geneetiliselt ühtlase populatsiooni puhul on keskmise kehakaaluga isenditel radioresistentsus kõrgem kui kas suurema või väiksema kehakaaluga samaealistel lindudel.

Loodusliku päritoluga kiirguskaitseainete saamise mõningad otsingulised uuringud näitasid, et Eesti meremuda humiinhapete fraktsioonist erimenetlusega saadud antioksüdantfraktsioonil GM-366 on tibude suhtes teatav kiirguskaitsevõime. Selle preparaadi parenteraalne manustamine tibudele enne nende gammakiiritamist vähendas oluliselt tibude varast surevust, võrreldes kontrolliga, ja tõi kaasa erütrotsüütide happelise resistentsuse ja vereseerumi happelise fosfataasi aktiivsuse nihete tunduva nõrgemise. Eeltoodu põhjal peaksid preparaadi GM-366 kui radioprotektori omadused olema sarnased sojaoast saadava trüpsiini inhibiitori kiirguskaitsevõimega.

Viimasel ajal on radiobioloogiliste uuringute sihiks gammakiirituse tagajärjel erütrotsüütides tekkivate kahjustuste ja nende talitluste muutuste selgitamine. Kana erütrotsüütide tuumadega töötades leiti, et vastupidi maksarakkude tuumadele on erütrotsüütide tuumadel tähelepandav suktsinaathingamise võime, mis on nagu mitokondritelgi oksaalääidikhappega pärsitav [8]. Erütrotsüütide tuumade gammakiiritamisel suktsinaathingamine tunduvalt nõrgenes.

1. Пегельман С. Ранние морфо-функциональные изменения в постнатальном онтогенезе животных. Таллин, 1966, 230 с.
2. Mesipuu, I. Kunstliku lümfovenoosse anastomoosi moodustamisest lammaste rinnajuha lümfi uurimiseks kroonilise katse abil. — ENSV TA Toimet. Biol., 1971, nr. 1, lk. 8—10.
3. Месипуу И., Эомойс М. Гамма-*G*-глобулин из центральной лимфы овец. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1971, № 4, с. 363—364.
4. Сибуль И., Кильк А. Активация фибриллярной АТФазы мышцы адреналином и норадреналином. — В кн.: 2-ая Всесоюзная конференция по биохимии мышечной системы. Л., 1972, с. 186—187.
5. Äkke, H. Trijoodtüroniini ja metüültiouratsiili mõju küüliku erütrotsüütide adeniinnukleotiididesisaldusele. — ENSV TA Toimet. Biol., 1973, nr. 1, lk. 9—14.
6. Sibul, I., Kanarik, U., Vaher, Ü. Stress-endokriinsündroomi arenemisest tibudel gammakiirguse toimel. — ENSV TA Toimet. Biol., 1970, nr. 3, lk. 277—280.
7. Vaher, Ü., Kanarik, U. Andmeid tibude kasvu ja arengu stimuleerimisvõimaluste kohta ioniseeriva kiirguse toimel. — Rmt.: Kasvikute haiguste sümpoosioni materjalid. Tartu, 1969, lk. 73—74.
8. Вахер Ю., Кэеп Т. Сукцинатоксидазная система и ее ингибирование щавелевоуксусной кислотой в ядрах эритроцитов кур. — В кн.: Тезисы симпозиума «Регуляция ферментных систем». Таллин, 1972, с. 31—32.

TAIMEFÜSIOLOOGIA JA -BIOKEEMIA

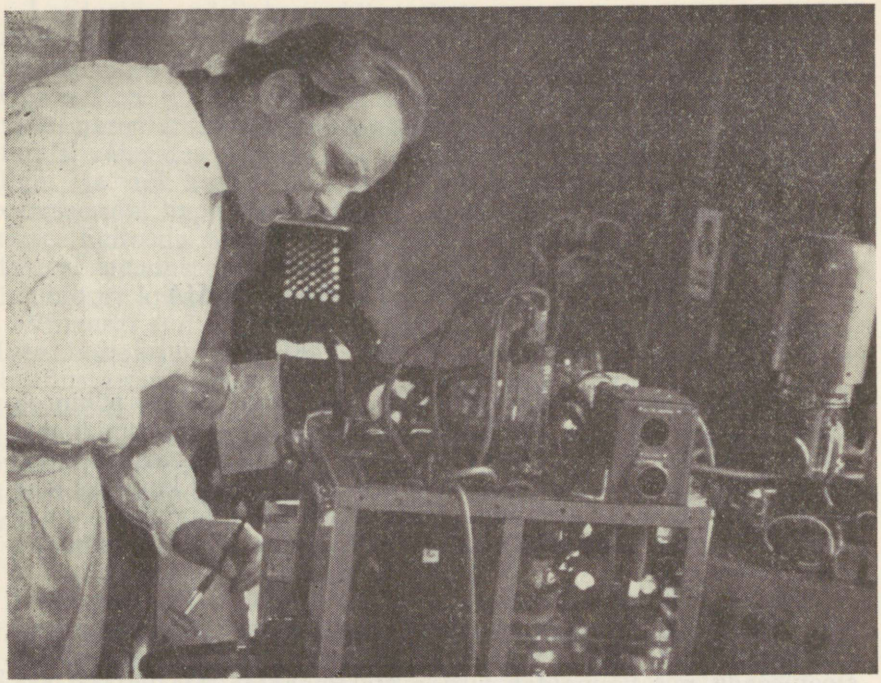
U. MARGNA, O. KEERBERG

Uurimistöö selles teadusharus oli koondunud kahe põhiprobleemi — fotosünteesi ja polüfenoolsete ühendite metabolismi ümber.

Fotosünteesi alal oli peaülesandeks süsiniku fotosünteetilise metabolismi kemismi ja regulatsiooni selgitamine, et kindlaks teha, kuidas ja milliseid teid kaudu realiseerub välistingimuste toime fotosünteesiprotsessist osavõtvate reaktsioonide süsteemi dünaamilisele seisundile.

Kasutati põhiliselt märgitud aatomite meetodit. Koostöös Eesti NSV Teaduste Akadeemia Spetsiaalse Konstrueerimisbürooga konstrueeriti ja valmistati originaalne mitmekanaliline eksposit-siooniseade, mis võimaldab uurida statsionaarse fotosünteesi produkte väliskeskkonna mis tahes gaasilise koostise korral (T. Pärnik). Radioaktiivse süsiniku meetodil saadud tulemuste interpreteerimiseks töötati välja kriteeriumid, mis võimaldavad üksikute ühendite märgistamise kineetika põhjal hinnata fotosünteesi vaheproduktide moodustumise järjestust, nende vahetusfondide suurust ja protsessist osavõtvate sünteesiteede osatähtsust (O. Keerberg). Kineetiliste andmete kvantitatiivset analüüsi kasutati kõrgemate taimede fotosünteesi uurimisel esmakordselt. Süsiniku redutseerimise tee vaadeldud kõrgemates taimedes (aeduba, tubakas) on põhijoontes samasugune kui vetikatel, mille uurimisel saadud tulemused on aluseks nüüdisaegsetele ettekujutustele fotosünteesi kemismist. Kõrgemate taimede olulisemaks iseärasuseks on süsiniku muundumise glükolaatse tee suhteliselt suurem osatähtsus — kuni üks kolmandik kogu assimileeritud süsinikust (E. Värk) [1].

Fotosünteesi valguskõverate uurimisel selgus, et CO_2 assimilatsiooni kiiruse sõltuvus valguse intensiivsusest ei ole korrektselt kirjeldatav hüperbooliga, mida sageli kasutatakse eksperimentaalsete tulemuste lähendamiseks. Lehe fotosünteesi matemaatilisest mudelist tuletati valem selle sõltuvuse täpsemaks kirjeldamiseks. Leidis kinnitust varem täheldatud fakt, et varjulembeste taimede fotosünteesi valguskõvera platoo on sinises valguses märksa kõr-



Originaalne mitmekanaliline ekspositsiooniseade võimaldab kõrgemate taimede fotosünteesi uurimisel rakendada nüüdisaegseid kvantitatiivseid meetodeid.

gem kui punases (H. Keerberg). Selline nähtus on tingitud sinise valguse stimuleerivast toimest CO_2 difusioonile väliskeskkonnast karboksüleerimistsentritesse [2].

Valguse intensiivsus ja spektraalne koostis avaldavad märgatavat mõju ka fotosünteesi produktide moodustumise kiirusele ja nende vahetusfondide suurusele [3]. Saadud andmed on uueks tõendiks selle kohta, et valgus ei ole fotosünteesil vajalik mitte ainult energiaallikana, vaid ta täidab ka regulatoorset funktsiooni, mis osaliselt realiseerub tema spetsiifilise toime kaudu mõnede protsessist osavõtvate fermentide aktiivsusele.

Hapniku regulatoorse toime uurimisel (J. Viil) tehti kindlaks, et üldtuntud Warburgi efekt on kompleksne nähtus, mis ei ole põhjustatud mitte üksnes hapniku stimuleerivast toimest fotohingamisele, vaid ka tema mõjust fotosünteetilise elektronide ülekande ahela reaktsioonidele ja mõnede fotosünteesitsüklist osavõtvate fermentide aktiivsusele [4]. Erilist huvi pakub avastus, et hapnik võib teatavatel tingimustel avaldada fotosünteesile koguni stimuleerivat toimet (ümberpööratud Warburgi efekt). See näitab, et

fotosünteesi regulatsioonis osalevad hapnikule erinevalt reageerivad süsteemid [5].

Fotohingamise uurimiseks töötati välja originaalne meetod, mis erinevalt senistest võimaldab hinnata selle protsessi intensiivsust statsionaarse fotosünteesi tingimustes. Selle meetodi abil õnnestus näidata, et fotosünteesi produktiivsuse seisukohalt kahjuliku fotohingamise intensiivsus väheneb oluliselt süsihappegaasi kontsentratsiooni tõstmisel ja hapniku kontsentratsiooni vähendamisel keskkonnas [6].

Fotosünteesi regulatsiooni uurimisel saadud andmed võimaldavad väita, et mitmesuguste välisfaktorite toime süsiniku metabolismile realiseerub suhteliselt piiratud arvu seesmiste faktorite kaudu. Viimased avaldavad vahetut mõju süsiniku redutseerimise tsükli vaheproduktide kontsentratsioonile ja nendest vaheproduktidest lähtuvate sünteesiteede osatähtsusele. Vastavalt sellele muutub nii CO_2 assimilatsiooni kiirus kui ka fotosünteesi produktide vahekord taimes.

Teoreetiliste uuringute kõrval väärivad märkimist praktilise kallakuga tööd mõnede põllu- ja kasvuhoonekultuuride fotosünteetilise produktiivsuse ja saagikuse uurimisel:

— piisava niiskuse ja kõrge väetisfooni korral on ristiku bioloogilist saagikust võimalik tõsta kuni 150, majanduslikku saagikust aga kuni 100 tsentnerini hektarilt kahe niitmise kohta aastas (V. Dušetškin);

— töötati välja ja soovitati kasutusele võtta tõhus meetod kurgi saagikuse tõstmiseks (20—25%), mis seisneb kasvuhoonete õhu rikastamises süsihappegaasiga (A. Pae).

Polüfenoolide ainevahetuse uurimisel oli peatähelepanu suunatud flavonoidide kui kõrgematele taimedele tüüpiliste ühendite biosünteesi kvantitatiivsetele aspektidele ning nende ühendite bioloogiliste funktsioonide väljaselgitamisele taime elutegevuses. Uurimisobjektiks oli kogu flavonoidne kompleks tervikuna, kusjuures uudne oli pearõhu asetamine flavonoidide biogeneetilistele seostele taime põhiainevahetuse protsessidega.

Ulatuslike uuringute käigus tehti lõplikult kindlaks flavonoidse kompleksi koostis peamises uurimisobjektis — tatraidandeis: esmakordselt õnnestus identifitseerida selle kompleksi neli põhikomponenti, näidates, et nendeks on C-glükosiidse struktuuriga flavoonderivaadid orientiin, homo-orientiin, viteksiin ja saponaretiin [7]. Nende ühendite tähtsamate spektraalsete ja kromatograafiliste parameetrite alusel töötati välja originaalne meetod flavoon-C-glükosiidide ja rutiini üheaegseks kvantitatiivseks määramiseks taimmaterjalis.

Tuginedes nendele saavutustele uuriti põhjalikult valguse kui taime elutegevust drastiliselt mõjutava välisfaktori toimet erisuguse struktuuriga flavonoidide moodustumisele (L. Hallop-Laanest). Kasutades kineetilist uurimismeetodit ning varieerides

valgustuse kestust ja intensiivsust, õnnestus selgitada, et laialt levinud seisukoht printsipiaalsete kvalitatiivsete erinevuste olemasolust antotsüaanide ja ülejäänud flavonoidide biosünteesi valgusliku sõltuvuse vahel ei vasta tegelikkusele. Valguse stimuleeriv efekt haarab kogu flavonoidide kompleksi tervikuna, varieerudes vaid oma ulatuselt: on suhteliselt kõige suurem antotsüaanide, kõige väiksem glükoflavoonide ja leukoantotsüanidiinide moodustumise puhul [8]. Efekti absoluutväärtuste võrdlemisel on pilt vastupidine. Need faktid näitasid, et valguse toime ei saa olla seotud flavonoidide biosünteesiahela hilisemate spetsiifiliste reaktsioonidega, vaid peab olema lokaliseerunud metabolismi mingis üldisema tähtsusega lülis, realiseerudes kõikidele flavonoididele ühise eellase rakusiseste fondide suurenemise kaudu.

Eksperimendid eri kvaliteeti valgusega (A. Tohver) võimaldasid täpsustada üldpilti flavonoidide biosünteesi valguslikust sõltuvusest ja näidata, et see on diferentseeritud iseloomuga, avaldub erinevalt madalatel ja kõrgetel intensiivsustel ning oleneb teataval määral ka taimeorganite metabolismi iseärasustest. Valguse toime primaarseteks aktseptoriteks taimerakus peavad olema vähemalt kaks fotoretseptoorset süsteemi, millest ühes on pealüliks eriline valgustundlik pigment — fütokroom [9].

Hiljem selgitati mitmesuguste teiste faktorite (temperatuur, eksogeenselt sisseviidavad metaboliidid, valgusünteesi inhibiitorid jne.) mõju, eriti nende faktorite mõju foonil ilmsiks tulevaid nihkeid flavonoidide biosünteesi ja põhiainevahetuse vahelistes seostes (M. Otter, E. Margna, T. Vainjärv). Ulatuslik faktiline materjal võimaldas tõestada, et flavonoidide biosünteesiga seotud reaktsioonide kompleks on otseselt sõltuv valkude biosünteesi ja katabolismi intensiivsusest ning nende protsessidega erilistes balansseeritud vahekordades, mis taimes väljakujunenud ainevahetusreaktsioonide tasakaalu nihete korral väljenduvad konkurentsitaoliste suhetena. Selliste vahekordade kujunemise aluseks on mõlemale protsessile ühise eellase — fenüülalaniini rakusiseste fondide limiteeritus [10]. Fenüülalaniin-ammoonium-lüaasi kui võtmefermendi aktiivsuse võimalikel muutustel on siin vaid sekundaarne tähtsus (L. Hallop-Laanest [11]). Uurimistulemuste põhjal püstitati originaalne hüpotees (U. Margna) — flavonoidide moodustumisele viivad protsessid on lõppetapiks valkude koostisse kuuluvate aromaatsete aminohapete metabolismis [12].

Aastatel 1965—1972 läbiviidud uuringud nii fotosünteesi kui ka flavonoidide metabolismi alal on laiendanud seniseid ettekujutusi mõlemast protsessist kui integreeritud, omavahel tihedalt läbipõimunud ning vastastikuses seoses olevatest reaktsioonidest koosnevatest süsteemidest. See on loonud soodsad eeldused ülesminekuks neis kompleksprotsessides toimivate sisemiste regulatsiooniprintsiipide väljaselgitamisele.

1. Кээрберг О., Вярк Э., Кээрберг Х., Пярник Т. Исследование кинетики включения ^{14}C в продукты фотосинтеза у листьев фасоли. — Докл. АН СССР, 1970, т. 195, № 1, с. 238—241.
2. Keerberg, H., Keerberg, O., Pärnik, T., Viil, J., Värk, E. CO_2 assimilation by Phaseolus and Aspidistra leaves under varying density of blue and red radiant flux. — Photosynthetica, 1971, Vol. 5, No. 2, pp. 99—106.
3. Кээрберг Х., Вярк Э., Кээрберг О., Пярник Т. Действие спектрального состава света на включение ^{14}C в амино- и органические кислоты при ассимиляции $^{14}CO_2$ листьями фасоли. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1971, № 4, с. 350—353.
4. Voskresenskaya, N. P., Viil, Y. A., Grishina, G. S., Pärnik, T. R. Effect of oxygen concentration and light intensity on the distribution of labelled carbon in photosynthesis products in bean plants. — Photosynthetica, 1970, Vol. 4, No. 1, pp. 1—8.
5. Вийль Ю., Лайск А., Оя В., Пярник Т. Стимулирующее действие кислорода на фотосинтез. — Докл. АН СССР, 1972, т. 204, № 5, с. 1269—1271.
6. Pärnik, T., Keerberg, O., Viil, J. $^{14}CO_2$ evolution from bean leaves at the expense of fast labelled intermediates of photosynthesis. — Photosynthetica, 1972, Vol. 6, No. 1, pp. 66—74.
7. Margna, U., Hallop, L., Margna, E., Tohver, M. Chromatographic and spectrophotometric evidence for the occurrence of luteolin and apigenin C-glycosides in the cotyledons of buckwheat seedlings. — Biochim. Biophys. Acta, 1967, Vol. 136, No. 2, pp. 396—399.
8. Халлоп Л., Маргна У. О светозависимости образования антоцианов и рутина в семядольных листочках проростков гречихи. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1970, № 1, с. 17—24.
9. Тохвер А. К., Воскресенская Н. П. Световые кривые накопления антоцианов в проростках гречихи при разном качестве света. — Физиол. растений, 1971, т. 18, № 5, с. 904—910.
10. Маргна У. О взаимоотношениях образования флавоноидных соединений с углеводным обменом у растений. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1970, № 2, с. 143—166.
11. Лаанест Л. Э., Маргна У. В. Роль фенилаланин-аммиак-лиазы (КФ 4.3.1.5) в накоплении флавоноидов в проростках гречихи. — Физиол. растений, 1972, т. 19, № 6, с. 1157—1164.
12. Маргна У. О биологическом значении образования флавоноидов в растениях. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1971, № 3, с. 242—249.

GENEETIKA

O. PRIILINN

Eksperimentaalbioloogia Instituudis läbiviidav geneetikaalane uurimistöö on suunatud kiirguste ja keemiliste mutageenide geneetilise ja füsioloogilise toime seaduspärasuste tundmaõppimisele ja päriliku muutlikkuse suunamise võimaluste selgitamisele.

Mutatsioon kui väga keeruline protsess ei ole geeni kiire vahetu reaktsioon mutageensele faktorile, vaid kulgeb üle paljude reaktsioonide ja repareerivate protsesside, millest võtab osa raku ainevahetus. Väga tähtis on nende tingimuste selgitamine, mis määravad mutatsiooniprotsessi käigu.

Varasemate uuringutega on tehtud kindlaks kiirguskahjustuste astme ja pärilike muutuste esinemissageduse sõltuvus kiiritatud taimede kasvutingimustest (T. Orav). Käsitletaval ajavahemikul uuriti mõnede konkreetsete faktorite — lämmastikufooni, külviaja, niiskusrežiimi ja mikroelementide sisalduse mõju kiiritusjärgsetele protsessidele.

Tunduvad erinevused fikseeriti taimede kahjustuse astmes ja pärilikes muutustes kiiritatud odraseemnete külvamisel eri aegadel (varane ja hiline külv) ja kasvatamisel erinevates lämmastiktoitumise tingimustes ning erisugustel niiskusrežiimidel (T. Orav, I. Orav). Halvemad kasvutingimused soodustasid kahjustatud taimede hävimist ning teravdasid konkurentsi rakkude tasemel. Erinevate pärilike muutustega taimed käitusid kasvutingimuste muutumisel omamoodi: klorofüllidefektidega taimedel suurenes hukkumine, kasulike või neutraalsete muutuste algmeid kandvatel rakkudel oli aga eeliseid ka rakkudevahelises konkurentsis [1, 2].

Mikroelementide mõju uuriti kahel meetodil: niisutati kiiritatud seemneid mikroelementide soolade lahustega või rikastati kiiritamisele eelnenud põlvkonnas taimi kasvu ajal mikroelementidega juureväliselt väetades (J. Kalam). Neis katsetes ilmnes selgelt mikroelementide toime spetsiifilisus. Vasega rikastatud odraseemnete rakkudes täheldati kromosoomikahjustusi fragmenteerumise näol juba ilma kiiritamata, kiiritamisel doosi kasvades aga süvenes kahjustus kiiresti ja paljudes rakkudes lagunesid kromosoomid

peenteks tükkideks. Seda laadi kahjustust ei täheldatud ühegi teise elemendi kasutamisel, kuigi ka koobalt ja kaadmium süvendasid kahjustust; seemnete rikastamine magneesiumi ja baariumiga aga avaldas kaitsvat toimet. Pärilikud muutused olid kiiritatud põlvkonnale järgnenud põlvkondades alati mitmekesisemad siis, kui kiiritatud seemneid leotati mikroelementide lahustes; muutuste spekter oli kõige vaesem sel juhul, kui seemneid leotati vees [3, 2, 4].

Põhjalikult on jälgitud kiirguste ja keemiliste mutageenide (etüleenimiin) koosmõju (T. Orav, I. Orav, G. Šangin-Berezovski). Kromosoomikahjustused ja pärilike muutuste sagedus sõltuvad suuresti nii kiirguse kui ka keemilise mutageeni doosist ning teatavate kombinatsioonide korral võivad viia mitte pärilike muutuste sageduse tõusule, vaid vastupidi, selle langusele. See seletub kahjustatud rakkude suurema elimineerimisega. Etüleenimiini modifitseeriva toime iseloom sõltub sellest, kas tema lahusega toimiti pärast kiiritamist või kiiritamise ajal [2].

Tehti kindlaks ja uuriti detailselt bioloogiliselt aktiivsete ainete mõju pärilike muutuste realiseerumisele (nn. ilmutiefekt). Näidati, et muutunud geeni ilmsikstulekut võib esile kutsuda kiiritusjärgsete põlvkondade seemnete töötlemine keemiliste mutageenide, nagu etüleenimiini ja hüdrasiinkloriidi nõrkade (stimuleerivates kontsentratsioonides) lahustega [2, 5]. Hiljem leiti, et analoogiline toime on ka kasvustimulaatoritel, näiteks põlevkivist sünteesitud kasvuainel [6]. Saadi esimesi andmeid ka ilmutiefekti praktilise kasutamise perspektiivide kohta [7].

Et kõigis eelkirjeldatud katsetes olid põhiliseks uurimisobjektiks odrataimede klorofüllimuutused, töötas J. Kalam välja nende muutuste originaalse, arvulistel karakteristikutel põhineva süsteemi [8, 5].

Põhjalikult uuriti taimede kiirgustundlikkuse sõltuvust rakutuuma ja kromosoomide suurusest ning viimaste arvust (H. Kaljuste). See töö tehti nisu polüploidse rea erineva ploidsusega liinidel: diploididel, tetraploididel ja heksaploididel. Otsene kiirgustundlikkuse sõltuvus kromosoomide suurusest ilmnes ainult lihtsal diploidsel kromosoomigarnituuril, kuna tetraploidide ja heksaploidide mitmest lähtegenoomist põlvnevatel keerulistel garnituuridel seda ei täheldatud. Tehti kindlaks ka tuuma- ja kromosoomimahtude muutumise seaduspärasused üleminekul ühelt ploidsuse tasemelt teisele [2, 4].

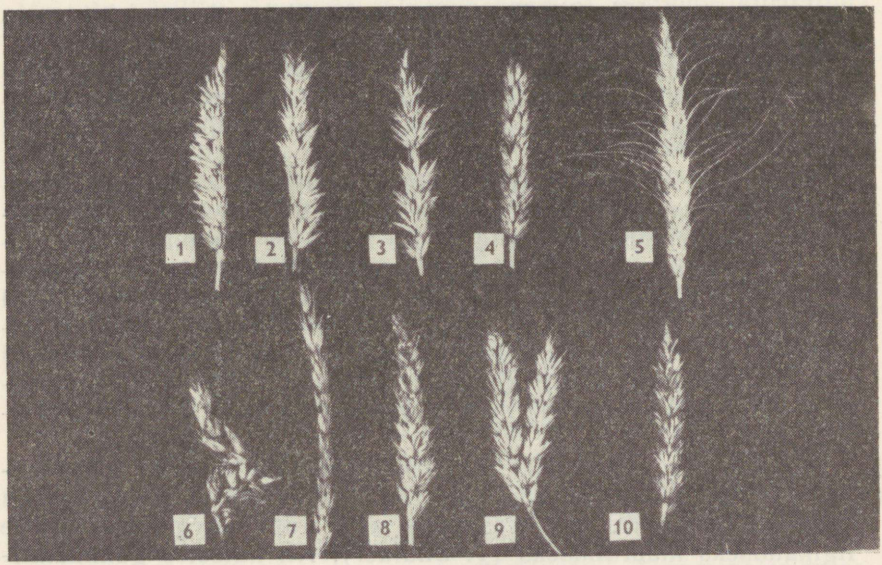
Analoogilised tööd rapsi kiirgustundlikkuse ja raku parameetrite vahelise seose uurimisel näitasid, et interfaasse rakutuuma ja kromosoomi mahtu võib kasutada selle liigi kiirgustundlikkuse ligikaudseks määramiseks (T. Šnaider). Nii katsetes gammakiirgusega kui ka keemiliste mutageenidega täheldati rapsi erakordselt suurt vastupidavust nendele ekstreemsetele mõjutustele [4].

Populatsioonide evolutsiooni ja selektsiooni teooria seisukohalt

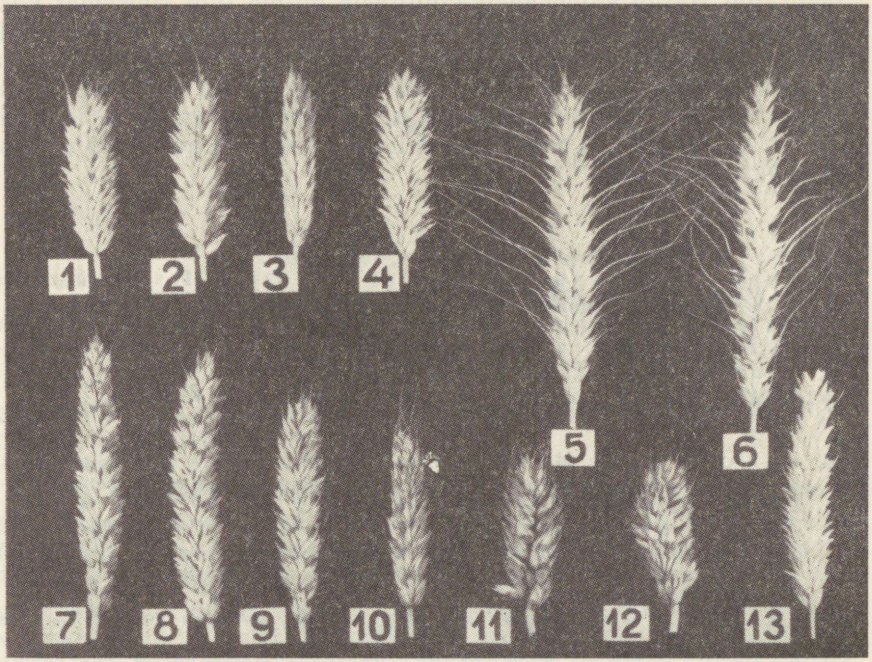
huvipakkuvaid tulemusi saadi looduslikul ja indutseeritud (gammakiirgus) muutlikkusel baseeruva ning kvantitatiivsete tunnuste järgi tehtud valiku efektiivsuse uurimisel, kasutades mudelobjektina *Drosophila melanogaster*'it (V. Kask). 35 põlvkonda kestnud eksperimendi analüüs näitas, et kvantitatiivse tunnuse avaldumise määrab genotüüp ja keskkonnatingimused, valiku efektiivsuse aga genotüüp. Valik tunnuse vähenemisele on efektiivsem kui suurenemisele. Ilmnes ühtlasi valiku sõltuvus soost [5, 9].

Koostöös NSV Liidu Teaduste Akadeemia Keemilise Füüsika Instituudi keemilise geneetika laboratooriumiga saadi uusi andmeid kõrge geneetilise aktiivsusega mutageenide, nn. supermutageenide N-nitroso-N-etüülkarbamiidi ja N-nitroso-N-metüülkarbamiidi geneetilise ja füsioloogilise toime kohta taimedel (O. Priilinn jt.). Tehti kindlaks dominantsete mutatsioonide ilmnemine suvinisul keemiliste mutageenidega töötlemise aastal, s. o. esimeses põlvkonnas, mida teiste mutageenide toimel tavaliselt ei esine. Teises põlvkonnas täheldati homosügootseid retsessiivseid mutatsioone, mis kolmandas põlvkonnas ei lahknenud [1, 10, 5]. On arvamus, et viimased tekivad punktmutatsioonide ja indutseeritud somaatilise siirdristumise (*crossing-over*) tulemusena ühes ja samas kromosoomis.

Uurides etüleenimiini tsütogeneetilise ja mutageense toime sõltuvust nisuseemnete füsioloogilisest seisundist töötlemisel keemi-



Joon. 1. Supermutageenide toimel tekkinud muutused suvenisul 'Norröna' seemnete töötlemise aastal.



Joon. 2. Bioloogiliste ja majanduslike omaduste poolest silmapaistvad mutantsed suvinisu liinid (*13* — lähtesort 'Norröna').

lise mutageeniga jõuti järeldusele, et suuremat tsütotoksilist toimet avaldas etüleenimiin õhukuivadele seemnetele ning kõrgeimat kromosoomaberratsioonide sagedust täheldati nii õhukuivade seemnete kui ka 12 ja 16 tundi vees leotatud seemnete töötlemisel (leotati 0—32 tundi) [11].

Katsetes söögihernega (J. Schifrin) leiti, et N-nitroso-N-etüülkarbamiidi kasutamisel on mutatsioonide hulk maksimaalne ja muutuste spekter kõige laiem nõrgalt pärssivate dooside puhul [4].

Keemilise mutageneesi uurimise tulemusena on eraldatud rohkearvuliselt majanduslikult kasulike tunnustega mutantseid suvi- ja talinisu liine (O. Priilinn, A. Väljaots), mõned kõrgema valgusisaldusega söögiherne liinid (J. Schifrin) ja talvekindlad maitsvate ning varavalmivate viljadega magusa kirsipuu seemikud (K. Kask), mis pakuvad huvi sordiaretuses. Paljudel suvinisu liinidel ületas mitmel aastal terade kaal pea kohta lähtesordi vastava näitaja, kusjuures produktiivseid liine iseloomustab ka tugev kõrs [4]. Jõgeva sordiaretusjaamas provokatsioonifoonil korraldatud katsed, samuti uuringud tavalistes põllutingimustes

instituudi Harku katsebaasis kinnitasid mitme liini suuremat vastupidavust pruun- ja kõrreroostele [12]. Paljudel mutantsetel liinidel suurenes tera valgusisaldus ja paranes mõnevõrra tema aminohappeline koostis [13]. Saadud tulemused lubavad järeldada, et keemiliste mutageenidega on võimalik indutseerida taimedel kompleksseid pärilikke muutusi, mis pakuvad teoreetilist ja praktilist huvi.

1. На пути к обновлению земли. Таллин, 1968, 320 с.
2. Орав Т., Шангин-Березовский Г., Орав И. Радиационный мутагенез и модифицирующие его условия. Таллин, 1972, 215 с.
3. Kalam, J. Kahevalentsete metallide soolade lahustega odraseemnete kiirtusjärgse töötlemise mõjust kiirguskahjustuse kujunemisele γ_1-põlvkonnas. — ENSV TA Toimet. Biol., 1970, nr. 1, lk. 25—33.
4. Индуцированный мутагенез у растений. Таллин, 1972, 344 с.
5. Eesti geneetikute ja selektsionääride I konverentsi materjalid. Tallinn, 1972, 72 lk.
6. Орав Т., Орав И. Об изменении пенетрантности индуцированных хлорофильных мутаций при помощи биологически активных веществ. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1971, № 2, с. 159—167.
7. Шангин-Березовский Г., Прийлинн О., Орав Т. Влияние предпосевной обработки семян M_2 гидразинхлоридом на выход мутаций, возникающих после действия других химических соединений. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1972, № 2, с. 161—165.
8. Калам Ю. О классификации хлорофильных мутаций ячменя. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1970, № 2, с. 172—177.
9. Каск В. Отбор на длину крыла *Drosophila melanogaster* при разных температурных условиях развития на фоне естественной и γ-облучением индуцированной изменчивости. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1971, № 1, с. 53—61.
10. Прийлинн О. Наследование изменений, выявленных в M_1 и M_2 у яровой пшеницы после воздействия N-нитрозоалкилмочевин. — В кн.: Теория химического мутагенеза. М., 1971, с. 136—139.
11. Шнайдер Т., Прийлинн О. Зависимость цитогенетического действия этиленимина от температуры и влажности семян пшеницы. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1972, № 1, с. 33—39.
12. Прийлинн О., Каск К. Устойчивость к ржавчине мутантных линий яровой пшеницы, индуцированных химическими мутагенами. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1971, № 3, с. 250—254.
13. Прийлинн О., Педак Э. Аминокислотный состав мутантов яровой пшеницы, индуцированных химическими мутагенами. — В кн.: Химический мутагенез и создание селекционного материала. М., 1972, с. 214—219.

MULLAMIKROBIOLOOGIA-ALASED UURIMISED

P. RAHNO

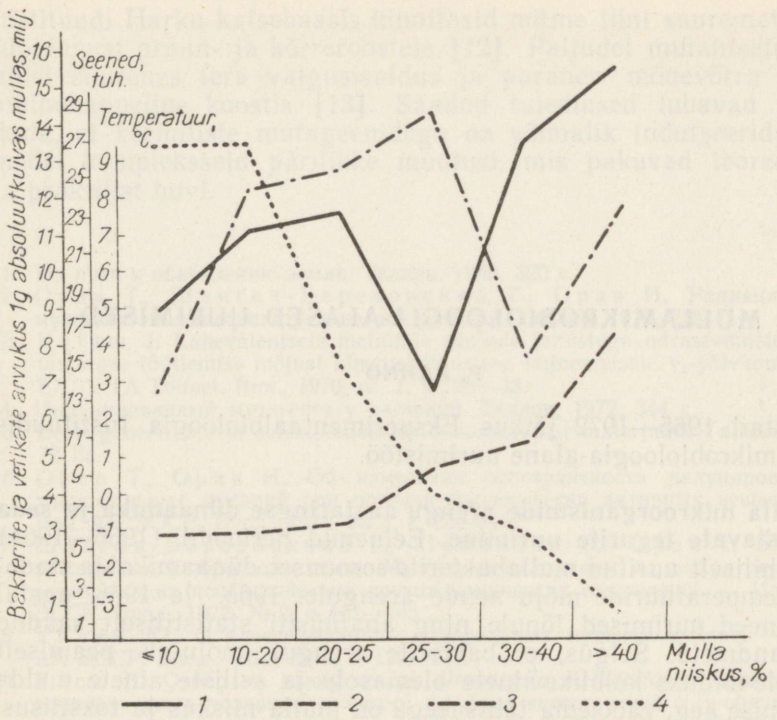
Aastail 1965—1972 jätkus Eksperimentaalbioloogia Instituudis mullamikrobioloogia-alane uurimistöö.

Mulla mikroorganismide arengu aastaringse dünaamika ja seda põhjustavate tegurite uurimine. Eelnenud perioodil (1956—1964) oli põhiliselt uuritud mullabakterite sesoonset dünaamikat ja madalate temperatuuride mõju nende arengule. 1965. ja 1966. aastal viidi need uurimised lõpule ning analüüsiti statistiliselt saadud katseandmeid. Selgus, et bakterite arengut mõjutab peamiselt nendele toiduks kõlblike ainete olemasolu ja selliste ainete mulda sattumise aeg, väiksema tähtsusega on mulla niiskus ja toksilisus.

1965.—1972. aastani uuriti teiste mulla mikroorganismide — aktinomütseetide, seente ja vetikate aastaringset dünaamikat. Leiti, et see kulgeb üldiselt samuti kui mullabakteritel. Ühed mikroorganismide grupid võivad aga oluliselt mõjutada teiste gruppide arengukäiku (näiteks mullaseened bakterite arengut) ning põhjustada neil kõrvalekaldumisi reeglipärasest arengust (joonis).

Erinevalt bakteritest ja seentest kulgeb mullavetikate areng ühtlaselt, alludes tavalistest mõjuteguritest peamiselt ainult niiskuse mõjule. Mulla temperatuuri kõikumised (−12 kuni +17 °C) ei avaldanud ühegi uuritud mikroorganismide grupi arvukusele märkimisväärset mõju, küll aga aeglustasid madalad (alla 0°) temperatuurid mikroorganismide elutegevust. Kuna mulla niiskus ja temperatuur on kõigis uuritavates muldades olnud kogu uurimisperioodi kestel vastupidistes suhetes, siis võib isegi täheldada mikroorganismide arvukuse suurenemist madalatel temperatuuridel. Pealegi satuvad mikroorganismide toitumiseks vajalikud orgaanilised ained mulda peamiselt sügisel, mistõttu peaaegu kõigi mulla mikroorganismide arvukus on Eesti NSV kliimatingimustes maksimaalne talvekuudel.

Kõigi uuritud lämmastikuühendite (üld-, liikuva, ammooniumja nitraatlämmastiku) sisalduses mullas ilmnevad samasugused



Bakterite, seente ja vetikate arvukuse dünaamika ja selle seos mulla niiskusega (1954.—1971. a. keskmised andmed).

1 — **bakterid, 1369 analüüsi; *2* — vetikad, 1552 analüüsi; *3* — seened, 1366 analüüsi; *4* — mulla temperatuur, °C.**

kõikumised kui mikroorganismide arvukuses ning seda mõjutavad samad tegurid.

Lisaks varem kindlakstehtud põhilistele mõjuteguritele leiti, et mõne mikroorganismide grupi arengut võib tugevasti mõjustada ka Päikese aktiivsus. Selle suurenemisel ühtede mikroorganismide (näiteks vetikate) arvukus suureneb, teiste (mullaseente) arvukus, samuti lämmastikuühendite sisaldus mullas aga väheneb.

Päikese aktiivsuse mõju mulla mikroorganismidele ja lämmastikusisaldusele täheldati nende uurimiste käigus esmakordselt, mida eriti soodustas Päikese aktiivsuse suhteliselt kiire suurenemine 1964.—1965. aasta sügavast miinimumseisust kõrge ja kestva maksimumini aastail 1967—1972 [1]. Uurimistulemused vajavad kinnitust järgmisel Päikese aktiivsuse languse perioodil, mida on oodata 1973.—1975. aastal.

Viimati mainitud uurimistulemused on olulise tähtsusega nii mullamikrobioloogia teoreetiliste aluste väljakujundamisel kui ka põllumajanduse praktikas, eriti mullaharimise ja väetamise võtete

kindlaksmääramisel, ühtlasi olid nad aluseks järgmise uurimistöö lõigu kavandamisel ja läbiviimisel.

Mullaharimise ja väetamise mõju mikrobioloogiliste protsesside aastaringsele dünaamikale. Mullaharimise eri võtete ja tähtaegade mõju uurimisel aastail 1965—1969 selgus, et taimedeta mulla korduv kobestamine mõjutab soodsalt eelkõige *Azotobacter*'i ja aeroobsete tselluloosilagundajate bakterite arengut, mulla kunstlik tihendamine mõjub aga nende arengule ebasoodsalt. Mulla tihendamise negatiivne mõju ilmnes võrdlemisi selgelt ka nitrifitseerijate ja denitrifitseerijate bakterite arengus.

Leiti, et odratüü sügisene harimine soodustab mikrobioloogiliste protsesside kulgu mullas, kusjuures mikroorganismide arvukus püsis kõrgseisus kogu talveperioodi vältel. Kui aga tüü jäeti sügisel harimata, kulgesid mikrobioloogilised protsessid mullas sügistalvisel perioodil tunduvalt nõrgemini.

Aastail 1968—1972 uuriti biomeetrite mulda viidud põhu lagunemisprotsesside dünaamikat. Põhu varasügisesel muldaviimisel hoogustub selle lagunemine juba sügisel niivõrd, et mikroorganismide arvukus püsib kõrgseisus kevadeni. See võte mõjutas kõige enam ammonifitseerijate ja aeroobsete tselluloosilagundajate bakterite ning mõnevõrra vähem teiste mikroorganismide arengut mullas. Põhule vedelsõnniku ja mineraalse lämmastikväetise lisamine hoogustas märgatavalt põhu lagunemisprotsesse, eelkõige aeroobsete tselluloosilagundajate bakterite arengut. Mikrobioloogiliste protsesside iseloom ja intensiivsus mullas sõltusid oluliselt põhu muldaviimise ajast. Meie katsetes anti põhk koos mineraalväetistega mulda kuuel eri ajal maist kuni novembrini; põhu lagunemine kulges igal juhul erinevalt. Varajaste tähtaegade (maist septembrini) puhul toimusid lagunemise esimesed aktiivsed faasid veel katseaasta vältel, kuna hiliste (oktoober, november) korral nihkusid need põhiliselt kevadsuvisele perioodile, langedes ebasoodsalt kokku kõrgemate taimede esimeste arengufaasidega [2].

Mügarbakterite ja liblikõieliste taimede vahelise sümbioosi uurimine. 1963.—1967. aastal eraldati mügarbakterid kõigilt Eesti NSV-s kultuurides ja looduslikult kasvavatelt liblikõieliste liikidelt, välja arvatud haruldased või paiguti kasvavad (põhiliselt introdutseeritud) liigid, ning määrati kindlaks eraldatud mügarbakterite morfoloogilised, füsioloogilised ja biokeemilised omadused. Uurimistulemuste analüüsimisel jõuti järeldusele, et kasutuselolevad mügarbakterite sugukonna *Rhizobium* jaotused liikideks nende kohanemise järgi peremeestaimedega ei ole küllaldaselt põhjendatud. Sellega on seletatav mügarbakterite nn. liikide suhteliselt kerge muutumine teisteks liikideks ja uute liikide spontaanne ilmumine muldades, kus neid varem ei leidunud.

Iseseisvate, kindlate liikidena võib diferentseerida vaid kiiresti või aeglaselt vastavatel söötmetel kasvavaid mügarbakteriliike, mille vahel võib täheldada morfoloogilisi, füsioloogilisi ja biokeemilisi erinevusi. Liikide määramine bakterite võime alusel moodustada mügaraid teatavatel liblikõielistel taimedel võib olla aluseks vaid alaliikide või adaptatsiooniliste vormide eraldamisel [3].

Ühes töölõigus uuriti röntgenikiirguse toimet mügarbakterite biokeemilisele varieerumisele, kasutades näitajana nende aminohappelist defitsiitsust. Ka siin ilmnes erinevus kiiresti ja aeglaselt kasvavate bakteriliikide vahel: kiiresti kasvavad mügarbakterid osutusid prototroofsemateks ning ühtlasi resistentsemateks röntgenikiirguse suhtes. Tehti kindlaks röntgenikiirtega indutseeritud mutageneesi ulatus ja iseloom ning vastava varieeruvuse kvantitatiivsed ja kvalitatiivsed küljed, isoleeriti tüüpilisemad aminohappe-auksotroofsed bakterivormid ja anti (E. Lokk) nende praktilise tähtsusega tunnuste (efektiivsus, virulentsus) bioloogiline iseloomustus.

Uuriti *Rhizobium*'i tüvede osatähtsust liblikõieliste taimede saagikuse tõstmisel ning uute efektiivsete tüvede mõju saagikusele. Infitseerimine kutsub taimedes esile mitte ainult kvantitatiivseid, vaid ka kvalitatiivseid muutusi: taimed rikastuvad lämmastiku ja kuivainega. Ka lämmastiku küllaldase olemasolu korral ilmneb asteriilse katsematerjali täiendaval infitseerimisel positiivne efekt, mis näitab, et mügarbakterid suurendavad taimedele kättesaadava lämmastiku hulka ning tõstavad ühtlasi ka selle omastatavust. Mügarbakterite mõjuga on seletatavad ka taimede metabolismi kvalitatiivsed muutused.

Tähelepanu väärib mittespetsiifiliste mügarbakteritüvede negatiivne mõju taimede toormassi moodustamisele ja üldlämmastikusisaldusele (E. Pärsim).

Põlevkivi generaatoriõli preparaadi nerosiini mõju mulla mikroorganismide arengule. Nerosiini on viimastel aastatel edukalt kasutatud NSV Liidu lõunapoolsetes piirkondades, eriti Kesk-Aasias, tuuleerosiooni pidurdamiseks. Varem selle preparaadi mõju mulla mikroorganismide arengule ei ole uuritud.

Katseandmed näitavad, et nerosiini tavalised annused (1 tonn 1 ha kohta) ei mõjuta olulisel määral ja kestvalt põhiliste mulla mikroorganismide arengut. Esialgsele lühiajalisele pidurdusperioodile järgneb 1—2 kuu möödumisel normaalse kasvu periood, kuna mõne mikroorganismi (näiteks *Azotobacter*'i) arengut võib nerosiini muldaviimine isegi soodustada. Sealjuures mõjub aga nerosiin pidurdavalt mõne seeneliigi, näiteks lumiseene tekitaja *Fusarium nivale* arengule, mistõttu sellel preparaadil võib olla praktiline tähtsus ka meie vabariigis lumiseene eriti intensiivse arengu aastatel ja piirkondades (V. Troll).

Kõigi uurimiste läbiviimisel on rakendatud originaalseid metoodilisi võtteid ja vahendeid: mikroorganismide sisalduse korduvaks määramiseks ühes ja samas mullas biomeetreid; ammonifitseerijate bakterite ja mügarbakterite kasvatamiseks uusi elektiivseid söötmeid X_3 ja MBP ning mullabakterite adsorptsiooniastme määramiseks originaalset settimismeetodit. Enamik nendest vahenditest ja võtetest on tunnustust leidnud ja kasutusele võetud ka teistes Nõukogude Liidu uurimisasutustes.

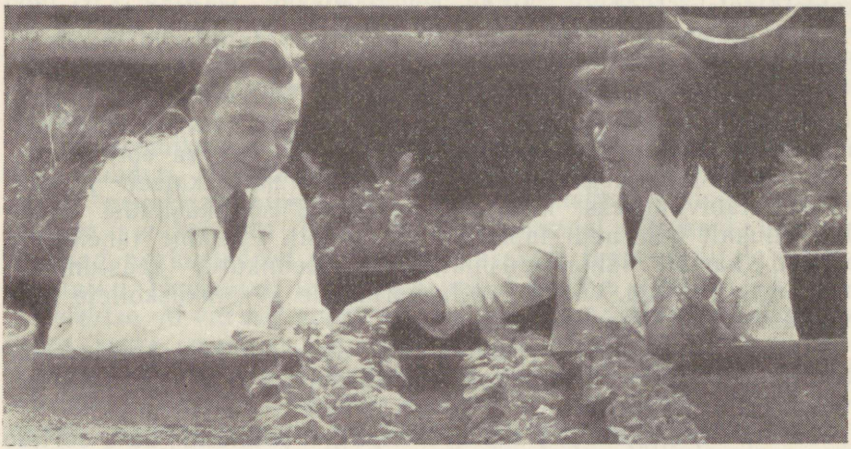
1. Рахно П., Аксель М., Сирп Л., Рийс Х. Динамика численности почвенных микроорганизмов и соединений азота в почве. Таллин, 1971, 208 с.
2. Рахно П. и Рыыс О. Когда вносить органику? — Земледелие, 1971, № 1, с. 45—48.
3. Pärsim, E. Eestis kasvavate liblikõieliste mügarbakterid. Tallinn, 1969, 191 lk.

TAIMEVIIRUSTE UURIMINE

B. NURMISTE

Taimeviirused on olnud püsivalt taimepatoloogia keskseimaks probleemiks, sest radikaalne taimevirooside tõrje tähendaks taimekasvatuses toodangu märgatavat tõusu. Paraku puuduvad seni otsesed viirushaiguste tõrjemeetodid. Keemilised ja füüsikalised menetlused, millega oleks võimalik teha kahjutuks viirusi, mõjuvad hävitavalt ka taimorganismile endale. Ülimalt tihe kontakt rakuplasma koostisosade ja viiruse vahel on selle põhjuseks. Seetõttu on taimeviroloogias üha enam hakatud tähelepanu pöörama viiruse ja taimorganismi koosluse omapärale, et siitkaudu jõuda tõrje teoreetiliste aluste tuletamisele. See printsiip oli võetud omaks ka Eksperimentaalbioloogia Instituudis ajavahemikul 1965—1972 tehtud uurimistöös. Rööbiti taim—viirus-koosluse uurimisega püüti välja selgitada mõningate viiruste looduslikke koldeid ja nende tähtsust taimekasvatuse seisukohalt.

Mitmesuguseid taimeliike on looduslike nakkuskolletena sageli peetud teatavate virooside massilise leviku eest vastutavaks. Sellest väga levinud tõekspidamisest lähtudes püüti kunstliku infektsiooni katsete kaudu kindlaks teha, millised sagedamini esinevad umbrohtude, dekoratiivtaimede ja köögiviljade liigid võiksid Eesti NSV tingimustes tulla arvesse potentsiaalsete nakkuskolletena. Kolm aastat (1969—1972) kestnud infektsioonikatsed korraldati nelja erineva viirusvormiga (tomatiaspermiaviirus, kartuli-*N*-viirus, tavaline kurgimosaiigiviirus ja kartuli-*X*-viirus), lülitades katsetesse 21 köögivilja-, 42 dekoratiivtaime- ja 41 umbrohuliiki. Uurimistulemustest sai järeldada, et taimeliikide seast 17—43% köögivilju ja 32—49% dekoratiivtaimi ning umbrohtusid tuleb käsitada potentsiaalsete nakkuskolletena, kusjuures enamikul juhtudel üks ja sama taimeliik võib reservaatoriks kujuneda mitmele viirusele [1—4]. Paljudel taimeliikidel nakkus ei avaldunud haigustunnustes, mis nakkuskolde äratundmise looduslikes tingimustes teeks eriti raskeks neil puhkudel, kui



Indikaatormeetod on seni jäänud kõige täpsemaks taimeviiruste identifitseerimise meetodiks.

viiruse sedastamiseks ei ole kohaldatav seroloogiline meetod.* Eeldus kujuneda nakatumise korral välja peiteliseks viiruskoldeks on, muide, õige mitmel püsiumbrohuliigil.

Fütopatoloogiliste arusaamade järgi sõltub nakkuskolde toimesfäär nakkusühiku kontsentratsioonist, s. t. mida kõrgem on viimane, seda tõenäolisem ja ulatuslikum on haiguse levik. Seejuures on silmas peetud eeskätt seen- ja bakterhaiguste levikut. Meie uurimistöö andis andmed kolme viiruse (kartuliviirused *N*, *M* ja *X*) nakkusühiku — viriooni — suhtelise kontsentratsiooni dünaamika kohta.

Andmed näitavad, et kõigi kolme viiruse puhul püsib virioonide kontsentratsioon kõrgena vaid lühikest aega. Suhtelise kontsentratsiooni maksimum kujuneb välja — olenevalt viirusest ja peremeestaime liigist — 12—21 päeva pärast nakatamist, millele enamasti järgneb järsk langus. Paremal juhul säilib maksimaalsest virioonide kontsentratsioonist 35. päevaks peale nakatamist 10% (*M*-viirus liigil *Solanum demissum*) [5]; halvemal juhul on see juba 20. päevaks praktiliselt null (*N*-viirus liigil *Nicotiana glutinosa*) [6]. Virioonide kontsentratsiooni langus näib sageli kaasas käivat haigusnähtude intensiivistumisega. Seega näib haige taime füsioloogiline seisund takistavat nakkusühiku sünteesimist. Kas seejuures on pidurdatud kogu viiruse või ainult tema antigeense (valgulise) komponendi süntees, seda katseandmetest ei selgu. Näib, et tõelisi ja ohtlikke viiruslikke nakkus-

* Katses olnud neljast viirusvormist kuuluvad kolm nn. kurgimosaiigiviiruse rühma, mille puhul serodiagnoos pole praktiliselt rakendatav.

koldeid tuleks looduses otsida pigem väliselt tervete taimede kui raskelt põdevate ja tüüpilisi viirusnakkuse tunnuseid kandvate taimede seast.

Suuremate kokkuvõtete ja mõningate teoreetiliste üldistuste tegemise järku on viimaste aastatega jõudnud viirusresistentsuse aretuse probleem. Kauakestnud tihe koostöö Jõgeva sordiaretusjaama spetsialistidega lõi eeldused töömahukate katsete ja analüüside läbiviimiseks, kusjuures teatavaid sõlmküsimusi lahendati edukalt instituudi laboratoorsel baasil. Peamine tähelepanu pöörati kartuli lähtearetusmaterjali (seemikute) saastumisele mosaiigiviirustega, viiruste olelusvormidele ja nakkuskollete ning nakkusteede väljaselgitamisele.

Visuaalse hindamise, serodiagnoosi andmete ja laboratoorsete uuringute põhjal võib praegust kartuli sordiaretuse olukorda iseloomustada järgmiselt.

Ristamistest saadavad seemiktaimed — põhifond uute sortide saamiseks — on suures ulatuses nakatatud viirustest. Nakatatud taimede protsent kõigub aastati väga laiades piirides (6—76%), on aga peaaegu alati kõrgem kui paremate tootmises rajoonitud sortidel. Vähemal määral avaldub viirusnakkus ühele või teisele viirusele tüüpilises haiguses. Enamasti aga avaldub nakkus vaid viirusliku antigeeni olemasolus, s. t. on sedastatav ainult seroloogiliselt. Seemikutelt on leitud samu mosaiigiviiruse vorme, mis esinevad kartuli seemnekasvatuses ja tootmiseski (peamiselt viirused *S*, *M*, *X* ja *Y*).* Seejuures äratab tähelepanu asjaolu, et need viirused leiduvad taimes koos kaheti ja kolmeti (s. t. segainfektsioonina) kaugelt sagedamini, kui võiks oodata väljastpoolt kanduvate nakkusühikute juhusliku jaotumise korral. Üldise nakkusastme poolest on erinevus üksikute ristamiskombinatsioonide seemikute ehk n.-ö. perede vahel tunduv; eriti suur on see aga haigete taimede protsendimääras. Viirusnakkuse tunnustega haigete seemikute täpsem uurimine laboratoorsete meetoditega näitas, et nende puhul on enamasti tegemist ühe mosaiigitekitaja (*M*-viiruse) defektsete (antigeenita) vormidega, mis pole seroloogiliselt sedastatavad.** Et defektse viiruse nakkus alati ei pruugi avalduda haiguses (s. t. olla visuaalselt äratuntav), siis on tegelik nakkusmäär kartuliseemikutel tõenäoliselt kõrgem sellest, mida silm ja antiseerum summaarselt näitavad [7]. Lühidalt kokkuvõetult vääriks seemikute puhul rõhutamist kolm momenti: väga suur viirusi sisaldavate taimede osatähtsus, rohke defektse *M*-viiruse esinemine ja viiruste omapärane jaotumine.

Traditsioonilises fütopatoloogilises käsituses on mis tahes nakkushaiguse levik nakkusühiku (seenekoniidi, bakterieose, viri-

* Erandi näib moodustavat viirus *N*, mida seni on leitud vaid aretusmaterjalil.

** Viriooni puudumise tõttu ei ole sedastatavad sageli isegi indikaatormenetluse (testtaimede meetodi) abil.

ooni jt.) välisest nakkuskoldest haigustundlikesse taimedesse ülekandumise tagajärg. Seemikute puhul ei anna see aga rahuldavat seletust ei kõrgele nakkusmäärale, defektsele viirusele ega üksikute viirusvormide jaotumisviisile. Argumentatsioon oleks järgmine.

Kuna seemikute puhul eelnenud mugulpõlvkondade saastumise mõju puudub, siis kõrges nakkusmääras saaks näha vaid ühelainsal vegetatsiooniperioodil toimunud nakkuste tagajärge ja eeldada erakordselt suuri nakkuskoormusi. Peaksid leiduma võimsad nakkuskolded ja ilmuma varakult tegevusväljale putuksiirutajad. Uurimised ja tähelepanekud seda ei kinnita [7].

Defektse *M*-viiruse suurt esinemissagedust on välisnakkusega üldse raske seostada. Ei ole põhjust arvata, et viriooni näol mingist nakkuskoldest seemikutesse ülekantud *M*-viirus massiliselt minetab oma antigeense komponendi — muutub defektseks; veelgi vähem tõepärane on algselt defektse *M*-viiruse levik; kattevalguta viiruse massiliseks siirutamiseks lülijalgsetega või mehhaanilise kontaktiga on vähe võimalusi.

Kõige vähem räägib aga välisnakkuse kasuks serodiagnoosi andmete statistiline analüüs, mille rakendamist õigustas seroloogiliste määramiste suur arv (kokku üle 100 000). Viiruste (*X*, *S*, *M*) tegelike jaotumissageduste võrdlemine teoreetilistega näitas, et nende erinevuste tõenäosuses pole mingit kahtlust,* s. t. üksikviiruste ja nende kombinatsioonide tegelikud esinemissagedused peaaegu kunagi ei vasta statistilistele ooteväärtustele. Reeglipäraselt esineb oodatust vähem nakkusvabu ja üksiknakkusega taimi, kuna seganakkusega taimi on seevõrra rohkem. Statistiliselt täiesti «lubamatuks» osutub enamikul juhtudel kolmiknakkuste (*XSM*) rohkus. Viimaste suure esinemissageduse tõttu peamiselt ongi õigustatud järeldus, et nakkusi nimetatud viirustega ei saa käsitada juhuslike nähtustena. Viiruste vahel peab olema mingi seos. Seda seost oleks raske kujutleda taimevälise nakkuskolde ja juhusliku välisnakkuse korral. Jääb üle näha nakkuskollet ristamiskomponentides ja järeldada nakkuse ülekandumist seemnega.

Viiruste ülekandumine ühest vegetatsiooniperioodist teise seemne kaudu on sordiaretuse praktika seisukohalt oluline probleem. Viroloogilisest aspektist pakub aga erilist huvi ülekandumise laad. Viimane sõltub ilmselt sellest, millise viirusvormiga on tegemist ja millisesse sugukonda botaaniliselt kuulub peremeestaim. *Solanum*'i liikide puhul ei ole viirusnakkuse ülekandumine seemne saastumine selle tavalises mõttes, s. o. viriooni säilimine nakkusvõimelisena seemne pinnal või sees [8, 9]. Ühes erikatses näitas isetolmlemisest saadud seemikute täpne viroloo-

* χ^2-testi abil tehtud hindamisarvutuste järgi on erinevuste tõenäosus enamasti 99,99%.

giline analüüs, et seemikutes leitud viirusvormid võivad olla täiesti erinevad nendest, mida sisaldasid emataimed. Seega ei kandu seemnega üle mitte konkreetsed mosaiigitekitajad (*X*, *Y*, *M* jne.), vaid mingi neile eelnev peiteline olelusvorm (proviirus), mis on seotud taimse genoomiga ning millest induktsiooniliselt kujunevad välja kindlate infektsiooniliste ja antigeensete omadustega aktiivsed viirused [7].

On oletatud, et taimse genoomiga liitunud mosaiigiviiruse latentne eelaste ehk proviirus saab tõenäoliselt olla vaid mingi DNA-vorm [10]. Meie viimaste aastate uuringud viirusresistentsuse aretuse alal on selle oletuse teinud täiesti tõepäraseks. Et mosaiigitekitajad on tüüpilised RNA-viirused, siis taim—viiruskoosluses tuleb pidada võimalikuks informatsiooni liikumismoodust RNA→DNA.

Kuivõrd analoogiline printsiip oli tehtud kindlaks ühe onkoviiruse puhul [11] ja näib olevat välja selgitatud isegi selle valgulis-fermendiline külg [12], siis tüüpiliste viiruste korral peaks pärilik nakkus olema universaalne ja seaduspärane nähtus. Viirusresistentsete taimesortide aretus nihkub selle printsiibi valgusel hoopis teisele tasandile ja tuleb paratamatult hakata ümber hindama senist aretusmetoodikat, milles nakkuskolde ja viirusresistentsuse mõistetele on antud liialt piiratud tähendus.

1. Agur, M., Villemson, S. Köögiviljade vastuvõtlikkusest viirusnakkusele. — Sotsialistlik Põllumajandus, 1970, nr. 12, lk. 565—566.
2. Agur, M., Villemson, S. Viroosid ilutaimedel. — Sotsialistlik Põllumajandus, 1970, nr. 16, lk. 755—758.
3. Agur, M., Villemson, S. Üheaastased umbrohud viiruste reservaatoritena. — Sotsialistlik Põllumajandus, 1972, nr. 24, lk. 1144—1148.
4. Villemson, S., Agur, M. Kahe- ja mitmeaastased umbrohud viiruste reservaatoritena. — Sotsialistlik Põllumajandus, 1973, nr. 1, lk. 40—42.
5. Хёдреярв У., Олсперт К., Тарасова К. Некоторые данные о так наз. вирусе N картофеля. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1968, № 4, с. 385—387.
6. Hödrejärv, U., Olspert, K., Tarassova, K. A method for purification of potato virus M. — ENSV TA Toimet. Biol., 1970, nr. 3, lk. 231—234.
7. Nurmiste, B., Tamm, P. Sordi «Sulev» isetolmlemisest saadud seemikute visuaalne hinnang ja viirusesisaldus serodiagnoosi põhjal. — Rmt.: EMMTUI teaduslike tööde kogumik XXI. Tallinn, 1970, lk. 174—185.
8. Нурмисте Б. Х. Оценка методов борьбы с вырождением картофеля. — Материалы конференции по вопросам семеноводства картофеля. М., 1958, 10 с.
9. Тамм П. О путях инфекции сеянцев картофеля мозаичными вирусами. — Изв. АН ЭССР. Сер. биол., 1965, № 2, с. 256—262.
10. Нурмисте Б. К вопросу идентификации фитопатогенных вирусов в свете новых представлений в вирусологии. — В кн.: На пути к обновлению земли. Таллин, 1968, с. 236—253.
11. Temin, H. M. Homology between RNA from Rous sarcoma virus and DNA of Rous sarcoma virus-infected cells. — Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1964, Vol. 52, p. 323.
12. Темин Г. РНК направляет синтез ДНК. — Природа, 1972, № 9, с. 68—72 (tõlge ajakirjast «Scientific American» 1972, No. 1).

VANAPALEOSOIKUM GEOLOOGIA INSTITUUDI UURIMUSTES

R. MÄNNIL, H. VIIDING

Käsitletavat perioodi iseloomustab probleemideringi laienemine paleosoikumi settekivimite uurimisel, koostöö süvenemine teiste vabariigi asutustega, samuti Nõukogude Liidu kesksete geoloogia uurimiskeskustega, instituudi laboratoorse baasi ja uurimismetoodika täiustumine ning üldistavate temaatiliste tööde osatähtsuse kasv. Raskuspunkt asetati nii Eesti NSV kui ka naaberalade geoloogilisel kaardistamisel, maavarade otsingutel ja temaatilistel uurimistel kogutud arvukate puurauguandmete mitmekülgsele üksikasjalikule analüüsile, kõrvutamisele ja üldistamisele. Üheks olulisemaks ülesandeks seati selgitada erivanuste settekivimite ja nendega seotud maavarade ruumilist levikut ning lasumistingimuste, koostise ja iseloomu muutusi nii vertikaal- kui ka horisontaalsuunas. Nimetatud küsimuste kõrval on tänapäeval mitmesuguste maavarade, nende hulgas nafta ja maagaasi leiukohtade otsingutel ning prognoosimisel suur tähtsus settekivimite kujunemisloo ja settimisaegsete paleogeograafiliste tingimuste uurimisel, samuti kihtide usaldusväärsel korreleerimisel. Eesti NSV territooriumil esinevad vendi, kambriumi, ordoviitsiumi, siluri ja osaliselt isegi devoni kihid on kujunenud vastava vanusega settekivimite etaloniks ulatuslikele regioonidele kihtide soodsate lasumistingimuste, suhteliselt täieliku läbilõike ja hea tundmaõpituse taseme tõttu. Seepärast pakuvad meie uurimistööd praktilist huvi nii naabervabariikides kui ka kaugemal.

Loetletud ülesannete lahendamiseks kujundati komplekssed temaatilised uurimisrühmad, kuhu kuulusid litoloogid, mineraloogid, paleontoloogid ja stratigraafid. Komplekssed uurimised ei piirdunud ainult Eesti territooriumiga, vaid haarasid sageli ulatuslikumaid alasid, kus vastava vanusega settekivimid kujunesid sarnastes tektoonilistes tingimustes. Mitmeid töid tehti koos Eesti NSV Ministrite Nõukogu Geoloogia Valitsuse geoloogidega, tihenes koostöö Läti ja Leedu ning teiste vennasvabariikide kol-

leegidega. Töötulemuste tutvustamiseks ja diskuteerimiseks organiseeriti instituudi initsiatiivil mitmeid üleliidulisi ning regionaalseid nõupidamisi, kollokviume ja seminare. Uurimistööde koordineerimiseks, metoodika ühtlustamiseks, stratigraafiliste skeemide väljatöötamiseks jmt. eesmärkidel korraldasid Geoloogia Instituudi eriteadlased regionaalsete probleemi- ja metoodikakomisjonide (NSV Liidu Stratigraafiakomitee Baltimaade komisjoni, Baltimaade ja Valgevene Geokeemianõukogu, Baltimaade ja Valgevene Tektoonikakomitee, Baltimaade Mineraloogide ja Litoloogide Metoodikakomisjoni) nõupidamisi.

Mitme varasematel aastatel käsitletud probleemi kohta koguti naaberaladelt väärtuslikku võrdlusmaterjali, mis lubas meie vabariigi territooriumi geoloogilist arengulugu paremini valgustada.

Edukalt jätkati Eesti vanapaleosoikumi fossiilse fauna uurimist, mille tulemused on biostratigraafilise informatsioonina aluseks kihtide liigestamisel ja vanuselisel rööbistamisel. Mikropaleontoloogia valdkonnast ilmus stratigraafiliselt olulisemate siluri ostrakoodide kohta L. Sarve monograafia [1], milles antakse saja (36 uue) liigi kirjeldused, iseloomustatakse nende levikut Eesti siluri koondläbilõikes ning võrreldakse seda Gotlandi ning Baltikumi lõunapoolsete piirkondade vastavate kihtidega.

Eesti vanapaleosoikumi stromatopooridefauna tundmist süvendas H. Nestori monograafia [2], milles on toodud uenloki ja ladlou ladejärgu 32 liigi kirjeldused, korallidefauna tundmist — E. Klaamanni monograafia ordoviitsiumi ja siluri inkommunikaatsetest tabulaatidest [3], mis sisaldab 45 liigi kirjeldused. Kahe viimati nimetatud tööga viidi lõpule Eesti ordoviitsiumi ja siluri stromatopooride ning tabulaatsete korallide taksonoomilise uurimise tsükkel. Selle tulemusel on Eesti aluspõhi nimetatud rühmade osas kujunenud üheks kõige paremini uuritud piirkonnaks maailmas, mille paleontoloogiline käsitlus on juba üldise tunnustuse ja laialdase stratigraafilise rakenduse leidnud.

Siluri käsijalgsete jätkuva uurimise tulemusena ilmus M. Rubelilt kokkuvõtlik monograafia pentameriididest ja spiriferiididest [4], mis nimetamisväärselt tõstab nende oluliste makrofaunarühmade tundmist ning kasutatavust stratigraafias. Mitme väiksemamahulise uurimiste tsükli tulemused selgrootute paleontoloogia alalt on avaldatud eri artiklitena [5—8].

Selgroogsete paleontoloogia valdkonnast koostas E. Mark-Kurik koos D. Obrutševiga Nõukogude Liidu devoni psammosteiidide kohta monograafia [9], mis on ühtlasi NSV Liidu Teaduste Akadeemia Paleontoloogia Instituudi ja Eesti NSV Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituudi eduka koostöö hea näide. Raamatu mahukas üldosa sisaldab põhjapaneva ülevaate psammosteiidide morfoloogiast, bioloogiast, evolutsioonist ja levikust,

taksonoomiline osa — seitsme perekonna ja 35 (neist 12 uue) liigi kirjeldused.

Kollektiivse uurimistöö põhiobjektiks oli Baltikumi vanapaleosoikumi ordoviitsiumi ja siluri karbonaatsete settekivimite kompleks. Nende ladestute erineva uurituse astme ja seisundi tõttu vabariigis ning naaberaladel kujunesid nii käsitluselt kui geograafiliselt haardelt erinevaks ka vastavad kokkuvõtlikud üldistused.

Baltoskandia settebasseini arengu põhijooned ordoviitsiumis esitas R. Männil, tuginedes faatsieste väljaselgitatud levikupildile 21 kronostratigraafilise ühiku (lademe või vöö) piires [10]. Töös kasutati ulatuslikku uudset, peamiselt Kesk-Baltikumi (Loode-Läti, Lõuna-Eesti) sügavpuuraukude biostratigraafilist materjali erinevate struktuurilis-fatsiaalsete vööndite läbilõigete sünkroniseerimiseks Eesti stratigraafilise skeemi taustal, mida rakendati standardina kogu uuritud settebasseini kohta.

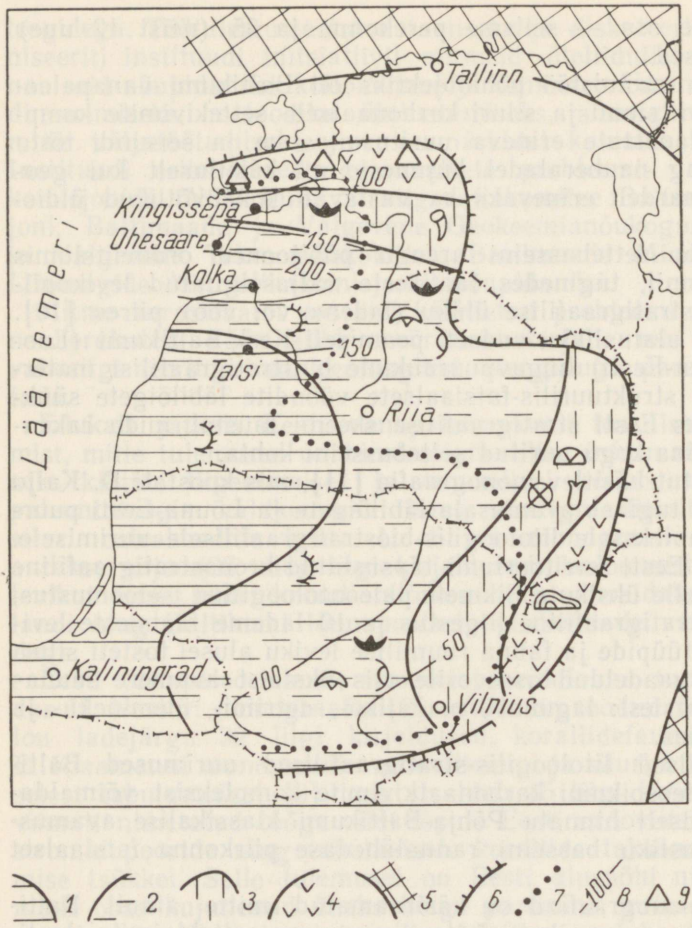
Siluri ladestut käsitlev monograafia [11], mis koostati D. Kaljo juhendamisel, tugineb avamusala läbilõigete ja Lõuna-Eesti puurprofiilide komplekssele litoloogilis-biostratigraafilisele uurimisele. Töötati välja Eesti territooriumi täpsustatud kronostratigraafiline skeem, anti selle üksikute liikmete paleontoloogiline iseloomustus, detailne litostratigraafiline liigestus ja 10 lademe faatsieste levikupilt. Kivimitüüpide ja fauna ruumilise leviku alusel tõsteti siluri settebasseini vaadeldud osas esile viis üksteist avamere suunas asendavat faatsiest: laguuni-, madaliku-, detriidi-, ülemineku- ja avamerefaatsies.

Need detailsed litoloogilis-stratigraafilised uurimused Baltikumi vanapaleosoikumi karbonaatkivimite kompleksist võimaldavad esmakordselt hinnata Põhja-Baltikumi klassikalise avamusala kui loodusliku basseini rannalähedase piirkonna fatsiaalset spetsiifikat.

Mainitud monograafiad on käsiraamatud mitte ainult Baltimaade, vaid kogu maailma vastava vanusega settekivimite stratifitseerimiseks. Töödes esitatud andmed ala geoloogilise arenguloo ja paleogeograafiliste tingimuste kohta on olulised settekivimites esinevate maavarade otsingutel ja prognoosimisel ulatuslikumatel territooriumidel.

Aastate vältel kogutud rohke faktilise materjali üldistused on ka 1969. aastal instituudi teadlaste (Männil, Kaljo, Viiding, Mens) poolt koostöös Geoloogia Valitsuse geoloogidega Vastastikuse Majandusabi Nõukogu lepingu kohaselt koostatud Eesti litoloogilis-fatsiaalsed, paleogeograafilised ja paleotektoonilised kaardid. Viimased olid aluseks nafta- ja gaasimaardlate prognooskaartide koostamisel Euroopa sotsialismimaades.

Paleosoikumi karbonaatkivimite ainelise koostise uurimise tulemusena ilmus E. Jürgensoni monograafia ländouveri settekivimite litoloogiast [12]. Selles on esmakordselt esitatud rikkalik faktiline



Uenloki setted Baltikumis (D. Kaljo järgi).

1 — savid, *2* — merglid, *3* — savikad lubisetted, *4* — lubisetted, *5* — oletatav maismaa, *6* — erosiooni piir, *7* — ebatäieliku paksuse piir, *8* — samapaksusjooned, *9* — biohermid; eri märkidega on kujutatud erisuguste faunarühmade peamine levik.

materjal ka avamusalast lõuna pool esinevate settekivimite kohta.

Kui ordoviitsiumi ja siluri karbonaatkivimitest avaldati trükis mitmed mahukad kokkuvõtted, siis Eesti aluspõhja terrigeensete settekivimite kompleksset uurimist alustati alles vahetult enne käsitletavat perioodi. Uurimisobjektiks olid vendi, kambriumi ja devoni settekivimid. Senistest tulemustest on lühemate kirjutistena trükis ilmunud vaid osa [13—15].

Vendi ja kambriumi settekivimite uurimisel (K. Mens, E. Pirrus, H. Viiding, A. Kleesment) töötati välja setete mineraloogilise kor-

releerimise alused ja settekivimite litostratigraafilise liigestuse skeem, selgitati erivanuste setete levikut nii Eestis kui ka naabervabariikides ning näidati settimisbasseinide asendi muutusi ja valitsenud tingimusi hilisvendist kuni kambriumi keskpaigani. Töötati välja vendi ja kambriumi piiri kriteeriumid. Settekivimite liigestamisel ning korreleerimisel peeti silmas nii litoloogilis-mineraloogilisi kui ka paleontoloogilisi andmeid. Suurt rõhku pandi vendi ja kambriumi settekivimite savimineraalide uurimisele, kusjuures ulatuslikult rakendati röntgenstruktuurianalüüsi. Nende tööde tulemusena anti ülevaade savimineraalide levikust Ida-Eesti vendi ja kambriumi settekivimites [15].

Devoni terrigeensete setete uurimisel (H. Viiding, A. Kleesment) pöörati peamiselt tähelepanu purdmineraalide assotsiatsioonide muutustele. Näidati, et viimased on hinnatavaks kriteeriumiks liivakas-aleuriitsete kihtide stratigraafilisel liigestamisel, samuti settimistingimuste üle otsustamisel. Mineraloogilise koostise seaduspäraste muutuste alusel tehti kindlaks setete kuhjumise rütmiline iseloom ning terrigeense materjali evolutsioon [13].

Eestis senini leitud mineraalidest andis lühiülevaate H. Viiding [16], kes esitas andmed 37 meil tundmaõpitud, makroskoopiliselt määratavas koguses esineva mineraali kohta.

Tulemusrikas oli ka settekivimite uurimise metoodika täiustamine ja uute uurimismeetodite rakendamine.

Tähelepanu väärivad happekindla mikroplanktoni leviku uurimise tulemused [6, 7], mis võimaldasid esmakordselt rakendada nimetatud mikroorganisme Baltikumi ordoviitsiumi ja siluri stratigraafias ning ühtlasi ära kasutada planktonmikrofossiilide eeliseid bentosmikrofossiilidega võrreldes.

Vanapaleosoikumi planktonmikroorganismide kompleksne, s. t. zooplanktoni (kitinosoade, graptoloidide rabdosoomide varaste arengustaadiumide) ja fütoplanktoni (akritarhhide) üheaegne kasutamine tagab Baltikumi mikroplanktoni ajalise stratifikatsiooni suure detailsuse, võimaldades liigestada ja korreleerida vastavaid kihte sageli kuni kümme ja enam korda täpsemalt kui senine, peamiselt makrobentosele tuginev biostratigraafia.

Uus meetod on aluseks mikrostratigraafilisele suunale Baltikumi vanapaleosoikumi karbonaadifaatsiese biostratigraafias ning äärmiselt perspektiivne kihtide litoloogia, eriti sedimentoloogia, samuti lokaalse paleotektoonika edasise arengu seisukohast.

Savikivimite uurimisel juurutati laialdaselt difraktomeetrilist analüüsi. Purdsetete mineraloogilise koostise uurimiseks töötati välja otstarbekaim analüüsi ja selle tulemuste interpretatsiooni metoodika, mis võimaldab eri asutustes tehtavaid töid omavahel võrrelda. Mikroelementide määramiseks kukersiidis ja diktüoneemakildas loodi selleks kohandatud spektraalanalüüsi metoodika [17]. Oluliseks sammuks uurimismetoodika ühtlustamise teel oli ka karbonaatkivimite klassifikatsiooni [18] koostamine ja vabariigi

geoloogilise uurimise praktikasse juurutamine instituudi teadurite initsiatiivil.

1969. aastal lisandus instituudi senistele uurimistöö põhisuundadele majandusgeoloogiline suund, mille eesmärgiks on abinõude leidmine meie maavarade ratsionaalsemaks kasutamiseks. Neid uurimisi tehti tihedas koostöös Geoloogia Valitsusega ning Riikliku Tehnilise ja Mäejärelevalve Valitsusega. Lähtudes põlevkivi geoloogilise uurimise tulemustest ja kogemustest (S. Baukov), võeti lähema vaatluse alla põlevkivileiukohtade ratsionaalse uuringu metoodika, tootsa kihi proovimise ja tootmiskadude analüüsi põhjendatud metoodika, samuti abinõud kukersiidi tootmiskadude vähendamiseks. Selgitati ka kukersiidi kasutamise võimalust soojusjõujaamade kütteks vedela šlaki ärastamisega (A. Sokolover). Balti põlevkivimaardla geoloogiliste uuringute kogemused üldistati NSV Liidu põlevkiviformatsioonide uurimise metoodika loomisel koos NSV Liidu kesksete uurimisinstituutidega.

Põlevkivivarude ratsionaalsema kasutamise eesmärgil töötati välja ettepanekud tootmiskadude määramiseks, arvestamiseks ja normeerimiseks. Need lülitati vastava instruktsiooni projekti, mis valmis 1972. aastal koostöös NSV Liidu Söetööstuse Ministeeriumi Üleliidulise Mäegeomehhaanika ja Markšeideriasjanduse Teadusliku Uurimise Instituudiga.

Kokku võttes võib vaadeldavat ajavahemikku lugeda aluspõhja settekivimite uurimise alal nii teaduslikust kui ka rakenduslikust seisukohast murranguliseks. Seda iseloomustab üleminek üksikutelt temaatiliselt kitsastelt küsimustelt laiahaardeliste ja aktuaalsete probleemide käsitlemisele, hajutatud ning omavahel nõrgalt seotud individuaalselt uurimiselt olulisemate ülesannete kompleksele ja kollektiivsele lahendamisele, mis viis ulatuslikumate üldistuste ning järeldusteni.

1. Сарв Л. И. Остракоды Craspedobolbinidae, Beyrichiidae и Primitiopsidae силура Эстонии. Таллин, 1968, 134 с.
2. Нестор Х. Э. Строматопороидеи венлока и лудлова Эстонии. Таллин, 1966, 121 с.
3. Клааманн Э. Инкоммуникатные табуляты Эстонии. Таллин, 1966, 96 с.
4. Рубель М. П. Брахиоподы Pentamerida и Spiriferida силура Эстонии. Таллин, 1970, 131 с.
5. Boucot, A. J., Johnson, J. G., Rubel, M. Descriptions of brachiopod genera of subfamily Virgianinae Boucot et Amsden, 1963. — ENSV TA Toimet. Keem. Geol., 1971, nr. 3, lk. 271—280.
6. Männil, R. Distribution of selected Ordovician chitinozoan assemblages and species in Northern Europe and their stratigraphical evolution. — In: Colloque ordovician-silurian, Mem. Bureau Rech. Géol. et Min., No. 73. Paris, 1971, pp. 309—311.
7. Männil, R. The zonal distribution of Ordovician chitinozoans in the Eastern Baltic area. — In: Intern. Geol. Congr. 24th Session, Sect. 7. Paleontology. Montreal, 1972, pp. 569—571.
8. Клааманн Э. Табуляты верхнего кораллового известняка Норвегии. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1971, № 4, с. 356—363.

9. Обручев Д. В., Марк-Курик Э. Ю. Псаммостеиды (Agnatha, Psammosteidae) девона СССР. Таллин, 1965, 430 с.
10. Мянниль Р. М. История развития Балтийского бассейна в ордовике. Таллин, 1966, 224 с.
11. Кальо Д. Л. (ред.) Силур Эстонии. Таллин, 1970, 383 с.
12. Юргенсон Э. А. Литология лландоверийских отложений Эстонии. Таллин, 1966, 74 с.
13. Вийдинг Х. А. Литолого-минералогический состав и вопросы генезиса терригенных отложений девона Северной Прибалтики. — Междунар. геол. конгресс, XXIII сессия. Докл. сов. геологов. М., 1968, с. 75—81.
14. Менс К., Пиррус Э. Древняя кора выветривания ляминаритовых глин на Северо-Западе Русской платформы, I, II. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1969, № 4, с. 385—391; 1970, № 1, с. 84—89.
15. Пиррус Э. Закономерности распределения глинистых минералов в вендских и кембрийских отложениях Восточной Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1970, № 4, с. 322—333.
16. Viiding, H. Mineraalid Eestis, 1, 2, 3. Eesti Loodus, 1969, nr. 3, lk. 144—147; nr. 4, lk. 208—212; nr. 5, lk. 271—275.
17. Иоханнес Э. Прямое спектральное определение микроэлементов в диктионемовом сланце методом бумажного штабика. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1968, № 2, с. 167—174.
18. Karbonaatkivimite ühtne klassifikatsioon ja legend. Tallinn, 1965, 50 lk.

KVATERNAARIGEOLOOGILISED UURIMUSED

A. RAUKAS

Vaadeldaval ajavahemikul laienes tunduvalt kvaternaarigeoloogiliste uurimiste temaatika, suurenes üldistavate tööde hulk ning tugevnes laboratoorne baas. Kui varem oli uurimisobjektiks vaid Eesti NSV territoorium, siis nüüd kandus tähelepanu ka naaberaladele, mille tulemusena ilmusid mitmed NSV Liidu Euroopa-osa loodepiirkonda haaravad üldistused [1]. Ühtsete seisukohtade väljakujundamiseks viidi koos Läti, Leedu ja Karjala uurijatega läbi ühiseid ekspeditsioone, ekskursioone ning seminare, korraldati üleliidulisi ja asutustevahelisi erialaseid nõupidamisi (1965 rannageoloogia, 1969 setete uurimise metoodika ja 1972 maakoore nüüdisaegsete liikumiste alal).

Kõige põhjalikumalt uuriti viimase mandrijäätumuse setteid ja pinnavorme (A. Raukas, E. Rähni, A. Miidel), mille tulemusena selgitati välja viimase mandrijää servamoodustiste (otsamoreenide, ooside, fluvioglatsiaalsete deltade jt.) levik ja kujunemiskäik ning koostati nende litomorfogeneetiline klassifikatsioon [2]. Geomorfoloogilisel, palünoloogilisel, varvomeetrilisel ja radioaktiivse süsiniku meetodil määrati kindlaks mandrijää serva eriaegsed asendid Eestis ning rööbistati need vastavate asenditega naaberaladel ja teistes riikides. Ühtlasi saadi terviklik pilt Eesti territooriumi vabanemisest jääkattest. See algas veidi varem kui 13 000 aastat tagasi ja kestis ligikaudu 2000 aastat. Tasandikel oli jää taandumine visam kui kõrgendikel ja vaheldus lühema- või pikemaajaliste seisakutega ning ajutiste pealetungidega. Eriti aktiivne oli jääkeel Peipsi-Pihkva nõos.

Sulava jääserva ees püsisid paljudes piirkondades veel pikka aega suured «surnud jää» pangad, mis setete alla mattununa säilisid aastasadu. Viimased koos liustiku serva ees laiunud ulatuslike jääpaisjärvedega kujundasid oluliselt reljeefi. Eriti põhjalikult uuriti (E. Rähni) jääpaisjärvi Peipsi-Pihkva nõos ja Lääne-Eestis. Selgitati välja (A. Raukas) Eesti jääpaisjärvede seos Vene tasandiku loodeosas esinenutega ning täpsustati nendest lähtunud vooluteede kulgu [2]. E. Pirrus uuris jääpaisjärvedes settinud viir-

savide koostist ja kujunemist ning tegi kindlaks nende keraamiliste omaduste sõltuvuse lõimisest ja karbonaatsusest [3].

Erivanuste moreenide ainelise koostise uurimise tulemusena selgus (A. Raukas), et liustiku liikumine oli erinevatel jääaegadel Eestis oluliselt erinev. Litoloogilis-mineraloogiliste tunnuste põhjal anti ka erivanuste moreenikihtide korrelatsioon ning täpsustati moreeni koostise sõltuvust aluspõhja kivimitest ning jää liikumise dünaamikast [4]. Nii moreenis kui ka jää sulamisvee setetes on valdav kohalikust aluspõhjast pärinev materjal, mille edasikandumise kaugus on peamiselt alla 20 km.

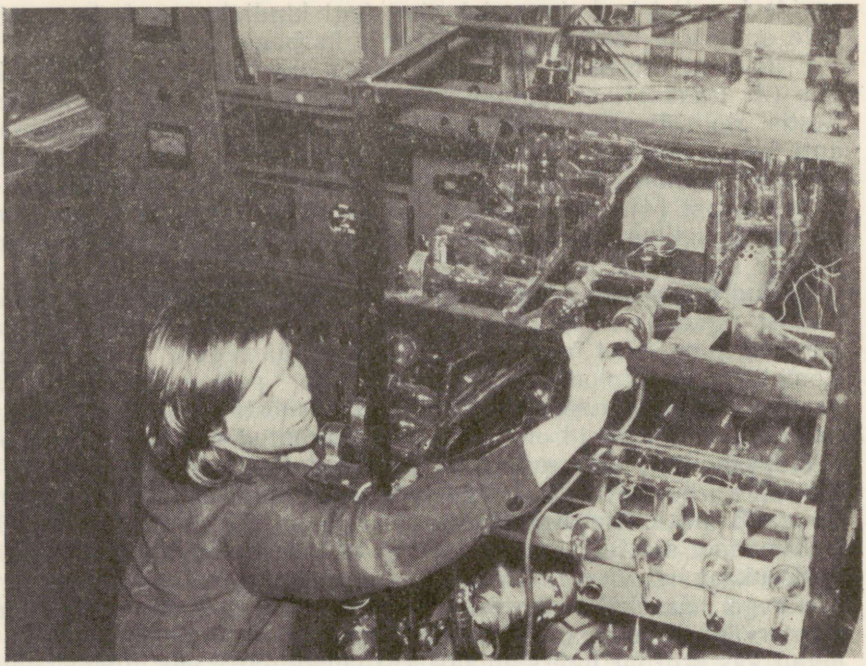
Paljud nõukogude põhjapiirkondade uurijad eitavad mandrijäätumust pleistotseenis, seletades vastavate setete (moreenide) ja pinnavormide teket mere ajujää ning jäämägede tegevusega. Komplekssete litoloogilis-mineraloogiliste, paleontoloogiliste ja geomorfoloogiliste uurimiste resultaadina tõestati, et Eesti ja tema naaberalade moreenid on kahtlemata kuhjunud mandrijäärst maismaatingimustes ning eeltoodud seisukoht ei ole paikapidav.

Rohkesti huvitavaid tulemusi on saadud pleistotseeni stratigraafia valdkonnas. Koostati Eesti stratigraafiline skeem ja osaleti Baltimaade stratigraafilise skeemi väljatöötamisel (K. Orviku, A. Raukas). Erinevate meetoditega uuriti omapärase õietolmuspektriga Karuküla moreenidevahelisi organogeenseid setteid (K. Orviku, R. Pirrus, E. Liivrand jt.), mis saadud andmetel kuuluvad kas brörupi interstadiaali [5], lihvini [6] või hilispleistotseeni teise [1] jäävaheaega. Karuküla läbilõike uurimise tulemused on äratanud suurt tähelepanu rahvusvaheliselt.

Detailselt uuriti (E. Liivrand) ka mitmeid teisi moreenidevaheliste setete leiukohti (Suur-Prangli, Rõngu, Kitse, Peedu jt.), kusjuures edukalt kasutati liigianalüüsi. Selle põhjal taimede ökoloogiliste gruppide kaupa koostatud floristilised diagrammid võimaldasid senisest objektiivsemalt selgitada taimede levikut ning seega täiustada setete stratigraafiat. Moreenide vanuse hindamisel juurutati variogrammide meetod.

Pleistotseeni kohta saadud andmed pakuvad suurt huvi glatsiaalgeoloogia teoreetiliste probleemide lahendamise ning samuti naaberteaduste seisukohast, aidates valgustada jääajajärgse mullastiku, taimkatte, loomastiku ja varajase inimasustuse kujunemist Põhja-Baltikumis. Nad on aluseks mitmete kohalike ehitusmaterjalide, eeskätt liiva-kruusa otsingutel ning kvaliteedi hindamisel.

Holotseenist uuriti Eestis klassikaliselt esinevaid Läänemere vanu rannamoodustisi [7, 8]. Rikkaliku paleontoloogilise materjali ja rohkete radioaktiivse süsiniku meetodil dateeritud andmete alusel tehti kindlaks Läänemere erinevate staadiumide (Joldiamere, Antsülusjärve, Litoriina- ja Limneamere) ning nende faaside kestus ja vanus (H. Kessel, J.-M. Punning), meresetetes leiduvate subfossiilsete molluskite, diatomeefloora ning õietolmuanalüüsi põhjal aga eespool loetletud staadiumide kliimatingimused ja



Geoloogia Instituudi isotoopanalüüsilaboratooriumis uuritakse kvaternaari ajastu geokronoloogiat ja paleogeograafiat. Fotol näeme vaneminsener Ludmilia Šmirnovat töötamas massispektromeetriga.

rannalähedaste vete soolsus (H. Kessel). Ühtlasi selgitati rannasetete koostise sõltuvus lähtekivimeist ja randade paleodünaamikast (A. Raukas).

Häid tulemusi on saadud ka Eesti nüüdisrandade uurimisel (Kaarel Orviku). Detailsete maapealsete ja veealuste uuringutega tehti kindlaks vabariigi nüüdisaegsete randade arengu seaduspärasused, mille alusel võib kõnelda Loode-Eestist kui Läänemere spetsiifilisest rannapiirkonnast. Kvantitatiivsete meetoditega uuriti jämeda kivimmaterjali transporti rannavööndis ning koostati laidude arengu geneetiline rida (Kaarel Orviku, U. Sepp). Nimetatud töödel on suur tähtsus hüdrotehniliste ehitiste projekteerimisel.

Oluliselt on täpsustatud holotseeni järve- ja soosetete stratigraafiat (A. Sarv). Koostöös Zooloogia ja Botaanika Instituudiga on määratud palünoloogiliste juhttasemete, kliimastaadiumide ja metsade arengufaaside absoluutne vanus ning viimaste erinevus vabariigi eri rajoonides [9]. Tehti kindlaks kuuse migratsiooni seaduspärasused Eesti alal ning alustati soo- ja järveformatsioonide komplekssed uurimist.

Suurt mõju Eesti ala geoloogilisele arengule holotseenis on aval-

danud maakoore neotektoonilised liikumised. Arvatakse, et neil on vanadelt kaledoonilistelt liikumistelt päritud iseloom, millele hiljem lisandus glatsiodünaamiline faktor [10]. Uurimised näitavad (E. Rähni, Ü. Heinsalu, H. Sildvee), et neotektoonilised liikumised on Eestis plokilise iseloomuga.

Märkimisväärne on Peipsi-Pihkva nõo kompleksne uurimine (A. Raukas, A. Miidel, Ü. Paap, R. Pirrus, E. Rähni, A. Sarv) ning Ü. Paabu tööd granulomeetrilise analüüsi kasutamise võimaluste selgitamisel ja optimaalse uurimismetoodika väljatöötamisel. Jätkus ka vabariigi muldade lähtekivimite, karstivormide ning mattunud ja holotseeni jõeorgude uurimine. Koostati uus mattunud orgude leviku kaart (A. Miidel) ning uuriti nende osa linnade ja maa-asulate varustamisel joogi- ja tarbeveega (L. Vallner jt.). Senisest edukamalt kasutati mattunud orgude leviku ja ehituse jälgimiseks geofüüsikalisi meetodeid (E. Jürima).

Eesmärgikindlate temaatiliste uurimistega kvaternaarigeoloogia valdkonnas on loodud teaduslik alus rakendusgeoloogiliste tööde läbiviimiseks vabariigis ning regionaalsete teoreetiliste üldistuste tegemiseks.

1. Serebrjannyi, L. R., Raukas, A. V. Über die eiszeitliche Geschichte der Russischen Ebene im oberen Pleistozän. — Pettermanns Geographische Mitteilungen, Jg. 114, 1970, Heft 3, S. 161—172.
2. Раукас А., Ряхни Э., Мийдел А. Краевые ледниковые образования Северной Эстонии. Таллин, 1971, 250 с.
3. Пиррус Э. Ленточные глины Эстонии. Таллин, 1968, 144 с.
4. Raukas, A. Composition and genesis of Estonian tills. — Zeszyty Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Geografia, 1969, No. 8, s. 167—176.
5. Орвику К. К., Пиррус Р. О. Межморенные органогенные отложения в Карукюла (Эстонская ССР). — В кн.: Литология и стратиграфия четвертичных отложений Эстонии. Таллин, 1965, с. 3—21.
6. Лийвранд Э. Палинологическая характеристика и корреляция межледниковых отложений разреза Карукюла. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1972, № 4, с. 358—367.
7. Кессел Х., Пуннинг Я.-М. Об абсолютном возрасте голоценовых трансгрессий Балтики на территории Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1969, № 2, с. 140—153.
8. Кессел Х. Я., Раукас А. В. Прибрежные отложения Анцилового озера и Литоринового моря в Эстонии. Таллин, 1967, 135 с.
9. Сарв А. А., Ильвес Э. О. Геохронология и стратиграфия голоценовых озерно-болотных отложений Эстонии (по данным радиоуглеродного метода). — В кн.: Палинология голоцена. М., 1971, с. 33—42.
10. Орвику К. К. Влияние поднятия земной коры на геолого-геоморфологическое развитие территории Эстонии в позднеледниковое время и голоцене. — В кн.: Новейшие движения, вулканизм и землетрясения материков и дна океанов. М., 1969, с. 163—171.

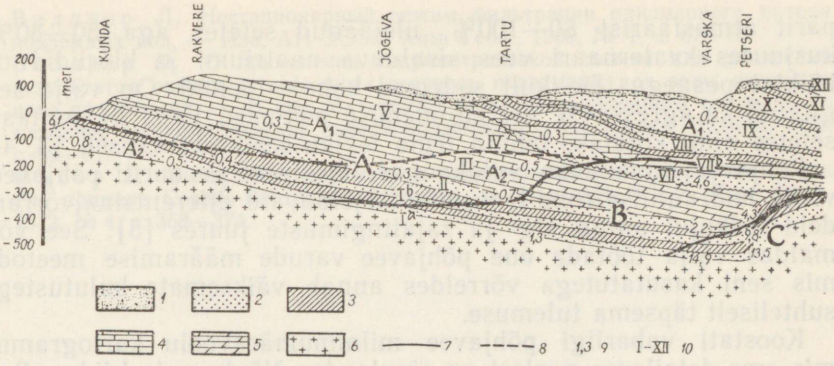
PÕHJAVEE KOOSTISE JA VARUDE KUJUNEMINE

A. VERTE, V. KARISE

Regionaalse hüdrogeoloogia valdkonnas on kindlaks tehtud, et geostruktuurilises mõttes kujutab Eesti NSV territoorium enesest teist järku arteesiabasseini, mis paikneb suurema — Balti arteesiabasseini põhjanõlval [1]. Eesti arteesiabasseini moodustavad vendi ja paleosoikumi settekivimites esinevad 15 põhjavee horisonti, mis on üksteisest vettpidavate kihtidega suuremal või vähemal määral isoleeritud; lisaks sellele leidub põhjavett ka arhaikumi-proterosoikumi kristalsetes kivimites. Kogu nimetatud kivimikompleks on kaetud kvaternaari setetega, mis samuti sisaldavad põhjavett (vt. joon.).

On tõestatud, et alates kambriumi-ordoviitsiumi (s. o. II-st) veehorisondist toituvad ülalpool kõik põhjavee horisondid vettkandvate kivimite avamusalal infiltreeruvatest sademetest. Lõuna pool aga, kus veehorisondid on kaetud järjest nooremate kihtidega, toimub toitumine ülemiste veehorisontide arvel tektooniliste lõhede ja kvaternaari setetega täitunud sügavate ürgorgude kaudu. Põhimõtteliselt samuti toituvad «sinisavi»-alused lomonossovi ja gdoovi (s. o. I^a ja I^b) veehorisont ning kristalse aluskorra vesi, kuid teatav osa nende horisontide veest pärineb ka lõuna poolt, Läti nõost. Ülemiste põhjavee horisontide vesi, nagu oli kindlaks tehtud juba varem (A. Verte), valgub kohalikku jõgedevõrku, alumiste horisontide vesi osaliselt Peipsi-Pihkva ja Võrtsjärve nõkku, peamiselt aga Läänemerre. Rannapiirkonnas takistab merevesi mandrilt tuleva põhjavee liikumist, mis viib mereäärsetel aladel põhjavee metamorfoosi ja sooldumiseni [1].

Vastavalt põhjavee liikumise iseloomule on Eesti territooriumil 2 hüdrodünaamilist tsooni: ülemine, vaba veevahetuse ja alumine, raskendatud veevahetuse tsoon. Nimetatud tsonaalsus omakorda tingib meie ala hüdrokeemilise tsonaalsuse (vt. joon.): üleval mage (A), selle all soolakas (B) ning kõige sügavamal soolane vesi (C). Mageda vee tsoon jaguneb vesinikkarbonaatse vee (A_1) ja segakoostisega vee (A_2) alatsooniks. Vesinikkarbonaatne põhjavesi kujuneb peamiselt kaltsiumi ja naatriumi soolade leostumisel



Eesti territooriumi hüdrogeoloogiline läbilõige.

1 — liiv, kruus, moreen; *2* — liivakivi; *3* — savi ja aleuriit; *4* — lubjakivi ja dolomiit; *5* — mergel; *6* — graniit ja gneiss; *7* — hüdrokeemiliste tsoonide piir; *8* — hüdrokeemiliste alatsoonide piir; *9* — vee mineralisatsioon, g/l; *10* — põhjavee horisondid.

kivimitest maasse imbunud sademete toimel. Selle alatsooni paksus ulatub Põhja-Eesti tasandikualadel ligikaudu 100 m-ni, Pandivere kõrgustikul ja Lõuna-Eestis devoni platool aga 200—250 m-ni. Segakoostisega mage vesi kujuneb nii soolade leostumisel kui ka mitmesuguste soolakate ja magedate vete vastastikusel toimel, samuti rannikul soolaka merevee mõjul [1, 2]. Mageda põhjavee tsooni (A) kogupaksus on tasandikel ligikaudu 300 m, kõrgustikel kuni 500 m, mererannikul ja saartel aga, sõltuvalt maapinna kõrgusest ja koha kaugusest merest, 10—100 m [2], kusjuures kohati esineb siluri ja ordoviitsiumi karbonaatsetes kivimites leiduva soolaka vee all kambriumi-ordoviitsiumi liivakivides mage vesi [1].

Soolakas vesi kujuneb Kagu-Eestis pärnu veehorisondis kipsi jt. soolade leostumisel kivimitest (näit. Värska mineraalvesi nr. 1) ning kambriumi-ordoviitsiumi veehorisondis Läti arteesiabasseinist mööda kihti voolava soolase vee lahjenemisel ülalt valguva mageda vee arvel (näit. Värska mineraalvesi nr. 2, samuti Häädemeeste mineraalvesi Edela-Eestis). Soolane vesi on koostiselt kloriid-naatriumiline, mineralisatsiooniga 10—17 g/l. Ta esineb Kagu-Eestis gdoovi veehorisondis (näit. Värska mineraalvesi nr. 3) ning Edela-Eestis kambriumi-ordoviitsiumi veehorisondis (Ikla mineraalvesi), kohati ka kristalse aluskorra graniitides ja gneissides. Soolane vesi kujuneb Eesti territooriumil Läti arteesiabasseinist kihti mööda voolava tugevalt soolase vee ja nõrga soolalahuse lahjenemisel ülalt valguva väiksema mineralisatsiooniga vee arvel [1].

On kindlaks tehtud, et kvaternaari setete põhjavee koostise kujunemisel on Eestis märkimisväärselt suur osa sademetel. Näiteks liiva- ja turbaaladel on vees leiduvatest mineraalsooladest

pärit atmosfäärist 80—100%, ülejäänud setetes aga 50—80%, kusjuures kvaternaari vees sisalduva naatriumi ja kloriidid on kõikjal peaaegu täielikult sademed kohale toonud. On välja selgitatud ka agressiivse vee kujunemise põhjused Eesti kvaternaari setetes ning kindlaks tehtud tema leviku seaduspärasused [3, 4].

Põhjavee dünaamika valdkonnas lahendati ja uuriti põhjaveevoolu hüdraulilise rõhu jaotumist kirjeldavaid diferentsiaalvõrrandeid üldkujul antud alg- ja rajatingimuste juures [5]. See võimaldas välja töötada uue põhjavee varude määramise meetodi, mis seni kasutatutega võrreldes annab väiksemate kulutustega suhteliselt täpsema tulemuse.

Koostati vabariigi põhjavee miinimumäravoolu kartogramm, mis oma detailsuse poolest on ainulaadne Nõukogude Liidus. Selleks mõõdeti aastail 1963—1972 jõgede suviseid madalvee-vooluhulki ligi 1000 lävendis [6]. Miinimumäravoolu andmete põhjal on suure täpsusega eraldatavad põhjavee toite- ja drenaažialad, neid andmeid saab kasutada jõgede reostuskoormuse määramisel, veevarustuse ja põllumajanduslike kõlvikute vihmutamise projekteerimisel.

Põhjavee taseme kõikumise vaatlusandmete läbitöötamine võimaldas kindlaks määrata vee tasemete kõikumise režiimi statistilised parameetrid ja konstrueerida põhjavee režiimi üldistatud mudelid. Põhjavee äravoolu ja režiimi uurimise tulemusi kasutatakse Eesti põhjavee bilansi koostamisel.

Alates 1972. aastast tehakse koos Läti, Leedu, Valgevene ja Moskva uurimisasutustega ulatuslikku tööd, mille tulemusena peaks 1973. aastal valmima Baltimaade ja Valgevene põhjavee varude skeem. See annab ratsionaalse aluse põhjavee kompleksseks kasutamiseks, oma laadi ja detailsuse poolest on ta aga unikaalne.

Matemaatilise statistika meetoditega on huvipakkuvaid tulemusi saadud ka Eesti territooriumi hüdrostratigraafilise liigestuse mõningates lõikudes [7].

Tänapäeval on üha märgatavam tööstuse ja põllumajanduse mõju põhjaveele. Seetõttu ongi viimastel aastatel hakatud Geoloogia Instituudis uurima põhjavee koostise muutusi, mida on põhjustanud mitmesugused tehistegurid.

1. Верте А. Основные черты гидрогеологического строения и формирования подземных вод Эстонского артезианского бассейна. — Изв. АН ЭССР. Сер. биол., 1965, № 4, с. 563—586.
2. Pill, A. Merevee mõju pinnasevee keemilisele koostisele Eesti NSV edelarannikul. — ENSV TA Toimet. Keem. Geol., 1971, nr. 2, lk. 169—175.
3. Каризе В. Основные черты формирования состава вод четвертичных отложений Южной Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Сер. физ.-матем. и техн. наук, 1966, № 4, с. 579—592.
4. Karise, V. Eesti pinnasevee looduslik agressiivsus. — Ehitusgeoloogia kogumik, II. Tallinn, 1967, lk. 47—51.

5. Валлнер Л. Нестационарный режим фильтрации одномерного потока подземных вод. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1968, № 1, с. 67—73.
6. Валлнер Л. О применении гидрометрической съемки для уточнения результатов оценки естественных ресурсов подземных вод зоны интенсивного водообмена. — В кн.: Материалы междуведомственного семинара по методике гидрометрической оценки подземного стока в реки. Валдай, 1966, с. 69—81.
7. Йыгар Л. Вычисление параметров водопроницаемости коренных пород (на примере Северо-Восточной Эстонии). — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1972, № 4, с. 368—374.

ALUSKORRA JA LÕHELISUSE UURIMINE GEOFÜÜSIKALISTE MEETODITEGA

E. POBUL

Geofüüsikalisi meetodeid on Geoloogia Instituudis rakendatud peamiselt struktuurigeoloogilistel uurimistel. Vaadeldava perioodi alguseks oli selles uurimissuunas juba olulisi saavutusi, mis kinnitasid nende meetodite efektiivsust aluskorra ja settekompleksi struktuuri uurimisel Eestis. Olid teostatud kompleksed geofüüsikalised mõõdistamised ning vabariigi territooriumi raskusjõu ja magnetiliste anomaaliate uurimised. Geofüüsikaliste andmete interpretatsiooni alusel oli esmakordselt koostatud ka aluskorra geoloogilise ehituse skeem, mis võimaldas sihipäraselt suunata aluskorra struktuuride ja kivimite ainelise koostise edaspidist uurimist. Settekompleksi lasumusriketest, eriti kivimite lõhelisusest tingitud tektooniliste rikete elektromeetrilise uurimisega oli välja selgitatud rikete pindalaline levik Eesti põlevkivibasseini mitmetel kaevandusväljadel.

Käsitletaval perioodil oli geofüüsikaliste uuringute peamiseks eesmärgiks esialgselt kindlakstehtud struktuuride üksikasjalikum tundmaõppimine, mis on vajalik üldistuste tegemiseks uuel tasemel. Samaaegselt osutati suurt tähelepanu uurimismetoodika täiustamisele vastavalt kohalikele looduslikele tingimustele [1].

Kristalse aluskorra struktuuri iseärasuste ja nende füüsikalise karakteristika selgitamiseks kasutati kompleksselt magnetomeetrilist ja gravimeetrilist uuringumeetodit (E. Pobul, H. Sildvee, R. Vaher). Ulatuslike profiilmõõtmistega täpsustati aluskorra struktuuride iseloomu ja piirjooni mitmetes kohtades Põhja- ja Lõuna-Eestis. Saadud andmed võimaldasid eristada üksikuid aluskorra plokke ja murranguid.

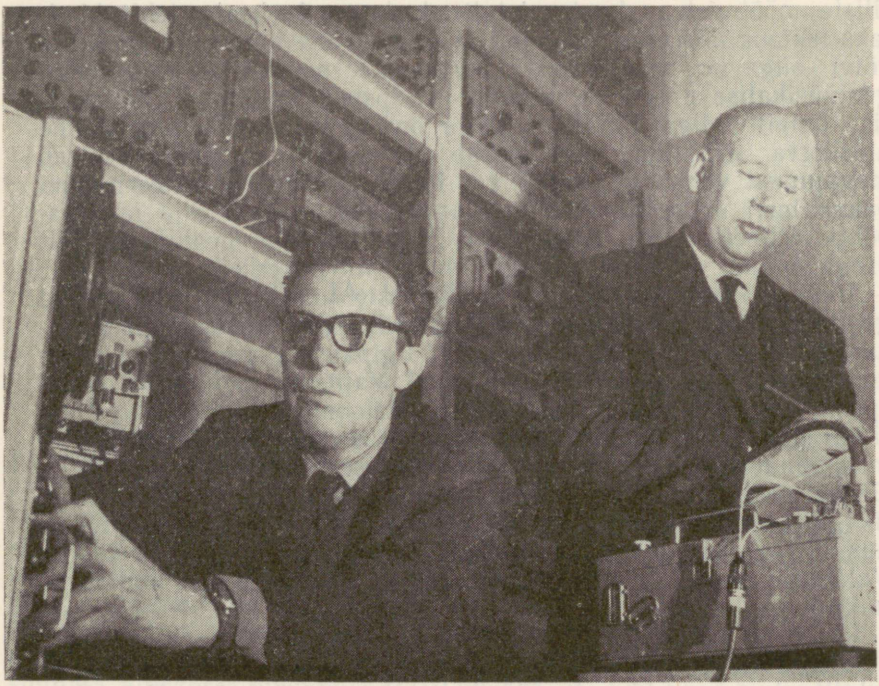
Eestis olid aluskorra suureamplituudilised lokaalsed kerked geofüüsikaliselt prognoositud ja puurimistega kinnitatud ainult Hargla-Mõniste ja Uljaste ümbruses. Geofüüsikaliste uuringumeetodite efektiivsust ja suunavat osa aluskorra lokaalsete kergete väljaselgitamisel tõendas veelkordselt Paluküla kerke avastamine Hiiumaal [2]. Detailsete magnetomeetriliste ja gravimeet-

riliste mõõtmistega kontuuristati aluskorra kerkeala, tehti kindlaks tektooniliste rikete suunad ja paiknemine ning määrati kerke võlvi sügavus maapinnast. Järgnenud puurimised kinnitasid geofüüsikalise prognoosi õigsust ja täpsust. Enam kui 250-meetrise amplituudiga Paluküla kerge on Eestis seni leitud ainuke aluskorra struktuur, mis ulatub üle merepinna (võlv asetseb maapinnast veidi sügavamal kui 10 m). Otsingute kriteeriumina pakub huvi selge korrelatsioon anomaalse magnetvälja ja aluspõhja reljeefi vahel. Selle alusel on Hiiumaal geofüüsikaliselt prognoositud veel teisi lokaalseid aluskorra kerkeid.

Aluskorra ehituse kohalike iseärasuste tundmaõppimiseks olid geofüüsikalise üldmõõdistamise alusel koostatud magnetvälja-kaardid liiga lünklikud, eriti raskelt ligipääsetavate alade ja veekogude osas. Eesti NSV Geoloogia Valitsuse tellimusel viisid spetsialiseeritud üleliidulised organisatsioonid läbi Eesti territooriumi ja akvatooriumi mitmete osade aeromagnetilise mõõdistamise. Saadud uue materjali läbitöötamisel arenes tihe koostöö Geoloogia Instituudi, vabariigi Geoloogia Valitsuse ja Tartu Riikliku Ülikooli geoloogiakateedri vahel. Viimati nimetatud asutustes uuriti aluskorda peamiselt petrograafilises suunas, sest Geoloogia Valitsusel kui sügavpuurimiste teostajal olid kasutada puursüdamike kogud.

Peale kivimite ainelise koostise tundmise on geofüüsikaliste anomaaliate geoloogilisel tõlgendamisel suure tähtsusega ka faktilised andmed kivimite füüsikaliste omaduste kohta. Koos Geoloogia Valitsuse töötajatega on instituudis uuritud aluskorra kivimite tihedust, magnetilist vastuvõtlikkust ja jääkmagnetismi enam kui saja puuraugu ligi 5000 kivimiproovi ulatuses [3]. Kogutud andmete statistiline läbitöötamine võimaldas iseloomustada kogu Eesti NSV territooriumi aluskorra kivimeid ja nende erimeid. Selgus, et kivimite füüsikaliste omaduste järgi on aluskorra struktuurid paremini eristatavad kui petrograafilised objektid. Mõne füüsikalise omaduse kattumise tõttu pole mitmed moondekivimid eristatavad anomaalse välja parameetrite järgi. Sellepärast on oluline puuraukude ratsionaalne paigutus struktuurilise valiku printsiibil. Sügavpuurimiste suunamiseks määrasid Geoloogia Instituudi töötajad kindlaks magnetvälja struktuure mitmetes uurimispiirkondades Põhja- ja Lääne-Eestis. Puuraukude geofüüsikaliselt põhjendatud paigutus võimaldab selgitada konkreetset seost anomaalia ja aluskorra kivimilise koostise vahel ning välja eraldada sarnaseid struktuure ja petrograafilisi objekte, mille petrofüüsikalised omadused peegelduvad hästi anomaalses geofüüsikalises väljas.

Viimasel aastakümnel kogutud geofüüsikalise ja geoloogilise materjali üldistamiseks koostati Geoloogia Instituudis uued, täielikumad magnetilise ja raskusjõu anomaaliate skeemid. Esmakordselt viidi läbi Eesti NSV geofüüsikaline rajoneerimine, mille



Geofüüsikasektori juhataja E. Pobul ja vaneminsener H. Andra geofüüsikalist aparatuuri häälestamas.

tulemusena eraldati välja põhilised eri suurusjärku struktuurid, mis peegeldavad aluskorra plokilist ehitust ja murrangrikkeid. Murrangute statistiline analüüs näitas, et valdav osa murrangrikkeist on seotud maakoore planetaarse lõhelisusega, kohalikud tektoonilised iseärasused aga rohkem diagonaalse lõhede süsteemiga [4]. Geofüüsikaliste andmete uue interpretatsiooni alusel koostati mitmesuguseid struktuurikaarte, milles kajastuvad aluskorra reljeefi ja siseehituse viimaste uurimiste tulemused [5].

Aluskorra plokilise ehitusega on seotud maakoore neotektoonilised liikumised. Nende dünaamikat ja põhjusi on Geoloogia Instituudis selgitatud gravimeetrilise meetodiga [6]. Koostöös Tallinna Polütehnilise Instituudiga rajati ja mõõdeti sisse vabariigi territooriumi eri osades esialgselt 8 gravimeetrilist täpsustugipunkti ning seoti need loodimise täpsusvõrguga. Kuna raskusjõud muutub maakoore liikumise tagajärjel väga vähe, siis avalduvad uurimistöö tulemused alles pärast pikaajalisi kordusvaatlusi, mida tehakse etapiliselt, iga viie aasta tagant. Geoloogia Instituudi poolt 1970.—1972. aastani teostatud kordusmõõtmiste

tulemusena ilmnes raskusjõu muutustes maakoore liikumise üldine tendents ja diferentseerumine. Aluskorra plokilist ehitust arvestades suurendati gravimeetriliste tugipunktide arvu ligi kuuekümneni, mis võimaldab paremini eristada maakoore diferentseeritud plokilist liikumist. Maakoore diferentseeritud liikumiste, aluskorra struktuuride ja settekompleksi rikete vahelist seost on konkreetsemalt uuritud Kirde-Eestis [7].

Aluspõhja lõhelisust ning sellega seotud tektoonilisi rikkeid ja karsti on uuritud samuti peamiselt Kirde-Eestis. Komplekssete geoloogilis-geofüüsikaliste uuringute tulemusena selgitati välja lõhevööndite levik, geoloogiline ehitus ja geofüüsikaline karakteristika. Aluspõhja üldise planetaarse lõhelisuse taustal on Kirde-Eestis eriti intensiivselt kujunenud kirde—edela-suunaline tektoooniline lõhelisus, kusjuures eristatakse regionaalset ja lokaalset tüüpi tektoonilisi rikkeid. Lõhelisuse levikus ilmneb tsonaalsus, mis on tingitud aluskorra plokkide diferentseeritud liikumistest [8].

Arendati edasi lõhevööndite geofüüsikalise uurimise metoodikat (H. Andra). Lisaks põhilisele, elektrilisele takistusmeetodile kasutati kompleksselt mikroseismilist ning väga detailseks uurimiseks mikromagnetilist meetodit. Töötavate kaevanduste läheduses, kus esinevad tugevad elektrihäired, võeti uurimismetoodika täiustusena kasutusele vahelduvvooluaparatuur ja uued mõõteskeemid. Perspektiivne on esmakordselt rakendatud elektritakistuse mõõtmine üheaegselt nii maa peal kui ka maa all (kaevanduskäigus). See võimaldab paremini selgitada rikete iseloomu ja prognoosida tektoonilisi rikkeid kaevanduskäikude suunas [9]. Kirde-Eesti aluspõhja tektoonilisest lõhelisusest ja selle geofüüsikalise uurimise meetoditest annab põhjaliku ülevaate trükiks ettevalmistatud monograafia (Ü. Heinsalu, H. Andra).

1. Побул Э. Геофизические исследования на территории Эстонской ССР. — В кн.: Строение и физика глубинных недр западного региона СССР. Минск, 1969, с. 130—132.
2. Viiding, H., Kala, E., Pobul, E. Paluküla mõistatus laheneb. — Eesti Loodus, 1969, nr. 8, lk. 469—474.
3. Побул Э., Вахер Р., Арвисто Э. Физические свойства пород кристаллического фундамента Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1968, № 4, с. 393—408.
4. Побул Э., Сильдвээ Х. О разрывных нарушениях кристаллического фундамента Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1973, № 1, с. 51—57.
5. Вахер Р. Современная структура поверхности фундамента Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1972, № 3, с. 236—244.
6. Сильдвээ Х. О связи между современными дифференциальными движениями земной коры и локальными аномалиями силы тяжести на территории Эстонской ССР. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1970, № 3, с. 259—262.
7. Хейнсалу Ю., Сильдвээ Х. О связях между современными дифференцированными движениями и зонами разломов в Северо-Восточной Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1971, № 3, с. 260—265.

8. Хейнсалу Ю. Кластические дайки и эпохи развития трещиноватости и карста в Северной Прибалтике. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1971, № 3, с. 251—259.
9. Андра Х., Хейнсалу Ю., Юргенфельд Г. О применении подземного электрического профилирования для изучения закарстованных зон тектонических нарушений. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1967, № 2, с. 126—130.

EESTI VANIMA AJALOO KRONOLOOGIA JA RADIOSÜSINIKUMEETOD

L. JAANITS, A. LIIVA

Kuni 1950-ndate aastate lõpuni oli Eesti vanima ajaloo kronoloogia rajatud arheoloogilistele dateeringutele ja võimaluse piirides ka loodusteaduslikele, esmajoones palünoloogilistele vanusemäärangutele. Seejuures seostati Eesti arheoloogilise materjali dateerimist naaberaladel väljatöötatud kronoloogiliste skeemidega. Kiviaja osas leiti tuge peaasjalikult Soome kronoloogiast, mis rajanes seosele kiviaja asulate ja Läänemere rannajoonte vahel; hilisemate perioodide dateerimine põhines aga metallesemete arenemisel, mis paljude vaheastmete kaudu viidi lõppkokkuvõttes ühendusse Lähis-Ida ja Vahemeremaade kirjalikele allikatele rajaneva kronoloogiaga.

Radiosüsiniku (C^{14}) meetodi kasutuselevõtt avas uusi võimalusi senise kronoloogilise skeemi kontrollimiseks ja täpsustamiseks. Ühena esimestest NSV Liidus asus juba 1960. aastal sel meetodil arheoloogilisi proove dateerima Eesti NSV Teaduste Akadeemia Zooloogia ja Botaanika Instituudi geobiokeemia laboratoorium. Seal on dateeritud üle saja arheoloogilise proovi, millest enamik on võetud Eesti muististest [1]. Tunduvalt on täiustunud kasutatav metoodika nii määramiste täpsuse kui ka määratavate vanuste piiri osas. Kui laboratooriumi esimestel tegevusaastatel võis dateeritavate proovide vanuse ülemmäär ulatuda 30 000 aastani, siis praegu saab määrata proove, mille vanus on ligi 56 000 aastat. See aga tähendab, et mõõtmiste tundlikkus on suurenenud umbes kuuekordseks [2].

Eesti ja lähemate naaberalade vanimaks arheoloogiliseks kultuuriks on mesoliitiline Kunda kultuur, mida 1930-ndatel aastatel tehtud arheoloogiliste ja geoloogiliste uuringute alusel dateeriti boreaalsesse kliimastaadiumi. 1961. aasta kaevamistel Kunda Lammasmäe asulakohalt kogutud söe vanusemäärang C^{14}-meetodil näitas kultuurkihi vanusena 6390±280 aastat e. m. a., kinnitades selle asula varasemat dateeringut [3].

1967.—1968. aastal avastatud asulakoht Pullis Pärnu jõe pare-

mal kaldal Sindi lähedal näib arheoloogilise ainese põhjal kuuluvat Kunda kultuuri vanimasse järku ja on ühtlasi vanimaks teadaolevaks inimasustuse jäljeks Eesti territooriumil. Geoloogia andmeil on Pulli asula eksisteerinud preboreaalse kliimastaadiumi, Joldiamere varasema faasi ajal. Nende andmetega on heas kooskõlas asulakohalt võetud puidu-, söe- ja turbaproovide vanusemäärangud (7650±120 ja 7625±115 aastat e. m. a. — kultuurkihi põhjast; 7350±75 ja 7335±120 aastat e.m.a. — kultuurkihi ülaosast ja pealt), mis dateerivad asula VIII aastatuhande keskpaika või kolmandasse veerandisse e.m.a. [4].

Mesoliitikumi hilisema järgu dateerimisel on suur tähtsus asulakohal Narva jõe vasakul kaldal Joaorus. Seal uuriti kolme üksteise kohal paiknevat mesoliitilist kultuurkihti, mis kohati olid eraldatud puhta liiva vahekihtidega. Nende absoluutse vanuse määramisel sai otsustavaks kõigist kultuurkihtidest võetud söeproovide analüüs C^{14}-meetodil. Analüüsi tulemuste põhjal peaks alumine kiht (proovide vanus 5690±180, 5630±300 ja 5140±230 aastat e.m.a.) kuuluma VI aastatuhande keskossa ja teise poolde, keskmine kiht (5425±190, 4790±250 ja 4070±120 aastat e.m.a) VI aastatuhande lõppu ja V aastatuhandesse, ülemine kiht (3870±200 ja 3350±250) aga põhiliselt IV aastatuhandesse e.m.a. Viimane dateering määrab ühtlasi mesoliitikumi ligikaudse lõpu Eesti alal, sest ülemisest mesoliitilisest kihist kõrgemal paiknes Joaoru asulas neoliitiline kultuurkiht, mille vanuse määramiseks radiosüsinikumeetodil võimalusi ei olnud [5].

Mõnevõrra komplitseeritum on neoliitiliste kultuuride dateerimine. Eesti vanim neoliitiline kultuur on põhiliselt edasi arenenud kohalikust mesoliitilisest kultuurist. Uudsena on tulnud kasutusele keraamika, mille ilmumisest arvestataksegi noorema kiviaja algust.

Vanima neoliitilise muistisena Eestis tuntakse Kääpa asulakohta Võhandu jõe kaldal, mille algusdaatumiks on kultuurkihi põhjast võetud turbaproovi vanusemäärang 2915±235 aastat, seega tõenäoliselt III aastatuhande esimene veerand e.m.a. Palünoloogilistel andmetel on asula tekkinud atlantilise kliimastaadiumi lõpul. Umbes samasuguse vanusega on mõned Tartu laboratooriumis määratud proovid Läti varaneoliitilistest asulatest (Zvejsalasest 2955±70, Sārnatest 2750±250 ja 2680±70 aastat e. m. a.) ja Pihkva oblasti lõunaosas paiknevast Usvjatõ IV asulast (2880±80 aastat e. m. a.). Tunduvalt suurem vanus on aga Leningradis NSV Liidu Teaduste Akadeemia Arheoloogia Instituudi laboratooriumis analüüsitud proovideseerial Ida-Läti Osa asula varaneoliitilisest kultuurkihist (3930±80—3780±50 aastat e.m.a.), mis seega peaks pärinema IV aastatuhande esimesest veerandist e.m.a. Et Eestiski võidakse avastada varasemaid neoliitilisi asulaid, siis peab neoliitikumi alguse täpsem dateerimine jääma edaspidise uurimistöö ülesandeks.

Raskusi on Eesti neoliitikumi keskmisele etapile iseloomuliku kammkeraamika kultuuri täpsema dateerimisega. Stratigraafiliselt on see varaneoliitilisest kultuurist hilisem, tema otseseks dateerimiseks C^{14}-meetodil pole aga Eestis seni avanenud võimalusi. Kaudselt võiks kammkeraamika kultuuri dateerida paar vanusemäärangut (2530±255 ja 2400±220 aastat e. m. a.) Kääpa asula kultuurkihi ülaosast. Neile lähedased on ka mõned Leningradis analüüsitud proovid (2570±120 ja 2300±50 aastat e. m. a.) Ida-Läti Piestiņa asulakohast, mille keraamika on läti arheoloogide uurimistulemuste kohaselt arenenud kohalikust vanimast keraamikast kammkeraamika kaasmõjul. Mõned proovid (3310±70 ja 2900±60 aastat e. m. a.) Ida-Läti Sulka asulakoha kultuurkihi alt, mida läti arheoloog I. Loze on seostanud kammkeraamika kultuurile vahetult eelneva ajaga [6], ei dateeri siiski seda kultuuri ennast. Olemasolevate andmete järgi on seega tõenäoline, et kammkeraamika kultuur saabus Eesti ja Läti territooriumile umbes III aastatuhande keskpaiku e. m. a.

Hilisneoliitikumist on mitmete vanusemäärangute abil dateeritud subboreaalsesse kliimastaadiumi kuuluvat Tamula asulakohta Kagu-Eestis. Kultuurkihi põhjast võetud turbaproovi vanuseks määrati 2350±70 aastat e. m. a. Sama asula alal olevast hauast saadud puit dateeriti 2130±100, kultuurkihist leitud põdraluu aga 2100±180 aastasse e. m. a. Need vanused dateerivad asula olemasolu varasemat etappi, mida iseloomustab varaneoliitilise keraamika ja kammkeraamika vastastikuste mõjutuste tulemusena kujunenud hilisneoliitiline keraamika. Asula lõppetapi vanuse annab läbi kultuurkihi löödud vaia dateering — 1650±180 aastat e. m. a. Sel ajal kasutati asulas vähesel määral ka nöör- ja tekstiilkeraamikat. Mitmeid eeltooduile lähedasi dateeringuid on saadud ka Läti hilisneoliitilistest asulatest võetud proovide analüüsimisel.

Samal ajal kui Baltimaadel oli levinud hilisneoliitiline küttijate ja kalastajate kultuur, siirdus siia lõuna poolt koduloomapidamise ja maaviljelusega tegelevaid hõime, keda arheoloogias esindab venekirvesteehk nöörkeraamika kultuur. Mõlemad kultuurid püsisid ja arenesid pikema aja kestel paralleelselt. Arheoloogiliste andmete põhjal kalduti seni oletama, et venekirvesteste kultuur saabus Baltimaadele ja siitkaudu ka Soome II aastatuhande algul e. m. a. Viimasel ajal Tartus ja Kölnis tehtud C^{14}-määrangud näitavad aga, et vanimaid selle kultuuri muistiseid tuleb nii Leedus (2170±80 aastat e. m. a.) kui ka Soomes (2180±80 aastat e. m. a.) dateerida III aastatuhande lõppsajandeisse. Niisama vara peaks venekirvesteste kultuur olema saabunud ka Eestisse.

Varasest pronksiajast pärinevaid muistiseid tuntakse meil alles vähe ja neidki pole õnnestunud seni radiosüsinikumeetodil dateerida. Hilispronksiaega kuuluvast Asva kindlustatud asulast võetud söeproovi vanuseks on määratud 635±50 aastat e. m. a., mis ligikaudu vastab V. Lõugase arheoloogilisele dateeringule — 8.—7.

sajand e. m. a. Huvipakkuv on, et samasse aega on C^{14}-meetodil dateeritud ka Asva lähedal paiknevate Kaali meteoriidikraatrite tekkimine (710±250 ja 580±130 aastat e. m. a.).

Varasesse rauaaega (420±210 aastat e. m. a.) on radiosüsinikumeetodil dateeritud Siimusaare asulakoht Võrtsjärvest põhja pool, mille arheoloogiline materjal pakkus vanuse täpsemaks määramiseks vähe andmeid.

Alates meie ajaarvamise algusest on rauaaja arheoloogiline kronoloogia tunduvalt täpsem kui kivi- ja pronksiaja oma. Seetõttu oleks võimalik radiosüsinikumeetodil rauaaja kronoloogiat täpsustada üksnes suure hulga vanusemäärangute seeriate abil. Viimastel aastatel ongi suuremat rõhku asetatud just rauaaja muististe dateerimisele. On analüüsitud peamiselt linnuste puitehituste söestunud jäänustest võetud proove, mida saab seostada kindlate, stratigraafiliselt järjestuvate ehitusjärkudega. Praegu on käsil mitme seeria (Unipiha, Alatskivi) arheoloogiline interpreteerimine, mille alusel saab ehk teha mõne olulisema järelduse keskmise rauaaja linnuste vanuse kohta.

Arvestatavaid tulemusi on C^{14}-meetodil saadud mõnede selliste muististe dateerimisel, mille kohta ei ole küllaldaselt arheoloogilist ainest. Nii on Tallinnast läänes asuv Padise linnamägi dateeritud sel viisil 7.—8. sajandisse (710±70 aastat m. a. j.); näib, et seda on uuesti kindlustatud veel 13. sajandil (1170±100 ja 1320±±100 aastat m. a. j.) [7]. Koorküla Valgjärve põhjas lebavad palkehituste jäänused on dateeritud aga 6.—7. sajandisse (580±±60 aastat m. a. j.), seega samasse perioodi, millal olid kindlustatud paljud Lõuna-Eesti linnamäed [8].

Noorema rauaaja kohta on radiosüsinikumeetodil seni kõige üksikasjalikumad dateerimistulemused saadud Viljandist lõuna pool paiknevalt Sinialliku linnamäelt. Kaevamistel 1967—1969 tegi J. Selirand seal kindlaks kolme ehitusjärgu olemasolu. Neist esimene kuulub 10. sajandi lõppu — 11. sajandi algusesse (995±±80 ja 1020±50 aastat m. a. j.), teine — 11. sajandi teise poolde ja 12. sajandi esimesse poolde (1080±60, 1085±70 ja 1129±60 aastat m. a. j.), kuna kolmandat pole C^{14}-meetodil dateeritud. Peale konkreetse linnuse dateerimise osutavad need tulemused, et kedrakeraamika oli Võrtsjärvest lääne pool levinud juba hiljemalt 11. sajandi algupoolel, kuna aga varasema arvamuse kohaselt piirdus kedrakeraamika levik sel ajal vaid Ida-Eestiga.

Radiosüsinikumeetodiga on saavutatud Eesti vanima ajaloo kronoloogia täpsustamisel juba küllaltki märkimisväärseid tulemusi, eriti kiviaja kronoloogia osas. Teha on siiski veel rohkesti. Edasist täpsustamist vajab näiteks mesoliitikumi lõpu — neoliitikumi alguse piir, kammkeraamika ja venekirveste kultuuri algus ja kestus, iseäranis aga periood hilisneoliitikumist varase rauaajani. Kindlasti oleks vaja dateerida ka mõningaid panustevaeseid kalmetüüpe (kivikirstkalmed, kääpad). Edasise töö edukus

sõltub aga suuresti uuritavatest muististest, sest kaugeltki mitte igalt muistiselt ei ole võimalik saada dateerimiseks sobivaid proove.

1. Лийва А., Ильвес Э., Пуннинг Я.-М., Ринне Т. Список радиоуглеродных датировок Института зоологии и ботаники Академии наук Эстонской ССР. Сообщения I—V. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1966, № 1, с. 112—121; 1967, № 4, с. 408—414; 1968, № 4, с. 426—430; 1969, № 4, с. 417—426; 1971, № 2, с. 174—178.
2. Пуннинг Я.-М., Лийва А., Ильвес Э. Усовершенствованная методика определения абсолютного возраста по природному радиоуглероду. — Изв. АН ЭССР. Серия физ.-матем. и техн. наук, 1966, № 2, с. 211—222.
3. Jaanits, L. Über die Ergebnisse der Steinzeitforschung in Sowjetestland. — Finskt Museum LXXII. Helsingfors, 1965, S. 5—46.
4. Янитс Л. Мезолитическое местонахождение в Пулли. — В кн.: Археологические открытия 1969 года. М., 1970, с. 338—339.
5. Лийва А., Ильвес Э., Янитс Л. Радиоуглеродное датирование некоторых археологических памятников Прибалтики. — В кн.: Археология и естественные науки. М., 1965, с. 46—50.
6. Лозе И. Абсолютная датировка памятников каменного века Восточной Прибалтики методом измерения радиоактивного углерода (C^{14}). — Изв. АН Латв. ССР, 1971, № 1, с. 64—69.
7. Saadre, O. Padise Vanalinna mägi. — Rmt.: Studia archaeologica in memoriam Harri Moora. Tallinn, 1970, lk. 147—153.
8. Liiva, A., Selirand, J. Muistne ehitis Koorküla Valgjärves. — Eesti Loodus, 1967, nr. 4, lk. 238—240.

EESTI JÄRVEDE TÜPISEERIMISEST

A. MÄEMETS

Eesti järvede komplekssе uurimise esimesel etapil (kuni 1965. aastani) koguti rikkalikke andmeid kõigi tähtsamate Eesti järvede füüsilise geograafia (eriti morfomeetria), hüdrokeemia, taimestiku, füto- ja zooplanktoni, zoobentose, jõevähi, kalastiku ja kalamajanduse, linnustiku jm. kohta ja anti nende alusel soovitused Eesti järvede kalamajanduslikuks kasutamiseks. Sel perioodil uuriti umbes 300 Eesti järve.

Uurimistöö teisel etapil (alates 1965. aastast) on autori initsiatiivil esiplaanile nihkunud Eesti järvede komplekssе majandusliku kasutamise ja looduskaitse teoreetiliste aluste läbitöötamine. Täiendavalt on tundma õpitud mitmete vähe uuritud piirkondade järvi (näit. Põhja-Kõrvemaal, Haanjas, Otepää ja Sakala kõrgustikul jm., kokku 160 järve), läbi viidud komplekssеid sesoonseid uurimistöid 11-l erinevat tüüpi järvel (1971—1972).

Märkimisväärseks saavutuseks Eesti limnoloogias oli enam kui pooletuhandelehekülјelise monograafia «Eesti järved» [1] koostamine 15 autori osavõtul (koostaja A. Mäemets), mis ilmus 1968. aastal. Teos esitab väga mitmekesist materjali 150 tähtsama Eesti väikejärve kohta. Füüsilis-geograafilises ülevaates (E. Varep) on andmed järvede morfomeetria, asupaiga, valgala, setete, läbivoolu, vee läbipaistvuse ja värvuse, reostatuse jne. kohta; hüdrokeemilises osas (H. Simm) antakse vee ammendav keemiline karakteristika; üsna põhjalikku käsitlemist leiavad teoses järvede taimestik (H. Tuvikene), fütoplankton (M. Pork, V. Kõvask), zooplankton (A. Mäemets), zoobentos (Õ. Tõlp), kalastik ja kalamajandus (H. Haberman, N. Mikelsaar, E. Pihu), jõevähk (A. Järvekülg), linnustik (S. Onno), osalt ka folkloor (E. Liiv) ja arheoloogia (L. Jaanits jt.). Teos sisaldab arvukalt fotosid, 94 taimestikuskeemi ja 11 mahukat tabelit faktilist materjali. Koguteose koostamisel oli eesmärgiks anda laiale üldsusele kiiresti käsiraamat meie tähtsamate väikejärvede kohta ning tuua ka esialgsed kala- ja vähimajanduslikud soovitused. Teos on leidnud positiivse hinnangu nii kodu- kui välismaal [2, 3].

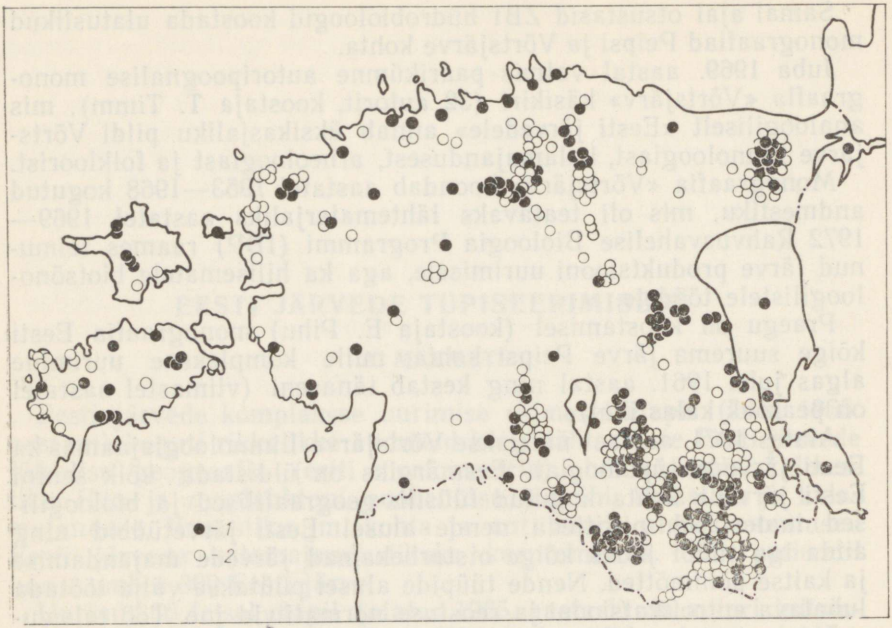
Samal ajal otsustasid ZBI hüdrobioloogid koostada ulatuslikud monograafiad Peipsi ja Võrtsjärve kohta.

Juba 1969. aastal valmis paarikümne autoripoognalise monograafia «Võrtsjärv» käsikiri (32 autorit, koostaja T. Timm), mis analoogiliselt «Eesti järvedele» annab üksikasjaliku pildi Võrtsjärve limnoloogiast, kalamajandusest, arheoloogiast ja folkloorist.

Monograafia «Võrtsjärv» koondab aastatel 1953—1968 kogutud andmestiku, mis oli teatavaks lähtematerjaliks aastatel 1969—1972 Rahvusvahelise Bioloogia Programmi (IBP) raames toimunud järve produktsiooni uurimisele, aga ka hilisematele biotsönoloogilistele töödele.

Praegu on koostamisel (koostaja E. Pihu) monograafia Eesti kõige suurema järve Peipsi kohta, mille kompleksne uurimine algas juba 1961. aastal ning kestab tänaseni (viimastel aastatel on pearõhk kalastikul).

Alates 1971. aastast uuritakse Võrtsjärve Limnoloogiajaamas ka Eesti järvede tüpoloogiat. Eesmärgiks on üldistada kõik senini Eesti järvede kohta kogutud füüsilis-geograafilised ja bioloogilised materjalid, piiritleda nende alusel Eesti järvetüübid ning anda iga tüübi jaoks kõige otstarbekamad järvede majandamise ja kaitse põhimõtted. Nende tüüpide alusel püütakse välja töötada lubatava eutrofikatsiooni ja reostuse normatiivid jne. Töö tulemused kavatsetakse üldsusele kättesaadavaks teha monograafias «Eesti järvede tüpoloogia», mille koostamisele on asunud paarkümmend teadlast mitmest vabariigi teaduslikust asutusest. Selles käsitletakse järvi maastiku koostisosana, analüüsitakse Eesti järvede geneesi ja arengut, inimese mõju, põhjasetteid, hüdroloogiat, hüdrokeemiat, mikrobioloogiat, taimestikku, fütoplanktonit, zooplanktonit, põhjaloomastikku, kalastikku ja kalamajandust, kalaparasiite, vähimajandust, linnustikku ja linnumajandust, arheoloogiat, folkloori, järvetüüpe ja Eesti limnoloogilist rajoneerimist, järvede majanduslikku kasutamist ja looduskaitset. Hüdrobioloogidel on olemas väga ulatuslik lähteandmestik. 1972. aastani on laekunud uurimisandmeid umbes 460 Eesti järve (s. o. 40% järvedest) kohta. Et senine Eesti järvede majandamine ja looduskaitse on olnud juhuslik ning põhinenud ühe või teise isiku subjektiivsetel vaadetel, siis on mainitud uurimistöö suure rahvamajandusliku tähtsusega. Tavaliselt ei ole seni lahendatud neid küsimusi kompleksselt. Maaparanduse ohvriks on langenud palju häid kala- ja vähijärvi, hävinud taim- ja loomharuldusi, reostatud ja risustatud väärtuslikke järvi, kehtestatud paljudel järvedel ebapiisav kaitserežiim jne. Ei ole mõtet püüda järvi teisiti majandada, kui seda võimaldab looduslik järvetüüp, ehkki suurte kulutustega on see vahel ka mõeldav. Erisugune on ka erinevat tüüpi järvede reostustaluvus: oligotroofsed järved on vee madala puhverdusvõime tõttu õige kergesti ülekoormatavad ja bioloogilisest tasakaalust väljaviidavad, eutroofsete järvede reostustaluvus ja enesepuhastus-



Aastail 1951—1972 hüdrobioloogiliselt uuritud Eesti järved.

1 — **kompleksselt uuritud;** *2* — **osaliselt uuritud.**

võime on suurem. Järvetüüpide eristamine ja ühe või teise tüübi harulduse konstateerimine aitab otsustada, milliseid järvi on meie oludes vaja kaitsta. Kui teatav järvetüüp sisaldab mõne uuritud taime- ja loomarühma osas arvukalt haruldusi, siis võib seda oletada kogu ökosüsteemi kohta. Järvede tüpoloogia ongi ökosüsteemide klassifikatsioon.

Esimesed sammud Eesti järvede nüüdisaegse tüpoloogia loomisel astuti juba 1964. aastal [4] Naumanni-Thienemanni-Järnefelti klassikalisest järvede tüpoloogiast lähtudes ja seda Eesti oludega kohandades. Eesti järved klassifitseeriti 5 tüüpi ja 5 alamtüüpi, ühtlasi anti esialgne Eesti limnoloogilise rajoneerimise skeem. Tüpoloogia edasise arendusena, arvestades peamiselt morfoloogilisi, hüdroloogilisi, -keemilisi ja -bioloogilisi näitajaid, eraldati ökoloogilise printsiibi alusel 6 põhitüüpi, 9 alamtüüpi ja 1 suktsessioon, täiendati limnoloogilise rajoneerimise skeemi [5, 6]. 1965. aastal avaldas L. Laasimer [7] oma järvetüüpide süsteemi, milles on eraldatud 5 järvetüüpi.

Nagu näitab uue, lisandunud materjali analüüs, ei iseloomusta praegune järvetüüpide süsteem veel küllaldaselt kõiki Eesti järvi. V. Abrossovi järgi kujutavad senini eraldatud tüübid endast

tegelikult biogeokeemilise aineringluse tsonaalseid tüüpe [8]. Need tüübid tuleb ilmselt omakorda rühmitada järvede morfomeetria, temperatuuri- ja hapnikurežiimi alusel. Aine- ja energiaringlus veekogus sõltub oluliselt järve morfomeetriast, eriti aga vertikaalse stratifikatsiooni olemasolust või puudumisest. Selles suunas ongi Võrtsjärve Limnoloogiajaamas uurimistööd alustatud.

152 põhjalikumalt uuritud järve materjalide matemaatilise töötlemisega püütakse leida korrelatsioone abiootiliste ja biootiliste faktorite vahel. Praegune klassifikatsioon sobib hästi kokku fütoplanktoni materjalidega [9], hea on kokkulangevus ka taimestiku [7, 10], zooplanktoni ja väheharjasusside faunaga [11], selgeid seoseid võib näha järvetüüpide ning kalastiku [5, 12] ja veelinnustiku vahel [13]. Esimesi katseid on tehtud järvede tüpoloogiast lähtuva majandusliku kasutamise ja kaitse teoreetiliste aluste läbitöötamisel [14, 15].

Järvede uurimine on Eesti hüdrobioloogidel traditsiooniline töö. Erinevate järvetüüpide võrdlevaks uurimiseks loovad eelduse meie väikesel territooriumil lähestikku paiknevad väga erinevad looduslikud kompleksid oma õige erinevat tüüpi järvedega. Seetõttu peaks Eesti järvede regionaalne uurimine kestma ka tulevikus.

Edaspidi tuleks selgitada ökoloogilisel printsiibil eraldatud järvetüüpide aine- ja energiaringlus (eriti üksikute lülide produktiivsus ja vastastikune seos), mudasetete formeerumise seaduspärasused, biotsönooside ja ökosüsteemide detailne struktuur, evolutsioon (eriti paleolimnoloogilise materjali alusel), reostustaluvus jne.

1. Eesti järved. Tallinn, 1968, 548 lk.
2. Schräder, T. Eesti järved (Estonian Lakes). — Limnologica (Berlin), 1970, 7, 2, S. 489—513.
3. Thomasson, K. Eesti järved (Estonian Lakes). — Intern. Revue d. gesamten Hydrobiol., 1969, 54, 4, S. 628—629.
4. Mäemets, A. Eesti järvede troofilisest tüpoloogiast. — Rmt.: VII Eesti looduseuurijate päev. Tartu, 1964, lk. 49—51.
5. Mäemets, A. Eesti järvetüüpidest. — Eesti Loodus, 1965, nr. 4, lk. 201—209.
6. Мяэметс А. Гидробиологическая характеристика озер Эстонии. — В кн.: Гидробиология и рыбное хозяйство внутренних водоемов Прибалтики. Таллин, 1969, с. 13—24.
7. Laasimer, L. Eesti NSV taimkate. Tallinn, 1965, 397 lk.
8. Абросов В. Н. О понятии «тип озера». — В кн.: Гидробиология и рыбное хозяйство внутренних водоемов Прибалтики. Таллин, 1969, с. 7—12.
9. Кываск В. О распространении конъюгат в озерах Эстонии. — В кн.: Гидробиология и рыбное хозяйство внутренних водоемов Прибалтики. Таллин, 1969, с. 95—100.
10. Mäemets, Aime. Andmeid mõnede Kagu-Eesti väikeste järvede makrofloorast. — Loodusuurijate Seltsi aastaraamat, 57. kd. Tartu, 1965, lk. 31—49.
11. Timm, T. On the fauna of the Estonian Oligochaeta. — Pedobiologia, 1970, 10, S. 52—78.
12. Mäemets, A. Estonian limnology. Tallinn, 1971, 95 p.

13. Mäemets, A. Preliminary scheme of typology and classification of Estonian waterfowl habitats. — In: Estonian Contributions to the International Biological Programme I. Tartu, 1970, pp. 134—146.
14. Mäemets, A. Eesti järvede kasutamise ja kaitse teaduslikest alustest I. — Eesti Loodus, 1971, nr. 9, lk. 556—560.
15. Mäemets, A. Eesti järvede kasutamise ja kaitse teaduslikest alustest II. — Eesti Loodus, 1971, nr. 10, lk. 590—594.

KVANTITATIIVSETE MEETODITE RAKENDAMISEST TAIMEKOOSLUSTE UURIMISEL

T. FREY

Geobotaanika on läbinisti kirjeldav teadus: tema peamiseks ülesandeks on välja selgitada, kuidas taimed kasvavad. Seejuures peetakse silmas mitte niivõrd seda, mida nad kasvuks vajavad (toiteelemendid, vesi, valgus, soojus), vaid seda, kuidas üksikute taimeliikide kasvualad (looduslikud areaalid) maakeral paiknevad (taimegeograafia) ja milliste liikidega koos (millises taimekoosluses) vaadeldav taim kasvab (fütotsönoloogia). Vajadus seda laadi kirjeldavaks tööks tuleneb otseselt praktika vajadustest. Tänapäevalgi on suured alad Siberis, troopilises Aafrikas ja Lõuna-Ameerikas ning mujal veel täiesti inventeerimata ja järelikult on raske koostada vähegi konkreetseid nende piirkondade majanduse arendamise plaane.

Sellises olukorras on arusaadav, et geobotaanikute jõupingutused on olnud rohkem füüsilist kui vaimset laadi. Siiski toimus 60-ndate aastate algul murrang. Tänu ameerika metsateadlase John T. Curtise ettevõtlikkusele algas taimeökoloogia (inglise keeles taimeökoloogia ja geobotaanika vahel vahet ei tehta) kiire matematiseerumine. Oluliseks tõukeks maailma mastaabis oli inglise botaaniku Peter Greig-Smithi käsiraamatu «Kvantitatiivne taimeökoloogia» ilmumine (1957, ingliskeelne kordustrükk 1964, vene keeles 1967, eestindus 1969). Umbes samal ajal tõusis päevakorrale ökoloogia (s. o. küsimused, mida taim kasvuks vajab ja missugustes proportsioonides, — nn. produktsiooniökoloogia).

Eesti NSV Teaduste Akadeemiasse jõudsid uued tuuled peagi. Juba 1962. aastal võeti Zooloogia ja Botaanika Instituudis matemaatilised meetodid kasutusele geobotaanikas. Instrumentaalse (s. o. kvantitatiivse) ökoloogia edendamine algas Eestis mõnevõrra hiljem.

Matemaatilisi meetodeid rakendatakse tänapäeval eranditult kõigis teadusharudes (andmete statistiline töötlemine jms.), kuid geobotaanikas on neil meetodeil olnud eriline osa. Nimelt sisal-

dab see teadusharu mitmeid sõlmprobleeme, mille lahendamine pole matemaatiliste meetoditeta mõeldavgi. Kuuekümnendate aastate künnisel olid põhiprobleemideks

1) jaotumusanalüüs,
2) kontiinumiprobleem,
3) süsteemsuse ja informatiivsuse küsimused.

Jaotumusanalüüsiga oli selleks ajaks juba üsna kaugele jõutud [1], mistõttu meilgi algas töö selles suunas. Et varasemad uurijad olid enamasti töötanud avakooslustes (rannaniidud, luited, aasad ja luhad), siis oli oluline kindlaks teha, kuivõrd sobivad on jaotumusanalüüsi meetodid metsade uurimiseks.

Et puude jaotumine maapinnal, samuti jämedus- ja kõrgusklasside vahel vastab vanemates puistutes enam-vähem normaaljaotusele, oli metsanduses juba ammu teada; alarinnetele (põõsa-, rohu- ja samblarindele) seevastu oli pööratud seni väga vähe tähelepanu. Ökoloogia seisukohalt on alarinnete uurimine aga märksa olulisem, sest sellal, kui puurindes on tavaliselt üks-kaks liiki, leidub neid alarinnetes 100 ja rohkemgi. Loomulikult leidub alarinde 100 liigi hulgas niisuguseid, mille käitumine (hulk, paiknemine) iseloomustab keskkonnategureid märksa tundlikumalt kui puurinde liigid (mille lai juurekava ulatub mitmesse, mulla ja mikrokliima poolest erinevasse kasvukohaossa). Rohurinde liikide juurekava piirdub enamasti mõne ruutdetsimeetriga ja järelikult sõltub rohttaim tingimustest, mis nii väikesel pinnal on praktiliselt konstantsed. Järelikult, kui vaadeldava rohurinde liigi jaotumus (maapinnal) kaldub juhuslikust kõrvale (on regulaarsem või siis grupeerunud), võime oletada, et liigi vitaalsuse ja püsimise määrab tegur, mille jaotumus annab samasuguse mustri.

Töö käigus selgus, et üldkasutatavad statistilised meetodid pole taimkatte uurimisel alati rakendatavad. Kui vaadeldava taime indiviide tuleb pinnaühiku kohta väga vähe (paljuliigilise rohurinde puhul see enamasti nii ongi) või kui ühe liigi esindajaid on väga palju (näit. jänesekapsast kuusemetsa all), on mitmed statistilised jaotused vaatlusandmetega ühteviisi heas kooskõlas, kuigi igaüks neist tohiks sobida vaid teatud kindla jaotumustüübi puhul.

Probleemi paremaks mõistmiseks asuti kombinatsioonide empiirilisele uurimisele. Töö tulemusena modelleeriti taime vaadeldud arvukuse ja teoreetiliselt võimaliku arvukuse suhtele ning vaadeldud arvukuse varieeruvuse ja teoreetiliselt võimaliku varieeruvuse suhtele tuginev nn. jaotumusväli [2, 3, 4, 5]. Viimane on puhtmatemaatilisest aspektist küll üsna triviaalne lahend, kuid võimaldab mingi jaotumustüübi üheselt defineerida.

Järgnevalt uuriti looduslikus taimkattes vaadeldavat «kombinatoorikat» kahe liigi puhul üheaegselt (ühe liigi jaotumusele tuginevate järelduste usaldusväärsus on siiski väike). Niinimetatud 2×2 tabelite rakendamisel taimkatte puhul on kitsaskohaks asjaolu, et sageli jääb üks lahtritest tühjaks. Iseendast on see uurita-

vale objektile iseloomulik ja proovide arvu suurendamine ei anna tulemusi. Kui näiteks 2 liiki on mõlemad väga arvukad ja jaotuvad maapinnal korreleeritult, kalduvad nad mõlemad esinema kõigis vaadeldavates proovides ja ei puudu üheaegselt üheski proovis. Sellest tuleneb aga arvutuslik negatiivne korrelatsioon. Kui proovipinda vähendada, esinevad nad küll ühekaupa, kuid ei mahu nüüd samasse prooviruutu üheaegselt. Tulemuseks on jällegi negatiivne korrelatsioon. Vahepealne ruudusuurus annab aga nulli lähedase tulemuse. Uurides prooviruudu suuruse mõju liikidevahelisele koosesinemisele, jõuti järeldusele, et optimaalne on selline prooviruudu suurus, mille puhul enamik liike annab keskmiseks arvukuseks $-\log_e {}^1/_2$ taime 1-m²-se ruudu kohta ehk juhuslikul jaotumusel 0,7 maksimaalsest (siis on jaotumusvälja lahutusvõime suur, tühjade ruutude tõenäosus 2×2 tabelis minimaalne). Teiste sõnadega, geobotaanika põhimõistel *minimaalruum* ei saagi õiget sisu olla, sest igal liigil on oma minimaalruum, mille suurus oleneb nii liigi arvukusest, arvukuse varieeruvusest kui ka taime enese suurusest (vrd. jänesekapsast ja sõnajalga).

Edaspidi vaadeldi 2×2 tabeli probleemi puhtstatistilisest aspektist. Kuivõrd vaatlusala liigirikkus (S) on etteantud suurus, liikide esinemine ja puudumine ruutudes aga jaotuse tulemus (samuti kui nende üheaegne esinemine või puuduminegi), siis 2 liigi ülepinnaliste arvukuste A ja B puhul kirjeldab jaotumust ka ainult koosesinemine C. Arvutused aga lihtsustuvad tunduvalt, kui võrrelda vaadeldud C väärtust teoreetilisega C_p (mis vastaks normaaljaotusele). Kui vaadeldud C on suurem kui C_p, on tegemist binoomjaotusele vastava, ja kui $C<C_p$, nakatusjaotusele vastava olukorraga. Tuletanud sellekohase valemi, tabuleeriti C_p väärtused minimaalse sammuga kogu mõeldava A, B ja S muutuspiirkonna jaoks [6].

Suhe C/C_p osutus kasutuskõlblikuks ka klassifitseerimise puhul, sest ta võimaldas leida ühtlasi geobotaaniliste sarnasusindeksite statistilise usaldatavuse (tõenäosustaseme). Sellega seoses kaldus edasine töö täielikult kontiinumiprobleemi valdkonda.

Klassikaline geobotaanika eeldab, et looduslik taimkate koosneb kindla ülesehitusega ja liigilise koosseisuga assotsiatsioonidest ja ainult väikestel pindaladel nendevahelistest üleminekutest. Assotsiatsioonid on looduses silma järgi äratuntavad ja neid on otstarbekas kirjeldada pindalal, kus kõik assotsiatsiooni tunnused juba avalduvad (minimaalruum). Minimaalruumi suuruse määramiseks kasutatakse kasvava (2n) suurusega proovipindu, kus tehakse kindlaks liikide arv. Lineaarskaalas väljendatuna leiti, kus liikide arvu ja vastava pinnasuuruse vaheline kõver ilmutab murdepunkti, jõudes platoole. Kuna aga juba Cain näitas [7], et murdepunkt oleneb ordinaat- ja abstsisstelje suhtelisest skaalast, siis sai selgeks, et pinnasuuruse ja liikide arvu vaheline seos on logaritmiline. Sellele vaatamata on assotsiatsioon praegugi geo-

botaanikas ametlikult kasutatav kaardistamisühik (parema puudumisel).

Alates Curtise [8] töödest figureerib uuesti Gleasoni [9] poolt arendatud kontiinumiteooria, mis assotsiatsiooni eksisteerimise võimalikkustki eitab, väites, et taimkate saaks kahes punktis identne olla vaid siis, kui nende punktide ökoloogilised tegurid, kliimatingimused ja arenguajalugu oleksid täpselt ühesugused. Vastukaaluks assotsiatsiooniteooria formaalsele klassifitseerimishierarhiale vaadeldakse selles teoorias taimekoosluste varieeruvust nn. hulkmõõtmelises ruumis.

Hulkmõõtmelises ruumis paiknevad 2 taimkattekirjeldust *A* ja *B* teineteisele seda lähemal, mida suurem on neil ühiste liikide (*C*) protsent. *A* ja *B* ei ole harilikult võrdsed. Sellest tuleneb *C* jaotuse ebasümmeetria, mille hindamiseks oli vaja sisse tuua kõigi vaadeldavate taimkattekirjelduste summaarne liikide arv (*S*). Niisiis sobib suhe C/C_p hulkmõõtmelise ruumi puhul ainsa sarnasuskoefitsiendina, mille tõenäosustase on arvutatav. Jõudnud sel viisil paljuliigiliste koosluste analüüsimisele, alustati ZBI ja TRÜ (L. Võhandu) koostööna hulkmõõtmeliste ruumimustrite uurimist. Töö tulemusena koostati algoritm hulkmõõtmelise ruumimustri alajaotuste leidmiseks, mis rahuldavad grupisisese varieeruvuse minimiseerimise ja gruppidevaheliste varieeruvuste maksimiseerimise printsiipi [10, 11]. See printsiip osutus viljakaks nii taimeliikide [12] kui taimekoosluste objektiivse klassifitseerimise metoodika loomisel [11], kusjuures ruumimustri klassifitseeritavus on otseselt seotud assotsiatsiooniteooria või kontiinumiteooria vastuvõetavusega.

Klassifitseerimismeetodeid luuakse praegu kogu maailmas (on teada juba üle 50 algoritmi). Põhiliseks takistuseks nende rakendamisel on arvutustöö suur maht. «Minsk-22» jaoks programmeeritud algoritm lubab üheaegselt vaadelda kuni 256 kirjeldust.

Seepärast pöörati edaspidi tähelepanu kvaliteediprobleemile. Sarnasuskoefitsientide rakendamine võrdub sellega, et kõiki liike käsitatakse võrdväärseina. Loogiline on aga oletada, et üks liik kannab rohkem informatsiooni kui teine. Taimekoosluse tunnuste informatiivsuse hindamine informatsiooniteooria vahenditega [13] osutub väga tülikaks, sest igas uues situatsioonis on informatiivsus erinev. Näiteks jänesekapsa esinemismäär on informatiivne kiirgusrežiimi, mitte aga mulla lämmastikuvarude ilmestajana. On küsitav, kas mingit totaalset informatiivsust üldse eksisteeribki; on ju informatiivsus ise valikute hulga (varieeruvuse) statistiliseks mõõduks.

Totaalse informatiivsuse probleemile püüti läheneda vastuülesande korras: defineeriti süsteemi kui terviku informatiivsus ja selle taustal määrati allsüsteemid koos vastavate informatiivsustega ning uuriti üksiktunnuste seost tervikuga. Rakendanud entroopia (määramatuse) mõistet, tuletati valemid taimekoosluse süsteem-

suse hindamiseks [13]. Üksiktunnuste informatiivsuse uurimine ja vastavate arvutusprogrammide koostamine jätkub.

1. Greig-Smith, P. Quantitative plant ecology. Butterworths, 1957.
2. Frey, T. On the phytocoenological value of a species. Detailed study of Estonian spruce forests. — ENSV TA Toimet. Biol. Seeria, 1965, nr. 1, lk. 83—97.
3. Frey, T. The pattern field. — ENSV TA Toimet. Biol., 1967, nr. 1, lk. 70—79.
4. Фрей Т. Некоторые аспекты фитоценотической значимости вида в растительном сообществе. — Ботан. ж., 1966, № 8, с. 1081—1092.
5. Фрей Т. Некоторые математические и фитоценологические аспекты изучения характера размещения вида в фитоценозе. — Труды по ботанике, 1968, № 8, с. 59—70.
6. Frey, T. On the significance of Czekanowski's index of similarity. — Zastosowania Matematyki, 1966, No. 1, pp. 1—7.
7. Cain, S. A. The species-area curve. — Amer. Midl. Nat., 1938, No. 19, pp. 573—581.
8. Curtis, J. T. The vegetation of Wisconsin. An ordination of plant communities. Madison, 1959, 256 p.
9. Gleason, H. A. The individualistic concept of the plant association. — Bull. Torrey Bot. Cl., 1926, No. 1, pp. 7—26.
10. Frey, T., Võhandu, L. Uus meetod klassifikatsiooniühikute püstitamiseks. — ENSV TA Toimet. Biol. Seeria, 1966, nr. 4, lk. 565—576.
11. Фрей Т. Э.-А. Обработка геоботанических описаний методом анализа скоплений с применением критерия К и фенограммы. — В кн.: Методы выделения растительных ассоциаций. Л., 1971, с. 226—250.
12. Raitviir, A. Synopsis of the Hyaloscyphaceae. Tartu, 1970, 115 lk.
13. Фрей Т. Э.-А. Фитоценоз как многомерная стохастическая система. — Бюлл. МОИП, 1970, № 38, с. 237—247.

RAADIOTELEMEETRIA RAKENDAMINE LINDUDE LENNUFÜSIOLOOGIA UURIMISEL

J. KESKPAIK, P. HORMA

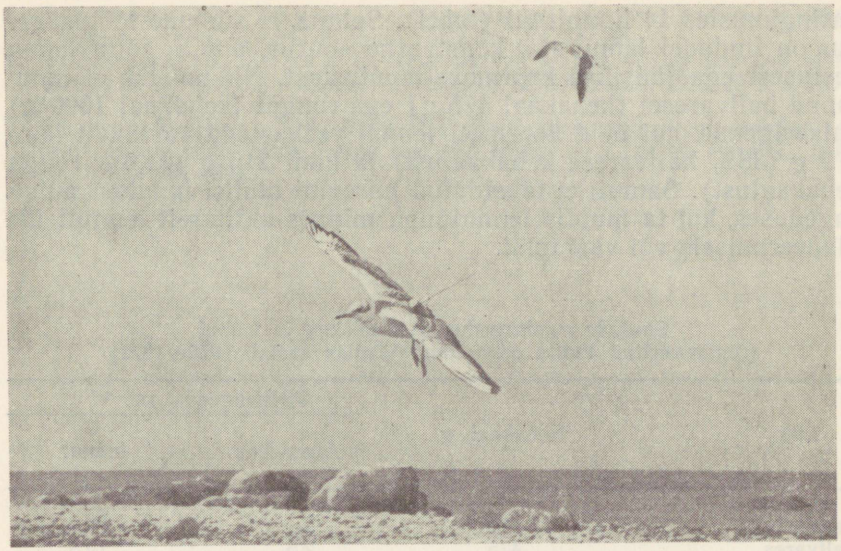
Inimese ja loomafüsioloogia üheks põhiprobleemiks tänapäeval on organismi kui terviku uurimine tema eri elundkondade kaudu mitmesuguse füüsilise tegevuse korral. On välja kujunenud uus uurimissuund — tööfüsioloogia, mis ei piirdu ainult inimorganismi füüsiliste võimete tundmaõppimisega (spordifüsioloogia jne.), vaid vaatleb kogu loomariigis esinevaid füüsilise töö vorme, nagu jooksu, lendu jne.

Imetajate liikumist, eriti aga lindude lendu, saab edukalt uurida ainult katseobjektide liikumisvabadust piiramata, s. t. vabas looduses. See nõuab omakorda spetsiifilisi meetodeid, millest kõige perspektiivsem on raadiotelemeetria rakendamine bioloogias e. biotelemeetria. See meetod tagab katseobjekti piiramatu liikumisvabaduse ning kõrvaldab uurija otsese mõju temale.

Oluline on välja selgitada saatja kui lisakoormuse ja võõrkeha häiriva mõju suurus. Vastasel korral ei ole võimalik hinnata saadava bioloogilise informatsiooni tõepärasust.

Kasutada tuleb võimalikult miniatuurset saateaparatuuri, mille konstrueerimine ja valmistamine on äärmiselt keerukas tehniline ülesanne, sest saateaparatuuri mõõtmete vähendamisel on piir, mille määrab olemasolevate raadiodetailide ja toiteallikate suurus, samuti ka aparatuurilt nõutav töökaugus. Aparatuuri mõõtmete ja kaalu vähendamiseks kasutatakse hädaabinõuna elektronskeemide lihtsustamist, kuid primitiivne aparatuur ei tööta lennul ettetulevates rasketes dünaamilistes tingimustes rahuldavalt. Aparatuuri valmistamisel ja kasutamisel esilekerkivate probleemide lahendamiseks on vajalik tihe koostöö inseneride ja bioloogide vahel.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia Spetsiaalse Konstrueerimisbüroo ja Eesti NSV Teaduste Akadeemia Zooloogia ja Botaanika Instituudi 1967. aastal alustatud ühise töö tulemusena valmis bioloogiliseks uurimistööks ettenähtud kahekordse sagedusmodulatsiooniga raadiotelemeetriaaparatuur, mis koosneb ühe-, kahe- ja neljakanalilistest saatjatest ning vastuvõtjast koos dekodeerimis- ja

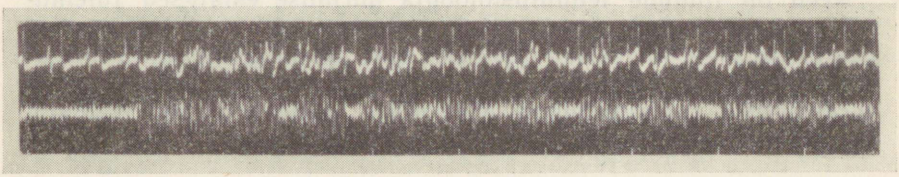


Joon. 1. Naerukajakas (kaal 340 g) 30 g kaaluva raadiosaatjaga.

muude lisaseadmetega. Aparatuuri abil saab registreerida lindude bioelektrilist aktiivsust (EKG, EMG) ja kehatemperatuuri nii laboratoorsetes tingimustes kui ka pikaajalisel lennul looduses kuni 6 km kaugusele. Saateaparatuuri kaal koos toiteallikatega on sõltuvalt mõõtekanalite arvust 30—100 g. Töökestus ühe toiteallikate komplektiga võib varieeruda (vastavalt vajadusele) 1—4 ööpäevani.

Loodud aparatuur võimaldas esmakordselt saada andmeid lindude südametegevuse kohta nende vabal lennul looduslikus keskkonnas [1, 2] (joon. 1 ja 2). Kõik senised teiste autorite katseandmed [3] põhinevad lindude lühemate lendude uurimisel, kusjuures linnud lendasid kas suletud ruumis või nailonnööri külge seotult.

Katsete käigus uuriti südame löögisagedust mitmesugustes len-



Joon. 2. Merikajaka start ja lend ostsillograafi ekraanil. Ülemine joon tähistab pulsilööke (EKG), alumine — tiivalööke (EMG).

nutingimustes 14 linnuliigil (tabel). Selgus, et südame löögisagedus on lindudel lennu ajal konstantne suurus, mis ei sõltu lennu kestusest ega füüsilise koormuse muutustest. Nii näiteks ei muutunud hallvaresel (kehakaal 475 g) ega rongal (kehakaal 1000 g) pulsisagedus, kui neid koormati lennul raskustega vastavalt kuni 179 g (38% hallvarese kehakaalust) ja kuni 216 g (21,6% ronga kehakaalust). Samuti ei täheldatud hiireviul olulisi muutusi pulsisageduses, kui ta muutis lennutüüpi, minnes aktiivselt lennult üle planeerimisele või vastupidi.

Lindude pulsisagedus puhkeolekus ja lennul (registreeritud Puhtu ornitoloogiajaamas aastail 1970—1972)

Liik	Kehakaal, g	Pulsisagedus, sec^{-1}	
		puhkeolekus	lennul
Harakas	200	—	10,1
Hallvares	475	2,5	10,3
Ronk	1000	2,0	9,0
Naerukajakas	340	2,6	9,0
Kalakajakas	420	2,5	10,0
Röövtiir	500	2,2	9,8
Merikajakas	1200	2,0	7,7
Tuuletallaja	230	3,6	10,0
Hiireviu	975	2,0	7,7
Kanakull	1200	2,2	7,8
Kassikakk	2300	2,0	6,0
Sinikaelpart	1400	3,2	7,9
Hallhani	3000	1,7	6,2
Hallhaigur	1800	3,1	7,3

Niisugust nähtust pole seni täheldatud ühegi teise loomaklassi puhul. Tavaliselt sõltub pulsisagedus koormusest. Ilmselt viitab pulsisageduse konstantsus asjaolule, et lendamine on palju raskem töö kui käimine ja jooksmine. Kuid üheks põhjuseks võib olla ka lindude erinev kehaehitus (õhukottide süsteem, erinevused vereringes jm.).

Need on lindude lennufüsioloogia uurimise esialgsed tulemused, mis on saadud aparatuuri ja katsemetoodika väljatöötamise käigus. Suurem töö seisab alles ees, sest lahendamist vajab hingamissageduse ja -sügavuse, kehatemperatuuri ning paljude teiste parameetrite registreerimise metoodika, milleta ei ole võimalik lindude lennu terviklik, plaanipärane uurimine.

1. Кескпайк Ю., Хорма П. Регистрация частоты пульса у птиц в полете. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1972, № 1, с. 78—85.
2. Кескпайк Ю., Хорма П. Температура тела и ЭКГ у морской чайки (*Larus* m. *marinus* L.) в полете. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1972, № 2, с. 109—116.
3. Berger, M., Hart, J. S., Roy, O. Z. Respiration, oxygen consumption and heart rate in some birds during rest and flight. — Z. vergl. Physiol., 1970, No. 3, pp. 201—204.

MÕNEDEST BIOTÕRJELISTEST UURIMISTÖÖDEST ZOOLOOGIA JA BOTAANIKA INSTITUUDIS

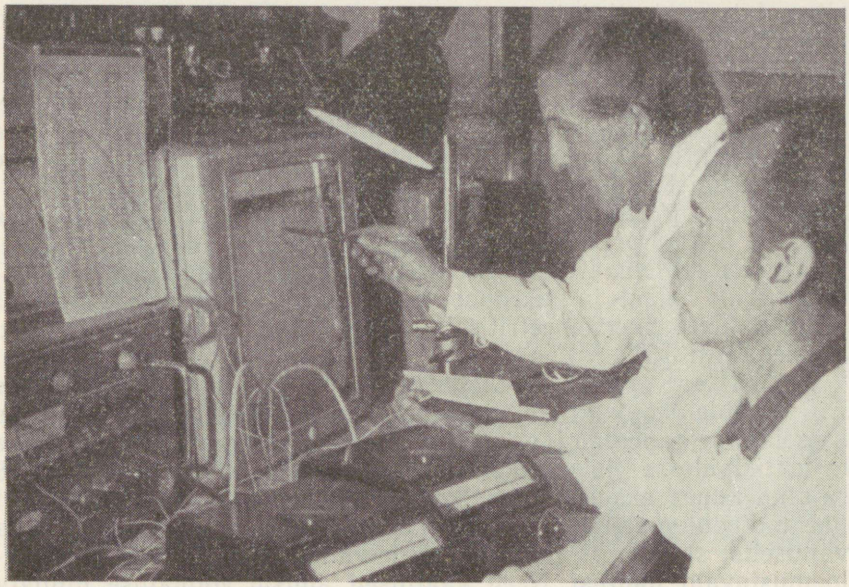
V. MAAVARA

Viimastel aastatel on sageli avaldatud lootust ja isegi veendumust, et tuleviku taimekaitses peaksid valdavaks kujunema mittekeemilised meetodid, nende seas ka bioloogiline tõrje (biotõrje). See tõrjeviis seisneb põllu-, aia- ja metsakahjurite ning umbrohtude arvukuse vähendamises nende looduslike vaenlaste abil. Biotõrjet on seni kasutatud peamiselt võitluseks kahjulike putukatega, kuid perspektiivne on tema rakendamine ka fütonematoodide, parasiitseente ja isegi umbrohtude hävitamiseks [1].

Biotõrje on noorim taimekaitseharu. Tema ulatuslikum kasutuselevõtmine osutub võimalikuks alles pärast vastavate teoreetiliste aluste kujundamist, kusjuures palju sõltub noorte, alles arenevate teadusharude (populatsiooniökoloogia ja -geneetika, mikroevolutsiooni teooria, putukate patoloogilise füsioloogia jt.) arengust.

Meie uurimiste eesmärgiks on kahjurite, parasiit- ja röövputukate ning mikroorganismide ökoloogia ja füsioloogia selgitamine ning koosluste regulatsiooni teooria arendamine. Peab märkima suurt erinevust metsa- ja põllukoosluste vahel. Kui metsabiotsönoosis säilivad ka majandamise tingimustes kõik olulised komponendid, seega ka kahjurite arvukuse looduslikud reguleerijad, siis põllukooslused on tugevasti vaesunud ja kahjurite arvukuse regulatsioonimehhanism lõhutud või puudub. Seetõttu on metsas biotõrje peamiseks ülesandeks olemasolevatele entomofaagidele soodsamate elutingimuste loomine, et muuta nende kasulik tegevus efektiivsemaks. Põldudele on aga sageli vaja sisse tuua uusi komponente [1].

Üks levinumaid primaarseid metsakahjureid meie vabariigis on punakas männivaablane (*Neodiprion sertifer* Geoffr.), kelle vastne toitub männiokastest. Varasemate uurimistega tehti sellel kahjuril kindlaks 8 liigist koosnev parasiitputukate kompleks, misjärel asuti selgitama munaparasiidi *Achrysocharella ruforum* (Krausse) efektiivsuse suurendamise võimalusi. See parasiit hävitas soodsatel aastatel suurtes, pikka aega kestnud punaka männivaablase kah-



Putukate külmakindluse määramine eksperimentaalse entomoloogia laboratooriumis.

justuskolletes 90—98% talvituvatest kahjurimunadest [2]. Kolde arengu varasemas faasis on munaparasiitide arvukus väike, mistõttu neid tuleks noorematesse üle kanda vanadest, hääbuvatest kolletest. Kahjuri hävitamine munastaadiumis, kui ta veel ei kahjusta, on kõige otstarbekam.

Uurimised on näidanud, et kriitiliseks ökoloogiliseks teguriks nii kahjurile kui ka parasiidile on talvised miinimumtemperatuurid. Munaparasiitide külmakindlus on mõnevõrra nõrgem kahjurimunade omast (jaanuari keskel oli allajahtumispunkt parasiidil $-36{,}1 \pm 0{,}12$ °C, munal $-39{,}7 \pm 0{,}36$ °C). Kui talvel temperatuur langes -37 kraadini, hukkusid puudel kõik munaparasiidid, -37 kuni -38 °C põhjustas ka kahjurimunade osalise, -40 °C aga täieliku hukkumise. Seega võimaldab talvetemperatuuri jälgimine prognoosida kahjuri ja parasiidi arvukust [3, 4].

Kuidas munaparasiidi talvitumistingimusi parandada? Männivaablane muneb oma munad okastele septembrikuus, seejärel muneb neisse parasiit; parasiteeritud munad, milles arenevad kireslasevastsed, muutuvad tumedaks ja oktoobris on juba võimalik hinnata parasiteerituse astet. Kui parasiteeritud munadega oksad ära lõigata ja hoida üle talve lume all, on parasiidi edukam talvitumine tagatud. Enne mai lõpul algavat kiresvaablaste väljalendu viiakse oksad kahjurikoldesse. Munaparasiitidel tuleb kahju-

rit oodata septembrini, nende säilimine on edukam seal, kus on rohkem nektaritaimi, millel kiresvaablased toituvad.

Metsakaitselises biotõrjes on viimasel ajal suure poolehoiu võitnud kasulike metsasipelgate paljundamise ja levitamise idee. Meil algasid sellealased tööd Eesti metsades elavate kuklaseliikide leviku ja arvukuse selgitamisega (praegu korraldab kuklaseperede inventeerimist Eesti NSV Metsamajanduse ja Looduskaitse Ministeerium) ning teoreetiliste uuringutega — *Formica rufa* rühma kuuluva 5 liigi populatsioonide morfomeetrilise analüüsiga. Nüüdisaegsete matemaatiliste meetodite rakendamine võimaldas määrata liikide lokaal- ja mikropopulatsioonide diferentseerumise astet ning näidata morfomeetriliselt eristatavate vormide olemasolu kolmel liigil [5].

Palukuklase (*Formica polyctena* Först.) ja arukuklase (*F. rufa* L.) vormide ökoloogiliste omaduste selgitamiseks korraldati seeria katseid sipelgaperede jagamise ja ümberasustamisega erinevatesse metsatüüpidesse ja asukohatingimustesse. Aastail 1966—1968 rajatud kuues eksperimentaalkoloonias jälgiti perede kohanemist uue biotoobiga, territooriumi hõivamist, toitumist, pere kasvu ja vanuselist struktuuri, tunnuste varieerumist populatsioonis jt. iseloomustavaid nähtusi. Need vaatlused andsid võimaluse hinnata vormide ökoloogilist plastilisust, metsakaitselist aktiivsust ja sobivust paljundamiseks.

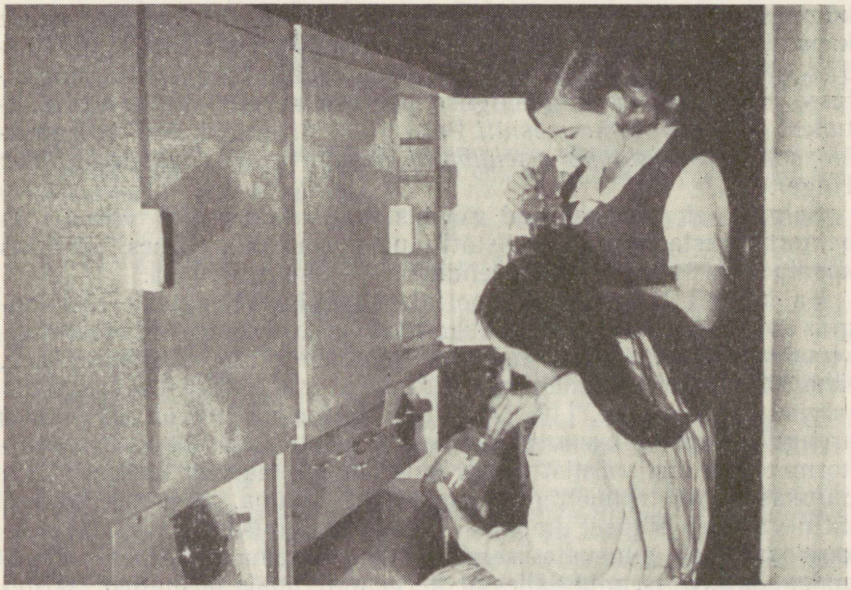
Selgus, et kõige plastilisem ja hõlpsamini paljundatav on palukuklase mustikamänniku-vorm. Palukuklane moodustab kolooniaid — pesade (*resp.* perede) süsteeme, mis on suutelised haarama ning kontrollima ulatuslikku territooriumi. Arukuklase mõlemad vormid on paljundamise ja ümberasustamise suhtes tundlikumad: siirdatud pered ei jää tavaliselt paigale, vaid võtavad ette korduvaid pikki rännakuid parema pesakoha otsimiseks, mis peret tunduvalt nõrgendab.

Suurimaid sipelgakolooniaid moodustab Eestis laanekuklane (*Formica aquilonia* Yarr.), kes asustab peamiselt kuusikuid. Katsed näitasid, et see liik on hõlpsasti paljundatav ja rakendatav profülaktiliseks metsakaitseks kuusikutes. Meie tingimustele vastav sipelgaperede paljundamise metoodika on välja töötatud [6], kuid sel teel loodavate perede kasv on kõigil liikidel ja kõigis metsatüüpides siiski suhteliselt aeglane, mistõttu on vaja selgitada veel nende arengu kiirendamise võimalusi.

Ristõieliste köögivilja- ja söödakultuuride kahjurite uurimine näitas, et entomofaagide efektiivsust saab tõsta nende valmikute toitumistingimuste parandamisega. Luues parasiitputukatele toidubaasi, on neid võimalik juurde meelitada, kaitsta ja nende tegevust tõhusamaks muuta. Paljud parasiitsed kiletiivalised ning kiinlased toituvad meelsasti sarikõieliste taimede nektarist. Nende taimede kultiveerimine põldude naabruses tõstab entomofaagide arvukust ja efektiivsust tublisti. Näiteks kapsaöölase tähtsamate



Biokeemilised andmed on olulise tähtsusega kahjurite ja nende parasiitide füsioloogia uurimisel.



Mikroobse biotõrje katseteks kasvatatakse materjal kindlates valgusrütmi- ja temperatuuritingimustes.

looduslike vaenlaste — kiinkärbse *Ernestia consobrina* Mg. ja käguvaablase *Exetastes cinctipes* — efektiivsus kasvas sarikõieliste taimede läheduses 30—40 protsendilt 90—95 protsendini. Lähtuda tuleb nõudest, et kaugeimalt ristõieliste põlluosalt ei oleks sarikõielisteni (pastinaak, köömen, aedtill, petersell jt.) üle 200—300 meetri. Väiksemate põldude (kuni 0,5 ha) puhul piisab juba mõnest ruutmeetrist sarikõieliste kasvupinnast. Viimaseid võib külvata tee- ja kraaviservadele, küngastele ja mujale, kus põhikultuur ei kasva [7].

Paremate toitumistingimuste loomine soodustab ka metsakahjurite parasiitide tegevust, nagu on näidanud punaka männivaablase munaparasiitide vaatlused [2].

Kapsakärbse ja redisekärbse looduslike vaenlaste (pahkvaablase *Trybliographa rapae* Westw. ja lühitiiblaste *Aleochara bilineata* Gyll. ning *A. bipustulata* L.) eluviisi uurimine selgitas, et ka standardse agrotehnika korral on võimalik neid kasureid säästa ja soodustada, kui täita teatavaid taimekasvatuse nõudeid ning täpselt järgida keemilise tõrje tähtaegu [8].

Mikroobsetest tõrjeagentidest on teadus tegelnud peamiselt bakterite, parasiitseente ja viirustega. Neljas rühm — patogeensed ainuraksed — on vähem tuntud ja nende kasutamisvõimalused alles selgitamisel. Seetõttu alustati 1970. aastal pisieoseliste hulka kuuluvate (putukate mikrosporidioose tekitavate) ainuraksete uurimist. K. Hiiesaar ja L. Metspalu selgitasid Eesti NSV kümnes rajoonis pisieoseliste esinemist ja tegid kindlaks suure kapsaliblika mikrosporidioosi laia leviku [9]. 1972. aastal oli 70—97% selle kahjuri röövikutest nakatunud mitmesugustesse haigustesse. Pisieoselised olid haiguse põhjuseks 9—85 protsendil juhtudest (liigid *Nosema mesnili* Paill. ja *N. brassicae* Paill.). Kapsaöölaselt leiti *Plistophora schubergi* Zwölfer ja *Nosema perezioides* Huger.

Selgus, et pisieoselised soodustavad latentsete viirus- ja bakterhaiguste arengut, mistõttu neid saab mikroobses biotõrjes kasutada «võimendava elemendina» — sünergistidena.

Ka kergelt kulgev mikrosporidioos põhjustab putuka füsioloogias ebasoodsaid nihkeid: putuka kaal ja keha suurus jäävad väiksemaks, väiksem on ka munetud munade (*resp.* järglaste) arv, lüheneb eluiga, väheneb külmakindlus, mis põhjustab suurema talvise surevuse jne. [10, 11]. Pisieoselised mõjutavad ka putuka arengu hormonaalse regulatsiooni mehhanismi, tootes juveniilhormooniga analoogilist ainet, mille mõjul pikeneb vastsejärk ja putukas ei ole võimeline arengutsüklit läbima. Mikrosporidioosi tõttu väheneb sügisel diapausi (talve üleelamiseks vajalikku puhkeseisundisse) minevate isendite hulk. Diapaus muutub labiilsemaks, haiged isendid lähevad kergemini puhkeseisundist aktiivsesse, valmikud ilmuvad enne õiget aega ja võivad toidupuudusest hukkuda. Diapausi ajal on haigete isendite ainevahetus normaal-

sest tunduvalt intensiivsem, mistõttu väikesed reservainete kogused kulutatakse enneaegu ära ja putukas võib surra [12].

Kahjurite komplekstõrje huvides on oluline teada, kuidas mõjuvad pisieoselistele insektitsiidid ja kas neid on võimalik kasutada koos biopreparaatidega. Katsed näitasid, et *Nosema mesnili* Paill. on kasutatav koos Bi-58 ja diptereksiga, kuid antio ja karbofoss mõjusid halvasti spooride idanemisvõimele. Biopreparaatidest on Nõukogude Liidus kasutatavaim entobakteriin. *N. mesnili* spooride lisamine sellele (kontsentratsioon: entobakteriin $3 \cdot 10^5$ või $3 \cdot 10^6$, *N. mesnili* $3 \cdot 10^3$) andis häid tulemusi kõrgemal temperatuuril (20—25 °C) — kõik katsealused röövikud surid.

Uurimistööd neis suundades — eeskätt mikrobioloogilise tõrje alal, parasiitputukate kasutamisel põllu- ja metsakahjurite arvukuse vähendamiseks ning metsakuklaste kasuliku tegevuse soodustamisel — jätkuvad ka lähematel aastatel.

1. Maavara, V. Taimekaitse aktuaalseid küsimusi. Tallinn, 1970, 95 lk.
2. Копвиллем Х. О некоторых экологических особенностях паразита рыжего соснового пилильщика *Neochrysocharis* (*Achrysocharella*) *ruforum* (Krausse). — Сб. научных трудов Эст. с.-х. академии, 70. Тарту, 1970, с. 143—144.
3. Kopvillem, H., Kuusik, A. Punaka männivaablase (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) ja tema munaparasiidi (*Achrysocharella ruforum* Krausse) talvekülmast tingitud suremusest ja selle prognoosimisest. — Metsamajandus. Teaduslik-tehniline kogumik, I. Tallinn, 1972, lk. 83—85.
4. Копвиллем Х., Куузик А. К холодостойкости зимующих яиц рыжего соснового пилильщика *Neodiprion sertifer* (Geoffr.) и его яйцееда *Achrysocharella ruforum* (Krausse). — Изв. АН ЭССР. Биол., 1971, № 4, с. 291—297.
5. Маавара В. Ю. Определение степени дифференциации видов в группе *Formica rufa*. — В кн.: Совещание по объему вида и внутривидовой систематике. Л., 1967, с. 74—75.
6. Maavara, V., Merihein, A. Sipelgate kasutamine metsakaitses. Tallinn, 1968, 57 lk.
7. Копвиллем Х. Капустная моль, ее биология и энтомофаги. Таллин, 1965, 60 с.
8. Kopvillem, H. Kapsakärbse looduslike vaenlaste efektiivsusest. — Sotsialistlik Põllumajandus, 1970, nr. 18, lk. 853—854.
9. Hiiesaar, K. On the effect of microsporidiosis on the European cabbageworm *Pieris brassicae* L. — In: Estonian Contributions to the International Biological Programme, III. Tartu, 1971, pp. 221—226.
10. Metspalu, L. The microsporidian *Plistophora schubergi* Zwölfer as a parasite of Noctuidae. — In: Estonian Contributions to the International Biological Programme, III. Tartu, 1971, pp. 227—232.
11. Хийесаар К. Р., Тальп Л. Р. О микроспородиозах, вызываемых *Plistophora schubergi* Zwölfer и *Nosema polyvora* Blunck. — Сб. научных трудов Эст. с.-х. академии, 70. Тарту, 1970, с. 141—143.
12. Тальп Л. Р., Хийесаар К. Р. О влиянии микроспоридиоза на холодостойкость некоторых бабочек. — В кн.: Холодостойкость насекомых и клещей. Тарту, 1971, с. 131—133.

TAIMEKOLLEKTSIOONIDE RAJAMINE JA TÄIENDAMINE TALLINNA BOTAANIKAAIAS

A. PAIVEL, V. VESKI

Ajavahemik 1965—1972 möödus Tallinna Botaanikaaias taimekollektsioonide intensiivse täiendamise ja uute ekspositsioonide rajamise tähe all, kusjuures peaeesmärgiks oli botaanikaaia avamine külastajaile. Pingelise töö tulemusena avati botaanikaaia tegevuse üheksandal aastal (1970) ekskursioonidele dendraarium ja rosaarium ning 1971. aastal ka äsja valminud kasvuhoone.

Eriti laienes käsitletaval perioodil TBA dendraarium: 1965. aastal rajati pajuliste, 1968. aastal roosiliikide, 1969. aastal sirelite ja 1970. aastal kanarbikuliste osakond, mille tulemusena dendraariumi pindala suurenes 15 ha-ni. Alalistele kasvukohtadele istutati välja 658 uut liiki ja vormi. Taksonite arvu poolest möödus TBA dendraarium meie vabariigi kõigist teistest dendroloogilistest kollektsioonidest: 1972. a. lõpul oli siin esindatud 792 liiki ja vormi (118 okas- ja 674 lehtpuuliiki ja -vormi), kokku 6729 puud ja põõsast. Arvukamalt on dendraariumis käesoleval ajal esindatud järgmised perekonnad: *Rosa* (72 taksoniga), *Syringa* (51), *Rhododendron* (39), *Lonicera* (34), *Acer* (30), *Crataegus* (30), *Picea* (22), *Thuja* (21) ja *Betula* (20). Dendraariumi on seni välja istutatud 144-sse perekonda ja 49-sse sugukonda kuuluvaid taksoneid; domineerivad Ida-Aasia ja Põhja-Ameerika päritoluga liigid, millest paljud on Eestisse introdutseeritud esmakordselt. Haruldasematest liikidest väärivad mainimist mikrobioota (*Microbiota decussata* Kom.), korea abeelia (*Abelia koreana* Nakai), tšoseenia [*Chosenia arbutifolia* (Pall.) Skvorts.], jaapani mooruspuu (*Morus australis* Poir.), korea siilpõõsas [*Oplopanax elatus* (Nakai) Nakai], üheõieline prinseepia (*Prinsepia uniflora* Batal.), hõbe-pühvlipõõsas [*Shepherdia argentea* (Pursh) Nutt.] ja Wrighti lodjapuu (*Viburnum wrightii* Miq.). TBA dendraariumis (ja ka mujal Eestis) kasvavate võõrpuuliikide kohastumise, senise kasvu ja perspektiivsuse kohta on tehtud kokkuvõtteid [1—4].

TBA rooside kollektsiooni kuulub käesoleval ajal (koos dendraariumis kasvavate liikidega) 513 taksonit.

Rooside pookealuste uurimise tulemusena rajati pookealuste

emaistandus (280 istikut). Uuriti ka rooside kasvatamise agrotehnilisi võtteid ja rooside sortimenti [5]. Sortimendi rikastamiseks on aretatud uusi kohalikke roosihübriide (V. Veski, J. Eichfeld). Neist kahte V. Veski aretatud hübriidi ('Tiiu' ja 'Tibiroos') soovitas Põllumajanduskultuuride Sordikatsete Riiklik Komisjon kasvatamiseks meil ja mujal.

TBA kasvuhoonetaimede kollektsioon on aastail 1965—1972 täienenud 465 taksoni võrra; 1972. a. lõpul kuulus sellesse 1470 liiki ja sorti (kaktusi ja teisi sukulente 563, subtroopilisi taimi 205 ja troopilisi taimi 702 nimetust). Kollektsiooni liigiline koosseis on muutunud tunduvalt väärtuslikumaks, sest paljud tavalised, vähest huvi pakkuvad taksonid on asendatud haruldasematega. Uue kasvuhoone valmimise eel töötati kogu kollektsioon põhjalikult läbi nii süstemaatilise kui ka taimegeograafilise printsiibi alusel, mis võimaldas luua ülevaatliku ja teaduslikult põhjendatud ekspositsiooni (V. Roost).

Erilist tähelepanu on osutatud perekonda *Cymbidium* kuuluvate orhideede uurimisele, sest nende kollektsioon on NSV Liidus ainulaadne. On välja töötatud nimetatud orhideede kasvatamise võtted Eesti NSV tingimustes (V. Roost).

Botaanikaaia sibul- ja mugulsibultaimede kollektsiooni kuulub üle 1100 taksoni. 1969. aastal alustati amarülliliste, liilialiste ja võhumõõgaliste ekspositsiooni rajamist, kuhu seni on välja istutatud ligi 300 taksonit, sealhulgas liiliad (21 nimetust), mitmesugused madalakasvulised sibul- ja mugulsibultaimed (158 nimetust) ning iirised (117 nimetust). Alates 1970. aastast on see dendraariumi territooriumil asuv ekspositsioon külastajaile avatud.

Silmapaistvaid tulemusi on Tallinna Botaanikaaias saavutatud sibul- ja mugulsibultaimede aretamisel. Liiliahübriide on saadud 215-st ristamiskombinatsioonist. Saadud hübriidseemikutest tehti valik. On selgitatud, millised kombinatsioonid annavad rohkem roosa- ja kreemiõielisi järglasi [6]. Ekspertiisikomisjon andis kaheksale liiliahübriidile hinde «väga hea» ja kümnele hinde «hea». Need hübriidid on saadetud sordivõrdluskatsetesse.

Gladioole on botaanikaaias 320 sorti ja 225 kohalikku hübriidi (aretajad J. Eichfeld, A. Süvalepp, H. Võsamäe ja E. Asveit). Üheksa paremat J. Eichfeldi ja A. Süvalepa poolt aretatud hübriidi on ekspertiisikomisjoni soovitusel antud tootmisse ja saadetud ka sordivõrdluskatsetesse.

On kokku võetud madalakasvuliste sibul- ja mugulsibultaimede Eestisse introdutseerimise tulemused ning rohkem kui 200 sissetoodud liigi hulgast on välja selgitatud meie vabariigis haljastamisel laialdaseks kasutamiseks sobiv sortiment (81 liiki) [7, 8].

TBA püsililled kollektsiooni kuulus 1972. a. lõpul 2017 taksonit. Viimase 8 aasta jooksul on introdutseeritud 681 taksonit, neist 110 Eestisse esmakordselt. Dendraariumi territooriumile on rajatud astilbede ekspositsioon, kuhu on välja istutatud 43 taksonit.

Haljastamiseks on neist sobivaks osutunud 2 liiki, 8 sorti ja 2 kohalikku hübriidi. On välja selgitatud ka laialdaseks kasvatamiseks sobivad iirised (4 liiki ja 22 sorti) (A. Süvalepp).

Püsililede rühma kuuluvas mägitaimede kollektsioonis on 1344 taksonit, millest 45 liiki ei ole Eestis varem kasvatatud. Mägitaimede uurimise tulemusena on välja selgitatud Eestis kasvatamiseks sobiv sortiment: 185 liiki, 3 alamliiki, 21 teisendit ja 102 sorti, kokku 311 taksonit [9, 10]. 1972. aastal valminud alpinaariumi taimestamist on juba alustatud; sinna istutatakse umbes 1000 taksonit mägitaimi.

1972. aastal rajati ka liivataimede ja Eestis spontaansete sõnajalgade ekspositsioonid. Liivataimi on seni välja istutatud 27 kohalikku ja 30 introdutseeritud liiki (kokku umbes 30 000 taime) (V. Paju), sõnajalgu 8 liiki (250 taime) (Ü. Kukk).

Vaadeldava perioodi jooksul on vabariigi haljastamise tarbeks üle antud 160 000 püsililleistikut (978 taksonit). Peale selle on levitatud ka püsililede seemneid (üle 400 taksoni).

Üheaastaste lillede igal aastal rajatavasse ja alates 1970. aastast külastajaile avatud ekspositsiooni kuulub ligi 500 taksonit.

Pidevalt on tegeldud üheaastaste lillede paljundamise, selektsiooni ja levitamisega. Eesti NSV-s kultiveeritavat üheaastaste lillede sortimenti on rikastatud 112 uue liigi ja sordiga (H. Võsamäe).

1971. aastal saadi Hollandi firmalt Van Dijk & *Co.* vahetuse korras 110 nimetust üheaastaste lillede seemneid. Oma dekoratiivsuse ja meie kliimatingimustes kasvatamiseks sobivuse poolest paistavad eriti silma lillherne, suviastri ja peiulillede sordid.

Šaboonelgi ja suvilevkoi seemnekasvatuse agrotehnika väljatöötamine (H. Võsamäe) on Tallinna Botaanikaaial võimaldanud vaadeldava perioodi igal aastal eliitseemnega varustada mitte üksnes kõiki meie vabariigi lillekasvatusmajandeid (kokku 144,5 kg), vaid ka mõningaid tootmisettevõtteid vennasvabariikides (kokku 6,6 kg).

Tallinna Botaanikaaia taimekollektsioonide kiire kasvu aluseks on olnud sidemete sihikindel arendamine teiste botaanikaaedadega kodu- ja välismaal. Selleks on oluliselt kaasa aidanud TBA seemnete vahetusnimestiku «*Index seminum*» (A. Paivel, A. Pukk, V. Veski) regulaarne väljaandmine ja laialisaatmine (näit. 1972. aastal saadeti see 479 botaanikaaiale ja saadi vastu 244 botaanikaaialt). Seemnete vahetusnimestike põhjal antud tellimuste raames on Tallinna Botaanikaaed 8 aasta jooksul teistelt botaanikaaedadelt saanud 15 680 ja vastu saatnud 48 760 seemnepartiid. Tänu kollektsioonide väärtuslikule liigilisele koosseisule on Tallinna Botaanikaaed suutnud maailma botaanikaaedade vahelisest seemnete vahetusest võrdväärse partnerina osa võtta, millega ta on endale kindlustanud rahvusvahelises ulatuses arvestatava positsiooni.

1. Paivel, A. Uute Kaug-Ida päritoluga puu- ja põõsaliikide introduktsioonist ja kasvatamise esialgseist tulemustest Tallinna Botaanikaaias. — ENSV TA Toimet. Biol., 1969, nr. 1, lk. 79—95.
2. Paivel, A. Sugukond pähklipuulised — *Juglandaceae* Kunth. Sugukond õlipuulised — *Oleaceae* Hoffmanns. et Link. — Rmt.: Eesti NSV floora IV. Tallinn, 1969, lk. 352—401.
3. Paivel, A. Sugukond mooruselised — *Moraceae* Link. Sugukond jalakalised — *Ulmaceae* Mirb. — Rmt.: Eesti NSV floora VIII. Tallinn, 1971, lk. 351—358, 376—390.
4. Paivel, A. Tammed võõrpuuliikidena. — Eesti Loodus, 1972, nr. 9, lk. 523—526.
5. Veski, V. Roosid. Tallinn, 1972, 166 lk.
6. Есиновская В. Описание новых сортов лилий. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1970, № 4, с. 387—389.
7. Картус А. Об интродукции луковичных и клубнелуковичных растений в Эстонию. — В кн.: Материалы к конференции молодых специалистов ботанических садов. М.—Донецк, 1967, с. 14.
8. Kartus, A. Krookuste ja sügislillede introduktsioonist. — Rmt.: Taimede introduktsioonist Eesti NSV-s. Tallinn, 1968, lk. 54—69.
9. Süvalepp, A. Haljastamiseks sobivaid kukeharju. — Sotsialistlik Põllumajandus, 1969, nr. 19, lk. 900—903.
10. Süvalepp, A. Vormirikas püsililledе perekond. — Sotsialistlik Põllumajandus, 1971, nr. 20, lk. 949—952.

LOODUSUURIJATE SELTSI TEGEVUS

H. TRASS

Ajavahemikul 1965—1972 laienes ja süvenes Eesti NSV Teaduste Akadeemia juures asuva Loodusuurijate Seltsi (LUS) tegevus. Kuigi seltsil on pika aja jooksul välja kujunenud oma traditsioonid (selts on asutatud 1853. aastal), võib tema viimaseaegses tegevuses märgata ka uusi jooni seoses loodusteaduste üldise arenguga ja sellise seltsi kui ühiskondliku organisatsiooni funktsioonide laienemise ja muutumisega.

Seltsi tegevliikmete arv on seitsme aasta jooksul kasvanud 598-lt 749-le, usaldusmeeste arv 501-lt 661-le. Seltsil on 13 sektsiooni, 3 komisjoni ja 1 konsultatiivgrupp.

LUS-i temaatiline plaan hõlmab 5 probleemi: 1) taime- ja loomariigi kasutamise ja kaitse bioloogilised alused, 2) organismide individuaalse ja ajaloolise arenemise seaduspärasused, fauna ja floora ajalugu ning orgaanilise maailma loodusliku süsteemi väljaselgitamine, 3) täppisteaduste meetodite rakendamine looduse uurimisel, 4) Eesti NSV regionaal-geoloogiline ehitus ja arengulugu, 5) loodusteaduste ajaloo küsimusi Eestis.

Loodusuurijate Seltsi üheks tähtsamaks ülesandeks on tegevusvõimaluste loomine teaduslikust uurimistööst huvitatud amatööridele. Eriti tuleb esile tõsta saavutusi fenoloogia kõikides harudes (LUS-i fenoloogiliste vaatlejate võrku kuulub üle 300 aktivisti) ning ornitoloogia ja meteoroloogia (äikesevaatlused) mõningate probleemide valdkonnas. Sadade vaatlejate poolt kogutud fenoloogilist materjali on hakatud resümeerima ja avaldama vastavates kogumikes. LUS-i usaldusmeeste poolt läbiviidud fenoloogilised vaatlused ei ole mitte ainult kohaliku tähtsusega, vaid neid kasutavad ka Nõukogude Liidu teiste piirkondade uurijad looduse arengurütmi seaduspärasuste selgitamiseks. Nendest materjalidest on huvitatud samuti välismaa teadlased, sest fenoloogia on teadusharu, mis vajab üldistuste tegemiseks laialdastel aladel läbiviidud vaatluste tulemusi.

Jätkus seeria «Abiks loodusevaatlejale» väljaandmine. Avaldatud 15 brošüüri hulgas on nii metoodilisi juhendeid, fenoloogiliste



IX looduseuurijate päeval Võrtsjärve Limnoloogiajaamas 1970. aastal. Sektsiooni istung.

vaatluste kokkuvõtteid kui ka määramistabeleid üksikute organismirühmade tundmaõppimiseks.

Seitsme aasta jooksul on selts avaldanud 50 mitmesuguse mahuga raamatut. Nende hulgas on seltsi aastaraamatud, täppisteaduste sektsiooni kogumikud, ornitoloogiaalased kogumikud, Eesti looduse kompleksset uurimist käsitlevad tööd, teaduste ajaloo alased uurimused, loodusteaduste filosoofilistele probleemidele pühendatud kogumikud, iga-aastased «Looduse kalendrid», konverentside teesid jm.

Teaduslik-ühiskondliku organisatsioonina, mis ühendab teadlasi ja amatöörteadureid väga mitmesugustest ametkondadest ja asutustest, on Loodusuurijate Selts oma üheks ülesandeks pidanud nõupidamiste ja konverentside korraldamist. Aastail 1965—1972 organiseeris LUS 39 konverentsi, nõupidamist, loengute tsüklit, sümpoosioni, loodusevaatlejate kokkutulekut ja seminari (mõnel juhul oli teiste asutuste kõrval kaasorganiseerija), nende seas ka rahvusvahelisi (Eesti—Soome ornitoloogide päevad Tallinnas 1968. aastal ja Helsingis 1970. aastal) ja üleliidulisi (nõupidamine «Kvantitatiivsete meetodite kasutamine taimkatte struktuuri uurimisel» koos ZBI, FAI ja TRÜ-ga 1969. aastal). Nõupidamiste temaatika on muutunud aktuaalsemaks ja suuremaid loodusteadlaste hulki kokku tõmbavaks (nõupidamised «Kaasaja loodusteaduste filosoofilisi probleeme» 1965. aastal, «Matemaatiliste meeto-

dite rakendamisest loodusteadustes» 1966. aastal, loodusteaduste kirjasõnalise populariseerimise küsimustest 1968. aastal, piiriteaduste metodoloogiast 1970. aastal, amatöörteaduritest ja nende osast teaduslikus uurimistöös 1971. aastal, nõupidamine teemal «Linn — inimene — ökoloogia» 1972. aastal jt.). Mitmel nõupidamisel käsitleti loodusevaatlejate väljaõpet, teaduste ajaloo küsimusi jne. Eesti looduseuurijate vabariiklikeks kokkutulekuteks on kujunenud LUS-i poolt organiseeritud Eesti looduseuurijate päevad (VIII — Viidumäel 1967. aastal, osavõtjaid 320; IX — Võrtsjärve Limnoloogiajaamas 1970. aastal, osavõtjaid 300).

LUS-il on laialdased kontaktid Nõukogude Liidu ja välismaa teaduslike asutuste ja seltsidega. 1972. aastal vahetati väljaandeid 180 asutusega 28 riigist, mille tulemusena raamatukogu (mis oma 108 000 trükiühikuga on suurim spetsiaalne loodusteaduslik raamatukogu Baltikumis) fondid täienesid paljude uusimate teoste ja ajakirjadega.

1. Inimene ja ilm. Toimetaja Ch. Villmann. Tallinn, 1970, 368 lk.
2. Kaasaja loodusteaduse filosoofilisi probleeme. Toimetaja H. Trass. Tartu, 1969, 74 lk.
3. Kivi, H., Kivi, K. Ristikuhaiguste määraja. Abiks loodusevaatlejale, nr. 55. Tartu, 1968, 28 lk.
4. Krall, H., Viljasoo, L. Eestis kasvavad pajud. Abiks loodusevaatlejale, nr. 51. Tartu, 1965, 110 lk.
5. Leivategija, L. Entomofenoloogilised vaatlused. Abiks loodusevaatlejale, nr. 54. Tartu, 1968, 56 lk.
6. Linde kahel pool Soome lahte. III Eesti—Soome ornitoloogide päeva tööd. Toimetaja E. Kumari. Tallinn, 1970, 150 lk.
7. Lääne-Eesti meresaarte linnustik. Ornitoloogiline kogumik, IV. Toimetaja E. Kumari. Tartu, 1967, 204 lk.
8. Lääne-Eesti rannikualade loodus. Toimetaja E. Kumari. Tallinn, 1970, 244 lk.
9. Marvet, A. Eesti taimekoosluste määraja. Abiks loodusevaatlejale, nr. 61. Tartu, 1970, 62 lk.
10. Osakeste ja valguse maailmast. Täppisteaduste sektsiooni toimetised, VI. Tallinn, 1971, 88 lk.
11. Paves, H. Eestis kasvavad lehised. Abiks loodusevaatlejale, nr. 64. Tartu, 1971, 44 lk.
12. Päike, Maa ja atmosfäär. Täppisteaduste sektsiooni toimetised, IV. Tartu, 1967, 144 lk.
13. Ristkok, J. Ihtüofenoloogilised vaatlused Eesti NSV-s 1956—1960. I. Abiks loodusevaatlejale, nr. 58. Tartu, 1969, 96 lk.
14. Ristkok, J. Ihtüofenoloogilised vaatlused Eesti NSV-s 1956—1960. II. Abiks loodusevaatlejale, nr. 59. Tartu, 1969, 118 lk.
15. Ristkok, J. Ihtüofenoloogilised vaatlused Eesti NSV-s 1961—1965. Abiks loodusevaatlejale, nr. 63. Tartu, 1971, 132 lk.
16. Rootsmäe, I., Rootsmäe, L. Rändlindude saabumine Eestisse 1957—1966. I (värvulised). Abiks loodusevaatlejale, nr. 65. Tartu, 1972, 92 lk.
17. Teaduse ajaloo lehekülgi Eestist, I. Toimetaja Ü. Lumiste. Tallinn, 1968, 276 lk.
18. Tähed. Teooria ja tegelikkus. Täppisteaduste sektsiooni toimetised, VII. Tallinn, 1971, 100 lk.

ARENENUD SOTSIALISMI MAJANDUSLIKUD SEADUSPÄRASUSED JA MAJANDAMISMEHHANISMI TÄIUSTAMINE

A. KÖÖRNA, O. LUGUS

Majanduse Instituudi uurimustes on kesksel kohal arenenud sotsialistliku ühiskonna majanduslike seaduspärasuste uurimine, kommunismi ülesehitamise majandusliku praktika ja kogemuste teoreetiline üldistamine, uute efektiivsete majandamismeetodite väljatöötamine.

Aastail 1965—1972 kulges uurimistöö järgmiste probleemide lõikes: a) sotsialismi arengu majanduslike seaduspärasuste analüüs vabariigi rahvamajanduse näitel, b) ühiskondliku tootmise efektiivsuse suurendamine hindade täiustamise ja toodangu kvaliteedi tõstmise teel, c) majandusreformi kogemuste teoreetiline üldistamine ja isemajandamise täiustamine, d) töötajate materiaalse ja moraalse stimuleerimise tõhustamine.

Vabariigi majandusliku arengu tegurite ja seaduspärasuste uurimise käigus arenenud sotsialismi tingimustes analüüsiti rahvamajanduse struktuuri, arengutempo ja efektiivsuse dünaamikast tulenevaid objektiivseid seaduspärasusi. Neid iseloomustavates töödes [1—4] näidatakse toimunud ja perspektiivis asetleidvaid struktuurilisi nihkeid ühiskondliku taastootmise protsessis, majandusliku kasvu tendentse ja tootmise efektiivsuse suurendamise võimalusi rahvamajanduses tervikuna ning ühtlasi tähtsamates rahvamajandusharudes (tööstuses, põllumajanduses, mittetootmissfääris). Uuriti ka rahva materiaalse elatustaseme muutumise seaduspärasusi ühiskondliku tootmise domineerivalt intensiivse arengu tingimustes.

Tootmise efektiivsuse suurendamise reservidest analüüsiti vaadeldaval perioodil esiteks hinnakujundamise täiustamise põhisuundi hindade lähendamiseks toodangu ühiskondlikule väärtusele, hindade perspektiivset planeerimist [5, 6], hindade stimuleeriva mõju suurendamist tehnilise progressi kiirendamisele ja toodangu kvaliteedi tõstmisele [7]. Teiseks käsitleti tööstustoodangu kvaliteedi parandamise teid. Töötati välja kvaliteedi

majandusliku juhtimise süsteemi teoreetilised alused, kavandati kvaliteedi majandusliku stimuleerimise efektiivsed meetodid [8, 9].

Üheaegselt tootmise planeerimise ja materiaalse stimuleerimise uue süsteemi järkjärgulise rakendamisega vabariigi tööstuses asuti üldistama majandusreformi kogemusi. Esimestes uurimustes analüüsiti Eesti NSV-s 1966. aastal uuele majandamissüsteemile üleläinud tööstusettevõtete tööd esimese aasta töötulemuste põhjal. Analüüs näitas, et tootmise planeerimise ja stimuleerimise uus süsteem võimaldab tõsta tootmise majanduslikku efektiivsust, kuid tõi esile ka lahendamist vajavaid probleeme majandusreformi rakendamisel kogu tööstuses, mida uuritigi mitmetes teoreetilistes artiklites [10].

Paralleelselt — vaadeldaval perioodil peaaegu ainsates sellesuunalistes uurimistöödes [11] — käsitleti ka majanduslike juhtimismeetodite arengut ehituses.

Majandusreformi edasine rakendamine Eesti NSV tööstuses võimaldas laiendada uurimisobjekti ning anda põhjalikuma hinnangu reformi tulemustele. Kõrvuti majandusreformi üldiste teoreetiliste probleemide käsitlemisega uuriti aastail 1968—1970 komplekssel tootmise planeerimise ja materiaalse stimuleerimise uue süsteemi mõju tootmise arengule ja efektiivsusele ning üldistati majandusreformi rakendamise tulemusi vabariigi tööstuses. Uurimistöös pandi erilist rõhku meetodite väljatöötamisele, mis võimaldaksid kooskõlastada ettevõtte ja ühiskonna huve toodangu nomenklatuurplaani formeerimisel, tööjõu ja tootmisfondide kasutamisel ning palgafondi planeerimisel.

Töötati läbi tarbimise-tootmise tagasisideme efektiivse funktsioneerimise teoreetilised alused ning tehti rahvamajanduse juhtimise ja planeerimisega tegelevatele organitele mitmeid ettepanekuid tarbija majandusliku mõju suurendamiseks tootjale [12].

Kõrvuti majandusreformi komplekssе käsitlemisega uuriti reformi üksikuid sõlmküsimusi. Anti vabariigi mitmetes ettevõtetes nn. Štšokino-eksperimendi ja Toiduainete Tööstuse Ministeeriumi ettevõtetes tööviljakuse täiendava stimuleerimise eksperimendi rakendamise tulemuste teaduslik üldistus [13]. Riiklikule Plaanikomiteele esitati ettepanekud tööviljakuse täiendava stimuleerimise meetodite juurutamiseks vabariigi üksikutes tööstusharudes.

Aastail 1968—1971 uuriti Majanduse Instituudis ka põhifondide ja kapitaalmahutuste kasutamise efektiivsust majandusreformi tingimustes, eriti põhifondide asendamist ja moraalset kulumist. Töötati välja täiustatud metoodika põhifondide vajaliku asendusfondi määramiseks laiendatud taastootmise erinevate parameetrite korral, analüüsiti moraalse ja füüsilise kulumise osa põhifondide väljalangemisel, uuriti (Eesti NSV kogu tööstuse andmeil) amortisatsiooni osa põhifondide laiendatud taastootmisel ja asendamisel

[14]. Tulemuseks olid mitmed ettepanekud kapitaalmahutuste ja põhifondide kasutamise parandamiseks tööstuses.

Eespool iseloomustatud töödega oli tihedalt seotud isemajandamise täiustamise uurimine. Eelkõige analüüsiti sotsialistliku tootmisüksuse isemajandusliku tegevuse näitajaid, anti hinnang ettevõtte ja kõrgemalseisva organi suhetele ning esitati näitajate süsteem isemajandava tööstusettevõtte majandusliku tegevuse efektiivsuse hindamiseks. Tehtud ettepanekuid kasutatakse mitmetele tööstusettevõtetele automatiseeritud juhtimissüsteemi väljatöötamisel.

Uues majandamissüsteemis on keskse kohal ettevõtete kollektiivide ja üksiktöötajate materiaalne stimuleerimine. Tähelepanu keskpunktis olid sellest valdkonnast materiaalse stimuleerimise fondide moodustamise kord, tingimused ja ergutusfondi stimuleeriva mõju suurendamise viisid [15]. Selgitati, et kuigi kasum on ettevõtte tegevuse hindamise üks kriteeriume ja tootmise efektiivsuse suurendamise stiimuleid, takistavad nende funktsioonide korrektset täitmist puudused kehtivas hindade süsteemis, kasumi jaotamise ning kasutamise korras.

Uurimistöö tulemusena tehti teoreetilise ja praktilise iseloomuga ettepanekuid kasumi jaotamise korra täiustamiseks. Kasumi «vaba jäägi» kompensatsioonita äravõtmise asemel ettevõttelt riigieelarve tuludesse, mis vähendab kasumi stimuleerivat toimet, soovitati kehtestada fikseeritud (rendi)maksud kasutatavatelt tootmisressurssidelt.

Analüüsiti töötajate materiaalse stimuleerimise resultatiivsuse suurendamise võimalusi vahetult palga- ja premeerimissüsteemi täiustamise ning sotsiaalsete abinõude rakendamise teel [16—18]. Peale teoreetiliste järelduste, mis kehtivad sotsialistliku majandussüsteemi kohta üldse, tehti uurimistulemuste põhjal praktilisi ettepanekuid a) kehtiva palgasüsteemi täiustamiseks tootmisharude, tööliikide ja erialade spetsiifikast lähtudes, b) ettevõtte õiguste laiendamiseks insener-tehniliste töötajate ja teenistujate ametipalkade diferentseerimisel, c) insener-tehniliste töötajate premeerimise näitajate täiustamiseks.

Töö tulemusi mõjutavaid sotsiaalseid tegureid on Majanduse Instituudis uuritud alates 1965. aastast. Tähelepanu keskendus insener-tehnilise töö sotsiaalsele aspektile. On käsitletud inseneritöö kasutamise ja hindamise probleeme tööstusettevõtetes ja tööstusministeeriumide konstrueerimis-tehnoloogiabüroodes, uuritud tööliste tööalase initsiatiivi sotsiaal-majanduslikke tegureid, antud praktilisi soovitusi sotsiaalse juhtimise täiustamiseks.

Viimastel aastatel on instituudis intensiivsemalt uuritud Skandinaaviamaade majandusliku arengu tegureid, majanduse struktuuri ja väliskaubandust. On tehtud Skandinaaviamaade ja Eesti NSV majandusliku arengu ning eriti väliskaubanduse efektiivsuse võrdlevat analüüsi. Ühtlasi on pandud rohkem rõhku kodanlike

majandusteooriate kriitikale. Sellealastes ilmunud töödes on analüüsitud eriti konvergentsiteooria modifikatsioone, rakendatuna Eesti sotsialistliku majandusliku arengu suhtes, samuti kritiseeritud piirkasulikkuse teooriat Lääne autorite uuemates majandusteoreetilistes töödes [19].

1. Eesti NSV rahvamajandus IX viisaastakul. Ülesanded ja probleemid. [Peatükkide autorid: A. Veimer, L. Kukke, V. Tarmisto, A. Meressoo, L. Ritso, A. Köörna, E. Vint, A. Korsmik.] Tallinn, 1972, 196 lk.
2. Kukke, L. Eesti NSV tootmise struktuuri analüüs. — Rmt.: Eesti NSV rahvamajanduse aktuaalseid probleeme. Tallinn, 1970, lk. 125—146.
3. Köörna, A. Üheksas viisaastak ja perspektiivplaneerimine. — Eesti Kommunist, 1971, nr. 6, lk. 3—10.
4. Тармисто В. Эстонская ССР в территориальном развитии труда СССР и Прибалтийского экономического района. — В кн.: Вопросы хозяйственного и правового строительства Эстонской ССР. Таллин, 1972, с. 54—90.
5. Habicht, K. Ühest võimalikust muutuva hinna planeerimise meetodist. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnatead., 1970, nr. 1, lk. 22—27.
6. Kareda, E. Hinnamajandamismehhanismi tundlikkusest. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnatead., 1970, nr. 4, lk. 407—414.
7. Рейсенбук Х. Проблемы использования скользящих цен для стимулирования улучшения качества продукции. — В кн.: Экономические вопросы качества промышленной продукции. Таллин, 1971, с. 51—55.
8. Köörna, A. Tööstustoodangu kvaliteedi majanduslik stimuleerimine. Tallinn, 1973, 327 lk.
9. Кёёрна А. Об экономическом механизме управления качеством продукции. — Стандарты и качество, 1970, № 11, с. 55—57.
10. Majandusreform saab teoks. [Peatükkide autorid: O. Lugus, A. Meressoo, M. Vabar, A. Köörna, L. Ritso, R. Otsason, V. Helimets, L. Saat.] Tallinn, 1968, 122 lk.
11. Kask, K., Rooma, Ü. Ehituse efektiivsusest Eesti NSV-s. — Rmt.: Eesti NSV rahvamajanduse aktuaalseid probleeme. Tallinn, 1970, lk. 169—190.
12. Majandusreform ja tarbija. [Peatükkide autorid: A. Meressoo, A. Kala, M. Vabar, A. Köörna, H. Reisenbuk, L. Ritso, R. Otsason, O. Lugus.] Tallinn, 1970, 181 lk.
13. Meressoo, A., Ritso, L. Tööviljakuse materiaalsest stimuleerimisest tööstuses. — Rmt.: Eesti NSV rahvamajandus IX viisaastakul. Tallinn, 1972, lk. 87—124.
14. Отсасон Р. Хозрасчет и сроки службы основных фондов. — Вопросы экономики, 1970, № 11, с. 83—87.
15. Majanduslikust stimuleerimisest tööstuses. [Peatükkide autorid: A. Korsmik, H. Reisenbuk, M. Lepp, M. Vabar.] Tallinn, 1969, 112 lk.
16. Lepp, M. Tehnilis-majanduslike tegurite mõjust tööliste töössesuhtumisele. — TPI Toimet., seeria B, nr. 18. Tallinn, 1967, lk. 41—53.
17. Lepp, M. Insener-tehniliste töötajate töö stimuleerimisest. — Rmt.: Majanduslikust stimuleerimisest tööstuses. Tallinn, 1969, lk. 71—94.
18. Toimet, M. Spetsialistide adaptsiooni mõjutavatest teguritest. — Tehnika ja Tootmine, 1971, nr. 7, lk. 349—351.
19. Кёёрна А. Общественная полезность продукции и теория предельной полезности. — Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, вып. XIV. Тарту, 1970, с. 142—153.

VABARIIGI RAHVAMAJANDUSE OPTIMAALNE PLANEERIMINE

Ü. ENNUSTE, I. KAGANOVITŠ, K. KASK

Eesti NSV rahvamajanduse optimaalse planeerimise teoreetiliste uurimuste ja rakenduslike ülesannete valdkonnas on Majanduse Instituudis jõutud nimetamisväärsete tulemusteni, mistõttu majandusmatemaatiliste meetodite kasutamine on muutunud uurimistöö lahutamatuks, nüüd juba vältimatuks lüliks. Rahvamajanduse perspektiivse arengu prognoosimisest kui instituudi ühe peamise ülesande täitmisest hakkasid seniste põhitäitjate — tööstus-, põllumajandus- ja ehitusökonoomikasektori kõrval edukalt osa võtma rahvamajanduse bilansside ning majanduslike sidemete sektorisse koondunud teadlased. Üksikute tööstusharude ja nende komplekside ning ehituse ja ehitusmaterjalide tööstuse arengu optimaalne planeerimine jätkub aga vastavalt majandusmatemaatika- ja ehitusökonoomikasektoris.

Järgnevalt ongi käsitletud nimetatud ainevalla probleeme ja töid, peatumata tervel hulgal nn. traditsiooniliste meetoditega lahendatud vastutusrikastel planeerimisülesannetel ning jättes kirjeldamata mitmed huvitavad tulemused, mis saadi majandusmatemaatiliste meetodite kasutamisel väljaspool rahvamajanduse ja selle harude arengu planeerimist.

Kogu vabariigi rahvamajanduse efektiivse struktuuri prognoosimine oli esmajoones seotud uurimustega rahvamajanduse kõigi harude arengu dünaamilisest proportsionaalsusest, tootmissfääri efektiivsest struktuurist ja eesmärgiliste näitajate valikust [1—3].

Rahvamajanduse arengu prognoos peab kindlustama kõigi ressursside tasakaalustatuse tootmise-tarbimise protsessis. Seejuures võib prognoosivariant, mis osa näitajate järgi annab häid või rahuldavaid tulemusi, osutuda ülejäänute puhul mitterahuldavaks. Konstruktiivsete ettepanekute tegemiseks on vaja jõuda lahendini, mis kindlustaks rahvamajandusharude arengu efektiivsed proportsioonid kõigi eesmärgiliste näitajate harmoonilise taseme saavutamiseks.

Efektiivsuse näitajad väljendavad vastavate eesmärgiliste näitajate väärtuste suhet. Seega on optimaalsel planeerimisel parima struktuuri prognoosimine mingi efektiivsuse näitaja järgi ekvivalentne ülesandega, kus optimiseeritakse ühe eesmärgilise näitaja väärtus ning ülejäänute rahuldavad väärtused on kindlustatud piiravate tingimustega. Näitajad, mida optimiseeriti, olid valitud sellises järjekorras: toodetud ja tarbitud rahvatulu, tööjõu ja tootmise põhifondide vajadus, väliskaubavahetuse saldo, defitsiitsete ressursside vajadus jne. Peale nimetatud koondnäitajate uuriti veel kitsamate näitajate optimaalsust, näiteks vaadeldi isiklikku ja ühiskondlikku materiaalset tarbimist, tootlike ja mittetootlike kapitaalmahutuste mahtu jne. Peale puhastoodangu optimiseeriti veel puhastulu ja töötasu ning kasumit ja käibemaksu.

Et nende optimiseerimisülesannete lahendusena saadavad efektiivsed tootmisstruktuurid kindlustaksid tootmise-tarbimise ja esmasressursside tasakaalu, selleks tuli ette anda vabariigi rahvamajanduse tootmis- ja tarbimissfääri mitmete parameetrite oodatavad väärtused. Ülesanneteks, mille lahendamise kvaliteet määrab leitavate prognoosivariantide usaldatavuse, olid andmete statistiliste aegridade koostamine ja analüüsimine, tehnika ning mittetootmissfääri arengu uute tendentside arvestamine [3, 4] ja hinnaindeksite prognoosimine [5]. Prognoosivariantide koostamisel oli oluline perspektiivsete sisse- ja väljaveo näitajate, Eesti NSV kaubavahetuse kujunemise hindamine [3, 6—8].

Kirjeldatud optimiseerimisülesannete lahenditena saadud variantide analüüs annab ekspertidele informatsiooni uuteks täpsustusteks. Erilist huvi pakub duaalülesannete lahendite vaatlus. Iga kitsendava tingimuse puhul annab duaalülesande lahend vastuse küsimusele, kui palju sihifunktsiooniks oleva näitaja optimaalne väärtus muutub seoses selle kitsenduse muutmisega ühe ühiku võrra. Näiteks, kui palju tootmisfondide suurendamisel ühe miljoni rubla võrra väheneb tööjõu vajadus. Tulemuste analüüs võimaldab ülesande kitsendavaid tingimusi niivõrd korrigeerida, et mingi ühe näitaja optimiseerimisel saadakse lahend, mis on küllalt hea ka kõikide ülejäänud näitajate järgi, s. t. tagab harmoonilise efektiivse struktuuri.

Perioodil 1965—1972 lahendati Majanduse Instituudis Eesti NSV rahvamajandusele sellist ülesannet 1980. aastaks ning mõnevõrra lihtsustatult ka 1990. aastaks. Ühe tsentraalülesandega oli võimalik struktuuri prognoosida ainult küllalt jämedates joontes, 30 tootmisharu lõikes. Ülesande edasine detailiseerimine ei ole otstarbekas, õigem on tulemusi konkretiseerida üksikute haruülesannete ja regionaal- ning paiknemisülesannete abil. Seejuures annab tsentraalülesanne nende koostamiseks ühtse raamistiku. Üksikülesannete lahendid võimaldavad omakorda täpsustada ka tsentraalülesannet. Sellise ülesannete süsteemi funktsioneerimise põhimõtete väljatöötamine on käsil [9, 10], kuid selle tervıklik

rakendamine nõuab juba uurimisasutuse omadest märksa suuremaid jõudusid ja volitusi.

Tööväärtuse teooria seisukohtadest lähtudes uuriti rahvamajanduse materiaalsete ja väärtuseliste tagasisidemete mehhanismi nii dünaamikas kui ka erinevatel hierarhilistel tasanditel [11]. Töötati välja tootmiskomplekse moodustavate harude otse- ja tagasisidemete uurimise meetodid ja analüüsiti positiivsete ning negatiivsete tagasisidemete koosmõju ja sellest järelduvaid majandusliku mõõtmise seaduspärasusi. Formuleeriti majanduslike mudelite sümmeetria printsiip, võeti kasutusele ja programmeeriti duaalne dünaamiline hindade maatriksmudel (deflaator) ning sellele vastav pöördmudel täieliku tööviljakuse ja kapitaalmahutuste efektiivsuse prognoosimiseks [12].

Töötati välja paljutooteliste tehnoloogiatega ja tagasisidemetega tootmis-transpordikomplekside majandusmatemaatilise analüüsi metoodika, mida kasutati Balti majandusrajooni keemia-, põlevkivitöötlemis- ja energiatööstuse kütuse- ning toorainebilansi optimiseerimisel ja perspektiivide hindamisel [13, 14]. Analüüsi peamiseks eesmärgiks oli välja selgitada, kuidas mõjutab loodusliku gaasi, nafta, masuudi ja elektrienergia hinnangute (hindade) ning bilansi muutumine optimaalse plaani kujunemist.

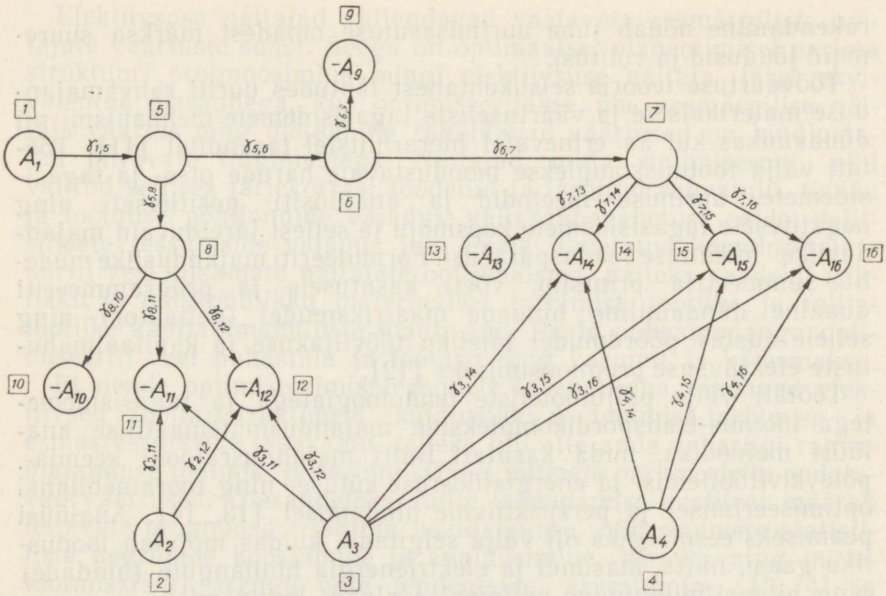
Selle töö jätkuna uuriti polümeersete materjalide tootmise optimiseerimist Baltikumis [15]. Eelmiste ülesannetega on see seotud duaalhinnangute kaudu.

Loodi dünaamiline võrkmudel rahvamajanduse gasifitseerimise ja loodusliku gaasi leiukohtade ekspluateerimise plaanide optimiseerimiseks [16, 17]. Koostöös Leningradi RPI «Giprospetsgazi» projekteerijatega koostati selle mudeli abil NSV Liidu Euroopaosa gaasijaotuse dünaamiline plaan gaasijuhtmete süsteemi projekteerimiseks Tjumeni oblastist NSV Liidu Kesk- ja Lääneossa. Töötati välja ja programmeeriti gaasimagistraalide parameetrite ja gaasijaotuse optimiseerimise ülesannete lahendamise meetodid [16].

Teiseks tööde tsükliks oli Eesti NSV metsa- ja puidutööstuse arendamise uurimine [16]. Käsitledes võrkmudelil puidu kompleksse töötlemise kõiki staadiume alates raielangist kuni valmistoodangu tarbijateni, koostati ja esitati mitmeharulise süsteemi kontsentreerimise ja paigutamise optimaalne plaan, kus summaarsed tootmis- ja transpordikulud olid minimiseeritud.

Tootmisharude optimaalse planeerimise metoodilised kogemused on üldistatud ja publitseeritud [16], põhilised seisukohad on kajastatud ka üleliidulistes metoodikates.

Ehituse ja ehitusmaterjalide tööstuse perspektiivse planeerimise metoodiliste aluste uurimise eesmärgiks on nende harude ühtse, majandusmatemaatiliste meetodite ning arvutite kasutamisele tugineva perspektiivplaneerimise süsteemi väljatöötamine kõigi vabariiklike juhtimistasandite jaoks. See koosneb tasakaalustamis- ja



Lihtsaima kütusega varustamise võrkmudeli näide.

Ringides on toodud ressursside suurused (negatiivne ressurss tähendab vajadust). Sõlmede numbrid on paigutatud kõrvalolevatesse ruutudesse. Kaartel on antud tootmise ja transportimise kulud 1000 m³ gaasi kohta (γ).

Sõlm 1 — gaasi tootev ettevõte, mis annab aastas A_1 ühikut gaasi; sõlmed 2 ja 4 — naftatöötlemistehased, mis toodavad aastas vastavalt A_2 ja A_4 ühikut masuuti; A_3 — kivisöeressursid sõlmes 3; sõlmed 5—7 — vahepealsed punktid, mis asuvad magistraalsel gaasijuhtmel; sõlm 8 — harujuhtme lõpp-punkt; sõlmed 9—16 — kütuse tarbijad.

optimiseerimisülesannetest erinevatele juhtimistasanditele (plaanikomiteest ettevõteteni) ning neid siduvaist mehhaniseeritult töödeldavaist informatsioonivoogudest. Samal ajal on Kiievis, Moskvas, Leningradis ja Novosibirskis tehtud tööd mõeldud väiksematele kompleksidele (ehitusministeerium, ehitustrust), pole seotud ehitusmaterjalide tööstusega ega näe ette vertikaalset iteratiivset planeerimist. Kavandatava süsteemi elluviimine eeldab mitte üksi planeerimise tehnoloogia, vaid ka metoodika osalist täiendamist, sest mitmeid ettenähtud ülesandeid ei ole seni planeerimise praktikas esinenud.

Tööd alustati süsteemi kontuuride ja funktsionaalse skeemi väljatöötamisest, mis koondati eskiisprojekti ja mille põhiseisukohad avaldati [18]. Järgnevatel aastatel anti süsteemi planeerimise etappide metoodilised alused [19, 20]. Neisse kuulusid ka näitlikud, mitme kriteeriumi järgi teostatud arvutused ülesannete püstituse, algoritmide ja koostatud masinprogrammide kontrollimiseks, mis kinnitasid viimaste põhimõttelist õigsust ja töökind-

lust [21, 22]. Kitsendustega varieerides saadi suhtelised hinnangud ressursside asendatavuse kohta (kapitaalmahutused-tööjõud, metall-raudbetoon).

Selle töö käigus on kujunenud tihe side Ukraina NSV ja Moskva, aga ka teiste teadusliku uurimise asutustega.

Lahendusmeetodite väljatöötamise kõrval on tähelepanu osutatud ka vajaliku informatsioonibaasi loomise metoodikale. Instituudis koostatud eeskirjade põhjal tegid Eesti NSV projekteerimisorganisatsioonid ehituse ressursside kulunormide projekti aastaiks 1970—1980. Selle töö esimesed tulemused avaldatakse kogumikus. Süsteemi põhiliselt valminud elementide piires tehti 1971/72. aastal eksperimentaalsed arvutused Eesti NSV käesoleva viisaastaku andmestiku alusel. Tulemused anti üle Eesti NSV Riiklikule Plaanikomiteele ja Ehitusministeeriumile. Riigiplaani tasemel tehti sellised arvutused Nõukogude Liidus esmakordselt.

Edasine töö seisneb seniste metoodiliste tulemuste kohaldamises pikaajalise (15—20 a.) planeerimise tarbeks, süsteemi elementide sidumises kogu rahvamajanduse prognoosi mudeliga. Samuti jätkub töö lähteinformatsiooni parameetrite prognoosimise vallas.

1. Ennuste, Ü. On optimality criteria for production systems. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnatead., 1969, nr. 2, lk. 99—104.
2. Kukke, L. Tootmise majandusliku efektiivsuse suurendamise võimalustest. — Rmt.: Eesti NSV rahvamajandus IX viisaastakul. Tallinn, 1972, lk. 27—56.
3. Брантен Л., Эннусте Ю., Кастерпалу Э., Кукке Л., Тульп Л., Валдсоо М., Вене К., Урб Э. Методические вопросы составления и анализа планового динамического межотраслевого баланса народного хозяйства союзной республики. — В кн.: Динамические модели территориального планирования. М., 1972, с. 43—90.
4. Валдсоо М. О методике динамического прогноза непроизводственного потребления. — В кн.: Динамические модели территориального планирования. М., 1972, с. 156—167.
5. Kareda, E. Hindade üldindeksi arvutamisest. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnatead., 1973, nr. 3, lk. 34—44.
6. Tulp, L. Eesti NSV majanduslike sidemete arenguprobleeme. — Rmt.: Eesti NSV rahvamajanduse aktuaalseid probleeme. Tallinn, 1970, lk. 147—168.
7. Тульп Л., Раясалу Т. Комбинированный метод расчета показателей ввоза и вывоза. — В кн.: Плановый межотраслевой баланс союзной республики. М., 1968, с. 45—55.
8. Экономические связи Эстонской ССР в системе народного хозяйства СССР. Таллин, 1969, 315 с.
9. Ennuste, Ü. Uncertainty, information and decomposition in the planning of a production system. — Economics of Planning, 1969, No. 3, pp. 258—266.
10. Эннусте Ю. Проблемы декомпозиционного анализа задач оптимального планирования. — Экономика и математические методы, 1972, № 4, с. 535—545.
11. Каганович И. Анализ обратных связей в народном хозяйстве. М., 1966, 24 с.
12. Каганович И. З. Симметрия динамических моделей и их параметров. — В кн.: Проблемы планирования и управления экономическими целенаправленными системами. Новосибирск, 1972, с. 50—63.

13. Барабанер Н., Каганович И., Рейснер М., Тенно К., Хабихт К. Оптимизация комплекса топливно-энергохимических производств в Прибалтике. — В кн.: Экономико-математические исследования народного хозяйства Эстонской ССР. Таллин, 1968, с. 181—211.
14. Каганович И., Тенно К. Оптимизация топливно-сырьевого баланса химических производств и энергетики в Прибалтике. Таллин, 1968, 141 с.
15. Тенно К. К проблеме оптимизации топливно-химического производства и энергетики в Прибалтийском экономическом районе. — Изв. АН ЭССР. Общ. науки, 1971, № 4, с. 355—362.
16. Каганович И., Краав Э., Рейснер М., Рооба П., Шипай А. Модели, алгоритмы, программы для определения оптимальных размеров, специализации и размещения промышленных предприятий. Таллин, 1969, 217 с.
17. Каганович И., Рейснер М. Сетевые модели газоснабжающих систем. — Экономика и математические методы, 1970, № 3, с. 454—459.
18. Исследования по экономике строительства. Таллин, 1969, 385 с.
19. Каськ К., Вески Э., Аава Э., Куура С. Методика планирования производственно-технологической структуры строительства. Таллин, 1968, 113 с.
20. Каськ К., Куура С., Раттас М. Методика предварительного сбалансирования потребности в СМР с мощностями строительных организаций. Таллин, 1970, 60 с.
21. Аава Э., Каськ К. Строительство в плановом матричном балансе производства и распределения продукции экономического района. — В кн.: Экономико-математические исследования народного хозяйства Эстонской ССР. Таллин, 1969, с. 126—140.
22. Каськ К. Модель оптимизации межотраслевых связей строительства в экономическом районе. — В кн.: Методы оптимизации развития и размещения материально-технической базы строительства. М., 1969, с. 42—53.

REGIONAALÖKONOOMIKA

V. TARMISTO

Rahvamajanduse harmoonilise arendamise üheks eeltingimuseks on õigete proportsioonide olemasolu tootmisharu- ja territoriaalprintsiibi rakendamise vahel majanduse organiseerimisel ja juhtimisel. Seejuures tuleb silmas pidada, et tootmise majandusliku efektiivsuse suurendamiseks on siiani liiduvabariikides, sealhulgas ka Eesti NSV-s, kasutatud peamiselt neid võimalusi ja sisemisi reserve, mis tulenevad tootmisharude ja ettevõtete majanduslikust tegevusest. Vähe on uuritud regionaalmajanduslike üksuste, eriti väiksemate (näiteks administratiivrajoonide) majandusliku tegevuse parandamises peituvaid võimalusi ja reserve, hoolimata sellest, et meie maa direktiivorganid peavad vajalikuks tõsta liiduvabariikide ja kohalike töörahva saadikute nõukogude osa tootlike jõudude paigutamise küsimuste lahendamisel.

Nimetatud ülesannete edukaks täitmiseks on vaja põhjalikult tunda vabariigisiseste regionaalmajanduslike üksuste (administratiivrajoonide) majandusliku arengu protsesse ja nende iseärasusi. Tootmise oluliselt parema territoriaalse organiseerimise korral on ainuüksi kas või kohalike looduslike, demograafiliste, majanduslike jm. tingimuste täielikuma ja komplekssema ärakasutamise abil võimalik suurendada tootmise efektiivsust.

Selle ülesande täitmisel langeb pearaskus regionaalökonoomikale, suhteliselt noorele arenevale majandusteaduse harule.

Majanduse Instituudi senised regionaalökonoomika-alased uurimused võib tinglikult jagada nelja gruppi: 1) tootmise vabariigi-(rajooni-)sisese territoriaalse organiseerimise ja juhtimise iseärasuste uurimine, 2) regionaalmajandusliku arengu hindamine, 3) tootmise territoriaalne tsentraliseerimine ja kontsentreerimine, 4) puhtrakendusliku iseloomuga regionaalmajanduslikud uurimused.

Esimese grupi uurimistööde tulemusena on võimalik kõnelda mitmetest olulisematest iseärasustest [1, 2], mida tuleb majanduse territoriaalplaneerimisel arvesse võtta. Väikestel territooriumidel annab soovitavaid tulemusi tootmise paigutuse efektiivsuse kindlaksmääramine mitte niivõrd üldmajanduslike (mis osutub täiesti küllaldaseks suurtel territooriumidel), kuivõrd konkreetsete ökonoomiliste (tootmisharu ja ettevõtte ökonoomikast lähtuvate) arvestuste alusel. Tuleb olulisel määral (kaugelt enam kui suurtel territooriumidel) arvestada lokaalseid, sealhulgas sotsiaal-ökonoomilisi ja teisi, ka mittemajanduslikke paigutamist mõjutavaid faktoreid.

Mida väiksem on territoorium, seda suuremat mõju avaldavad paigutamisele regionaalmajanduslikud faktorid. Tootmisharude juhtimise liigse tsentraliseerimise tagajärjel kannatavad väikesed territooriumid tunduvalt rohkem kui suured [3]. Ametkondliku killustatuse tõttu võib nende tööstuse juhtimine pihustuda niivõrd, et peaaegu iga suurem ettevõte allub eri ametkonnale. See võib viia rajoonisiseste tootmisseoste lagunemisele ja tootmiskompleksi nõrgenemisele. Eriti kannatavad selle all linnade ja tööstusrajoonide ning -sõlmede tootmiskompleksid. See loob pinna vastutamatusele territoriaalsete tootmisüksuste arendamise eest.

Vabariigi regionaalmajanduslikku arengut on hinnatud mitmest aspektist. Mingi territooriumi majanduse arengutaseme üheks näitajaks on kohapeal paiknevate loodusvarade kasutamise aste, mille regionaalsete arengutendentside kindlaksmääramine võimaldab oluliselt lahendada ka tootmise perspektiivse paigutamise ülesandeid antud territooriumi üksikutes osades. Senised regionaal-ökonoomilised uurimused [4, 5] piirduvad eeskätt maavarade kasutamise mõju uurimisega Eesti NSV regionaalmajanduslikule arengutasemele ja struktuurile.

Tööjõuressursside dislokatsiooni mõju käsitlemisel vabariigi tootmise paigutamisele [4, 5] on lähtutud kahest peamisest aspektist: a) tootmise kindlustamisest vajaliku tööjõuga ja b) tootmise lähendamisest tööjõuressurssidele.

Eesti NSV-s ei ole tootmise lähendamine tööjõule vabade tööjõukontingentide puudumise tõttu enam pikemat aega aktuaalne. Tootmise, eriti tööstuse mõju tööjõu vabariigisisesele ümberpaiknemisele on aga veel suur, eriti tööstuse kontsentratsioonipiirkondades (Tallinna tööstusrajoonis, põlevkivibasseinis). Tootmise ja tööjõu territoriaalse vahekorra reguleerimiseks on vaja rakendada senisest efektiivsemaid abinõusid tööstuse territoriaalseks tsentraliseerimiseks ja kontsentreerimiseks, kusjuures seda tuleb koordineerida asulastiku arendamise optimaalse lahenduse kindlaksmääramisega. Tööjõu ratsionaalne kasutamine ja tema materiaalse heaolu taseme tõstmine ning regionaalne ühtlustamine on tööjõu defitsiidi tingimustes eriti tähtis ülesanne regionaal- ja tööjõuökonoomika alal.

Tootmise ja elanikkonna materiaalse heaolu taseme õiged territoriaalsed proportsioonid on tootlike jõudude paigutamise ratsionaalsuse seisukohalt suure tähtsusega. Territoriaalselt ebaühtlane töö- ja elutingimuste tase võib põhjustada elanikkonna suurt migratsiooni, mis tekitab olulist rahvamajanduslikku kahju. Uurimused [4, 6] näitavad, et Eesti NSV tööstuse ja teenindamissfääri arengutasemes ning nendevahelistes proportsioonides on küllalt silmapaistvad territoriaalsed erinevused. Need ilmnevad eriti tööstuse peamistes kontsentratsioonipiirkondades, eeskätt põlevkivibasseinis. Tootmise paigutust antud kohas saab lugeda ratsionaalseks ikkagi ainult siis, kui üheaegselt tootmisega on efektiivselt lahendatud ka töötajate materiaalse heaolu ja kultuurilise teenindamise probleemid.

Vabariigi regionaalmajandusliku arengu hindamisel on püütud leida tähtsamate tootmisharude (tööstuse, põllumajanduse) arengutaset ja kogu rahvamajanduse kui terviku arengutaset iseloomustavaid territoriaalseid erinevusi. Kuna NSV Liidus toodetud rahvatulu vabariigisiseste administratiivüksuste järgi ei arvutata, tuleb regionaalmajandusliku arengutaseme uurimisel kasutada vähem täpseid meetodeid (indeksite ja pallide kombineeritud meetodeid, faktoranalüüsi jne.). Uurimistulemused [6] näitavad, et hoolimata vabariigi väiksusest on tema administratiivüksuste (rajoonide) majanduse arengutase küllaltki erinev (tööstuse tasemes on erinevus 22-kordne, põllumajanduses 2,2-kordne, kogu majanduses — tööstus-põllumajandus-transport — 10-kordne).

Nimetatud erinevused on tingitud peamiselt ajalooliselt kujunenud tootmise territoriaalsest paigutusest, aga ka tootmise territoriaalse organiseerimise poliitikast sõjajärgsetel aastakümnetel. Kui üldiselt on see poliitika olnud õige ning tootmise paigutuse proportsioonid üldjoontes vastuvõetavad, siis tootlike jõudude arendamise ja paigutamise mikroproportsioonide kohta seda alati öelda ei saa. Puuduste avastamine territoriaalsetes mikroproportsioonides ning nende õigeaegseks likvideerimiseks vajalike abinõude väljatöötamine enne, kui mikrodisproportsioonid kasvavad üle makrodisproportsioonideks, ongi regionaalökonoomika üheks tähtsamaks ülesandeks.

Regionaalökonoomiliste uurimuste hulgas on olulisel kohal tootmise territoriaalse tsentraliseerimise ja kontsentreerimise probleemide käsitlused. Territoriaalse tsentralisatsiooni uurimisel on siiani piirdutud peamiselt olukorra analüüsimisega ning tsentralisatsiooni astme kindlaksmääramisega tööstuses ja põllumajanduses, samuti üksikutes tööstusharudes ning vabariigi erinevates osades [7]. Uurimustest selgub, et 1970. aastal jagunes Eesti 315 iseseisval bilansil olevat tööstusettevõtet ligikaudu 1200-ks suuremaks ja vähemaks allüksuseks — filiaaliks, osakonnaks, tsehhiks, jaoskonnaks jne., mis paiknesid rohkem kui 500 linnalises ja maa-asulas. Tunduv osa nendest allüksustest ei vasta

suuruse, ruumide, töötingimuste ja majandusliku tegevuse tulemuste poolest tänapäeva nõuetele. Ettepanekute tegemine nende laialipillatud tootmisüksuste ühendamiseks tsentraliseerimise teel ning suuremate kompaktsete tootmisüksuste otstarbekaks paigutamiseks on regionaalökonoomika üks pakilisemaid ülesandeid.

Tootmise kontsentreerimisest teatud piirkondadesse või punktidesse (asulatesse) on seni uuritud tööstuse territoriaalse kontsentratsiooni astet ja majanduslikku efektiivsust (tööviljakust, fonditootlikkust) linnalistes ning suuremates maa-asulates [7]. Vabariigi tööstuse paigutust iseloomustab praegu ühelt poolt kontsentreerumine Tallinna (40% Eesti NSV tööstuse kogutoodangust) ja teistesse vabariikliku alluvusega linnadesse — Tartusse, Kohtla-Järvele, Narva, Sillamäele, Pärnu (ca 30% tööstusest). Ülejäänud osa paikneb teistes linnalistes asulates ja ca 10% maal.

Kuna tootmise majanduslik efektiivsus on suurem kõrgema territoriaalse kontsentratsiooniastme puhul, siis osutub otstarbekaks tööstuse senisest suurem kontsentratsioon, välja arvatud Tallinnas, mille optimaalne kontsentratsiooniaste on juba saavutatud.

Puhtrakenduslikest uurimustest valmis Majanduse Instituudis 1972. aastal ulatuslikum kompleksuurimus, mis käsitleb Lääne-Eesti saarte majanduse arendamist. Uurimuses tehakse ettepanekud saarte majanduse (tööstuse, põllumajanduse, transpordi, ehituse, põhiliste teenindamissfääri harude, asulastiku jne.) arendamiseks kuni 1980. aastani, rahvastiku ja põllumajanduse kohta kuni 2000. aastani. Peamisteks raskuspunktideks, millest sõltub saarte majanduse arengutempo, on põllumajandusliku toodangu ja kalapüügi suurendamine ning senisest ratsionaalsema transpordisüsteemi loomine saarte ja mandri vahel.

Eespool nimetatud uurimistulemused on teatavaks tehtud ka vabariigi plaaniorganitele ja NSV Liidu Riikliku Plaanikomitee Tootlike Jõudude Uurimise Nõukogule.

Järjest aktuaalsemaks muutuvad teenindamissfääri arendamise küsimused. Teenindamissfääri uuriva grupi (loodud 1971. aastal) töö peamiseks tulemuseks on vabariigi teenindamissfääri olukorra analüüs ja arengutaseme kindlaksmääramine [8, 9], mis on aluseks selle rahvamajandusharu edasise arengu suundade väljatöötamisele. On koostatud teenindamisharude arengu prognoos 1990. aastani ning välja töötatud teenindamissfääri üksikute harude arendamise optimaalne variant, s. o. arengutase, mis rahuldaks täielikult elanikkonna vajadused teenindamisliikide suhtes.

1. Tarmisto, V. On some specific features of intraregional territorial organization of production (the example of the Estonian S.S.R.). — Rmt.: International Geography 1972. Montreal, 1972, pp. 625—627.
2. Tarmisto, V. On some specific features of intraregional territorial organization of production (with references to the Estonian S.S.R.). — Rmt.: Estonia. Geographical Studies. Tallinn, 1972, pp. 110—114.

3. Tarmisto, V. Tootmisharulise ja territoriaalse aspekti ühtsusest rahvamajanduse arendamisel ning juhtimisel. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnatead., 1970, nr. 2, lk. 208—219.
4. Tarmisto, V. Mõningatest tootmise territoriaalse organiseerimise tulemustest ja ülesannetest Eesti NSV-s. — Rmt.: Eesti NSV rahvamajanduse aktuaalseid probleeme. Tallinn, 1970, lk. 5—52.
5. Tarmisto, V. Tootlike jõudude territoriaalse organiseerimise faktoritest ja abinõudest Eesti NSV-s. — Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1969. Tallinn, 1971, lk. 136—153.
6. Tarmisto, V. Regionaalökonoomika ülesannetest tootmise territoriaalsel organiseerimisel. — Rmt.: Eesti NSV rahvamajanduse arendamise territoriaalseid probleeme. Tallinn, 1972, lk. 7—34.
7. Tarmisto, V. Mõnedest tööstuse kontsentreerimise tendentsidest Eesti NSV-s. — Rmt.: Eesti NSV rahvamajandus IX viisaastakul. Tallinn, 1972, lk. 57—86.
8. Aarma, H. Teenindussfääri aktuaalsed probleemid ja teadlased. — Tehnika ja Tootmine, 1972, nr. 2, lk. 63—65.
9. Aarma, H. Ühiskondliku toitlustamise arendamise ja paigutamise probleeme maal. — Rmt.: Eesti NSV rahvamajanduse arendamise territoriaalseid probleeme. Tallinn, 1973, lk. 162—179.

PÕLLUMAJANDUSÖKONOOMIKA

E. VINT

Põllumajandusökonoomika-alased uurimused haarasid esiteks kompleksselt ja üksikküsimustes vabariigi põllumajandusliku tootmise intensiivistamise ning sovhooside ja kolhooside isemajandamise probleeme, teiseks põllumajandusliku tootmise edasise arengu prognoosimist pikemaks ajaks.

Ulatuslikumalt käsitleti Eesti NSV põllumajandusliku tootmise intensiivsust [1—3]. Selleks analüüsiti kõigi kolhooside ja riiklike põllumajandusettevõtete andmeid. Põhjalikult uuriti majandamise tulemusi erisugustes tootmistingimustes ning toodi välja vabariigi põllumajanduse arendamise seaduspärasused. Eesti NSV põllumajanduse viimine suurtootmise rööbastele avas võimalused hoogsaks intensiivistamiseks ja industrialiseerimiseks ning tootmistaseme tõusuks. Selleks tehtud täiendavad kulutused on olnud suure majandusliku efektiivsusega.

Olenevalt looduslikest tingimustest on järjekindel maaparandustöö vabariigi põllu- ja metsamajanduse edasise arendamise üks otsustavamaid abinõusid. Uurimustes maaparanduse efektiivsusest Eesti NSV-s [4—6] käsitletakse mitmekülgselt maaparandusalaseid majanduslikke küsimusi. Põllumajanduse kui rahvamajandusharu ja põllumajandusettevõtte seisukohast lähtudes oli kasutatud fondide rentaablus järgmine: kuivendamisel ning vihmutamisel 8—10% (tasuvuse aeg 10—12 aastat) ja lupjamisel 25%.

Uurimustes kõlvikute massiivistamise majanduslikust efektiivsusest ja maakorraldusest Eesti NSV-s [3, 6, 7] analüüsitakse maakorraldust, kõlvikute struktuuri, põldude tükeldatust ning põllutükkide suuruse mõju traktorite ja kombainide tootlikkusele, kütteainete kulule ning tööde omahinnale. Kahest hektarist väiksemate põllutükkide suurendamine 20 hektarini ja põldude kuju parandamine tõstab põllumajandusmasinate tootlikkust 20—35%, vähendab kütteainete kulu 10—12% ja alandab traktoritööde omahinda 13—14%. Mehhaniseeritud põllumajandusele sobiva suurusega väljad ei nõua haritavate ja looduslike kõlvikute suhte muut-

mist sellises ulatuses, mis kahjustaks looduses kujunenud tasakaalu.

Oluline oli tootmise põhifondide ja kapitaalmahutuste efektiivsuse uurimine põllumajanduses. Anti metoodilised põhialused põllumajanduslike tootmishoonete, põllumajandustehnika ja maaparanduse kapitaalmahutuste efektiivsuse hindamiseks [3, 6]. Analüüsiti vabariigi põllumajanduse põhifonde, nende mahtu, struktuuri ja määra ning näidati tootmise põhifondide senise kasutamise majanduslikku efektiivsust ja nende suurendamise vajadust [8]. Erilist tähelepanu pöörati fondimahukusele ja fonditootlusele [9].

Eraldi uurimustes käsitletakse kolhooside ja sovhooside masina-traktoripargi kasutamise parandamist ja majanduslikku efektiivsust [3, 10] ning mineraalväetiste kasutamise efektiivsust [1]. Mineraalväetiste kasutamine on vabariigis majanduslikult õigustatud ka kõige suuremate saagikust tõstvate väetisannuste puhul.

Üheks tähtsamaks uurimisobjektiks kujunes isemajandamise täiustamine põllumajandusettevõtetes [3, 6, 11]. Sellealane uurimistöö võimaldas teha ettepanekuid riigi ja majandite vaheliste suhete edasiseks arendamiseks ning kolhooside ja sovhooside majandusliku iseseisvuse suurendamiseks. Seoses täiustustega isemajandamise valdkonnas osutus vajalikuks analüüsida põllumajandusettevõtete finantsmajanduslikke tulemusi ning neid mõjutanud tegureid. Ühtlasi käsitleti kolhooside ja sovhooside töötulemuste hindamise metodoloogilisi küsimusi ning rentaablussuhete ja majandite maksustamise parandamist.

Suurt tähelepanu pöörati riiklike kokkuostuhindade taseme analüüsimisele [3, 6, 11, 12]. Sellekohased ettepanekud olid suunatud nende hindade proportsioonide täpsustamisele vastavuses põllumajanduse spetsialiseerimise ning põllumajandussaaduste kvaliteediomaduste parandamise pakiliste ülesannetega.

Loomakasvatussaaduste kvaliteedi ja realiseerimiskulude alases uurimuses [13] näidatakse, et loomakasvatussaaduste kvaliteedile avaldavad olulist stimuleerivat mõju täiuslikumad kvaliteedi hindamise standardid ning kvaliteedi erinevustele vastavalt diferentseeritud kokkuostuhinnad. Põhjendatakse tehniliselt täiuslikumate transpordivahendite kasutamise majanduslikku efektiivsust ning spetsialiseeritud transpordivahendite kasutamist varumisorganite poolt tsentraliseeritud korras.

Uurimustes käsitletakse ka tööstuse ja põllumajanduse suhteid ning põllumajandust teenindavatest harudest jõusöödatööstuse arendamist [14]. Jõusöödatööstuse ettevõtete paiknemise mitmesuguste variantide puhul võivad erinevused sööda majanditesse veo kuludes kõikuda 20—25% ulatuses.

Oluline oli tööjõu kasutamise ja töötajate materiaalse stimuleerimise uurimine [3, 6, 15]. Põllumajanduses on tööjõud tunduvalt vanem kui teistes rahvamajandusharudes ning tööjõuliste,

eriti nooremate vanuserühmade osatähtsus maaelanikkonnast pidevalt väheneb. Tööviljakuse tõstmise uurimisel [16] pöörati erilist tähelepanu tootmise organiseerimise ja juhtimise probleemidele. Tehnilise baasi kasvu tingimustes põllumajanduses on senised tootmise organiseerimise vormid hakanud pidurdama tehnika efektiivset kasutamist. Peetakse otstarbekaks üle minna tootmisharulisele juhtimisele.

Uuriti põllumajandusliku territooriumi kompleksse planeerimise süsteemi metoodilisi aluseid, et siduda erinevaid projekte (maaparandus jt.) pikaajaliste prognooside ja perspektiivplaanidega ning kooskõlastada neid ajas, ruumis ja mahus. Töötati välja metoodika asulate ja tootmiskeskuste asukohtade ja suuruste määramiseks ning kõlvikute paigutamiseks. Uurimistulemustel põhineb maafondi perspektiivse kasutamise projekteerimise metoodika [17].

Kaalukalt on osa võetud kogu instituuti haaravast Eesti NSV tootlike jõudude arendamise ja paigutamise probleemide lahendamisest. Neis töödes selgitatakse põllumajanduse lähemaid ja kaugemaid perspektiive ja prognoositakse tootmist pikemaks perioodiks [6, 18, 19].

Uurimistöödes käsitleti ka teiste Balti vabariikide [3] ja Euroopa sotsialismimaade põllumajandust [20].

Tihedas koostöös vabariigi põllumajandusalaste uurimisinstituutidega võeti osa Eesti NSV põllumajanduse ratsionaalse süsteemi väljatöötamisest. Põllumajandusökonoomika alal toimus pidev koostöö ka üleliiduliste teadusliku uurimise instituutidega. Tulemusena esitati konkreetsed ettepanekud vastavatele organitele. Uurimistulemuste avaldamise mahukamaks vormiks olid monograafiad ja kogumikud «Põllumajandusökonoomika küsimusi».

1. Vint, E. Intensiivse põllumajanduse majanduslik efektiivsus Eesti NSV-s. Tallinn, 1971, 400 lk.
2. Vint, E. Põhiliste loomakasvatusharude industriaalsest arendamisest. — Rmt.: Eesti NSV rahvamajandus IX viisaastakul. Tallinn, 1972, lk. 140—171.
3. Põllumajandusökonoomika küsimusi, VI. Tallinn, 1966, 188 lk.
4. Ratt, A. Maaparanduse olemus ja efektiivsuse näitajad. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnatead., 1970, nr. 1, lk. 34—46.
5. Ratt, A. Parandatud maade kasutamine Eesti NSV-s. Tallinn, 1972, 72 lk.
6. Põllumajandusökonoomika küsimusi, V. Tallinn, 1965, 187 lk
7. Kasepalu, A. Põllumajanduslike kõlvikute massiivistamise majanduslikust efektiivsusest Eesti NSV-s. Tallinn, 1969, 148 lk.
8. Kapitaalmahutuste majanduslikust efektiivsusest Eesti NSV põllumajanduses [Koostajad: K. Kannel, H. Maide, A. Ratt, H. Tealane.] Tallinn, 1968, 135 lk.
9. Maide, H. Tootmise fondivarustatuse ja tootmistaseme vahelise seose uurimisest grupeerimise ja korrelatsioonianalüüsi meetodil. — Sotsialistlik Põllumajandus, 1972, nr. 19, lk. 866—869.
10. Kannel, K. Traktoripargi kasutamist mõjutavaid tegureid. — Sotsialistlik Põllumajandus, 1970, nr. 22, lk. 1013—1016

11. Эленурм Х. Рентабельность в условиях полного хозрасчета в совхозах Эстонской ССР. — В кн.: Издержки, цены и рентабельность сельскохозяйственного производства. Киев, 1970, с. 243—246.
12. Elenurm, H. Kokkuostuhindade diferentseerimise poolt ja vastu. — Sotsialistlik Põllumajandus, 1971, nr. 20, lk. 919—921.
13. Kaubi, J. Loomakasvatussaaduste kvaliteet ja realiseerimiskulud. Tallinn, 1965, 116 lk.
14. Kaubi, J. Tootmistehniline teenindamine ja tööndused põllumajandusettevõtetes. — Sotsialistlik Põllumajandus, 1969, nr. 23, lk. 1060—1062.
15. Сепп Я. Накопление и потребление в колхозах. — В кн.: Эффективность экономических методов руководства сельским хозяйством. М., 1968, с. 149—159.
16. Sepp, J. Tootmise parema organiseerimise võimalused põllumajanduses. — Eesti Kommunist, 1972, nr. 10, lk. 38—43.
17. Аасмяэ В. О разработке системы территориального планирования в колхозах и совхозах Эстонской ССР. — Изв. АН ЭССР. Общ. науки, 1969, № 2, с. 131—142.
18. Майде Х., Тэалане Х. Основные направления развития сельского хозяйства Эстонской ССР. — Доклады научного совещания, посвященного 50-летию Великого Октября, по вопросам системы ведения и перспективного развития сельского хозяйства. Минск, 1968, с. 116—124.
19. Брантен Л., Эннусте Ю., Кастерпалу Э., Кукке Л., Тульп Л., Валдсоо М., Вене К., Урб Э. Динамические модели территориального планирования. — В кн.: Методические вопросы составления и анализа планового динамического межотраслевого баланса народного хозяйства союзной республики. М., 1972, с. 43—91.
20. Põllumajandusökonoomika küsimusi, VII. Tallinn, 1968, 252 lk.

ÕIGUSTEADUS

B. LEVIN

Aastail 1965—1972 oli Majanduse Instituudi õigusteadlaste tähelepanu keskendunud sellistele teoreetilise ja praktilise tähtsusega probleemidele, nagu rahvamajanduse riiklik juhtimine, toodangu kvaliteet, töödistsipliini tugevdamise ja tehnilise progressi õiguslikud aspektid ning õigusliku informatsiooni hankimine, salvestamine ja töötlemine.

Jätkati ka Eesti NSV riigiõiguse uurimist laiemas, üldteoreetilises mastaabis. Selles mõttes pälvis juriidilise üldsuse tähelepanu esimene liiduvabariikidevaheline (koos Läti ja Leedu teadlastega) kollektiivne monograafia kolme nõukogude Balti vabariigi riikluse arengust [1]. Riigiõiguslikku sfääri käsitleti ka teistes, nii üleliidulistes kui vabariiklikes väljaannetes ilmunud töödes [2—6]. Seoses V. I. Lenini 100. sünniaastapäevaga mõtestati Eesti NSV riikluse, haldusaparaadi ja õiguse arengut lahti V. I. Lenini teoreetilise pärandi valguses [5].

Esimesel pilgul võrdlemisi laias uurimisel olnud teemade ringis astusid vaadeldaval perioodil esiritta probleemid, mida sünnitab tänapäeva majanduse, teaduse ning tehnika võimas areng. Just need tõstavad õigusteaduse erikaalu sotsiaalses ja majanduslikus progressis, mitmekordistades arvukaid seoseid, mis õigusel on majandusega ja selle juhtimise edasise täiustamisega.

Süvenedes majanduse juhtimise juriidilist aspekti vahetult puudutavatesse ideedesse, mõtetesse ja praktikasse, viidi neljas Eesti NSV tööstuslikus ministeeriumis läbi aparaadi töökorralduse ja struktuuri organisatsioonilis-õiguslike küsimuste sotsioloogiline uurimine. Käsitleti ka ministeeriumi struktuuriliste lülide vastastikuseid suhteid ja nende õiguslikku vormistamist, mis muutub järjest aktuaalsemaks seoses informatsioonitulva pideva suurenemisega. Tulemusena töötati välja ettepanekud ministeeriumi haldusaparaadi tegevuse mõningate organisatsioonilis-õiguslike vormide täiustamiseks ning avaldati ministeeriumi teenistujate töö korraldamist puudutavaid seisukohti ja järeldusi [7, 8].

Inimese osa uurimisel juhtimissüsteemis oli võimalik esile tuua

õiguslik-organisatsioonilisest aspektist analüüsitavaid momente. Üleliidulistes ja ka vabariiklikes väljaannetes käsitleti majandusreformist tulenevaid õiguslikke, mõnes suhtes täiesti uudseid ja seni vähe uuritud küsimusi. Ilmus monograafia riikliku standardiseerimise õiguslikust režiimist [9—11], milles analüüsitakse toodangu kvaliteedi õiguslikku mõistet, standardite õiguslikku loomust, standardiseerimise ja toodangu kvaliteedi õigusliku reguleerimise põhiprintsiipe jne.

Tööstuse juhtimise efektiivsuse seisukohalt on oluline ka töödistsipliini kindlustamine. Üle kolme tuhande distsipliinirikkumise vabariigi mitmesugustes tööstusettevõtetes uuriti läbi ja tehti praktilised ettepanekud olukorra parandamiseks.

Selle töö käigus koorus välja mõneski suhtes huvipakkuv distsipliinirikkuja sotsioloogiline portree, tema vanuse, hariduse, tööstaaži, soo ja muude tunnuste analüüs lubas esitada soovitusi ka vastava õigusliku reguleerimise täiustamiseks [12, 13].

Õigussektoris tehakse teaduslikku uurimistööd ka tehnika progressi õiguslike probleemide valdkonnas. On ilmunud teaduslikke publikatsioone leiundus-patendiõigusest ning monograafia kaubamärkide õiguskaitsest [14]. Uurimistöö resultaadina on direktiivorganeile tehtud ettepanekuid patendialase töö parandamiseks vabariigis.

Uudsed olid püüdlused õigusliku informatsiooni hõiveks ja töötluseks nüüdisaegse arvutustehnika abil. See nõudis omakorda töö metoodilise mehhanismi uuendamist: üha ulatuslikumalt kasutati sotsioloogilise uurimise meetodeid, informatsiooni töötlemist elektronarvutil jne. [15—18]. Õigusliku informatsiooni mehhaniseeritud salvestamise ja töötlemise küsimuste uurimise käigus loodi töötav informatsioonisüsteem, mida kasutatakse alaealiste järelevalvetuse ja kuritegevuse põhjuste uurimiseks [19].

Vastavate komisjonide liikmetena võeti osa vabariigi koodeksite (tsiviil-, kriminaal-, kriminaalprotsessi, abielu- ja perekonna- ning töökoodeksi) koostamisest ja kommenteerimisest, kohalike nõukogude (küla-, alevi-, linna- ja rajooninõukogude) kohta käivate seaduste väljatöötamisest ning käsiraamatute kirjutamisest.

Tänapäeval laiendatakse ministeeriumide, ametkondade ja ettevõtete õigusi, täiustatakse igakülgselt riigi- ja majandusaparaadi juhtimise meetodeid, suurendatakse isemajandamise osatähtsust. See määrab ka õigusteadlaste edasise töö suunad.

1. Левин Б. И., Миллер В. О., Клява Г. Я., Домашявичус К. А. и др. Очерки развития государственности советских прибалтийских республик 1940—1965 гг. Таллин, 1965, 240 с.
2. Левин Б. И. Эстонская Советская Социалистическая Республика. — В кн.: Национальная государственность союзных республик. М., 1968. с. 536—552.
3. Левин Б. И. Советское государственное строительство в Эстонии. —

В кн.: История Советского государства и права, I. Становление Советского государства и права (1917—1920 гг.). М., 1968, с. 281—285.
4. Левин Б. И. Эстляндская трудовая коммуна. — В кн.: История Советского государства и права, I. Становление Советского государства и права (1917—1920 гг.). М., 1968, с. 506—510.
5. Levin, B., Schneider, H., Randalu, H., Jemeljanova, M., Jugaste, S., Käis, L. Eesti NSV riigi ja õiguse leninlikelt teedelt. Tallinn, 1969, 308 lk.
6. Левин Б. Основные черты государственно-правового строительства Эстонской ССР. — В кн.: Вопросы хозяйственного и правового строительства Эстонской ССР. Таллин, 1973, с. 166—214.
7. Levin, B. Ministeeriumi aparaadi teenistuja. — Eesti Kommunist, 1971, nr. 4, lk. 35—41.
8. Левин Б. И. О некоторых аспектах изучения работы служащих промышленных министерств (на материалах Эстонской ССР). — В кн.: Организация работы министерств в условиях экономической реформы. М., 1972, с. 156—163.
9. Емельянова М. Стандарты и качество продукции (правовой аспект проблемы). М., 1971, 220 с.
10. Емельянова М. Вопросы стандартизации и качество продукции (правовой аспект). Таллин, 1967, 252 с.
11. Емельянова М. Право и повышение качества продукции. — Советское государство и право, 1967, № 9, с. 96—102.
12. Käis, L. Vastutus töödistsipliini rikkumise eest. Tallinn, 1971, 78 lk.
13. Käis, L. Distsiplinaarüleastumise mõiste ja piiritlemine muudest õiguserikkumistest. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnatead., 1968, nr. 3, lk. 280—285.
14. Koitel, H. Kaubamärk. Tallinn, 1972, 141 lk.
15. Randalu, H. Seadusandluse täiustamise ja õigusliku informatsiooni küsimusi. Tallinn, 1965, 130 lk.
16. Рандалу Х. Перфокарты в правовой науке и практике. М., 1969, 134 с.
17. Рандалу Х. Организация правовой информационной службы. — Советское государство и право, 1967, № 3, с. 124—127.
18. Рандалу Х. Применение электронно-вычислительной машины для анализа деятельности комиссий городских и районных Советов депутатов трудящихся. — В кн.: Вопросы советского государственного (конституционного) права. Труды Иркутского госуниверситета, № 81 (серия юридическая, вып. 12, ч. 2). Иркутск, 1971, с. 64—75.
19. Рандалу Х. Изучение судебной и арбитражной практики при помощи ЭВМ. — В кн.: Применение математических методов и вычислительной техники в праве, криминалистике и судебной экспертизе. М., 1970, с. 82—83.

UURIMISTÖÖD OKTOOBRI-EELSE PERIOODI AJALOO ALAL

A. VASSAR

«Eesti NSV ajaloo» teise köite venekeelse väljaande trükist ilmumisega [1] jõudis lõpule Oktoobri-eelse perioodi ajaloo üldkäsitluse koostamine. Seoses V. I. Lenini 100. sünniaastapäevaga ilmus historiograafiliste artiklite kogumik [2], millest saab hõlpsasti konkreetse ülevaate ajalooalasest uurimistööst kuni 1970. aastani. Akadeemik Hans Kruusi juubelisünnipäevadeks väljaantud kogumikega [3, 4] on pandud alus tema mitmekülgse ajalooalase tegevuse uurimisele.

Uurimise põhisuunaks on olnud klassiühiskonna ajaloolise arenemise seaduspärasused ja sotsiaal-majanduslike formatsioonide vahetus Eestis. Feodalismi tekkimine ja tema arenguetapid, üleminek kapitalismile ning Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsiooni eelduste kujunemine Eestis on need sõlmküsimused, mis on tinginud teemade valiku.

Akadeemik H. Moora ja H. Ligi viljakas teaduslik koostöö tõi selgust Baltimaade rahvaste feodaalsuhete geneesi probleemidesse [5]. Eraldi teosena ilmus nende ühistöö «Baltimaade rahvaste majandus ja ühiskondlik kord XIII sajandi algul» 1969. aastal vene ja järgmisel aastal saksa keeles [6]. Arheoloogiliste ja kirjalike ajalooallikate komplekssе kasutamisega ning võrdlev-ajaloolise meetodiga selgitasid nad tootlike jõudude, majanduse ja ühiskondlike suhete arengu ebaühtluse eesti, liivi, läti ja leedu hõimude juures II aastatuhande algul ning analüüsisid seda põhjustanud tegureid. Käsitletud piirkonna põhja- ja lääneosas, kus kogukondlik kord ning keskmise jõukusega vabade kogukondlaste kiht säilisid kauem kui lõuna- ja eriti kagupoolsetel aladel, oli suurmaaomanduse tekkimine tunduvalt pidurdatud. Seepärast ei olnud Eestis enne XIII sajandit feodaalsuhted veel põhilised. Ühiskondlik-poliitiline areng läks eestlastel pigem aristokraatliku vabariigi kui vürstiriigi suunas. Ühiskonna sellise arengu katkestas siin aga Saksa-Taani vallutus, viies feodalismi väljakujunemise mitteorgaanilisele teele.

Feodaalaja ühte põhiküsimust, talupoegade koormiste struktuuri

ja dünaamikat Eestis on uurinud H. Ligi [7]. Läbi kuue sajandi minev käsitlus, meetodikindel mahukate algallikate läbitöötamine võimaldas H. Ligil esmakordselt anda süstemaatilise ja reljeefse ülevaate talupoegade koormiste evolutsioonist XIII sajandist kuni XIX sajandi alguseni, valgustada uudselt üksikute koormiseliikide, eriti teorendi tekkimist, abiteo arenemist ja osatähtsust. Feodaalkoormiste dünaamikat on käsitletud koos talude majandusliku kandevõime muutustega, kasutades selleks uut metoodikat. Sellega on näidatud kätte tee feodaalkoormiste kasvu dialektilise protsessi selgitamiseks ning kohalike iseärasuste mõistmiseks mitte ainult kitsalt uuritaval alal. Uurimisorbiiti on jõudnud ka talurahvastiku ja talupere ajaloo küsimused, samuti talurahva sotsiaalne mobiilsus XVIII sajandil ja XIX saj. algul [8].

On selgitatud välja eesti talurahva maakasutuse ja maksustuse aluste evolutsioon ja piirkondlikud erinevused XIII—XIX sajandil. Selle meie vanema ajaloo ühe keerukaima küsimuse tervikliku käsitluse on andnud Enn Tarvel [9]. Võrdlev-ajaloolise meetodi abil eraldab ta maakasutusühiku arengus kolm etappi, kusjuures Euroopa rahvastel olid need ühikud algselt lähedased, kujunedes vastavas piirkonnas kasutatava künniriista aastasest jõudlusest (adral 6—8 ha, sahal umbes 17 ha). Alles kolmandal arenguetapil, kui tegemist on juba jagatava ning määratava maamõõduühikuga, mitmekesistus selle suurus eri maades. Sellega andis E. Tarvel võtme maakasutus- ja maksustusühiku iseloomu ja suuruse muutuste ja erinevuste mõistmiseks eri aegadel ja eri piirkondades. Ta arendas välja metoodika adramaa kui maakasutusühiku rakendamiseks ajaloolises uurimistöös nii talumajandi ühe olulise indeksina kui ka alusena eri aegade ja piirkondade talumajandite võrdlemiseks. Tüüpilise talumajandi kui võrreldava aluse rekonstrueerimiseks on E. Tarvel kasutanud korrelatsiooni- ja regressioonianalüüsi. Ühtlasi on ta osutanud teele, kuidas talumajandi mudelit edasi arendada feodaalse majanduskorra matemaatiliseks mudeliks.

Feodalismi kriisi põllumajanduses ja üleminekut kapitalismile on käsitlenud uudselt J. Kahk [10]. Tema monograafias on ulatuslikule allikmaterjalile ja võrdlusandmetele toetudes ning matemaatilisi meetodeid kasutades analüüsitud põllumajandusliku tootmise ja turustamise arenemist, talurahva olukorda ja demograafilisi protsesse. Erilist tähelepanu on pööratud kaubamajanduse arenemisele ja hindade kujunemisele kui tähtsatele teguritele feodaalsüsteemi languses. Analüüsides vilja- ja kartulitoodangu dünaamikat aastail 1842—1880, näitab autor veenvalt, et kapitalistlike suhete võiduga ei kaasnenud mitte kogu põllumajanduse, vaid ainult kaubatoodangu tõus.

Toetudes Lenini õpetusele kapitalismi arenemise kahest teest põllumajanduses, on käsitletud Eesti agraararengu põhiküsimusi kuni käesoleva sajandi alguseni [11]. Kapitalismile ülemineku

protsessi ühte pealisehituslikku külge valgustab uurimus vallakohtu arengust Eestis kuni 1866. a. vallareformini [12].

Esile tuleb tõsta tööd Eesti linnade, eeskätt Tallinna ja linnarahvastiku ajaloo uurimisel. R. Pullati monograafiad [13, 14] ja arvukad artiklid on pannud püsiva aluse kapitalismiaegse linnanduse ajaloo uurimisele Eestis, andes ülevaate meie linnarahvastiku ajaloost, sotsiaalsest kihistumisest ja rahvuslikust koostisest, seostatuna sotsiaalmajanduslike protsessidega. Eriti hinnatavad on tulemused töölisklassi, väikekodanlike keskkihtide ja kodanluse kujunemise selgitamisel. 1917. aastaks moodustas töölisklass Eesti linnarahvastikust enamuse — ligi 60 protsenti, kodanlus 6,6 protsenti. On ilmunud ka üldistav käsitlus Tallinna ajaloost aastail 1860—1965 (eestikeelne — 1969, venekeelne — 1972).

Eesti kodanliku rahvuse kujunemise, rahvusliku liikumise varasema perioodi ja ühiskondliku mõtte ajaloo küsimusi XIX sajandi teisel poolel on tulemusrikkalt uurinud Ea Jansen. Kogu selle keeruka probleemistiku sõlmküsimuseks sai uurijale C. R. Jakobsoni ajaleht «Sakala» [15]. Monograafias käsitletakse esimest eesti poliitilist ajalehte ja tema toimetaja, vastaste poolt kirutud «jakobiinlase» ühiskondlik-poliitilist tegevust laial taustal. Metodoloogiliselt on uurimus äratanud tähelepanu selleaegse rahvusliku liikumise klassialuse määramise ning ajalehe ja rahva sidemete selgitamise poolest. Autori põhijäreldus on, et «Sakala» oli noil aastail rõhutud rahva üldemokraatliku võitluse peegeldaja.

Poliitilise ajaloo valdkonnas on tähtsaimaks tööks H. Palli monograafia Põhjasõja algusaastate kohta Eestis [16]. Siin ei ole sündmusi vaadeldud kitsalt sõjaajalooliselt, vaid laial majandusliku olukorra, sõjakoormiste ja eri kihtide meeleolude analüüsi taustal. H. Kruus on andnud kriitilise ülevaate Liivi sõja uurimise seisust [17].

Viimase aastakümne suuremaks saavutuseks tuleb pidada ajaloolise demograafia kujunemist elujõuliseks uurimissuunaks ning kvantitatiivsete meetodite läbimurdmist uurimistöös. Osalt on need kaks nähtust seotudki, sest demograafiliste protsesside uurimine tänapäeva tasemel on mõeldamatu ilma matemaatiliste meetodite kasutamiseta. Võiks öelda, et see iseloomustab ajalooteaduse uuenemisprotsessi kogu maailmas ja on kutsutud esile süvauurimise jõudmisest massiliste algandmete kasutamiseni, milleks võimalused on tekkinud nüüdisaegse tehnika arenguga. Sellega seoses on tõusnud huvi metoodiliste otsingute vastu ning teravnenud ajaloouurijate teoreetiline mõte.

Ajaloolise demograafia alal on andnud juba hinnatavaid tulemusi J. Kahki, H. Ligi, H. Palli, R. Pullati ja S. Vahtre uurimused [3, 4]. On ilmunud eesti ajaloolise demograafia bibliograafia [18]. Enne esimest hingeloendust Eestis (1782) säilinud demograafiliste materjalide töötlemise metoodikat on arendanud H. Palli. Kohaldades M. Fleury ja L. Henry metoodikat pere-

konnalugude taastamiseks Eesti kirikuraamatute andmete põhjal, on juba läbi töötatud mõne kihelkonna rahvastiku arengulugu XVII—XVIII sajandil (Rõuge, Karuse jt.). Suurt huvi pakuvad seosed demograafiliste protsesside ja majanduslike nähtuste vahel (abiellumiste ning sünni- ja surmajuhtumite tihe korrelatsioon viljasaakidega, eriti ikaldustega, abiellumise sesoonsus maal, naiste viljakuse langus feodaalse ülerahvastuse kujunemise korral).

Matemaatiliste meetodite ja elektronarvutite kasutamise pioneerideks ja eestvõtjaiks eesti ajalooteaduses on J. Kahk ja H. Palli [19]. Nende otsingud on leidnud tunnustamist ka rahvusvahelises ulatuses [20, 21]. Kvantitatiivset analüüsi kasutatakse mitte ainult sotsiaal-majanduslikes ja ajaloolise demograafia alastes uurimistöödes, vaid ka agraarpoliitika uurimisel.

1. История Эстонской ССР. Т. 2. (С 50-х годов XIX века по март 1917 года). Таллин, 1966, 794 с.
2. Leninlik etapp eesti ajalooteaduses. Historiograafilisi artikleid. Koost. ja toimet. E. Laul. Tallinn, 1970, 447 lk.
3. Ajaloo järskudel radadel. Akadeemik Hans Kruusi 75. aasta juubelile pühendatud artiklite kogumik. Tallinn, 1966, 255 lk.
4. Studia historica in honorem Hans Kruus. Tallinn, 1971, 415 lk.
5. Моора Х. А., Лиги Х. М. К вопросу о генезисе феодальных отношений у народов Прибалтики. — В кн.: Проблемы возникновения феодализма у народов СССР. М., 1969, с. 118—153.
6. Moora, H., Ligi, H. Wirtschaft und Gesellschaftsordnung der Völker des Baltikums zu Anfang des 13. Jahrhunderts. Tallinn, 1970, 100 S.
7. Ligi, H. Talupoegade koormised Eestis 13. sajandist 19. sajandi alguseni. Tallinn, 1968, 334 lk.
8. Лиги Х. Социальная мобильность крестьян в Эстонии при феодализме (накануне отмены крепостного права). — В кн.: Проблемы развития феодализма и капитализма в странах Балтики. Доклады исторической конференции. Тарту, 1972, с. 269—285.
9. Tarvel, E. Adramaa. Eesti talurahva maakasutuse ja maksustuse alused 13.—19. sajandil. Tallinn, 1972, 320 lk.
10. Kahk, J. Die Krise der feudalen Landwirtschaft in Estland. (Das zweite Viertel des 19. Jahrhunderts.) Tallinn, 1969, 255 S.
11. Kahk, J., Vassar, A. Lenini õpetus kapitalismi arenemise kahest teest põllumajanduses ja mõningaid Eesti agraarajaloo probleeme. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1970, nr. 2, lk. 150—166.
12. Traat, A. Põhijooni vallakohtu arengust Eestis kuni 1866. aastani. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1971, nr. 1, lk. 34—45.
13. Pullat, R. Tallinnast ja tallinlastest. Nihked elanikkonna sotsiaalses koosseisus 1871—1917. Tallinn, 1966, 160 lk
14. Pullat, R. Eesti linnad ja linlased XVIII sajandi lõpust 1917. aastani. Tallinn, 1972, 120 lk.
15. Jansen, E. C. R. Jakobsoni «Sakala». Tallinn, 1971, 351 lk.
16. Палли Х. Между двумя боями за Нарву. Эстония в первые годы Северной войны 1701—1704. Таллин, 1966, 344 с.
17. Kruus, H. Liivin sodan historian tutkimuksesta nykyhetkellä. — Historiallinen Aikakauskirja, 1966, n:o 4, s. 287—300.
18. Eesti ajaloolise demograafia bibliograafia. Koost. H. Palli ja R. Pullat. Tallinn, 1969, 132 lk.

19. Кахк Ю. Некоторые аспекты применения математических методов в исторических исследованиях. М., 1972, 50 с. (Симпозиум по актуальным проблемам источниковедения. Материалы к обсуждению. Таллин — 1972.)
20. Kahk, J. Some examples of using computer analysis for solving problems of the socioeconomic development in Estonia in the first half of the 19th century. Moscow, 1970, 9 pp. (V International Congress of Economic History).
21. Palli, H. Some problems in historiometric approach to Estonian historical demography, economic and social history. Moscow, 1970, 10 pp. (V International Congress of Economic History).

OKTOOBRI-JÄRGSE PERIOODI AJALOO UURIMINE

H. ARUMÄE

Oktoobri-järgse perioodi ajaloo uurimine on arenenud eelkõige järgmistes suundades: 1) Eesti NSV ajaloo üldkäsitluste koostamine; 2) Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsiooni ajaloo uurimine; 3) Eesti NSV linnade, tööstuse ja töölisklassi ajaloo uurimine; 4) talurahva ajaloo olulisemate küsimuste läbitöötamine; 5) mõningate kultuuriajaloo aspektide valgustamine.

Kolmeköiteline «Eesti NSV ajalugu» kujutab endast laiahaardelist üldkäsitlust eesti rahva ajaloost alates vanimatest aegadest kuni sotsialismi võiduni Eesti NSV-s. Selle suurteose kolmas köide (pea- ja tegevtoimetaja V. Maamägi) annab ülevaate Eesti majanduslikust olukorrast, töörahva võitlusest nõukogude võimu eest Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsiooni, kodanliku diktatuuri ja 1940. aasta sotsialistliku revolutsiooni päevil, eesti rahva võitlusteest NSV Liidu Suures Isamaasõjas ning sotsialismi ülesehitamisest Eesti NSV-s sõjajärgsetel aastatel. Küllaltki palju tähelepanu pööratakse kultuuri arengu probleemidele, analüüsitakse Oktoobrirevolutsiooni ideede mõju kultuuri arengule kodanlikus Eestis ning iseloomustatakse nõukogude võimu hoolitsust rahvuskultuuri kõigekülgse arengu eest [1].

Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsiooni 50. aastapäeva puhul ilmus Moskvas kirjastuse «Nauka» väljaandel Eesti, Läti, Leedu ja Moskva ajaloolaste ühise tööna mahukas uurimus Oktoobrirevolutsioonist Baltimaades [2]. Teos annab ülevaate ajajärgu kõikidest põhiprobleemidest. Analüüsitakse sotsialistliku revolutsiooni sotsiaal-majanduslikke ja poliitilisi eeldusi, klassijõudude vahekorras 1917. aastal toimunud muutusi, eesti bolševike mitmekülgset tegevust töörahva mobiliseerimisel sotsialistliku revolutsiooni lippude alla. Valgustatakse ka nõukogude võimu esimesi samme Eestis ning võitlust nõukogude võimu eest välismaise sõjalise interventsiooni ja Kodusõja perioodil. Uurimus on äratanud tähelepanu kogu NSV Liidus ja ka välismaal ning selle Eestit käsitlevate osade autoritele (autorite kollektiivi juht V. Maamägi) anti 1970. aastal Eesti NSV preemia.

Süvendatud vaatluse alla on võetud nõukogude võimu kindlustamine ja esimesed sotsialistlikud ümberkorraldused 1917.—1918. aastal. On ilmunud põhjalikud käsitlused revolutsiooni võidust Tallinnas ning nõukogude võimu kindlustamisest Eesti maakondades ja valdades [3—5]. Valgustatud on ka leninliku maadekreedi elluviimise käiku Eestis ning töörahva suveräänse rahvusriigi rajamise probleemi [6, 7].

Järjena Oktoobrirevolutsiooni ajalugu valgustavatele töödele on asutud 1940. aasta sotsialistliku revolutsiooni objektiivsete eelduste uurimisele. Koostöös vennasvabariikide ajaloolastega on koostatud kollektiivse monograafia «Nõukogude võimu taastamine Baltimaades» käsikiri, mille publitseerimise eest hoolitseb kirjastus «Nauka».

Viimastel aastatel on kogu maailmas süvenenud linnade arenguga seotud probleemide uurimine. Ka Ajaloo Instituudis on uuritud kodanliku Eesti linnarahvastiku dünaamikat, loomulikku ja mehaanilist iivet, vanuselist struktuuri ja etnilist koosseisu [8, 9]. Analüüsides linna mõju sündimusele kodanlikus Eestis, on jõutud järeldusele, et suuremates linnades oli sündimus äärmiselt madal, seda eriti majanduskriisi aastatel. See asjaolu avaldas rahvastiku juurdekasvule vägagi negatiivset mõju [10].

Tööstuse ja tööliskassi ajaloo uurimisel asetati käsitletaval perioodil pearõhk suuremate tehaste ajaloo põhjalikule läbitöötamisele. Trükis on ilmunud uurimused tehase «Volta», V. Kingissepa nimelise Tallinna Tselluloosi- ja Paberikombinaadi, tsementitehase «Punane Kunda» ning Tallinna Laevaremonditehase ajaloost [11—14].

1970. aastal, seoses 100 aasta möödumisega Tallinna—Peterburi raudtee ehitamisest, ilmus trükist ka spetsiaalne uurimus raudteetranspordi arengust Eestis [15].

Nimetatud teoste koostamiseks lõid autorid tiheda kontakti tehasekollektiividega. Tehastest leiti kaasautoreid ning tööveteranidelt saadi olulisi allikmaterjale nendest sündmustest, mille kohta arhiividokumente pole säilinud.

Tehaste ajalooraamatutes valgustatakse tootmise tehnilise külje arengut ning iseloomustatakse tööliste olukorda ja revolutsioonilist võitlust tsarismi ning kodanliku diktatuuri vastu. Peatähelepanu on aga pööratud tehaste arengule nõukogude võimu ajal, nende rekonstrueerimisele ja moderniseerimisele, samuti tehasekollektiivide iseloomustamisele ning tööliste jõupingutustele tootmisplaanide täitmisel ja ületamisel.

Talurahva ajaloost on käsitlemist leidnud peamiselt kaks küsimust: talurahva olukord ja sotsiaalne struktuur kodanliku diktatuuri perioodil ning põllumajanduse taastamine ja kollektiviseerimine sõjajärgsetel aastatel.

Kodanliku Eesti külaühiskonna klassistruktuuri uurimisel on rakendatud matemaatilisi meetodeid. Jälgides taludest lahkunud

isikute elukäiku kodanlikus Eestis 1930-ndate aastate lõpul, jõuti järeldusele, et kõnesolevate isikute sotsiaalne seisund sõltus otseselt nende klassipäritolust [16].

Artikleid on ilmunud ka põllumajanduse taastamisest sõjajärgsel perioodil ning talumajanduse arengutasemest kollektiviseerimise eel, talurahva erinevate sotsiaalsete kihtide aktiivsusest kolhoosidesse astumisel, kooperatsiooni osast põllumajanduse sotsialistlikul ümberkorraldamisel [17, 18] jt.

K u l t u u r i a j a l o o valdkonnas on jätkatud eesti teatri ajaloo uurimist. On valminud kaheköitelise monograafia käsikiri eesti sõnalavastusteatri ajaloost alates 1917. aastast kuni tänapäevani ning avaldatud töid Nõukogude—Eesti teatrisuhetest 1920.—1930-ndatel aastatel, eesti nõukogude teatri esimese hooaja jt. küsimuste kohta [19, 20].

Viimastel aastatel on Ajaloo Instituudis asutud t e a d u s a j a l o o mõningate küsimuste läbitöötamisele. On ilmunud rikkalikule statistilisele andmestikule tuginev ülevaade teaduslike töötajate kaadri arengust ning teadusliku kirjanduse väljaandmisest Nõukogude Eestis [21].

1970. aastal tegevust alustanud r a h v a h a r i d u s e a j a l o o s e k t o r i tähtsaima tööna on valmimisjärgus kaheköiteline üldistav käsitlus kooli ja hariduse ajaloost. Ilmus uurimus progressiivse õpetajaskonna võitlusest kodanluse reaktsioonilise hariduspoliitika vastu 1920.—1930-ndatel aastatel [22].

V. I. Lenini 100. sünniaastapäeva ja NSV Liidu moodustamise 50. aastapäeva puhul ilmunud tööd käsitlevad eelkõige leninlike ideede võidukäiku ja nõukogude võimu saavutusi Eestis [23, 24]. V. Maamäe ja A. Liebmani ühine uurimus Eesti töörahva võitlusest NSV Liiduga ühinemise eest [25] sai inglise, prantsuse ja hispaania keelde tõlgituna laia rahvusvahelise leviku osaliseks.

Ajaloolased on pööranud tähelepanu ka kodanlike «sovetoloogide» Nõukogude-vastaste võltsingute paljastamisele. Nii on lähema vaatluse alla võetud küsimus, kuidas kodanlikud autorid moonutavad NSV Liidu rahvaste ajalugu ning leninliku rahvuspoliitika printsiipe ja eesmärke [26].

1. Eesti NSV ajalugu. III köide. 1917. aasta märtsist kuni 50-ndate aastate alguseni. Tallinn, 1971, 756 lk.
2. Борьба за Советскую власть в Прибалтике. М., 1967, 627 с.
3. S a a t, J. Oktoobrirevolutsioon Tallinnas, tema saavutusi ja nende kaitsmine (november 1917 — märts 1918). — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1967, nr. 1, lk. 3—22.
4. S a a t, J. Nõukogude võimu kehtestamine Eesti maakondades Oktoobrirevolutsiooni päevil (oktoober 1917 — veebruar 1918). — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1967, nr. 3, lk. 223—239; nr. 4, lk. 337—352.
5. S a a t, J. Nõukogude võimu kehtestamine Eesti valdades Oktoobrirevolutsiooni päevil (november 1917 — veebruar 1918). — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1968, nr. 2, lk. 139—159; nr. 3, lk. 239—263; nr. 4, lk. 342—359.

6. Saat, J. Leninliku maadekreedi elluviimine Eestis. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1970, nr. 2, lk. 167—178; nr. 3, lk. 247—262; nr. 4, lk. 363—383; 1971, nr. 1, lk. 3—21; nr. 2, lk. 124—144.
7. Saat, J. Eesti nõukogude riigi loomine ja tema riiklikud suhted Nõukogude Venemaaga 1917.—1918. aastal. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1972, nr. 4, lk. 353—374.
8. Pullat, R. Eesti linnarahvastiku dünaamika aastail 1917—1940. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1968, nr. 4, lk. 360—375.
9. Pullat, R. Eesti linnarahvastiku looduslik ja mehhaaniline liikumine ning vanuseline struktuur aastail 1917—1940. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1969, nr. 1, lk. 24—43.
10. Pullat, R. Linna mõjust sündimusele kodanlikus Eestis. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1970, nr. 1, lk. 95—98.
11. Gussarova, V. Tehas «Volta». Lehekülgi ajaloost. Tallinn, 1968, 188 lk.
12. Jaanvärk, E., Karma, O., Kivi, A. Paberiveskist kombinaadiks. Kolm sajandit V. Kingissepa nimelises Tallinna Tselluloosi- ja Paberikombinaadis. Tallinn, 1968, 182 lk.
13. Karma, O., Landberg, L., Normak, E. Punane Kunda, 1870. Tallinn, 1968, 256 lk.
14. Karma, O., Skorohod, A. Vene-Balti tehas. Ülevaade ajaloost. Tallinn, 1971, 54 lk.
15. Gussarova, V., Karma, O., Lukin, G. Sada aastat Eesti raudteed. Tallinn, 1970, 286 lk.
16. Руусман А. Из опыта применения факторного анализа в историческом исследовании. — Вестник Московского университета. Серия IX. История, 1966, № 6, с. 78—91.
17. Руусман А. О роли сельскохозяйственной кооперации при восстановлении и социалистическом переустройстве сельского хозяйства в Эстонской ССР (1945—1950 гг.). — В кн.: Проблемы аграрной истории советского общества. Материалы научной конференции 9—12 июня 1969 г. М., 1971, с. 173—176.
18. Laasi, E. Talurahva erinevate sotsiaalsete kihtide aktiivsusest kolhoosidesse astumisel Võrumaal massilise kollektiviseerimise eelõhtul. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1966, nr. 2, lk. 204—216.
19. Tormis, L. Teatrisuhted üle idapiiri. Eesti teatri sidemetest Nõukogude teatriga 1920—1940. Tallinn, 1973, 156 lk.
20. Kask, K. Esimene hooaeg. 1940/41. Tallinn, 1970, 104 lk.
21. Martinson, K. Teadlane ja teaduslik publikatsioon Eesti NSV-s. Tallinn, 1973, 137 lk.
22. Elango, Õ. Hariduspoliitika ja õpetajaskond kodanlikus Eestis. 1919—1940. Tallinn, 1972, 262 lk.
23. Веймер А., Маамяги В. Наука Советской Эстонии. — В кн.: Ленин и современная наука. В двух книгах. Книга 2. М., 1970, с. 632—655.
24. К 50-летию образования СССР. Материалы межреспубликанской научной конференции отделений общественных наук академий наук прибалтийских советских республик, посвященной 50-летию образования Союза ССР. 6—7 июня 1972 г. Таллин, 1973, 171 с.
25. Либман А., Маамяги В. Борьба трудящихся Эстонии за вхождение в состав Союза ССР. — Вопросы истории, 1972, № 5, с. 23—41.
26. Говорущенко В. Критика фальсификации буржуазной «советологией» принципов и целей ленинской национальной политики. — В кн.: Ленинские принципы интернационального воспитания трудящихся. По материалам межреспубликанской научной конференции-семинара, состоявшейся 25—27 ноября 1969 г. Таллин, 1971, с. 219—228.

ARHEOLOOGIA JA ETNOGRAAFIA

E. TÕNISSON, A. VIIRES

Arheoloogiline uurimistöö jätkus aastatel 1965—1972 juba varem väljakujunenud suundades. Kogutud uued materjalid on oluliselt kaasa aidanud nii esiajaloo kronoloogia täpsustamisele kui ka mitmete ühiskondlik-majanduslike ja etniliste küsimuste valgustamisele.

Kiviaja osas tuleb esile tõsta Sindi lähedal Pulli mesoliitilise asula avastamist ja uurimist. Selle VIII aastatuhande keskpaigast e.m.a. pärineva asula leiumaterjal esindab Kunda kultuuri varasemat järku ja on vanimaks tõendiks inimese asumisest Eesti alal, andes ühtlasi uusi pidepunkte Eesti territooriumi esialgse asustuse ja siinse mesoliitilise kultuuri päritolu selgitamiseks. Uuriti ka Jälevere ja Lepakose rikkaliku tulekiviinventariga hilismesoliitilisi leiukohti ja osutati, et siinne varaneoliitiline kultuur on põhiliselt kujunenud kohalikust mesoliitilisest kultuurist [1]. Tähelepanu pöörati ka venekirveste kultuurile ja hilisneoliitiliste kultuurirühmade kujunemisele.

Varase metalliaja uurimisel on märkimisväärseks saavutuseks kogu selle perioodi materjali kokkuvõtva monograafia käsikirja valmimine (V. Lõugas). Selles on täpsustatud nii kivikirstkalmete ja kindlustatud asulate kui ka esemelise materjali dateeringuid ning seostatult tootmise arenguga kogu ajajärgu kronoloogilist liigendust. Olulisi tulemusi on saavutatud Eesti varase metalliaja kultuuris ilmnevate välisühenduste selgitamisel. Eraldi tuleb mainida kahe Eestis ainulaadse laevkalme läbiuurimist Sõrves [2].

Meie ajaarvamise I aastatuhande algupoole ja keskosa uurimisel asetati pearõhk kivikalmete kaevamisele ja neist kogutud ainese läbitöötamisele. Kivikalmed ja nende leiud on teatavasti selle perioodi peamiseks allikmaterjaliks asustuse leviku, maaviljeluse arengu, muistsete hõimurühmade kujunemise jt. küsimuste selgitamisel. Paralleelselt kaevamistega avastati rohkesti uusi kivikalmeid, iseäranis Lääne-Eestis. Koos suurema kalmeterühma läbikaevamisega Virtsu lähedal Kõmsis annavad avasta-

tud kalmed uue pildi asustusoludest ja majanduse laadist Lääne-Eestis.

Kagu-Eesti idaosas leidub kivikalmete kõrval ka liivakääpaid, kohati isegi koos samades kalmistutes. Kaua on olnud probleemiks kääbaskalmete etniline kuuluvus. Neid on seostatud nii krivitšitega kui ka idabalti hõimudega [3]. Viimaste aastate töötulemused lubavad aga Kagu-Eesti vanimaid kääpaid pidada esmajoones idapoolsete läänemeresoome hõimude matmispaikadeks [4]. See järeldus on oluline ka Eesti NSV idapoolsete naaberalade esiajaloo uurimise seisukohalt.

Jätkus m.a. I aastatuhande teise poole ja II aastatuhande alguse linnuste ja asulate uurimine. Kaevamisi viidi läbi Otepää linnamäel, Tõrva Tantsumäel, Alatskivi Kalevipoja sängil, Unipiha linnamäel, Soontagana linnusel, Konovere linnamäel jm. Linnuste uurimise tulemused võttis kokku H. Moora ühes oma viimastest artiklitest [5]; selle väga mitmekesise materjali üksikasjalikum läbitöötamine on aga meie edaspidise uurimistöö ülesandeks. Mõnevõrra jätkus ka selle perioodi kalmistute (J. Selirand) ja aarete uurimine. Käsitlemist on leidnud muistse liivi kultuuri kujunemiskäik, samuti liivlaste majanduse, ühiskondliku korra ja etniliste suhete küsimused (E. Tõnisson).

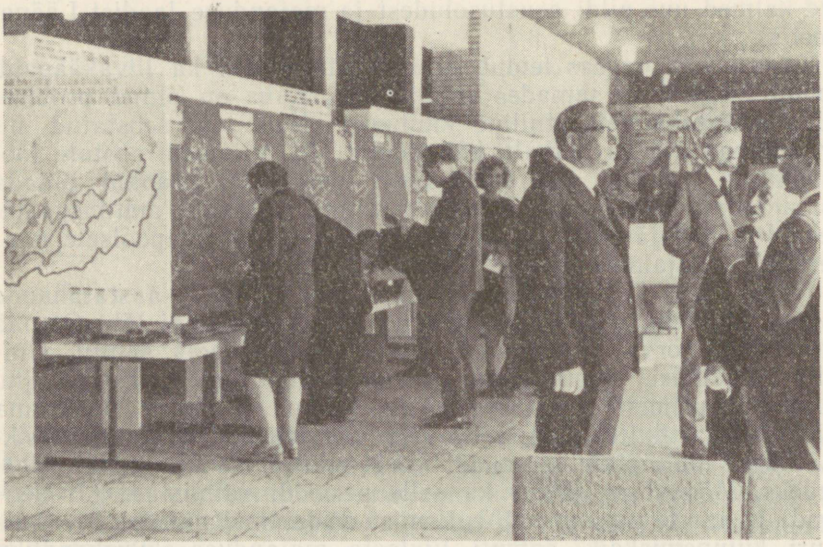
Olulisele kohale uurimistöös nihkusid asustuse ja majandusega seotud probleemid. Seejuures hakati üha enam arvestama omaaegseid looduslikke olusid ning lahti mõtestama muistse inimese ning teda ümbritsenud keskkonna vastastikuseid mõjutusi. Astuti esimesi samme muistsete põldude uurimisel. Suure teoreetilis-metoodilise väärtusega on H. Moora üldistavad artiklid muistse maaviljeluse, samuti käsitöö [6] ja kaubitsemise [7] kohta. Eriti olulisena tuleb rõhutada kokkuvõtlikku käsitlust Ida-Baltimaade rahvaste majandusest ja ühiskondlikust korrast 13. sajandi algul [8].

Nii nagu varem, olid ka vaadeldaval perioodil meie muinasteadlaste töös tähtsal kohal eesti rahva ja naaberrahvaste etnilise ajalooga seotud küsimused. 1970. aastal Tallinnas läbiviidud III rahvusvahelise fennougristide kongressi puhul korraldatud näitus «Eesti rahva etnilisest ajaloost» oli katseks otsese allikmaterjali alusel näidata ja põhjendada viimastel aastakümnetel kujunenud seisukohti eestlaste päritolust ja eesti hõimude kujunemiskäigust.

Silmapaistvaid saavutusi etnilise ajaloo alal on antropoloogidel, kelle uurimistöö hõlmab praktiliselt kogu soome-ugri rahvaste levikuala [9].

Enamik arheoloogide viimaste aastate töötulemustest oli vajalikuks ettevalmistuseks üldistava käsitluse koostamisele Eesti esiajaloo kohta, mille käsikiri on valmimas. Teatavaks eeltööks sellele oli ülevaade eesti arheoloogia historiograafiast [10].

E t n o g r a a f i a alal oli keskseks uurimisprobleemiks eestlaste materiaalse kultuuri ja olme ajalugu. Pearõhk asetati selle seni



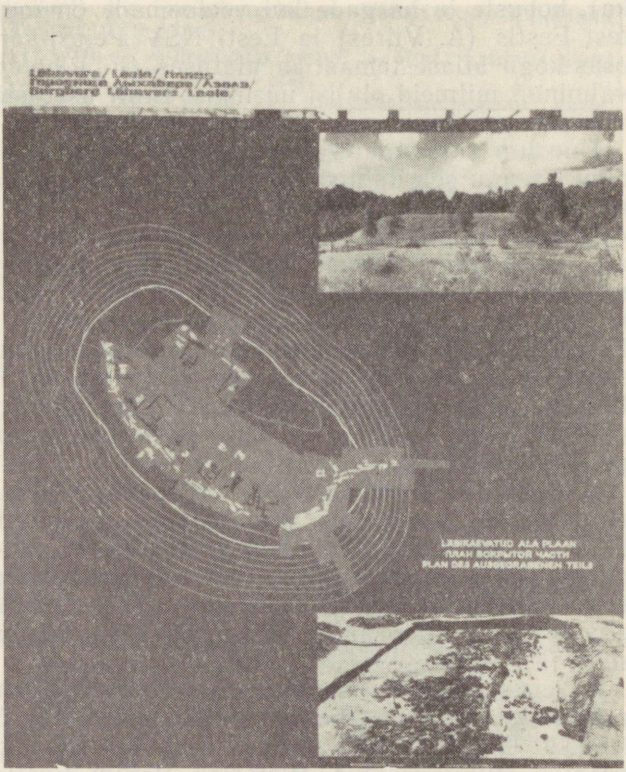
III rahvusvahelisest fennougristide kongressist osavõtjaid eestlaste etnilisele ajaloole pühendatud arheoloogianäitusel Tallinnas augustis 1970.

uurimata või vähe läbitöötatud lõikudele, püüdes neid selgitada eriti slaavi-läänemeresoome suhete seisukohalt. See tõi endaga kaasa vajaduse arvestada ka teiste läänemeresoome rahvaste ja eestlaste vahetus naabruses elavate venelaste, samuti balti rahvaste vastavat ainest.

Üheks oluliseks teemaks oli rahvapärase põllumajandusliku transpordi ajalugu. Lisaks väliuurimistöödele Eestis korraldati materjali kogumiseks ekspeditsioone ka vepslaste ja karjalaste juurde, Läti ja Leedu NSV-sse. Monograafiline uurimistöö, mis on laienenud kogu Baltikumi haaravaks, on lähenemas lõpule. Seni on avaldatud seeria artikleid, mis käsitlevad eeskätt veoloomi ja nende rakenditüüpe Baltimaadel ning läänemeresoome rahvastel [11—13]. On ilmnenud Baltimaade kui kultuurilise kontakttsooni osa ühelt poolt Ida-Euroopa, teiselt poolt Kesk-Euroopa ja Skandinaavia vanade talupojakultuuride vahel, samuti põllumajanduse levikuga seotud ürgne, osalt juba I aastatuhandesse e.m.a. ulatuv kultuurihoovus lõunast, Dnepri kesk- ja ülemjooksu piirkonnast.

Eesti vanema rahvatoidu uurimisel on rõhk asetatud teraviljatoitudele, kusjuures on õnnestunud välja selgitada mitmeid põliseid ühisjooni teiste soome-ugri rahvastega ning mõnevõrra hilisemaid idaslaavlastega [14, 15].

Eesti rahvakultuuri ajaloo sügavamaks mõistmiseks on eriti oluline detailne materjal lähematelt idapoolsetelt naaberaladelt,



Lõhavere linnamäe vitriin arheoloogianäitusel Tallinnas 1970. aastal.

mida seni on kahjuks suhteliselt vähe kogutud. Seetõttu arendati uurimist ka selles suunas. H. ja A. Moora püüdsid olemasoleva arheoloogilise ja etnograafilise materjali najal tuua suuremat selgust vadjalaste ja isurite etnilisse ajalukku. Väärtuslik, põhjalikult kommenteeritud allikapublikatsioon Fjodor Tumanski seni tundmatust vadjalaste ja isurite kirjeldusest 18. sajandi lõpust toob olulist lisa eriti vadja ja isuri rahvariiete ajaloole [16]. Monograafilisele uurimisele võeti ka Peipsi lääneranniku vana vene asustus oma segamajandusega (E. Richter).

1965. aastal asuti koostöös NSV Liidu Teaduste Akadeemia Etnograafiainstituudi, Eesti NSV Riikliku Etnograafiamuuseumi ning Läti ja Leedu etnograafiliste uurimisasutustega koostama Baltimaade ajaloolis-etnograafilist atlast. Töö on lähenemas lõpule. Koguti materjal ja koostati kaardid eesti vanematest rehepeksuviisidest ja -vahenditest (E. Karu), asulatüüpidest (G. Tros-

ka), hobuste ja härgade kui veoloomade omaaegseist levikusuhetest Eestis (A. Viires) ja Eesti NSV Peipsi-äärse vene asustuse osas kogu atlase temaatika ulatuses (E. Richter). Töö käigus on valminud mitmeid olulisi uurimusi Eesti asulastiku ajaloost [17], viljapeksust jms.

Uue uurimissuunana alustati eestlaste materiaalse kultuuri ja olme arengu selgitamist kapitalismi- ja sotsialismiperioodil. Laiaulatuslik industrialiseerimine, mis tõi kaasa linnastumise ja vanade traditsiooniliste eluvormide massilise transformeerumise ning asendumise täiesti uutega, seadis uurimistöö siin mitmete metoodiliste probleemide ette. «Eesti NSV ajaloo» III köite jaoks kirjutas A. Viires esialgsed ülevaated rahva elu-olu arengust Eestis kodanliku võimu päevil ja nõukogude võimu algaastail, mis sellekohaste eeltööde puudumise tõttu nõudis allikmaterjali ulatuslikku kogumist ja läbitöötamist. Linnaolustiku uurimisel võeti vaatluse alla Tallinna tööliste korteriolude areng kapitalismiperioodil [18, 19].

Etnograafia historiograafia valdkonnas püüti selgitada eesti etnograafia iseseisvaks teaduslikuks distsipliiniks kujunemise käiku ja metoodilisi suundumisi käesoleval sajandil [20]. Asuti uurimistöö olulise abivahendi — erialase bibliograafia koostamisele. Koostöös Etnograafiamuuseumiga avaldati eesti nõukogude etnograafia bibliograafia 1945—1966 [21], käsikirjas on valminud selle järg 1967—1971 (E. Karu).

Süvenes osavõtt üleliidulisest ja rahvusvahelisest koostööst arheoloogia ja etnograafia valdkonnas. Alates 1968. aastast osaletakse Ungaris väljaantava agraarajaloo iga-aastase bibliograafia «Bibliographia Historiae Rerum Rusticarum Internationalis» koostamises.

1. Jaanits, L. Kultuuri arengupidevusest Eestis üleminekul keskmiselt nooremale kiviajale. — Rmt.: Studia archaeologica in memoriam Harri Moora. Tallinn, 1970, lk. 81—87.
2. Lõugas, V. Sõrve laevkalmed. — Rmt.: Studia archaeologica in memoriam Harri Moora. Tallinn, 1970, lk. 111—118.
3. Schmiedehelm, M., Laul, S. Asustusest ja etnilistest oludest Kagu-Eestis I aastatuhandel. — Rmt.: Studia archaeologica in memoriam Harri Moora. Tallinn, 1970, lk. 154—165.
4. Лаул С. Об этнической принадлежности курганов юго-восточной Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Общественные науки, 1971, № 3, с. 319—331.
5. Moora, H. Einige Ergebnisse der Burgbergforschung im Ostbaltikum. — Suomen Museo 1967. Helsinki, 1967, s. 64—96.
6. Moora, H. Käsitöö arenemisjärg Baltimail 12.—13. sajandil. — Rmt.: Pronksiajast varase feodalismini. Uurimusi Baltimaade ja naaberalade arheoloogiast. Tallinn, 1966, lk. 123—128.
7. Moora, H. Über den ostbaltischen Handel im 12.—13. Jahrhundert. — Archeologia Polski, XIII, 2. Wrocław, 1969, S. 517—525.
8. Моора Х. А., Лиги Х. М. Хозяйство и общественный строй народов Прибалтики в начале XIII в. (К вопросу о возникновении феодальных отношений). Таллин, 1969, 72 с.

9. Mark, K. Zur Herkunft der finnisch-ugrischen Völker vom Standpunkt der Anthropologie. Tallinn, 1970, 130 S.
10. Jaanits, L., Tõnisson, E. Arheoloogia areng. — Rmt.: Leninlik etapp eesti ajalooteaduses. Tallinn, 1970, lk. 207—230.
11. Viires, A. Härjarakend Baltimaades. — Etnograafiamuuseumi aastaraamat, XXIII. Tallinn, 1968, lk. 134—174.
12. Viires, A. Über die Herkunft und Verbreitung des Krummholzes im Pferdegeschirr. — In: Studia ethnographica et folkloristica in honorem Béla Gunda (Múveltség és Hagyomány XIII—XIV). Debrecen, 1971, S. 427—449.
13. Viires, A. Typen des Pferdeanspanns im Baltikum in ihrer räumlichen und zeitlichen Verbreitung. — In: Festschrift Matthias Zender. Studien zu Volkskultur, Sprache und Landesgeschichte. Erster Band. Bonn, 1972, S. 249—263.
14. Moora, A. Über die volkstümliche Nahrung in der ostestnischen Grenzzone. — In: Congressus Secundus Internationalis Fenno-ugristarum Helsingiae habitus 23.—28. VIII. 1965. Pars II. Helsinki, 1968, lk. 225—238.
15. Moora, A. Über die alten rituellen Getreidespeisen der Esten und der anderen finnisch-ugrischen Völker. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1972, nr. 2, lk. 176—184.
16. Öpik, E. Vadjalastest ja isuritest XVIII saj. lõpul. Etnograafilisi ja lingvistilisi materjale Fjodor Tumanski Peterburi kubermangu kirjelduses. Tallinn, 1970, 207 lk.
17. Сельские поселения Прибалтики (XIII—XX вв.). М., 1971. (Статьи Г. Троска и Н. Шлыгиной.)
18. Mäsak, E. Tööliste korterioludest Eestis aastail 1920—1940 kodanliku ajakirjanduse valgusel. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1968, nr. 2, lk. 160—174.
19. Mäsak, E. Tööliskasarmutest Tallinnas XX sajandi esimesel poolel. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1971, nr. 3, lk. 298—318.
20. Viires, A. Etnograafilise mõtte arengu põhijooni. — Rmt.: Leninlik etapp eesti ajalooteaduses. Historiograafilisi artikleid. Tallinn, 1970, lk. 231—251.
21. Viires, A. ja Linnus, J. Eesti nõukogude etnograafia bibliograafia 1945—1966. Tallinn, 1967, 128 lk.

SOTSIOLOOGILISED UURIMUSED

E. RANNIK

Sotsioloogiline uurimistöö hakkas Eesti NSV-s ulatuslikumalt arenema 60-ndate aastate algul. Eesti NSV Ajaloo Instituudis moodustati 1966. aastal sotsioloogiasektor.

Algusest peale kujunesid tihedad sidemed Nõukogude Liidu kesksete uurimisasutustega. Koostöös Moskva Riikliku Ülikooli ja NSV Liidu Teaduste Akadeemia Filosoofia Instituudiga viidi 1966. aastal läbi kogu vabariiki haarav küsitlus elanikkonna kultuuritaseme ja kultuurilise aktiivsuse väljaselgitamiseks. Saadud andmeid kasutati mitmete kultuuriküsimuste (kino, lugemisharrastus, klubiline töö) uurimiseks ning võrdlusmaterjalina hilisemates töödes.

Uuriti poliitharidustöö efektiivsust tehastes (M. Fjodorova). Vaatluse all oli poliitõppusest osavõtvate isikute iseloomujoonte ning nende töö- ja olmetingimuste mõju õppeprotsessile. Eksperimentaalselt püüti leida kõige efektiivsemaid vorme ja meetodeid tööks erisuguse hariduse ja vanusega poliitõpperingidest osavõtjatega. Tallinna töölisnoorte koolide baasil jälgiti töölisnoorsoo maailmavaate kujunemist [1].

Ulatuslikumaks uurimistööde kompleksiks olid teatrialased uurimused. Valmis uurimus Eesti NSV teatripubliku struktuurist, mis põhineb 25 000 teatrikülastaja küsitluse andmeil, ja uurimused teatripubliku eri rühmade — tööliste ja haritlaste kohta [2]. Teatrialased uuringud võimaldasid selgitada elanikkonna erinevate sotsiaalsete rühmade teatrihuvi ning analüüsida, kuidas teater täidab oma sotsiaalset funktsiooni. Ühtlasi sai neile tugineda repertuaariplaanide koostamisel. Teatriloo seisukohalt võimaldasid nimetatud uurimistööd sügavamalt analüüsida Eesti teatri arenguprotsessi.

Õpiti tundma raamatukogulugejate erinevate sotsiaalsete rühmade kirjanduslikku maitset, huvide spetsiifikat ning faktoreid, mis avaldavad mõju lugemisele [3, 4]. Selgus, et kiiresti on kasvanud lugejaskonna huvi erialase ja populaarteadusliku kirjanduse vastu. Töö tulemuste alusel tehti ettepanekuid teoste tiraa-

žide ja nomenklatuuri perspektiivseks planeerimiseks, samuti rahvaraamatukogude tegevuse parandamiseks. Märkimist väärib rakendatud uurimistöö metoodika, mis on äratanud tähelepanu ka väljaspool Eesti NSV-d [5].

Uuriti traditsiooniliste taidlusalade osa ja perspektiive vaba aja sisustamisel. Selgus, et taidluse raskuskese on, vastupidi levinud arvamusele, ümber asetunud linna. Tuleb rõhutada väikelinnade ja alevite suurt osa taidluse viljelemisel. Agrokeskuste väljakujundamine peaks oluliselt soodustama taidluse arengut. Tähelepanu äratab asjaolu, et taidlusest osavõtu kõige tugevamaks motiiviks on suhtlemine kollektiivis [6].

Rahvusküsimuse valdkonnas on vaadeldud rahvuste kultuurialast üksteisele lähenemist [7]. Valminud on uurimus erisuguste sotsiaalsete rühmade sotsialistliku rahvusteadvuse kujunemisest. Selgus, et kahel erineval sotsiaalsel grupil — töölistel ja insener-tehnilistel töötajatel — ei ole olulisi erinevusi rahvuslike väärtuste hindamisel. Rahvuslikud traditsioonid on rikastunud uute, nõukogulike elementidega. On kujunenud välja uued, nõukogulikud traditsioonid, mis on oma olemuselt internatsionalistlikud.

Märkimist väärib ka välisturismi ideoloogilise ja majandusliku efektiivsuse uurimine. Töö tulemusi on arvestatud välisturismi perspektiivsel planeerimisel.

Ühiskonna sotsiaalse struktuuri alal uuriti tootmiskollektiivide sotsiaalse struktuuri dünaamikat Eesti NSV tööstuses aastail 1959—1965 (ehitusmaterjalide tööstuse ettevõtete baasil) [8] ja ühiskonna sotsiaalse stratifikatsiooni teoreetilisi küsimusi [9].

Ühiskonna sotsiaalse struktuuri uurimise raames on välja selgitatud tööjõu liikuvuse ja tööga rahulolu põhjused mitmes Tallinna ja Eesti NSV Metsa- ja Puidutööstuse Ministeeriumi ettevõttes [10, 11]. Sellesuunaliste uuringute praktiliseks eesmärgiks on olnud kaasa aidata püsiva kaadri kujunemisele tööstuses. Ühtlasi saadi lähteandmeid käitiste sotsiaalse arengu plaanide koostamiseks. Töötati välja NSV Liidu Läänemere basseini kalasadamate sotsiaalse arengu plaani koostamise tüüpmetoodika [12].

Käsitlemist on leidnud Tallinna elanikkonna migratsioon aastail 1959—1970. On toodud välja Tallinna koht vabariigi ning üleliidulises migratsioonis, selgitatud nii migratsiooni üldisi seaduspärasusi kui ka Tallinna suunduvate migratsioonivoolude eripäraseid jooni, samuti ka migrantide sotsiaalset struktuuri ja migratsiooni põhjusi.

Uuriti tööjõu liikuvust Eesti NSV põllumajanduses. Saadi andmeid selle intensiivsuse, suundade ja sotsiaal-majanduslike tagajärgede kohta 1969. aastal. Leiti, et tööjõu liikuvust määravaks põhiprotsessiks põllumajanduses on tootmise mehhaniseerimine ja maa urbaniseerumine, millega tööjõu liikuvus on positiivses seoses. Näidati põllumajandusliku tööjõu liikuvuse suurt intensiivsust ja tugevat seost tööjõu liikuvusega teistes tootmisharudes.

Kokku võttes võib väita, et tööjõu liikuvuse bilanss põllumajanduses on tasakaalustunud. On uuritud ka maanoorte kutseorientatsiooni ning põllumajanduslike keskeriõppeasutuste komplekteerimist [13], põllumajanduse mehhanisaatorite kaadri kujunemist ning maalt linna siirdunud elanikkonna kohanemist uues sotsiaalses keskkonnas.

Valmis uurimus Tallinna 8-klassilise kooli lõpetanute kutsevalikut mõjustavatest teguritest [14]. Faktoranalüüs näitas, et õpilaste kutseorientatsiooni kujundavad põhiliselt nende üldhariduslikud teadmised ja üldise arengu tase. Spetsiaalsete kutsealaste teadmiste ja informatsiooni mõju kutsevalikule on aga väike. Elukutsete vähese tundmise tõttu on õpilaste kutsevaliku sfäär piiratud.

On uuritud ka naiste tööga hõivatust ja selle sotsiaalseid tagajärgi [15] ning naiste emantsipeerumise ajaloolist protsessi Nõukogude Eestis. Kui meil määravad naiste töölkäimise ära rohkem töö sisulised väärtused, siis kapitalistlikes maades domineerivad materiaalsed motiivid. Tähelepanu äratab see, et kodusteks töödeks kulutavad naised võrdselt aega, sõltumata nende haridustasemest. Ka ei sõltu teenindusvõrgu kasutamine perekonna sissetulekust.

Sotsioloogiliste materjalide analüüsimiseks on arendatud edasi matemaatilis-statistilisi meetodeid. Võeti kasutusele mitmemuutujaanalüüsi uus variant, mis võimaldab välja selgitada üksikute põhjuste erikaalu vaadeldavate põhjuste summas [16].

Käesoleval ajal on kujunenud keskseks suunaks ühiskonna sotsiaalse struktuuri ja selle muutuste uurimine.

1. Лорберг С. и Федорова М. О роли семьи в формировании мировоззренческих установок молодежи. — В кн.: Отражение научно-технического прогресса в общественных отношениях. Таллин, 1972, с. 89—101.
2. Vellerand, L. Tallinna tööliste teatrikülastussagedusest. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1971, nr. 1, lk. 64—76.
3. Хансен Х. Изменения читательских интересов в современных условиях. — В кн.: Отражение научно-технического прогресса в общественных отношениях. Таллин, 1972, с. 66—88.
4. Hansen, H. Teaduslik-tehniline revolutsioon ja töötajate lugemishuvid. — Eesti Kommunist, 1971, nr. 12, lk. 51—57.
5. Хансен Х. и Вескимяги К. О методике исследования читателей массовых библиотек в Эстонской ССР. — Библиотеки СССР, 1963, № 43, с. 36—46.
6. Ardel, M. Taidluse sotsiaalsest tähtsusest. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1973, nr. 1, lk. 96—102.
7. Кахк Ю. О некоторых чертах и аспектах становления новой исторической общности — советского народа. (По результатам проведенных в Эстонской ССР в области культуры социологических исследований). — Изв. АН ЭССР. Общественные науки, 1972, № 4, с. 435—444.
8. Пароль В. Динамика изменений социально-классовой структуры советского общества за годы семилетки (1959—1965 гг.). — В кн.: Отражение научно-технического прогресса в общественных отношениях. Таллин, 1972, с. 5—12.

9. Пароль В. И. Социальная дифференциация и социальная мобильность производственного коллектива. — В кн.: Социальная мобильность и проблемы формирования и использования трудовых ресурсов. Новосибирск, 1970, с. 24—31.
10. Яанвярк Э. Об опыте составления программы исследования причин текучести кадров. — В кн.: Проблемы создания постоянных кадров. (Материалы конференции.) Таллин, 1970, с. 10—18.
11. Пароль В. Социальная дифференциация и социальная мобильность производственного коллектива (по данным промышленности строительных материалов ЭССР). — В кн.: Проблемы создания постоянных кадров. (Материалы конференции.) Таллин, 1970, с. 56—63.
12. Бойков В., Пароль В. и Соколовский В. Типовая методика составления комплексного плана социального развития коллектива предприятия (с учетом специфики морского рыбного порта). Таллин, 1971, 186 с.
13. Talts, L. Keskharidusega põllumajanduskaadri kujunemist mõjutavatest teguritest. — Eesti Kommunist, 1972, nr. 4, lk. 64—71.
14. Ранник Э. Формирование профессиональных интересов учеников 8-х классов таллинских школ. — В кн.: Отражение научно-технического прогресса в общественных отношениях. Таллин, 1972, с. 102—119.
15. Келам А. Некоторые аспекты женского труда на современном этапе. — В кн.: Отражение научно-технического прогресса в общественных отношениях. Таллин, 1972, с. 32—53.
16. Вески А. и Китвель Т. Об одном методе многомерного анализа. — В кн.: Отражение научно-технического прогресса в общественных отношениях. Таллин, 1972, с 135—154.

KUNSTIAJALUGU

I. SOLOMÕKOVA

Alates 1961. aastast on olnud kunstiteadlaste peamiseks ülesandeks kaheköitelise «Eesti kunsti ajaloo» koostamine. Autorite kollektiiv, kuhu peale kunstiajaloo sektori töötajate kuulusid kunstiteadlased ENSV Riiklikust Kunstiinstituudist, Tartu Riiklikust Ülikoolist ja Tartu Riiklikust Kunstimuuseumist, suunas oma jõupingutused eelkõige eesti nõukogude kunsti arengu uurimisele, sest samaaegseks tööks laial rindel mineviku ja tänapäeva kunstiajaloo alal ning 1. ja 2. köite üheaegseks lõpuleviimiseks ei jätkunud jõudu, seda enam, et mitmed perioodid ja probleemid, eriti 20. saj. alguse eesti kunsti arengust, olid nõrgalt läbi uuritud või täiesti uurimata. 1966. aastal lõpetati töö 2. köite käsikirjaga (Nõukogude Eesti kunst 1940—1965). Komplitseeritud polügraafilist teostust nõudev suurteos trükiti Leningradis. Raamat jõudis lugejateni 1971. a. suvel [1]. Lisadena ilmusid «Nõukogude Eesti kunstielu kroonika 1940—1965» [2], samuti vene- ja ingliskeelne resümee.

Teoses on esmakordselt antud üldistav käsitlus eesti nõukogude kunstist 1940. aastast kuni 1965. aastani (*incl.*), kusjuures võrdse tähelepanuga on käsitletud nii üldisi arenguprotsesse kui ka erinevate kunstiliikide — maali, graafika, skulptuuri, tarbekunsti, lavakujunduse ja arhitektuuri arengut. On esile toodud ka eesti nõukogude kunsti arengudünaamika ja selle põhjused, kunsti arenguetapid on seostatud ühiskondlik-poliitilise eluga. Peatükkides järgneb arenguloolisele ülevaatele käsitlus kunstnike kaupa, kusjuures kunstnike kohta on esitatud tähtsamad biograafilised andmed. Teos kinnitab veenvalt sotsialistliku realismi printsiipide võitu eesti nõukogude kunstis, näidates erinevate stiilide, vormisuundade ja käsitluslaadide arengut, aga ka rahvuslikku omapära. Teosele on lisatud valikbibliograafia, terminoloogia (172 oskussõna), illustratsioonide nimestik koos kunstiteoste asukohtade määratlustega ning kunstnike nimede register (563 nime). «Eesti kunsti ajaloo» 2. köide leidis head vastuvõttu lugejate ja kunstnike ringkondades, samuti kriitika poolt. 1971. a. detsemb-

ris autasustas NSV Liidu Kunstnike Liidu presiidium autorite kollektiivi I järgu diplomi ja rahalise preemiaga.

Paralleelselt 2. köite koostamise, toimetamise ja trükiks ettevalmistamisega käis töö ka «Eesti kunsti ajaloo» 1. köitega. Autorite kollektiivi kuulusid oma ala parimad spetsialistid.*

Esimese köite käsikirjas on antud marksistlikelt seisukohtadelt lähtuv ülevaade eesti kunsti arengust alates esiajaloolisest ajast kuni nõukogude võimu taaskehtestamiseni 1940. aastal. Eesmärgiks on tutvustada neid kunstiväärtusi, mida Eestis on loodud ligi kahekümne sajandi vältel. Esmakordselt on ulatuslikumalt ruumi antud ka rahvakunstile kui maa põlisrahva loova vaimu avaldusele. Suurt tähelepanu on pööratud rahvusliku kunsti arengule alates XIX sajandi keskpaigast kuni 1940. aastani, kusjuures on rõhutatud kunstipärandi progressiivset arengujoont. Raamatu koostamise käigus täpsustati ja arendati edasi eesti kunsti ajaloo periodiseeringut. Kunsti ja arhitektuuri on vaadeldud stiiliperioodide järgi, arvestades sealjuures kunsti arengu sisemisi seaduspärasusi ja ühiskondlik-poliitilisi tingimusi. Teose käsikirjalise osa üldmaht on ca 50 autoripoognat, ka illustratsioone on ligikaudu 50 autoripoognat (umbes 1000 fotot ja 65 värvilist reproduktsiooni).

«Eesti kunsti ajaloo» 1. ja 2. köide on valminud pikaajalise põhjaliku uurimistöö tulemusena, mis kõneleb kunstiajaloolise uurimistegevuse haarde ulatuslikkusest ja intensiivsusest Nõukogude Eestis. Eesti kunstiteadlaste kolme põlvkonna ühistöö annab alust rääkida formeeruvast Nõukogude Eesti kunstiajaloolaste koolkonnast.

«Eesti kunsti ajaloo» koostamine, mis tugines marksistlikele metodoloogilistele printsiipidele, oli tõeliselt loominguline, uurimusliku iseloomuga töö. Autoritel tuli nii mõndagi kunstinähtust uuesti avastada, ümber mõtestada, luua uusi kontseptsioone, lähtudes uutest materjalidest kujutava kunsti, tarbekunsti ja arhitektuuri alal.

Töö «Eesti kunsti ajaloo» koostamisel asetas kunstiteadlased mitmete ajaloolis-teoreetiliste probleemide ette, mida töö käigus tuli lahendada; näiteks rahvusliku kunsti geneesi probleemid seoses eesti kunsti kontaktidega nii Venemaa kui ka Lääne-Euroopa ja Põhjamaade rahvaste kunstiga; oluline oli jälgida traditsioonide ja novaatorluse dialektikat nii mineviku- kui ka nüüdis-

---

* V. Raam, H. Üprus, M. Lumiste (Vabariiklik Restaureerimisvalitsus), V. Vaga, M. Eller (Tartu Riiklik Ülikool), V. Erm, V. Hinnov, T. Koort, T. Nurk, V. Tiik (Tartu Riiklik Kunstimuuseum), K. Tihase (Tallinna Polütehniline Instituut), E. Pihlak, L. Gens (ENSV Riiklik Kunstiinstituut), L. Viiroja, K. Kirme, R. Loodus, J. Keevallik, J. Selirand, I. Solomõkova, H. Valter, V. Viilmann (Eesti NSV Teaduste Akadeemia Ajaloo Instituut). Toimetuskolleegium: B. Bernstein, E. Jansen, J. Kahk, K. Kirme, E. Pihlak, I. Solomõkova (peatoimetaja), V. Tiik, V. Vaga.

kunstis. Konkreetsetes uurimustes on jätkatud nende aktuaalsete probleemide sügavamat läbitöötamist. Trükiks on ette valmistatud artiklite kogumik, millesse on koondatud uurimistulemused eesti kunsti sidemetest vene ja Lääne-Euroopa kunstiga XX sajandi esimestel kümnenditel, mil rajati alused kodumaiselt pinnaselt võrsunud uuele eesti kunstile. Komplitseeritud tingimustes, kandepinna puudumisel selgusid otsingutes ja võitlustes eesti kunsti arenguteed. Ajastut iseloomustavaid arengutendentse ja suundi käsitletakse maalikunsti, graafika ja tarbekunsti materjali põhjal. Teadusliku käsitluse sfääri on laiendatud ka kunstiteoreetilisele mõttele ja kunstielule.

XX sajandi kahel esimesel aastakümnel etendasid meie kunstis ja kunstielus, esimeste kunstikoolide ja kunstiühingute rajamisel tähtsat osa A. Laikmaa, K. Raud ja N. Triik. Neile kui eesti kunsti ja kunstielu rajajatele kuulub aukoht rahvusliku kultuuri ajaloos. Kunstiajaloo sektori, ENSV Riikliku Kunstimuuseumi ja Tartu Riikliku Kunstimuuseumi ühisüritusteks olid A. Laikmaa ja K. Raua 100. sünniaastapäeva tähistanud teaduslikud konverentsid (1965, 1966) [3].

Maalija, graafiku, kunstipedagoogi ja ühiskonnategelase N. Triigi panus eesti kunsti arengusse XX sajandi alguskümnenditel on leidnud käsitlemist teaduslikus monograafias [4]. Pikemaajalise, põhjaliku uurimistöö tulemusena on valminud monograafia ka K. Raua elu, loomingu, ühiskondliku tegevuse ja mõtteavalduste kohta (L. Viiroja). K. Raua osa eesti kunstiteoreetilise mõtte arengus valgustab artikkel [5]. Eesti raamatukunsti kui kõige rahvalikuma ja levinuma kunstiliigi omapära ja traditsioonid XX sajandi algul on leidnud esmakordselt käsitlemist lühimonograafias [6]; ulatuslik aines nii mineviku kui ka tänapäeva raamatukunstist on koondatud rikkalikult illustreeritud teosesse, mida 1969. aastal autasustati NSV Liidu Kunstnike Liidu II järgu diplomi ja rahalise preemiaga [7].

On silmas peetud kunsti süvaseoseid ajaloosündmustega, sotsiaalsete ja ideoloogiliste faktoritega, on arvestatud ka revolutsioonilise võitluse mõjusid kunstnike maailmatunnetusele ja nende loomingule. Eesti graafikakoolkonna tekkimist, selle tähtsamate esindajate loomingut on uurinud käesoleva artikli autor, seostades arengunähtusi 1920.—1930-ndate aastate stiilisuundade ja ühiskondliku eluga. Märkimist väärib E. Lambi kunstiteoreetilise kallakuga uurimus ekspressionismi avaldumisvormidest eesti kunstis, milles stiilianalüüsi on oskuslikult seostatud ühiskondlik-poliitiliste faktorite mõju lahkamisega. On ilmunud probleemartikleid Oktoobrirevolutsiooni mõjudest eesti kunstile [8], käsitlusi maalikunsti aktuaalsetest probleemidest [9, 10], kunstiajaloo historiograafiast [11].

Eesti nõukogude dekoratiiv- ja tarbekunsti järjest kasvav osakaal NSV Liidu kunsti üldpildis nõuab kunstiteadlastelt erilist

tähelepanu. Nahkehistöö on olnud üheks sellise tähelepanu objektiks [12, 13]. Huvitavaid uurimistulemusi on saadud eesti metallehistöö ühe vormi (sõle) arengu jälgimisel läbi aastatuhandete kuni tänapäevani välja, pidades sealjuures silmas ka rahvusliku stiili kujunemist (K. Kirme).

Kõige aktuaalsemaks ülesandeks jääb nüüdisaja eesti nõukogude kunsti arenguprotsesside uurimine ja üldistamine, tema koha kindlaksmääramine NSV Liidu paljurahvuselises kunstis ning uute kvaliteetide, sisuliste väärtuste ning kogu nõukogude kunstile omaste ühisjoonte esiletoomine.

Oluliseks probleemiks on ka rahvusliku ja internatsionaalse aspekti dialektika sotsialistliku realismi kunstis. Kunstiajaloo sektor on koostöös Tartu Riikliku Ülikooli ja ENSV Riikliku Kunstiinstituudi teadlastega asunud tänapäeva kunsti eespool mainitud kõige aktuaalsemate, 1960-ndaid ja 1970-ndaid aastaid haaravate probleemide uurimisele. Koostööd kunstimuuseumidega tähistavad mitmed trükis ilmunud teaduslikud kataloogid [14, 15, 16].

Tihedad on töökontaktid Moskva, Riia ja Armeenia kunstiteaduslike keskustega. Oma panus on antud suurte üleliiduliste väljaannete koostamisse, aktiivselt võetakse osa Eesti Nõukogude Kunstnike Liidu sektsioonide tegevusest, populariseeritakse eesti nõukogude kunsti ka väljaspool vabariiki [17].

1. Nõukogude Eesti kunst 1940—1965. Eesti kunsti ajalugu kahes köites. 2. köide. Toimetuskolleegium: B. Bernstein, J. Kahk, I. Solomõkova (peatoimetaja), V. Tiik ja V. Vaga. Tallinn, 1970, 332 lk., 739 ill. [Köite autorid: E. Lamp, B. Bernstein, E. Pihlak, M. Eller, R. Loodus, H. Kuma, K. Kirme, L. Gens. Illustratsioonid koondas köitesse V. Viilmann. Resümeed vene ja inglise keeles].
2. Nõukogude Eesti kunstielu krconika 1940—1965. Koostanud R. Loodus ja E. Lamp. Tallinn, 1970, 48 lk.
3. Kristjan Raud. Ants Laikmaa. Kogumik Kristjan Raua, Paul Raua ja Ants Laikmaa 100. sünni-aastapäevale pühendatud teaduslike konverentside ettekannetest, 1965—1966. Tallinn, 1970, 183 lk., 55 ill.
4. Pihlak, E. Nikolai Triik 1884—1940. Tallinn, 1969, 226 lk., 150 ill.
5. Viiroja, L. Kristjan Raua seisukohti kunstiküsimustes. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateaduste Seeria, 1966, nr. 1, lk. 112—127, ill.
6. Loodus, R. Eesti varasem raamatugraafika. Tallinn, 1966, 111 lk., 50 ill.
7. Loodus, R. Eesti raamatugraafika. Tallinn, 1968, 54 lk., 486 ill.
8. Solomõkova, I. Oktoobrirevolutsioon ja eesti kunsti arengu küsimusi (1917—1940). — Kunst, 1967, nr. 3, lk. 20—26; 1968, nr. 1, lk. 55—63, ill.
9. Pihlak, E. Nõukogude Eesti maali arenguprobleemidest. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnateadused, 1967, nr. 3, lk. 270—279, ill.
10. Pihlak, E. Maastik eesti maalis. Kunst, 1969, nr. 2, lk. 25—35, ill.
11. Eller, M. Kunstiajaloo uurimine. — Rmt.. Leninlik etapp eesti ajalooteaduses. Historiograafilisi artikleid. Tallinn, 1970, lk. 252—282.
12. Kirme, K. Eesti nahkehistöö sünd. Tallinn, 1965, 85 lk., 35 ill.
13. Kirme, K. Eesti nahkehistöö. Tallinn, 1973, 192 lk., ill.

14. Raud, K. [Kataloog. Koostaja ja eessõna autor L. Viiroja]. Tallinna Riiklik Kunstimuuseum. Tallinn, 1965, 184 lk., 56 ill.
15. Eesti nahkehistööd. [Kataloog. Eessõna K. Kirme]. Tallinna Riiklik Kunstimuuseum. Tallinn, 1966, 63 lk., 53 ill.
16. Oskar Kallis. [Kataloog. Eessõna autor I. Solomõkova]. Tartu Riiklik Kunstimuuseum. Tartu, 1968, 62 lk., 24 ill.
17. Eesti NSV kunst. Leningrad, 1972, 216 lk., 70 ill. [Albumi koostaja, eessõna ja kommentaaride autor I. Solomõkova. Eessõna ja kommentaarid eesti, vene ja inglise keeles].

DIALEKTOLOOGIA, TOPONÜÜMIKA

M. MUST

Keele ja Kirjanduse Instituudi suurimaid materiaalseid ja kultuuriväärtusi on eesti murdearhiiv, kus on hoiul niihästi Emakeele Seltsi poolesajandilise tegevusaja jooksul kogutud kui ka instituudi poolt viimase 25 aasta kestel talletatud keelevarad. Murdematerjali kogumine kui dialektoloogilise töö alus on murdesektori tööplaanides olnud tähtsal kohal. Igal aastal korraldatakse murdeekspeditsioone ja individuaalseid kogumismatku olemasolevate ainekogude täiendamiseks.

1972. a. lõpul oli murdearhiivis murdesõnavara 1 331 000, kohanimesid 320 000 sedelit. Kaasa arvatud eesti murrete sõnaraamatu koondkartoteek ja mitmesugused vähemad kogud (looma- ja isikunimed, häälikulised ja grammatilised teated jm.) küündis sedelkogude maht üle 3,8 milj. sedeli. Murdetekste oli üle 56 200 lk., murdeülevaateid ligi 38 400 lk., muid materjale üle 16 000 lk., seega sisaldasid vihikkogud kokku üle 110 700 lehekülje. Eesti murrete heliülesvõtteid oli instituudi fonoteegis 1146 tundi.

Murdearhiivi kasutajate teenistuses on murdekogude kohakataloog, heliülesvõtete topograafiline kataloog ja 1969. aastal valminud murdekogujate kataloog. 1961. aastal alustatud kohanimede alfabeetilisest kartoteegist, mis tunduvalt hõlbustab kihelkonniti järjestatud põhikogu kasutamist, on seni valmis ligikaudu 65%.

Unikaalsete ainekogude parema säilimise tagamiseks mikrofilmiti 1962.—1968. aastani põhiline osa murdekogudest, 1 347 000 sed. ja 91 600 lk. — kokku 295 793 kaadrit. Mikrofilmide negatiive (380 rulli) säilitatakse Tallinnas, kuna üks positiivkoopia on hoiul Tartus, teine vahetuse korras üle antud Helsingi ülikoolile [1].

Endiselt on dialektoloogias kesksel kohal olnud murdeleksikograafia probleemid, kapitaalse eesti murrete sõnaraamatu koostamine. Vastavate eeltööde raames on jõudsalt jätkunud alfabeetilise koondkartoteegi täiendamine. Kartoteeki, mis põhiosas valmis ajavahemikul 1951—1963, lisandub uute väljasedelduste ning järelkogumise tulemusena igal aastal keskmiselt 45 000—50 000

sedelit. 1972. a. lõpul sisaldas koondkartoteek ligikaudu 2,1 milj. sedelit.

Kartoteegile tuginedes ja selle valmimisel omandatud kogemusi rakendades alustati 1964. aastal uuesti sõnaraamatu koostamise põhimõtete väljatöötamist. 1968. aastal ilmus autorite kollektiivilt eesti murrete sõnaraamatu prospekt koos sellele lisatud näidisartiklite osaga [2]. Sõnaartiklite trükiproove ja koostamise printsiipe käsitlevaid kirjutisi on avaldatud ka keeleteaduslikes väljaannetes [3—5]. Kuueköitelise sõnaraamatu käsikirja vormistamine liigub praegu teise köite keskpaigas, *ko*-alguliste sõnade juures, käsil on esimese köite (*a—j*) toimetamine.

Eesti murdetekstide sarjast «Eesti murded» ilmus 1970. aastal kolmas köide — «Tartu murde tekstid» [6], mis annab usaldusväärse ja mitmekülgse sissevaate seni vähetuntud murdesse. 1972. a. lõpul valmis A. Univerel sarja järgmise, idamurde tekstide köite käsikiri.

Suurte kollektiivsete tööde kõrval on lähemalt jälgitud mitmesuguseid eesti murrete morfoloogia, süntaksi ja derivatsiooni üksikküsimusi [7—10] ning käsitletud keelekontakte [11].

Oluline nihe on toimunud eesti kohanimede uurimisel. V. Pallilt ilmus eri raamatuna Põhja-Tartumaa kohanimesid, nende teket, struktuuri ja seoseid käsitleva monograafia esimene osa [12] ning mitmeid teisi kaalukaid kirjutisi [13—17]. J. Simm on lõpetanud uurimuse Võnnu kihelkonna asustusalastest toponüümidest [18].

1972. a. jaanuaris moodustati murdesektoris omaette toponüümikarühm (juhataja V. Pall), kelle ülesannete hulka kuulub niihästi meie kohanimede kogumine ja uurimine kui ka nüüdisaegse nimetarvituse korrastamine.

Tihenenud on eesti murdeuurijate ja toponüümikute rahvusvahelised sidemed. Jätkuvalt on eesti murdeandmeid saadetud postitsi Soomes, Rootsis, Hollandis ja Saksa Föderatiivses Vabariigis töötavatele eriteadlastele. Meie murdearhiiviga on käinud tutvumas paljude maade uurijad, traditsiooniliseks on muutunud Soome üliõpilasrühmade iga-aastased õppematkad. Pikemalt on murdekogude juures töötanud teadlasi Soomest, Rootsist ja Ungari Rahvavabariigist. 1970. aastal jõudis lõpule murdekogude mikrofilmide vahetamine Soomega, kellega on vahetatud ka murrete heliülesvõtteid; on abistatud Soome teadlasi eesti murrete helilindistamisel.

Alates 1970. aastast teevad instituudi kohanimeuurijad kaastööd rahvusvahelisele ajakirjale «Onoma». Nimelt on eesti toponüümikute ülesandeks koostada ajakirjale NSV Liidus ilmuvate onomastika-alaste kirjutiste bibliograafia.

1. Must, M. Eesti murdearhiiv teise poolsajandi künnisel. — Emakeele Seltsi aastaraamat, 17. Tallinn, 1971, lk. 9—33.
2. Eesti murrete sõnaraamatu prospekt. Tallinn, 1968, 207 lk.
3. Муст М. О работе над словарем эстонских диалектов. — Советское финно-угроведение, 1967, № 3, с. 209—218.
4. Must, M. Über die Arbeiten am Estnischen Dialektwörterbuch. — In: Congressus secundus internationalis fenno-ugristarum Helsinki 23.—28. VIII. 1965. Pars I. Helsinki, 1968, p. 348—351.
5. Must, M. Viron murresanakirja. — Virittäjä, 1969, n:o 4, s. 386—390.
6. Keem, H. Tartu murde tekstid. Eesti murded, III. Tallinn, 1970, 480 lk.
7. Univere, A. Omadussõnadega homonüümsetest määraadverbidest eesti murretes. — Emakeele Seltsi aastaraamat, 11. Tallinn, 1965, lk. 175—184.
8. Univere, A. *t*-tunnuselise tegevusnime viisiütlevast eesti keeles. — Emakeele Seltsi aastaraamat, 16. Tallinn, 1970, lk. 179—194.
9. Neetar, H. *ma*-sufiksist eesti murretes. — Emakeele Seltsi aastaraamat, 14-15. Tallinn, 1969, lk. 115—130.
10. Neetar, H. Määrsõnalisest täiendist eesti murretes. — Emakeele Seltsi aastaraamat, 16. Tallinn, 1970, lk. 195—206.
11. Must, M. Vene-eesti kakskeelsus Kirde-Eestis. — Rmt.: Slaavi-läänemeresoome suhete ajaloost. Tallinn, 1965, lk. 107—131.
12. Pall, V. Põhja-Tartumaa kohanimed, I. Tallinn, 1969, 316 lk.
13. Pall, V. Eesti kohanimede struktuurist. — Keel ja Kirjandus, 1968, nr. 3, lk. 147—158.
14. Pall, V. Muutamien virolaisten paikannimityyppien levinneisyydestä. — In: Congressus secundus internationalis fenno-ugristarum Helsinki 23.—28. VIII. 1965. Pars I. Helsinki, 1968, p. 371—376.
15. Pall, V. Maahanmuuton jälkiä Pohjois-Tartumaan paikannimissä. — Virittäjä, 1970, n:o 1, s. 12—22.
16. Pall, V. Vene elemente Põhja-Tartumaa toponüümikas. — Emakeele Seltsi aastaraamat, 16. Tallinn, 1970, lk. 147—172.
17. Pall, V. Toponüümide leviku vaatlusi. — Keel ja Kirjandus, 1972, nr. 2, lk. 85—94; nr. 3, lk. 149—154.
18. Simm, J. Vene elemente Võnnu asulanimedes. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnatead., 1972, nr. 3, lk. 287—297.

LEKSIKOGRAAFIA JA LEKSIKOLOOGIA

E. RAIET

Leksikograafia- ja leksikoloogia-alase töö põhisuunad on Keele ja Kirjanduse Instituudis aastate vältel küllalt hästi välja kujunenud. 1965—1972 jätkus põhiliselt kolme liiki ülesannete täitmine: koostati õigekeelsussõnaraamatu uue väljaande ja seletussõnaraamatu käsikirja ning tehti terminoloogiatööd.

Kõige töömahukam on viieköiteliseks planeeritud eesti kirjakeele sõnaraamatu (seletussõnaraamatu iga köide ca 100 a.-pg.) koostamine, mille autorikäsikirjast oli 1972. a. lõpuks valminud *a—pl*, s. o. umbkaudu kolm viiendikku. Sõnaraamatu algusosast valitud ekstserpte avaldati proovivihikuna [1], mille arutlus näitas, et käsikirja tuleb tublisti tihendada ning täpsustada. See on ka arusaadav, sest alguses oli kasutada üsna kesine kartoteek. On jätkunud sõnaraamatu teoreetiliste aluste täpsustamine [2, 3]. Vastavalt probleemide läbitöötamise käigule on käsikirja ilme ajapikku mitmeti muutunud. Kompaktsema sõnaraamatu saamiseks esitatakse tsitaate nüüd märksa vähem, sõnaühendeid ja autorite koostatud lühilauseid aga rohkem. Kui varem oli tähelepanu pööratud peaaegu eranditult sõnade tähenduste ja tähendusvarjundite fikseerimisele, siis nüüd näidatakse ka sõnadevahelisi seoseid ja sõltuvusi (semantiline kontekst, grammatiline sõltuvus). Teadusliku grammatika puudumise tõttu on koostajad ning toimetajad-redigeerijad olnud sunnitud leksikoloogia kõrval uurima mitmeid leksikograafiale olulisi grammatikaprobleeme, millest eriti tülikas on sõnaliikide piiride probleem [4, 5]. Töödes eesti onomatopoeetilistest verbidest [6, 7] on esmakordselt näidatud, kuidas üks või teine häälik mõjustab onomatopoeetilise verbi semantikat. Ilmus esimene eesti fraseoloogia monograafiline käsitlus [8], kus avatakse pea ja selle osade nimetusi sisaldavate fraseologismide sisu, näidatakse võimaluse korral etümoloogia jne. Ka fraseologismide eristustunnused [9] on probleem, mille lahendamine on seletussõnaraamatu jaoks küllalt tähtis. Semantilise tervikluse kõrval peetakse oluliseks ühendi metafoorsust ning küllalt selgelt fikseerunud ümbrust.

Tublisti täienenud on seletussõnaraamatu jaoks mõeldud, kuid nüüd juba märksa laiemalt kasutatav eesti kirjakeele kartoteek (1972. a. lõpul 2 710 000 sedelit).

Põhiliselt lõpetatud on «Õigekeelsussõnaraamatu» uue väljaande käsikirja koostamine. 1960. aastal ilmunud sõnaraamatu vaatas uus autorite kollektiiv sõna-sõnalt läbi ning võrdles lisandunud leksikograafiliste allikatega. Tublisti kasu oli seejuures kirjakeele kartoteegist ning seletussõnaraamatu valminud osadest. Sõnaraamatu uus väljaanne peaks seetõttu meie keele sõnavara koosseisu eelmisest märgatavalt paremini kajastama. Eeskätt on püütud sõnaraamatusse võtta üldkeele tüvisõnu ning tuletisi, kuna liitsõnu on lisatud vähem. Mõnevõrra rohkem kui eelmises väljaandes esitatakse kõnekeele sõnavara. Oskussõnavara kohendamisel on olnud suureks abiks paljude alade eriteadlastelt saadud märkused ning parandusettepanekud.

Õigekeelsussõnaraamatu ilme kujundab eelkõige suhtumine normisse. Iga uue õigekeelsussõnaraamatu väljaandmisel tuleb paratamatult üle vaadata kenake hulk norme nende põhjendatuse seisukohalt. Virgutusi selleks tuli nii väljastpoolt kui ka koostajailt [10—12]. Ajakirjanduses toimunud diskussioonide kõrval oli rohkesti arutlusi Emakeele Seltsi keeletoimkonnas ning vabariiklikus õigekeelsuskomisjonis. Vastavad otsused, millest ka sõnaraamatu koostajad juhindusid, on avaldatud ajakirjas «Keel ja Kirjandus» ning Emakeele Seltsi aastaraamatus nr. 17. Uus sõnaraamat lubab ilmselt rohkem rööpvorme. Üsna ettevaatlik on oldud ortoeepiliste normide andmisega, sest sellealased uurimused puuduvad peaaegu täiesti.

Oskussõnavara fikseerimisel jätkati ja lõpetati mitmeid varem alustatud töid. Nii lõpetati vene-eesti polütehnilise sõnaraamatu keeleline korrastamine ning mäenduse [13] ja elektrotehnika [14] oskussõnastiku koostamine.

«Vene-eesti mäenduse sõnastik» sisaldab ca 9000 terminit. Peale mäenduse oskussõnade on sellesse võetud ka mäenduses sagedamini kasutatavaid üldtehnilisi termineid. Eriti ammendavalt on püütud esitada põlevkivi kaevandamisega seotud oskussõnu.

«Vene-eesti elektrotehnika sõnastikus» on samuti umbes 9000 terminit. See on esimene ulatuslikum elektrotehnika oskussõnade kogu, mis hõlmab selle ala põhilise sõnavara. Suhteliselt põhjalikult on esindatud teoreetiline elektrotehnika, kuna elektrotehnika kitsamate eriharude sõnavara puudub. Naaberalade termineid on välditud.

Jätkunud on keemia oskussõnavara fikseerimine. Kartoteeki on lisandunud 8000 terminit õige mitmest keemia valdkonnast, eriti rohkesti biokeemiast. «Eesti nõukogude entsüklopeedia» terminoloogia fikseerimine on viimastel aastatel seoses ENE koosseisu tugevnemisega võtnud regulaarsete konsultatsioonide vormi.

Tööd on tehtud ka mitmel uuel erialal. Eesti Maaviljeluse ja

Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi, Üleliidulise Mullateadlaste Seltsi Eesti Filiaali ning Keele ja Kirjanduse Instituudi ühistööna ilmus «Vene-eesti mullateaduse sõnastik» [15], mis sisaldab ligikaudu 9000 oskussõna mullafüüsika, mullakeemia, mullabioloogia, agrokeemia, mullaviljakuse, muldade geneesi, mullageograafia, muldade klassifikatsiooni, muldade boniteerimise, mullamelioratsiooni, mullatehnoloogia ja mulla erosiooni alalt. Mõnevõrra on esitatud ka naaberdistsipliinide sõnavara. Nagu kõigis teistes Keele ja Kirjanduse Instituudi osavõtul koostatud oskussõnastikes on selleski eestikeelsete terminite register.

Ehituse ja projekteerimise oskussõnu on 1967. aastast alates fikseerinud projekteerimisorganisatsioonide terminoloogiakomisjon, kuhu keeleliste ekspertidena kuuluvad T. Erelt ja K. Torop. Osa komisjonis heakskiidetud terminitest avaldati rotaprindiväljaandena paar aastat tagasi [16], uus, mahukam sai valmis 1972. a. lõpul.

Terminoloogia korrastamise seisukohalt oluliseks allikaks on kujunemas Keele ja Kirjanduse Instituudis viimaste aastate jooksul rajatud ning pidevalt täiendatav terminoloogia üldkartoteek, kuhu püütakse koondada kõigi väiksemate oskussõnastike ja mitmesuguste terminiloendite sõnavara.

1972. aastal ilmus esimene tänapäeva nõudeid rahuldav eesti-soome sõnaraamat [17], mille Soome vasteid kontrollis Soome-poolne retsensent-toimetaja J. Vesikansa. Mõnevõrra väiksemas mahus ilmus sama sõnaraamat Helsingis.

1. Eesti kirjakeele sõnaraamat. Makett. Tallinn, 1969, 82 lk
2. Kont, I. Eesti kirjakeele seletav sõnaraamat. — Keel ja Kirjandus, 1968, nr. 7, lk. 385—394.
3. Karelson, R. Über die Zusammenstellung eines Bedeutungwörterbuches der estnischen Literatursprache. — Советское финно-угроведение, 1970, № 2, с. 141—148.
4. Karelson, R. Märkmeid kaassõna piirimailt. — Emakeele Seltsi aastaraamat, 18. Tallinn, 1972, lk. 71—84.
5. Karelson, R. Eesti ühendsidesõnad, nende senine käsitlus. — Emakeele Seltsi aastaraamat, 17. Tallinn, 1971, lk. 35—44.
6. Värv, V. Sõnasisesed konsonandid onomatopoeetilistes verbides. — Emakeele Seltsi aastaraamat, 12. Tallinn, 1966, lk. 35—41.
7. Värv, V. Onomatopoeetiliste verbide häälikulisest struktuurist. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnatead. Seeria, 1966, nr. 4, lk. 479—484.
8. Vakk, F. Suured ninad murdsid päid... (Pea ja selle osad rahvalike ütluste peeglis). Tallinn, 1970, 320 lk.
9. Vakk, F. Fraseoloogia ja värsked tuuled. — Keel ja Kirjandus, 1969, nr. 2, lk. 86—94; nr. 3, lk. 152—159.
10. Kull, R., Erelt, T. *Quo vadit* eesti õigekeelsussõnaraamat. — Keel ja Kirjandus, 1969, nr. 11, lk. 641—652; 1970, nr. 2, lk. 79—89; nr. 3, lk. 147—160; nr. 7, lk. 390—404.
11. Hint, M. Ortoeepia normeerimise probleeme. — Rmt.: Keel ja struktuur, 2. Töid strukturaalse ja matemaatilise lingvistika alalt. Tartu, 1968, lk. 1—120.
12. Hint, M. Võõrpärisnimede ja nende tuletiste õigekirja vaieldavused. — Keel ja Kirjandus, 1968, nr. 1, lk. 32—41; nr. 2, lk. 88—90.

13. Lainoja, L., Nurm, E., Paalme, G., Kindlam, M. Vene-eesti mäenduse sõnastik. Tallinn, 1969, 235 lk.
14. Jänes, H., Kask, K., Kindlam, M., Kont, I., Labi, E., Pärlist, A., Riikoja, H., Sarv, M., Wõrk, H. R. Vene-eesti elektrotehnika sõnastik. Tallinn, 1969, 220 lk.
15. Truu, A. (üldkoostaja), Kask, R., Kull, R., Pant, R., Reppo, E., Rooma, I., Tarandi, K., Torop, K. Vene-eesti mullateaduse sõnastik. Tallinn, 1971, 238 lk.
16. Projekteerimise oskussõnu. Tallinn, 1970, 108 lk.
17. Kokla, P., Laanpere, H., Mäger, M., Pikamäe, A. Eesti-soome sõnaraamat. Tallinn, 1972, 650 lk.

EESTI KEELE STRUKTUURI UURIMINE

A. EEK, M. HINT, E. RIIKOJA

Refereeritaval perioodil (1965—1972) on käsitlemist leidnud tänapäeva eesti keele foneetika, fonoloogia, morfoloogia, süntaksi ja semantika mitmed üksikprobleemid.

Foneetilise struktuuri uurimine hõlmab kolm põhiteemat: eesti keele vokaalide ja sonorantide artikulatoor-akustilise analüüsi ning eesti keele küsimus-vastus-lausete intonatsiooni. Nende teemade realiseerimiseks on kasutusele võetud uusi eksperimentaalmeetodeid. Artikulatsiooni uurimise põhimeetodiks on kujunenud spektrograafiaga sünkroniseeritud lateraalne kinofluorograafia [1]. Akustilist analüüsi tehakse põhiliselt dünaamilise spektrograafi abil ning elektronarvutis. Arvutianalüüsiks koostatud programmide süsteemi põhiosaks on arvufiltrite programm.

Vokaalide ja sonorantide artikulatoor-akustiline kirjeldus on toonud esile uusi seiku eesti keele kvantiteedisüsteemi kohta. Kvantiteediastme erinevused, mida varem käsitleti kui erinevusi üksiksegmentide kestustes või kestussuhetes, väljenduvad uuemate andmete järgi ka häälikute erinevas seondumises [2, 3]. Vähemalt intervokaalsete sonorantide puhul näib oluliselt erinev seondumine teises ja kolmandas kvantiteediastmes olevat tingitud lõdva/pingsa artikulatsiooni kontrastist. Distinktiivtunnuste teoorias kasutatava pingsustunnuse rakendatavust on võimalik laiendada ka sonorantidele. Eesti omapärase kvantiteedisüsteemi uurimisel saadud andmed kõnedünaamika kohta pakuvad huvi kõnemoodustuse seisukohaltki.

On esitatud palatalisatsiooni ja nasalisatsiooni mõningad artikulatoorsed ning akustilised tunnused. Tööde tsüklis vokaalide akustilisest ja artikulatoorsest liigitusest on tehtud katse klassifitseerida vokaale, lähtudes nende akustilisest ja artikulatoorsest struktuurist enesest, jättes kõrvale igasugused aprioorsed kujutelmad liigitusdimensioonide arvu või muude tingimuste kohta. Lõpptulemusena saadi üheparameetriline, ilma kattuvusteta liigitus [4, 5]. Sonorantide akustika uurimisel on leitud neid häälikuid iseloomustavad spektripiirkonnad [6, 7].

Intonatsiooni alal on tehtud mitu katseseeriat [8, 9]. Leiti, et küsisõna ja selle puudumisel intonatsioon ei ole ainuvõimalikud küsimuse väljendamise vahendid. Loomulikus kõnes väljendavad küsimust ka konteksti- ja situatsioonitingimused. On kindlaks määratud vokaalide omakõrgused, nende erinevuste tajutavus ja seda mõjutavad tegurid. Vastuslauset iseloomustab langev põhitoon, kuna küsilauses on see põhiliselt tõusev-langev.

Jätkati eesti keele fonoloogia ja morfofonoloogia probleemide läbitöötamist. On ilmunud rõhu- ja kvantiteedisüsteemile, palatalisatsioonile, võõrsõnade spetsiifilistele fonoloogilistele probleemidele ja poolvokaalidele pühendatud töid [10—12]. Avaldati esimene murrakufonoloogia. Fonoloogia ja morfofonoloogia probleemide uurimisel on palju tähelepanu pööratud ka rakenduslikele aspektidele — süsteemsete ortoeepia- ja ortograafianormide põhjendamisele ning morfoloogilise süsteemi seostamisele fonoloogiakäsitlusega. Eesti keele fonoloogia ja morfoloogia kirjeldamise metoodika sõlmprobleeme on uuritud generatiivse fonoloogia ja protsessigrammatika seisukohtadelt [13, 14].

Koostöös Tartu Riikliku Ülikooli arvutuskeskusega on 50 000-sõnalise fonoloogiliselt transkribeeritud teksti põhjal saadud statistiline detailandmestik eesti ilukirjanduskeele fonotaktilise struktuuri kohta. Nende andmete läbitöötamine jätkub.

Mitmed detailkäsitlused on pühendatud eesti keele morfoloogia konkreetsetele küsimustele ja allsüsteemidele [15].

Eesti kirjakeele süntaksi uurimisel on tähelepanu keskpunktis olnud lauseõpetuse ja lausestruktuuri seni käsitlemata üksikseigad, mille valgustamise ja selgitamise kaudu hargneb lahti mitmeid süntaksi sõlmprobleeme. On diskuteeritud süntaksiteooria üle ning puudutatud grammatika ja loogika kategooriate vahelisi suhteid. Terminoloogia täpsustamiseks on vaetud vääriti mõistmist tekitanud käibeoskussõnu ning argumenteeritud nende asendamist asjakohaste terminitega. Lähema vaatluse alla on võetud eesti keele lausetüübid nende ehituse, intonatsiooni ning tähenduse järgi. Eelkõige on selgitatud erilise liitlausetüübi — ligistuslause kui semantilise terviku koostist, tema osalausete struktuuri ja sõnajärjestust [16]. Üksikasjalik ülevaade on antud sihitislausest; on jälgitud tema positsiooni pealause suhtes, seostumist pealausega ja seostavast elemendist olenevaid semantilisi varjundeid [17]. On sõelutud üksikute lauseliikmetega seotud küsitavusi ning fikseeritud olulisi, seni nimetamata esinemisjuhtusid. Nii teoreetilisest kui ka metodoloogilisest aspektist on argumenteeritud aluse käsitlemist ning arutletud sel puhul üleskerkivat eksistentsiaallause mõiste probleemi. On taastatud öeldistäide lause iseseisva kõrvalliikmena, analüüsitud tema olemust, esinemisvorme ja kasutamissfääri, esitatud ja iseloomustatud predikatiivi neid tahke, mida grammatikais pole puudutatud, ning käsitletud varem elimineeritud juhtusid öeldistäite piirimailt. On

jälgitud lahtist ja komplitseeritut atribuudi valdkonnast, aetud piiri atribuudi ja teiste lauseliikmete vahele, klaaritud küsitavusi nn. positsiooniliste substantiivide laiendi kvalifitseerimisel ning toodud päevavalgele uusi atribuudiliike ja -rühmi [18, 19].

Eri uurimuses on süvemalt käsitletud eesti lisandi probleeme. On selgitatud lisandi mõistet ja süntaktilist seost põhisõnaga ning näidatud, et ka sõnajärjestusest apositsiooniühendis võib sõltuda lauseliikme kvaliteet. Lisandi funktsioonidest lähtudes on noteeritud tema tähendussuhete eri varjundeid ning eristatud lisandi liike [20, 21].

Ilmumas on lihtlauset käsitlev ülevaade [22].

Tähelepanu väärib töö eesti keele generatiivse süntaksi ja semantika vallas. Põhjalikumalt on uuritud impersonaali ja passiivi [23, 24], adjektiivide komparatsiooni [25] ja pronominalisatsiooni süntaktilisi probleeme [26].

1. Лийв Г., Ээк А. О проблемах экспериментального изучения динамики речеобразования: комплексная методика синхронизированного кинофлуорографирования и спектрографирования речи. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1968, № 1, с. 78—102.
2. Eek, A. Articulation of the Estonian sonorant consonants. I. [n] and [l]. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnatead., 1970, nr. 1, lk. 103—121; II. [r]. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnatead., 1970, nr. 3, lk. 296—310; III. Palatalized [n] and [l]. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnatead., 1971, nr. 2, lk. 173—191; IV. [m]. — Советское финно-угроведение, 1971, № 3, с. 161—168; V. [ŋ]. — Советское финно-угроведение, 1971, № 4, с. 259—268.
3. Liiv, G. Some notes on the temporal organization of syllabic processes. — In: Papers in Interdisciplinary Speech Research. Proceedings of the Speech Symposium, Szeged 1971. Budapest, 1972, pp. 155—161.
4. Liiv, G., Remmel, M. On acoustic distinctions in the Estonian vowel system. — Советское финно-угроведение, 1970, № 1, с. 7—23.
5. Liiv, G., Remmel, M. On the classification of the Estonian vowel system: articulatory measurements. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnatead., 1970, nr. 3, lk. 279—295.
6. Remmel, M., Eek, A. The laterals: an acoustical study. — In: The 9th Acoustics Conference. Physiological Acoustics and Psychoacoustics. Bratislava, 1971, pp. 138—141.
7. Eek, A. Acoustical description of the Estonian sonorant types. — In: Estonian Papers in Phonetics. Tallinn, 1972, pp. 9—37.
8. Vende, K. Intrinsic pitch of Estonian vowels: measurement and perception. — In: Estonian Papers in Phonetics. Tallinn, 1972, pp. 44—109.
9. Vende, K. Perception of tonal contour of questions-answers: gradual or categorical? — In: Proceedings of the 7th International Congress on Acoustics, Vol. 3, Sections C-H-S. Budapest, 1971, pp. 17—20.
10. Hint, M. Ortoeepia normeerimise probleeme. — Keel ja struktuur, nr. 2. Tartu, 1968, lk. 1—120.
11. Hint, M. Eesti keele sõnafonoloogia, I. Rõhusüsteemi fonoloogia ja morfofonoloogia põhiprobleemid. Tallinn, 1973, 254 lk.
12. Hint, M. The semi-vowels [j] and [w] in the phonological and morphophonological systems of Estonian. I. — Советское финно-угроведение, 1971, № 2, с. 73—85; II, № 3, с. 169—186.
13. Hint, M. Generatiivinen fonologia sekä viron astevaihtelu ja kvantiteettisysteemi. — Virittäjä, 1972, n:o 1, s. 27—33.

14. Hint, M. Eesti keele morfoloogia kirjeldamise metoodika probleeme. — Keel ja Kirjandus, 1972, nr. 10, lk. 603—615.
15. Hint, M. Eesti grammatikakirjanduse põhimõttelised ja konkreetsed probleemid. Uute eesti keele grammatikate puhul. — Keel ja Kirjandus, 1969, nr. 6, lk. 327—341; nr. 7, lk. 399—412.
16. Mihkla, K. Eesti ligistuslausest. — Keel ja Kirjandus, 1971, nr. 7, lk. 402—408.
17. Rannut, L. Sihitislause eesti tänapäeva kirjakeeles. — Emakeele Seltsi aastaraamat, 17. Tallinn, 1971, lk. 45—64.
18. Riikoja, E. Mis nimi on substantiivina talitleva omadussõna ja kesksõna laiendil? — Keel ja Kirjandus, 1971, nr. 5, lk. 276—282.
19. Riikoja, E. Lihtsat ja keerulist täiendimaalt, I, II. — Keel ja Kirjandus, 1972, nr. 2, lk. 95—102; nr. 3, lk. 165—170.
20. Valmis, A. Mis on lisand. — Keel ja Kirjandus, 1972, nr. 6, lk. 355—363.
21. Valmis, A. Lisandi liigid tähendusfunktsiooni järgi. — Keel ja Kirjandus, 1972, nr. 11, lk. 663—667.
22. Eesti keele lauseõpetuse põhijooned, I. Tallinn, 1973, 528 lk.
23. Rajandi, H. Arutlusi eesti impersonaali üle. — Keel ja Kirjandus, 1966, nr. 9, lk. 538—548; nr. 10, lk. 612—616.
24. Rajandi, H. Passiivne *tud*-adjektivisatsioon. — Keel ja Kirjandus, 1967, nr. 4, lk. 218—223; nr. 5, lk. 286—292.
25. Erelt, M. Adjektiivide gradatsioon ja komparatsioon eesti keeles. — Keel ja struktuur, nr. 4. Tartu, 1971, lk. 3—80; nr. 5, 1971, lk. 3—34.
26. Viks, Ü. Pronominalisatsioon eesti keele elementaarlauses. — Keel ja struktuur, nr. 7. Tartu, 1972, lk. 53—107.

SOOME-UGRI KEELETEADUS

V. HALLAP

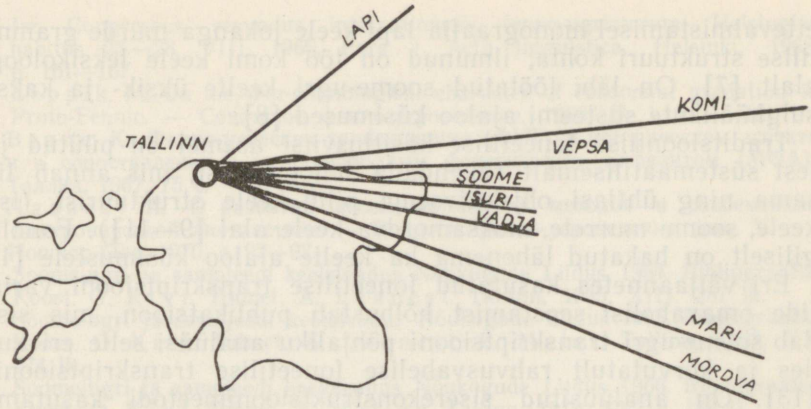
Soome-ugri keelte kõigi murrete ehituse põhjalik kirjeldamine võrdlev-ajaloolisel meetodil võimaldab valgustada soome-ugri keelte ajalugu läbi aastatuhandete. Ühtlasi on see arheoloogia (ning antropoloogia) kõrval põhiliseks andmete allikaks soome-ugri rahvaste varasema ajaloo, materiaalse ja vaimse kultuuri kujunemise kohta. Teiselt poolt annab üksikkeelte analüüs lähtekohti keelte struktuuri ja arenemist määravate üldiste seaduspärasuste leidmiseks.

Soome-ugri keeltest on instituudi tööplaanides olnud kesksel kohal eesti keele lähemad sugulaskeeled — läänemeresoome keeled.

Läänemeresoome rühma keeltest puudub praegu arvestatav sõnaraamat ainult vadja keelel (mida kõneldakse mõnedes Leningradi oblasti külades). Selle olulise takistuse läänemeresoome keelte sõnavara ajaloo uurimisel kõrvaldab kollektiivse tööna koostatud vadja keele sõnaraamat. Eesti keele lähima sugulaskeele sõnaraamatu aluseks on üle 200 000 sedeli sisaldav kartoteek, kuhu on koondatud väljakirjutused varasematest trükitud allikatest, käsikirjalised allikad ja arvukatel ekspeditsioonidel viimaste vadja keele kõnelejate juurde hangitud ainestik. Kõiki vadja murrakuid haarava ja üsna heterogeense materjali sulatamisel ühtseks, hõlpsasti kasutatavaks leksikograafiliseks tervikuks on lahendatud rohkesti teoreetilisi küsimusi ja välja töötatud spetsiaalne üldistav, fonologiseeritud transkriptsioon. Sõnaraamat on praegu trükiks redigeerimise staadiumis.

Hääbuvat arhailist idavadja murret, samuti idavadjalaste rahvaluulet ja etnograafilist omapära aitab uurijate jaoks säilitada heliülesvõtetelt foneetilises transkriptsioonis litereeritud ja grammatiliste kommentaaridega varustatud tekstikogu [1].

Väikesearvulise kõnelejaskonnaga läänemeresoome keeltest Leningradi oblastis on viimasel aastakümnel vadja keele kõrval põhjalikumalt uuritud isuri keelt. Süstemaatiliselt on analüüsitud isuri murrete vahelisi erinevusi ning nende ajaloolist kujunemist,



Ekspeditsioonid sugulaskeelte uurimiseks.

Lapi: 1960—1963, 1966; komi 1968—1970; vepsa: 1962, 1964, 1969, 1971; soome: 1961—1966, 1969, 1970, 1972; isuri: 1956—1967, 1969, 1971, 1972; vadja: 1957—1967, 1969—1972; mari: 1958, 1959, 1966; mordva: 1953, 1954, 1957—1960, 1962.

samuti isuri murrete vahekorda soome, karjala ja vadja murretega, kusjuures on lõplikult kindlaks tehtud isuri keele pärinemine muinaskarjala keelest [2—4]. On tehtud ettevalmistustöid isuri keele idamurde grammatika koostamiseks.

Leningradi oblasti läänemeresoome keelte kompleksse uurimise raames on läbi töötatud küsimus soome keele Kurgolovo murraku vahekorrast teiste soome murrakutega [5]. Valmimas on monograafia Kurgolovo murraku fonoloogilise struktuuri ajaloo kohta.

E. Adler ja A. Laanest (vastavalt vadja ja isuri keel) võtsid osa «Языки народов СССР. Том третий. Финно-угорские и самодийские языки» (M., 1966) ja Helsingis P. Virtaranta poolt väljaantud «Lähisukukielten lukemisto» (1967) koostamisest.

Moskvas nõukogude ja ungari fennougristide koostöö tulemusena väljaantava «Введение в финно-угорское языкознание» jaoks on A. Laanest kirjutanud läänemeresoome keelte osa. See on esimene üldistav käsitlus läänemeresoome keelte ja nende ajaloo kohta tervikuna, mis haarab nii foneetikat, morfoloogiat, süntaksit kui ka sõnavara. Teoksil on töö laiendatud ning üksikküsimuste osas põhjaliku bibliograafiaga varustatud variant iseseisva väljaandena «Sissejuhatus läänemeresoome keeltesse». On esitatud uus teooria kunagise läänemeresoome algkeele murdelise liigendumise kujunemise kohta ning seostatud võrdlev-ajaloolise meetodi abil saadud lingvistilisi andmeid arheoloogia ja antropoloogia andmetega [6].

Kaugematest soome-ugri keeltest on seni uuritud lapi, ersamordva, mokšamordva, mari ja komi keelt. Muuhulgas on trükiks

ettevalmistamisel monograafia lapi keele jokanga murde grammatilise struktuuri kohta, ilmunud on töö komi keele leksikoloogia alalt [7]. On läbi töötatud soome-ugri keelte üksik- ja kaksiksulghäälikute süsteemi ajaloo küsimused [8].

Traditsioonilise foneetilise käsitlusviisi asemel on püütud järjest süstemaatilisemalt rakendada fonoloogilist, mis annab lihtsama ning ühtlasi objektiivsema pildi keele struktuurist (isuri keele, soome murrete, mokšamordva keele alal [9—11]). Fonoloogiliselt on hakatud lähenema ka keelte ajaloo küsimustele [12].

Eri väljaannetes kasutatud foneetilise transkriptsiooni variantide omavahelist seostamist hõlbustab publikatsioon, mis sisaldab soome-ugri transkriptsiooni põhjaliku analüüsi selle eri kujudes ja kõrvutatult rahvusvahelise foneetilise transkriptsiooniga [13]. On analüüsitud siserekonstruktsioonimeetodi kasutamise võimalusi soome-ugri keelte ajaloo uurimisel [14].

Üleliidulise ja kaugemalegi ulatuva tähtsusega on süstemaatilised nõukogude soome-ugri ja samojeedi keeleteaduse aastabibliograafiad [15—18], mille väljaandmist jätkatakse. Trükiks on ette valmistatud kapitaalne bibliograafia «Soome-ugri ja samojeedi keeleteadus Nõukogude Liidus 1918—1962» (1096 lk.).

Põhiliselt Keele ja Kirjanduse Instituudi jõududega antakse välja üleliidulist ajakirja «Советское финно-угроведение» (4 numbrit aastas, I köide 1965, peatoimetaja P. Ariste).

Instituudi fonoteegis on teadlastele materjalina kasutamiseks kättesaadavad heliülesvõtted eri sugulaskeelte kohta kokku 370 tunni ulatuses. Heliülesvõtete detailsemaks kuuldeliseks läbitöötamiseks on heli- ja paljunduslaboratooriumis valmistatud pöörleva helipeaga magnetofon (reprofon) ja segmentaator.

1. Adler, E. Vadjalaste endisajast, I. Idavadja murdetekste. Tallinn, 1968, 213 lk.
2. Лаанест А. Ижорские диалекты. Лингвогеографическое исследование. Таллин, 1966, 182 с.
3. Laanest, A. Isuri murdetekste. Tallinn, 1966, 242 lk.
4. Laanest, A. Einige lautgeschichtliche Fragen des Ižorischen und Altkarelischen. —Советское финно-угроведение, 1970, № 1, с. 37—44.
5. Leppik, M. Kurkolan murteen erikoispiirteitä (erityisesti äyrämöismurteisiin verrattuna). — Virittäjä, 1972, n:o 2, s. 146—160.
6. Laanest, A. Itämerensuomalaisten kielten ryhmityskysymyksiä. — Virittäjä, 1972, n:o 2, s. 113—121.
7. Хаузенберг А.-Р. Названия животных в коми языке. (Сравнительно-исторический анализ.) Таллин, 1972, XXII, 238 с.
8. Халлап В. Единичные и двойные смычные в финно-угорских языках. — Советское финно-угроведение, 1969, № 2, с. 89—102.
9. Leppik, M. Distribution of segmental phonemes in the Finnish dialect spoken on the Kurgolovo Peninsula. — Советское финно-угроведение, 1966, № 3, с. 165—190.
10. Leppik, M. Soome murrete *j*-iga seotud probleeme. — ENSV TA Toimet. Ühiskonnatead., 1971, nr. 1, lk. 87—102; nr. 2, lk. 192—202.
11. Hallap, V. Phonological problems of the Moksha-Mordvin language. —

In: Congressus secundus internationalis fenno-ugristarum. Helsingiae habitus 23.—28. VIII. 1965. Pars I. Acta linguistica. Helsinki, 1968, p. 161—167.
12. Leppik, M. On the non-phonological character of consonant gradation in Proto-Fennic. — Советское финно-угроведение, 1968, № 1, с. 1—12.
13. Венде К. Финно-угорская транскрипция (ФУТ) в историческом аспекте и в сопоставлении с международным фонетическим алфавитом (МФА). Таллин, 1967, 75 с.
14. Лаанест А. О развитии исследовательских методов в современной диахронической лингвистике. — Вопросы финно-угроведения, вып. V. Йошкар-Ола, 1970, с. 92—97.
15. Soome-ugri ja samojeedi keeleteadus Nõukogude Liidus 1964. Bibliograafia. Koost. O. Kivi. Toimet. A. Laanest. Tallinn, 1965, XIII, 287 lk.
16. Soome-ugri ja samojeedi keeleteadus Nõukogude Liidus 1965. Bibliograafia. Koost. O. Kivi. Toimet. A. Laanest, E. Maier. Tallinn, 1968, XX, 274 lk.
17. Soome-ugri ja samojeedi keeleteadus Nõukogude Liidus 1966. Bibliograafia. Koost. O. Kivi. Toimet. V. Hallap. Tallinn, 1970, XVIII, 168 lk.
18. Soome-ugri ja samojeedi keeleteadus Nõukogude Liidus 1967. Bibliograafia. Koost. O. Kivi, M. Leivo. Toimet. V. Hallap. Tallinn, 1972, XX, 218 lk.

KIRJANDUSTEADUS

A. VINKEL

Keele ja Kirjanduse Instituudi kirjandusteadlaste keskseks ülesandeks on olnud viieköitelise «Eesti kirjanduse ajaloo» [1] koostamine (peatoimetaja E. Sõgel) koostöös TRÜ õppejõududega. Väljaandes vahelduvad ajajärgukäsitlused monograafiliste peatükkidega juhtivate kirjanike kohta, mis võimaldab saada ülevaate nii kirjandusprotsessist kui ka eri autorite teoste kunstilisest väärtusest. Trükist on seni ilmunud kolm köidet: esimene nendest käsitleb eesti kirjasõna kõige varasemat järku kuni XIX sajandi keskpaigani, teine järgnenud eesti rahvusliku kirjanduse rajamist XIX sajandi teisel poolel, kuna kolmas köide jälgib eesti kirjanduse arenemist XIX sajandi lõpust kuni 1917. aastani. Vastavalt kirjanduse kasvule ning kirjanduselu mitmekesistumisele kujuneb mahult kõige suuremaks käsikirjas valminud neljas köide, mis analüüsib eesti kirjandust aastail 1917—1940. Kirjanikumonograafiate kõrval on selles köites eriline tähtsus kirjandusprotsessi valgustamisel. Praegu töötab autorite kollektiiv kirjandusloo viienda, viimase köite koostamisel, mis käsitleb eesti kirjanduse arengut nõukogude perioodil.

Edusamme on tehtud eesti kirjanduse ajaloo tutvustamisel teistele rahvastele. Keele ja Kirjanduse Instituudi ning NSV Liidu Teaduste Akadeemia M. Gorki nim. Maailmakirjanduse Instituudi ühise väljaandena ilmus 1971. aastal venekeelne eesti kirjanduse ülevaade [2], mis sisaldab kokkuvõtte eesti kirjanduse arengust Oktoobri-eelsel perioodil. Välismaa lugejale on mõeldud E. Nirgi ingliskeelne eesti kirjanduse ajalugu [3].

Paralleelselt «Eesti kirjanduse ajaloo» koostamisega valmis E. Sõgeli ja E. Nirgi toimetamisel «Eesti kirjanduse biograafilise leksikoni» käsikiri, mis sisaldab biobibliograafilisi andmeid ning annab hinnangu enam kui 600 eesti kirjanduse ja selle piirialade viljeleja kohta. Peale Keele ja Kirjanduse Instituudi kirjandusteadlaste võttis selle käsiraamatu ettevalmistamisest osa ka teisi asjatundjaid.

Kõrvuti kollektiivsete töödega on jätkunud eesti kirjanduse ajaloo probleemide ja autorite monograafiline käsitlemine. Mitmeid ulatuslikumaid uurimusi on ilmunud vanema kirjanduse kohta [4, 5]. Põhjalikkuse ja teoreetilise kandvuse poolest tõuseb nende hulgast esile E. Nirgi monograafia Fr. R. Kreutzwaldi kohta [6]. A. Annisti «Kalevala»-käsitlus on silmapaistev saavutus seni vähe viljeldud väliskirjanduslikus uurimistöös [7]. Eesti uuema kirjanduse läbitöötamine on kulgenud «Eesti kirjanduse ajaloo» vastavate köidete ettevalmistamise raamides; ilmunud on monograafiaid [8], uurimuste ning artiklite valimikke [9, 10] ja perioodikakirjutisi [11, 12]. Seoses Oktoobrirevolutsiooni 50. aastapäevaga koostati luulevalimik kaasaegsest kodanikuluulest [13] (ilmunud ka vene keeles). Suure Isamaasõja võidu 25. aastapäevaks avaldati 8 vihikust koosnev eesti kirjanike sõjaaegse luule sari [14]. Kirjandussektorite töötajad on tegelnud kultuuriloo, ajakirjanduse ajaloo ja kodu-uurimisega. Koolides on kasutusel Keele ja Kirjanduse Instituudi teadlaste kaastegevusel koostatud kirjandusõpikud.

Kirjandusteadlased on olnud tegevad varasema kirjanduspärandi — P. Mannteuffeli, J. Kärneri, P. Vallaku, E. Tammlaane jt. teoste trükkitoimetamisel. 1972. aastal loodi koos Fr. R. Kreutzwaldi nim. Kirjandusmuuseumiga ühine tekstoloogia töörühm, mille esmaseks ülesandeks on Fr. R. Kreutzwaldi kirjavahetuse kahe viimase köite väljaandmine.

Keele ja Kirjanduse Instituudi kirjandusteooria sektor valmistab ette teost «Kirjandusteooria põhijooni», mille eesmärgiks on anda kirjandusteoreetiliste probleemide kokkuvõtlik käsitlus marksistliku teadusliku mõtte tasemel. Mitmete artiklite näol on selle töö esialgsed tulemused osalt juba lugejate ette jõudnud [15, 16]. Samal ajal on hakanud arenema rahvastevaheliste kirjanduslike suhete uurimine. Sel teemal on ilmunud artikleid, N. Basseli ülevaade rahvuskirjanduse ja maailmakirjanduse kohta [17], samuti tema uurimus eesti nõukogude kirjanduse levikust ja retseptsioonist nii Nõukogude Liidu rahvaste keeltes kui ka välismaal, samuti tõlkekirjanduse osast Eesti NSV kultuurielus [18]. On jätkunud kirjanduslike meetodite ja žanrite uurimine, tehakse tööd eesti romaani struktuuri analüüsimisel [19].

Koostatakse kirjandusteadusliku terminoloogia kartoteeki, mis peegeldab mainitud oskussõnade kasutamist Eesti praktikas. Selle töö lõppeesmärgiks on kirjandusteadusliku sõnastiku valmimine, milles terminid on suhtestatud paari-kolme suure kultuurkeelega.

Oluliselt on süvenenud kontaktid üleliidulise ja teiste sotsialismimaade kirjandusliku mõttega. Kirjandusteadlaste kirjutisi on ilmunud Moskva ja liiduvabariikide teaduslikes ning kirjanduslikes väljaannetes. M. Gorki nim. Maailmakirjanduse Instituudile koostatakse eesti kirjanduse kohta käivaid osasid teoksil olevate «История всемирной литературы» ja «История советской

многонациональной литературы» jaoks ning tehakse kaastööd väljaannetele «Eesti NSV ajalugu», «Eesti nõukogude entsüklopeedia», «Большая советская энциклопедия» ja «Краткая литературная энциклопедия».

Bibliograafid valmistavad ette masinakirjas paljundatavat aastabibliograafiat «Ilukirjandus, kirjandusteadus ja rahvaluule». Üleliidulist tähelepanu on äratanud O. Kivi bibliograafia eesti ilukirjandusest, folkloorist ja kirjanduskriitikast vene ja NSV Liidu teiste rahvaste keeltes [20].

Alates 1965. a. suvest on Keele ja Kirjanduse Instituudi kirjandusteadlased koos Fr. R. Kreutzwaldi nim. Kirjandusmuuseumi töötajatega korraldanud vabariigi eri paikadesse ekspeditsioone, et koguda viieköitelise kirjandusajaloo koostamiseks vajalikku biograafilist ja loominguloolist materjali.

Instituudi juurde kuulub 1971. aastast Friedebert Tuglase Majamuuseum, kus on käimas ümberehitamine ja materjalide korraldamine.

Võrreldes eelnenud perioodiga on Keele ja Kirjanduse Instituudi kirjandusteadusliku uurimistöö tase tõusnud. On pandud alus mitmesuunalisele, veelgi rohkem tegelikkuse nõudeid rahuldavale edaspidisele tööle.

1. Eesti kirjanduse ajalugu, I—III. Tallinn, 1965—1969.
   I — toim. A. Vinkel, 1965, 384 lk.;
   II — toim. E. Nirk, 1966, 664 lk.;
   III — toim. H. Puhvel, 1969, 656 lk.
2. Очерк истории эстонской советской литературы. Ответств. ред-ы Н. Воробьева и И. Соломыков. М., 1971, 504 с.
3. Nirk, E. Estonian Literature. Tallinn, 1970, 416 pp.
4. Vinkel, A. Eesti rahvaraamat. Tallinn, 1966, 382 lk.
5. Annist, A. Friedrich Reinhold Kreutzwaldi muinasjuttude algupära ja kunstiline laad. Tallinn, 1966, 450 lk.
6. Nirk, E. Kreutzwald ja eesti rahvusliku kirjanduse algus. Tallinn, 1968, 548 lk.
7. Annist, A. «Kalevala» kui kunstiteos. Tallinn, 1969, 218 lk.
8. Puhvel, H. A. H. Tammsaare elu ja loomingu varasem periood (1878—1922). Tallinn, 1966, 408 lk.
9. Sõgel, E. Revolutsioon ja kirjandus. Tallinn, 1972, 384 lk.
10. Puhvel, H. Sõnad sõelaga sülessa. Tallinn, 1971, 295 lk.
11. Sõgel, E. Kirjallisuustieteellisen työn tuloksista ja näköaloista Neuvosto-Virossa. — Virittäjä, 1972, nr. 1, s. 60—67.
12. Kalda, M. Kirjanduskriitilise mõtte liikumisi 1917—1940. — Looming, 1971, nr. 7, lk. 1087—1105; nr. 8, lk. 1246—1256.
13. Tervitus tulevikku. Eesti nõukogude autorite kodanikuluulet. Koost. A. Eelmäe. Tallinn, 1967, 216 lk.
14. Poeedilt sõjaveteranile. Koost. E. Sõgel. Tallinn, 1970, 532 lk.
15. Mäger, M. Riimi üldküsimusi. — Looming, 1971, nr. 1, lk. 123—132.
16. Siirak, E. Stiil kui sõnakunsti fenomen. — Looming, 1971, nr. 3, lk. 432—453.
17. Bassel, N. Rahvuskirjandus ja maailmakirjandus. Tallinn, 1972, 92 lk.

18. Бассель Н. Литературные связи Советской Эстонии. Таллин, 1970, 312 с.
19. Lias, P. Romaanistruktuuri muutumisest. — Looming, 1971, nr. 2, lk. 290—304.
20. Киви О. Эстонская художественная литература, фольклор и критика на русском и других языках народов СССР, 1956—1965. Таллин, 1968, 520 с.

RAHVALUULETEADUS

Ü. TEDRE

Folkloristlik töö vabariigis jaguneb Keele ja Kirjanduse Instituudi, Fr. R. Kreutzwaldi nim. Kirjandusmuuseumi ja Tartu Riikliku Ülikooli vahel.

Endiselt on folkloristide üheks peamiseks ülesandeks jäänud rahvaluuleainese teaduslik publitseerimine. Esialgu hädavajalike antoloogiate [1, 2] kõrval on nüüd jõutud asuda ka ulatuslike akadeemiliste publikatsioonide ettevalmistamisele. 1964. aastast peale koostavad Keele ja Kirjanduse Instituudi ja Kirjandusmuuseumi folkloristid eesti vanasõnade täielikku väljaannet (see on eeltööks koos Soome Kirjanduse Seltsiga kavandatud «Läänemeresoome rahvaste ühistele vanasõnadele»). Kogu olemasolev materjal (umbes 200 000 vanasõnavarianti) esitatakse tüübiartiklitena. Igas artiklis antakse 1) vanasõnatüübi kõik eri kujud, 2) kirjapandud variantide arv ja levik kihelkonniti, 3) viited trükiallikatele, 4) viited paralleeltüüpidele. Kuna mitmed korrespondendid pole vanasõnu rahvasuust kogunud, vaid trükiallikaist kopeerinud, siis on iseäranis suurt hoolt ja vaeva nõudnud rahvaehtsa materjali eraldamine ebaautentsest. Seesugust tekstoloogilist põhjalikkust pole meie folkloristikas varem taotletud. Viimastel aastatel I. Sarve juhtimisel töötanud rühm on jõudnud koostada 10 000 tüübiartiklit [3]. Käsikiri valmib 1974. aastal.

Vastavalt kokkuleppele Soome Kirjanduse Seltsiga on eesti folkloristide hooleks ka vadja, vepsa ja liivi vanasõnade kogumine ning publitseerimine. Ilmumist ootabki V. Mälgu koostatud «Vadja vanasõnade» käsikiri, mis sisaldab 711 tüübiartiklis 1547 vanasõnavarianti. Jätkub vepsa ja liivi vanasõnade kogumine rahvasuust ja trükiallikaist.

Puhtuurimuslikus töös on keskse kohal olnud eesti folkloori ja folkloristikat tutvustava venekeelse ülevaateteose ettevalmistamine. Vajadust seesuguse väljaande järele on tuntud aastaid. R. Viidalepa juhendamisel valminud käsikirja koostamisest võttis osa 14 autorit (ka Kirjandusmuuseumi ja Konservatooriumi folk-

loristid). 25-poognaline (lisaks illustratsioonid ja kirjanduse loetelu) käsikiri annab ülevaate eesti suulis-poeetilisest, muusikalisest ja tantsulis-mängulisest folkloorist ning tutvustab meie rahvaluule kogumise, uurimise ja publitseerimise ajalugu. Sissejuhatuses on põgusalt iseloomustatud eesti keelt, ajalugu ja rahvausundit. Käsikirja toimetatakse.

Suure üldkäsitluse valmimise kõrval on avaldatud eri ulatuse ja süvenemisastmega rahvaluule ja rahvaluuleteaduse ülevaateid mitmesugustes väljaannetes [4—6].

Mõistagi on ulatusliku üldistava käsitluse koostamine mõnevõrra ahendanud monograafilist uurimist. Tööd on tehtud eeskätt 1) rahvajuttude tüpoloogia, funktsiooni ja esitamisviisi ning 2) kirjanduse ja rahvaluule vahekorra selgitamisel.

Rahvajuttude tüpoloogilise läbitöötamise tulemusena ilmus antiklerikaalsete naljandite kataloog [7], lõpetamisel on loomamuinasjuttude kataloog (juba varem valminud käsikirjalise ainese loendile lisandub trükiallikatest saadud rohke materjal). On analüüsitud rahvajuttude funktsiooni ja esitamist [8—11] ning jälgitud muinasjutuga seotud küsimusi [12—13].

Kirjanduse ja rahvaluule suhete selgitamiseks on uuritud nii rahvaluule kasutamist kirjandusteose kujundamisel kui ka kirjandusteose tungimist rahvasuhu. Esimest küsimusteringi on Fr. R. Kreutzwaldi loomingu põhjal käsitlenud A. Annist. Uurimuses Kreutzwaldi muinasjuttude algupärast [14] on näidatud kõigi 43 muinasjutu ja 26 muistendi rahvalikke allikaid ning Kreutzwaldi loomingulise töötluse laadi ja määra. Kirjanduse ja rahvaluule vahekordi vaadeldakse ka «Kalevala»-monograafias [15].

Teist tahku — kirjandusteose rahvapärastumist, mis seostub retseptsiooniga laiemas mõttes, — on revolutsioonilaulude põhjal käsitlenud V. Mälk, esitades mõnegi huvitava tähelepaneku [16].

Pidevalt on tähelepanu orbiidis olnud ka folkloristika ajaloo küsimused. Sageli on neid ajendanud vaatlema asutuste ning isikute tähtpäevad [17—19].

Suhteliselt värske teema on eesti rahva antifeodaalse ja antiklerikaalse ideoloogia jälgimine folkloori andmete alusel. Esimese tulemusena valmis uurimuste kogumik, mis käsitleb talupoja ja mõisa vahekorda rahvalaulude ning talupoja ja kiriku suhteid rahvanaljandite põhjal.

1966. aastast peale on osa võetud Euroopa rahvamuusika-alase aastabibliograafia koostamisest.

Jätkunud on rahvaluule kogumine ekspeditsioonidel. 1972. a. lõpul sisaldas Keele ja Kirjanduse Instituudi käsikirjaline rahvaluulekogu 27 500 lk. üleskirjutusi ja 180 tundi helilindistusi.

1. Eesti muinasjutud. [Toimet. R. Viidalepp.] Tallinn, 1967, 528 lk.
2. Eesti rahvalaulud. Antoloogia I:1, 2; II:1, 2; III:1, 2, 3. Toimet. Ü. Tedre. Tallinn, 1969—1972, 516, 760 ja 1100 lk.
3. Сарв И. О подготовке научного издания эстонских пословиц. — В кн.: Проблемы изучения финно-угорского фольклора. Саранск, 1972, с. 254—259.
4. Аннист А. Некоторые итоги финно-угорской фольклористики в Советском Союзе. — Советское финно-угроведение, 1965, № 4, с. 295—301.
5. Viires, A. u. Tedre, Ü. Die ethnologischen Wissenschaften an den estnischen Universitäten. — Ethnologia Europaea, 1967, № 4, p. 268—269.
6. Тедре Ю. Фольклористика в Естонії. — Народна творчість та етнографія, 1972, № 1, с. 11—15.
7. Raudsep, L. Antiklerikale estnische Schwänke. Typen- und Variantenverzeichnis. Tallinn, 1969, 243 S.
8. Viidalepp, R. Rahvajuttude tootmismaagilisest funktsioonist. — Etnograafia Muuseumi aastaraamat, XX. Tartu, 1965, lk. 67—75.
9. Viidalepp, R. Kansankertomukset metsästysmagiassa. — Kalevalaseuran vuosikirja, 45. Porvoo—Helsinki, 1965, s. 104—114.
10. Viidalepp, R. A mesélök és a mesemondás körülményei az észtcknél. — Ethnographia, 1969, № 3, p. 447—460.
11. Viidalepp, R. Jutustaja Ann Piilberg. — Emakeele Seltsi aastaraamat, 16. Tallinn, 1970, lk. 273—284.
12. Kippar, P. Rahvaluule lühivormidest loomamuinasjutus. — Emakeele Seltsi aastaraamat, 14-15. Tallinn, 1969, lk. 205—219.
13. Киппар П. Сказки финно-угорских народов на эстонском языке. — В кн.: Проблемы изучения финно-угорского фольклора. Саранск, 1972, с. 247—253.
14. Annist, A. Friedrich Reinhold Kreutzwaldi muinasjuttude algupära ja kunstiline laad. Tallinn, 1966, 450 lk.
15. Annist, A. «Kalevala» kui kunstiteos. Tallinn, 1969, 218 lk.
16. Priiusel' raiume rada... Artiklite kogumik eesti revolutsioonilauludest. Tallinn, 1970, 386 lk.
17. Mirov, R. August Annisti tööd 1919—1969. Bibliograafiat. — Emakeele Seltsi aastaraamat, 16. Tallinn, 1970, lk. 307—334.
18. Viidalepp, R. Antti Aarne ja virolainen kansanrunoudentutkimus. — Kalevalaseuran vuosikirja, 47. Porvoo—Helsinki, 1967, s. 13—20.
19. Viidalepp, R. Rahvaluulekogude evakueerimine ja reevakueerimine 1944. aastal. — Paar sammukest eesti kirjanduse uurimise teed. Uurimusi ja materjale, VI. Tallinn, 1969, lk. 169—184.

FR. R. KREUTZWALDI NIM. KIRJANDUSMUUSEUM

E. LIIV

Fr. R. Kreutzwaldi nim. Kirjandusmuuseum on keskne kirjandusloo ning folkloori arhiiv Eesti NSV-s. Muuseum kogub, säilitab ja korrastab eesti kirjanike käsikirju, kirjavahetust jms., samuti rahvaluule üleskirjutusi, helilindistusi ja fotosid. Arhiivraamatukogu sisaldab valdava osa eesti trükiteostest, samuti Eestit puudutavast võõrkeelsest kirjandusest. Oma suurte fondide tõttu on Kirjandusmuuseum uurimisbaasiks kõigile vastavate alade teadlastele, kunstnikele jt., kes vajavad eestikeelset kirjandust, ajakirjandust, rahvaluulet ja -muusikat.

Töö fondidega on põhjustanud uurimissuundade valiku: allikmaterjalide süstematiseerimine, publitseerimine ning bibliograafiate ja kataloogide koostamine, kogumistöö metoodika jm.

Muuseumi kui uurimisbaasi tähtsast osast on tingitud museoloogilise töö kasvu tendents võrreldes uurimisliku suunaga. Võimaluse piirides on püütud edasi viia varem kavandatud väljaandeid ning teaduslikke uurimusi. Oma töö tulemusi on avalikkusele esitatud Kreutzwaldi päeva konverentsil, mida peetakse regulaarselt igal aastal 26. ja 27. detsembril, samuti raamatuteaduseja rahvaluulealastel konverentsidel. Trükist on vaadeldaval perioodil ilmunud muuseumi aastaraamatu «Paar sammukest» IV—VII köide [1] ja mitmed üksikväljaanded.

Rahvaluule uurimisel oli peatähelepanu endiselt pööratud allikmaterjalide publitseerimisele.

Tehti ettevalmistustöid kogu regivärsiliste rahvalaulude väljaandeseeria «Vana kannel» jaoks. Koos Keele ja Kirjanduse Instituudiga valmistatakse ette eesti vanasõnade teaduslikku väljaannet. Rahvajuttudest ilmus koostöö tulemusena TRÜ-ga vene- ja saksakeelsete resümeedega ning registritega varustatud viimane, III köide eesti hiiu- ja vägilasmuistendeid [2]. Seega on eesti hiiumuistendite materjal kogu ulatuses rahvusvahelises folkloristikas kasutatav. «Eesti rahvalaule viisidega» V osaga [3] lõpetati ülevaade rahvaviisidest ning -lauludest, nende žanritest ja eri-

kujudest. Alustati uskumusi ja kombeid sisaldava eesti rahvakalendri [4] avaldamist.

Rahvalaulude ideoloogilise külje uurimise tulemused publitseeriti koostöös Keele ja Kirjanduse Instituudiga kogumikus «Priiusel' raiume rada» [5]. Selgitati välja meie revolutsioonilaulude ajalooline areng nii rahvusvahelises kui ka kohalikus mastaabis, lahendati laulude tekkimiskoha, autori jm. küsimusi. Töö rahvaluule kogumise metoodika alal on leidnud väljenduse «Rahvapärimuste koguja» [6] 5 numbris (IV—VIII).

On lahendatud veel teoreetilisi üksikprobleeme, näiteks regivärsi ja riimilise rahvalaulu piirimailt, rahvajuttude kujunemisest, rahvakalendri iseärasustest, rahvaluulekogumise ajaloost jm. Tunduvalt on intensiivistunud rahvaviiside uurimine ja süstematiseerimine.

Rahvusvahelises rahvajutualases ajakirjas «Demos» ilmus artikkel rahvajuttude geneesi ja arengu jälgimisest Eestis.

Eesti kirjanduse ajaloo uurimisel suurenes tekstoloogilise töö osatähtsus. Peale L. Koidula luuletuste tekstikriitilise väljaande [7] on ilmunud veel teoreetilisi artikleid tekstoloogia teooria alalt eesti kirjandusklassika väljaandmise probleemi lahendamiseks. 19. sajandi kultuuritegelaste (Fr. R. Kreutzwaldi, L. Koidula, O. W. Masingu) kirjavahetuste trükkitoimetamine piirdus ettevalmistustöödega.

Eesti raamatuteaduse ja bibliograafia alal on kõige tulemusrikkam olnud personaalbibliograafiate koostamine. Kasutajateni jõudnud L. Koidula bibliograafia [8] on asendamatu käsiraamat kõigile teadlastele. Valminud on Fr. R Kreutzwaldi ja C. R. Jakobsoni bibliograafia. Kartoteegi kujul on kasutatavad ka eesti raamatute bibliograafiad.

Käimas on töö eesti pseudonüümide leksikoni koostamiseks. Uurimusi on kirjutatud eesti ajakirjanduse ajaloost.

Partei Ajaloo Instituudi ülesandel võeti aastail 1964—1966 osa EKP ajaloo refereeriva bibliograafia koostamisest. Eesti ajakirjanduse üldises analüütilises retrospektiivses bibliograafias on kogu tähelepanu suunatud töölis- ja nõukogude perioodikale.

Muuseumi tegevust ja fonde tutvustavad laiemale lugejaskonnale määratud väljaanded [9—11].

Museoloogilise töö tähtsamaks tulemuseks on fondide täienemine nii trükiste, käsikirjade kui ka rahvaluulesalvestustega. Kogumistööd tehakse pidevalt juhendatavate kaastööliste võrgu abil, aga ka muuseumi töötajate ekspeditsioonidel, kus kogutakse peamiselt rahvaluulet. Vabatahtlikele kaastöölistele korraldatakse seminar-kokkutulekuid (1965 Kadrinas, 1966 Põlvas, 1970 Viljandis, 1971 Tartus).

Suurenenud on helilindistamise osatähtsus. Rahvaluule kõrval on salvestatud paljude kirjanike esinemisi ja kultuuritegelaste mälestusi.

1. Paar sammukest eesti kirjanduse uurimise teed. Uurimusi ja materjale, IV—VII.
   IV — Tartu, 1966, 239 lk.; V — Tallinn, 1967, 272 lk.; VI — Tallinn, 1969, 272 lk.; VII — Tartu, 1971, 270 lk.
2. Laugaste, E. ja Liiv, E. Muistendid Vanapaganast. Tallinn, 1970, 606 lk.
3. Eesti rahvalaule viisidega, V. Koost. H. Tampere. Tallinn, 1965, 253 lk.
4. Eesti rahvakalender, I. Koost. S. Lätt. Tallinn, 1970, 236 lk.
5. Priiusel' raiume rada... Artiklite kogumik eesti revolutsioonilauludest. Toimet. H. Tampere. Tallinn, 1970, 368 lk.
6. Rahvapärimuste koguja, IV—VIII. Tartu, IV — 1965, 114 lk.; V — 1967, 85 lk.; VI — 1968, 95 lk.; VII — 1970, 84 lk.; VIII — 1972, 84 lk.
7. Lydia Koidula luuletused. Tekstikriitiline väljaanne. Koost. E. Aaver. Tallinn, 1969, 687 lk.
8. Lydia Koidula bibliograafia 1861—1966. Koost. H. Laidvee. Tallinn, 1971, 287 lk.
9. Fr. R. Kreutzwaldi nim. Kirjandusmuuseum. Teatmik. Tartu, 1970, 55 lk. (Sama saksa ja vene keeles.)
10. Põldmäe, R. Gustav Wulff-Õis — «Õrna ööbiku» autor. Tartu, 1965. 23 lk.
11. Kahu, M. Bibliograafia osakonna 50 aastat sõnas ja arvus. Tartu, 1971, 20 lk.

EMAKEELE SELTSI TÖÖMAILT

H. AHVEN

Võrreldes eelmise ülevaateperioodiga (1956—1964) on Emakeele Seltsi tegevuse eesmärgid ja põhisuunad jäänud endiseks: selts püüab kaasa aidata eesti keele ning sugulaskeelte uurimisele ja keeleteaduse saavutuste populariseerimisele. Emakeele Selts teeb teaduslikku tööd, arendab koosolekutegevust ning organiseerib keeleteadusliku kirjanduse väljaandmist ja keelematerjali kogumist. Seoses seltsi rahvaluulesektsiooni loomisega on uuena juurde tulnud folkloriprobleemide järjekindel ja süstemaatiline käsitlemine.

Seltsi jooksvale tegevusele on üksikutel aastatel andnud ilme mõned sündmused ja tähtpäevad, millele on erilist tähelepanu pööratud. Need olid 1970. aastal Emakeele Seltsi 50. aastapäev ja III rahvusvaheline fennougristide kongress Tallinnas (FU 1970) ning 1972. aastal Nõukogude Liidu 50. aastapäev.

Ülevaateperioodil kandis Emakeele Selts ka raskeid kaotusi oma kauaaegse esimehe ja auliikmete surma läbi.

Emakeele Seltsi (ES-i) struktuur on põhijoontes endine. Seltsi kõrgeim organ on üldkoosolek, kes tuleb kokku kord aastas, et läbi arutada ja kinnitada tegevusplaanid, aruanded ning valida seltsi juhtivad organid. ES-i tegevust juhib seitsmeliikmeline juhatus, kes valitakse üldkoosolekul üheks aastaks.

Pikka aega, kuni oma surmani 28. märtsil 1968 oli ES-i esimeheks akadeemik Johannes Voldemar Veski. Pärast teda on seltsi esimees olnud ENSV TA korrespondentliige prof. Arnold Kask. Kogu selle kaheksa aasta jooksul (1965—1972) on ühe abiesimehe ülesandeid täitnud akadeemik Paul Ariste. Teise abiesimehe kohal on olnud A. Kask (4 aastat), E. Nurm (1 aasta), E. Elisto (2 aastat) ja H. Saari (1 aasta).

Seltsi juures töötavad nagu varemgi keeletoimkond ja murdetoimkond, uuena aga (alates 1966. aastast) rahvaluulesektsioon.

Emakeele Seltsi tegevus avaldub kõigepealt koosolekute, konverentside ja keelepäevade korraldamises. Juba väljakujunenud tava kohaselt toimuvad avalikud ettekandekoosolekud Tartus ja Tallin-

nas pühapäeviti kord kuus või ka harvemini. Ettekandeid on olnud nii eesti keele ja sugulaskeelte kui ka üldkeeleteaduse alalt: keele sõnavarast ja grammatilisest ehitusest, murretest ja murdeuurimisest, eesti kirjakeele ajaloost, kirjakeele normeerimisprobleemidest jm., aga ka uurimistöö ajaloost, organisatsioonide tegevusest eesti keele alal, ülevaateid konverentsidest, uurimisreisidest jne. Koosolekutega on tähistatud mitmesuguseid tähtpäevi (F. J. Wiedemanni eesti-saksa sõnaraamatu ilmumise 100. aastapäeva, 1969 jt.). On korraldatud keskeltläbi 9—10 koosolekut aastas (Tartus 5—7, Tallinnas 3—4) kokku 14 kuni 26 ettekandega. Kaheksa aasta jooksul on olnud kokku 74 koosolekut (Tartus 46, Tallinnas 28) 159 ettekandega.

Seltsi rahvaluulesektsioon (esimees E. Laugaste 1966—1968, U. Kolk 1969—1972) on alates asutamisest 1966. a. lõpul korraldanud Tartus 41 koosolekut kokku 99 ettekandega. Nendes on kõne all olnud folkloristika ajalugu, teooriaküsimused, uskumused ja kombed, rahvaluulekogumine, konverentsid jm.

Õige suure populaarsuse on võitnud Emakeele Seltsi keelepäevad, millega alustati 1961. a. sügisel. Aastail 1965—1972 on teoks saanud kokku 19 keelepäeva, mõnes kohas kaks või kolmgi: Valgas (1965), Märjamaal (1965, 1967, 1972), Võrus (1966, 1969), Otepääl (1967), Pärnus (1968), Vaekülas (1968), Tartus (1968, 1971), Tõrvas (1969), Elvas (1970, 1972), Tallinnas (1971, 1972), Haapsalus (1971, 1972) ja Püssis (1972).

Keelepäevade ettekannete teemaring on olnud lai: see on ulatunud kodumurdest maailma keelteni ja kõne all on olnud keele paljud eri aspektid. Teistest sagedamini on päevakorras seisnud siiski õigekeelsuse ning keele- ja kõnekultuuri probleemid. N.-ö. temaatilistel keelepäevadel on olnud mõni keskne teema, mille ümber on ettekanded koondunud. Nii näiteks on kesksel kohal olnud kohanimed (Märjamaal 1967), isikunimed (Tartus 1968, Märjamaal 1972), murded (Võrus ja Tõrvas 1969, ka Elvas 1972), keele- ja kirjandusõpetus eriinternaatkoolides (Tartus 1971) jne.

Eraldi tuleks veel nimetada keskkooliõpilaste osavõttu keelepäevadest. See algas kuulajana, edasi tulid päevakorda esimesed õpilasettekanded, nüüd on jõutud õpilaskeelepäevade korraldamiseni õpilaste endi juhtimisel. Üldreeglina on korraldava kooli õpilaste kõrval rohkesti osavõtjaid olnud naaberkoolidest ja kaugemaltki. Õpilasettekanded on käsitlenud tähelepanekuid õpikute, ajalehtede, raadio ja televisiooni keelest, õpilasargood, on olnud aga ka ülevaateid kohalikust murdest, kohanimedest, kodukandi ja kooli isikunimedest jne.

1972. aastal korraldatud viis õpilaskeelepäeva olid pühendatud NSV Liidu moodustamise 50. aastapäevale. Päevakorras olid sel puhul vastavad ettekanded: «Noortest kirjakeeltest Nõukogude Liidus» (Rudolf Karelson), «Mida on toonud eesti sõnavarasse nõukogude kord» (Eeva Ahven), ülevaated laplaste (Karl Kont),



Kuulajaid eriinternaatkoolide keelepäeval Tartus 1971.

mordvalaste (Viktor Danilov) ja liivlaste (Mati Hint) keelest, folkloorist ja etnograafiast.

Alates 1968. aastast korraldab ES Tartus või Tallinnas J. V. Veski päeva keelekonverentse, kus on olnud kõne all J. V. Veski keeleline ja kultuurilooline tegevus, aga ka eesti kirjakeele ja oskussõnavara probleemid üldse.

Lõpuks mõned kokkuvõtlikud andmed: eespool mainitud koosolekutel, keelepäevadel, konverentsidel ning teistel, siin nimetamata üritustel on kaheksa aasta jooksul (1972. a. lõpu seisuga) esitatud kokku 445 ettekannet; seltsi üritustest on osa võtnud kokku kaugelt üle 8600 keelehuvilise.

Regulaarselt on jätkanud ilmumist seltsi põhiväljaanne Emakeele Seltsi aastaraamat [1]. Nagu varemgi on aastaraamatutes uurimusi ja materjale peamiselt eesti kirjakeele ja murrete alalt, nende kõrval aga ka kirjutisi nii lähemate (liivi, vadja, vepsa, soome) kui ka kõige kaugemate (ungari, kamassi) sugulaskeelte kohta. Aastaraamatud sisaldavad veel seltsi aastaülevaateid ja muid materjale.

Seltsi toimetiste sarjas on trükitud kaks teost [2—3].

1969. aastal ilmus kolmas valimik ES-i murdetekste «Tuulik, kadakas ja leib» [4]. See on koostatud ES-i ühe parima korrespondendi, saarlase Aadu Toomessalu kogutud tekstidest (Kaarmast, Karjast ja Pöidest).

Emakeele Seltsi populaarteaduslikku väljaannet «Kodumurre» on vaatlusalusel perioodil ilmunud neli numbrit [5]. Selles publikatsioonis on avaldatud populaarses käsitluses kirjutisi eesti keele sõnavarast, murretest, eesti keele uurimise ajaloost, sugulasrahvastest ja -keeltest, keeleuurimisreisidest, murdekogujatest ja keelejuhtidest, aga ka juhendeid ja küsitluskavu murdekogujaile, kroonikat jm.

On veel ilmunud eraldi mõned küsitluskavad [6—8]. III rahvusvaheliseks fennougristide kongressiks anti välja tutvustav brošüür «Emakeele Selts» (eesti ja vene keeles [9]).

Emakeele Seltsi 1965.—1972. a. väljaannete kogumaht on üle 205 arvestuspoogna.

Murdeainestiku kogumine on toimunud kohalike murdehuviliste, nii murdekorrespondentide kui ka ES-i liikmete kaasabil. Seda tööd on juhtinud ja juhendanud murdetoimkond (esimees Mari Must, korrespondentide võrgu juhendaja Helju Kaal). Kesksel kohal on olnud iga-aastased murdematerjali kogumise võistlused. Vaadeldaval ajavahemikul on esitatud 18—26 võistlustööd aastas. Tööde kogumaht on kõikunud 10 000—14 000 sedeli ja 300—1200 lehekülje ringis. Kõige elavam osavõtt võistlustest oli 1967. aastal, millal laekus töid kokku 14 436 sedelit ja 1209 lehekülge. Saadud materjali hulgas on olnud palju koha-, isiku- ja loomanimesid, murdesõnavara, argoosõnu, murdetekste mitmesugustel teemadel jm. Murdeainestikku on seltsile saadetud küllalt palju ka väljaspool võistlusi. Aastail 1965—1972 saadud materjali koguhulk on 113 893 sedelit ja 10 444 lehekülge.

Murdekorrespondentide arv on tõusnud üle 60.

Murdeainestiku kogumise võistlustest on silmapaistva eduga osa võtnud seltsi tegevliige, Väike-Maarja keskkooli eesti keele õpetaja Eduard Leppik. Ajavahemikul 1965—1972 on ta saatnud kohanimesid Väike-Maarjast üle 15 500 sedeli, Kadrinast üle 2300, Simunast üle 2000 ja Viru-Jaagupist ligi 200 sedelit. Tema sihikindla töö tulemusena on Väike-Maarja kihelkonna kohanimede kogu kasvanud meie toponüümikaarhiivis suurimaks.

Murdeainestiku kogumisel on häid tulemusi saanud ka Ida Aavekukk Pärnu rajoonist Koongast, Jekart Kõmmus Hiiumaalt Kärdlast ja Aino Källo Kohtla-Järve rajoonist Püssist.

Alates 1969. aastast on edukas olnud keeletoimkonna töö (esimees R. Kull). Seoses õigekeelsussõnaraamatu uusväljaande ettevalmistamisega pidas toimkond vajalikuks arutada paljusid ortoeepia ja ortograafia küsimusi. Toimkond on soovitanud mõningaid muudatusi kirjakeele normides ja esitanud need läbivaatamiseks ning heakskiitmiseks vabariiklikule õigekeelsuskomisjonile. Toimkonna otsused on publitseeritud nii «Keeles ja Kirjanduses» kui ka Emakeele Seltsi aastaraamatus.

Väga elava vastukaja leidis avalikkuses toimkonna poolt 1972. a.

kevadel korraldatud võistlus uute sõnade saamiseks. Laekus 182 kirja umbes 3600 ettepanekuga. Neid esitati väljaspool võistlustki. Võistluse tulemusena soovitas žürii kirjakeelde võtta paarkümmend uut sõna, mis enamikus ongi juba tegelikule tarvitusele tulnud (näit. *taidlus, taidleja, pardel, selve, kolklus, linnak, ummissärk, särgikud, püksikud, kukeroon* jt.).

Seltsi rahvusvahelised sidemed avalduvad peamiselt oma väljaannete vahetamises välismaa teaduslike organisatsioonide ja asutustega. ES saadab oma trükiseid Soome, Rootsi, Saksa DV-sse, Saksa FV-sse, Ungarisse, USA-sse ja mujale. Aastail 1965—1972 saadeti välismaale 399 raamatut ning saadi vastu 321 raamatut, neist valdav osa Soomest.

Seltsi tööga on käinud tutvumas paljud välisteadlased ja üliõpilaste grupid, kes on külastanud Tallinna. Eriti rohkesti väliskülalisi võttis Emakeele Selts vastu III rahvusvahelise fennougristide kongressi aegu (1970).

Emakeele Seltsi väike raamatukogu (1972. a. lõpul oli köidete koguarv ligi 2300) koosneb valdavas osas keeleteaduslikust kirjandusest. Väljaannete vahetuse teel on saadud ka folkloori, etnograafia ja kirjanduse valdkonda kuuluvaid teoseid. Seltsi raamatukogu on kasutatav ainult kohapeal.

1972. a. lõpul oli Emakeele Seltsil 266 tegevliiget. Neist oli õppejõude, teaduslikke töötajaid, bibliograafe ja laborante kõrgemates koolides ja teaduslikes asutustes umbes 45%, keskkooliõpetajaid umbes 20%, ajakirjanikke, toimetajaid ja korrektoreid üle 10%, pensionäre umbes 10%, vähem üliõpilasi ja teiste elukutsete esindajaid.

Juba aastaid on Tallinnas elunevate liikmete protsentarv üle 40, 1972. aastal 44,4. Tartus oli liikmeid 34,2%, mujal Eestis 15%, teistes liiduvabariikides ja välismaal 6,4%.

ES-il praegu auliikmeid ei ole. 1966. aastal valiti auliikmeks Eesti NSV rahvakirjanik, ENSV TA korrespondentliige Friedebert Tuglas (Tallinn) ning 1969. aastal kirjandus- ja rahvaluuleteadlane filoloogiadoktor August Annist (Tartu). 28. märtsil 1968 suri ES-i kauaaegne auliige ja esimees, ENSV TA akadeemik, Eesti NSV teeneline teadlane Johannes Voldemar Veski. 15. aprillil 1971 suri auliige Friedebert Tuglas ja 6. aprillil 1972 auliige August Annist.

Kokkuvõttes võib nentida, et Emakeele Selts on edukalt arendanud ja tugevdanud sidemeid avalikkusega (koosolekud ja keelepäevad, murdeainestiku kogumise ja uudissõnade leidmise võistlused). Kahjuks ei ole suutnud selts realiseerida kõiki oma kavatsusi väljaannete publitseerimisel.

1. Emakeele Seltsi aastaraamat. Tallinn, 1965—1972.
   11 — 1965, 294 lk.; 12 — 1966, 272 lk.; 13 — 1967, 296 lk.; 14-15 — 1968—1969, 326 lk.; 16 — 1970, 342 lk.; 17 — 1971, 272 lk.; 19 — 1972, 299 lk.
2. Sõna sõna kõrvale. Paul Ariste teaduslikust tegevusest. (Emakeele Seltsi toimetised [nr. 7].) Tallinn, 1965, 128 lk.
3. Ariste, P. Vadja rahvakalender. (Emakeele Seltsi toimetised nr. 8.) Tallinn, 1969, 158 lk.
4. Tuulik, kadakas ja leib. III valimik korrespondentide murdetekste. Kogunud Aadu Toomessalu. Tallinn, 1969, 264 lk.
5. Kodumurre. Tallinn, 1965—1972.
   7 — 1965, 136 lk.; 8 — 1967, 142 lk.; 9 — 1969, 124 lk.; 10/11 — 1972, 178 lk.
6. Juhend murdekeele märkimiseks. Tallinn, 1965, 8 lk.
7. Küsitluskavu sõnavara kogumiseks. (Keelelised ülesanded nr. 19, 20, 21). Koost. H. Neetar. Tallinn, 1967, 14 lk.
8. Juhend kohanimede kogumiseks. Koost. M. Norvik. Tallinn, 1967, 32 lk.
9. Ahven, H. Emakeele Selts. Lühiülevaade minevikust ja tänapäevast. Tallinn, 1970, 39 lk. (Sama vene keeles).

EESTI GEOGRAAFIA SELTS

L. MERIKALJU

Aastate jooksul on Eesti Geograafia Seltsi (EGS) teaduslik-organisatoorne tegevus avardunud nii laiuti kui ka sügavuti. Selle üheks eelduseks ja ühtlasi tagajärjeks on olnud liikmete arvu kahekordistumine viimase 8 aasta jooksul. 31. detsembril 1972 kuulus seltsi 388 liiget, kellest 94% on kõrgema haridusega geograafid, geoloogid, klimatoloogid, hüdroloogid, majandusteadlased jt. spetsialistid, 6% keskharidusega geograafiahuvilised ja üliõpilased. Neist elab Tallinnas 51%, Tartus 26%, teistes asulates 22% ja väljaspool Eesti NSV-d 1%. Seltsis töötab 4 sektsiooni — füüsilise geograafia, klimatoloogia-hüdroloogia-, majandusgeograafia- ja kooligeograafiasektsioon — ning terminoloogiakomisjon; peale nende veel Tartu osakond.

Lähtudes rahvamajanduse, teaduse ja kultuuri arendamise ülesannetest ning geograafia-alase uurimistöö põhisuundadest, jätkas EGS tegevust peamiselt neljal alal: tegeldi teadusliku tööga, erialaste trükiste väljaandmise, mitmesuguste teaduslike ürituste korraldamise ning geograafia-alaste teadmiste populariseerimisega.

Aastail 1965—1972 jätkati Eesti looduslike tingimuste, nende otstarbeka kasutamise, tootlike jõudude territoriaalse organiseerimise ning kooligeograafia probleemide uurimist, uutest aladest hõlmati meditsiini- ja väliskaubandusgeograafia.

Seltsi liikmed on iseseisvalt ja koostöös teiste asutustega uurinud vabariigi mitmete paikkondade pinnaehitust, mullastikku, kliimat ja vetevõrku. Nii jätkasid geomorfoloogid Põhja-Eesti paelava ja jõeorgude geomorfoloogia ning geneesi uurimist. Alustati töid Lõuna- ja Kagu-Eesti jõeorgudes ning kõrgustikel. Nende rohkem teoreetilist laadi tööde tulemused on teatud ulatuses rakendatavad ka praktikas, eeskätt maaparanduses. Mitmeid üksikuurimusi üldistades on koos TRÜ füüsilise geograafia kateedriga täpsustatud paikkondade füüsilis-geograafilisi iseloomustusi. samuti pinnavormide morfoloogilist ja morfogeneetilist klassifi-

katsiooni. Puhtrakenduslikke uurimusi on valminud mullageograafiast, eriti muldade struktuuri, põllumaade ruumiliste omaduste ja kivisuse kohta.

Klimatoloogilis-meteoroloogiliste uurimiste eesmärgiks on põllumajandusliku tootmise agrometeoroloogiliste tingimuste väljaselgitamine. Koos ENSV Agrometeoroloogia Laboratooriumiga koostatakse põllumajanduslike kõlvikute mikroklimaatilisi kaarte ning uuritakse agrometeoroloogilisi tingimusi Edela- ja Kagu-Eestis. Valminud on esialgsed võtmealade kaardid. Hüdroloogid osalevad Eesti sisevete hüdroloogilise režiimi, vete reostatuse ning asulate veega varustatuse uurimisel. Enamik uurimusi on rakendusliku iseloomuga: nende tulemused on kasutatavad peamiselt vee- ja kalamajanduses ning maaparanduses.

Eesti NSV tootlike jõudude territoriaalse organiseerimise ja komplekssе territoriaalplaneerimise majandusgeograafiliste aspektide uurimisel on seltsil tihe kontakt ENSV TA Majanduse Instituudi, TRÜ majandusgeograafiakateedri ja mitmete projekteerimisinstituutidega. Erinevate piirkondade asulastiku, rahvastiku, teeninduse ja puhkemajanduse uurimise tulemused on leidnud osalt kasutamist vabariigi tootlike jõudude paigutuse generaalskeemi koostamisel. Osavõtt territoriaalplaneerimise skeemi koostamisest on avardanud majandusgeograafiliste uurimiste sfääri: traditsioonilistele uurimisobjektidele on lisandunud puhke- ja turismimajandus, teenindus; tunduvalt on kasvanud geograafide huvi rahvastiku migratsiooni vastu. Rakenduslike majandusgeograafiliste tööde kõrval on valminud mitmed teoreetilised uurimused rahvastiku- ja asulageograafiast. Väike grupp seltsi liikmeid tegeleb välisriikide ja väliskaubandusgeograafiaga.

Kooligeograafiasektsioonis uuritakse püsivate geograafia-alaste teadmiste kujundamise võtteid ning õpilaste iseseisva töö efektiivsemaid vorme. Esialgseid tulemusi on tutvustatud metoodilistel loengutel ja ka erialastes artiklites.

Vähktõve leviku geograafiliste aspektide uurimisega on pandud alus suhteliselt noore distsipliini — meditsiinigeograafia viljelemisele.

Enamiku uurimistööde tulemused on avaldatud seltsi ja muudes väljaannetes või esitatud ettekannetena seltsi avalikel koosolekutel.

Aktiivselt on töötanud terminoloogiakomisjon: komisjoni algatusel või kaasorganiseerimisel arutati läbi «Eesti nõukogude entsüklopeedia» geograafiaterminite märksõnastikud ja ilmunud köidete füüsilis-geograafilised artiklid ning viimistleti sisuliselt «Õigekeelsuse sõnaraamatu» II trüki geograafia märksõnastikku. «Suure nõukogude entsüklopeedia» toimetuse palvel esitati parandus- ja täiendusettepanekuid entsüklopeedia kolmanda väljaande geograafiaterminite kohta. Paljudele asutustele ja üksikisikutele on antud konsultatsioone geograafiaterminite tõlkimisel ning sele-

tamisel, eesti ja välisriikide kohanimede vene keelde ning vene kohanimede eesti keelde translitereerimisel ja muudes terminoloogiasse puutuvates küsimustes. Koostöös Keele ja Kirjanduse Instituudiga on püütud hea seista Eesti NSV geograafiliste kaartide kohanimede õigekirjutuse eest.

Mahukamaid geograafilisi väljaandeid vabariigis on seltsi aastaraamatud, mida vaadeldaval ajavahemikul ilmus viis köidet [1]. Uurimuste kõrval avaldatakse neis ka mitmekesist teaduslik-organisatoorset informatsiooni. Peale aastaraamatute anti välja veel monograafiaid ja temaatilisi kogumikke [2—4]. Koostöös teiste asutustega avaldati 6 kogumikku [5—10]. Märkimisväärne on olnud seltsi osa turismikirjanduse viljelemisel: EGS-i väljaandel või kaasorganiseerimisel ilmus 14 turismibrošüüri, neist 5 kordustrükis.

Seltsi tegevuses on oma kindel koht teaduslikel nõupidamistel ja seminaridel, mida on peetud väga mitmesugustel teemadel. Mainigem näiteks Balti liiduvabariikide geograafide ja majandusteadlaste ühiste konverentside korraldamist Eestis (1968) ning kaasorganiseerimist Lätis (1967, 1972) ja Leedus (1966, 1969).

Seoses osavõtuga Eesti NSV kompleksse territoriaalplaneerimise skeemi koostamisest organiseeris selts aastail 1966—1970 metoodiliste seminar-nõupidamiste tsükli ja koos TRÜ-ga konverentsid teemal «Geograafiateadus ja territoriaalplaneerimine» ning «Looduslikud tegurid ja ressursid Eesti NSV kompleksse territoriaalplaneerimise alusena».

Mikroklimaatiliste uurimistööde esialgsete tulemuste analüüsimiseks ja kogemuste vahetamiseks teiste liiduvabariikide klimatoloogidega korraldati 1969. aastal põllumajanduslike kõlvikute mikrokliima kaardistamise alane nõupidamine.

Geograafilises uurimistöös kasutatakse järjest enam matemaatilisi meetodeid. Geograafide matemaatiliste teadmiste täiendamiseks korraldatakse üleliidulisi suvekoole «Matemaatika geograafias». Teine üleliiduline suvekool peeti 1967. aastal Eestis. Selle organiseerimisest võttis Tartu ja Moskva ülikooli kõrval osa ka Eesti Geograafia Selts.

Kooligeograafia seminaride korraldamisest võrsus geograafiaõpetajate vabariikliku kokkutuleku idee. Koostöö tulemusena ENSV Haridusministeeriumi ja TRÜ-ga saigi 1969. aastal teoks I vabariiklik geograafiaõpetajate teaduslik-metoodiline konverents. Mitmeid konverentse organiseeriti riiklike tähtpäevade tähistamiseks ja nimekate teadlaste mälestamiseks.

ENSV TA Kodu-uurimise Komisjoniga koos korraldati viis vabariiklikku kodu-uurijate seminar-kokkutulekut, kusjuures seltsi ülesandeks on olnud ürituste geograafilise ja majandusteadusliku programmi täitmine.

Õpilaste huvi äratamiseks geograafia-alase teadusliku uurimistöö vastu pandi seltsi initsiatiivil 1966. aastal alus iga-aastastele

vabariiklikele koolinoorte geograafiaolümpiaadidele. Seitsmest seni toimunust on osa võtnud ligi 1500 õpilast.

Üldse korraldas selts iseseisvalt või koos teiste asutustega 34 teaduslikku üritust üle 300 ettekandega.

Geograafilisi teadmisi levitati peamiselt seltsi avalikel koosolekutel. Geograafiahuvilistel oli võimalus viibida 236 koosolekul ning kuulata 268 ettekannet. Uudsena loengulises töös võiks märkida temaatilisi sarju. Kümneid ettekandeid esitati näiteks sarjast «Eesti NSV looduslikud tingimused ja majandus», «Üldise füüsilise geograafia probleeme», «Kultuurtaimede geograafia», «Geograafia ja looduskaitse», «Üheksas viisaastak». Seoses välisturismi populaarsuse kasvuga suurenes välisriikide geograafiat käsitlevate ettekannete arv. Selts on aidanud loengutega sisustada geograafia-alaseid kursusi-seminare õpetajatele ja matkainstruktoritele ning koolide klassiväliseid üritusi. Seltsi kaasabil organiseeriti 1969. aastal Tallinna Kultuuriülikoolis «Maailma maade ja rahvaste» fakulteet ning turismikool. Geograafilistel teemadel on jõudumööda esinetud ajakirjanduses, raadios ja televisioonis. Kaalukamaid üritusi oli poolteise aasta (1963—1965) vältel õpilastele korraldatud televiktoriinide sari «Gloobus».

Geograafiahuvilistele pakkusid mitmeti kasulikku ka seltsi õppeekskursioonid. Vilunud juhendajate käe all süvendati teadmisi vähetuntud või eriti omapärastest paikkondadest, nagu Väinamere laiud, Lahemaa, Alutaguse, Kõrvemaa, Paganamaa. Vennasvabariikides ekskurseeriti kahel korral: Läti NSV-s (1967) ja Valdai kõrgustikul (1968). Kaugmatku-ekspeditsioone korraldati Kamtšatkale (1969), Pamiiri (1970) ja Jakuutiasse (1972). Geograafide rännuteed on ulatunud ka raja taha: külastati Tšehhoslovakkiat (1967), Ungarit (1968), Saksa DV-d (1969), Rumeeniat (1970) ja Poolat (1971). Neist kolm esimest reisi organiseeriti koostöös vastavate riikide geograafia seltsidega. Üldse on seltsi vahendusel välismaal viibinud üle 150 geograafi, neist enamik esmakordselt.

Seltsil on kontakt paljude NSV Liidu ja välismaa geograafiakeskustega. Sellele on oluliselt kaasa aidanud EGS-i osavõtt üleliidulistest ja rahvusvahelistest geograafiaüritustest. Alates 1960. aastal Stokholmis toimunud XIX rahvusvahelisest geograafiakongressist on seltsi esindajad esinenud ettekannetega kõigil ülemaailmsetel geograafiafoorumitel (Londonis 1964, New Delhis 1968, Montrealis 1972).

1. Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat. Tallinn, 1966—1972. 1964/1965 — 332 lk.; 1966 — 278 lk.; 1967/1968 — 310 lk.; 1969 — 232 lk.; 1970 — 264 lk.
2. Тармисто В. О некоторых особенностях экономико-географического положения Эстонской ССР. Таллин, 1968, 84 с.

3. О развитии географии в Эстонской ССР 1960—1968. Таллин, 1970, 238 с.
4. Estonia. Geographical studies. Tallinn, 1972, 172 pp.
5. Ühiskondliku teenindamise võrgu arendamise küsimusi Eesti NSV-s. Tallinn, 1969, 116 lk.
6. Jõgeva rajoonis. Tallinn, 1965, 132 lk.
7. Otepää. Tallinn, 1966, 200 lk.
8. Rakvere rajoonis. Tallinn, 1967, 224 lk.
9. Viljandi rajoonis. Tallinn, 1968, 208 lk.
10. Tartu rajoonis. Tallinn, 1970, 242 lk.

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA KODU-UURIMISE KOMISJON

H. KRUUS

Kodu-uurimise Komisjon on tegelnud kõigis neis sihtides ja täitnud ülesandeid, mis on antud tema põhimääruses. Eesti NSV Teaduste Akadeemia presiidium kinnitas selle dokumendi jaanuaris 1966.* Samas kinnitati komisjoni uus koosseis, kuhu kuulub ühiskondlikel alustel 26 liiget; juhatusse jäid endiselt esimees ENSV TA akadeemik Hans Kruus, aseesimees Vello Tarmisto, teaduslik sekretär Eva Maaring ja liikmed Lembit Jaanits, Karl Müürisepp (Teaduste Akadeemiast) ning Endel Varep ja Jaan Eilart (Tartu Ülikoolist).

Kodu-uurimist käsitab Kodu-uurimise Komisjon kui kodukoha tundmasaamise meetodit, milles rakendatakse eri teadusi. Peetakse üldiselt silmas järgmisi printsiipe: 1) komplekssust — et oleksid haaratud kõik peamised erialad, mis saavad anda oma panuse paikkondade uurimiseks, 2) vastavust teadusliku uurimise nõuetele — et arvestataks teaduste uuemaid saavutusi ja uurimismetoodikat, 3) et kodu-uurimine täidaks meie ühiskonnas kommunismiehitamisele kaasaaitamise ideoloogilis-poliitilist osa. Kodu-uurimisliikumises tegeleb oma kodukoha ühiskondliku elu ja looduse tundmaõppimise ning uurimisega hulk kodu-uurijaid — teadlasi, kes ka kodu-uurimist juhendavad, ning teaduslike huvidega asjaarmastajaid.

Suunates kodu-uurimist vabariigis, on komisjon arvestanud nii teaduste huvisid kui ka paikkondade vajadusi. Kodu-uurijaid on juhitud kaastööd tegema teaduslikele seltsidele ja asutustele, nende hulgas muuseumidele, ning arendama kodu-uurimist isetegevusringides. Eesti NSV kodu-uurijate keskkartoteegi järgi hõlmas kodu-uurimisliikumine meie vabariigis 1965. aastal 3000 ning 1971. aastal 4500 kodu-uurijat ja kodu-uurimishuvilist. Nendest oli rajoonide ja linnade kodu-uurimistoimkondade (17 toimkonda)

* Enne seda, alates Kodu-uurimise Komisjoni asutamisest 1958. aastal, kehtis ENSV TA Kodu-uurimise Komisjoni ajutine põhimäärus.

liikmeid 180—200, kodu-uurimisringide liikmeid 1965. aastal 47-s ringis 800, 1971. aastal 81-s ringis 1250, seltside ja asutuste korrespondente vastavalt 1200 ja 2400; peale nende õpetajad, kes koolides kodu-uurimist juhendavad jt. (Mainitud kokkuvõtetes ei ole arvestatud kooliõpilasi, keda oli kooli õppe- ja kasvatustöö kaudu kodu-uurimisse haaratud 10—16 tuhat.)

Kodu-uurimise küsimusi on komisjon käsitlenud oma väljaannetes, mida aastatel 1965—1972 ilmus 16 nimetust kogumahuga 152 tr.-pg. Kaastööd tegi neile kokku 187 autorit: umbes 1/3 ajalooprofiiliga erialadelt (ajaloolased, arheoloogid, etnograafid, kirjandusloolased jt.), umbes 1/5 loodusteadlasi (geoloogid, geograafid, bioloogid jt.), peale nende majandusteadlasi, folkloriste, keeleteadlasi jt. Mahukaim väljaanne on «Kodu-uurija käsiraamat» [1], milles esitatakse lühidalt kodu-uurimise üldpõhimõtted ja teaduslik-metoodilised alused, seejuures looduse ja ühiskondliku elu uurimise metoodikat. Sarjast «Kodu-uurimise teateid» ilmus neli numbrit [2]. Nendes on 30-lt autorilt kokku 38 artiklit, mis sisaldavad kodu-uurimist üldiselt suunavaid seisukohti ja soovitusi, ülevaateid, töökogemusi, metoodikat, juhendeid jm., on käsitletud kooli kodu-uurimist, kroonikapidamist, linna toponüümikat, numismaatikat, kultuurimälestiste kaitset, matkamist jne.

Kuus kogumikku [3—8] ilmus kodu-uurijate 7 vabariikliku seminar-kokkutuleku puhuks: need sisaldavad metoodilisi kirjutisi (näit. agraarajaloo, tööstusettevõtete uurimise, sotsioloogia, revolutsioonimälestiste kogumise ja toponüümika alalt), töökogemusi ning artikleid seminar-kokkutulekute paikade loodusest, majandusest, ajaloost, asustusest, etnograafiast jne., samuti kohalikest vaatamisväärsustest. Arvestades kodu-uurimishuviliste nõudmisi taoliste väljaannete järele, on nende kogumikkude mahtu ja trükiarvu järjest suurendatud. Seminar-kokkutulekute kogumikes on artikleid 123 autorilt, kokku 180.

Kodu-uurijate jaoks koostati näidisperfokaardi vorm ja trükiti perfokaartide kasutamise juhend 1967, teine 1969 eri brošüürina — 1,25 tr.-pg. Seoses seminar-kokkutulekutega anti rotaprindil välja ka neli perfokaartide näidismappi Rakvere (1967), Viljandi (1968), Tartu (1970) ja Paide (1972) rajooni kohta, kus on kokku 105 perfokaarti (10 tr.-pg.) 79 peamiselt ajalooalase teemaga.

Kodu-uurimisliikumise päevaprobleemid on olnud arutusel üheksal komisjoni üldkoosolekul. Käsitlemist on leidnud kodu-uurimise arendamise, organiseerimise ja teadusliku taseme tõstmise küsimused, kodu-uurijate ülesanded, kodu-uurimisaineline trükisõna, looduskaitse ja kultuurimälestiste kaitse seosed kodu-uurimisega, kodu-uurijate tegevus Suure Isamaasõja ajaloo ja kodu-uurimise ajaloo alal.

Suurema hulga kodu-uurijate osavõtul toimus aastatel 1965—1972 seitse seminar-kokkutulekut (2—5-päevased üritused), mille temaatika peegeldub eespool nimetatud kogumikes. Seminar-kok-



Kodu-uurijate seminar-kokkutulekul Viljandi rajoonis (Pulleritsus) 27. juunil 1968. Esiplaanil Kodu-uurimise Komisjoni esimees akad. Hans Kruus.

kutulekutega tähistati riiklikke tähtpäevi: V. I. Lenini 100. sünniaastapäeva, Oktoobrirevolutsiooni 50. aastapäeva, NSV Liidu moodustamise 50. aastapäeva jt. Loeng-ekskursioonide vormis tutvuti ka kohalike paikkondade tänapäeva nõukoguliku eluga, piirkondade kodu-uurimistööga jne. Ettekandeid oli igal kokkutulekul 30 ringis. Oma mitmekülgsuse ja suhteliselt hea taseme tõttu on need üritused muutunud kodu-uurijate ja teaduslike töötajate hulgas populaarseks: osavõtjaid on olnud 130—200, esindatud kokku ligikaudu 40 ametiliini töötajad.

Komisjon on kodu-uurimise ülesannetest rõhutanud kroonikapidamist, ettevõtete ja asutuste ajaloo uurimist, samuti kodu-uurimislike materjalide kogumist tänapäeva kohta, kultuurimälestiste ja looduse kaitsele kaasaaitamist, suuliste mälestuste kirjapanemist, uurimistulemuste populariseerimist (kirjanduses, loengutes, ettekannetes, ekskursioonidel, fototehniliste vahenditega, raadio ja televisiooni kaudu jne.). Olulise ülesandena tõstatati noorte kodu-uurimisalane õpetamine.

Kroonikapidamise kohta on trükis avaldatud metoodilisi juhendeid ja näidiskavasid; kroonikaid on läbi vaadatud ja arutatud, kroonikapidajaid suuliselt juhendatud. On soovitatud kroonikapidamise ja asutuste-ettevõtete ajaloo uurimise tsentraliseeritud metoodilist juhendamist ühetüübiliste asutuste süsteemides. Seda on tehtud Haridusministeeriumi ning Kõrgema ja Kesk-erihariduse

Ministeeriumi süsteemis (koolikroonikad). Tähelepanu väärib Toiduainete Tööstuse Ministeeriumi poolt ettevõtetevahelise ringi moodustamine toiduainete tööstuse ajaloo uurimiseks. Analoogilise ülesande täitmiseks kutsuti ellu ka sovhoostehnikumidevaheline kodu-uurimiskomisjon.

Rajoonide ja linnade kodu-uurimist ja selle osatähtsust kohalikus kultuuritöös, kroonikapidamise ning isetegevuslike muuseumide loomise küsimusi käsitleti kodu-uurimistoimkondade seminarnõupidamistel 1968. aastal.

Mitmesugusel viisil oli komisjon kaastegev kodu-uurimise organiseerimisel ja juhendamisel koolides. Andmetest Eesti NSV koolide kodu-uurimisalase tegevuse kohta 1966/67. ja 1970/71. õppeaastal selgub, et kodu-uurimist harrastati umbes 50% koolides. Kodu-uurimise aluste fakultatiivset kursust on õpetatud 20—30 koolis alates 1967/68. õppeaastast, mil Kodu-uurimise Komisjon valmistas ette ning Haridusministeerium kinnitas fakultatiivse kursuse näidisprogrammi keskkoolidele. Samal aastal viis komisjon läbi kolmepäevase metoodilise seminari kodu-uurimise aluste õpetajatele (Vabariikliku Õpetajate Täiendusinstituudi kokkukutsel). Kaasosaline oli Kodu-uurimise Komisjon üldhariduslike koolide õpilaste vabariiklike kodu-uurimise konverentside korraldamisel: aastatel 1969—1972 peeti neli konverentsi, mida organiseeris Laste Turismi ja Ekskursiooni Keskmaja. Komisjoni osavõtul koostati ja avaldati trükis konverentside materjalide kogumik «Õpilaste kodu-uurimislikke töid» (1972; 8,75 tr.-pg.).

Kõrgemate õppeasutuste kodu-uurimistööd on koordineeritud Kõrgema ja Kesk-erihariduse Ministeeriumis ning ÜTÜ Vabariiklikus Nõukogus. Kõrgematest õppeasutustest on komisjonil olnud tihedam kontakt Tartu Riikliku Ülikooliga, kus 1966. aastast tegutseb looduskaitse ja kodu-uurimise kabinet ning ajaloo- ja geograafiaosakonnale loetakse kodu-uurimise aluste kursust. Komisjonis on TRÜ üliõpilaste kodu-uurimislike käsikirjade (peamiselt diplomitööd) kartoteek.

Jooksvalt on Kodu-uurimise Komisjonis bibliografeeritud vabariigi perioodikas avaldatud kodu-uurimisainelisi kirjutisi, mida on ilmunud aastas 2000—3000. Kodu-uurimislike trükiste (eeskätt turismialase kirjanduse) olukorra ja taseme arutamiseks korraldas Kodu-uurimise Komisjon 1971. aasta! seminar-nõupidamise, millest võtsid osa ka kirjastuse «Eesti Raamat» esindajad ja kodu-uurijad-autorid. Nõupidamisel selgus kodu-uurijate ja kirjastuse koostöö võimalusi ning ka kollektiivse töö suur tähtsus kodu-uurimislike väljaannete koostamisel, trükiks ettevalmistamisel ja ilmunud tööde analüüsimisel.

Koostööd, mille vajaduse tingib eriti kodu-uurimise sisuline mitmekülgsus, on Kodu-uurimise Komisjon arendanud ise oma tegevuses ja propageerinud seda ka teiste kodu-uurijate hulgas. Paljude kodu-uurimisest huvitatud asutuste ja organisatsioonide

osavõtul on mainitud aastatel vabariigi kodu-uurimisliikumine laienenud. Seda näitab kodu-uurimisainelise trükisõna üldine kasv, samuti kodu-uurimise tulemuste ulatuslikum kasutamine kultuuritöös (kaasa arvatud raadio ja televisioon), isetegevuslike muuseumide loomine asutuste ja ettevõtete juures jms. üritused, milles kodupaikade temaatika ja kodutunnetuse kasvatamine on vajaliku koha leidnud.

1. Kodu-uurija käsiraamat. Tallinn, 1966, 509 lk.
2. Kodu-uurimise teateid, nr. 6—9. Tallinn, 1965—1970, 466 lk.
3. Jõgeva rajoonis. Tallinn, 1965, 132 lk.
4. Otepää. Tallinn, 1966, 199 lk.
5. Rakvere rajoonis. Tallinn, 1967, 223 lk.
6. Viljandi rajoonis. Tallinn, 1968, 208 lk.
7. Tartu rajoonis. Tallinn, 1970, 240 lk.
8. Paide rajoonis. Tartu, 1972, 264 lk.

SISUKORD

Saateks 3
H. Keres, H. Õiglane. Füüsika fundamentaalprobleemid 17
K. Rebane. Kristalli lisanditsentrite spektrid. Teooria ja eksperiment 21
Tš. Luštšik, H. Käämbre. Ioonkristallide füüsika 30
J. Kirs. Pooljuhtide füüsika probleemid 38
L. Luud. Vaatluslik astrofüüsika 42
G. Želnin. Geodeesia 47
J. Ross, O. Avaste, Ü. Mullamaa, Ch. Villmann. Atmosfääri-füüsika 1965—1972 51
I. Petersen. Rakendusmatemaatika 56
B. Tamm. Süsteemprogrammeerimine 60
R. Tavast. Juhtimissüsteemid 64
U. Nigul. Deformatsioonilainete ja kaja matemaatiline modelleerimine 68
L. Vaik, G. Pobul. Energiamajanduse optimiseerimine 75
M. Laats. Soojus- ja massivahetus joalisel voolamisel 78
R. Uuesoo. Tahkete kütuste põlemine 82
V. Sarv, P. Tamkivi. Elektrienergia parameetrite muundamine . . 86
I. Arro. Pooljuhtide füüsika ja keemia 91
M. Gubergrits, L. Paalme, U. Kirso, B. Brodskaja. Aromaatse struktuuriga kantserogeensete ja toksiliste ühendite aktiveeritud degradatsioon 93
S. Faingold. Uute pindaktiivsete ainete süntees 96
O. Eisen. Küllastumata süsivesinike mõnede homoloogiliste ridade uurimise tulemusi 99
K. Lääts. Katioonne telomerisatsioon ja bioloogiliselt tähtsate ainete süntees 103
A. Fomina, R. Veski. Põlevkivi keemiline töötlemine 107
I. Sibul. Loomafüsioloogia ja -biokeemia 113
U. Margna, O. Keerberg. Taimefüsioloogia ja -biokeemia . . . 117
O. Priilinn. Geneetika 122
P. Rahno. Mullamikrobioloogia-alased uurimised 127
B. Nurmiste. Taimeviiruste uurimine 132
R. Männil, H. Viiding. Vanapaleosoikum Geoloogia Instituudi uurimustes 137
A. Raukas. Kvaternaarigeoloogilised uurimused 144

A. Verte, V. Karise. Põhjavee koostise ja varude kujunemine . . 148
E. Pobul. Aluskorra ja lõhelisuse uurimine geofüüsikaliste meetoditega 152
L. Jaanits, A. Liiva. Eesti vanima ajaloo kronoloogia ja radiosüsinikumeetod 157
A. Mäemets. Eesti järvede tüpiseerimisest 162
T. Frey. Kvantitatiivsete meetodite rakendamisest taimekoosluste uurimisel 167
J. Keskpaik, P. Horma. Raadiotelemeetria rakendamine lindude lennufüsioloogia uurimisel 172
V. Maavara. Mõnedest biotõrjelistest uurimistöödest Zooloogia ja Botaanika Instituudis 176
A. Paivel, V. Veski. Taimekollektsioonide rajamine ja täiendamine Tallinna Botaanikaaias 182
H. Trass. Loodusuurijate Seltsi tegevus 186
A. Köörna, O. Lugus. Arenenud sotsialismi majanduslikud seaduspärasused ja majandamismehhanismi täiustamine 189
Ü. Ennuste, I. Kaganovitš, K. Kask. Vabariigi rahvamajanduse optimaalne planeerimine 193
V. Tarmisto. Regionaalökonoomika 199
E. Vint. Põllumajandusökonoomika 204
B. Levin. Õigusteadus 208
A. Vassar. Uurimistööd Oktoobri-eelse perioodi ajaloo alal . . . 211
H. Arumäe. Oktoobri-järgse perioodi ajaloo uurimine 216
E. Tõnisson, A. Viires. Arheoloogia ja etnograafia 220
E. Rannik. Sotsioloogilised uurimused 226
I. Solomõkova. Kunstiajalugu 230
M. Must. Dialektoloogia, toponüümika 235
E. Raiet. Leksikograafia ja leksikoloogia 238
A. Eek, M. Hint, E. Riikoja. Eesti keele struktuuri uurimine . . 242
V. Hallap. Soome-ugri keeleteadus 246
A. Vinkel. Kirjandusteadus 250
Ü. Tedre. Rahvaluuleteadus 254
E. Liiv. Fr. R. Kreutzwaldi nim. Kirjandusmuuseum 257
H. Ahven. Emakeele Seltsi töömailt 260
L. Merikalju. Eesti Geograafia Selts 266
H. Kruus. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Kodu-uurimise Komisjon . 271

Академия наук Эстонской ССР. **Академия наук Эстонской ССР в годы 1965—1972.** На эстонском языке. Художник-оформитель А. Мезикяпп. Редакционно-издательский совет Академии наук Эстонской ССР, Таллин.

TKN-i toimetajad S. Sündema ja H. Kivila. Tehniline toimetaja K. Kurmiste. Laduda antud 24. VIII 1973. Trükkida antud 22. X 1973. Komi ANSV Sõktõvkari Paberivabriku trükipaber nr. 1, 60×90/16. Trükipoognaid 17,5. Arvestuspoognaid 17,68. Trükiarv 1000. MB-08940. ENSV TA Toimetus- ja Kirjastusnõukogu, Tallinn, Sakala t. 3. Trükikoda «Kommunist», Tallinn, Pikk t. 2. Tellimise nr. 4273. Hind 1.45.

Rbl. 1.45

A
33629

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00333009 1