

Üleliiduline

POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

PROFESSOR

A. A. ZVOROKIN

**MEIE KODUMAA
PRIORITEET TÄHTSAMATE
TEHNILISTE AVASTUSTE
JA LEIUTISTE ALAL**

Nr. 23 (67)

EESTI NSV

POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHINGU

VXLJAANNE

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS • TALLINN 1950

A-101911

LP 1

OLELIIDULINE
POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

PROFESSOR
A. A. ZVORŌKIN

MEIE KODUMAA PRIORITEET
TÄHTSAMATE TEHNILISTE
AVASTUSTE JA LEIUTISTE ALAL

EESTI NSV
POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHINGU
VÄLJAANNE

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS • TALLINN 1950

Originaali tiitel:

Профессор А. А. Зворыкин.

Первенство нашей Родины в важнейших технических
открытиях и изобретениях

Москва, 1949 г.

Tõlkinud A. Mutt.

RAHIVKOGU

TARTU ÜLIKOOL
RAAMATUKOOL

Vastutav toimetaja H. Klement

Tehniline toimetaja E. Ridala

Ladumisele antud 20. IX 1950. Trükkimisele antud 25. X 1950. Trükiarv 5000. Paber 61:86, 1/2. Trüki-
poognaid 2. Formaadile 60:92 kohaldatud trükipoognaid 1,9.
Arvutuspoognaid 2,38. MB-06996. Tellimise nr. 4295.
Graafikatööstus „Oktoober“, Tallinn, Tartu mnt. 49.

На эстонском языке

Rbl. 1.—

Kodanlik ajalooteadus annab silmapaistva koha tehnika ajaloole. See on seletatav sellega, et tehnika omandab järjest suuremat tähtsust rahvaste elus. Kui aga meie maal plaanikohaselt arendatav tehnika on rakendatud kommunistliku ühiskonna ülesehitamise ja kogu nõukogude rahva heaolu parandamise ülesannete täitmisele, siis kapitalistlikes riikides kasutatakse tehnikat ainult sel määral, kui võrd ta vastab ekspluataatorite huvidele. Seejuures on kodanlikud ideoloogid valmis sageli kujutama kaasaegset tehnikat mingi „koletisena“, mis mingite saladuslike ja tunnetamatute jõudude mõjul võib põhjustada rida saatuslikke tagajärgi.

Püüdes kinni mätsida kapitalistlikus ühiskonnas valitsevaid vastuolusid, s. o. paratamatute kriiside ja kroonilise tööpuuduse tegelikku põhjust, kannavad paljud kodanlikud majandusteadlased need kapitalismi loomusele omased nähtused tehnika arvele. Seejuures minnakse hoolikalt mööda ja vaigitakse Marxi laialdaselt tuntud teesidest selle kohta, et mitte masin, vaid selle kapitalistlik kasutamine põhjustab inimeste hädasid ja kannatusi.

Autorite kõrval, kes kutsuvad üles kapitalismi „ravimise“ eesmärgil pidurdama tehnilist progressi ja keelama teaduslik-tehnilist loomingu, leidub kapitalistlikes riikides ka tehnika kaitsjaid, kuid just kapitalistliku, s. o. niisuguse tehnika kaitsjaid, mis võimaldab säilitada võimu töölisklassi üle ja sundida teda kandma kaasaegse kapitalismi iket, kui raske see ike ka ei oleks. Samad imperialistliku tehnika kaitsjad kutsuvad üles selle tehnika igakülgsele arendamisele rahvusvaheliste monopolide agressiivsetes huvides. Reaktiivmürskude ja aatompommide ähvardusel tahavad uue sõja õhutajad sundida rahvaid käima imperialistlike kiskjate lõa otsas.

Missuguselt seisukohalt kaasaegse imperialismi kodanlikud trabaadurid tehnikale ka ei lähene, püüavad nad kõik võltsida tehnika ajalugu. Nad ujutavad raamatuturu üle suure hulga raamatutega, milles nad kosmopoliitiliste juttude suitsukatte all tehnika ülemaailmsest iseloomust püüavad tõestada, nagu oleks rahvuslikke piire ja iseärasusi mitte tundva tehnika loonud äravalitud anglosaksi rass.

Tehnika ajaloo kohta avaldatavate kodanlike kirjutiste iseloomulikuks jooneks on eeskätt nende püüe vähendada vene rahva osatäht-

sust teadusliku ja tehnilise loomingu alal. Sellele püüdele — vähendada meie kodumaa prioriteeti — ei antud revolutsioonieelsel tsaari-Venemaal mingisugust vastulööki. Veel enam: välismaiste firmade palgalised sulerüütliid Venemaal, ülistades nende firmade meie maale tekkimise „õnnistusrikkaid tulemusi“, püüdsid näidata, et koos teiste hüvedega, mida välismaalased olevat toonud Venemaale, viisid nad siin edasi ka teadust ja tehnikat, rikastades nende arvates „mahajäänud“ vene rahvast välismaiste leidurite loomingu viljaga.

Inimkonna kultuuri tähtsaima ala — tehnika — ajaloo niisugusele valgustamisviisile tehti lõpp alles pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobri-revolutsiooni.

Nõukogude teadus ei eita seda, et kaasaegne tehnika, mida iseloomustab sisepõlemismootorite hiiglaslik areng, elektrienergia laialdane kasutamine, keemilise tehnoloogia määratu suur progress, ülikõvade sulamite ja kergete metallide levimine jne., loodi XIX ja XX sajandi vältel terve plejaadi kõigi maade väljapaistvate teadlaste, leidurite ja inseneride poolt.

Samal ajal, taastades ajaloolist tõde, näitab nõukogude teadus seda suurt osa, mida etendasid meie kodumaa inimesed maailmatehnika arengus. Vaatamata sellele, et teaduse ja tehnika arenemise tingimused olid tsaari-Venemaal ebasoodsad, suutis meie kodumaal esile tõusta terve rida tema paremaid poegi, kes andsid määratu suure panuse kogu maailma teaduse ja tehnika varasalve.

Ajalugu näitab, et vene inimesed on alati olnud leidlikud, võimelised lahendama kõige raskemaid tehnilisi küsimusi ning edasi viima tehnikat uutel, veel tallamata radadel. See võime teha teaduslikul ja tehnilisel alal võimsat loominguulist tööd avaldus erakordse jõuga pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobri-revolutsiooni, kui tehniliseks loominguks, nagu ka igasuguseks teiseks loominguks, esmakordselt aialoos tekkisid eriti soodsad poliitilised, majanduslikud ja üldkultuurilised eeldused. Kodumaise teaduse ja tehnika ajaloo küsimuste isegi osalise läbitöötamise alusel võib praegu kinnitada, et ei ole võimalik käsitleda maailmatehnikat ilma selle määratu suure panuseta, mille temale on andnud meie suur rahvas. Kõik tehnilised sõlmprobleemid, mis lahendati XVIII, XIX ja XX sajandi vältel ja mis nagu tähistaksid tehnika suure pealetungi üksikuid astmeid, on suurel määral seotud meie kodumaa teaduslik-tehnilise loominguuga.

Tehnilise progressi teaduslikuks aluseks on suured eksperimentaalsed avastused ja teoreetilised hüpoteesid loodusteaduses, sealhulgas ka kaasaegsed vaated aine ehitusele. Kaasaegne tehnika baseerub aine ja energia jäävuse seadusel ning elektriliste nähtuste ja soojuslike ning aatomites toimuvate protsesside õigel käsitlemisel.

Uusi ideid loodusteaduses, mis asendasid vanu keskaegseid kujutlusi, ei tunnustatud mitte kohe. Lõplikul kujul olid need ideed auru-energeetika, metallurgia, keemia, masinaehituse ja elektrotehnika kogemuste üldistuseks. Alles tootmiskogemuste kogunemise tulemusena kujunesid küllaldase selguse ja täielikkusega kaasaegse loodusteaduse põhialused.

Ei saa mööda minna sellest, et juba XVIII sajandil, s. o. varem, kui kujunesid kaasaegse tehnika alused, formuleerisid üksikud geniaalsed teadlased ja mõtlejad palju loodusteaduse seadusi, mis määrati lõplikult kindlaks alles XIX ja XX sajandil. Tulevase loodusteaduse nende eelkäijate hulgas, nagu see nüüd vaieldamatute dokumentide varal on kindlaks tehtud, asub kõige väljapaistvamal kohal suur XVIII sajandi entsüklopedist, meie kuulus kaasmaalane Mihhail Vassiljevitsš Lomonossov.

Selge kujutluse aine ehitusest, molekulist ja aatomist andis Lomonossov oma esimestes väitekirjades: „Looduse kehasid moodustavaist tundetutest füüsilistest osakestest, milledes on küllaldaselt osakesi iseloomustavaid omadusi“ ja „Matemaatilise keemia elemendid“. Lomonossov tegi suurt vahet väikseimate osakeste — elementide (meie mõiste järgi aatomite) ja „korpuskulite“ (meie mõiste järgi molekulide) vahel.

Selleks, et mõista, kui suure teadusliku kangelasteo Lomonossov oma vaadete formuleerimisega sooritas, tuleb meelde tuletada, et teadus need tema vaated tegelikult alles 100 aastat hiljem lõplikult aktsepteeris. Alles pärast keemikute rahvusvahelist kongressi Karlsruhes 1860. aastal hakkavad uued kujutlused kindlalt mõjutama teaduslikku mõtlemist kõigis maades.

Lomonossov andis mitte ainult sügava arusaamise aine ehitusest, tehes vahet elemendi — aatomi ja korpuskuli — molekuli vahel, vaid ta oli ka kaasaegse gaaside molekulaar-kineetilise teooria, täpsemalt aine ehituse molekulaar-kineetilise teooria loojaks.

Oma molekulaar-kineetilist teooriat arendas Lomonossov juba aastail 1748—1749 uurimustes „Õhu elastse jõu teooria“ ja „Täiendusi“ selle teooria juurde. Siin tõestas Lomonossov, et õhu osakestel on mass ja et nad alluvad raskusjõule. Langemisel pörkavad nad üksteisega kokku. Lomonossov uuris põhjalikult osakeste liikumist rõhu ja temperatuuri muutumisel.

Sama imekspandavalt sügavalt käsitles Lomonossov aine jäävuse seadust ja formuleeris energia jäävuse seaduse. Oma kirjas matemaatik L. Eulerile 5. juulist 1748, seejärel akadeemia konverentsil 1758. aastal ja lõpuks 1760. aastal oma väitekirjas „Arutlusi kehade tahkest ja vedelast olekust“ formuleeris Lomonossov selle seaduse järgmiselt: „... kõik looduses toimuvad muutused on seda laadi, et nii palju kui üks keha midagi kaotab, sama palju lisandub teisele kehale.

Niisiis, kui mateeria kusagil mõningal määral väheneb, siis rohkeneb see teises kohas... See üldine loodusseadus laieneb ka liikumise reeglitele: sest keha, mis paneb omal jõul liikuma teise keha, kaotab endast nii palju, kui palju ta annab teisele kehale, mis temalt liikumise saab.“¹

Praegu on laialdaselt teada, et Lomonossov formuleeris aine jäävuse seaduse 41 aastat enne prantsuse keemikut Lavoisier'd, kellele ebaõiglaselt omistati selle seaduse avastamise prioriteet. Lomonossov mitte ainult formuleeris selle seaduse teoreetiliselt, vaid ta tõestas tema poolt formuleeritud seaduse õigsust ka katseliselt ammu enne Lavoisier'd.

Lomonossovi geenius väljendub selles, et tal aine jäävuse seadus on üks osa üldisest seadusest, mis hõlmab ka liikumise jäävuse seadust.

Sellel perioodil, kus veel keegi ei mõistnud ühe energialiigi muutumist teiseks, oli Lomonossovi liikumise jäävuse seadus energia jäävuse seaduse esimeseks formuleeringuks. Mitte keegi enne Lomonossovit ei vaadelnud aine jäävuse seadust ja liikumise (energia) jäävuse seadust kui ühtset universaalset loodusseadust. Sisuliselt jõuab teadus nende kahe seaduse ühendamiseni alles viimasel ajal pärast seda, kui tõestati praktiliselt massi ja energia ekvivalentsi seadus. Oleks ebaõige lihtsustada ajalugu ja leida Lomonossovi formuleeringuis energia jäävusest seda, mida seal ei olnud. Seejuures aga ei ole ka lubatav ignoreerida seda märkimisväärset fakti, et Lomonossov ühendas esimesena aine jäävuse seaduse ja (kaasaegse teaduse mõiste järgi) energia jäävuse seaduse ühtseks üldiseks loodusseaduseks.

Lomonossov oli suur revolutsionäär teaduses. Tema kaasaegsed teadlased arvasid soojuslike protsesside põhjuseks olevat „kaalutu soojust-tekitava aine“ ülemineku ühelt kehalt teisele. Lomonossov heitis kõrvale keskaegsed kujutlused „sooist tekitavast ainest“, nagu ka kujutlused valguse, elastsuse ja elektri „ainest“. Oma väitekirjas „Mõtisklusi soojuse ja külmuse põhjustest“ (1744. a.) ennetab Lomonossov praegusaegse kujutluse soojusest kui liikumise liigist. Lomonossovil on selge kujutlus töö üleminekust soojuseks. Ka sellega jõudis ta oma ajast 100 aasta võrra ette.

Suur vene teadlane tundis sügavat huvi elektri vastu, eriti atmosfäärilise elektri vastu. Lomonossovi töid vaadeldakse kirjanduses tavaliselt kui Benjamin Franklini tööde jätkamist, mida see alustas XVIII sajandi keskpaiku Ameerikas. Veel enam: Lomonossovi vastased katsusid eitada tema kuulsa esildise „Jutustus elektri jõu mõjul toimuvatest nähtustest õhus“ originaalsust, mille ta esitas Teaduste Akadeemiale 1753. aastal. Selles „Jutustuses“ esitas Lomonossov suurepärase teooria atmosfäärilise elektri tekkimise kohta õhu osa-

¹ M. V. Lomonossov, Füüsikalise-keemilised tööd. Gosizdat, 1923, lk. 65.

keste hõõrdumise tõttu tõusvate ja langevate õhuvoolude puhul. Kaalukate argumentide varal kummutas Lomonossov põhjendamatud katsed kujutada tema tööd Franklini väidete kordamisena. Vastuseks oma oponentidele ütles Lomonossov juba 1753. aastal, et teateid Franklini töö kohta „võisin ma saada mitte varem kui käesoleva aasta augustikuu lõpuks, kui mu kõne oli juba kirjutatud. Mind ei hakka keegi süüdistama, sest teadlaste teosed jõuavad meieni väga hilja, eriti Ameerikast.“¹

Isegi sellise eriküsimuse kohta, et välk on elektrisäde, mida Franklin katseliselt tõestas 1752. aastal, oli Lomonossovil õige arvamine enne Franklini katset. „Elektriline aine,“ kirjutab Lomonossov ühes kirjas, „on sama mis äikese aine ja kui ei oleks Schumacherit (tolleaegne Teaduste Akadeemia juhataja, kellega Lomonossov alalõpmata võitles. A. Z.), oleksin ma ise võinud sellest maailmale teatada juba ammu enne teisi. Oma teooria eest elektrijõu põhjusest õhus ei võlgne ma härra Franklinile midagi.“

Terve sajandi enne füüsikalise keemia tekkimist iseseisva teadusharuna oli Lomonossov tema tuliseks eestvõitlejaks. Ta mitte ainult tõestas füüsikalise keemia vajalikkust, vaid ta luges ka oma 200 aastat tagasi loodud keemia-laboratooriumis füüsikalise keemia esimest kursust ja juhatas oma kuulajate praktilisi töid.

Lomonossovi väljapaistev raamat „Metallurgia ehk mäeasjanduse põhialus“, on kirjutatud 1742. aastal ja kirjastatud 1763. aastal. Enne Lomonossovilt ilmus välismaal rida raamatuid, mis olid pühendatud tolleaegsele mäeasjandusele, kuid neis raamatuis anti ainult äärmiselt täpne kirjeldus tolleaegsete kaevanduste praktikast ning iseloomustus mäetööstuses kasutatavate võtete ja meetodite kohta. Lomonossov aga käsitles esimesena tervet rida küsimusi mäeasjanduse alalt oma eesrindlikelt loodusteaduslikelt seisukohtadelt. Selles suhtes äratav tähelepanu „Metallurgia ehk mäeasjanduse põhialuse“ juurde kuuluv lisa pealkirjaga „Maakihtidest“, kus meie geniaalne kaasmaalane räägib maakera muutumisest ja esineb evolutsioonilise geoloogia ettekuulutajana. Sama märkimisväärne on raamatu see osa, mis on pühendatud kaevanduste loomulikule tuulutamisele. Raamatu selles osas esitatud teooria õhu liikumise kohta kaevanduskäikudes katsepteeris teadus hiljem täielikult.

Kuidas suhtusid tsaari-Venemaa valitsevad klassid mõttehiiglase Mihhail Vassiljevitš Lomonossovi töödesse?

Juba Lomonossovi eluajal püüti Teaduste Akadeemias korduvalt vähendada tema tööde tähtsust. Pärast suure teadlase surma ilmus 1777. aastal „Sankt Peterburi Teatajas“ anonüümne retsensioon, mis

¹ M. V. Lomonossov, Artiklite ja materjalide valimik. NSV Liidu Teaduste Akadeemia kirjastus, 1940, lk. 100 (vene keeles).

laimavalt tõendas, et Lomonossovi töö „Metallurgia ehk mäeasjanduse põhialus“ ei ole originaalne ja et see on maha kirjutatud XVIII sajandi 30-ndail aastail Saksamaal levinud Schlütteri tööst metallurgia alal. Seda valet korrati korduvalt ka reas vene väljaannetes. Meie kuulus akadeemik Vernadski tõestas alles 1900. aastal usaldatavate ajalooliste faktide najal, et Schlütteri ja Lomonossovi töödel ei ole midagi ühist.

Vähem tuntud on arvukad vene leidurid XVIII sajandist, kuigi paljud neist olid mitte ainult geniaalsed tehnikud vaid ka sügavad, oma sajandist kaugele ette jõudnud mõtlejad.

XVIII sajandi Venemaa tehnika ei olnud sugugi nii maha jäänud, nagu seda püüdsid ja püüavad näidata rajatagused laimajad. Peeter I korraldusvõtete tulemusena kiirenes tolleaegsel pärisorjuslikul Venemaal rea tööstusharude arenemine, eeskätt mäe-metallurgiliste ettevõtete arenemine. XVIII sajandil loodi Venemaa mäetööstuses silmapaistvaid hüdrojõuseadmeid, mis ei jäänud maha parematest seadmetest välismaal. Välismaised uurijad peavad näiteks XVII ja XVIII sajandi suurimaks hüdrojõuseadmeks seadet Marlys, Pariisi lähedal, mida kasutati prantsuse kuningate lossiparkide purskkaevude varustamiseks veega. Tõepoolest, see oli oma aja kohta määratu suur ehitis, kus kasutati täielikult ära vana kapitalismieelse tehnika kõik võimalused. Tammi abil ülespaisutatud Seine'i jõe vesi pani tööle 14 vesiratast läbimõõduga 12 meetrit. Tõmmitsate, kepsude ja hoobade abil panid vesirattad tööle 3 pumpade rühma, kuhu kuulus 221 pumpa, ning vesi tõsteti 162,15 meetri kõrgusele, kust ta läks torustiku kaudu Versaille'i, Marly' ja Trianoni purskkaevudesse.

Meie aga võime öelda, et väljapaistev hüdrotehnik Kozma Dmitrijevitš Frolov ehitas XVIII sajandi 80-ndatel aastatel Venemaal Altai mägedes Zmeinogorski kaevandusse hüdrojõuseadme, mis ületas „Marly ime“. Ta ehitas Zmejevka jõe 18 meetri kõrguse tammi. Sellest voolas vesi kaetud ja lahtise kanali kaudu algul saeveski vesirattale ning siis suundus veejuga maa all Jekaterininskaja šahti kahekordsele maagitõsterattale. Veejuga pani liikuma sama šahti veetõsteratta, mille läbimõõt oli 17 meetrit. Edasi juhiti vesi Voznessenski šahti vesirattale läbimõõduga 16 meetrit, mis pani liikuma maagi- ja veetõste seadmed ning alles pärast seda, olles läbinud 2200 meetri pikkuse tee, voolas vesi uuesti Zmeievka jõkke.

Nende kahe hüdrojõuseadme võrdlemisel selgub, et Frolovi poolt loodud hüdrojõuseade ei olnud Marly seadmest halvem, vaid isegi parem: Marlys oli vesiratta maksimaalne läbimõõt 12 meetrit, Frolovil aga 17 meetrit; Marly vesirattad olid üles seatud maapinnale, Frolovil aga töötasid nad maa all kambrites, mille kõrgus ulatus 21 meetrini; Marlys olid vesirattad tehniliselt vähem täiuslikud, alt-

jooksuga, Frolovil aga pealtjooksuga; Marlys töötas vesi üks kord, Frolovil aga mitu korda. Isikud, kes kirjeldasid Marly seadet, kriiputasid alla, et see töötas suurte vaheaegadega ja väikese kasukraadiga. Frolovi poolt loodud hüdrojõuseadmete süsteem töötas vahet pidamata mitte ainult tema elu ajal, vaid ka pärast tema surma.

Võiks nimetada veel tervet rida Frolovi ja teiste XVIII sajandi väljapaistvate vene tehnikute poolt ehitatud hüdrojõuseadmeid, mis näitavad, et vene tehnikud-leidurid ei jäänud oma meisterlikkusele maha Lääne-Euroopa meistritest, vaid neid isegi real juhtudel ületasid.

Tolle aja kohta suureulatuslikult arenes Venemaal mäe-metallurgia-tööstus. Metallitootmise alal jõudis Venemaa XVIII sajandi teisel poolel esimesele kohale maailmas ja tootis malmi üle kahe korra rohkem kui tolelaegne Inglismaa ja neli korda rohkem kui Prantsusmaa. Vene metallurgia tehniline tase oli väga kõrge, kui rääkida kapitalismieelsest tehnikast.

Viiekõitelise metallurgia ajaloo autor Theodor Beck kirjutab XVIII sajandi Venemaa metallurgia tehnikast: „Siberi kõrgahjud on suurimad ja parimad seniehitatud puidusõega töötavaist kõrgahiudest; kõiki isegi inglise ahjusid ületasid nad tootlikkusest suuresti. Nad olid varustatud võimsate silindriliste õhupuhuiatega, mis pandi tööle vee jõul. Siberi kõrgahiud olid 35 kuni 45 jalga (10,5 kuni 13,7 m) kõrged, nende läbimõõt mõhu kohalt oli 12 kuni 13 jalga (3,6 kuni 3,9 m), neil oli kuus silindrilist õhupuhuiat ja nad tootsid 2000—3000 tsentnerit malmi nädalas, milline tootmisvõimsus oli tolelaegsetel koksiga töötavil suurimail inglise kõrgahjudel saavutamatu.“

XVIII sajand oli mitte ainult vana, kapitalismieelse tehnika maksimaalse arenemise ajajärguks, vaid siis hakkasid kujunema ka kaasaegse tehnika esimesed alused.

Marx andis põhjaliku iseloomustuse sellele tööstuslikule pöördele, mis oli toimunud XVIII sajandi teisel poolel Inglismaal ja loonud kaasaegse kapitalistliku tööstuse alused. Ta näitas töömasinate leiutamise tähtsust tekstiilitööstuses, aurumasinate ja masinaid tootvate masinate ning kaasaegse metallurgia tähtsust. „Aur ja masinad,“ ütles Engels, iseloomustades seda perioodi, „muutsid manufaktuuri kaasaegseks suurtööstuseks ja revolutsioneerisid seega kodanliku ühiskonna kõik alused.“¹

Eriti tõstavad marksismi rajajad esile James Hargreavesi ketrusmasina „Jenny“ leiutamist 1764. aastal. „See masin,“ kirjutab Engels, „oli hilisema ketrusmasina tooreks prototüübiks ja see pandi käima käsitsi, kuid hariliku käsivoki ühe värtna asemel oli sellel 16 kuni 18 värtnat, mida pani pöörlema üks tööline.“²

Rääkides „vaatermasina“ leiutamisest Richard Arkwrighti poolt

¹ K. Marx ja F. Engels, Teosed, XIV kd., lk. 264 (vene keeles).

² K. Marx ja F. Engels, Teosed, III kd., lk. 304 (vene keeles).

1767. aastal ütles Engels: „Aurumasina kõrval on see masin XVIII sajandi tähtsamaks leiutiseks mehaanika alal. See oli juba algusest peale arvestatud mehaanilise jõumasina jaoks ja ehitatud täiesti uute põhimõtete järgi. Ühendades ketrusmasina „Jenny“ iseärasused Arkwrighti masinaga leiutas Samuel Crompton Ferwoodist (Lancashire'is) 1785. aastal mullmasina¹, ning kui umbes samal ajal Arkwright leiutas kraasimasinat ja eelketrusmasinat, siis hakati puuvillast lõnga valmistama ainult vabrikuvõistiliselte.“²

Kuid Marx ja Engels, iseloomustades neid leiutisi ja nende tähtsust uue tehnika arenemises, ei võinud muidugi teada, et 1760. aastal, mõned aastad enne Hargreavesi mehaanilise voki ilmumist, vene leiur Rodion Glinkov leiutas ja ehitas 30 värtnaga ketrusmasina lina ketramiseks, mis pandi käima vesiratta abil.

Selliste masinate loomise prioriteet kuulub järelikult meie kodumaale!

Rodion Glinkovi ketrusmasin töstis tööviljakust 5 korda võrreldes vokkidega. Linasugemismasin, mis võeti meil tarvitusele 30—40 aastat varem kui välismaal, töstis tööliste tööviljakust 15 korda. Kuid masinate arendamise tingimused Inglismaal, kes oli astunud kiire kapitalistliku arenemise teele, ja Venemaal, kus valitsesid pärisorjussuhted, olid erinevad. Kui läänes oli masinate leiutamine võimaks tõukeks kapitalistliku tööstuse ja tehnika arenemisele, siis Venemaal esimeste töömasinate tublid leiutajad tekstiilitööstusele unustati. Ka universaalaurumasina loomise prioriteet kuulub Venemaale.

Marksismi rajajad tõstavad eriti esile universaalaurumasina loomise, sidudes seda kõigepealt James Watti leiutistega.

James Watt alustas teatavasti katsetega täiustada inglise sepa Newcomeni auruõhu pumpa. Ta ehitas 1765. aastal aurujõul töötava veetõstja ja võttis alles 1784. aastal patendi universaalaurumasinale. Rääkides sellest universaalaurumasinast, ütleb Marx „Kapitali“ I köites: „Watti suur geenius avaldub selles, et tema poolt 1784. aasta aprillis võetud patent, kus aurumasinat kirjeldati, kujutab seda masinat mitte üksnes eriotstarbelise leiutisena, vaid kui universaalset jõumasinat suurtööstusele.“³

Marx ei võinud muidugi teada, et Venemaal, Altai elab ja töötab väljapaistev soojustehnik Ivan Ivanoviš Polzunov, kes lõi esimese aurumasina maailmas tehase vajadusteks ja esines universaalaurumasina ideega kaua aega enne James Watti.

1763. aasta aprillis andis Polzunov Kolõvano-Voskressenski tehaste ülemale üle projekti (seletuskirja ja joonised) tulega tööle pandava

¹ Ketrusmasin (Toim.).

² K. Marx ja F. Engels, Teosed, III kd., lk. 305—306 (vene keeles).

³ K. Marx, Kapital, I kd. Partizdat, 1937, lk. 357 (vene keeles).

masina kohta tehase vajadusteks. 1765. aasta lõpuks oli Polzunovi masin valmis. Masina hoone oli 18 meetrit kõrge, katla läbimõõt 3,5 meetrit ja aurusilindri pikkus 2,8 meetrit. Polzunov ei näinud aga enam oma masina käikulaskmist: ta suri 16. mail 1766 tiisikusse.

7. augustil 1766 hakkas maailma esimene tehase vajadusteks valmistatud aurumasin tööle õhupuhujate jõuallikana ja töötas vahet pidamata kuni 10. novembrini 1766, millal katel jooksmas hakkas ja masin seisma pandi. Selle asemel, et seda väikest viga kõrvaldada ja Polzunovi poolt Venemaal loodud esimest aurumasinat laialdaselt ära kasutada, jäeti see kõrvale, hiljem aga käskis üks Altai tehaseid juhtivaist sakslastest selle lammutada.

Watt lähtus oma uurimistööl inglise sepa Newcomeni auruõhu pumba põhimõttest. Kuid Polzunovi masin oli võrreldes Newcomeni konstruktsiooniga igas suhtes kaugemale ette jõudnud. Samal ajal, kui Newcomeni masin oli kohtkindel, ette nähtud ainult vee pumbamiseks ja ühesilindriline ning, mis on eriti tähtis, töötas perioodiliselt, oli Polzunovi masin ümberpaigutatav ja kõlbulik mitmesugusteks tööprotsessideks tehastes. See masin oli kahesilindriline ja töötas pidevalt.

Vene leiduri Polzunovi suur geenius avaldus selles, et ta 21 aastat enne eespoolnimetatud James Watti patenti selgelt ja täpselt formuleeris aurumagina idee, unistades, nagu ta kirjutas, „tule abil töötava masina ehitamisega vee valitsemisele piiri panna“.

Oma edasises arengus leidis aurumasin eriti laialdast kasutamist raudteetranspordis. Harilikult koondatakse vedurite ajaloos peatähelepanu jällegi inglise leiduritele. Tõepoolest, siin töötas rida väljapaistvaid leidureid, sealhulgas ka George Stephenson, kelle nimega seotakse raudteede tekkimine. Pärast 15 aastat kestnud tööd ehitas Stephenson 1829. aastal oma aurueduri „Rakett“, mis täielikult tõestas aurujõul teostatava transpordi paremusi.

Kuid neist täiesti eraldi ja iseseisvalt tegelesid samal ajal väljapaistvad vene meistrid pärisorjad Jefim Aleksejevitš Tšerepanov ja tema poeg Miron Jefimovitš Tšerepanov Uuralis 1833. aastal auruedurite ehitamisega. Kahe aastaga ehitasid nad oma vedurid, mille ühe tõmbejõud oli 200 puuda ja teise tõmbejõud kuni 1000 puuda ning mis liikusid kiirusega 16 kilomeetrit tunnis. Paremaks aurutekitamiseks asetasiid leidurid oma veduritele torudega varustatud katlad, kasutades spetsiaalset tagasivoolu-mehhanismi. Tšerepanovitele aga mingisugust abi ei antud ning kui 1837. aastal ehitati valmis raudtee Peterburi ja Tsarskoje Seloo vahel, siis ei tellitud vedureid sellele raudteele Venemaalt, vaid need osteti Inglismaalt.

XVIII sajandi lõpp ja XIX sajandi algus on elektrotehnika, selle kogu praegusaegse tehnika vundamendi aluste rajamise perioodiks. Praegu on ümber kogu maakera tõmmatud lõputud telegraafiliinid.

Merede ja ookeanide põhja on pandud telegraafikaableid, mis ühendavad riike ja kontinente. Oma esimese praktilise rakenduse leidis elekter telegraafilise side valdkonnas.

Peatumata telegrafeerimise ülihuvitava ajaloo juures märgime ära, et ka siin etendavad erakordselt tähtsat osa vene teadlased ja leidurid. Vene diplomaat, teadlane ja leidur Pavel Lvovitš Šilling leiutas 1832. aastal oma telegraafiaparaadi, nn. osutiga telegraafiaparaatide prototüübi. Olles 1835. aastal kuulunud Münchenis Šillingi loengut, kasutas inglane Cooke ära Šillingi leiutise ja ehitas seejärel telegraafi, mida tuntakse Cooke-Wheatstone'i telegraafi nimetuse all.

Teiseks laialdaseks elektri praktiliseks kasutamisalaks on valgustus. Rääkides elektervalgustuse aialoost viitavad kodanlikud ajaloolased harilikult Humphry Davy töödele, millede tulemused on avaldatud tema raamatus „Keemia filosoofia elemendid“, mis ilmus Londonis 1812. aastal. Davy sai määratu suure patareiga tehtud katsetel elektri-kaarleegi, mida kasutatakse kaarleegilatarnates. Ta uuris ka sõe helendumist hõrendatud keskkonnas, kui seda läbib elektrivool (hõõglampide printsiip).

Tegelikult aga kuulub elektri-kaarleegi avastamise ja elektrivoolu valgustamiseks kasutamise prioriteet hiilgavale vene teadlasele ja eksperimentaatorile XIX sajandi algusest, esimesele vene elektrotehnikule, professorile ja pärastisele Peterburi Teaduste Akadeemia akadeemikule Vassili Vladimirovitš Petrovile.

Kahaksa aastat enne Davy töid avastas Petrov esimesena maailmas elektri-kaarleegi ja tegi katseid kasutada elektrivoolu valgustuseks, rakendades selleks kaarleeki (kaarleegilatarnate printsiip) ja rea materjalide helendumise nähtust õhutus ruumis, kui neid läbib elektrivool (hõõglampide printsiip).

Need esimese vene elektrotehniku suured ideed realiseeriti alles 70 aastat hiljem, pärast seda, kui olid loodud elektrienergia generaatorid, mis asendasid galvaanilisi elemente.

Nende ideede realiseerimine on tihedalt seotud vene leidurite Aleksandr Nikolajevitš Lodõgini ja Pavel Nikolajevitš Jablotškovi nimega. Lodõgin demonstreeris hõõglampi, mis koosnes õhutühjast klaaskestast ja sellesse paigutatud söepulgast, juba 1873. aastal, s. o. 6 aastat enne Edisoni elektrilambi ilmumist. Kuna Lodõginil ei olnud vahendeid oma lambi täiustamiseks, siis ei suutnud ta oma leiutise juurutamiseks vajalikke töid lõpule viia.

Ka Jablotškov, kes ei saanud vajalikku toetust tsaari-Venemaal, oli sunnitud võtma 1876. aastal patendi oma „elektriküünlale“ Prantsusmaal. Seal levisid Jablotškovi „küünlad“ kõigisse maadesse, sealhulgas ka Venemaale.

Elektervalgustuse edasine arenemine toimus mitte kaarlampide valdkonnas, vaid peamiselt hõõglampide täiustamise suunas. Edisoni

hõõglamp, mis ilmus 1879. aastal, kordas A. N. Lodõgini lampi. Kul hiljem tekkis vaielus prioriteedi kohta Edisoni ja Swani vahel, siis oli ameerika kohus sunnitud tunnistama, et lambi tegelikuks leiutajaks ei olnud see ega teine, vaid vene leidur A. N. Lodõgin.

Elektervalgustuse kasutuselevõtmine andis võimsa tõuke kogu elektrotehnikale ja eriti vahelduvvoolu-tehnikale, sest vahelduvvoolu kasutamine „Jablotškovi künla“ toitmiseks osutus märksa sobivamaks kui alalisvool.

P. N. Jablotškov tegi palju ära vahelduvvoolu-generaatorite konstruktsiooni väljatöötamiseks. Ta leiutas ka seadise, mis oli praeguste elektritransformaatorite algkujuks.

Esimesi elektrimootori loomise katseid tehti juba XIX sajandi 30-ndate aastate algul. Nagu seda sageli juhtub, püüdsid leidurid luua uut jõumasinat vana, s. o. aurumasina eeskujul, edasi-tagasi liikumisega, mis juba ette põhjustas paratamatut ebaõnnestumist. 1834. aastal aga konstrueeris tuntud vene füüsik ja tehnik, Peterburi ülikooli professor ja Peterburi Teaduste Akadeemia liige Boris Semjonovitš Jakobi esimese pöörleva liikumisega elektrimootori — praeguste elektrimootorite otsese algkuju.

Kuid XIX sajandi 30-ndail aastail ei olnud veel vajalikke eeldusi Jakobi poolt loodud mootori tegelikuks kasutamiseks. Alles XIX sajandi lõpul, elektrigeneraatorite täienemise tulemusena, hakkasid elektrimootorid levima.

Elektrivoolu generaatorite ja elektrimootorite täiustamine oli elektrienergia ulatusliku kasutamise eelduseks selle muutmise teel mehaaniliseks jõuks.

Seejärel tõusis päevakorda uus suur probleem: elektrienergia ülekandmine kaugete vahemaade taha. Elektrivoolu ülekandmine kaugete vahemaade taha väikeste kadudega võimaldab luua gigantseid hüdroelektrijaamu ning samuti ka soojusjõujaamu odava kütteiniga piirkondades ja alandada järsult elektrienergia hinda, mis omakorda avas perspektiive elektrotermilisi ja elektrokeemilisi protsesse kasutavate uute tööstusharude loomiseks.

Selle suurima tehnilise probleemi lahendamisel etendasid silmapaistvat osa jällegi vene teadlased ja leidurid. 1877. aastal tõestas suur-tükiväe staabikapten Fjodor Apollonovitš Pirotski elektrienergia ülekandmise võimalikkust „igasuguse vahemaa taha“. Ta teostas ühena esimeste hulgast maailmas elektrienergia ülekandmise kuni 2 kilomeetri kaugusele, kasutades selleks raudteeroopaid: üht roobast otsejuhtmena ja teist tagasijuhtmena.

1880. aastal põhjendas vene teadlane Dmitri Aleksandrovitš Latšinov esimesena maailmas teoreetiliselt elektrienergia ülekandmise võimalikkust kaugete vahemaade taha, ta tuletas selleks rea valemid ja tõestas elektri sellise ülekandmise majanduslikku kasulikkust. Üks

aasta hiljem, 1881. aasta lõpul, jõudis prantsuse füüsik Deprez samadele järeldustele ning teostas seejärel 1882. aastal energia ülekandmise 57 kilomeetri kaugusele.

D. A. Latšinovi töödega olid omal ajal hästi tuttavad nii Venemaa kui ka välismaa teadlaste ringkonnad, kuid sellest hoolimata anti välismaal esikoht Deprez'le, püüdes üldse mitte nimetada Latšinovi.

Engels pidas tööd elektrienergia ülekandmiseks kaugete vahemaade taha ülimalt tähtsaks. Ta kriipsutas alla, et „sel asjal on väga revolutsiooniline iseloom“. „Aurumasin,“ ütles Engels, „õpetab meid muutma soojust mehaaniliseks liikumiseks, elektri kasutamine aga avab meile tee kõigi energialiikide, soojuse, mehaanilise liikumise, elektri, magnetismi ja valguse muundamiseks ühest teiseks ja vastupidi ning tööstuslikuks kasutamiseks. Ring on suletud.“¹

Kuid ulatuslik siirdumine elektrienergia ülekandmisele kaugete vahemaade taha toimus mitte sel kujul, nagu arvasid Latšinov ja Deprez, s. o. mitte alalisvoolu, vaid vahelduvvoolu ülekandmisena.

Vahelduvvoolu esimese ülekandmise teoreetiline põhjendamine ja tegelik teostamine on tervikuna seotud vene elektrotehniku Mihhail Ossipovitš Dolivo-Dobrovolski nimega, kes ehitas kolme faasilise elektrimootori, kasutas transformaatorit ja läks esimesena üle kolme faasilise vahelduvvoolu ülekandmisele, s. o. ta andis selle tehnilise lahenduse, mis on praegu kogu maailmas elektrivoolu ülekandmise tehnika aluseks.

Vahelduvvoolu elektrimootor (asünkroonmootor) muutis põhjalikult kogu tööstusliku tehnoloogia ja löi tingimused kõrge tootlikkusega masinate abil teostatava vooltootmise erakordselt edukaks juurutamiseks masinaehitustehastes. Elektrimootor pani aluse ka raudteetranspordi elektrifitseerimisele ja võimaldas luua automaatsuhtimisega masinaid.

XIX sajandi teisel poolel toimusid tähtsad sündmused metallurgia alal. Siin tuleb kõigepealt ära märkida suurt edu terase massilise tootmise viiside väljatöötamisel.

Vene teadlased ja insenerid andsid siin hindamatu panuse maailmatehnika arengusse. Juba XIX sajandi esimesel poolel tunti leidureid, kes töötasid kvaliteetaste loomise alal (Poljuhhov, Badajev jt.). Eriti kuulsaks sai XIX sajandi esimesel poolel oma töödega vene mäeinsener Pavel Petrovitš Anossov, kes töötas aastail 1817—1849 Zlatousti tehases.

Juba kauges minevikus tunti kõrgekvaliteedilise terase saamise viise mõõgateradele, selle valmistamise saladus aga läks kaduma. Anossov püstitas endale ülesande välja arendada selle kõrgeväärtusliku terase tootmistehnoloogia. 1841. aastal ilmunud Anossovi töös selle terase

¹ K. Marxi ja F. Engelsi arhiiv, 1. raamat, 1930. aasta, lk. 342 (vene keeles).

kohta tehti kokkuvõtte kauakestnud uurimustest ja see oli suureks panuseks maailmametallurgia arendamiseks. Anossov andis kõrgeväär-
tuslike teraste valmistamise retseptid. Ta hakkas terase uurimisel
esimesena kasutama mikroskoopi.

Väljapaistvaks metallurgiks oli ka mäeinsener Pavel Matvejevitš
Obuhhov, kes töötas palju suurtükkide valmistamiseks kasutatavate
teraste loomisel, eriti Sevastopoli piiramise ajal. Obuhhovi terasest
suurtükk, mis oli välja pandud 1862. aastal ülemaailmsel näitusel
Londonis, kannatas välja 4000 lasku, olles tolle aja kohta piiriliste
omadustega.

Täieliku revolutsiooni metallurgias aga teostas oma töödega Dmitri
Konstantinovitš Tšernov. Tšernovi aeg — möödunud sajandi 60-ndad
aastad — oli terasetootmisel bessemeri- ja martäänprotsesside juuru-
tamise ajajärguks. Need menetlused avasid perspektiivid teraste mas-
siliseks kasutuselevõtmiseks tehnika kõigil aladel, mis ei toimunud aga
korrastealt, kuna ei tuntud terase olemust ega terase käitumist vala-
misel ja termilisel töötlemisel.

Algul ei olnud terasesemed küllalt tugevad ja praagi protsent oli
väga suur. Alles pärast seda, kui XIX sajandi viimasel kolmandikul
oli loodud eri teadusharu metallide ja nende sulamite struktuurist
— metallograafia, avanes tegelik võimalus terase ulatuslikuks prak-
tiliseks kasutamiseks tehnikas. Selle teadusharu rajas kogu maailmas
tunnustatud väljapaistev vene teadlane ja metallurg D. K. Tšernov.

Uurides terasvalameid Obuhhovi tehases tegi Tšernov kindlaks, et
head mehaanilised omadused on peeneteralisel, mitte aga jämedatera-
lisel terasel ning et terase sisemised muutused, mis iseloomustavad
terase mehaaniliste omaduste muutumist, toimuvad hüppeliselt ja on
seotud teatavate temperatuuridega. Neid temperatuure tuntakse praegu
nimetuse all „Tšernovi punktid“ terase sulamise diagrammil.

Alles palju hiljem hakkasid Tšernovi ideesid rakendama välismaa
teadlased Osmond ja teised. Tšernovi teenete täielik tunnustamine
toimus 1900. aastal Pariisi maailmanäitusel. Oma kõnes metallurgide
nõupidamisel ütles Prantsuse metallurgiatehaste ühingu direktor Cha-
mon Montgolfier: „Pea oma kohuseks nii suure hulga asjatundjate
ja eriteadlaste ees avameelselt ja avalikult teatada, et meie tehas ja
kogu terasevalamise tööstus võlgneb oma praeguse arengu ja edu-
sammude eest suurel määral tänu vene tehniku härra Tšernovi töö-
dele ja uurimustele ning ma kutsun teid üles avaldama talle kogu
metallurgiatööstuse nimel meie siirast tunnustust ja tänu.“

Tähtsa panuse on vene insenerid andnud ka vase metallurgiasse.
Määravaks teguriks oli siin veel lisandeid sisaldava nn. vasekivi muut-
mine toorvaseks. 1866. aastal tegi vene mäeinsener ettepaneku puhuda
läbi vasekivi erilises konverteris õhku, s. o. kasutada vase töötlemisel
bessemerimise ideed. Vene inseneride Semennikovi, Jossi ja Laletini

kogemused Bogoslovski ja Votkinski tehastes andsid maailmametal-
lurgiale uue vase töötlemise meetodi.

1885. aastal ehitati Bogoslovski tehases 4 võimsat konverterit. Hil-
jem levisid niisugused konverterid üle kogu maailma, sealhulgas ka
Ameerika Ühendriikidesse.

Väga tähtsat osa etendasid vene teadlased ka XIX sajandi teise
poole ülemaailmse keemiatööstuse arengus. Eriti paistavad siin silma
sellised teadlased, nagu Kaasani ülikooli professor ja pärastine aka-
deemik Nikolai Nikolajevitš Zinin. Zinini nimega on seotud tööd uute,
nitroglütseriini sisaldavate lõhkeainete praktilise kasutamise alal. Hil-
jem võttis Zinini ideed üle rootsi insener Nobel, kelle nimega need
ueded, nitroglütseriini sisaldavad lõhkeained alusetult seotakse.

Juba 1842. aastal valmistas Zinin esimesena maailmas nitrobensoo-
list aniliini. Selle leiutise tähtsus leidis maailmateaduse tunnustuse.
Saksa teadlane Hofmann ütles 1880. aastal: „Kellelegi ei tulnud
pähegi, et uus meetod muutub aja jooksul võimsaks tööstusharuks, mis
omakorda avaldab nii viljastavat mõju teadusele. Kui Zinin ei oleks
teinud midagi rohkem peale aniliini valmistamise nitrobensoolist, oleks
tema nimi ka siis kirjutatud kuldtähtedega keemia ajalukku.“

Zinini koolist tuli silmapaistev vene teadlane Aleksandr Mihhailo-
vitš Butlerov, kes rajas esimesed alused orgaanilisele keemiale, sel-
lele praegusaegse orgaanilise sünteesi võimsale alusmüürile. Butlerov
avastas orgaaniliste ühendite struktuuri seadused, näitas ära orgaa-
niliste ainete keemilise struktuuri muutmise viisid ja sai esimesena
sünteetilise suhkruaine. Sünteetilise nn. tertsiaar-alkoholi saamisega
pani ta aluse lõputule reale uutele sünteesidele.

1886. aastal väljendas Butlerov tolle aja kohta julge mõtte, et
aatom on mitte lõplik, vaid veel jaotatav materia osake.

Erakordselt tähtsat osa keemiateaduse arengus ja keemilise tehnoloogia
teoreetiliste aluste rajamisel etendas keemiliste elementide
perioodilisuse süsteemi geniaalne looja Dmitri Ivanovitš Mendelejev.
Sügavalt õige hinnangu andis Mendelejevi töödele akadeemik Fers-
man, kes kirjutas: „Tekivad ja surevad uued teooriad ja hiilgavad
üldistamised. Uued kujutlused asendavad meie juba vananenud kujut-
lusi aatomist ja elektronist. Suurimad avastused ja eksperimentid
muudavad nulliks need avastused, mis oma perspektiividelt on täna
uskumatult laiad ja sügavad, see kõik tuleb ja läheb, Mendelejevi
perioodilisuse seadus aga jääb alati püsima ja juhtima uurimusi.“

Keemia avaldab määratu suurt mõju reale uutele, sünteetiliste ainete
saamisega seosesolevatele tehnikaharudele. Meie teadlaste tähtsus teh-
nika arengus nähtub selgesti sünteetilise kautšuki tootmisviiside leiu-
tamise ajaloost.

Elastsus, suur mehaaniline tugevus, elektri isoleerimise võime, gaasi- ja veekindlus — nende omaduste tõttu on kautšuk muutunud asendamatuks materjaliks niisugustes tööstusharudes, nagu autotööstus, lennukitööstus, elektrotehnikatööstus ja sõjatehnika.

Kaua aega oli kautšuki saamise ainsaks allikaks kautšukit sisaldavate taimede mahl. Kuid ei metsikud ega istandustes kasvatatavad kautšukit sisaldavad taimed ei suutnud rahuldada kiiresti suurenevat nõudmist kautšuki järele. Neid asendas sünteetiline kautšuk.

Sünteetilise kautšuki saamine on teaduse ja tehnika hiilgavaks võiduks. Terve sajandi tegelesid teadlased selle probleemiga, kuid sünteetilist kautšukit õnnestus esimesena valmistada ainult meie kodumaisel teadusel.

1826. aastal tegi Faraday kindlaks, et looduslik kautšuk koosneb süsinikust ja vesinikust. Hiljem saadi loodusliku kautšuki kuivdestilleerimisel vedel süsivesinik — isopreen. Tehti kindlaks, et loodusliku kautšuki molekulid on tekkinud isopreeni molekulide tihenemisel (polümeriseerumisel).

Aastail 1898—1900 sai Tartu ülikooli professor Ivan Lavrentjevitš Kondakov atsetoonist uue süsivesiniku, mida nimetatakse di-isopropenüülks ehk dimetüülbutadieeniks, millel on samuti omadus muutuda kautšukiks. Dimetüülbutadieenkautšuk oligi esimeseks sünteetiliseks kautšukiks.

Esimese Maailmasõja ajal kasutasid sakslased Kondakovi avastuse ära ja katsusid luua sünteetilise kautšuki tööstust dimetüülbutadieeni baasil, kuid neil ei õnnestunud välja töötada ratsionaalset tehnoloogiat: saadi madala kvaliteediga kautšukit ja tehas suleti 1918. aastal.

Sünteetilise kautšuki saamise probleemi hiilgava lahenduse andis esimesena maailmas nõukogude teadlane, professor ja pärastine akadeemik Sergei Vassiljevitš Lebedev. Ta tegi juba 1909. aastal kindlaks, et gaasiline süsivesinik butadieen võib teatavais tingimustes samuti tiheneda sünteetiliseks kautšukiks. Lebedev ei suutnud oma avastust tsaari-Venemaal realiseerida. Olukord muutus põhjalikult pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni. Suurte sotsialistlike ümberkorralduste tingimustes tõusis teravalt päevakorra Nõukogude vabariigi sõltumatuse kindlustamise küsimus välismaast sellise strateegiliselt tähtsa materjali osas, nagu kautšuk. 1926. aastal kuulutas Kõrgem Rahvamajanduse Nõukogu välja rahvusvahelise võistluse sünteetilise kautšuki saamise tööstusliku meetodi väljatöötamise alal. Selle võistluse võitis S. V. Lebedev. Ta töötas välja kautšuki saamise tehnoloogia butadieenist: viinapiiritus polümeriseerus metallilise naatriumi mõjul butadieenkautšukiks.

Lebedevi töö tulemused said teatavaks ka välismaal. Ameerika leiur Edison, kuuldes Lebedevi töödest, ütles: „Teade sellest, et Nõukogude Liidus on õnnestunud saada sünteetilist kautšukit, ei ole õige,

seda ei saa üldse teha. Ütlen rohkemgi: see teade on vale, mu enese ja teiste kogemuste põhjal on selge, et sünteetilise kautšuki saamine on üldse vaevalt võimalik.“

Edisoni sõnades väljendub nõukogude teadusliku geeniuse jõudude ja võimaluste alahindamine.

Partei ja Nõukogude valitsus hindasid kõrgelt väljapaistva teadlase S. V. Lebedevi tööd ja löid kõik tingimused tema teadusliku avastuse arendamiseks.

Seltsimees Stalin ütles 1931. a. veebruaris sotsialistliku tööstuse töötajate konverentsil: „Meie maal on kõike, vahest ehk peale kautšuki. Kuid aasta kahe pärast on meie käsutuses ka kautšuk.“

1931. aastal hakati NSV Liidus ehitama maailma esimesi võimsaid tehaseid sünteetilise kautšuki tootmiseks Lebedevi meetodil.

Nõukogude teaduslik-tehnilise mõtte saavutused sel alal ei piirdu Lebedevi töödega. Viinapiiritust, mis on tööstuslikult toodetava sünteetilise kautšuki tooraineks, saadi teatavasti kartulitest või teraviljast. Nõukogude teadlased töötasid välja nafta krakkimisel saadava etüleeni piirituseks muutmise tehnoloogilise skeemi ja võimaldasid sellega sünteetilise kautšuki tööstusele anda odavamat toorainet. Töötati välja ka puidujäätmetest, saepurust ja laastudest viinapiirituse valmistamise viis ning hakati ehitama puidu hüdrolyüüsi tehaseid. Sõja järgses viie aasta plaanis on ette nähtud sünteetilise kautšuki tehaste vajadust piirituse järele rahuldada 38% ulatuses puidust valmistatava piiritusega.

Sünteetilise butadien kautšuki (mida rahvusvaheliselt nimetatakse bunaks) tootmine levis pärast S. V. Lebedevi töid kogu maailmas. Terve rea täiendavate avastuste tulemusena on sünteetilise kautšuki kasutamise ala muutunud väga laialdaseks. Selgus ka, et butadien kautšuk võib polümeeriseeruda (tiheneda) terve rea uute lisanditega, mis temale annavad uusi omadusi.

Seoses sellega on tarvis tähelepanu juhtida nõukogude teadlaste edasistele silmapaistvatele töödele. Moskva Lenini ordenit omava M. V. Lomonossovi nimelise Riikliku Ülikooli töötajad akadeemik N. D. Zelinski juhtimisel ja Leningradi Instituudi teadlased professor Klebanski juhtimisel teostasid 1932. aastal uut liiki kautšuki sünteesi, mille nad nimetasid sovpreeniks. Sovpreenkautšukil on rida uusi omadusi, mis avavad meile laialdasi perspektiive tema kasutamiseks.

*

Meie ajal areneb eriti kiiresti tähtis tehnoloogiline protsess, mida tuntakse elekterkeevitamise nimetuse all. Metallide liitmist metalliga neetide abil, mida igal pool kasutati veel XX sajandi algul, asendatakse nüüd elekterkeevitamisega, eriti sildade konstruktsioonide val-

mistamisel ja keemiliste aparaatide tootmisel ning samuti ka laeva-, katla-, vaguni- ja veduriehituses.

Selle revolutsioonilise tehnoloogia-meetodi löid möödunud sajandi 80-ndatel aastatel vene insenerid Nikolai Nikolajevitš Benardos (süsi-elektroodide kasutamine) ja Nikolai Gavrilovitš Slavjanov (metall-elektroodid).

Enne 1914.—1918. a. sõda valitsesid värviliste metallide metallurgias pürometallurgilised protsessid. Praegu võime täheldada eriti kiiret hüdro metallurgiliste protsesside arenemist, s. o. metalli üleviimist maagist lahusesse ja selle lahuse elektrolüüsist puhta metalli saamiseks (vase ja tsingi hüdro metallurgia).

Elektrolüütiliste protsesside esimene praktiline rakendamine on seotud akadeemik Boris Semjonovitš Jakobi nimega, kes juba XIX sajandi 30-ndatel aastatel lõi uue tehnikaharu — galvanoplastika, kõigi sellele järgnenud elektrolüütiliste protsesside eelkäija.

Kaasaegne kulla metallurgia kasutab laialdaselt tsüaanprotsessi kulla kättesaamiseks maagist. Kodanlik ajalooteadus seob tsüaanprotsessi väljatöötamise täielikult MacArthur'i ja vendade Forrestite töödega aastail 1887—1890.

Tegelik tehnika ajalugu aga räägib, et juba ammu enne MacArthurit ja vendasid Forresteid tegi Pjotr Romanovitš Bagration sel alal ammendavaid uurimistöid, mille tulemustest ta esitas aruande Teaduste Akadeemiale 15. septembril 1843.

Bagration tõestas esimesena metallilise kulla, hõbeda ja vase lahustumise leelismetallide tsüaniidide vesilahustes. Ta rõhutas seda tähtsat fakti, et lahustumise reaktsioon kiireneb lahuste kokkupuutumisel õhuga, märkis ära temperatuuri osa reaktsiooni teostumisel ja avastas lahustumise kiiruse suurenemise metalli suhtelise pinna suurenemisel.

Vene tehnilise mõtte tähtsus maailmatehnika arengus väljendus eriti eredalt ühes uues metallurgia-harus — alumiiniumi tootmises. Alumiinium on praegusaegse tehnika metalliks ja teda kasutatakse mitte ainult lennukiehituses, vaid ka teistes tööstusharudes. Alumiiniumitööstus hakkas tegelikult arenema pärast Esimest Maailmasõda. 1913. aastal toodeti kogu maailmas 65 000 tonni alumiiniumi, Teise Maailmasõja perioodil aga juba üle 1,5 miljoni tonni, kusjuures ei ole arvesse võetud alumiiniumi toodang NSV Liidus.

Ajalugu näitab, et kõik alumiiniumitööstuse tehnilised põhiprobleemid lahendati Venemaal.

Alumiiniumi tootmistehnoloogia arengu esimene etapp oli seotud puhta alumiiniumi saamisega tema hapendist. Esimene alumiinium saadi puhtal kujul teatavasti juba 1827. aastal, kuid algeline tehnoloogia tegi alumiiniumi hinnalt võrdseks väärismetallidega. 1854. aastal esitas Deville alumiiniumi tööstusliku tootmise meetodi, kuid ka

tema ettepanek ei lahendanud küsimust, sest see nõudis kalli naatriumi kasutamist alumiiniumi saamiseks tema ühenditest.

Tähtsaks sammuks alumiiniumi metallurgia arendamisel oli vene teadlase Nikolai Nikolajevitš Beketovi töö „Ühtede elementide teiste poolt väljatõrjumise nähtuste uurimusi“. Beketov oli esimene, kes alumiiniumi taandamiseks sulatatud krüoliidis lahustatud alumiiniumoksüüdist kasutas magneesiumühendeid. Puhta alumiiniumi saamise meetod, mille töötas välja Beketov, võeti välismaal otsekohe üle ja reas maades ehitati tehaseid tema meetodi rakendamiseks.

Uue tehnoloogia probleem jäi aga niikaua praktiliselt lahendamata, kuni leiti alumiiniumoksüüdi saamise viis toorainest boksiidist. Välismaal esitati omal ajal väheefektiivseid tehnoloogilisi viise, mis nõudsid küllaltki kalli sooda kasutamist. Alumiiniumoksüüdi saamise protsessi boksiidist täiustas 1894. aastal vene insener D. A. Penjakov. Ka Penjakovi meetodi võtsid üle ja kasutamisele prantsuse ja belgia tehased.

XIX sajandi lõpul töötati jällegi Venemaal välja täiuslikum viis alumiiniumoksüüdi saamiseks boksiidist, mida praegu laialt kasutatakse maailma kõigis maades. See viis võeti esmakordselt kasutamisele Tentelevi tehases Peterburis ja Jelabugi linna keemiatehases Kama jõe ääres.

Pärast seda, kui olid täiustatud tehnilised meetodid alumiiniumoksüüdi saamiseks boksiidist, pöördusid tehnikud uuesti tagasi puhta alumiiniumi saamise probleemi juurde. XIX sajandi 80-ndatel aastatel tehti välismaal ettepanek saada alumiinium elektrolüütilisel teel krüoliidis lahustatud alumiiniumoksüüdist. Kuid alles pärast seda, kui Peterburi Polütehnilise Instituudi professor Pavel Pavlovitš Fedotiev 1912. aastal avaldas „Sankt-Peterburi Polütehnilise Instituudi Teataias“ oma töö „Eksperimentaalseid uurimusi alumiiniumi elektrometallurgia alal“, loodi puhta alumiiniumi saamise uuele tehnoloogiale teoreetiline baas ja uue tööstusharu kiire arenemise teaduslik-tehnilised eeldused.

Paliu väärtuslikke ja tähtsaid avastusi ning leiutisi tegid vene teadlased ja insenerid ka teistes tööstusharudes. Nii kuulub vene teadlastele prioriteet rea raudteetranspordi teoreetiliste aluste väljatöötamise alal. XIX sajandi lõpp ja XX sajandi algus olid raudtee tormilise arenemise perioodiks. 50 aasta jooksul, aastail 1860—1910, suurenes raudteede üldine pikkus kogu maailmas 107 000 kilomeetrilt 1 036 000 kilomeetrini. Venemaal suurenes raudteede pikkus selle aja jooksul 2 000 kilomeetrilt 63 000 kilomeetrini. Tuleb märkida, et raudteede pikkuse suurenemise tempolt oli Venemaa tervest reast riikidest ees ja et Venemaa

oli 1914. aastal raudteede kogupikkuselt Ameerika Ühendriikide järel teisel kohal maailmas.

Raudteede kiire kasvamine aetas maailma raudteetehnika terve rea teoreetiliste küsimuste ette, mis olid ühised kogu masinaehitusele ja eriti tähtsad raudteetranspordile. Nende probleemide hulka kuulub hõõrdumise küsimus määratud hõõrduvate pindade puhul. Hõõrdumise seaduste mittetundmine määrimise puhul põhjustas kütte- ja määrdeainete ülekulutamise ning viis veereva koosseisu ja teised masinad enneaegselt reast välja. Välismaal tehtud arvutud katsed lahendada hõõrdumise probleemid teoreetiliselt ei andnud kuni 1883. aastani tulemusi, millal ilmus vene teadlase Nikolai Pavlovitš Petrovi teos „Hõõrdumine masinates ja määrdeaine mõju sellele“. Vene teadlane mitte ainult andis hüdrodünaamilise määrimise lõpliku teooria ja arvutusviisi, vaid ta kontrollis oma järeldusi ka eksperimentaalselt.

Teiseks raudteetranspordi ette kerkinud probleemiks oli roobaste kulumise küsimus. Selle küsimuse uurimisel oli määratu suur majanduslik tähtsus. Ainuüksi toleleagtsel Venemaal tuli iga aasta vahetada 7 miljonit puuda roopaid.

Selle tolle aja kohta väga raske ülesande lahendamisel töötas rida välismaisi teadlasi (Stokes, Saint-Vennan), kuid ainult Petrov suutis selle täielikult lahendada ja tema järeldused kasutati laialdaselt ära kogu maailmas.

Määratu suurt mõju avaldas vene tehniline mõte iuba enne revolutsiooni naftasaaduste tootmis-, transportimis-, töötlemis- ja põletamistehnika arenemisele.

Mäetööstuse teiste harude hulgas arenes XX sajandil naftatööstus kõige kiiremini, rahuldades selliste uute tarbijate vajadusi nagu autotööstus ja lennukitööstus.

Naftatootmise arendamine nõudis rea suurte tehniliste probleemide lahendamist. Paljusid neist lahendas esmakordselt väljapaistev vene insener Vladimir Grigorjevitš Šuhhov. N. J. Žukovski õpilane ja Moskva tehnilise kooli kasvandik Šuhhov ühendas eneses sügavaid teadmisi matemaatikas ja teoreetilises mehaanikas inseneri hiilgava intuitsiooniga. Šuhhov tegi ettepaneku ehitada nafta transportamiseks naftajuhe Salahnja naftaväljalt tehasteni „Mustas linnas“ (Bakuus) ja ehitas selle 1879. aastal. Ta tuletas kuulsa valemi nafta liikumise arvutamiseks torudes, mida tuntakse „Šuhhovi valem“ nimetuse all. Nafta jääkide transportamiseks töötlemisele esitas Šuhhov masuudi ühest kohast teise pumpamise viisi, mille juures masuuti soojendatakse, ja andis teoreetilise arvutusviisi masuudi liikumise kohta torustikus. Šuhhovi nimega on seotud needitud raudpraamide kasutamine nafta transportamiseks veeteedel.

1890. aastal esitas ta avaldise patendile ja sai selle 1891. aastal aparaadile, milles naftat mitte ainult fraktsioneeriti, vaid kus suurendatud rõhu ja kõrgendatud temperatuuri mõjul raskemate fraktsioonide molekulid lõhestati lihtsamateks, petrooleumi ja bensiini molekulideks. Nii siis, üle 20 aasta enne ameeriklast Bartonit leiutas V. G. Suhhov Venemaal krakk-protsessi. Suhhovi prioriteet maailmatehnikas määrati kindlaks Ameerikas seoses kohtuprotsessidega, mis tekkisid naftafirmade vahel, kes tülitsevad üksteisega krakkimise kasutamise õiguse pärast.

Suhhov oli ühtlasi ka suureks metallkonstruktsioonide ehitajaks. Selle kujukaks näiteks on tema torn Moskvas Šabolovos, mis on 160 meetrit kõrge. Tema poolt esitatud hüperboolsete tornide ehitamise süsteem rakendati hiljem Ameerika Ühendriikides.

Inimgeeniuse võimsuse täielikumaks väljenduseks on selliste uute tehnikaharude loomine, nagu lennuasjandus ja raadioside. Kodanlik ajalooteadus alustab lennuasjanduse arengu vaatlemist 1903. aastast, kui ameeriklased vennad Wilbur ja Orville Wrightid sooritasid oma esimese lennu lennukil, millel oli 4-silindriline üherealine bensiinimootor, võimsusega 16 HJ. Kuid vendasid Wrighte ennetas suuresti vene mereväeohvitser Aleksandr Fjodorovič Možaiski.

Alates möödunud sajandi 60-ndatest aastatest töötas Možaiski umbes 20 aastat aeroplaani loomisel. 1880. aastal esitas ta avalduse patendi saamiseks ja sai 1881. aastal patendi lendavale aparaadile. 1882. aastal ehitas Možaiski oma lennuki ja katsetas sellega. Säilitunud dokumentidest selgub, et „aparaat eraldus maast, kaldus aga küljele ja murdis tiiva“.

Kuna Možaiskil ei olnud tol ajal sobivat jõumasinat (kasutati auru- masinaid) ja teda ei toetatud, ei saanud ta oma ideid täiel määral realiseerida. Kuid ta mitte ainult lõi esimese lennuki, vaid leiutas veel palju muud, mis on praegusaegse lennuasjanduse aluseks. Ta tegi ettepaneku kasutada propellerit ja uuris selle töötamist 15 kuni 20 aastat enne seda, kui samade küsimustega hakkasid tegelema teised, ning esitas ja uuris eleroone 31 aastat enne Farmani, kellele anti sel alal prioriteet.

XX sajandi algul tehti ulatuslikku tööd lennukite stabiilsuse uurimisel, mis on seotud vene teadlaste (S. S. Neždanovski jt.) uurimustega. Suur vene teadlane Nikolai Jegorovič Žukovski ja tema tublid õpilased töötasid samaks ajaks välja lennuasjanduse teoreetilised alused, luues uue teadusharu — aerodünaamika.

Praegusaegse tehnika üheks iseloomulikumaks jooneks on reaktiivmürskude ja reaktiivmootorite kasutamine suurtükiväes ja lennuasjanduses. Reaktiivmürskude tekkimine on tihedalt seotud rakettide kasu-

tamise ajalooga, mis ulatub kaugeesse minevikku. Lahinguraketide kasutamise alal, kus raketid oli kombineeritud kildmürsuga, asus Venemaa juba sada aastat tagasi esikohal. Suurtükiväe täiustamisega suruti lahinguraketid sealt välja, Teise Maailmasõja ajal aga võeti reaktiivmürsud, mis olid loodud uuel tehnilisel baasil, uuesti tarvitusele relvana, kusjuures NSV Liidus loodi kõige efektiivsema konstruktsiooniga miinipildujad, mis kasutasid reaktiivmürske („Katjuušad“). Alles sõja lõpul hakkasid sakslased kasutama kaugele lendavat reaktiivmürsku V-2. Välismaa kirjanduses seotakse vedelik-reaktiivse mootoriga reaktiivmürsu leiutamist V-2 konstruktorite ja leiutajate tööga. Seejuures viidatakse sellele, et juba 1923. aastal ilmus saksa meteoroloogia- ja astronoomia-professori Ohberti raamat „Rakett planeetidevahelises ruumis“, mille autor alustas oma uurimistöid vedelik-reaktiivsete mootorite alal 1907. aastal.

Selline vedelik-reaktiivsete mootoritega mürskude leiutamise ajaloole käsitlemine tuleb otsustavalt kõrvale heita. Reaktiivse liikumise ideed formuleeriti tegelikult juba ammu enne Ohberti ja saksa konstruktorite töid korduvalt Venemaal, tema üksikasjalise põhjenduse, vedelikütusega töötavate reaktiivmootorite teooria ja põhimõtted töötas aga välja meie kuulus teadlane K. E. Tsiolkovski. Raketi kasutamisest lendudeks kirjutas Venemaal juba 1881. aastal, vähe aega enne oma hukkamist, revolutsionäär-narodovolets Kibaltšitš. Sama teemat käsitleb ka A. P. Fjodorov oma raamatus „Uus lendamise põhimõte, mis ei vaja õhku kandva keskkonnana“, mis ilmus 1895. aastal.

Tsiolkovski formuleeris reaktiivse liikumise idee juba 1883. aastal, mis nähtub tema käsikirjast „Vaba ruum“. 1896. aastal kirjutas Tsiolkovski oma jutustuse „Väljaspool Maad“ kolmandas peatükis raketist kui planeetidevahelise liiklemise vahendist. 1903. aastal, 20 aastat enne professor Ohberti raamatu ilmumist, avaldati Tsiolkovski töö „Maailmaruumi uurimine reaktiivsete aparaatidega“. Selles antakse vedelik-reaktiivsete mootoritega varustatud aparaatide lennu teoreetiline põhjendus ja sellise mootori skeem, milles ennetatakse praegusaegsete vedelik-reaktiivsete mootorite paljusid konstruktiivseid iseärasusi. Tsiolkovski näeb ette vedela hapniku kasutamist oksüdeerijana ja vedela vesiniku kasutamist põletusainena. Teatavasti kasutati saksa reaktiivmürsus V-2 vedelat hapnikku ja vedelat vesinikku. Tsiolkovski nägi ette kütteaine andmise põlemiskambrisse eriliste pumpade abil, nagu seda tehti reaktiivmürsus V-2. Ta tegi ettepaneku raketi juhtimistüürid paigutada gaasijoasse, mis jällegi teostati mürsus V-2.

Tsiolkovski prioriteeti vedelik-reaktiivse mootori idee ja kosmiliste lendude teooria läbitöötamise alal ei saanud tunnustamata jätta ka eespoolnimetatud Ohbert. „Teie süütasite valguse,“ kirjutas ta, „ja meie töötame niikaua, kuni inimsoo suurim unistus teostub.“

Tsiolkovski unistas sellest, et tema idee teostamise tulemuseks on

teaduse kasutamine rahulikeks eesmärkideks. Saksa imperialistid aga realiseerisid vedelik-reaktiivse mootoriga mürsu idee rahuliku tsiviil-elanikkonna hävitamise eesmärgil.

Peale vedelik-reaktiivsete mootoritega varustatud rakettide hakati sõja ajal kasutama ka niisuguste mootoritega varustatud lennukeid. Kuna vedelik-reaktiivsete mootorite töötamisaeg oli oksüdeerija ja kütteaine tagavarade kiire äratarvitamise tõttu väga lühike, siis kasutati neid mootoreid raske koormaga pommituslennukite abimootoritena nende lennukite õhkutõusmisel. Neid kasutati ka lisamootoritena hävituslennukeil.

Püüdes luua reaktiivmootorit, mis töötaks vedela hapniku asemel õhuhapnikuga, jõuti sõja ajal selleni, et ehitati lennukeid nn. õhkreaktiivsete mootoritega. Lihtsaim neist on otsevoolu-õhkmootor (kokkusurve põlemiskambris saavutatakse vastutungiva õhulaine toimel). Selliste mootorite efektiivne kasutamine muutub võimalikuks pärast seda, kui lennuk on saavutanud hääle kiirusele lähedase kiiruse.

Kõige otstarbekamateks on osutunud turboreaktiivmootorid. Neis mootorites saavutatakse kokkusurve põlemiskambris kompressori toimel, mis pannakse tööle gaasiturbiini abil. See töötab põlemisgaaside arvel. Turbiini läbinud põlenud gaasid paisatakse väljaviskedüüside kaudu mootorist välja ja on reaktiivse jõu põhjustajaks.

Turboreaktiivmootoritega varustatud lennukitel, millede lennukiirus on üle tuhande kilomeetri tunnis (kolbmootoritega varustatud lennukite 756 kilomeetri vastu), on üks suur puudus. Nende lennukaugus on umbes üks tuhat kilomeetrit propelleritega varustatud lennukite 10 000—12 000 kilomeetri vastu. Käesoleval ajal konstrueeritakse lennukeid, millede turboreaktiivmootor on täiendavalt sidestatud propelleriga, mis tunduvalt suurendab lennukaugust.

Reaktiivmootori kasutuselevõtmine teostab revolutsiooni lennuasjanduse arengus. Tsiolkovski suur teene seisab selles, et ta varem kui keegi teine mõistis reaktiivmootorite kogu tähtsust lennuasjandusele.

1932. aastal ütles Tsiolkovski oma töös „Poolreaktiivne stratoplaan“ selgesti, et „propelleritega aeroplaanide ajajärgule peab järgnema reaktiivsete aeroplaanide ajajärk“. Seda ütles ta siis, kui veel ei tehtud mingisuguseid töid õhk-reaktiivmootoritega lennukite konstrueerimisel. Esimesed sellised lennukid ilmusid aastail 1941—1942.

•

Iga aasta 7. mail pühitseb meie maa traditsioonilist raadiopäeva Vene Füüsika- ja Keemiaseltsi ajaloolise istungi auks, kus meie välja- paistev teadlane Aleksandr Stepanovič Popov esines 1895. aastal oma ajaloolise ettekandega „Metalliliste pulbrite suhtumisest elektrilistesse võnkumistesse“. Ta demonstreeris tema poolt loodud esimest raadiovastuvõtjat maailmas, nagu me seda praegu nimetaksime, ehk

„äikese registreerijat“, nagu teda nimetas tol ajal autor, sest elektromagneetilise võnkumise allikana kasutas ta mitte laboratoorset vibraatorit, vaid äikest.

Seda sündmust fikseerinud protokoll muutus traaditu side — raadiotehnika suure ajastu esimeseks leheküljeks.

Üks aasta pärast Popovi ettekannet ja pärast seda, kui tema seadmeid oli kirjeldatud ajakirjades „Elektritšestvo“ ja „Meteorologitšeski Vestnik“, võttis itaallane Marconi patendi traaditu telegrafeerimise seadmele, mis jäljendas täpselt Popovi „äikese registreerijat“. Itaallase „leiutise“ ümber tekkinud kõmu ajal ei pidanud Marconi kordagi vajalikuks isegi nimetada Popovi nime. Sellest hoolimata, et Marconi plagiiaati on korduvalt ja otsustavalt paljastatud, tehakse veel tänaseni katseid Popovi ja Venemaa prioriteeti selle suure leiutise suhtes maha salata.

Me olime alles hiljuti kahe niisuguse katse tunnistajaks. Oktoobris 1947 Itaalias toimunud teaduslik kongress tõi uuesti kalevi alt välja Marconi ebaehtsad kõdunenud loorberid ning määris oma tööde rea valelike avaldistega raadio ajaloo kohta ja Popovi osa kohta raadio leiutamises. See sundis väljapaistvamaid nõukogude teadlasi eesotsas NSV Liidu Teaduste Akadeemia presidendi S. I. Vaviloviga avaldama teravat protesti katsete vastu omistada raadio leiutamise au itaallasele Marconile.

Pärast seda katset tehti aga veel teinegi katse. Tuntud ameerika teaduslikus ajakirjas „Science“ avaldati kellegi Francis Culteri artikkel, kes küllaltki kohmakalt püüab tõestada, et raadio leiutas mitte Popov, vaid briti füüsik Oliver Lodge.

Parimaks vastuseks neile laimajatele on Oliver Lodge'i enese kiri, mille ta saatis juba 1908. aastal Vene Füüsika- ja Keemiaseltsile.

„Ma olen alati olnud kõrgel arvamisel,“ kirjutas Oliver Lodge, „professor Popovi tööst seoses traaditu telegraafiga... Popov oli esimene, kellel õnnestus sundida signaali ergutama koheereri ja see on minu arvates uuendus, mille eest me võlgneme tänu Popovile. Seda hakkasid peagi kasutama Marconi ja teised.“

Leiduri juhtimisel kasutati raadiot esmakordselt ajaloos praktiliselt 1899. aastal soomuslaeva „General-admiral Apraksini“ päästmiseks.

Aleksandr Stepanovitš Popov suri 31. detsembril 1905 (13. jaanuaril 1906) kõigest 47-aastasena. Tema isiklik elu oli täis puudust ja kurnavat võitlust „ülemuste“ vastu, loojana aga oli ta rahuldatud: ta viis raadio välja laboratooriumi seinte vahelt.

Raadiotehnika arenguga on seotud nn. elektrontechnika, mis baseerub fotoelementide ja elektronlampide kasutamisel. Elektrontechnika on tootmisprotsesside, eriti keemilise tehnoloogia protsesside kontrolli-

mise ja automatiseerimise asendamatuks vahendiks. Ta võimaldab muuta valguse impulsse elektrivooluks ja seda elektronvõimendajate või elektronlampide abil praktiliselt piiramatus ulatuses võimendada.

Kontrollimise ja automatiseerimise juhtimise uute viiside võimsus selgub sellest, et elektronseadmed võivad vahet teha kuni miljonite valguse varjundite vahel ja et nad määratu suures ulatuses kontrollivad happesust, temperatuuri, kiirust, rõhku jne. Kogu oma mitmekesisuses baseeruvad elektronseadmed kahel teaduse poolt avastatud nn. efektil — fotoefektil ja termoefektil.

Fotoefekti toime seisab selles, et valguse kiir, mis langeb metallile, sunnib seda metalli välja paiskama elektrone.

Termoeffekt on seotud metalli soojendamisel tekkiva elektronemissiooniga.

Kõigi praeguste elektronseadmete aluseks oleva fotoefekti avastas esmakordselt suur vene füüsik Aleksandr Grigorjevitš Stoletov juba 1888. aastal. Ka hilisematel etappidel, kui elektronitehnika hakkas arenema, tegid selle täiustamiseks palju ära nõukogude teadlased ja leidurid.

Fotoelektronseadiste loomisel etendas tähtsat osa selliste sulamite leidmine, mis annaksid valgustamisel suure elektronide emissiooni ning garanteeriks seadiste töötamise stabiilsuse ja nende valmistamise lihtsuse. 1937. aastal avaldati nõukogude teadlase Lukirski tööd antimon-tseesiumist fotokatoodide kohta. Antimon-tseesiumi sulamid osutusid eriti kvaliteetseiks ja neid kasutatakse praegu laialdaselt Ameerika Ühendriikides ja teistes maades.

Määratu suure tähtsusega elektronitehnika arengus oli nn. mitme kaskaadiga elektronkordistajate konstrueerimine, mis võimaldavad nõrka elektronide voolu seadises määratu suures ulatuses võimendada. Sellise kordistaja ratsionaalse konstruktsiooni lõi NSV Liidus 1944. aastal L. A. Kubetski. Kubetski leiutis leidis laialdast rakendamist NSV Liidus ja võeti seejärel kasutamisele ka välismaal, Ameerika Ühendriikides.

Stoletovi fotoefekti kasutamise baasile rajaneb ka uuem kaugenägemise tehnika, s. o. raadio kaudu liikumise edasiandmise tehnika. Kaugenägemise üldine põhimõte seisab selles, et saatejaamas tekkiv kujutis langeb nn. elektronkiire torus valgustundlikule plaadile. See plaat koosneb väikestest üksteisest isoleeritud fotorakkudest (fotoelementidest), millest tekivad vastavalt erinevale pinnavalgustusele ka erineva suurusega elektrilaengud. Elektronkiir, mis väliub elektronkiire toru tagaosast, liigub suure kiirusega (25 korda sekundis) üle kõigi fotorakkude ja võtab ära seal tekkinud elektrilaengud, muutes need mitmesuguse tugevusega impulssideks. Pärast võimendamist saatejaamas antakse need impulsid raadiosignaalidena edasi ja võetakse vastu kaugenägemise vastuvõtuaparaadis.

Selle vastuvõtuaparaadi tähtsamaks osaks on eriline vastuvõtu toru, millel on fluorestseeriva massiga kaetud ekraan. Selles torus liigub elektronkiir sünkroonselt saatejaamaga eespool nimetatud kiirusega mööda ekraani. Raadiosignaali mitmesugune tugevus põhjustab vastuvõtuekraani igas üksikus punktis mitmesuguse tugevusega helen-duse. See annab kujutise, mis projekteeritakse erilisele ekraanile. Käesoleval ajal astub kaugenägemise tehnika oma esimesi samme, tal on aga ees piiritud perspektiivid. Uue tehnika selleski valdkonnas kuulub meie kodumaa tehnilisele mõttele suuri avastusi ja leiutisi.

Eespool nimetati, et kaugenägemise tehnika aluseks on nn. välise fotoefekti kasutamine, mille avastas vene füüsik A. G. Stoletov. Kauge-nägemise seadmetes kasutatavad põhilised seadised — elektronkiire torud — leiutati samuti meil. Nii esitas professor B. L. Rozing esimesena ja patenteeris 1907. aastal vastuvõtu-elektronkiiretoru.

Meie kodumaale kuulub ka saate-elektronkiiretoru loomise priori-teet. Sellised torud konstrueerisid nõukogude teadlased A. V. Moskvin, B. V. Krusser ja A. N. Konstantinov. 1931. aastal sai S. I. Katajev autoritunnistuse mosaiik-fotokatoodiga saate-elektronkiiretorule, mis etendas otsustavat osa kaugenägemise arengus.

Raadio silmapaistvaks rakendusalaaks tehnikas on nägematu objekti asukoha kindlaksmääramine raadiolainete abil. Seda uut tehnikat hakati nimetama raadiolokatsioonitehnikaks (ladinakeelsetest sõna-dest locus — koht, locatio — koha kindlaksmääramine).

Raadiolokatsiooniseadmes saadab saatja katkelisi raadioimpulsse ruumi mitte igas suunas, vaid kitsa vihuna. See raadiolainete vihk peegeldub vastavalt objektilt, jõuab tagasi vastuvõtjani ja paneb tööle seadmed, mis näitavad kaugust avastatud objektini.

Kogu raadiolokatsioonitehnika aluseks on raadiolainete levimise kii-ruse mõõtmine. Nende levimise kiiruse järgi määrataksegi kaugus. Nõukogude teadlaste tööde tulemusena, mida alustati juba 1930. aastal, tõestati ka, et maapinna omadused ei mõjuta raadiolainete levimise kiirust.

Esimesed raadiolokatsiooniseadmed ilmusid sõja ajal ja etendasid tähtsat osa sõjaliste operatsioonide läbiviimisel. Raadiolokatsiooniteh-nika teoreetiliste aluste väljatöötamine kuulub täielikult nõukogude teadlastele — kadunud akadeemikutele D. I. Mandelstammile ja M. D. Papaleksile.

Niisiis alustasid meie kodumaa teadlased uue lehekülje ka käes-oleva aja kõige nooremas tehnikaharus.

Termoelektrilist emissiooni, millest oli juttu eespool, kasutatakse viimaste aastakümnete ühes tähelepanuväärsemas leiutises — elekt-ronmikroskoobis. Kui tavaline optiline mikroskoop annab kuni 2000 kordse suurenduse ja võimaldab vaadelda kuni ühe sajatuhandiku sen-timeetrilise läbimõõduga osakesi, siis elektronmikroskoop annab

100 000—200 000 kordse suurenduse ja võimaldab juba praegu vaadelda osakesi, millede läbimõõt on üks kümnemiljondik sentimeetrit. Osakeste nähtavuse piir optilises mikroskoobis oleneb teatavasti valguse laine pikkusest. Kui osakene on väiksem kui pool valguse laine pikkust, siis paindub valguse laine osakesest mööda ja osakene jääb nägematuks. Kõige lühema valguselaine — violetse — pikkus on neli sajatuhandikku sentimeetrit, mis annab nähtavuse piiriks kaks sajatuhandikku sentimeetrit. Elektronkiir on ka laine iseloomuga, kusjuures laine pikkus muutub vastavalt elektroni kiirusele. Elektronide suure kiiruse puhul on elektronilaine pikkus 100 000 korda sinise laine pikkusest lühem. Sellest selgub, kui suured võimalused nähtavuse piiri avardamiseks on elektronmikroskoobil võrreldes optilise mikroskoobiga. Praegu võimaldab elektronmikroskoop vaadelda 100 korda väiksemaid osakesi kui optiline mikroskoop. Sel määral kuidas täiustatakse elektronmikroskoopi, eriti aga magnetläätsi, suureneb nähtavuse piir.

Nõukogude teadlased on palju ära teinud kodumaiste elektronmikroskoopide loomisel. 1947. aastal määrati akadeemik A. A. Lebedevile, V. P. Kertsnerile ja N. G. Zandinile Stalini preemia elektronmikroskoopide kodumaiste mudelite loomise eest. Pole kahtlust, et viie aasta plaanis püstitatud ülesanne — „Kätte õpida elektronmikroskoopide tootmine ja võtta need tarvitusele teadusliku uurimise instituutides“ — täidetakse.

Kus peitub selle põhjus, et meie kodumaa on suurimate mõtlejate, revolutsioonitegelaste, kirjanike, luuletajate ja helikunstnike kõrval andnud maailmale ka väljapaistvaid leidureid ja insenere, kes rajasid alused kaasaegsele tehnikale ja seda edukalt edasi arendavad?

Vene teadlaste ja inseneride loovate jõudude võimsaks allikaks oli nende sügav armastus oma kodumaa vastu. Väljapaistvate vene inseneride loov tegevus ja isiklik elu annab tunnistust sellest, et nad olid sügavad patrioodid ja et nad palavalt armastasid oma maad ja rahvast.

Suur vene mõtleja ja revolutsiooniline demokraat Tšernõševski rääkis Lomonossovi kohta, et ta kirglikult armastas teadust, mõtles üksnes sellele ja hoolitses selle eest, mis oli vajalik tema kodumaa healuks.

Töötades oma aurumasina projekti loomisel püüdis Polzunov „saavutada (kui jõud lubab) oma kodumaale kuulsust“.

80-aastane haige Tšernov, kes kodusõja ajal viibis Krimmis ja seal elas poolnäljasena, lükkas kategooriliselt tagasi inglaste ettepaneku lahkuda oma kodumaalt.

Raadiovastuvõtja looja, raadiotehnika aluste rajaja Popov kriipsutas alla, et kõik tema püüded on suunatud Venemaa esiletõstmisele.

Väljapaistvad vene teadlased, insenerid ja leidurid olid selle tea-

duse revolutsioonärideks, mis „... ei tunnusta fetišeid, ei karda kätt tõsta kõduneva ja vana vastu ning kuulatab teraselt kogemuste ja praktika häält.“ (Stalin.)

Julgelt ja otsustavalt astus Lomonossov välja tolle aja teaduses kindlalt juurdunud kujutluse vastu „soojuse tekitajast“, formuleerides uusi vaateid soojuseliste protsesside kohta, mis arendasid edasi teaduslikku mõtet.

Revolutsiooniline julgus avaldus vene metallurgi D. K. Tšernovi tegudes. Tarvitseb vaid meelde tuletada 28-aastase Tšernovi ajaloolist ettekannet 1868. aastal Vene Tehnikaseltsi koosolekul ja tema lõpp-sõnu, mis olid suunatud tol ajal valitsenud ideede vastu terase struktuuri muutumatuse kohta soojendamisel. „Mis puutub üldiselt minu poolt esitatavasse ideedesse,“ ütles Tšernov, „siis on mulle juba tehtud etteheiteid selle kohta, et ma liiga julgelt teen oma järeldusi, kuid las ma siis näin veelgi julgemana ja väljendan lõpliku järelduse oma tähelepanekute kohta järgmiste sõnadega: terase sepistamise küsimus ei pöördu selle edasiarendamisel enam ära sellelt teelt, millele me selle täna asetasime.“

Meie kodumaa teadlastel, leiduritel ja inseneridel oli vene revolutsiooniline hoog. Neil oli „selgè mõistus, kindel iseloom ja kannatlikkus“, millest rääkis seltsimees Stalin, tõstes klaasi vene rahva auks. Teadlastel, leiduritel ja inseneridel väljendusid need omadused laia-des teaduslikes üldistamistes ja julgetes hüpoteesides, mis avasid määratu laiad perspektiivid tööks.

Suur vene keemik Mendelejev, üldistades keemiateaduse arengu eelmise etapi tulemusi, mitte ainult lõi keemiliste elementide perioodilisuse süsteemi, mille ta lõplikul kujul avaldas 1871. aastal, vaid ta ennustas samal aastal oma üldistamiste alusel ka järgmiste uute elementide olemasolu: eka-alumiinium (avastati 5 aastat hiljem ja sai nimeks gallium), eka-boor (avastati 8 aastat hiljem ja sai nimeks skandium), eka-räni (avastati 15 aastat hiljem ja sai nimeks germaanium).

Polzunov, töötades oma masina konstrueerimisel, mõtles mitte ainult õhupuhuja töötamapanemisele, vaid ta unistas ka „tule muutmisest masinate teenriks“. Katsetades atmosfäärilise elektri lahenduste vastuvõtmise alal, formuleeris Popov täpselt elektromagnetiliste lainete kasutamise idee traaditu telegraferimise otstarbel sel ajal, kui paliud väljapaistvad Lääne-Euroopa teadlased pidasid seda ideed sonimiseks.

Vene leidurite ja inseneride revolutsiooniline hoog ei olnud „fantaseerimine“. Vene leidurid ja insenerid, olles ustavad oma ideele, töötasid suure hoole ja kannatlikkusega, omandasid maailmateaduse ja -tehnikaga kogemusi, olid hiilgavateks eksperimenteerijateks, ei nõrkinud ebaõnnestumiste puhul ja sammusid visalt püstitatud eesmärgi poole.

Seda tõestab selgesti väljapaistvate vene teadlaste ja inseneride elulugude tundmaõppimine. Kirjanduses, mis on pühendatud esimesele vene elektrotehnikule Vassili Vladimirovitš Petrovile, nimetatakse teda harilikult isõppijaks. Petrov tõepoolest ei lõpetanud Harkovi kolleegiumi ja õpetajate seminari, kus ta oli õppinud. Kuid ta oli üks oma aja kõige rohkem haritud vene inimesi. Ta valdas vabalt ladina, kreeka, saksa, prantsuse ja inglise keelt. Petrov jälgis tähelepanelikult teaduse arenemist. Hoolimata nõrgast nägemisest tegi Petrov peaaegu 40 aastat pidevalt eksperimentaalseid uurimistöid tema poolt asutatud füüsikalaboratooriumis.

Olles ajutiselt kaotanud nägemise, jätkas ta tööde juhtimist ja valandati ootamatult vähe aega enne surma, kuna ta oli põhjustanud reaktsiooniliste „ülemuste“ rahulolematuse.

Pärast Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsiooni võitu, kui meie rahvas oli saanud oma sotsialistliku isamaa, on meie ülesehitustöö, eesrindliku teaduse ja tehnika suureks liikumapanevaks jõuks nõukogude patriotism. Nõukogude patriotism ning ustavus sotsialistlikule ülesehitustööle. Lenini-Stalini parteile — see ongi praegu meie teadlaste, inseneride ja leidurite innustajaks.

Meie maa esitab teadlastele ja inseneridele suuri nõudeid. Parimad neist on kõige eesrindliku lipukandjaks, sotsialismi teaduse ja tehnika loojaiks.

Sotsialistlik kord lõi erakordselt soodsad tingimused teaduse ja tehnika kiireks arenemiseks. Julge teadusliku ja tehnilise mõtte inimestele kuulub sotsialistlikus ühiskonnas üldine austus. Stalini preemia laureaadi kõrge nimetus antakse teaduse ja tehnika novaatoritele, kes sammuvad väsimatult edasi ja suurendavad meie isamaa kuulsust.

Meie kodumaa rahvamajanduse uus tõus ning majandusliku ja sõjalise võimsuse edasine tugevdamine nõuavad ka meie teaduse ja tehnika edasiarendamist. Sõjajärgse viie aasta plaani tähtsamaks ülesandeks on kindlustada kiire ja pidev tehniline progress meie maal, kasutades ära nõukogude ühiskondliku korra paremusi. Seltsimees Stalin püstitas nõukogude teadlastele ülesande: „... lähemal ajal mitte ainult järele jõuda teaduse saavutustele väljaspool meie maa piire, vaid need ka ületada.“ See ülesanne on jõukohane rahvale, kes on maailmale andnud Popovi ja Mendeleievi, Žukovski ja Tsiolkovski, Pavlovi ja Mitšurini ning teisi suuri teadlasi ja tehnikuid, kelle avastused põhjustasid täieliku pöörde teaduses ja rajasid uued teed tehnilisele progressile.

Pole kahtlust, et nõukogude teadlased ja insenerid, olles ustavad vene teaduse suurtele ajaloolistele traditsioonidele, juhitud bolševike partei ja innustatuna teaduse korüfee suure Stalini poolt, täidavad selle ülesande auga ja suurendavad nõukogude teaduse kuulsust.

SENI ON ILMUNUD:

1. G. F. Aleksandrov — Ameerika reaktsiooni filosofoerivad kannupoisid
2. D. D. Blagoi — Puškin, suur vene rahvuspoet
3. N. I. Bragin — Kreeka rahva võitlus vabaduse ja sõltumatuse eest
4. N. Buzulukov — Lenini-Stalini õpetus põllumajanduse kollektiviseerimisest
5. V. V. Danilevski — Vene novaatorid maailmatehnikas
6. G. A. Deborin — Kahe sõjakolde kujunemine ja NSV Liidu võitlus kollektiivse julgeoleku loomise eest (aastad 1932—1937)
7. G. A. Deborin — Nõukogude riigi esimesed rahvusvahelised aktid ja tema välispoliitika välismaise interventsiooni ja kodusõja aastail
8. V. I. Dokukin — Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsiooni ülemaailmne tähtsus
9. H. T. Eidus — Jaapan
10. P. K. Figurnov — Marksistlik-leninlik kriisiteooria
11. P. I. Glušakov — Poola
12. K. P. Gofman — „Marshalli plaan“ ja „lääneblokk“
13. O. Hallik — Vene teadlaste osa mullateaduse arengus
14. L. N. Ivanov — Lääneriikide münchenipoliitika ja NSV Liidu kui tööliste rahuteguri osa (aastad 1937—1940)
15. I. I. Jermašov — „Aatomidiplomaatia“ ja rahvusvaheline koostöö
16. N. A. Kaptsov — P. N. Jablotškov — vene elektrotehnika au ja uhkus (1847—1894)
18. P. Kogerman — Eesti põlevkivi ja selle rahvamajanduslik tähtsus
19. F. T. Konstantinov — Bulgaaria Rahvavabariik teel sotsialismile
20. O. Kuusinen — Kaasaegsed parempoolsed sotsiaaldemokraadid
21. D. Kvassov ja H. Seeberg — Akadeemik I. P. Pavlov — kõrgema närvilatluse õpetuse looja
22. I. M. Lemin — Nõukogude Liidu välispoliitika Suure Isamaasõja ajal
23. M. A. Leonov — Marksistlik-leninlik maailmavaade on inimkonna suurimaid saavutusi
24. L. A. Leontjev — Sotsialismi poliitiline ökonomia Lenini ja Stalini töödes
25. B. J. Levin — Maa ja planeetide tekkimine
26. V. A. Negovski — Organismi elufunktsioonide taastamine
27. J. Nuut — Meie tänapäeva teadmised mateeria loomusest
28. A. I. Oparin — Kaasaegseid vaateid elu tekkimisele
29. A. M. Pankratova — Nõukogude diplomaatia võitluses kapitalistlike maade katsete vastu kujundada ühtne nõukogudevastane rinne
31. J. J. Roginski — Uusi teooriaid inimese põlvnemisest
32. M. M. Rosental — Suur Sotsialistlik Oktoobrirevolutsioon ja uue inimese kujunemine
33. N. L. Rubinstein — Kolmkümmend aastat nõukogude välispoliitikat

34. N. L. Rubinstein — Nõukogude diplomaatia võitluses NSV Liidu isoleerimise vastu ja diplomaatiliste suhete jaluseadmine kapitalistlike maadega
35. R. Rägastik — Stalinlik põuarünnaku plaan
36. H. Seeberg — Suure vene füsioloogi I. P. Pavlovi elu ja looming
37. A. A. Šmorodintsev — Gripp ja selle tõrje
38. A. I. Sobolev — Lenini peegeldusteooria ja kunst
39. A. G. Trutnev — Maaviljeluse heinaväljasüsteemi teaduslikud alused
40. A. Turtšinski — A. N. Radištšev — suur vene kirjanik-revolutsionäär
41. E. S. Varga — „Marshalli plaan“ ning Inglismaa ja USA majandus
42. S. I. Võgodski — Uusi nähtusi kapitali ekspordis pärast Teist Maailmasõda
43. D. J. Zorina — Tõõerakonna liidrid — Inglise-Ameerika imperialismi sulased
44. E. M. Žukov — Nõukogude Liit võitluses rahvaste vabaduse ja sõltumatuse eest

1950. a.

1. (45.) H. Arman — Tuleviku-Tallinn
2. (46.) I. Laponogov — Ungari demokraatlik vabariik uuel etapil
4. (48.) A. I. Antipov — Tšehhoslovakkia uuel teel
5. (49.) J. S. Iljinski — Soome
6. (50.) J. Käbin — Marksistliku partei ideoloogilised alused. Lenini teos „Mis teha?“
7. (51.) A. S. Perevertailo — Hiina rahva ajalooline võit võitluses oma maa sõltumatus ja demokratiseerimise eest
8. (52.) A. Liebman — 1924. a. 1. detsembri relvastatud ülestõus
9. (53.) I. Helm — Marksistliku partei organisatsioonilised alused. Lenini raamat „Üks samm edasi, kaks sammu tagasi“
10. (54.) V. V. Šaronov — Kas on planeetidel elu
- 11/12 (55/56) M. A. Leonov — Marksistliku dialektika küsimusi J. V. Stalini töödes
13. (57.) R. Murel — Eesti NSV põllumajanduse kollektiviseerimine
- 14/15 (58/59) A. Leontjev — Kapitalismi üldkriisi edasine teravnemine pärast Teist Maailmasõda
16. (60.) M. N. Blagoveštšenski — Mongoolia Rahvabariik
17. (61.) P. Rahno — Mikroobid mullas ja nende tegevuse teadlik suunamine
18. (62.) M. Ovsjannikova — Naised võitluses rahu eest
19. (63.) G. Naan — Proletaarne internatsionalism ja kodanlik natsionalism
20. (64.) S. I. Murašov — Seltsimees Stalini kõnest ÜLKNÜ VIII kongressil komсомoli ülesannete kohta
21. (65.) P. F. Judin — Euroopa rahvademokraatia maad teel sotsialismile
22. (66.) A. D. Gussakov — Käibevahendite ringluse kiirendamine on sotsialistliku taastootmise tempo tõstmise allikaks

Iga brošüür sisaldab ca 30 lk. teksti ja maksab 1 rubla.

Nõudke neid populaarteaduslikke brošüüre kõigist Vabariikliku Raamatukaubanduse Kontori raamatukauplustest, ETKVL-i kooperatiividest ja „Ajakirjandusliidu“ müügipunktidest.

Rbl. 1.—

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00994027 3