5251

UNIVERZITET U NOVOM SADU

PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

Miodrag V. Trifunović

PROUČAVANJE MODELOVANJA U DELU MIHAILA PETROVIĆA

BEOGRAD, 1977.

U N I V E R Z I T E T   U   N O V O M   S A D U

PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

MIODRAG V. TRIFUNOVIĆ

PROUČAVANJE MODELOVANJA U DELU MIHAILA PETROVIĆA

— Doktorska disertacija —

B e o g r a d, 1977.

S A D R Ž A J

T R E Ć I D E O

ANALOGNE RAČUNSKE MAŠINE

Strana

P R I L O G

PREDGOVOR

Modelovanje kao način, postupak,... intuitivnog ili materijalnog reprodukovanja originala (objekta), najrasprostranjeniji je metod proučavanja različitih pojava i procesa[1]. Ono se može zasnivati na formalizaciji jedne teorije, recimo one koja je poznata u intuitivnom obliku, ali modelovanje služi i kao metod dobijanja reprezentanta za jedan skup fizičkih ili opšte prirodnih pojava[2]. Obično se u ovom drugom slučaju, koji je predmet ovog rada, razlikuje fizičko (materijalno) modelovanje u oznaci M_f i matematičko modelovanje u oznaci M_m. U naukama danas postoji čitav niz modelovanja, kao što je statističko, balističko, biološko, termodinamičko, sociološko i druga modelovanja, što sve zavisi od prirode pojave, vrste pomoćnih sredstava i od stanovišta u opisivanju. Sovjetski epistemolog, matematičar Avenir Ivanovič Ujomov izložio je izvesnu klasifikaciju modelovanja u odnosu na njihovo poreklo po autorima, i na sam sadržaj - prirodu pojave.[3]

Možemo slobodno navesti da se modelovanje kao metod istraživanja javlja istovremeno kad i samo čovekovo istraživanje uopšte. U svom razvitku ono ima više etapa i danas, kada se mode-

---

1 Model, l. modulus, ima više značenja: obrazac, kalup, uzorak u smanjenom obliku,...

2 Na primer, formalni sistem sa klasom simbola, klasom termi, klasom formula, klasom aksioma i klasom zaključivanja.

3 A.I.Ujomov: Analogija v praktike naučnogo issledovanija, Moskva 1970.

*

lovanju prilazi sa stanovišta kao podskupu teorije upravljanja, ono se najgrublje može razdeliti na prednaučni period, dokibernetički i kibernetički period. Ne upuštajući se u detalje ovog razvitka napomenimo, primera radi, da poznata zaključivanja po analogiji Demokrita o kretanju atoma, Aristotela o biološkim sličnostima, zatim, za dva pojma X, Y Aristotelova matematička definicija metafore $f:X \rightarrow Y$, gde postupak f ima značenje metafore,... nisu ništa drugo nego vrste modelovanja - uspostavljanje zajedničkog medju pojavama. U novije vreme, od kada je (1687. godine) Njutn postavio osnovni stav o sličnosti u dinamici, gde je za dva materijalna sistema S_1, S_2 rekao da su dinamički slična $S_1 \sim S_2$, ako, i samo ako, postoji jedna ista relacija za oba sistema koja povezuje homologne elemente, - nastao je period širih produbljavanja modelovanja na osnovama izomorfizama.[4] Posle nekih Košijevih i Bertranovih radova o dinamičkoj sličnosti, kao i naglog pristupa izradi fizičkih modela za mnoge pojave, u 19. veku nalazimo glavnije rezultate.[5] Epoha koja je stvorila elektricitet, termodinamiku, telefoniju, razvila preciznu tehniku,... potpuno je ovladala tehnikom izrade modela, a nauka je dobila opšti metod. Godine 1884. Larmor je pisao: "Predmet stalnog opažanja su različita područja matematičke fizike medjusobno usko povezana, tako da se može rešenje jednog pitanja u jednoj grani često preneti na jednu drugu gra-

---

4 Konsultovana Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, izdanje u Pragu 1783. (autorov primerak), kao i rad I. Arnovljevića: Osnovi teorijske mehanike VI, Beograd, 1949, 140-148

5 Napr., Zoomehanički modeli, Nastavnik 14(1903), 3, 21 sa opisom modela koji simulira mehanizam disanja kod čoveka; Mehaničke teorije o vidjenju, Nastavnik 14(1903), 4, 26 gde je izložen mehanički model za oko; itd. Interesantno je ovde primetiti da je dr Mirko Stojaković radio na modelima krvotoka; napr., M. Stojaković: Matematički model krvotoka, rukopis, Valjevo 1944, 1 1/4 araka (arhiv autora).

nu i da tamo služi kao rešenje jednog odgovarajućeg problema. Korisno je tragati za unutrašnjim razlogom ovakve srodnosti problema u široko disparatnim granama nauke, kao i potražiti elemente na kojima baziraju skoro nesvesno učinjeni analoški zaključci."[6] Ovo je, po našem mišljenju, i jedna od opštih karakteristika naučno-istraživačkog rada u 19. veku koju će Mihailo Petrović znalački iskoristiti u zasnivanju svoje matematičke fenomenologije.

U tako razvijenom svetu, gde su mehanički pogledi na suštasvene pojave u nauci i tehnici bili dominantni, pri kraju 19. veka javlja se Mihailo Petrović sa svojim rezultatima u teoriji modelovanja.

Mihailo Petrović se u više oblasti nauke, a posebno u svojoj matematičkoj fenomenologiji, koja je nastala 1895. godine a potpuno se razvila prve decenije našeg veka - koristio principima modelovanja. Na primer, Petrović je u kriptografiji došao do veoma pouzdanog sistema "Tri kartona" za šifrovanje i dešifrovanje pisma jednog jezika i preko takvog slučaja modelovanja o r i g i n a l a (konačan skup reči) na m o d e l (konačan skup rednih brojeva I_n) došao do funkcionala-brojevnih spektara, koji jednim jedinim brojem $s \in I_n$ može da okarakteriše svaku neprekidnu funkciju.[7] Naša istraživanja koja su istorijsko-matematičke prirode, pokazaće da u Petrovićevom delu princip fenomenologije može biti prihvaćen kao vrsta modelovanja u oznaci f e n o m e n o l o š k o modelovanje M_F. Ovo modelovanje obuhvata M_f i M_m, što pišemo $M_f \subset M_F$, $M_m \subset M_F$, a posebno i druga modelovanja koja smo napred naveli.

---

6 I. Larmor: Lond. M.S. Proc. 15, 158-170 (FdM16(1884), 211-213).

7 J. Karamata: Mihailo Petrović, Glasnik 3(1948), 3, 123-127, kao i rad D. Adamović: Moderne matematičke discipline, posebno teorija skupova, u radovima Mihaila Petrovića, Dijalektika 3(1968), 2, 95-103.

Na primer, modelovanje društvenih pojava koje Petrović često svo di na uslovnu metaforu, interpretacija "biološke fele", modeli toka bolesti itd.

U radu će biti pokazano da fenomenološke sheme (S_F) sa zajedničkim analoškim jezgrom (A_j) nisu ništa drugo do blok-sheme algoritama i modelujućih funkcija kao elementi matematičkog modelovanja. Naime, Petrovićevo analoško jezgro i zakon aktiviteta imaju značenje matematičkog modelovanja M_m sa oblikom modela/μ, mehanizam pojava (M) prirodu matematičkog opisivanja pojave, a konačan skup medjusobno disparatnih pojava (opšti fenomenološki skup)

$$(1) \qquad F = \{f_1, f_2, f_3, \ldots, f_n\},$$

fizičke modele/originale sa odgovarajućim osobinama (napr., zajedničke crte pojava i sl.). Ako pojave $f_k \in F$ prihvatimo kao objekte dinamičkog sistema u današnjem kibernetičkom značenju, tada je sigurno moguće, što ćemo i pokazati, uspostaviti vezu izmedju skupa

$$(2) \qquad \mathfrak{F} = \{A_j, M, S_F\},$$

i konačnog skupa (1). Skup (2) nazvali smo fenomenološko upravljanje. Ovo smo s pravom uradili, jer uvedeni skup (2) u širem značenju ima smisao determinističkog upravljanja

$$(3) \qquad \mathfrak{U} = \{M_m, \Phi, L\},$$

gde je M_m - matematičko modelovanje, Φ - kriterijum upravljanja i L - skup ograničenja. Recimo, Petrovićevi mehanizmi pojava u potpunosti mogu biti prihvaćeni kao kriterijum upravljanja, fenomenološke sheme kao skup ograničenja i analoško jezgro, odnosno zakon aktiviteta, kao matematički model.

U radu se utvrdjuju Petrovićeve definicije za model/original u oba slučaja modelovanja M_f i M_m, pri čemu su sva načela prevedena na savremeno značenje pojmova. Uvodjenjem relacije "biti model" u oznaci $\mathcal{M}$ u opštem fenomenološkom skupu ($\mathcal{M} \subset FxF$) kao relacije ekvivalencije, izveli smo nekoliko stavova sa striktnim razlikovanjem dva slučaja medju klasama ekvivalencije. Znači u skupu F Petrovićevih disparatnih pojava f_k pod modelovanjem podrazumevamo jednu odredjenu strukturu, pri čemu uredjenom paru $(F, \mathcal{M})$ pridajemo značenje fenomenološkog modelovanja M_F.

Ovim načinom smo uspostavili strukturni smisao Petrovićevih rezultata u matematičkoj fenomenologiji i time smo potpunu Petrovićevu analizu mehanizma pojava i analoškog jezgra medju disparatnim pojavama $f_k \in F$ preneli na ispitivanje odredjenog uredjenja $(F, \mathcal{M})$. Neosporno, u ovakvoj našoj postavci postoji uzročnost matematičkog modela μ i relacije $\mathcal{M}$ na kojoj je Petrović, u stvari, i izgradio svoj fenomenološki pristup, specijalno, odnos prema analognim računskim mašinama.

Kako naš prilaz problemima modelovanja u delu Mihaila Petrovića ima istorijsko-matematički karakter, odatle i sva težina i odgovornost u iznošenju i analizi rezultata naših istraživanja. Jer, otkriti ranije rezultate nauke, interpretirati ih sa stanovišta današnje nauke, dati im potpunu istorijsku obradu u smislu anticipacija rezultata, prioriteta na rešenje problema i sl, i pr tome doći i do nekih novih rešenja, - nije nimalo lak zadatak.

Više primera u matematičkim naukama pokazao je da je sa priličnim uspehom primenjen istorijsko-kritički metod koji u našem slučaju razjašnjava modelovanje u Petrovićevom delu. Ovo su potvrdili mnogi radovi stranih istraživača, a kod nas ovaj metod se javljao povremeno od prve naše matematičke rasprave[8] i

8 D. Stojanović: Šturmova teorema, Glasnik SUD, 25(1869), 100-176; interesantno je pogledati referat o ovom radu koji su napisali E. Josimović i M. Panić (ASANU, A. Br. 2616/1868).

traje sve do današnjih dana. Ovakav prilaz neposredno proizlazi iz povezanosti rezultata prošlosti sa savremenim rezultatima, a takodje i iz opštih načela u nauci. Istorija matematičke kao posebna naučna disciplina u sastavu matematičkih nauka, pruža jedan specijalni metod istraživanja i mogućnost za nov pristup nekom matematičkom problemu.[9] Ovaj metod potvrdjen je i ravnopravan sa postojećim metodama u nauci jer ima sve potrebne elemente i odlike naučnog metoda.

Za utvrdjivanje Petrovićevog udela u razvitku analognih računskih mašina koristili smo se poznatom serijom Zeitschrift Instrumentenkunde koja je izlazila u 19.veku, pa sve do drugog svetskog rata, zatim Dajkov katalog i sl.[10] Ovde su posebno bili značajni i radovi Proška, Vilersa, Lusternika i dr.[11] Zahvaljujući srećnoj okolnosti da nam je zaostavština Mihaila Petrovića bila dostupna, uspeli smo preko direktnih izvora da tačno utvrdimo odnos Petrovićevog rada u fenomenologiji sa sličnim radovima u svetu, a takodje i da ustanovimo rezultate prethodnika i savremenika.[12] Izvori iz Arhiva Srpske akademije nauka i umetnosti i Arhiva Srbije bili

---

9 Konsultovati napr., Mathematical Reviews.

10 W.Dyck:Katalog mathematischer und physikalisch-mathematischer Modelle, Apparate und Instrumente, Müchen, 1892. Videti i rad S.Davidovića: Matematička izložba u Minhenu, Nastavnik 4(1893), 257-259, gde se vidi udeo profesora V.Dajka u izlaganju mehanizama za računanje.

11 Napr., M.V.Proško: Pribory dlja rešenija sistemy linejnyh algebraičeskih uravnenii, Dissertacija, MISI im.Kujbiševa 1940; A.F.Willers: Mathematische Instrumente, Berlin,1943 L.A.Ljusternik, ...: Matematičeskaja tehnika, UMN, 1(1946 5-6, 3-26.

12 Zaostavština Mihaila Petrovića koju čuva Biblioteka Srpske akademije nauka i umetnosti spasena je blagodareći akademiku Vojislavu V.Miškoviću koji je posle Petrovićeve smrti (1943) bio na dužnosti sekretara Akademije prirodnih nauka (današnje Odeljenje prirodno-matematičkih nauka SANU).

su presudni u nekoliko slučajeva. Jednostavno, nastojali smo da se kolikogod je bilo moguće, koristimo što većim brojem izvora, kakc bismo došli do što potpunije informacije o opštoj i tehničkoj fenomenologiji, imajući pri tome stalno pred očima: istorijsku analizu, procenu tih rezultata u vremenu njihovog nastanka i ustanovljavanje njihovih anticipativnih elemenata u savremenoj nauci.

Petrovićevi rezultati u analognim računskim mašinama sa analizom koja se u vom radu iznosi, biće zvanično registrovani u istorijskom katalogu računskih mašina predelektronskog perioda kojeg uredjuje istoričar matematike dr Lubert.[13]

Oblast koja se izlaže u radu i dobijeni rezultati, po prvi put se objavljuju. Koliko je poznato, u nauci nije bilo pokušaja ovakve analize modelovanja u Petrovićevom delu sa stanovišta tehničke kibernetike i teorije modela uopšte, niti su iznalaženi elementi ove nauke u delima naših ljudi druge polovine 19. veka i uspostavljena interakcija izmedju Petrovićevih rezultata sa sličnim rešenjima u svetskoj nauci.

RAD JE PODELJEN U TRI DELA.

Posle Uvodnika koji obuhvata istoriografiju problema disertacije i izlaže osvrt na metodologiju istraživanja u istoriji nauke, u Prvom delu utvrdjujemo poreklo i pojavu matematičke fenomenologije u delu Mihaila Petrovića. Bolje rečeno, preispitujemo uslove koji su doveli do toga, da se u prvim godinama Petrovićevog rada javlja fenomenološki pristup u proučavanju prirodnih i društvenih pojava. U ovom slučaju istraživanja su nas vodila ka Petrovićevim studijama na Velikoj školi u Beogradu (1885-1889)

13 William F. Luebbert, Director ISP, US Military Acad., West Point (prepiska autorova iz 1972. i 1973. godine).

i Višoj normalnoj školi u Parizu (1889-1894). Nešto docnije, u vremenu intezivnog istraživanja života i dela Marina Getaldića u Srpskoj kraljevskoj akademiji, ustanovili smo da su na Petrovića imali uticaja i izvesni Dekartovi radovi o funkciji.[14] U Drugom delu rada zadržali smo se i na Petrovićevim prethodnicima i savremenicima u oblasti primene analogija u istraživanjima. Ovim načinom Petrovićeve rezultate smo proširili na čitavu jednu pojavu u našoj nauci

U Trećem delu rada obradjuju se analogne računske mašine u delu Mihaila Petrovića kao neposredna posledica njegovog bavljenja fizičkim (materijalnim) modelima i njegovih opštih stavova u teoriji modelovanja. Slično kao što je danas uveden izraz tehnička kibernetika za oblast opšte primene računara i automata, mi smo iz navedenih razloga Petrovićeva istraživanja u oblasti analognih računskih mašina nazvali tehnička fenomenologija koja obuhvata glavniji deo Petrovićevih rezultata u teoriji modelovanja.

Imajući u vidu da je analognim računarima predelektronskog perioda veoma malo posvećena istraživačka pažnja današnje nauke, mi smo u ovom delu disertacije prišli nešto šire a sve u konceptu Petrovićevih rezultata. Pored izlaganja klasifikacije analognih računara koja je u zavisnosti od vrste fizičkih modela i koja se po našim saznanjima prvi put ovde obradjuje, izlažu se nekoliko teorema za kinematičke računare.[15] Pored utvrdjivanja istorijskih činjenica, koje poredimo sa sličnim radovima u svetu, ovde se iznose i stavovi o modelovanju na skupu istorodnih analognih računara u smislu inostrukture bez logičkog uredjaja. Iznalaženjem modelujućeg algoritma za dopunsku primenu već postojećeg

---

14 Arhiv SANU, Fond Srpske kraljevske akademije, 1937, br. 377 i 757.

15 D.Trifunović: Ob issledovanijah v oblasti istorii razvitija analogovyh vyčislitel'nyh mašin, Trudy 13.meždkongressa po istorii nauki, vyp.V, Moskva 1974, 27-30.

specijalizovanog računara (preobražavanje inostrukture, npr. zamena integratora sa kurvimetrom i sl.) došlo se do potpuno novih rezultata u obliku stavova o izboru računara. Na kraju je detaljno sistematizovana tehnička fenomenologija.

U zasebnom delu Uvodnika izložili smo naše stanovište o verifikaciji rezultata dobijenih računskom tehnikom Mihaila Petrovića. Razmatranjem objekta u istoriji matematike i njegove verifikacije pokrenuli smo i razrešili nov prilaz starim rezultatima koji se zasniva na primeni savremenih sredstava računske tehnike i savremenih numeričkih metoda.

Rad je u sadržaju prožet trima oblastima: Fenomenološki modeli, Model racionalne mehanike i Predočavanje savremene nauke. U prvom slučaju izložili smo nekoliko opštih definicija i stavova o model/originalu i matematičkim modelima, odnosno analoškom jezgru i zakonu aktiviteta. Utvrdjene su vrste matematičkih modela koje je proučavao Petrović kao i vrste analogija sa zaključkom da su to mahom funkcionalne analogije, odnosno one analogije sa zajedničkim zakonom aktiviteta i potpuno/nepotpuno poznatim mehanizmom pojava. Na kraju, dato je više pojedinosti o relaciji "biti model" $\mathcal{M}$ ($\mathcal{M} \subset F \times F$) u opštem fenomenološkom skupu F.

U slučaju Model racionalne mehanike razmatrane su sve pojedinosti Petrovićevog odnosa prema aksiomatici racionalne mehanike kao modelu za izgradjivanje opšte fenomenologije. Dato je nekoliko pojedinosti o fenomenološkom principu mehanike sa analizom jedne primedbe akademika Antona Bilimovića koja se podudara sa pisanjem A.A.Bogdanova u 1922. godini o uzročnosti Petrovićeve fenomenologije.

Uporedjivanjem osnovnih načela savremene nauke sa Petrovićevim dostignućima u slučaju Predočavanje savremene nauke tačno se navode elementi kibernetike u Petrovićevoj fenomenologiji (blok sheme, povratna sprega, medjudisciplinarnost istraživanja, simulacija, matematičko opisivanje, biotehnika i dr.). Izvršena je i detaljna analiza prikaza Petrovićeve anticipacije od strane pojedinih istraživača kao što je A.I.Ujomov, A.A.Malinovski i dr. Posebno istražujemo rad profesora dr Mirka Stojakovića iz 1948. godine gde je po prvi put, u vremenu kada su opšta Vinerova načela bila u rudimentarnom obliku, ukazano na probleme modelovanja i analognih računskih mašina u Petrovićevom delu kao elementima kibernetike.

U Prilogu donosimo nekoliko dodataka kao olakšicu u korišćenju radom. Izloženo je nekoliko azbučnika ličnih imena, pojmova i ustanova sa potpunom informacijom o svakoj jedinici.[16] Zatim sledi bibliografija radova Mihaila Petrovića iz oblasti modelovanja, znači opšte fenomenologije i računskih mašina. Ova bibliografija je u Uvodniku detaljno analizirana. Implikacije ove analize dovele su do jednog postupka koji ukazuje kako se iz čisto bibliografskih istraživanja može suditi o naučnom delu.

*

Rad na ovoj temi ne bi imao ovakav obim i sadržaj bez saradnje sa mnogim ljudima kojima dugujem zahvalnost. Na temu i sadržaj studije, pre svega, uticali su neki rani radovi profesora univerziteta dr Mirka Stojakovića iz oblasti računskih mašina, kao i Stojakovićevo pokretanje problema o iznalaženju elemenata kibernetike u delu Mihaila Petrovića.

Proučavanje strukture izmedju ulazno/izlaznih veličina koje je dr Djuro R.Kurepa, profesor univerziteta sproveo pedesetih godina, bilo mi je veoma dragoceno. Njegova podrška u radu i savetima otkrivali su mi nova saznanja. Isto tako, akademilu dr Tatomiru P.Andjeliću na korisnim savetima i stalnom interesovanju

16 Lična imena, nazive ustanova,... u radu donosimo na našem jeziku, dok će u azbučniku isti biti dati u izvornom obliku.

za rezultate ovog rada, dugujem zahvalnost. Radovi dr Abram B. Štikana iz kvalitativne integracije diferencijalnih jednačina, kao i njegovi pogledi na probleme koje obradjuje ova studija, bili su mi instruktivni.

Matematički institut u Beogradu imao je puno razumevanja za ovaj rad. Srpska akademija nauka i umetnosti, objavljujući 1969. godine knjigu o Mihailu Petroviću, pokazala je odredjeno interesovanje pružajući mi time odgovarajuću podršku u radu.[17] Boravak u Institutu za istoriju nauka u Moskvi (1970. godine) omogućio mi je da u priličnoj meri upoznam metod istraživanja za predelektronski period, kao i da uporedim svoja istraživanja sa sličnim radovima. Naročito su me zadružili istoričari matematike J.A.Belij sa kojim sam objavio neke radove[18] i L.E.Majstrov posebno za oblast kinematičkih računskih mašina.

Osobolje Univerzitetske biblioteke, Biblioteke i Arhiva Srpske akademije nauka i umetnosti svojom predusretljivošću olakšalo mi je umnogome rad.

*

U ovoj disertaciji opširnije je obradjen period do pojave Mihaila Petrovića. Ovo je učinjeno stoga, što matematičke nauke do pred kraj prošloga veka nisu do sada bile proučene. Ovde se to prvi put čini.

U Beogradu, 11. mart 1977. M.T.

---

17 D.Trifunović: Letopis života i rada Mihaila Petrovića, Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd, 1969, str.629 (dalje u tekstu "Letopis").

18 Napr., J.A.Belyj-D.Trifunović: Zum Geschichte der Logarithmentafeln Keplers, NTM-Schriftenr. Gesch.,Naturwiss., Technik, Leipzig 9(1972),1,5-20.

UVODNIK

Imajući u vidu sadržaj ove studije smatram da je potrebno da najpre razjasnim izvesne pojedinosti koje su neminovno pratile samo izlaganje teme. Ovo činim ne samo radi ekspozitornosti samih rezultata, već i kao pokušaj potpuno novog prilaza istoriografiji dela Mihaila Petrovića. Pre svega, prikazan je razvoj matematičkih nauka kod nas do pojave matematičke fenomenologije (1895), da bi se nešto docnije analizirali rezultati Mihaila Petrovića koji su u direktnoj vezi sa problemima modelovanja i analognih računskih mašina. Posebno mesto zauzela je analiza dosadašnjih radova o matematičkoj fenomenologiji. Na početku Uvodnika izložene su neke pojedinosti o metodološkom pristupu temi koji se, po svojoj prirodi može primeniti i na druga istraživanja u istoriji matematičkih nauka.

1. PRILOG METODOLOGIJI ISTORIJE NAUKA

Metodologija istorije nauka danas je dobro poznata kao istorijska naučna disciplina.[1] Medjutim, činjenica je da se odredbe ove metodologije za opštu istoriju ne mogu u potpunosti primeniti na istraživanja u istoriji matematičkih nauka. Ima dosta zajedničkih zakonitosti u metodološkom prilazu za obe istorije. Ako naučni rezultat kojeg istorija matematičkih nauka istražuje obeležimo sa S_n, a sa S_m opšte pojave (posredni objekti) o rezultatu S_n, tada se metodologija opšte istorije može primeniti samo na elemente iz S_m. Na primer, rad na istorijskim izvorima (inkunabule i druge knjige), obrada arhivske gradje, klasifikacija, izrada bibliografije, periodizacija, dijalektrički odnos prema rezultatima S_n,... čine zajedničke elemente i opšte istorije i istorije matematike, koje smo obeležili sa S_m i koji se istražuju sredstvima opšte istorije.

Pored ovoga, poznate su i opšte metodologije nauke (npr., tektologija i dr.) koje prema svom orudju obuhvataju izvesne elemente skupa S_m, a takodje pružaju i nove mogućnosti istorijskom prilazu jednom naučnom rezultatu S_n.[2]

---

1 U zaostavštini istoričara matematike Nikole M. Bubnova naišli smo na obiman rukopis "Predavanja iz metodologije istorije na Ljubljanskom univerzitetu", 1922, str. 1548 (Biblioteka SAZU, Zaostavština N.M. Bubnova, R. 3); rukopis sadrži i poglavlje o istoriji matematike.

2 Npr. B. Šešić: Opšta metodologija, Beograd, 1974, str. 396 (i tamo dalje). Pojedine discipline organizacionih nauka mogu se prihvatiti kao metodološke oblasti, te i delo A. A. Bogdanova o tektologiji dobija posebnu aktuelnost i u našem radu (A. A. Bogdanov: Vseobšćaja organizacionnaja nauka (tektologija), I-III, Moskva 1925-1929); V. i rad V. Milovanović: Matematičko-logički model organizacionog sistema, Matematički institut, Posebna izdanja, knj. 9, Beograd 1966, str. 32 (redaktor dr Mirko Stojaković).

Za potrebe naše studije, znači istraživanja modelovanja u delu Mihaila Petrovića, koristićemo se metodima opšte istorije analizirajući izvesne elemente iz skupa S_m, kao i neka stanovišta iz opšte metodologije nauke. Za prilaz Petrovićevim rezultatima kao delovima istorije matematičkih nauka nismo se mogli koristiti nijednom metodologijom istorije nauka. Iz ovih razloga najpre ćemo izložiti pojedine naše stavove o metodama istraživanja u istoriji matematike, kako bismo ih docnije primenili na rezultate iz analognih računskih mašina i opšte fenomenologije Mihaila Petrovića.

1.1. O FORMALIZACIJI ISTORIJE NAUKA

Koliko nam je poznato do danas nije još napisana posebno obradjena metodologija istorije nauka, te prema tome ni istorije matematičkih nauka. Obično se postupci istraživanja u opštoj istoriji primenjuju i na istraživanja koja su iz istorije nauka. Zbog ovakvog stanja u istroji nauka dolazi se do nedovoljnog poznavnja predmeta istorije nauka, nije moguće izlučiti načela opšte istorije od načela istorije nauka, te se javljaju i zabune. Proučavanje jednog objekta u istoriji matematike kojeg treba prihvatiti kao ukupnost pojava $S_n \cup S_m$, neophodno treba sprovesti sredstvima istraživanja obe istorije gde, pre svega, treba postaviti i razraditi sredstva istorije matematike. Navedimo neke primere.

1. Primer.-

Neka su objekt istorije matematike numeričke tablice 17. veka (npr., Keplerove logaritamske tablice i dr.)[3]. Istraživanje

---

3 Joannis Kepleri Chilias Logarithmorum, Marpurgi 1624; Gesammelte Werke, Bd. 9, S. 275-352; videti i naš rad naveden u belešci 18. Predgovora ove knjige.

ovih starih numeričkih rezultata sprovedeno je sredstvima opšte istorije. Istražene su sve pojedinosti iz skupa S_m, kao što su gradja, istorijski izvori, bibliografija, obrada i slično. Medjutim, sve ovo za istoriju nauka nije dovoljno, što želimo ovde posebno da istaknemo i što nas dovodi do neminovnih uslova o izgradnji posebne metodologije rada u istroiji matematike. Recimo, bez verifikacije rezultata S_n koje sadrže te numeričke tablice iz 17. veka sredstvima savremene nauke i analize koeficijenata uskladjivanja izmedju starih i današnjih izlaznih podataka, istorijska obrada naučnog rezultata S_n bila bi nedovoljna.

2. Primer.-

Istorijski prilaz naučnom rezultatu S_n zahteva da se on prouči u ondašnjim dimenzijama i metrologiji kao i svim pojedinostima ondašnje nauke (metode,...), pa tek izlaze takvih istraživanja podvrgnuti analizi sa stanovišta savremene nauke. Recimo, današnje proučavanje geodezijskih radova Rudjera Boškovića pri merenju meridijana Rim-Rimini ne bi smelo da analizira Boškovićeve rezultate sa stanovišta metarskog sistema mera.[4] Ovo bi svakako bila

[4] O ovim Boškovićevim radovima videti O.B.Sheynin: R.J.Boscovich's Work Probability, Archive for History of Exact Sciences, 9(1973), 4-5, 306-324 (i tamo dalje).

V.V. Mišković: Hronologija astronomskih tekovina II, SANU, Beograd 1976, 26. Primetimo da je mera za dužinu u doba Rudjera Boškovića bila stopa i korak. Bošković se služio rimskom stopom (piede, pes), korak (passus) i pednjem (palmus, palma). Iz njegovih razlaganja možemo izvesti tačnu veličinu tih mera s kojima se služio. U njegovo je doba dužina pariskih mera za dužinu (toise, stopa) već vrlo dobro poznata, pa je sigurano da ih je on u pravoj dužini primenio. V.: R.Boscovich, De litteraria expeditione per pontificam ditionem ad dimetiendos dous meridiani gradus et corrigendam mappam geographicam, Tomae 1755 (Pag. 64).

greška, jer se u istoriji nauka pokazalo da nije dozvoljena transformacija starih mera na nove u fazi njihove verifikacije.

Primetimo da je ovaj zahtev istorije nauka još 1953. godine naslutio akademik Milutin Milanković ispitujući Ptolemejev podatak za broj π dat u seksagezimalnim jedinicama[5]

$$(1) \qquad 0:2R = 38'30'':1 .$$

Da bi otkrio postupak kojim se došlo do podatka (1), M. Milanković se koristio istim sistemom brojeva kojima se koristio Ptolemej kao i njegovim originalnim tablicama tetiva i time ukazao na postupak prema jednom starom numeričkom podatku.[6]

3. Primer.-

Veći broj rezultata koje je Petrović dobio na svojim analognim računarima (hidrointegratori, kinematori i hemijske mašine), bez verifikacije na savremenom računaru sredstvima savremene numeričke analize, ne bi imali potpunu istorijsku procenu.

Nedvosmislen je naš zaključak da istoriji matematike nedostaje metodologija koja će tačno da ustanovi istraživački postupak i razjasni mnoge pojedinosti. Pri ovome, sredstva istraživanja same nauke, kojoj stari rezultat pripada, koriste se u istorijskim istraživanjima.

Istorija matematike samostalna je naučna disciplina što pretpostavlja i postojanje odgovarajućeg naučnog metoda. Ovaj metod sigurno ima odgovarajuću strukturu jedne teorije u smislu današnjih mogućnosti formalizacija teorija posredstvom jednog skupa

---

5 M. Milanković: O Ptolemajevu izračunavanju broja π, Matematički institut SAN, Zbornik radova, 3 (1953), 11-14.

6 Des Claudius Ptolemäus Handbuch der Astronomie, Uebersetzt von K. Manltius, B. 2, Leipzig, 1912-13.

klasa formalizacije. Ovde se ne upuštamo strogo u ovakav način prilaza metodologiji istorije matematike uvodjenjem jednog intuitivnog modela. Želja nam je da, donekle, započnemo ova razmatranja i da pripremimo izvestan materijal za docnija istraživanja. A verovatno, da će to biti moguće učiniti nakon ovih i drugih opisnih izlaganja.

U ovom radu naš prilaz svodi se na sledeći postupak nama neophodan za proučavanje modelovanja u radovima Mihaila Petrovića. U istoriji matematike definišemo modelovanje u delu Mihaila Petrovića kao objekt S, kako bi nešto docnije uveli zajednička načela koja medjusobnom interakcijom dovode do zakonitosti koje vladaju ili treba da vladaju u istoriji o objektu S. U vezi toga, cilj nam je da pokušamo da dobijemo jedan skup načela koji će biti zajednički za bilo koju naučnu sredinu, bilo koji objekt S istorije matematike i bilo koje naučne uslove za evoluciju nauke. Svako načelo se definiše, svakako ne strogo, već deskriptivno i ilustruje se sa primerima Petrovićevih modelovanja.

Analiza pojedinih načela u istoriji nauka poznata je u literaturi. Na Kongresu za istoriju nauka bilo je nekoliko saopštenja iz ove problematike istorije nauka.[7] Recimo, I.Božkov je uveo načelo cikličnosti rezultata u istoriji nauka,[8] E.Graždanikov i A.Šerbakov količinsku zakonomernost informacija u istoriji nauka navodeći neka ranija istraživanja profesora Prajsa,[9] D. Pletkov naučne

7 XIII meždunarodnyj kongress po istorii nauki, Moskva, 18-24.avgust 1971.goda.

8 I.Božkov: Cikličnost' v razvitii nauki, Trudy XIII mežd. kongressa po istorii nauki, Sekcija 1, Moskva 1974,95-98.

9 E.D.Graždannikov, A.I.Šerbakov: Količestvennye zakonomernosti v istorii nauki, Trudy XIII mežd.kongressa po istorii nauki, Sekcija 1, Moskva 1974, 108-110.

paradokse kao posebno načelo,[10] itd.

Lično smo postavili i obradili nekoliko načela koja ovde, zbog obimnosti prostora, ne možemo izložiti potpuno. Zadržaćemo se samo na onim načelima kojima ćemo se direktno koristiti u analizi analognih računskih mašina predelektronskog perioda i opšte fenomenologije Mihaila Petrovića. Pomenimo načela koja su proučena:

K_1 - verifikacija objekta,
K_2 - prioritet na objektu,
K_3 - anticipacija,
K_4 - originalnost objekta,
K_5 - umrežavanje objekta,
K_6 - reafirmacija objekta,
K_7 - vreme kašnjenja,
K_8 - propadanje objekta,
K_9 - nepouzdan objekt,
K_{10}- izvori objekta,
K_{11}- otkriće objekta,
K_{12}- odjek (uticaj, posledice,...) objekta,
K_{13}- istorijska distanca,
K_{14}- klasifikacija objekta,
K_{15}- izolovan objekt,

. . . .

. . . .

. . . .

10 D.V.Pletkov: Progressivnoe značenie ob'ektivnogo logičeskogo protivorečija ("naučnogo paradoksa") v istorii nauk, Trudy XIII mežd.kongressa po istorii nauki, Sekcija 1, Moskva 1974, 87-92; I.T.Dorefeeva: Metodologičeskije osnovy ekstrapoljacii i interpoljacii v naučnom poznanii, Evruističeskaja rol' matematiki v fizike i kosmologii, Leningrad 1975, 125-133.

Definisanjem objekata istorije matematike

(2) $S_1, S_2, S_3, \ldots, S_k,$

i nad njima načela

(3) $K_1, K_2, K_3, \ldots, K_s,$

odredjuje se jedna eventualna formalizacija istorije. Naš prilaz odredjivanju klase načela

(4) $\mathcal{K} = \{K_1, K_2, K_3, \ldots, K_s\}$,

može se proširivati novim elementima što je uslovljeno daljom izgradnjom metodologije i uslovima o konačnom skupu (4).

Na osnovu poznavanja objekata (2) i primene načela (4) zasnivaju se odgovarajući s t a v o v i i na kraju donosi z a k l j u č a k o objektu.

Ovaj postupak, koji želimo da sprovedemo u našem radu, ima sledeći poredak.

Za modelovanja u delu Mihaila Petrovića kao objektu istorije matematike S utvrdjuju se svi elementi iz S_n naučnog rezultata (direktni objekti) i elementi iz S_m (posredni objekti). Na osnovu opšte metodologije nauka i sredstvima opšte istorije istražuju se sva načela K_m^i. Isto se to čini i sa elementima iz S_n ali sada primenom načela istorije matematike K_n^i. Analizom ovoga i postavljanjem izvesnih stavova, donose se zaključci o objektu S.

Znači, sprovešćemo sledeću formalizaciju koja obuhvata klase:

(F_1) $S_1, S_2, S_3, \ldots, S_k$ - objekti istorije matematike;

(F_2) $S_{1n}, S_{2n}, S_{3n}, \ldots, S_{kn}$ - naučni rezultati u objektima istorije matematike (direktni objekti);

(F$_3$) $S_{1m}, S_{2m}, S_{3m}, \ldots, S_{km}$ - posredni objekti;

(F$_4$) $K_m^1, K_m^2, K_m^3, \ldots, K_m^{\ell}$ - načela opšte metodologije i opšte istorije;

(F$_5$) $K_n^1, K_n^2, K_n^3, \ldots, K_n^r$ - načela istorije matematike;

(F$_6$) $T_1, T_2, T_3, \ldots, T_p$ - stavovi;

(F$_7$) $I_1, I_2, I_3, \ldots, I_q$ - zaključci.

I pored toga što još nismo izneli pojedinosti o navedenim klasama

$$F_1, F_2, F_3, \ldots, F_7$$

metodološkog prilaza istoriji matematike, ovde ćemo opisno izložiti jedan primer kao ilustraciju za naš dalji rad.

1.2. PRIMER
Petrovićev grafički racionalizator

S - Objekt istorijskih istraživanja

Grafički racionalizator Mihaila Petrovića

S_{1n} - Direktan objekt

Izvršiti aproksimaciju razlomka

$$\lambda = \frac{M}{N}, \quad M < N$$

jednim novim razlomkom q/p $(q < p)$ sa uslovima:

1° $p \ll N, \quad q \ll M,$

2° da procena greške bude što više zadovoljavajuća,

pri čemu su M, N, p, q prirodni brojevi.

S_{1m} - Posredni objekt

Analiza rezultata i rada naših matematičara izmedju dva rata u Klubu matematičara Univerziteta u Beogradu.

K_m^1 - Direktni izvori

1. Rukopis uputstva za rad na grafičkom racionalizatoru.

"Uputstvo.Da bi se približno racionalizirao dati broj λ, pomnožimo ga celim brojem k izabranim tako da $k\lambda$ leži izmedju 0,7 i 1,7. - Izračunati $k\lambda$ sa 4 decimala tačno, pa iz tablica naći ugao α koji ima tako nadjenu vrednost kao tangens. - Odrediti na kružnom kvadrantu tačku A kojoj odgovara ugao α. - Tada, ako su p i q celi brojevi jednaki apscisi i ordinati onoga temena S kvadrata mreže koje je najbliže pravoj OA, biće približno

$$\lambda = \frac{q}{kp},$$

sa greškom δ koja se odredjuje ili računski kao razlika

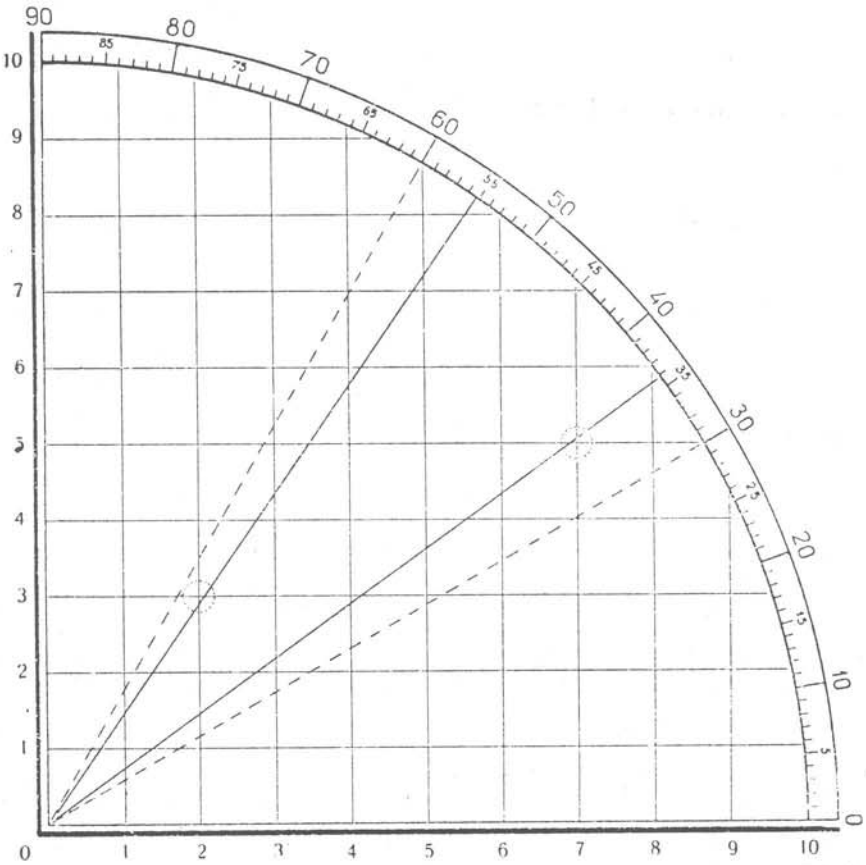
$$\lambda - \frac{q}{kp},$$

ili geometrijski po obrascu

$$\delta = \frac{q-\beta}{kp},$$

gde je β = ordinata tačke y kojoj prava OA seče ordinatu temena S".[11]

[11] Akademik V.V.Mišković sačuvao je original teksta Petrovićevog "Uputstva" i objavio ga 1953. godine povodom desetogodišnjice smrti Mihaila Petrovića u navedenom radu (K_m^1). - Naš prepis je prema objavljenom autografu.



Sl.1.- Grafički racionalizator Mihaila Petrovića[12]

2. Vojislav V.Mišković: Grafički racionalizator - Uspomena na Mihaila Petrovića, Srpska akademija nauka, Zbornik radova, knj.XXXV, Matematički institut, knj.3, Beograd, 1953, str. 5-10.

K_m^2 - Vreme pojave

Prvi radni sastanci Kluba matematičara Univerziteta u Beogradu.[13]

---

12 Presnimljeno (1:1) prema navedenom radu akademika V.V.Miškovića.

13 Klub matematičara Univerziteta u Beogradu osnovan je 20-tih godina (v."Letopis", str.333-335 i tamo dalje).

K_m^3 - P o r e k l o

Akademik V.V. Mišković saopštio je ideju "o kvaziidentičnim opozicijama planetoida i njihovu ulogu u identifikovanju nedovoljno posmatranih tih objekata. Za primenu ideje trebalo je odrediti periode, za svaki od p o z n a t i h planetoida, posle kojih se oni vraćaju u opoziciju sa Zemljom u i s t i, ili p r i b l i ž n o i s t i položaj kao i u izvesnoj, proizvoljno izabranoj, početnoj opoziciji. Drugim rečima, trebalo je, za svaki od poznatih planetoida - a u to vreme bilo ih je oko 1200 poznatih - aproksimirati odnos srednjih sideričkih dnevnih okretanja (ili revolucija) planetoida i Zemlje što je moguće prostijim razlomkom, to jest sa što manjim apsolutnim vrednostima i brojioca i imenioca."[14]

K_n^1 - V e r i f i k a c i j a o b j e k t a

Petrovićevo rešenje problema (S_{1n}) izloženo je u obliku navedenog Uputstva. Ostalo je otvoreno, kako je Petrović došao do grafičkog racionalizatora, tačnije do uslova

$$0,7 \leqslant k\lambda \leqslant 1,7,$$

pri čemu aproksimacija razlomka λ ima oblik

$$\lambda = \frac{M}{N} = \frac{q}{kp} .$$

Izvorni postupak Petrovića trebalo je verifikovati i tačno doznati samu strukturu grafičkog racionalizatora.[15] Akademik V.V. Mišković učionio je ovo i u navedenoj raspravi utvrdio strukturu grafičkog

14 V.V. Mišković: Navedeno, str. 5.

15 O ovom obliku verifikacije objekta videti naredno poglavlje 1.4.

racionalizatora za kojeg je Petrović pružio samo "izlazni" podatak u obliku konstrukcije računara i navedenih uslova.

Verifikacija objekta S_{1n} sadržana je u sledećem.

Neka u sistemu (xOy) dati razlomak λ predstavlja koeficijenat pravca prave

$$y = \lambda x,$$

te se njena rotacija oko koordinatnog početka može iskazati novim koeficijentom pravca $k\lambda$ "i to tako da ovaj padne izmedju 0,7 i 1,7". U stvari, Petrović je tako birao parametar k, da ugao α izmedju prave i nove apscise bude $35^{\circ} \leqslant \alpha \leqslant 60^{\circ}$.

"Zamislimo sad da kvadrant novog koordinatnog sistema - objašnjava akademik V.V.Mišković, pokrijemo kvadratnom mrežom oivičenom podelom kružne periferije na stepene (v.sl.1), kako bismo mogli neposredno sa nje čitati nagibe pravih prema apscisnoj osi. Ta slika predstavlja Petrovićev grafički racionalizator,..."[16].

I_1 - Zaključak

Za objekt $S = S_{1n} \cup S_{1m}$ na osnovu sadržaja načela

$$\mathcal{K} = \{ K_m^1, K_m^2, K_m^3, K_n^1 \},$$

donosi se zaključak (I_1), da je grafički racionalizator potpuno originalno rešenje Mihaila Petrovića računskoj tehnici (specijalno, nomogramiji), koje omogućuje da se jednostavno i brzo odredi približna vrednost razlomka λ i proceni učinjena greška.[17]

16 V.V.Mišković: navedeno, str.8.

17 V.izložen primer u navedenom radu V.V.Miškovića.

1.3. OBJEKT ISTORIJE NAUKA

Definicija objekta u sastavu nekog istraživanja, npr., neke organizacije ili sistema uopšte, nije još dobila precizan oblik. Obično se pod objektima podrzumevaju delovi ili komponente sistema, pri čemu oni mogu imati značenje elemenata u teoriji skupova, a takodje i značenje podskupova sistema, organizacije.

Ako bismo istoriju nauka prihvatili, a to je moguće, kao jedan sistem koji predstavlja skup objekata sa relacijama izmedju ovih objekata i njihovih atributa, tada bismo mogli naša istraživanja modelovanja u delu Mihaila Petrovića u potpunosti da podvrgnemo opštim i poznatim zakonomernostima teorije sistema. Mi ćemo od ovoga odustati i pokušati da iskažemo naš odnos prema istoriji nauka sa nekim uopštenjima koja će docnije biti primenjena na probleme koje izlaže disertacija.

Pod objektom S istorije nauka podrazumevamo svaki rezultat same nauke kao i neke druge uzročne pojave zavisne od vremena nastanka.

Primera radi, navedimo da objekt istorije nauka može biti neki matematički stav, jedna definicija, bibliografija, itd. Objekt S je sastavljen od svojih elemenata e, te mu možemo pridodati značenje konačnog skupa

$$(5) \qquad S = \{e_1, e_2, e_3, \ldots, e_k\}.$$

Ovakva reprezentacija objekta S dozvoljava proširenje skupa (5) naknadno otkrivenim elementima, jer se u tom slučaju osobine konačnog skupa S ne menjaju.

Ako u objektu istorije nauka S obeležimo naučni rezultat sa S_n (direktni objekt), a sa S_m neke druge pojave zavisne/nezavisne od S_n (posredni objekt), tada se iskazivanje objekta u istoriji nauka može napisati i prihvatiti kao ukupnost oba objekta S_n, S_m, odnosno

$$(6) \qquad S = \{e \mid e \in S_n \lor e \in S_m\}.$$

Po svojoj prirodi direktni objekt (naučni rezultat) može biti elementaran i složen. Ako je skup S_n jednočlan, tj.

$$(7) \qquad S_n = \{e\},$$

objekt nazviamo elementarnim. U ostalim slučajevima koji su učestaliji u istoriji nauka, objekt je složen. Na primer, Ptolemejev podatak da je odnos obima kruga i prečnika 38'30'' je elementaran objekt istorije matematike, jer se skup S_n sastoji samo od jednog elementa. Slučajevi (7) obično su najnepovoljniji za istorijska istraživanja, jer je u takvim okolnostima potrebno, pre svega, dešifrovati sam element e, kao i postupak kojim se do njega došlo, a to nije lak zadatak istorije nauka.[18]

U proučavanju modelovanja u delu Mihaila Petrovića posmatraćemo više objekata

$$S_1, S_2, S_3, \ldots, S_\ell$$

istorije matematičkih nauka kao: S_1-analogne računske mašine predelektronskog perioda, S_2-generalisana racionalna mehanika, S_3-elementi kibernetike itd.

Pri ovako odredjenom objektu (5), odnosno (6), kao konačnom skupu elemenata uvodimo pretpostavku da je $S_n \neq \emptyset$ (skup S_n nije prazan). Protivno, ako bi na bilo koji način bilo $S_n = \emptyset$, tada objekat S_n ne bi bio predmet istorije nauka. Postoji mišljenje da se noviji rezultati u nauci mogu uzeti kao slučajevi objekata u is-

18 U narednom odeljku 1.4. biće tačno izložen postupak za slučajeve (7) i opšte one objekte, gde je potrebno izvršiti dešifrovanje naučnog rezultata iz S_n.

toriji nauka gde je ispunjeno $S_n=\emptyset$. Na primer, 1936. godine kada je u Srpskoj kraljevskoj akademiji pripremana proslava 50-godišnjice postojanja ove institucije, Mihailo Petrović i drugi članovi Akademije prirodnih nauka smatrali su da je nemoguće pisati o razvoju prirodno-matematičkih nauka u Akademiji stoga što su to veoma bliski dogadjaji koje je još nemoguće oceniti i istorijski obraditi.[19] Rasudjivanje o novim rezultatima u istoriji nauka danas je u istorijskoj nauci proučeno, a naše je mišljenje da rešenje treba tražiti u preciznom stavu prema istorijskoj distanci (K_{13}) u istoriji nauka.[20] Kao i u istorijskoj nauci, tako i u istoriji nauka ovaj stav je zasnovan na marksističkom proučavanju prošlosti/sadašnjosti što u potpunosti odredjuje odnos prema istorijskoj distanci.

Pored ovoga, slučaj praznog objekta ($S_n = \emptyset$) javlja se u istoriji nauka ako u nekom istorijskom razmatranju objekt nije zastupljen. Na primer, za linearnu algebru u delu Mihaila Petrovića kao objektu istorije, ispunjeno je $S_n = \emptyset$, jer rezultate iz linearne algebre u Petrovićevom delu ne nalazimo; ili, analogne računske mašine na principu modela električnih kola takodje su prazan objekt u istraživanjima računske tehnike kod Mihaila Petrovića. U ovakvim slučajevima, kada je ispunjeno $S_n = \emptyset$, ne mora da znači da istroija nauka ne istražuje objekt S_n. Naprotiv. Metodološkim sredstvima pod-objekta S_m prilazi se objektu S_n i daje procena, razlog,... o uslovima koji su doveli da bude $S_n = \emptyset$. Prema definiciji objekta (6) ovo se može i ovako iskazati

$$(8) \qquad (\forall n) S_n = \emptyset \Rightarrow S = S_m .$$

19 ASANU, Fond SKA, sednica Predsedništva od 27. decembra 1935; isto videti u Godišnjaku 44(1935), str. 112.

20 Konsultovano M. Djordjević: Savremeni problemi istorijske nauke, Beograd, 1959, str. 103.

*

Recimo, u istoriji matematičkih nauka kod nas može se jednostavno zaključiti da u Društvu srpske slovesnosti (1841-1864) matematičkih nauka uopšte nije bilo, te imamo slučaj $S_n = \emptyset$, gde S_n sada predstavlja čitavu jednu naučnu oblast. Ovo ne znači, da preko ove pojave treba istorija nauka da predje. Nužno je ispitati razloge i proveriti sve istorijske iskaze kako bi mogla da se da ocena ovoj pojavi.

Predmet istraživanja ne mora biti ceo objekt S što je u istorijskoj praksi i uobičajeno. Za istraživanja uvek se izdvaja jedan podobjekt $S_p \subset S$ što je motivisano nekim odredjenim ciljem sa konačnim brojem elemenata $m(m<k)$. Na primer, ako za objekt S uzmemo matematičku fenomenologiju Mihaila Petrovića, a što je i predmet našeg rada, tada je uvek moguće izdvojiti jedan podobjekt S_p koji će se istraživati, recimo modelovanje i tehnička fenomenologija pri čemu su u skupu $S \setminus S_p$ zadržani svi ostali elementi za druga istraživanja fenomenologije (npr., sociološka, filozofska, ...).

Ako se istraživanja sprovedu u prvom slučaju, kažemo da je istorijski prilaz objektu S sveobuhvatan. Studija podskupa S_p odredjuje d e l i m i č n o istraživanje objekta S. Na osnovu ovoga nalazimo sledeći

S t a v.-

Ako je S objekt istorije nauka, a istražen je podobjekt $S_p \subset S$, tada se u opštem slučaju ne mogu donositi zaključci o objektu S.

Znači, na osnovu rezultata o modelovanju u Petrovićeoj fenomenologiji koje budemo dobili u ovom radu, n e m o ž e m o donositi neke opšte sudove primenjene na celokupnu matematičku fenomenologiju.

Ovo je veoma važna činjenica u istoriji nauka čije neprihvatanje može da dovede do pogrešnih sudova. Recimo, ako je S skup informacija o fenomenologiji Mihaila Petrovića, a istražuje se samo podobjekt S_p informacija o fenomenologiji koji potiču samo od naših autora, tada je sigurno neprihvatljiv bilo koji zaključak o fenomenologiji uopšte. Isključivanje stranih informacija iz skupa $S \setminus S_p$, ne dozvoljava sveobuhvatan i realan istorijski prilaz.[21]

U istoriji nauka neosporna su dva slučaja, kada su objekti S_n i S_m uporedivi i neuporedivi

$$S_n \cap S_m = \emptyset, \tag{9}$$

$$S_n \cap S_m \neq \emptyset, \tag{10}$$

odnosno, da li izmedju naučnih rezultata S_n i opštih elemenata istorije iz S_m postoji neka veza.

Prvi slučaj (9) je veoma redak u istoriji nauka i on obuhvata istraživanja koja se odvojeno, nezavisno izvode. Pri ovome, objekt S_n proučava se načelima same nauke kojoj S_n i pripada. Ovo je dovelo do pojave, da se takva proučavanja objekta S_n svrstavaju u rezultate same nauke, a ne njene istorije.

Kod Petrovićeve fenomenologije ovaj slučaj je dosta zanimljiv i verovatno da ne bi mogao biti ispitivan od strane samo jednog istraživača. Višedisciplinarnost objekata S_n u matematičkoj fenomenologiji osnovni je razlog tome (umreženost rezultata iz matematike, biologije, nebeske mehanike, termodinamike,...). Suprotno ovome, u fenomenologiji objekti S_m mogli bi nezavisno od S_n biti ispitivani. Konsultacijom poznatijih monografija i časopisa iz istorije matematičkih nauka možemo zaključiti da je većinom primenjen slučaj (9), pri čemu se istražuje samo istoriografija o objektu S_n koja je obuhvaćena elementima iz S_m.

---

21 U narednom odeljku videćemo da ovaj slučaj dovodi do izolovanog sistema informacija.

Drugi slučaj (10), kada su objekti S_n i S_m uporedivi, veoma je redak u literaturi i zahteva veću angažovanost. Slučaj (10) dovodi do potpune analize objekta S.

U našem radu zadržali smo oba slučaja (9) i (10), pri čemu smo posebnu pažnju usredsredili da rezultati iz matematičke fenomenologije S_n budu uporedno proučavani istraživanjima iz S_m.

Medju elementima objekta S postoje i takvi $e^* \in S$, koji su zajednički za sve objekte istorije nauka. U ovu grupu elemenata spadaju mahom elementi iz podskupa S_m (posredni objekti). Ovih elemenata e^* može biti više i u slučaju naše teme obradjeni su sledeći: poreklo i pojava objekta, direktni izvori o objektu, bibliografija itd.

Kod ovih zajedničkih elemenata istorije nauka primetimo sledeće: 1. Na elemente e^* primenjuju se odredbe opšte metodologije i postupci iz istorijske nauke; 2. Pri delimičnoj analizi objekta ($S_p \subset S$) elementi e^* obično ne ulaze u sastav podobjekta S_p.

Na kraju, navedimo i sledeće slučajeve objekta.

1. Za objekt S_n poznati su ulazno-izlazni podaci i potpuna struktura medju ovim vrednostima. U ovom slučaju kažemo da su objekti S_n zadati svojom i n o s t r u k t u r o m. Obično, ova struktura istorijskog objekta S_n data je kao jedna ili više binarnih relacija $\rho_k \subset S_n \times S_n$, čije proučavanje, u stvari, i sprovodi istorija nauka. Na primer, Petrovićevi rezultati u računskoj tehnici gde se za ulazno-izlazne veličine tačno utvrdjuju relacije ρ_k, itd.

2. Za objekt S_n poznate su samo ulazno-izlazni podaci ali unutrašnje ustrojstvo (struktura) medju svim vrednostima nije zadana (poznata). U ovom slučaju istorija nauka na objektu S_n nužno primenjuje sve propozicije modelovanja za slučaj "crne kutije" i donosi izomorfne sudove o objektu S_n. Primer ovakvog objekta je pomenuti Petrovićev racionalizator, gde je akademik Vojislav V. Mišković tačno utvrdio inostrukturu.

1.4. VERIFIKACIJA OBJEKTA

Neka je S objekt istorije nauka koji je nastao u vremenu t i neka elementi tog objekta budu e_i $(i = 1, 2, 3, \ldots, k)$.

Pod verifikacijom objekta S podrazumevamo proveru elemenata e_i sredstvima savremene nauke kojoj objekt pripada. U opštem slučaju poslednji deo ovog iskaza ne mora biti ispunjen jer verifikacija dozvoljava primenu i sredstva drugih nauka. Recimo, jedan numerički podatak koji je nastao pre t-vremena ne mora biti proveren sredstvima numeričke analize, itd.

Neka su korespondentno e_i' verifikovani elementi objekta S, tada konačan skup

$$(11) \qquad S' = \{e_1', e_2', e_3', \ldots, e_k'\},$$

predstavlja verifikovan objekt istorije nauka. Na osnovu ovoga, pod verifikacijom nekog rezultata u istoriji nauka moežmo podrazumevati nalaženje novog skupa podataka

$$(12) \qquad W = \{a_1, a_2, a_3, \ldots, a_k\}.$$

Elemente a_i verifikacije (12) nazivamo koeficijentima istorijskog uskladjivanja rezultata S. Ovi koeficijenti mogu imati različitu prirodu i vrednosti, a što sve zavisi od prirode rezultata S i valjanosti podataka dobijenih pre t-vremena.

Koeficijenti uskladjivanja a_i dobijaju se nekim postupkom verifikacije

$$(13) \qquad a : S \rightarrow S',$$

pri čemu treba imati u vidu da svaki elemenat iz S može biti verifikovan na dva načina:

1. Sredstvima savremene nauke sa svim pogreškama koje su sadržane u izvornim podacima (metode, računari, ...);

2. Sredstvima savremene nauke bez pogrešaka koje su otklonjene u izvornim podacima.

Znači, ako elemente e_i u objektu S shvatimo kao konačan skup podataka koji je nastao primenom nekog teorijskog razmatranja pre t-vremena, što možemo pisati

$$(14) \qquad f{:}x \to y,$$

tada prvi slučaj verifikacije objekta zadržava izvorni postupak (14); u drugom slučaju, otklanjaju se sve pogrešnosti u izvornom postupku i sa novim postupkom

$$(15) \qquad f'{:}x' \to y',$$

sprovodi se verifikacija.

U istoriji matematičkih nauka često se nailazi na razne numeričke vrednosti za koje je poznat postupak (14). Na primer, tablice "tetiva" funkcija, razne astronomske tablice i slično, čine veoma pogodan skup istorijskih informacija za primenu načela verifikacije posredstvom savremenog računara.[22] Petrovićeva rešenja diferencijalnih jednačina na analognim računskim mašinama takodje su istorijski podaci koje treba verifikovati u oba slučaja (14) i (15). Verifikacijom podataka ne samo da se utvrdjuje identifikacija funkcije, tj. algoritma (14), već ona omogućava istoriji nauka

---

22 Profesor S. Kenedi sa Univerziteta u Bejrutu verifikovao je na računaru programom u FØRTRAN-II mnoge numeričke tablice drevne matematike i astronomije. Ovaj veoma obiman rad predstavlja danas neophodne subrutine za razna istorijska istraživanja (E. S. Kennedy: The Digital Computer and the History of the Exact Sciences, Centaurus 6(1967), 107-113).

da potpuno prosudjuje o tačnosti elemenata $e_i \in S$.[23]

Ako su elementi objekta S neke numeričke vrednosti, što je u istoriji matematičkih nauka najčešće, tada je savremeno sredstvo za verifikaciju obično računska mašina. U ovom slučaju koeficijenti uskladjivanja skupa verifikacije (12) imaju oblik odnosa

$$(16) \qquad a_i = \frac{e_i}{e_i'}, \quad i = 1,2,3,\ldots,k$$

koji može biti:

1. Istorijski podaci iz S u potpunosti su saglasni sa verifikovanim iz S', odnosno

$$(17) \qquad a_i = 1, \qquad e_i = e_i',$$

te je postupak verifikacije potvrdio pouzdanost istorijskih podataka.

2. Ako je

$$(18) \qquad a_i \neq 1, \qquad e_i \neq e_i' ,$$

postupak verifikacije utvrdjuje sve one elemente iz S koji su nepouzdani. Prema napred iznetom, slučaj nepouzdanih podataka (18)

---

23 U radu D. Trifunović: Primena računskih mašina u istoriji nauka i istoriografiji uopšte, Zbornik Historijskog instituta JAZU, 7(1974), 291-303 prvi put je u našoj sredini pisano o primeni računara u istoriji nauka, pri čemu je izloženo i nekoliko primera verifikacije istorijskih podataka: Keplerove logaritamske tablice iz 1625. godine i dr. - Pored navedenog rada E.S. Kenedija, na nas je imao uticaja i rad O. Gingerich: The Computer Versus Kepler, American Sc. 2 (1964), 218-226, specijalno deo koji se odnosi na verifikaciju Keplerovog postupka u odredjivanju Marsove putanje. - U novije vreme primena računara u istoriji nauka je sve prisutnija. U AN SSSR obrazovana je Komisija za primenu matematičkih metoda i elektronskih računskih mašina u istorijskim istraživanjima, koja povremeno izdaje i zbornike radova (npr. Matematičeskie metody v istoričeskih issledovanijah, Moskva 1972, str. 235).

može da bude za oba postupka (14) i (15). Ako je (18) ispunjeno za slučaj ispravljenog postupka (15), tada se zaključuje da je nepouzdanost podataka nastupila od grešaka u numeričkim sredstvima sa kojima je pre t-vremena dobijeno e_i. Ako je ispunjeno (18) za izvorni postupak (14), tada još ne možemo ustanoviti pravi razlog nepouzdanosti elemenata e_i.

Obično se verifikacija objekta S ne mora odnositi na sve elemente e_i, a isto tako pouzdanost podataka može biti različita u skupu S. Može da nastupi slučaj kada je za jedan podskup podataka $S^* \subset S$ ispunjena pouzdanost (17), a za ostalo podatke iz $S \setminus S^*$ verifikacija je utvrdila nepouzdanost podataka (18).

Primetimo da verifikacija objekta S može da istakne mnoge nove pojedinosti za istorijsku analizu, kao što su: numeričke teškoće u vremenu nastanka podataka e_i, odredjivanje vremena za proračun podataka e_i na osnovu vremena rada memorije, itd.

Načela verifikacije istorijskog objekta S ilustrovaćemo na jednostavnom primeru diferencijalne jednačine

$$\frac{dx}{dt} = C(x - \varphi_1)(x - \varphi_2), \tag{19}$$

koju je Mihailo Petrović "hemijski integralio".[24]

Za slučaj funkcija $\varphi_1(t)$ i $\varphi_2(t)$ aktivnih tela kod izolovanih bimolekularnih reakcija Petrović uvodi

$$\begin{aligned} \varphi_1(t) &= \text{const} = a, \\ \varphi_2(t) &= \text{const} = b, \end{aligned} \tag{20}$$

[24] "Elementi", str. 683-685. - Kvalitativnom integracijom ove diferencijalne jednačine bavio se i dr Milorad Bertolino, profesor univerziteta, sa iznalaženjem dokaza u prioritetu metode diferencijalnih nejednačina; v. Matematički vesnik 4(19), 1967, 165-168 (i tamo dalje), kao i naš zajednički rad u Math. Balkanica 1(1971), 11-18.

te je prema (19) kinetički tok reakcije "regulisan jednačinom oblika"

$$(21) \qquad \frac{dx}{dt} = C(x-a)(x-b),$$

odakle je

$$(22) \qquad x = ab\frac{1-e^{(a-b)Ct}}{b-ae^{(a-b)Ct}}.$$

Za aktivna tela količine a i b Petrović je analizirao slučaj reakcije izmedju kalijumhlorida i ferosulfata u kiselom rastvoru, gde je za slučaj

$$b = \frac{a}{2}$$

($a=9,45$ i $b = 4,72$) ispitivao, da li će hemijski eksperimenti ove reakcije pokazati da je izraz

$$(23) \qquad \frac{1}{t}\left(\log\frac{a}{b} - \log\frac{x-a}{x-b}\right) = \text{const}$$

za različita vremena t trajanja reakcije.

U tablici br. 1 Petrović je pokazao Hudove eksperimente i utvrdio da za različita vremena t relacija (23), koja se dobija iz (22), odnosno integracijom diferencijalne jednačine (19), ostaje nepromenjena.[25]

Verifikacija u ovom slučaju odnosila se na proveru izvornog postupka (23) što je bilo jednostavno učiniti, i drugo, na proveru tačnosti podataka u tablici br. 1 koji su dobijeni "hemijskom integracijom".[26]

---

[25] Hood: Phil. Mag. (5), 6, 371 (navedeno prema "Elementi" str. 684).

[26] O "hemijskoj integraciji" videti treći deo ove knjige.

t	$a - x$	ВРЕДНОСТ ИЗРАЗА D
30,5	7,30	0,001965
55	5,98	0,002027
89	4,74	0,001970
112,2	4,06	0,001973
143,2	3,30	0,002000
180,5	2,63	0,001996
206,8	2,30	0,001983
237,5	1,93	0,001978
272	1,58	0,001998
336,3	1,14	0,001986
360	0,98	0,002020

Tablica br.1.- Faksimil Petrovićeve tablice "hemijske integracije" ("Elementi", str.684)

Na računaru CII-10070 verifikovani su izvorni podaci D prema jednostavnom programu u jeziku FØRTRAN-IV. U tablici br.2 prikazane su verifikovane vrednosti podataka D prema kojima možemo utvrditi potpunu saglasnost izmedju postupka "hemijske integracije" i integracije diferencijalne jednačine (19) na savremenom računaru. U ovakvim slučajevima, kao što smo napred rekli, zaklju-

VERIFIKACIJA PETROVICEVE HEMIJSKE INTEGRACIJE

T	X	A-X	D
30.5	2.15	7.30	.00195612
55.0	3.47	5.98	.00201154
89.0	4.71	4.74	.00196824
112.2	5.39	4.06	.00197058
143.2	6.15	3.30	.00199697
180.5	6.82	2.63	.00200045
206.8	7.15	2.30	.00196944
237.5	7.52	1.93	.00197707
272.0	7.87	1.58	.00199591
336.3	8.31	1.14	.00198323
360.0	8.47	.93	.00201674

Tablica br.2.- Faksimil listinga verifikacije podataka u računaru CII-10070 čujemo da su Petrovićev izvorni postupak i dobijeni podaci u 1896. godini potpuno pouzdani i sa stanovišta savremene nauke.[27]

U istoriji nauka često se nailazi na objekte (5), odnosno

$$S = \{e_1, e_2, e_3, \ldots, e_k\},$$

za koje ne poznajemo izvorni postupak (14), kao što je to bio slučaj sa navedenim Petrovićevim grafičkim racionalizatorom ili Ptolomejevim podatkom za broj π. Kod ovakvih slučajeva istraživaču su nepoznati osnovni činioci za čitanje i tumačenje podataka e_i. Jednostavno rečeno, za takav skup podataka S, obično nije poznat zakon po kome se elementi $e_i \in S$ ponašaju (zavisnost ulazno-izlaznih podataka), odnosno istorija nauka u ovom slučaju ne poznaje nikakve činjenice koje bi nagovestile postupak (14). Ovo je tipičan slučaj "crne kutije" kao poznatog pojma u teoriji modelovanja. U našem slučaju, pod "crnom kutijom" podrazumeva se objekt S za koji su spoljnem posmatraču-istoričaru nauka dostupne samo ulazno-izlazne veličine

$$(24) \qquad e_i = (x_i, y_i), \quad i = 1, 2, 3, \ldots, k$$

a njegovo unutrašnje uredjenje, struktura, postupak,... (14)

$$f : x \to y$$

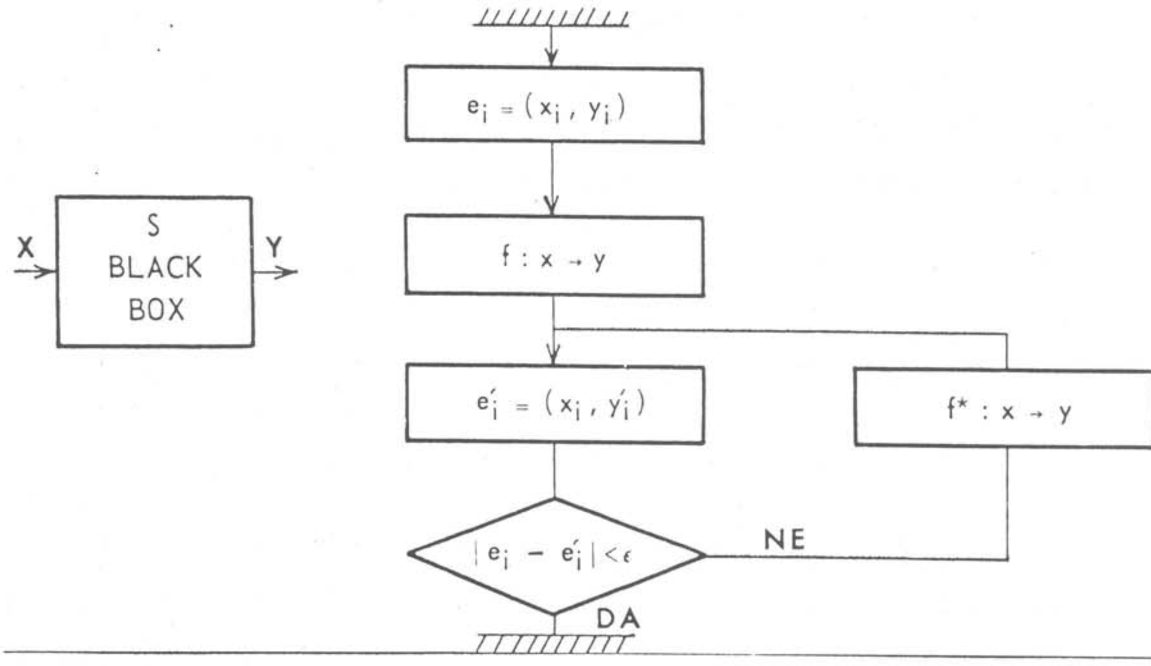
nepoznato mu je. Teorijom aproksimacija pokazalo se mogućim i u ovom slučaju dešifrovati postupak (14) na osnovu posmatranja samo promene izlaznih veličina y_i nastalih usled promene ulaznih x_i. Ovakav prilaz stvara mogućnosti da se objektivno prouče istorijski podaci, čije je ustrojstvo (14) nepoznato ili suviše složeno

---

27M. Petrović je prvi put objavio ove podatke 1896. godine u Češkom naučnom društvu: Sur l'équation différentielle de Riccati et ses applications chimiques, Věstnik Král. Česke společ. nauk, 39(1896), 1-25.

da bi bilo moguće izvesti zaključke.

Pod ovakvim okolnostima istorijske obrade objekta S najcelishodnije je uspostaviti matematički model koji se na osnovu promene vrednosti podataka $e_i = (x_i, y_i)$ može naslutiti i tim modelujućim procesom pretpostaviti razumne vrednosti za bilo koji uveden parametar u matematički model. Na osnovu ovih modelujućih parametara i ataširane funkcije u računaru se ponovo izračunavaju podaci e_i' i vrši uporedjivanje rezultata sa izvornim podacima e_i. Prema veličini greške izmedju e_i i e_i' u računaru se jednostavno mogu menjati modelujući parametri kako bi se dobilo minimalno odstupanje, tj. optimalan matematički model za istorijski objekt S. Neosporno, može se i odustati od polazno ataširanog matematičkog modela u korist drugog i ceo postupak ponoviti.



Sl.2.- Shema "crne kutije" za istorijski objekt S

Medjutim, ma kako detaljno proučili ponašanje "crne kutije" S, ne možemo izvesti konačne zaključke o unutrašnjem ustrojstvu, jer jedno isto modelovanje mogu da poseduju različite vrednosti e_i drugih istorijskih objekata S. U ovom slučaju objekt S može biti izomorfan sa nekim drugim objektom, jer usvojen matematički model pruža jednake skupove ulazno-izlaznih veličina objekta S. Znači, proučavanje podataka $e_i = (x_i, y_i)$ "crne kutije" principijelno ne može dovesti do jednoznačnog zaključka - tačnog dešifrovanja njegove unutrašnje strukture $f : x \rightarrow y$, pošto se ponašanje datog objekta ni po čemu ne razlikuje od ponašanja svih objekata koji su s njim izomorfni.

Izložen način u dešifrovanju istorijskih podataka odnosi se isključivo na identifikaciju numeričkog algoritma pomoću kojeg su pre t-vremena dobijene vrednosti $e_i = (x_i, y_i)$. Medjutim, opšte dešifrovanje (autor, vreme, oblast i dr.) istorija matematike i dalje ostavlja otvorenim pitanjem.[28]

Problem dešifrovanja numeričkog algoritma postavili smo na principu analogije izmedju obrade eksperimentalno snimljenih podataka jednog fizičkog procesa i istorijskih numeričkih podataka. U oba slučaja dešifrovanje se svodi na identifikaciju skupa parametara reprezentujućeg matematičkog modela.[29]

Kako će nam ovaj slučaj dešifrovanja, poznat u numeričkoj matematici, biti potreban kod Petrovićeve primene matematičkih modela, to ga ovde u kraćem obliku izlažemo.

Neka medju uredjenim dvojkama $e_i=(x_i, y_i)$, $i=1,2,3,\dots,k$ istorijskih podataka postoji neka zavisnost u obliku grafika

$$\Gamma_f = \{ (x, y = fx) \mid x \in D \wedge y \in V \} , \tag{25}$$

[28] Diskusija poznatog istoričara nauka Rene Tatona posle našeg izlaganja primene računara u istoriji nauka (2. medjunarodno savjetovanje za historijsku metrologiju, Rijeka, 19-21. IX 1973. -v. belešku br. 23) potpuno je prihvatila naš stav u dešifrovanju istorijskih objekata i dala nam nove sugestije za dalja istraživanja.

[29] O obradi rezultata merenja videti P. Bingulac: Computer program for fitting experimental data, Mat. vesnik, 22(1970), 289-299, kao i naš rad D. Trifunović: Application of the Crawford Bomb in the Experimental Technique, Ordnance Factory Bhandara, March 1975, 35-49.

čiji analitički oblik (10), tj. $y = fx$ ne poznajemo. Ako ovom grafiku $\Gamma_f \subset S \times S$ pridodamo matematički model

$$(26) \qquad y' = f'(x', A),$$

gde je

$$(27) \qquad A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_\ell\},$$

konačan skup modelujućih parametara a_i, tada problem dešifrovanja izvornog postupka $f : x \to y$ svodimo na problem identifikacije parametara (27) u matematičkom modelu (26). Postupak obuhvata odredjivanje optimalnih vrednosti parametara iz A, pri čemu će se vrednosti koje daje matematički model $f'(x', A)$ u poznatim tačkama x_i najbolje približiti istorijskim podacima $y_i = f(x_i)$.

Kao kriterijum tačnosti izmedju rešenja koje daje matematički model (26) i istorijskih podataka (24), može se uzeti neka od pozitivno semidefinitnih formi $\Phi = \Phi(\varepsilon)$, gde je ε greška, odnosno odstupanje matematičkog modela (26) od istorijskih podataka (15) u tačkama $x = x_i$

$$(28) \qquad \varepsilon = f'(x_i, A) - f(x_i), \qquad \varepsilon = \varepsilon(x_i, A).$$

Odredjivanje modelujućih parametara iz A obično se u praksi svodi na Ležandr-Gausov postupak metode najmanjih kvadrata

$$(29) \qquad \Phi = \sum_i \varepsilon_i^2 = \sum_i (f' - f)^2 = \min,$$

pri čemu je uvek moguće sistem normalnih jednačina

$$(30) \qquad \frac{\partial \Phi}{\partial a_i} = 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots,$$

dovesti na linearni oblik.

Navedimo jedan primer. U mnoštvu rukopisa Mihaila Petrovića naišli smo na numeričke vrednosti

$$e_1 = (35;\ 5,28) \qquad e_5 = (70;\ 8,54)$$
$$e_2 = (40;\ 5,47) \qquad e_6 = (80;\ 9,22)$$
$$e_3 = (50;\ 6,67) \qquad e_7 = (90;\ 9,75)$$
$$e_4 = (60;\ 7,75) \qquad e_8 = (100;10,31)$$

nepoznatog porekla u smislu vremena njihovog nastanka, oblasti kojoj pripada i izvornog postupka $f : x \rightarrow y$.[30] Primenom izloženog postupka za sve podatke dobili smo matematički model

$$(31) \qquad f' : x \rightarrow a_1 x^{a_2} ,$$

gde modelujući parametri imaju vrednosti $a_1 = 0,479$ i $a_2 = 0,672$. Na ovaj način, sa greškom

$$\sum_i \varepsilon_i < 3 \cdot 10^{-3} \quad , \quad \sum_i \varepsilon_i^2 < 2,5 \cdot 10^{-2} ,$$

dešifrovali smo jedan od mogućih numeričkih algoritama (31) preko kojeg je Petrović dobio navedene numeričke vrednosti e_i. U tablici br. 3 prikazane su izvorne vrednosti i vrednosti dobijene matematičkim modelom (31) pri čemu modelujući parametri $A = \{a_1, a_2\}$ imaju napred navedene vrednosti.

Izloženo dešifrovanje unutrašnje strukture objekta S Ležandr-Gausovom metodom najmanjih kvadrata moglo se sprovesti i nekom drugom metodom aproksimacija što suštinu problema ne bi izmenilo. Ono što ostaje otvoreno, to je jedino izvodljivo dešifrovanje numeričkog algoritma koji je po prirodi modelovanja izomorfan sa drugim numeričkim algoritmima koji dovode do jednakih izlaznih vrednosti y_i'.

30 Zaostavština, sv. 17.

e	x	y	y´
e_1	35	5,28	5,23
e_2	40	5,47	5,72
e_3	50	6,67	6,64
e_4	60	7,75	7,51
e_5	70	8,54	8,33
e_6	80	9,22	9,11
e_7	90	9,75	9,86
e_8	100	10,31	10,59

Tablica br.3.- Pregled izvornih vrednosti (y) i vrednosti dobijene matematičkim modelovanjem

*

Ostala načela istorije nauka koja čine sastavni deo njene metodologije i koja smo naveli u odeljku 1.1., ovde ne izlažemo odvojeno kao što smo to učinili sa načelom verifikacije istorijskog objekta. U toku rada, kada naidje slučaj primene nekog načela

$$\mathcal{K} = \{ K_1, K_2, K_3, \ldots, K_s \},$$

tada ćemo i nešto detaljnije o njemu govoriti.

Poseban rad na proučavanju metodologije istorije nauka bio bi ne samo pionirski pothvat u istoriji nauka, već bi znatno doprineo da se istorijskoj analizi naučnih rezultata obezbedi naučni metod, specifičan i različit od metoda koje su zastupljene u samoj nauci iz koje je rezultat i od postupaka u opštoj istoriji.

2. MATEMATIČKE NAUKE DO POJAVE MATEMATIČKE FENOMENOLOGIJE

UVOD

Da bi se imao uvid u značaj pojave matematičke fenomenologije u prvim naučnim raspravama Mihaila Petrovića (zajedno sa diferencijalnim jednačinama), a time i upoznale vrednosti ovog prelomnog vremena u matematičkim naukama kod nas, neophodno je izložiti razvitak i stanje matematičkih nauka do pojave Mihaila Petrovića. Proučavanje rezultata ovog perioda nije uslovljeno samo zahtevima naše teme koja istražuje opštu i tehničku fenomenologiju sa stanovišta teorije modelovanja, već je ovo i evoluciono opravdano. Veoma su uočljiva dva potpuno različita naučna sveta u našoj matematici. Rezultati Mihaila Petrovića (od 1894. godine) našli su se na prelomu ovih zbivanja koji su i učinili da se iz jedne zaostale naučne sredine razviju prava naučna istraživanja koja su tridesetih godina ovog veka s pravom nazvana "Beogradska matematička škola".[1]

Proučavanje razvitka naše matematike do prvih Petrovićevih rezultata bilo je veoma otežano a i predstavlja-

---

1 Videti rad Matematički institut na Beogradskom univerzitetu - košnica naučnog rada, Beograd,1938. Utvrdili smo da je ovaj rad napisao sam Mihailo Petrović ("Letopis", 516). Videti tkdj rad D.S.Mitrinovića: Mihailo Petrović, Nauka i priroda, 7(1955), 277-284.

lo je odgovoran rad iz više razloga. Do sada nije uopšte pisano o matematici ovog perioda sa opštom analizom i aparatom koji zahteva istorija nauka. Dok je u svetu period koji je prethodio matematičkoj fenomenologiji Mihaila Petrovića detaljno proučen pri čemu su, na primer, život i delo Gausa, Monža, Ponselea, Košija, Abela, Dirihlea, Lobačevskog i drugih ispitani do krajnjih mogućnosti koje pruža istorija matematike, dotle je kod nas to vreme nauke ostalo neispitano.[2] Ovde, svakako, ima nekoliko izuzetaka koji su nam, donekle, i koristili pri obradi ovog perioda. Pre svega, rad dr Dragoslava S. Mitrinovića "Jedan pogled na razvoj matematike u Srbiji" uspeo je da na malom prostoru prikaže razvitak matematičkih nauka kod nas sa ocenom rezultata a zadržavajući se pri tome najviše na savremena kretanja u nauci (do 1963. godine).[3] Naglašavajući da "do sredine druge polovine 19. veka matematika se razvijala samo kao nastavni školski predmet čiji je program bio vrlo elementaran", profesor D.S.Mitrinović nam je potvrdio našu periodizaciju koju smo ovde prihvatili. Akademska beseda dr Miodraga Tomića "Udeo Srpske akademije nauka i umetnosti u razvoju matematičke nauke u Srbiji"

2 Konsultovane poznate istorije matematike N.Bourbaki: Elements d'histoire des mathématiques, Paris, 1960; H. Eves: An Introduction to the History of Mathematics, New York, 1964; itd. Matematika 19. veka dobro je obradjena i u radu Koste Stojanovića: Matematika XIX-og stoleća, Rasprave i članci iz nauke i filozofije, Beograd, 1922, 143-187.

znatno nam je koristila za neka tumačenja rezultata Dimitrija Nešića,[4] ponovno uvidjanje "da je osnova svakog naučnog rada savremena nastava", kao i stav u oceni rezultata Petrovićevih prethodnika koji glasi: "Ovi radovi (D.Nešića, Lj. Klerića, D.Stojanovića, P.Živkovića i dr.- pr. M.T.) danas su sadržani u opštijim rezultatima, ali svojevremeno oni su predstavljali ozbiljan prilog matematičkoj nauci iz naše sredine".[5]

Za razvoj primenjene matematike, specijalno onih proučavanja gde se geometrija sjedinjuje sa mehanikom (npr. radovi Ljubomira Klerića "Primena grafostatike na rešavanje geometrijskih zadataka",[6] "Primena grafodinamike na geometriju"[7] i dr.) akademik Tatomir P.Andjelić u radu "Mehanika u okviru Srpske akademije nauka" izložio je hronološki razvitak sa analizom rezultata, od prvih napisanih radova pa sve do novijeg vremena.[8] Primetimo da je u pojedinim

---

3 Matematička biblioteka 2o(1963),77-82. U ovoj svesci objavljeni su i radovi J.Ulčar:Matematičke nauke u Makedoniji,97-99; M.Bajraktarević: Pregled razvoja matematike u Bosni i Hercegovini,1o1-1o5; Dj.Kurepa: Razvoj matematike u Hrvatskoj,83-95.

4 Spomenica u čast novoizabranih članova Srpske akademije nauka i umetnosti, SANU, Posebna izdanja CCCLXXVII, Spomenica, 26(1964), 227-234.

5 M.Tomić: navedeno, str. 229.

6 Glasnik SUD, XLI (1875),317-326.

7 Glasnik SUD, XLV (1877),174-2oo.

8 Glas CCXXXIX, 36(1974),189-245.

periodima primenjene matematike kod nas bilo veoma teško odvojiti matematiku od mehanike. Dvojnost naučnog rada u mehanici i matematici je opšte poznata i ona je trajala sve do četrdesetih godina ovoga veka. "Istorijati naučnih disciplina racionalne mehanike, matematičke fizike i nebeske mehanike - piše profesor T.P.Andjelić, na našem univerzitetu najvećim delom su, u poslednjih sto godina, usko medjusobno povezani. Stoga ih i saopštavamo kao celinu i to tim pre što su ove tri nauke dugo godina sačinjavale jednu katedru primenjene matematike".[9]

U stvari, u nešto docnijem razvoju mehanike, otprilike u doba kada je Lagranž uveo i primenio analizu, odnos matematike i mehanike čini klasifikacioni analogon, jer su ove dve nauke slične po karakteru i strukturi svojih metoda, a različite po predmetu.[10]

Naglašavajući da je matematička analiza proizišla iz mehanike E. Pikar je u "La science moderne" pisao:"Poreklo pojma izvoda leži u neodredjenom osećanju koje imamo o mobilnosti stvari u većoj ili manjoj brzini sa kojom se odigravaju fenomeni; reči fluentes i fluxions dovoljno jasno markiraju ovo poreklo". Pa dalje: "U radovima Hajgensa i Njutna nemoguće je odvojiti mehaničara i fizičara

---

9 Katedra za mehaniku, Sto godina Filozofskog fakulteta, Beograd,1963,507-518. Prema pogovoru ove knjige utvrdili smo da je ovaj rad napisao akademik T.P.Andjelić.

10 O klasifikaciji nauka konsultovana je knjiga B.M.Bukanovskij: Principy i osnovnye čerty klassifikacii sovremenogo estestvoznanija, Perm, 1960.

od matematičara; takvi su bili i veliki umetnici renesansa, istovremeno slikari, arhitekte i skulptori".

U Spomenici Filozofskog fakulteta (Beograd) izložen je stogodišnji razvitak katedri za matematiku[11] i mehaniku.[12] I pored toga što ovi prikazi nisu pisani na osnovu direktnih izvora i istorijske gradje, tekstovi profesora Tadije Ž.Pejovića i Tatomira P.Andjelića doveli su nas do nekoliko važnih mesta za ocenu perioda.

Habilitacioni rad profesora Blatona Dimića "Nastava matematike u Srbiji do 1863. godine" (Skopje, str. 63)[13] kao i doktorska disertacija Radoslava Ćurića "Razvitak nastave prirodnih nauka u srpskim srednjim školama Vojvodine",[14] izložili su mnoge pojedinosti razvitka nastave matematike u našoj zemlji.

Navedeni izvori kao i naša višegodišnja istraživanja koja ovde ne mogu biti izložena potpuno i detaljno zbog same obimnosti teme, sigurno će predstavljati osnovni materijal za sastavljanje istorije matematičkih nauka kod nas koja do danas još nije napisana. Za sadržaj naše teme sma-

---

11 Katedra za matematiku, Sto godina Filozofskog fakulteta, Beograd, 1963, 493-506. Prema dogovoru ove knjige utvrdili smo da je za ovaj rad podatke dao dr T.Ž.Pejović, profesor univerziteta.

12 T.P.Andjelić: navedeno, str. 507-518.

13 B.Dimić: Nastava matematike u Srbiji i u srpskim školama Vojvodine do 1863. godine (rukopis), Skopje, (1963), str. 63 (Biblioteka Matematičkog instituta u Beogradu).

14 Posebna izdanja Matice srpske, Novi Sad, 1964, str. 238.

trali smo da je dovoljno izložiti samo neposredan period pred pojavu matematičke fenomenologije, znači naučne prilike i rezultate druge polovine 19. veka u našoj sredini.

MATEMATIČKE NAUKE U NAUČNIM DRUŠTVIMA

DRUŠTVO SRPSKE SLOVESNOSTI

Od vremena kada je Dositej predlagao da našem narodu treba dati matematičke knjige (1789), pa do prve objavljene naučne rasprave[15] i više matematike[16], trebalo je da prodje nešto više od sedamdeset godina. Prosvetiteljski odnosi prožimali su našu nauku sve do sredine 19. veka. Orfelinov "Kalendar"[17], Vasilija Damjanovića "Aritmetika"[18], Atanasija Stojkovića "Fisika"[19] duži niz godina bila je osnovna prosvetiteljska literatura iz matematike i njene primene. U ovakvom nasledju, u sukobu i borbi oprečnih mišljenja o ulozi i značaju nauke, društvene prilike polovinom 19. veka stvorile su uslove za osnivanje naučnogg društva. Nivo razvijenosti školstva, opšte kulturne veze sa Evropom, a pre svega podobnosti oslobodjene zemlje direktno su otvorile put naučnoj organizovanosti.

U radu Društva srpske slovesnosti (1841-1864) mate-

[15] D.Stojanović: Šturmova teorema, Glasnik SUD, 25(1869), 1oo-176.

[16] E.Josimović: Načala više matematike, Beograd 1857.

[17] Z.Orfelin: Vječnij... kalendar, 1783.

[18] V.Damjanović: Novaja Serbskaja Aritmetika, V Mletkah 1767.

[19] A.Stojković: Fisika I-III, Budim 18o1-18o3.

matičke nauke nisu bile zasturljene.[20] Od osnivanja (17. novembar 1841), početka rada (27. maj 1842), pa do kraja rada 27. januar 1864, u Društvu (sednice i izdavačka delatnost) nije bilo uopšte reči o matematičkim naukama. U G l a s n i k u, časopisu Društva, koji je za nepune 23 godine izašao u 17 knjiga, nije objavljena nijedna rasprava iz matematike.

Ovakvo stanje, obično bi navelo istraživače na jednostavno prelaženje preko ovog perioda u proučavanju razvitka matematičkih nauka kod nas. Medjutim, istorija naukâ je obavezna da prouči i kritički obrazloži razloge ovakvom stanju. "Društvo srpske slovesnosti još nije dobilo

20 U Srbiji je bilo pokušaja stvaranja naučnog društva i pre 1841. godine. Naime, Dimitrije Tirol koji prelazi u Srbiju iz "susednog Austrijskog carstva", predlagao je 1833. godine da se osnuje U č e n o d r u š t v o (J. Skerlić). Pomenimo da je kod Srba postojala ideja o osnivanju jedne naučne ustanove još početkom 19. veka. Prema Skerliću, doznajemo da je 1805. godine u Karlovcima oko mitropolita Stevana Stratimirovića radio "K a r l o v a č k i k r u g" neka vrsta"privatnog učenog društva". Na sednicama "Kruga" čitane su rasprave iz filologije i istorije. O prisustvu matematičkih i mehaničkih nauka u radu "Kruga" nema pomena. Za potrebe izučavanja jezika i nacionalne istorije bilo je predloga za osnivanje naučnih društava. U 1817. godini Vuk je "predlagao da se priredi jedan sastanak učenih Srba na kome će se rešiti pitanje o književnom jeziku i pravopisu". Nešto docnije, Lukijan Mušicki namerava da osnuje "Srbskoje jaziko-ispitatelnoje sodružestvo" itd.

21 A. Belić: [Spomenica Akademije], Beograd 1936-1941, str. 412.

svoje prave istorije"[21] te je ovaj pothvat za oblast matematičkih nauka vrlo odgovoran.[22]

Neosporan je bio uticaj nastave na Liceju u razvoju nauke u Društvu srpske slovesnosti. Jovan Skerlić piše "da je Društvo bilo više jedna prosvetno-profesorska komisija no učeno telo".

Medjutim, u oblasti matematike i mehanike,[23] spona, u bilo kom vidu, Licej-Društvo, nije mogla ni postojati, jer se predmet mehanika na Liceju javlja tek 1853. godine i to fakultativno a matematika se predaje samo u elementarnom obliku.

Profesori matematike i mehanike, članovi Društva: Kosta Branković, Simeon Prica, Djordje Mušicki, Vuk Marinković, Atanasije Nikolić, Filip Hristović, Emilijan Josimović, ne pokreću nikakvu delatnost u okviru svog predmeta. Na primer, matematičar i mehaničar Emilijan Josimović, profesor Liceja i Artiljerijske škole, ugledan član Društva od 1847. godine, jednostavno prisustvuje sednicama Društva, sluša rasprave o književnom jeziku i nacionalnoj istoriji bez ijednog pokušaja da bilo šta pokrene na polju svoje nauke. Isti je slučaj i sa drugim mehaničarima i matematičarima. Ako se prati njihova delatnost van Društva, tada se nedvosmisleno uvidja da su oni imali šta da rade u Društvu

---

22 O Društvu srpske slovesnosti pored A.Belića pisao je i B. Miljković: Društvo srpske slovesnosti od 1841-1864 god., Knjige Matice srpske, br.46, Novi Sad 1914, str.18-81.

23 U Društvu srpske slovesnosti paralelno pratimo mehaniku i matematiku.

objavljivajući rasprave u Glasniku kao originalne priloge. Uostalom, Statut Društva dozvoljavao je ovu delatnost: "Rasprostranjavanje nauka u narodu - sviju uobšte nauka, sredstvom: 1) Odlomaka i 2) Rasprava iz sviju nauka i hudožestva čistim Srbskim jezikom napisani, koje imaju u vidu duševno izobraženije ili veštestvenu polzu Naroda Srbskog".[24]

Matematičari - mehaničari članovi Društva nisu se koristili ni saradnjom sa inostranim naučnim centrima. Medjunarodne veze Društva srpske slovesnosti bile su omogućene pre svega prisustvom "ugarskih Srba" koji su se na Zapadu školovali. Docnije, i državni pitomci, koji su iz Srbije posle završenog Liceja sa dugoročnom stipendijom (4-5 godina) boravili po većim evropskim centrima, pridoneli su u stvaranju povoljnih uslova saradnje sa stranim akademijama nauka i učenim društvima. Pored rečenog, Društvo je na principu razmene sa Glasnikom dobijalo strane naučne časopise i knjige. Bilo je takodje i direktnih poklona. Prema godišnjim izveštajima o radu Društva saznajemo da je Društvo redovno dobijalo časopise i registre za prirodno-matematičke nauke Carske akademije iz Beča. Bile su takodje prisne veze sa učenim društvima Rusije, a pristizale su i najnovije knjige, kao algebra sa Kazanskog univerziteta, itd.[25]

---

24 K. Branković: Predmet za Glasnik Društva Srbske Slovesnosti, Glasnik DSS, 1(1847), 1-4.

25 Algebraičeskij analiz' - Teorija čislenyh uravnenij, Kazan', 1860.

Ovakvim uslovima možda su se koristili članovi Društva za nastavu na Liceju. Medjutim, u delatnost Društva ove medjunarodne veze na polju prirodno-matematičkih nauka ostale su, kao što je rečeno, potpuno zanemarene.

Pored navedenih razloga i samog zahteva sredine za razvitak naučnog rada u Društvu u okviru jezika, književnosti i istorije, mi ćemo ovde izložiti još jednu karakteristiku naših naučnika matematičara i mehaničara tog vremena, koja je znatno štetila u radu na polju matematičkih i mehaničkih nauka u Društvu srpske slovesnosti. To je u n i v e r z a l n o s t; ne univerzalnost u smislu širine znanja u okviru naučnih disciplina. Naprotiv. O vde je reč o jednoj drugoj, gotovo renesansnoj univerzalnosti - o poznavanju opštih tema koje su potpuno izvan konteksta osnovne nauke. To je doba, kada je ličnom lekaru kneza, Djordju Mušickom bilo svejedno, da li će predavati hemiju, fiziku (mahaniku) i tehnologiju ili će da se"bavi lečenjem ljudi"; Janko Šafarik od profesora fizike (mehanike) postaje ugledan naučnik istorije; Emilijan Josimović je matematičar, mehaničar, arhitetkta i geodeta. Naš prvi matematičar Atanasije Nikolić raspravlja o natpisu u manastiru Sv. Stefana i Jevandjelju koje se nalazi u crkvi a došlo je iz Hilendara;[26] Ili, Nikolić poredi reči u srpskom jeziku u Srbiji sa onima koje je čuo u Vojvodini;[27] Nikolić učestvuje u sakupljanju starina i bogaćenju zbirki Društva.

26 A.Nikolić: Prilog k Srbskim drevnostima, Glasnik DSS, 1 (1847), 184-186.

On poklanja Društvu snimak natpisa nadjenog na jednom rimskom kamenu u Gurgovcu, kao i hrisovulje srpskog kralja Stefana Uroša.[28] Nikolić piše drame, osniva pozorište na Djumruku i na kraju odlazi za šefa policije grada Beograda.

Sve do pojave prvih mehaničara i matematičara na početku ovog veka, naša nauka je imala ljude čudne univerzalnosti, koja je za razvitak nauke bila kobna i možda presudna.

U maloj, nerazvijenoj sredini možda su i bili prinudjeni da "svaštare". To je vreme kada je zemlja imala samo jednog inženjera, u Liceju je bio 41 student, a u Bogosloviji 1o4 slušaoca. Da bi se imao što bolji uvid u vreme osnivanja i prve decenije rada Društva, ovde navodimo i druge statističke podatke. Prema Marinkoviću,[29] 1844. godine u Kneževini Srbiji bilo je 185 učenika gimnazije, 6o učenika polugimnazije, 12 učenika trgovačke škole. Osnovnih škola je bilo 16o sa ukupno 5452 učenika. U to vreme Srbija je imala 95o.ooo stanovnika; Beograd je imao 1o.174 stanovnika Srba, 1278 Turaka i 1273 drugih naroda.[30]

---

[27] A. Nikolić: Prilog k Srbskoj narječnici, Glasnik DSS, 1(1847), 17-21.

[28] Zapisnici, Glasnik DSS, 6(1854), str. 342.

[29] J. Marinković: Stanje javnog nastavlenija u Knežestvu Serbii, Glasnik DSS, 1(1847), 2o1-2o5.

[30] J. Gavrilović: Prilog za geografiju i statistiku Srbije, Glasnik DSS, 3(1851), 186-19o.

*

Ranije smo naveli da u publikacijama Društva nije objavljena nijedna rasprava iz matematike i mehanike. Medjutim, u dva navrata Glasnik je objavio izvesne tekstove u smislu filozofskih kategorija i o "činiocima industrije i civilizacije".[31] Ovi tekstovi nisu prave matematičke rasprave. Njihova terminologija, naivnost u objašnjavanju matematičkih i mehaničkih (prirodnih) pojava, skoro dečačka uznemirenost pred egzaktnim naukama, kao i interpretacija Hegelovog shvatanja mehanike, pružaju sliku jednog našeg vremena koje se u matematičkim i mehaničkim naukama ne može da pohvali bilo kakvim rezultatima. Ti "ugarski Srbi" koji su sedeli u Društvu i mahom rešavali institucionalna pitanja, školovani u većim evropskim centrima, mogli su jedino "geteovskim strahom od matematike" da se dive tim, za ono vreme, neosvojenim naukama.[32]

Lektira poslenika na polju matematike i mehanike, iz koje su proizašli mnogi iskazi u navedenim člancima na stranicama Glasnika, pokazuje da do naše sredine nije uvek dopiralo ono najvrednije i najrelevantnije u tadašnjoj nauci. Zatvorenost sredine dovodilo je do verovatno, slučaj-

---

31 D.Matić: U kakvoj svezi stoje medju sobom pojedine nauke i kako jedna iz druge ističe. Šta čini industrija i civilizacija, Glasnik DSS, 15(1862), 249-258; A. Vasiljević: Kratki pregled Hegelove filozofije, Glasnik DSS, 17(1863), 1-182. O ovome pogledati i akademsku besedu T.P.Andjelića: Glas SCC, 40(1976), 39-49.

32 F.Auerbah: Strah od matematike i kako da ga savladamo, Beograd 1926, str. 52 (prevod dr I.Arnovljević).

nog izbora štiva koje je često bilo osrednje i iz druge ruke ("posrbljavanje"). Matićevo metafizičko razmišljanje o broju koji "neposredno proizlazi iz uma", koji je "ideal količine", nije moglo biti samosvojno i originalno. Čak, čitav Matićev rad inspirisan je tudjim. No, u sredini u kojoj je nastala i ova parafraza, imala je svog značaja. Ako su ideje preuzete (verujemo da jesu) iskreno oduševljenje čovekovim umom i bezrezervna egzaltacija napretkom nauke, kao i literarne pretenzije postignutog stila, verujemo da su lični, svojstveni samom Dimitriju Matiću.[33]

Objašnjavajući uzajamnu vezu nauka, Matić piše: "Što je koji narod napredniji, naprednije su kod njega i veštine i nauke...

U umnom napredovanju prvo se opaža M a t e m a t i k a, nauka brojeva.

Neposredno proizlazeći iz uma, broj je isto onako nepogrešan kao što je i um. On je, tako reći, sam um, radeći o idei količine. Broj ne zna za sumnju i za neizvesnost. Od prvog trenutka on je ono što će biti doveka. Nosi dakle u sebi značaj nemenjanja i potrebe.

Od matematike civilizacija ide g e o m e t r i j i ili nauci o prostoru.

Geometrija je, kao i računica (aritmetika), red umnosti po sobstvenim zakonima i podacima. Ona dakle po svojoj prirodi ide takodje istini. Geometrija idei b r o j a pridodaje ideu p r o s t o r a".[34]

---

[33]Konsultovano Dimitrije Matić: Djački dnevnik (1845-1848), Beograd 1974, str.126 (sa pregovorom dr.Lj.D.Jakšića).

[34]D.Matić: Glasnik DSS, 15(1862), str. 249.

Ovaj Matićev rad pisan poslednjih godina rada Društva srpske slovesnosti (1862) ocenili su članovi Društva Milovan Janković, Panta Srećković i Alimpije Vasiljević. "Delce ovo - pišu referenti, važno je po predmetu svome, jer pokazuje kako su se nauke postepeno razvijale saobrazno razvitku samih sposobnosti duha čovečijeg i u kakvoj živoj svezi stoje medju sobom sve pojedine nauke; važno je ono naročito za našu književnost, u kojoj nema dosad ni jednog dela toga reda. Posle toga, ono je izloženo tako prosto i jasno da je postalo pristupno i većem krugu publike. S toga mi smo mišljenja, da se ovo delce, i ako je kratko, štampa u organu Društva Srbske slovesnosti".[35]

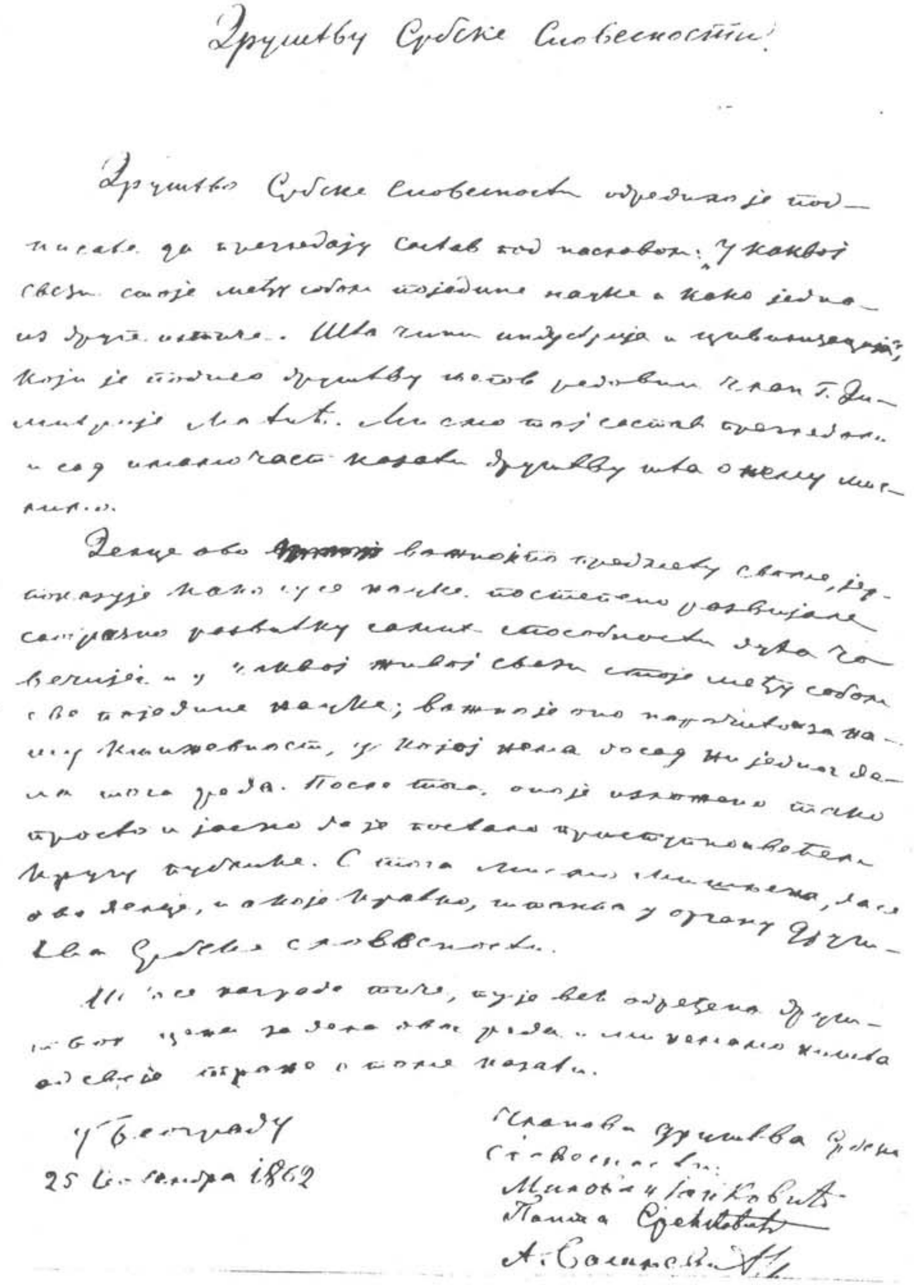
Ovakvi tekstovi mogu nam poslužiti samo kao primeri slabog posrbljavanja,[36] gde se naivno i sa veoma grubim pogreškama izlažu osnove nauke. I pored autoriteta kojeg su u 19. veku stekli Dimitrije Matić i Alimpije Vasiljević, oni su činili neminovne greške. Matićev tekst ne samo što je netačan i klasifikaciono, i metodološki, i hronološki, već je i sadržajno.[37]

---

35 ASANU, Fond DSS, 1862, 17.

36 Matić je u ovom slučaju posrbio tekstove poznatog francuskog pisca i državnika Evgenija Peltana (1813-1884).

37 Primetimo da se matematika kao naziv za jednu nauku javlja prvi put tek sredinom srednjeg veka (u grčkim i arapskim tekstovima ne pominje se reč matematika).


Друштву Србске Словесности!

Друштво Србске Словесности одредило је потписате да прегледају састав под насловом: „У каквој свези стоје међу собом поједине науке и како једна из друге истичу. Шта чини индукција и цивилизација", који је поднео друштву њихов редовни члан Г. Димитрије Матић. Ми смо тај састав прегледали и сад имамо част казати друштву шта о њему мислимо.

Дело ово ~~[illegible]~~ важношћу предмета свога, јер показује како све науке, постепено развијајући сагласно развитку самих способности духа човечијег, и у каквој тесној свези стоје међу собом све поједине науке; важно је оно нарочито за нашу књижевност, у којој нема досад ни једног дела тога рода. После тога, оно је изложено тако просто и јасно да је свакоме приступачно без велике трудње. С тога ми смо мишљења, да се ово дело, као врло корисно, штампа у органу Друштва Србске словесности.

Што се награде тиче, која је већ одређена Друштвом цена за један табак рада, ми остављамо [illegible] право о томе казати.

У Београду
25 Октобра 1862

Чланови Друштва Србске Словесности:
Милован Јанковић
Панта Срећковић
А. Сандић

Sl. 3. - Autograf referata o Matićevom radu

Radi praćenja pojava i u razvitku primenjene matematike kod nas, ovde ćemo doneti Matićevo izlaganje o mehanici, gde se može na sličan način uočiti postupak u izlaganju.

*

Od prostora, Matić nastavlja da objasni pojavu dinamike i ostale disciplinе u mehanici. "U gvoždju i orudju od gvoždja i gvoždjem načinjeno - piše D. Matić, čovek ima surovo telo mehanike, ako se može tako reći, ali još nema one moći koja p o k r e ć e. Da bi dao života tom telu, treba da mu pridoda svoju sobstvenu snagu, ili snagu mišce one životinje koju on po svom razumu podvrgava svojoj službi. Ima mlinu, treba je okretati. Ima ladju, treba da je trudno veslom pokreće. Uradi malo, a s velikom mukom. Jedva je kadar da olakša svom usiljavanju uklanjajući s puta ono što mu smeta, usavršavajući d i n a m i k u, služeći se umesto saonica kolima i izmišljavajući arhimedovu ćuskiju. Ali ma da je i toliko unapred pošao, opet čovek ostaje svemu cigli pokretač. Samo svojom mukom i trudom daje života orudju; a snaga čoveka, kao i svake životinje ograničena je i izmerena samom prirodom. Da se proizvede stoguba radnja, civilicacija morala je dakle takodje iznaći stogubu snagu. Ona savlada moć kretanja, vidjenu na planeti, i to bude duša radinosti. Ona iznadje dinamiku, koja stoji prema prostoj mekaniki onako kao kakvo vešto pokretalo prema prostom orudju.

Dinamika je proizvod kretanja, micanja, uredjena umnošću čoveka prema njegovoj potrebi. Ona se s početka ugledala na kretanje u težaju vode. Ona pokazuje da teret (pad) vode pokreće točak vodenice. Ko tokom i padom vode biva najmaterijalnije pokretanje, najstrožije ograničeno na uslov prostora. Vode nema svuda, nego ovde ili onde, kako je položaj mesta. Takim načinom pokreće se samo ona mašina koja se naodi pored kakve vode, a inače bi morala stajati bez kretanja.

Onda potraži čovek drugo pokretalo, opet opako koje se nalazi u prirodi. On pozove u pomoć duvanje atmosfere. Ubira snagu vetra kako bi mogao prostor prelaziti. Probija kroz talase, nošen kao kakvim čudom. Ovaj nov sotrudnik, upotrebljen po svom opredeljenju, pokazuje napredak prema toku vode. On radi više na prostor.

No vetar je nepostojan radnik; koji bude pa i prodje. On ne može pokretati ladju postojano i neprestano. Mudrac traži dakle snagu, koja je tačnija i njemu poslušnija, i koju on poziva i savladjuje kako hoće. Tu snagu naodi on u bezkranom protezanju gasa koji se toplotom rasprostire.

A jednog dana u našem stoleću, dana najvećeg u istoriji jedan umnik zatvori paru u kazan i od tog doba čoveku je u vlasti ova duša kretanja.

On ima u svako doba, na svakom mestu ovu novu radenicu, koja je neumorna, nepotrošna, koja pretstavlja skupljenu snagu više naroda, koja drobi gvoždje i svaki metal, tka platno, testeriše drvo, koja neizkazanom brzinom odlazi i dolazi, tera ladje iz jedne reke u drugu, iz jednog mora u drugo, i putnike koji suvim idu, časkom prevozi iz jedne zemlje u drugu, s jedne granice na drugu.

Para je mobilnija od vatre jer je složenija te jače pokreće.

Mekanika ide dakle bez prestanka unapred kao i nauka, kao i civilizacija".[38]

U drugom redu objavljenom u Glasniku Društva Alimpije Vasiljević prikazujući Hegelovu filozofiju izlaže i deo koji se odnosi na mehaniku.[39] Iz istih razloga kao i kod Matićevog rada ovde donosimo deo Vasiljevićevog teksta bez komentara. "Mehanika razmatra prirodu, kao ostvarenu ideju u najvećoj spoljnosti, u vidu mehanizma. Mehanika ima tri stepena: a) Najpre ona smatra mehaničku prirodu po njenoj kolikoći, ali ne kao stvarno, materijalno biće, već kao idealnu spoljnost, koja tek što je izašla iz čiste ideje, pa još nosi karakter idejalni. To je tako reći, matematična priroda. Kod nje je i neprekidnost, nerazdeljivost, što je svojstveno ideji i složenost ili razlaganje, što je svojstveno prirodi. Ta strana prirode jeste prostor; to je sama ideja u slici neposrednog bića; jer prostor je istovetnost u samoj istovetnosti, koja nepostoji u misli, već u samom svetu. U prostoru svaka opredeljena točka "ovde" i odvojena je od ostalih točki i istovetna je s njima. Razdeljivost tački u čistom prostoru jeste ujedno i njihova neprekidnost (jedinstvo).

38 D.Matić: navedeno, str. 251-252.

39 A.Vasiljević:Kratki pregled Hegelove filozofije, Glasnik DSS,17(1863),1-182. O Alimpiju Vasiljeviću konsultovana knjiga M.V.Popović: Filosofski i naučni rad Alimpija Vasiljevića, Matica srpska, Novi Sad 1972, str. 14o.

Razdeljivost prostora jeste, takoreći, sporedno svojstvo, jer u prostoru nadvladjuje neprekidnost (jedinstvo). Ove ili one t o č k e i nema u prostoru: te točke daje prostoru vreme. No i vreme, koje postavlja te t o č k e (punkte), samo ih uništava, potome što u vremenu te točke ne postoje mirno jedna pokraj druge, već se postepeno slivaju jedna u drugu.

b) K r e t a n j e. Kad se ujedini prostor i vreme onda biva kretanje, ...".

✸

Prvi matematičar na Kneževom liceju i prvi sekretar Društva srpske slovesnosti Atanasije Nikolić otvoreno piše protiv naučnog rada u matematici.[40] Opterećen uverenjem o zaostalosti našeg naroda i idejom da je mladog čoveka nepotrebno uvoditi u nauku, Nikolić je pobornik prosvetiteljstva. Slično našim prosvetiteljima iz 18. i početkom 19. veka (Orfelin, Vasilije, Dositej i Atanasije Stojković) koji su se borili protiv sujeverja i zabluda izlažući najelementarnije stvari matematike i mehanike,[41] - Atanasije Nikolić sredinom 19. veka u Društvu srpske slovesnosti pro - klamuje prosvetiteljstvo u najgrubljem vidu, odbacujući

[40] A.Nikolić: Slavno Družstvo Srbske Slovesnosti, Glasnik DSS, 3(1851), 30-40.

[41] D.Trifunović: Problemi istorije nauka kod nas, I deo Mehaničke nauke, Beograd 1974, str. 138 (rukopis).

bilo kakav naučni rad. Obuzet mišlju da prvo treba stvoriti i dati narodu "tehničeski rečnik" Nikolić doslovno piše: "Ako se ovo u razsuždenije uzme, ja se nadam, da će Družtvo Srbske Slovesnosti priznati da za sada jošt ne može doći red ni na Filosofičeskij ni na Matematičeskij ni na Pravoslavnij niti na drugij koji odsek visoki nauka dok se tehničeskij rečnik ne načini. A medju tim ja sam uveren da će mi savet DSS odobriti, da će ono čovečestvu i otečestvu i narodu svome najveću polzu prineti, ako se ono postara na masu naroda dejstvovati da u ovome najnuždnije nauke i polezna znanja rasprostrani".

Nešto docnije, Nikolić otvoreno poziva na širenje naučnih znanja, bez rada u nauci, bez ličnog stvaralaštva. U ovim teškim danima za egzaktne nauke kod nas, nekako u grču, svi pozvani učeni ljudi, bili su pod utiskom da egzaktne nauke i filozofiju ne treba negovati i u njima stvarati. Obuzeti nacionalnim ponosom oslobodjene zemlje, zaštitom svih nacionalnih tekovina,[42] u borbi za i protiv Vukovog pravopisa, u matematici i mehanici ostavili su pečat neumeća, nezrelosti, što će teškom mukom nešto docnije ispravljati Dimitrije Nešić, Ljubomir Klerić, dok će se tek Mihailo Petrović krajem 19. veka potpuno otisnuti u svet prave nauke.

Nikolićev poziv na dalje prosvetiljstvo glasi: "Ja

---

[42] U Družtvu srpske slovesnosti najviše se radilo na proučavanju jezika, književnosti, istorije i zaštiti svih kulturnih tekovina.

se usudjujem javno potvrditi da će društvo ove nauke u narodu razprostranjavajući veće usluge svome rodu i otečestvu učiniti nego da ma kakve i najuzvišenije Matematike i Filosofije i njima podobne nauke izda; jer će onda na massu naroda dejstvovati, a ovde na jednu časticu učevnika. Ko oće li koji od členova Družtva pored prednavedeni predmeta i na visokim naukama raditi, da mu je prosto".[43]

Ovakvo plansko sprečavanje rada u nauci, sputavanje mladosti da se domogne naučnih rezultata koji su u evropskim centrima bili u punom jeku (matematičke škole Berlina, Pariza, Jene, Petrograda i dr.) veoma je prisutno u proučavanju razvitka naše nauke 19. veka. Ova karakteristika javlja se skoro kod svih nosilaca kulturnog i naučnog života i neophodna je jedna obuhvatnija studija koja će svakako još sigurnije potvrditi našu tvrdnju da su matematika i mehanika sredinom 19. veka, sve do pojave Dimitrija Nešića, bile na pogrešnom putu u svom razvitku. Da je ovo bila i opštija pojava, najbolje svedoče i reči Svetozara Markovića koji poput Atanasija Nikolića odbacuje potrebu za stvaralačkim, originalnim radom u nauci. U "Srbiji na Istoku" kada analizira podelu rada u razvijenim zemljama i u sredinama koje su tek stvorile ili tek stvaraju osnovne uslove za naučni život i opštu civilizaciju, Marković veli: "U slovenskom društvu, do duše nije izvedena podela rada, već je ostala u samom začetku. Ali n a m a d a n a s n i j e p o t r e b n o d a p r o n a l a z i m o[44] ni parnu mašinu, ni železnicu, ni telegraf, niti

---

[43] A. Nikolić: navedeno, str. 36.

veliki Njutonov ili Darvinog zakon, niti načela o društvenom uredjenju, niti bezbrojne druge naučne istine i tehničke primene njihove, jer je sve to - pronadjeno. Za to nama nije potrebno da prolazimo onaj mučni put podele rada do krajnjih granica, od koga danas sva Evropa želi da se oslobodi. Nama je potrebno samo da usavršimo naše društvene ustanove, da proučimo, izučimo i primenimo sva naučna otkrića što su već pronadjena,[45] pa da tako udesimo podelu i kombinaciju rada, kako je najkorisnije za razvitak i pojedinih ličnosti i celog društva. A to se očevidno mogaše najpotpunije postići, naučnim razvitkom naših narodnih ustanova".

Na pomenutom "tehničeskom rečniku" zadržaćemo se nešto više iz dva razloga. Prvo, kroz ovu veoma korisnu delatnost Društva srpske slovesnosti uvidja se pravo lice matematičara Atanasija Nikolića i drugo, što je rad na rečniku punih 2o godina bio prisutan u Društvu oko kojeg su se sva mišljenja, sukobi i odnosi prema nauci ispoljili.

"Kada je,u drugoj polovini jula 1844. godine, Društvo bilo obnovljeno, ono je taj posao produžilo, trudeći se naročito oko terminologije onih nauka koje se predaju u Srpskom liceumu".[46] Od ovog pothvata trebalo je u matematičkim i mehaničkim naukama očekivati prve rezultate na terminologiji. Nešto docnije, 1847. godine Popečiteljstvo pro-

---

44 Kurziv je naš.

45 Isto

46 A. Belić: navedeno, str. 18.

sveštenija daje nalog Društvu da se izradi tehnički rečnik ("tehničeske reči") koji je"iz usta naroda pokupio Janko Šafarik".[47] Poznata borba oko jezika u Društvu i van njega, sprečila je izradu i izdavanje ovog rečnika koji bi za terminologiju mehanike i matematike bio vrlo važna osnova za dalja usavršavanja.

Kao matematičar i "zemljomerac" po obrazovanju, Atanasije Nikolić aprila 1849. godine piše o svom tehničkom rečniku iznoseći kritiku Društva.

"Kako je težko pogoditi na Srbskom jeziku one razne termine tehničeske od vekova u stranim jezicima upotrebljavane. Profesori dakle potrebuju podpore i podpomaganje u vrevažnom krugu. Kad se jednom uvuče u jezik neko izraženje, ili nekij tehničeskij termin, težko (ga) je posle izterati i drugim zameniti. A da se ne bi to dogodilo, i da se ne bi visoke nauke neugodnim terminima napunile, našlo se za najshodnije da se ti termini u Družtvu i dogovorom opredeljuju. No da ne bi i Družtvo Srbstvu diktiralo, ustavom je opredeljeno da se rešenija Družtva u Novinama obnaroduju, kako bi i oni koi nisu članovi Družtva mnjenija svoja izjavljivati mogli te da bi tako i društvo polzujući se ovim, ako što reši, odobrenije, obšte dobilo. Ovo su uzroci bili postanija Družtva Srbske Slovesnosti. Družtvo je po potrebi sledstveno bilo, počem je u početku svome započelo i na tehničeskom rečniku, raditi, ali je brzo po jedinoj samo neosnovanoj primetbi sa pravoga puta

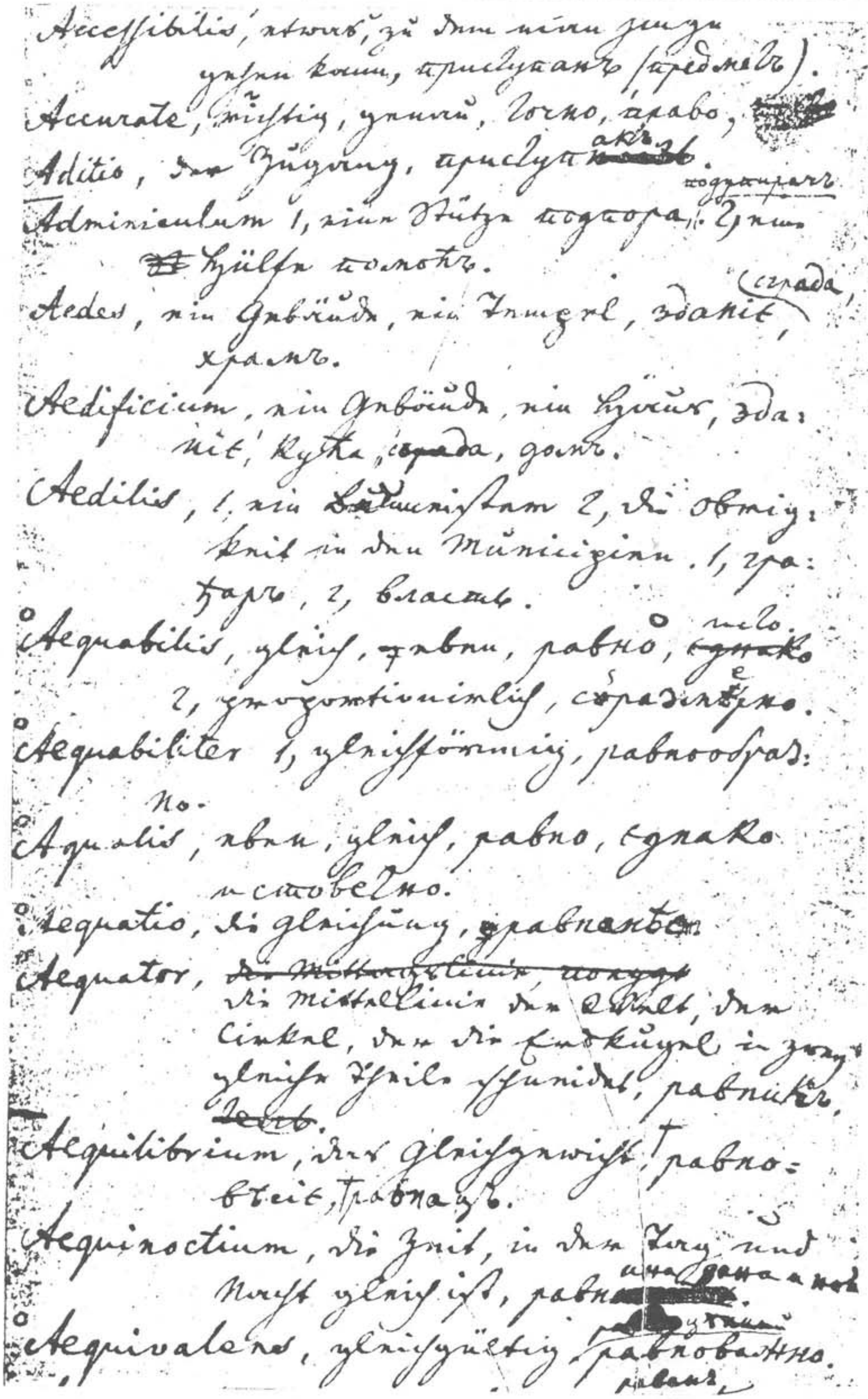
[47] Zapisnici, Glasnik DSS, 2(1849), 269-275.

predavati, tako udešena bude, kako će se ona moći po vremenu u Gimnaziji predavati. I ovo bi moj programm. Po ovim osnovama latim se posla, pri kome - istinu ispovedajući - u p o s r b l j a v a n j u t e r m i n a p r e t e r a m, d a s a m s e d o c n i j e l j u t o k a j a o.[53] Ja sam bio u tome kratkovid(ma da sam pod zatvoritelnom stavljao prava u matematici naimenovanja) što nisam na to mislio da će posle nemogućno biti mladiću na drugom jeziku tu nauku produžiti. Osobito sam i najviše u tome pogrešio što sam izgubio iz vida osnovno pravilo, da je za matematiku u svima jezicima usvojena latinska azbuka, kako bi formule matematične svima vaobšte poznate bile. Tako prolazi svki, koji sluša nestručne ljude".[54]

Na izradi "tehničkog rečnika" Nikolić je počeo sakupljanjem reči još u prvim godinama rada Društva. "Još u početku ove školske godine (1841/42 - p.p.M.T.) - pisao je A. Nikolić, dobijemo u Liceju kollegu J o v a n a S t e r i o P o p o v i ć a, za predavanje prava prirodnog. Sa ovim sam se mnogo družio i često razgovarao o našoj nevolji. Mi smo imali da predajemo nauke na srbskom jeziku i ujedno da stvaramo sami tehničke reči. I pri najboljoj volji i pri najuzvišenijoj sposobnosti daje se misliti da nećemo sve pogoditi lako da odgovara i svojstvu jezika i da se uvuku neki izrazi koji ne bi odgovarali svome značaju. O ovoj okolnosti često razmišljavajući i dogo-

[53] Kurziv je naš.

[54] Autobiografija, tabak 15.


Accessibilis, erreichbar, zu dem man gelangen kann, приступан (предмет).
Accurate, richtig, genau, точно, право,
Aditus, der Zugang, приступ.
Adminiculum 1, eine Stütze подпора; 2, eine Hülfe помоћ.
Aedes, ein Gebäude, ein Tempel, здание, (зграда), храм.
Aedificium, ein Gebäude, ein Bauwerk, здание, кућа, ~~зграда~~, домъ.
Aedilis, 1, ein Bauminister 2, die Obrigkeit in den Municipien. 1, градарь, 2, власть.
Aequabilis, gleich, eben, равно, ~~ѣднако~~ мало 2, gleichförmig, сразмѣрно.
Aequabiliter 1, gleichförmig, равнообразно.
Aequalis, eben, gleich, равно, ѣднако, сходно.
Aequatio, die Gleichung, равнанѣ.
Aequator, ~~der Mittagslinie, полудн~~ die Mittellinie der Erde, den Cirkel, der die Erdkugel in zwei gleiche Theile scheidet, равникъ.
Aequilibrium, das Gleichgewicht, равновесіе, равнанѣ.
Aequinoctium, die Zeit, in der Tag und Nacht gleich ist, равноденствіе.
Aequivalens, gleichgültig, равновалентно.

Sl.4. - Autograf Nikolićevog rukopisa iz 1842. godine za "Tehnički leksikon" varajući se dodjosmo na te misli, da od preke nužde bilo, da se svi professori sastanu, pa i drugi sposobni da se pozovu na skup, i u ovome da se obštim saglasijem sačinjava T e h n i č k i l e k s i k o n. Sve što se sačini da se u novinama obznani, kako bi i oni, koji nisu u društvu stvorene reči kritikovati i svoja mnenja o njima dati mogli. Mi smo bili skromni u tome i nismo hoteli da izidjemo sa naimenovanjem da je ovo društvo učeno - ma da mu je zadatak naučan - pa smo tražili skromnu firmu za ovo društvo. I ovo je bila tema našega čestoga razgovora".[55]

U gradji o Društvu srpske slovesnosti pronašli smo Nikolićeve sakupljene reči za "Tehnički leksikon" (slovo A)[56] sa približno 9o različitih termina iz matematike, mehanike i arhitekture. Ovaj p r v i pokušaj sistematskog rada na stručnoj terminologiji kod nas (1842. godina) interesantan je po mnogo čemu. Pre svega na izradi "slova A" učestvovao je Sterija Popović,[57] a pisan je po ugledu na Vukov rečnik.[58] Analiza "slova A" pokazala je odgovarajuće teškoće i neodlučnosti. Tako, za aritmetiku Nikolić uvodi reč računica pa je briše kako bi zadržao Vukov naziv čislenica; za aksiomu ne uvodi jednu reč već doslovno značenje "izrečenije koje dokazatelstva ne potrebuje"; itd.

---

55 Autobiografija, tabak 2o.

56 ASANU, Fond DSS, 1842, 14.

57 J.S.Popović: O srpskim rečima predelnim; i tamo dalje Glasnik DSS, 1(1847).

58 V.S.Karadžić: Srpski rječnik, U Beču 1818.

Dvadeset godina docnije, tačnije 17. maja 1863. u Društvu se pokreće ponovo rad na E n c i k l o p e d i j i n a u k a koja bi obuhvatila i naučnu terminologiju. U ovom predlogu Dimitrija Matića[59] kojeg je prihvatilo Društvo[60] i raspisalo "javni oglas za prikupljanje reči", predvidjene su matematika i mehanika kao posebne oblasti u enciklopediji nauka. Ne upuštajući se detaljno u ovaj predlog, primetimo da je odziv na izradu ove enciklopedije bio masovan, tako da smo registrovali i ovaj slučaj učitelja Save Grujića. Septembra 18, 1863. godine on piše Društvu: "Gospodine! Javljam Vam, da ću za Enciklopediju Društva Srbske Slovesnosti M a t e m a t i k u da napišem. Vaš počitatelj Sava Grujić".[61]

K ao što je poznato, sva nastojanja Društva na izradi rečnika, leksikona i enciklopedije propala su. Tek formiranjem Leksikografskog odbora otpočeće višedecenijski rad na Akademijinom rečniku.

Za jedno sveobuhvatno proučavanje razvitka nauke u Društvu srpske slovesnosti neophodno je uzeti u razmatranje i "Fiziku" Koste Brankovića koju je Društvo izdalo 185o. godine.[62] Fizička mehanika u ovoj knjizi potpuno potvrdjuje

---

59 ASANU, Fond DSS, 1863, 34.

60 ASANU, Fond DSS, 1863, 4o.

61 ASANU, Fond DSS, 1863, 57.

62 K.Branković: Prirodoslovje ili fizika, DSS, Beograd 185o, str. 62. O Brankoviću konsultovan rad M.Radević: "Kratki Životopis" Konstantina Brankovića, Istorijski časopis 18(1971), 383-39o.

naše iznete stavove o nauci u Društvu, a koje se svodi na tkz. "produženo prosvetiteljstvo". Svakako, ova knjižica iz fizike otkriva i Brankovićeve sposobnosti kao matematičara i mehaničara čije je znanje bilo na najelementarnijem nivou. Ne možemo potpuno još da odgonetnemo koji su sve razlozi doveli do toga da se protojereju Konstantinu Brankoviću u najvažnijim godinama stvaranja visokog školstva i naučnog društva, povere predavanja na Liceju iz matematike i fizike (mehanike) i pisanje ovakvih knjiga. Možda je jedini razlog u tome, što sredinom prošlog veka niko od učenih ljudi u Srbiju nije hteo da dodje. Kao primer za ovakvo stanje iznosimo slučaj "Zemunske kontumacije".

"Jer na tome sastanku (parlatoriji) ljudi iz Beograda došavši morali su se sa zvanicama iz Austrije razgovarati u daljini od svoji deset stopa, i to kroz česte letve, - različna roba morala se "čistiti" višednevnim, do 4o dana kadenjem, a sami novac, koji je iz Srbije dolazio, morao se najpre oprati u sirćetu pa tek posle predati kome treba".[63]

Iz objašnjenja pojedinih mehaničkih veličina i pojava jasno se ispoljavaju gore navedene crte Koste Brankovića. Da bi objasnio da svako kretanje ima pravac, u odeljku "Dvizanje (pokretanje) telesa" doslovno piše: "Kad ja napunim tanetom pušku, i izbacim je na kakvu belegu, to će ovo tane uzeti tamo p r a v a c najpravijim putom, i to s takvom b r z i n o m, da gotovo u jedan isti ma i

63 Glasnik SUD, 18(1865), 1-24.

puška pukne i tane u belegu udari. - Tako se pri svakom dviženiju neki p r a v a c i b r z i n a primjećava".[64] Za Njutnove zakone doslovno stoji: "Kad se pred našim nogama nalazi kakav veliki kamen, i mi ga gledimo na stranu odturiti, to ćemo mi tu naći protivostajanje, i moraćemo silu upotrebiti, da bi ga pobedili. Ovo prirodno protivostajanje telesa zove se njiova t r o m o s t."[65] Pa, dalje: "Po svojoj tromosti dotle je kakvo telo na miru, dokle ga kakva druga sila nepokrene; kad se pak jednom pokrenulo, to se ono dotle kreće, dokle ga druga kakva sila nezaustavi. Tane iz topa izbačeno jednako bi se (večno) kotrljalo ili letilo, kad ga nebi privlačenje k zemlji, trvenje o zemlju i protiv-ostojanje vazduha sve većma i većma zaustavljalo, dokle se najposle sva njegova dvižuća (pokrećuća) sila neizgubi".[66]

U poglavlju "O svetskim tjelima" (str.44-5o) Branković je izložio elemente nebeske mehanike i opšte astronomije.

Bilo kome da se Branković obraćao, ova fizika pokazuje se kao vrlo slaba knjiga sa vidnim i osetnim dokazima da pisac ovog dela nije imao ništa zajedničko sa fizičkim naukama onog doba. Na primer, on piše u pomenutom poglavlju: "Jedna od z v e z d a, kao što će možda već mlogima poznato biti, jeste i naša zemlja" (str.44) što

64 K.Branković: navedeno, str.5-6.

65 K.Branković: navedeno, str. 6.

66 K.Branković: navedeno, str. 8.

odmah izaziva zabunu kod čitaoca i dovodi do pomisli da su autoru nepoznati najosnovniji elementi iz opšte astronomije. Naš čitalac iz tog perioda bio je tačno upoznat šta je to nebesko telo, zvezda, planeta, ... Uostalom, 50 i više godina bio je objavljen Orfelinov "Kalendar" i Stojkovićeva "Fisika" gde nema ovakvih pogrešaka i gde je čitalac bio tačno i veoma stručno upoznat sa osnovama nebeske mehanike.

Ovakvo kritično prilaženje fizici Koste Brankovića treba sprovesti iz više razloga. Brankovićev rad u celosti je minornog značaja za razvitak prirodno-matematičkih nauka i ne bismo učinili nikakav propust da smo jednostavno prešli preko njegove mehanike i matematike. Medjutim, u tekstovima koji istražuju našu kulturnu prošlost iznosi se veoma često da je Branković napisao fiziku kao nešto izuzetno u našoj kulturi.[67] U stvari, to je veoma oskudna, čak štetna knjiga baš zato što je bila nemenjena čitaocima van Društva srpske slovesnosti.[68] O našim naučnim knjigama 18. i 19. veka dosta je napisano.[69] One su faktografski i književno-istorijski prikazane do tančina (recimo, knjige Emanuela Jankovića, Vasilija Damjanovića, Atanasija Stojkovića, Joakima Vujića i dr.). Ali, bez stručnog odgo-

---

67 Npr., A. Stojković: Razvitak filosofije u Srba 1804-1944, Beograd, 1972.

68 Društvo srpske slovesnosti izdalo je 16 ovakvih knjiga za mladež. Pored Brankovićeve "Fizike" pomenimo da je u ovoj seriji izašla i "Astronomija" od Gavrila Popovića (1851).

vora ostalo je pitanje kakve su to bile mehanike, fizike, matematike, kosmografije. To pitanje treba da pokrene i dâ odgovore istorija nauka.

SRPSKO UČENO DRUŠTVO

Matematika kao predmet naučnih istraživanja javlja se kod nas sedamdesetih godina prošlog veka. Kada su se naši matematičari teško oslobađali tradicije i jedinog usmeravanja ka nastavi matematike i daljem prosvetiteljstvu, nauka je najzad postala neminovan tok u matematici. Ovo je svakako nastalo pod uticajem državnih pitomaca školovanih u Beču, Karlsrueu, Jeni, Berlinu, Parizu, ... Iako je u to vreme matematička nauka velikih zapadnoevropskih centara, poklanjala pažnju nekim fundamentalnim pitanjima matematička u našoj zemlji ostala je potpuno izvan tih kretanja. Naši matematičari okupljeni oko Srpskog učenog društva radeći na Velikoj školi i Vojnoj akdemiji, nisu pokretači novih naučnih disciplina, originalnih priloga je malo.[70]

69 Knjige iz 18. veka prikazane su bibliografski u knjizi Georgija Mihailovića:Srpska bibliografija XVIII veka, Beograd 1964, str. 357-383.

70 Društvo srpske slovesnosti preraslo je u Srpsko učeno društvo, te je ono osnovano u 1864, godinu dana posle prerastanja Liceja u Veliku školu. U godini 1892. teškom mukom je ukinuto Srpsko učeno društvo, jer su vodeće snage u Društvu želele da ono i dalje ostane i pored osnovane Srpske kraljevske akademije (1886).

Delatnost u nauci nije imala ništa slično sa zbivanjima u razvijenoj Evropi. Ono nešto malo objavljenih rasprava u Glasniku Srpskog učenog društva uglavnom su kompilacije, izlaganja epigonskog karaktera, ...

Školovani u dobrim naučnim centrima naši matematičari počeli su naglo da se oslobadjaju zaostalih manira naučnog delovanja. Generacije matematičara tog vremena koje su neposredno prethodile pojavi Mihaila Petrovića (Dimitrije Nešić, Petar Živković, Dimitrije Danić, Ljubomir Klerić, Djordje Petković, Petar Vukićević, Bogdan Gavrilović) polako i temeljno krčile su put naučnom radu u matematici. Oni postavljaju nove zahteve stvaralaštvu, koje treba da je originalno, da čini nov doprinos nauci. Na primer, Dimitrije Nešić u Društvu odbija rad Vladimira Zdelara "Nov način konstrukcije tangente i normale na lančanicu"[71] i rad Djordja P. Roknića "Integriranje binomskih diferencijala"[72] jer "su poznati i mogu se naći u svakoj povećoj školskoj knjizi. Prema tome mislim, da se ti radovi ne mogu primiti ni u Glasniku štampati".[73] U ovakvim stavovima ne izostaje i Ljubomir Klerić koji veoma strogo ocenjuje radove za Glasnik Društva. Tako je Klerić odbio rad Lazara Pavlovića "Odredba koeficijenata jačine i njihova primena u gradjevinskoj struci",[74] a Klerić i Nešić kao re-

71 ASANU, Fond SUD, 1884, 52 (8. mart 1884).

72 ASANU, Fond SUD, 1884, 67.

73 ASANU, Fond SUD, 1884, lo2 (18.decembar 1884).

74 Zapisnici, Glasnik SUD, 54(1883), str. 268.

cenzenti pohvaljuju rad inženjera Velimira Antića o "logaritmičnom pružniku" ali po sadržaju i pristupu nije za Glasnik Društva.[75]

Početkom 80-tih godina članovi Društva preduzimaju mere da mlade, talentovane velikoškolce još za vreme studija uključe u naučni rad. Ovo su svakako bili veoma pozitivni i prvi koraci ali bez većih pretenzija i moći. Mala sredina, zemlja bez ijedne naučne ustanove (osim Društva i Velike Škole), ove pojave u našoj nauci stapala je u osrednjost u struci. Poznat je slučaj kada u Odboru Društva (5. maj 1879)[76] Dimitrije Nešić predlaže za štampu rad studenta IV godine Jovana Kneževića "Odredba težišta linija, poligona i ravnih površina jednim poligonom sila i jednim verižnim poligonom".[77] I pored toga, što nismo registrovali još ovakvih slučajeva, rad sa mladima u nauci bio je prisutan, a što se najbolje vidi u slučaju Mihaila Petrovića, Koste Stojanovića i Petra Vukićevića.[78]

Dobijeni izveštaji i časopisi Bečke i Peštanske akademije nauka, naučnih društava iz Praga i Jene sigurno su uticali na opredeljenja pojedinih matematičara, članova Društva.[79] Veze sa stranim matematičkim centrima Društvo

75 Zapisnici, Glasnik SUD, 45(1877), str.351; "logaritmični pružnik" = logaritmar (kinematička računska mašina).

76 ASANU, Fond SUD, 1879, 36.

77 Glasnik SUD, 49(1881), 277-315.

78 O ovome videti I deo ove studije.

79 Zapisnici, Glasnik SUD, 1(1865).

je održavalo, pa čak u Odseku za matematičke i prirodne nauke "odlučuje, da svaki član koji bi rad bio da mu se članak štampa u društvenom "Glasniku" i gdegod na strani, podnese svoj originał najpre Srpskom učenom društvu".[80] I pored svega, kao i saznanja da naučne radove treba objavljivati i van zemlje ("Nauka je jedna, ona ne podnosi deobu i lokalne granice" - Stojan Novaković), matematičari ostaju u domenu svog Glasnika. Poznati referativni časopis FdM koji je izlazio do II svetskog rata nije referisao nijedan rad objavljen u Glasniku.[81] Suočeno sa istinom da naučna dobra treba saopštavati i stranoj javnosti, Društvo donosi jednu odluku, koja će biti pogrešna. Na sednici Odseka 25. juna 1877. prikazan je rad Dimitrija Nešića "Pokušaj kvadrature kruga"[82] i doneto "da se o društvenom trošku odštampaju dve zasebne brošure u francuskom i nemačkom prevodu,[83] kako bi ovaj veoma interesantan rad pri-

80 ASANU, Fond SUD, 1874, 26 (9. januar 1874).

81 FdM je skraćenica za Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik.

82 D.Nešić: Pokušaj kvadrature kruga, Glasnik SUD, 46(1878), 177-214.

83 Utvrdili smo postojanje samo francuskog prevoda Démètre Nešić: Essai de quadrature du cercle, Edition de la Societé Savante Serbe, Belgrade 1877, p.42. I.Lj.Klerićev rad o kompenzacionom klatnu objavljen je u prevodu Ljubomir Klertj: Le pendule compensé n'existe pas, Edition de la Sosieté Savante Serbe, Belgrade 1880, p. 10.

84 ASANU, Fond SUD, 1877,76(25.jun 1877); Isto u Glasniku SUD, 47(1879), Zapisnici.

stupniji bio i ostalom naučnom svetu".[84] Zvanični naučni krugovi u svetu, koji su potpuno odustali od rešavanja kvadrature kruga ne prihvatajući nikakva približna i transcendentalna rešenja, tako su dobili p r v u matematičku knjižicu iz naše sredine u kojoj se pokušava da se reši baš kvadratura kruga. Verovatno, bilo je dovoljno samo naslov pogledati, pa dobiti utisak o domenu i preokupacijama matematičara u Beogradu sedamdesetih godina prošlog veka.[85]

I pored nastojanja da Društvo bude orijentisano samo ka naučnoj delatnosti, ono se ipak, nije moglo da odupre i delatnosti koje su van naučnog okrilja. Recimo, knjižar iz Valjeva Toma Stojanović obaveštava Društvo da je izradio "Matematičko-fizički rečnik". Članovi Društva ovo primaju k znanju i traže grupni rad na rečniku.[86] Dalje. Milorad Šapčanin 1871. godine objavljuje rad "Ogledna nastava u osnovnoj školi"[87] za učitelje. Radi dobijanja podrobnije slike o problemima nastave matematike tog vremena, a ujedno i isticanja još jedne informacije za potrebe proučavanja razvitka računske tehnike kod nas, ovde donosimo odlomak iz rada M. Šapčanina.

"Za poznavanje brojeva i brojnih količina, očigledanost ima nam najviše da pomogne. Da deca ne bi uzalud tubila na pamet gole brojeve, ne shvatajući im sadržinu, udešene su sprave, kojima se očevidno daje predstaviti značaj svake cifre, stvarna količina svakog broja, odnosi bro-

---

85 O kvadraturi kruga kao predmetu istraživanja naših matematičara videti II deo ove studije.

86 ASANU, Fond SUD, 1885, 14 (13. Mart 1885).

jeva i njihove razne kombinacije u sva četiri vida računa, i to sa celim brojevima i sa razlomcima. Pored ruske računaljke, koja je našim učiteljima većinom poznata - dobro je poznata i dobre usluge čini u naprednim osnovnim školama računaljka Borkova iz Berlina".[88]

U stvaralaštvu ove generacije matematičara, generacije koja otvara prve stranice naučnog rada u našoj matematici, bilo je više etapa koje smo ovde i okarakterisali. Ona odlučno odbacuje "posrbljavanje" matematičkih radova, neprihvata matematiku samo u nastavnom okviru. Ono što je bila prevashodna preokupacija naših prvih matematičara ostaje sada potpuno van kruga interesovanja. Štaviše nova generacija bila je puna nepoverenja prema svemu što je mirisalo na zastarele stavove u matematici kakve je npr., imao Atanasije Nikolić i drugi. U njenom radu bilo je nekoliko tematskih problema koje ćemo ovde izložiti grupišući ih u sledeće oblasti:

1. Kinematičke računske mašine
2. Verovatnoća - Matematička statistika
3. Matematička opisivanja fizičkih pojava
4. Primena mehanike u geometriji

87 Glasnik SUD, 32(1871), 1-35.

88 "Rechnen - Maschine von Born in Berlin. Može se naručiti u Vetingenu kod stolara Stöhz-a, preko onamošnjeg učitelja G.Gloor-a. Staje dukat ćes. Na drugim je stranama dva puta skuplja".

5. Algebra
6. Integralni račun
7. Ispitivanje krivih linija
8. Kvadratura kruga.

Za prvu oblast interesovanja (radovi Ljubomira Klerića) izložili smo detaljnu analizu u 2. poglavlju II dela ove studije. Isti je slučaj i sa kvadraturom kruga (radovi Dimitrija Nešića i Ljubomira Klerića).

Iz verovatnoće i matematičke statistike objavljen je samo jedan rad Dimitrija Stojanovića "Teorija najmanjih kvadrata".[89] Na sednici Odseka za matematičke i prirodne nauke od 7. novembra 1868. Emilijan Josimović je podneo ovaj rad sa ocenom i predlogom da se objavi.[90] Kako prvi referati o matematičkim raspravama kod nas daju ujedno i podatke o kriterijumu prema recenziji i sam odnos referenata prema raspravi, to ovakve slučajeve ovde donosimo u celosti. "Srpskog Učenoga društva otseku za matematične i prirodne nauke u Beogradu. I ovaj posao g. Dim. Stojanovića "teorija najmanjih kvadrata" onako je isto valjan i važan kao i njegova Šturmova teorema. To jedno samo imao bih ovom novom delu da zamerim, što u njemu nije pokazana ujedno i primena one teorije bar na najvažnija pitanja u praktici. No počem mi je g. Stojanović na ovaku primedbu izjavio da će on svakako uraditi

---

89 Glasnik SUD, 27 (187o), 1-8o.

90 ASANU, Fond SUD, 1868, 52.

kašnje i ovo drugo, kada bude toliko materijala nabavio da mu posao može biti doista potpun: to ne smeta ništa da učeno društvo usvoji i ovo delo g. Stojanovića i po onoj ga istoj meri nagradi kao i Šturmovu teoremu.

U Beogradu 7. Novembra 1868. Član E.Josimović".[91]

Josimovićeva primedba da rad nije izložio primenu metode najmanjih kvadrata je opravdana i ujedno ukazuje da je Josimović imao u vidu samo "važnija pitanja u praktici". On ne traži od Stojanovića neke originalne odnose prema poznatim stvarima iz verovatnoće i matematičke statistike. Stojanovićevo stvaralaštvo u ovom radu svedeno je na iscrpno izlaganje metode najmanjih kvadrata na osnovu bogate literature kojom se koristio. To je potpuno ekspozitoran rad, veoma obiman koji izlaže osnove o matematičkim sredinama, greškama i verovatnoći. I pored toga što ne obradjuje slučaj linearizacije sistema normalnih jednačina, rad u potpunosti može da posluži početniku u ovim problemima, a njih je na Velikoj školi i bilo ponajviše.

Ovaj rad iz semikvadratnih formi sa posebnim osvrtom na Gausovu raspodelu javlja se kod nas skoro 7o godina od pojave metode najmanjih kvadrata.[92] Ovo razdoblje upućuje i na vreme koje je bilo potrebno da se novi tokovi u matematičkim naukama presele kod nas. I pored svega ovoga,

---

91 Isto

92 Gaus i Ležandr došli su 18o6. godine istovremeno do metode najmanjih kvadrata.

ovim radom su se verovatno koristili geodeti i gradjevinari, kod kojih se ovi problemi često javljaju pri raznim merenjima. Utvrdili smo da je ovaj rad čitao Mihailo Petrović kao student Velike Škole i preko njega upoznao metodu najmanjih kvadrata kojom se kao student Više normalne Škole u Parizu (1889-1894) koristio na časovima fizike kod profesora Pelâ.[93] Drugi odjek ovog rada nije nam poznat.

Iz a l g e b r e, u Srpskom učenom društvu objavljena su tri rada. Dve rasprave su Dimitrija Nešića iz kombinatorike.[94] Ovi radovi su posledica rada na dobrom udžbeniku iz kombinatorike.[95] Treći rad izlaže metode za rešavanje algebarskih jednačina.[96] Ovo je ujedno i p r v a napisana matematička rasprava u našim časopisima. Pri dostavljanju svog rada, Dimitrije Stojanović je pisao: "Učenom društvu u Beogradu. Koliko je meni poznato u periodičnim delima učenoga društva čista i primenjena Matematika ne bejaše do sada zastupljena. Ali kako postoji osobiti odsek za matematičke i prirodne nauke, mislim da to nije s namerom činjeno, nego valjda samo zato, što ne behu udesne prilike, pa s toga se i nadam, da će moj članak o "Šturmovoj teoremi" dobiti mesta u društvenom organu.

Meni valjda nije potrebno, da dokazujem, da je matematika osnova za temeljno izučavanje prirodnih nauka a ova opet da su glavna činjenica za opstanak i napredak

93 V. 1. poglavlje I dela ove studije.

94 D. Nešić: Nekoliko novih obrazaca za broj kombinacija sa

svake države i njenih članova.

O samom članku ovo ću pomenuti.

Šturmova teorema u svima matematičkim delima algebričke analize i teorija viših jednačina izvadja se samo onako, kao što je g. Šturm u svom članku Mémoire sur la résolution des équations numeriques... 1835. godine pokazao a to će reći samo toliko, koliko je od preke potrebe, da se kakva brojna jednačina razreši. U novije vreme Šturmova teorema dobila je mnogo veći značaj. Ponajpre pokazano je, da se šturmove funkcije ili ostatci mogu na više načina računati, i još više, da se mesto njih mogu upotrebiti i druge funkcije, koje šta karakteristička svojstva pritežavaju. Osem toga Šturmova teorema stoji u svezi i sa mlogim partijama novije geometrije, simetričkih funkcija i t.d.

Koliko ja znam a laskam sebi, da mi je sva oridjinalna literatura šturmove teoreme potpuno poznata; do danas nema ni jednog dela, koje bi u redostavu potpunu teoriju šturmove teoreme izlagalo.

Celj mi je bila, da u ovome članku saopštim srpskom svetu potpunu teoriju šturmove teoreme. Koliko sam i kako sam tu celj postigao ostavljam stručnim ljudima, da svoj sud izreku.

---

zadatim zbirkom, Glasnik SUD, 54(1883), 111-114; Novi obrazci za broj kombinacija druge, treće i četvrte klase pri neograničenom i broju i ponavljanju osnovaka, Glasnik SUD, 60(1885), 136-139.

95 D.Nešić: Nauka o kombinacijama, Beograd 1883.

Zadovoljiću se sa običnom nagradom, koju društvo daje.

Učenoga društva ponizni sluga

23. Januara 1868. Dimitrije Stojanović

u Beogradu Inženjer"[97]

I stvarno, Stojanović je uspeo da najpotonjija znanja iz ove oblasti algebre sakupi, sistematizuje i ekspozitorno objavi. Ovaj prvi matematički rad u našoj literaturi nagovestio je potpuno nove odnose u nauci i na kraju pokazao da i u "matematičkoj književnosti treba nam ići napred".[98] Koliko je rad imao odjeka nije nam poznato. Kako je u jedinom udžbeniku iz više matematike bilo nedovoljno materijala o Šturmovim funkcijama,[99] to verujemo da je Stojanovićev rad predlagan kao literatura za studente Velike Škole. Medjutim, sigurno je poznato da se Mihailo Petrović koristio i ovim radom, naročito delom o Silvesterovim simetričnim funkcijama. Petrović je kroz ovaj rad prihvatio Stojanovićeve opšte poglede na rešavanje algebarskih jednačina. Kada Petrović u svom prvom matematičkom tekstu veli "lepa Grefeova misao, da se jedna jednačina višega stepena može razrešiti bez prethodnog poznavanja

96 D. Stojanović: Šturmova teorema, Glasnik SUD, 25(1869), loo-176.

97 ASANU, Fond SUD, 1868, 32.

98 Autor ove studije i profesor dr Djura Kurepa pripremaju poseban rad o prvoj matematičkoj raspravi kod nas.

99 E. Josimović: Načala više matematike, Beograd 1857.

broja i granica korena"[100] jeste Stojanovićeva parafraza iz "Šturmove teoreme".[101] Ovo je za naše koncepte izlaganja i prilaženja Petrovićevom delu veoma bitno. Stojanovićevo "lepo" u matematici prihvata mladi Petrović i to kod njega ostaje stalno prisutno. Ovo je, sigurno, dovoljan podatak da da učinimo zaključak da je "Šturmova teorema" učinila svoju misiju u našoj literaturi.

Ovaj rad su ocenili Mihailo Panić, profesor matematike na Vojnoj akademiji i član SUD i Emilijan Josimović. Donosimo u celosti njihov referat. Kako u referatu, tako i u samom radu veoma je zanimljiva matematička terminologija o kojoj ovde ne raspravljamo. "Matematičnom Prirodoslovnom Odseku Srbskog učenog Družstva, Priloženi sastav "Šturmova teorema" od g. Dim. Stojanovića, koi mi je odsek na pregled i ocenu poslao, podpisani pregledao sam, i po istom izjavljujem:

U sastavu je kao glavno: teorični podpuni dokaz "Šturmove teoreme" koja je u Matematičkoj Analizi vrlo važna za rešavanje viši brojni jednačina; dokaz osniva na teoriji "Ekscesa". K tome kao koloriti dodati su: 1-vo, Košijev teorem za neposredno opredelenje broja mnimi korena; 2-go, Simetrične funkcije i "Determinata" rešenja Šturmovog zadatka sa determinatama; 3-će Silvestrove funkcije $T_0 \ldots T^n$ umesto $f_1(x)$; 4. Šturmovo AV-BV; 5-to Cayley (Ke-

---

100 M.Petrović: O jednoj modifikaciji Grefeova metoda za rešavanje viših brojnih jednačina, rukopis, Beograd 1886 (Muzej grada Beograda); o ovome videti M.Stojaković-D. Trifunović: Petrovićeva modifikacija Grefeove metode za rešavanje algebarskih jednačina, Vesnik 5(2o)1968,439-446.

ljije) šturmove funkcije u vidu determinata i najposle istoričke primetbe.

Teorični dokaz izveden je naučno, a pridodato iscrpljuje do sada poznatu literaturu o važnom Šturmovom zadatku i ujedno podpuno osvetljuje njegovu lepu prostotu. Sve ovo je za našu mladjanu matematičnu literaturu sasvim novo, a pritom važno. (G.Josimović u svojoj Analizi istina spominje Šturmove funkcije AV-BV, ali zbog ograničenosti dela prema školskim celjima, nije je dalje izvodio.)

Stoga ceo sastav poslužiće kao znatni dobitak Srbskoj matematičnoj literaturi kojoj unapred čestitam na takovom ozbiljnom i temeljnom delu.

Préma dosad rečenom nalazim:

Da rečeni sastav zaslužuje da se u glasniku družstva pečata i da se piscu prema trudnom, ozbiljnom i temeljnom radu odredi najviša nagrada koja postoi za originalne sastave.

U Beogradu 28. Oktobra 1868. god.

M.G.Panić

profesor i član Srb.učenog druž.

Šturmova teorema, koju je g. Stojanović izradio i koju sam takodjer i ja pregledao, vrlo je važna, jer od goleme koristi, osobito za teoriju viših jednačina. Tako

---

101 Doslovno ovako stoji: "Grefeova lepa metoda pokraj sve svoje opštosti ima i svojih slabih strana..." (D. Stojanović: navedeno, str. loo).

potpuno, korektno i shvatljivo pocrpljene doista je do danas nema ni u tudjoj matematičkoj literaturi, a kamo li u našoj. Sa svega toga posao g. Stojanovića zaslužuje najveću hvalu i ja sam toga mišljenja, da bi naše učeno društvo samo sebe odlikovalo, kada bi delce ovo g. Stojanovića u svoj organ primilo, a piscu ga po najvećoj odredjenoj meri nagradilo.

U Beogradu 7. Novembra 1868.

Član E. Josimović"[102]

Posebnu istraživačku grupu čine radovi Ljubomira Klerića iz p r i m e n e m e h a n i k e u g e o m e t r i j i.[103] Sa ovim radovima Klerić je i započeo naučnu delatnost u Beogradu. Način i koncepcija koju Klerić sprovodi u ovim radovima nauci je poznat: da se odredjeni geometrijski iskazi (konstruktivne prirode, odredjivanje geometrijskog mesta tačaka i sl.) dokažu uvodjenjem načela mehanike.[104] Ove radove je ocenio i dao im mesto u našoj literaturi akademik Tatomir P.Andjelić.[105] Ovde želimo samo

---

102 ASANU, Fond SUD, 1868, 32.

103 U SUD iz ove oblasti objavio je Ljubomir Klerić četiri rada: Kinematički problemi. Nekoliko zadataka o geometrijskim značenjima i njihova primena, Glasnik SUD, 41(1875) 283-316; Primena grafostatike na rešavanje geometrijskih zadataká, Glasnik SUD, 41(1875), 317-326; Primena grafodinamike na geometriju, Glasnik SUD, 45(1877), 174-2oo; Primena kinetike na geometriju, Glasnik SUD, 48(188o), 299-331.

da parafraziramo Andjelićev tačan sud, da su to, ipak, radovi manjeg sadržaja koji su na nivou ispitnih zadataka.

Poslednje dve decenije prošlog veka karakteristične su po radovima naših matematičara iz oblasti optike. U Srpskom tehničkom listu objavljeno je više ovakvih priloga, recimo Koste Stojanovića "Pri odbijanju svetlosti sverna se aberacija ne može uništiti nikakvom krivinom",[106] a u radu Srpskog učenog društva prirodno su se izdvojili u zasebnu grupu radovi iz optike. Naime, Dimitrije Stojanović i Petar Živković objavili su tri rada iz matematičkog opisivanja pojava u optici.[107] Dok Živković probleme kretanja zraka kroz optički sistem posmatra i rešava čisto geometrijskom konstrukcijom sa odgovarajućim dokazom, dotle Stojanović u navedenom radu raspravlja o prirodi svetlosnog talasa, o etru i dokazuje da dvostruko prelamanje svetlosti ne mora nastati samo usled polarizacije (jer dvo-

---

104 Konsultovana knjiga A.S.Eddington: Raum, Zeit und Schwere, Braunschweig 1923; o ovome videti i rad V.Zdelara: Mehaničke osobine cikloide, Nastavnik 2 (1891),323-345.

105 T.P.Andjelić: Mehanika u okviru Srpske akademije nauka, Glas CCXXXIX, 36(1974), 189-245.

106 ST List,4(1892), 119-121.

107 D.Stojanović: Dvostruko prelamanje svetlosti, Glasnik SUD, 43(1876), 173-237; P.Živković: Grafičko predstavljanje vrednosti prostog odnosa tačke u nizu i zraka u pramenu, Glasnik SUD, 54(1883), 128-154; O involutorijskoj sistemi tačaka kod sfernih ogledala, Glasnik SUD, 64(1885), 235-274.

*

struko prelomljen zrak je i polarizovan zrak). Ovo je Stojanović dokazao primenom sistema diferencijalnih jednačina drugog reda. Nismo utvrdili koji je Stojanoviću bio osnovni rad pri sastavljanju ovog ekspozitornog teksta. Prema istorijskom pogovoru o prelamanju svetlosti zaključujemo da se Stojanović koristio širim izborom literature (str. 235-237).[108]

Klerićevi radovi iz primene mehanike na geometrijske zadatke pobudili su interesovanje kod matematičara Društva, tako da dokaze Klerićevim postupkom izlažu čisto geometrijskim načinom. Recimo, Dimitrije Stojanović doslovno veli: "... g. Klerić saopštio je Društvu interesantne dokaze o spregnutim prečnicima i polupr ečnicima krivine koničnih vlakova na osnovu dinamijskih zakona... ja sam se zanimao sa ostalim delom rasprave i pokušavao sam, da tamo navedene geometrijske zakone izvedem samo na osnovu čisto geometrijskih posmatranja. To sam radio jedino s toga, što samo na takav ove istine mogu ući u običan geometrijski sistem a naročito još i sa toga, što ja držim, da je za izvođanje geometrijskih istina čisto geometrijski dokaz najprirodniji i najprostiji".[109]

108 Primetimo da je ovaj rad temat D.Stojanovića za polaganje profesorskog ispita (1865) a pregledali su ga D.Nešić i K.Alković (ASANU, Fond SUD, 1875, 29).

109 D.Stojanović: Spregnuti prečnici na elipsi i hiperpoli i poluprečnik krivine na paraboli, Glasnik SUD, 46(1878) 4-17.

Ova grupa radova od četiri članka Dimitrija Stojanovića i Petra Živkovića pada u vreme kada su se analitičkim i konstruktivnim metodama učestano ispitivale različite krive linije višeg reda (konhoide, brahistohrone, Dekartov list i sl.), a posebno "vlaci" kako su onda nazivali konične preseke.[110]

Na kraju, navedimo da je Dimitrije Nešić radom "Nekoliko novih integralnih obrazaca"[111] nagovestio, a u Srpskoj kraljevskoj akademiji i realizovao, čitavu seriju radova gde na originalan način izvodi poznate stavove ("obrasce") iz matematičke analize.

Kada je osnovana Srpska kraljevska akademija (1886) Srpsko učeno društvo je odbilo da prekine rad. Pojedine snage u Društvu odupirale su se novoosnovaj Akademiji i u ovome izdržale do 1892. godine kada je Društvo i ukinuto.[112] Matematičari Društva bili su medju prvima koji su pozdravili i prihvatili rad Akademije i odmah joj prišli.

SRPSKA KRALJEVSKA AKADEMIJA

U osnovanoj Srpskoj kraljevskoj akademiji stvari su se naglo izmenile. Za svega osam godina rada (period do do-

---

[110] Pored navedenog rada Stojanović je još objavio: Poluprečnik krivine na elipsi i hiperboli, Glasnik SUD, 46(1878), 2o-41;P.Živković: Prilog algebarskim vlacima višega stupnja, Glasnik SUD, 57(1884), 181-243; Drugi prilog algebarskim vlacima višeg stupnja, Glasnik SUD,69(1889), 266-322.

laska Mihaila Petrovića u Beograd (1894)) u Glasu Akademije objavljeno je više matematičkih rasprava nego za trideset godina rada Srpskog učenog društva. Ove rasprave su potpuno drugojačijeg sadržaja od onih u Glasniku SUD. To su radovi gde se više ne izlaže ekspozitorno čitavo jedno poglavlje matematike, već se uzimaju manji problemi - detalji i kod njih izlaže se originalan doprinos. Pored ovoga, Glas Akademije otvara svoje stranice i stranim matematičarima. U ovom periodu u Akademiji su bili matematičari: Dimitrije Nešić, redovni član od 5. aprila 1887, Ljubomir Klerić, redovni član od 5. aprila 1887, Petar Živković, dopisni član od 25. decembra 1893.[113] i dopisni član Dragutin Zahradnik, profesor Zagrebačkog sveučilišta (izabran 25. decembra 1893).[114] Prema Pravilniku Akademije

111 Glasnik SUD, 51(1882), 138-147.

112 Pregledan ASANU, Fond SUD za 1891/92. godinu i Glasnik SUD, 75(1892).

113 Petar Živković rodjen je 1847. u Zaječaru. Osnovnu školu završio u mestu rodjenja, a gimnaziju uči u Negotinu, Zaječaru i Kragujevcu. Na VŠ u Beogradu završio je 3 godine tehnike (29.6.1867) i iste godine odlazi o svom trošku u Cirih na Politechniku. Ovde prvu godinu uči na mehanično-tehničkoj školi, a zatim tri godine za nastavnika matematike. 1871. vraća se u Srbiju i postaje suplent učiteljske škole u Kragujevcu. Učesnik je srpsko-turskih ratova i srpsko-bugarskog rata. Ambiciozan i entuzijasta za srednju nastavu. Bio je niz godina profesor matematike u realkama u Užicu, Valjevu i Beogradu. Kao član Srpskog učenog društva bio je pozvan na Veliku školu. Živković nije hteo da napusti realku. Jedno vreme bio je i direktor realke.

očigledna je namera ka strožim merilima u naučnom radu, a takodje i otvorenost prema ostalom naučnom svetu.[115]

U ovom razdoblju (1886-1894) osetna je naučna aktivnost Dimitrija Nešića. Pored akademske besede gde raspravlja o prioritetu i filozofskim aspektima infinitezimalne metode (odnos Lajbnic-Njutn),[116] Nešić je objavio šest zanimljivih rasprava iz matematičke analize.[117] Ljubomir Klerić je nastavio rad u oblasti kinematičkih računskih mašina,[118] a Petar Živković i dalje istražuje nove konstrukcije i osobine različitih krivih linija.[119] Kao što smo rekli, novina u radu Akademije jeste pojava stranih matematičara na stranicama Glasa. Tako, 1889. godine češki matematičar Matijaš Lerh objavljuje tri rasprave iz analize i algebre, gde posebno treba istaći rad "O integralenju jednog sistema linearnih totalnih diferencijalnih jednačina i o jednom svojstvu determinata" koji po prvi put u našoj sredini izlaže matričnu metodu u rešavanju sistema linearnih diferencijalnih jednačina.[120]

I pored svih nastojanja da Akademija u svojim glasilima izlaže samo "pravu nauku" i sve radove sumnjive

---

114 Na osnovu referata Dimitrija Nešića, Dragutin Zahradnik izabran je za dopisnog člana SKA u istoj sednici kada je biran za dopisnika Nikola Tesla i Petar Živković (ASANU, Fond SKA, 1894, 12).

115 Godišnjak SKA, 1(1887).

116 D.Nešić: Pogled na Lajbnicovu metodu, Glas VI, 2(1888), str.18; o ovome videti i rad D.Nešića: O važnosti matematike, Beograd 1882, str. 32.

vrednosti da oubije,[121] objavljeni radovi u Glasu Akademije (1886-1894) imaju jednu opštu karakteristiku. To su mahom radovi koji metodološki polaze od istog istraživačkog načela: "U nauci je poznat taj i taj rezultat i on se može poboljšati ili dobiti na sledeći način". Ovo je načelo veoma bitno i predstavljalo je osnovni zahtev u radu akademijinih matematičara. Medjutim, teme i preokupacije u takvom raspoloženju bile su nekako isuviše elementarne. Recimo, D.Nešić da bi nadjen Darbuov kontra primer za osnovni uslov integracije (razmak integracije mora se sadržati u razmaku konvergencije) opravdao izlaže konvergenciju jednog reda, a što nailazimo u malo boljim zbirkama zadataka iz matematičke analize.[122] Akademik M. Tomić ima pro-

---

117 D.Nešić: Odgovor na nekoliko pitanja iz nauke o beskonačno malim količinama, Glas XXI, 8(189o), str.66; Prilog teoriji integralenja pomoću beskonačnih redova, Glas XXIII, 9(189o), str. lo; Novi dokaz obrasca..., Glas XXXIII, 13(1892), 1-3; nekoliko reči obrascu..., Glas XXXIII, 13(1892), 4-7; Uslovi koji treba da su ispunjeni, pa da f(x) bude za x = c neprekidna i ako je f'(x) za x = c ∞ velika, Glas XXXIII, 13(1892), 8-13; O maksimalnim i minimalnim dijametrima, Glas XXXIII, 13(1892), 14-29.

118 O ovim radovima videti 2. odeljak 2. dela ovog rada.

119 P.J.Živković: Prilog algebarskim vlacima višeg stepena, Glas XXXIV, 14(1892).

120 M.Lerh: Primedbe o teoriji viših involucija, Glas XI,4 (1889), 1-8; O integralenju jednog sistema linearnih totalnih diferencijalnih jednačina i o jednom svojstvu determinanata, isto, 9-2o; Prost dokaz jednog osobenog

va kada kaže za ovaj period matematike u Akademiji, da su rezultati tog perioda prevazidjeni, ali da su za svoje vreme predstavljali ozbiljan doprinos našoj nauci.[123] Mi bismo ovome samo dodali, da je problematika matematičara tog vremena bila elementarna i da je zaostajala u izboru istraživačkih problema. A možda, ovaj izbor u Akademiji nije ni mogao biti bolji, imajući u vidu da je u Akademiji u periodu 1886-1894. bio jedan profesor matematike Užičke gimnaizje, jedan rudarski inženjer za primenjenu matematiku i Dimitrije Nešić koji se specijalistički školovao iz fizičkih nauka.

*

Ovaj uvid u rezultate naših matematičara u naučnim društvima za period koji je prethodio pojavi Mihaila Petrovića koliko god je uspeo da skicira naše prilike druge polovine 19. veka - zadržavajući se pri tome najviše na Društvu srpske slovesnosti i Srpskom učenom društvu - toliko implicite pokazuje pravu snagu samog Mihaila Petrovića koji je za veoma kratko vreme uspeo da ovakvo stanje nadvisi.

---

slučaja Ermakovljeve teoreme, koja se tiče zbirljivosti redova, isto, 21-25.

121 Videti Dj.M.Stanojević: Sunčeve fotosferske mreže pred kraljevsko-srpskom Akademijom prirodnih nauka, Beograd, 1888.

122 Videti navedene zbirke zadataka u knjizi M.Cirić: Problemi diferencijalnog i integralnog računa, Beograd 1890, kao zadatke koje izlaže M.Cirić.

MATEMATIČKE NAUKE U VIŠIM ŠKOLAMA

Matematičke nauke ovog perioda u okviru nastavnih predmeta u našem visokoškolstvu mogu se pratiti kroz rad Liceja (1838-1863), Inženjerijske škole (1846-1849), Vojne akademije (osnovana 1850) i Velike škole (1863-1905). O matematičkim i mehaničkim naukama na ovim školama pisali smo ranije,[124] te u ovom kraćem osvrtu izložićemo nekoliko bitnijih dogadjaja kako bi se u pravom svetlu mogla shvatiti pojava Mihaila Petrovića koji je, slobodno možemo kazati, revolucionarno izmenio ne samo naučne prilike i rezultate naše sredine, već i nastavu matematike na Velikoj školi i docnije Univerzitetu.

L I C E J

Od osnivanja Liceja (1838) pa sve do pojave Dimitrija Nešića (1862) nastava matematike bila je u veoma nezavidnom položaju. Kada je Licej počeo sa radom u Kragujevcu, a na državni poziv niko od učenih ljudi nije došao za profesora Liceja, to je prinudno matematiku u prvo vreme predavao Petar Radovanović, "državni zvoničnik".[125] Ovo je bilo za kratko i matematiku preuzima profesor filozofije

123 M.Tomić: navedeno, str. 229.

124 "Letopis", str.47-78; Dijalektika 10(1975), 3,95-117; Istorijski časopis 21(1974), 255-260.

125 K.Branković: Beseda o dvadesetopetogodišnjici Liceja, Glasnik SUD, 18(1865).

i logike Kosta Branković. Ubrzo je došao Atanasije Nikolić, počeo je sa nastavom i napisao dva udžbenika za licejce.[126] Lemir, sukobi i lično osećanje nestručnosti odvelo je A.Nikolića sa Liceja, a na njegovo mesto dolazi Simeon Prica.[127] Prica je bio kratko vreme na Liceju, te nastavu matematike povremeno izvode ponovo A.Nikolić, K.Branković i na kraju Filip Hristović.

Kao što se vidi, bile su izuzetno nepovoljne prilike u nastavi matematike. Predavači su bili nestručna lica, te nije slučajno što se tražilo da naprednije licejce treba slati na stranu radi izučavanja matematičkih nauka. Iz jednog uputstva iz 1839. godine doznajemo i sledeće: "Oni koji će posle godinu dana u Berlinski politehnički inštitut stupiti, nek usugube trude svoje, da pokraj ostalih nauka naročito Matematiku sa svim častima njenim (mehanika, ...) tako nauče, da u Otečestvu svom ne samo dobri Inžiniri i Arhitekti biti, no i u slučaju potrebe i sootečestvenu mladež u istim naukama nastavljati, ..."[128]

Posledica ovakvih prilika jesu predavanja samo iz elementarne matematike. Prema "Ustrojeniju javnog učilišnog nastavlenija" iz 1844. godine[129] predvidjeno je da se u

---

[126] V.belešku 50 na str. 74.

[127] O S.Prici v. Srbske novine 3.II 1845.

[128] Lj.Kedić: Prvo uputstvo našim pitomcima na strani, Nastavnik 3(1892), 676-678.

[129] Zbornik zakona i uredaba, II, str.315; D.T.Baralić: Zbornik zakona i uredaba o Liceju, Velikoj Školi i Univerzitetu u Beogradu, Beograd 1967.

I godini Filozofskog odeljenja predaje "Iz Matematike: Algebra i Analisis; Čista i praktična Geometrija", a u II godini "Viša matematika; - i Arhitektura". Medjutim, viša matematika nije bila zastupljena. U reformatorskoj 1853. godini prema "Ustrojeniju Knjažesko-Srbskog Liceja" viša matematika i mehanika predaju se fakultativno (nije obavezno za sve licejce), a za profesora matematike predvidjeno je da predaje još praktičnu geometriju, mehaniku i gradjevinsku arhitekturu.[130] I pored svih želja i nastojanja, nastava matematike ostaje u elementarnom obliku i po svemu "sumnjivog" sadržaja. U predgovoru više matematike, udžbenika za pitomce Vojne akademije, 1857. godine, pisao je Emilijan Josimović: "Pre svega ima ovo moje delo služiti kao ručna knjiga pri momo predavanju u artiljerijskoj školi, no moći će se s njom kod iskusnog profesora vrlo dobro poslužiti i slušatelji našega Liceja, k a d s e, tj. i u š k o l i b u d e p r e d a v a l a v i š a m a t e m a t i k a".[131]

Za dvadesetpet godina rada Liceja nastava matematike bila je bez stručnog nastavnog osoblja, bez udžbenika, a gradivo na veoma elementarnom nivou. Ovakvo stanje neosporno se odrazilo i na rad Društva srpske slovesnosti, a ponajviše na spremu i samo znanje svršenih licejaca.

130 Isto, VII, str, 98.

131 E.Josimović: Načela više matematike I, Beograd 1858.

INŽENJERIJSKA ŠKOLA

Ova škola predstavljala je čitavu jednu obrazovnu pojavu sredinom prošlog veka, ako ne izuzetno krupnu, a ono itekako značajnu u nekim svojim komponentama. Za razvoj više nastave matematike i mehanike posebno je značajna inženjerijska škola, koja je radila u Beogradu sasvim kratko vreme (1846-1849). I pored ove kratkovečnosti i specifičnih okolnosti i svrhe osnivanja, a imajući u vidu da se na Liceju nije predavala mehanika i viša matematika ova je škola od interesa za istorijska istraživanja, jer se u njoj prvi put uvodi mehanika kao poseban predmet.

Do osnivanja Inženjerijske škole (1846) došlo je iz više razloga. Licej nije imao posebno odeljenje (fakultet) za tehničke nauke koje bi spremalo tehnički kadar. Sve do 1853. godine, kada je izvršena reforma Liceja, gde su prirodno-matematičke i tehničke nauke dobile posebno odeljenje (fakultet), bila su samo dva odeljenja: Filozofsko i Pravoslovno. Imajući ovo u vidu, da "najviši prosvetni zavod Srbije" ne školuje inženjere, a da su potrebe zemlje za tehničkim licima sve veće, pristupilo se osnivanju samostalne više tehničke škole, koja je dobila naziv Indžinirska škola. Popečiteljstvo vnutrenih dela podnelo je 8. februara 1846. predstavku Sovjetu o potrebi obrazovanja "indžinirskih lica" u gradjevinskoj tehnici u posebnoj školi.[132] Na predlog Sovjeta od 29. maja 1846. godine donet je

19. juna iste godine Ukaz o osnivanju Inženjerske Škole u Beogradu.[133]

Znajući za sklonosti profesora matematike na Liceju Atanasija Nikolića koji je i sam bio predjevinski inženjer, a u to vreme nalazio se na dužnosti načelnika Policijsko-ekonomskog odeljenja Popečiteljstva vnutrenih dela, mišljenja smo da je on i bio pokretač osnivanja ove škole. U njegovoj autobiografiji potvrdili smo naše mišljenje, a ujedno doznali smo direktan povod osnivanja škole. "Pri gradjenju carigradskog druma uvidela se potreba indžinira, - piše A. Nikolić, - pa da bi imali bar toliko izobraženi ljudi, koji bi u stanju bili nadzor voditi pri gradjenju drumova, već u ono vreme imadosmo pri Popečiteljstvu dva indžinira, učinim ja predlog, da primimo iz Gimnazije jedno deset mladića, pa ove sami da učimo pri Popečiteljstvu u najnužnijem indžinirskom radu i teoriju da im predajemo. Tako za privremenu indžinirsku školu učinim predlog i rasporedim šta će koji predavati pa sam opredelim da im predajem praktičnu geometriju. I ovo moj Popečitelj u načelu usvoji".[134]

Primetimo, prema izvorima M.Dj.Milićevića,[135] da su se na Inženjersku Školu primali licejci (studenti) sa dve završene godine Liceja, a ne kako A.Nikolić piše "da primimo

132 AS, PVD, 69(1846).

133 D.T.Baralić: navedeno, str. 14.

134 Autobiografija Atanasija Nikolića, ASANU, 7380/32.

135 M.Dj.Milićević: Škole u Srbiji, Glasnik SUD, 25(1868), 1-135.

iz Gimnazije jedno deset mladića...". Pored ovoga u članu 9. Ukaza o osnivanju Škole doslovno stoji: "koji bi se (studenti - pr.M.T.) iz druge godine filozofije po svršetku njinog tečaja za ovu inženjersku školu uzeli". Ovaj podatak, da je škola primala studente sa završene dve godine na Liceju ukazuje nam, donekle, i na nivo nastave pa i sadržaj predmeta. To je bila neka vrsta više tehničke škole u današnjem smislu za spremanje slušalaca koji će "moći pri Popečiteljstvu Unutrašnjih Dela manja inženjerska dela dobro otpravljati".

Osnivanje Škole vezuje se tako za potrebe gradjevinske tehnike i za ambiciozni pothvat na gradnji carigradskog puta. Nesumnjiva je uloga u svemu tome A. Nikolića, koji je bio aktivna ličnost i koji je imao tačan uvid u tehničke sposobnosti i stanje tehničkog kadra zemlje. Naime, u Srbiji sredinom prošlog veka bilo je veoma malo obrazovanog tehničkog kadra. Iz jednog konkursa za "praviteljstvenog indžinira" doznajemo da je Srbija 1843. godine imala samo jednog "praviteljstvenog indžinira".[136] Dve godine docnije u Srbiju je na poziv došlo više stranih inženjera, medju kojima je bio i arhitekta Jan Nevole iz Praga, koji će predavati u Inženjerskoj Školi i po čijim će projektima biti i sagradjeno kapetan-Mišino zdanje (1863. godine).

Iz Ukaza o osnivanju inženjerske škole 1846. godine vidimo da je ona osnovana pri Popečiteljstvu vnutrenih dela i da će profesori Škole biti činovnici Popečiteljstva,

---

[136] Srbske novine, 2.X 1843.

a ako je to nemoguće, tada angažovati i profesore Liceja. "Profesori ove Škole biće činovnici Popečiteljstva Unutrašnjih dela, koji pritežavaju sposobnosti, da propisane nauke predavati mogu, pa ako se kadar profesora ne bi podmiriti mogao sa činovnicima ovoga Nadleštva, to će se iz profesora Liceuma našeg podmiriti".[137]

Naglašavajući u Ukazu da "se ovde namerava samo prvu potrebu Popečiteljstva podmiriti", moramo zaključiti da je još na samom početku za ovu Školu predvidjen privremen oblik rada.

U Inženjerskoj Školi predavalo se: praktično zemljomerje, mehanika, arhitektura, crtanje i nemački jezik. Medjutim, prema M. Milićeviću, vidimo da se u Školi predavala i matematika (algebra, geometrija). Prema Ukazu (čl. 7) ove "nauke predavaće se sledećim redom za tri zime: prve godine Praktično zemljomerje (matematika), druge godine Mehanika, treće godine Arhitektura".[138] Kako je nastava počela septembra 1846, to možemo zaključiti da je mehanika prvi put u Srbiji predavana na visokoškolskom stupnju kao poseban predmet školske 1847/48. godine. Predavači ovih predmeta nisu bili profesori Liceja, već "praviteljstveni indžiniri". Tako je praktično zemljomerje (matematika) i nemački jezik predavao Atanasije Nikolić, mehaniku Avgust Cerman, Jan Nevole crtanje, a od druge godine Ignjat Stanimirović nemački jezik.[139]

---

137 D. Baralić, nav. d. 14.

138 Isto, 15.

Podatak o uvodjenju nemačkog jezika, kao obaveznog predmeta u sve godine, omogućuje sagledavanje barem u nameri ozbiljnosti i temeljnosti sticanja tehničkog obrazovanja pri Inženjeriskoj Školi. Nemački jezik je, kako se kaže u Ukazu, uveden da bi svršeni inženjeri pratili stručnu literaturu i da bi im se olakšalo docnije nastavljanje školovanja na strani". "A Nemački jezik zato će se predavati, da bi se pitomci posle iz nemačkih knjiga i samim čitanjem usavršavati mogli, ili koji bi se u ovim naukama odlikovali, da bi se radi boljeg usavršavanja mogli poslati u strane države".

Velika je šteta što ne raspolažemo podacima o programu i sadržaju nastave matematike i mehanike. Da li je bilo udžbenika i šta je ta "indžinirska mekanika" sadržala, ostaje otvoreno pitanje. S obzirom na to da je A. Cerman bio gradjevinski inženjer i pošto je profil Škole bio gradjevinskog smera, to se može samo naslutiti obim i sadržaj kursa mehanike. Za istoriju ove nauke takodje bi bilo zanimljivo da sazna detalje o životu i delu nemačkog inženjera Avgusta Cermana, koji je kod nas prvi predavao mehaniku kao poseban predmet.

Prema Ukazu nalazimo odredbe o izvodjenju nastave. "Nauke... označene predavaće se teorijski u ovoj školi preko zime, a preko leta pitomci će ove Škole biti upotrebljavani pored inženjera pri merenju, gradjenju zgrada i puteva prakse radi, nadzirajući i izvršavajući po planovi-

[139] Prema M.Dj.Milićeviću, lo9.

ma razne gradjevine". Za izvodjenje praktičnog dela nastave Inženjerijska škola je koristila razna učila, modele i originalne instrumente posudjene od Liceja.

Škola je izvela samo jednu generaciju i prestala sa radom u proleće 1849. godine. U prvoj godini bilo je upisano devet studenata, i pored toga što je Ukaz prema članu 9. predvideo samo 8 slušalaca. Inženjerijsku školu 1849. godine završilo je sedam studenata. Prema M. Milićeviću donosimo imena prvih inženjera školovanih u zemlji: Andrija Stevanović, Jovan K. Ristić (načelnik u Ministarstvu gradjevina), Kosta Spasojević (radio u sudu), Milan Šukić (radio u policijskoj struci), Nikola Jovanović (inž. I klase), Nikola Marković i Stevan Ćirić (radio u sudu).

Epizodni karakter Inženjerijske škole odraz je tadašnjih nesredjenih prosvetnih prilika u zemlji, a i primer kako su pojedine nauke teško osvajale tle u visokom školstvu.

VOJNA AKADEMIJA

Dovoljno je pomenuti podatak da je kod nas prvi udžbenik više matematike[140] i prvi udžbenik mehanike[141] objavljen za potrebe nastave na Vojnoj akademiji, pa uvideti

140 Emilijan Josimović: Načela više matematike I, Beograd 1858, str.253; isto II, Beograd 1860; isto III, Beograd 1872.

141 Stevan Zdravković: Osnovna mekanika - Kinematika, Beograd 1875, str.303; Dinamika i statika, Beograd 1877, str. 574; Hidrostatika, Beograd 1880, str. 387.

potpuno suprotne uslove za rad, od onih na Liceju i u prvim godinama rada Velike škole. Prema nastavnom programu i sadržaju udžbenika za Vojnu akademiju utvrdili smo zanimljivu činjenicu, da su svršeni pitomci Vojne akademije dobijali bolju spremu i veće znanje iz matematike, mehanike i srodnih nauka nego licejci i velikoškolci. Ovo je bilo i prirodno. Ove nauke predavali su veoma sposobni predavači i pisci dobrih udžbenika. Navedimo njihova imena za period koji ovde proučavamo (do 1894): Emilijan Josimović, predavao višu matematiku i mehaniku od 6.IX 1850; Mihailo Panić, niža i viša matematika i mehanika (1.XII 1852); Steven Zdravković, niža i viša matematika i mehanika (18.XII 1865); Dimitrije Stojanović, nacrtna geometrija (1.XII 1878); Kosta Radisavljević, niža matematika (22.VIII 1879); Danilo Barković, mehanika (1880); Djordje M. Stanojević, mehanika (11.VI 1887); Dimitrije Danić, matematika (1.XII 1888); Stevan Davidović, matematika i nacrtna geometrija (12.IX 1883); Petar Mišić, matematika (27.XI 1893); Djordje P.Roknić, mehanika (1.VI 1894); Djordje Petković, matematika (5.X 1897).[142]

Obavezno školovani više godina u evropskim centrima predavači na Vojnoj akademiji znatno su doprineli jačanju nastave matematike, a bili i prvi pokretači savremenijih odnosa u nastavi. I pored poznate činjenice, da dobra i savremena nastava matematike uslovljava i dobre rezultate

---

142 Prema Spomenici Vojne akademije 1850-1925, Beograd 1925, str. 368.
*

u nauci, predavači sa Vojne akademije bili su po strani od tokova naučnih kretanja, specijalno objavljivanja rasprava u Glasniku DSS, SUD i Glasu SKA. Da li je razlog "izolaciji" raniji "sukobi" ili jednostavno, metod u radu?[143] Medjutim, iako ne objavljuju rasprave,[144] utvrdili smo nekoliko njihovih originalnih priloga nauci, koji su nekako "skriveno" objavljeni u njihovim udžbenicima. Na primer, Emilijan Josimović koji u Glasniku DSS, SUD i Glasu SKA nije objavio nijednu raspravu, piše u svom udžbeniku: "Te predmete ovde po imenu sve izbrojati nije nuždno zato, jer veštak će ij sam po sebi primetiti, a neveštaka cela ta stvar nezanima. Spomenut'ću dakle samo dva, celo rešenje brojni jednačina i dokaz polinomnoga pravila, od koji je poslednjij sasvim originalen i ovde prvij put saobšten".[145]

Vojna akademija je osnovana 1850. godine i tada se zvala Artiljerijska škola.[146] Prema "Ustrojeniju Artiljerijske škole" osnovi matematike predavali su se u I godini, viša matematika u II godini, nacrtna geometrija u sve četiri godine, a mehanika u IV godini.[147] Matematika je obuhvatala sledeće oblasti: niža i viša algebra, trigonometrija (ravna i sferna), analitička geometrija u ravni i prostoru,

---

143 Npr. slučaj Djordja P.Roknića (v.belešku 72) i Vladimira Zdelara (v. belešku 71).

144 U časopisima van naučnih društava i SK Akademije kao što je Prosvetni glasnik, Tehnički list, Nastavnik, Nova iskra, Ratnik i dr., predavači Vojne akademije veoma intenzivno objavljuju stručne priloge.

teorija verovatnoće i kombinatorika, diferencijalni i integralni račun i diferencijalne jednačine.[148] Kako je putem prijemnih ispita Akademija primala svršene gimnazijalce i licejce (!), to je, očigledna bila i selekcija slušalaca gore navedenih oblasti matematike.

Matematici i mehanici na Vojnoj akademiji svakako treba više posvetiti istraživačkog rada. Ne samo iz razloga što su udžbenici sa ove Akademije bili stalno prisutni kod slušalaca Liceja, Velike škole i Univerziteta, već i zbog samog sadržaja nastave i rezultata koje su predavači imali.[149]

VELIKA ŠKOLA

Od početka rada Velike škole u 1863. godini nastava matematike bila je zastupljena samo u elementarnom obliku na Filozofskom fakultetu (Prirodno-matematički odsek) a predavao je profesor Dimitrije Nešić. Zakonom o Ustrojstvu Velike škole (Akademije) od 24. septembra 1863. "fi-

145 E. Josimović: navedeno, str. 5. U našem radu koji je u toku "Razvitak mehaničkih nauka kod Srba" ovakve slučajeve detaljno smo obrazložili. V. i rad T. P. Andjelića: Glas CCC, 40(1976); 39-49.

146 Spomenica Vojne akademije 1850-1925, Beograd 1925, str. 4.

147 Isto, str. 8.

148 Isto, str. 12-13.

149 Udžbenici matematike sa Vojne akademije registrovani su u bibliografiji Platona Dimića, Nastava mat. i fiz., Beograd 1957-1963.

lozofi" slušali su elementarnu matematiku zajedno sa "tehničarima" koji su slušali i višu matematiku.[150] Interesantno je primetiti, da se u navedenom Zakonu (član 4) ne navodi (!) matematika u "nauke koje se u Velikoj Školi predaju". Ovakvo stanje trajalo je punih deset godina. Dopunama i izmenama Zakona od 2o. decembra 1873. na Prirodno-matematički odsek uvedena je nastava više matematike, pri čemu su sada "tehničari" bili dužni da dolaze kod "filozofa" da slušaju matematiku. I tako je čitavih 25 godina Dimitrije Nešić sam predavao nižu i višu matematiku. Za ovo vreme Nešić je objavio dva dobra udžbenika iz algebre i znatno polagao pažnju na nagradne temate koji su na Velikoj Školi uvedeni 1872. godine.[151] Preko ovih temata, pa i vrste nekih seminarskih radova, Nešić je pokušavao da medju velikoškolcima probudi veći interes za nauku.[152]

Na početku Petrovićevih studija pada i osnivanje nove katedre za matematiku na Velikoj Školi.

Grupu predmeta matematike na Velikoj Školi kao što smo rekli, dugo je držao sam profesor Dimitrije Nešić. Povremeno je imao nekolika privatnih pripravnika (npr.,P.Vukićević i Dj. Petković), a pomagao mu je i Emilijan Josimović, profesor matematike u Vojnoj akademiji. Neosporno, ovakvo stanje u nastavi matematike na Velikoj Školi oteža-

150 D.T.Baralić: navedeno, str. 39.

151 D.Nešić: Algebarska analiza I i II, Beograd 1883; Nauka o kombinacijama, Beograd 1883.

152 V. belešku 76, 77 na str. 85.

valo je normalni rad i razvoj nastave.

Prvi korak u sredjivanju nastave matematike bio je formirati dve katedre matematike: za nižu i višu matematičku analizu. Savet Velike škole je više puta tražio ovu podelu od Ministarstva prosvete i 2. juna 1885. godine došlo je do podele matematike. "Gospodine Rektore, Rektorat Velike Škole više puta činio je ministru prosvete i crkvenih poslova predstavke o tome, da se katedra Matematike u Velikoj Školi podeli u dvoje, i tako da se nova katedra za n i ž u m a t e m a t i č k u A n a l i z u u s t a n o v i.

Uveren o potrebi otvaranja te nove katedre, a saglasno sa zakonom o Uredjenju Velike Škole odlučio sam da se matematičke nauke u Velikoj Školi s početkom nove 1885/6 školske godine predaju na dvema katedrama prema podeli gore više kazanoj.

Ovu odluku čast mi je, gospodine, saopštiti Vam s tim, da biste je izvoleli dostaviti akademijskom savetu Velike škole i za tim na vreme učiniti nužne pripreme za novoustanovljenu katedru i njezina predavanja.

Za nastavnika iste katedre stečaj je već raspisan, i u najkraćem roku imaću čast poslati vam na izbor i spisak prijavljenih kandidata, za novu katedru.

Ministar prosvete i crkvenih poslova

Stev.D.Popović"[153]

Sutradan, 3. juna, Ministarstvo prosvete obaveštava

153 AS, VS, 1885, Zapisnici Akademskog saveta.

rektora Velike Škole da su se na konkurs za profesora niže matematičke analize javila četiri kandidata: dr Dimitrije Danić, matematičar, Dreten Stojković, profesor Prve beogradske gimnazije, Dimitrije Milićević, profesor niže gimnazije u Valjevu, i Lazar Pavlović, inženjer Okruga pirotskog - sa molbom da Savet Velike Škole oceni prispele molbe sa dokumentima i predloži ovom ministarstvu kandidata.

Kao što je poznato nijedan od ovih kandidata nije izabran za profesora Velike Škole, tako da na ovo mesto dolazi Bogdan Gavrilović 1887. godine.[154] Profesori Nešić i Gavrilović započeli su intenzivan rad na Velikoj Školi.[155] Za veoma kratko vreme ojačali su nastavu i počeli neophodne pripreme za prerastanje Velike Škole u Univerzitet.

✸

Opisane prilike u matematici, dolaskom Mihaila Petrovića (1894), postaju prošlost sa kojom se prekida. Kada se pri kraju prošlog veka već preduzimaju ozbiljne mere na osnivanju Univerziteta, pojava M. Petrovića prouzrokovala je sasvim nove principe u naučnom radu i nastavi matematike. Petrovićeva naučna erudicija, izuzetan asketizam u radu (za prvih pet godina rada Petrović je objavio 4o naučnih rasprava u inostranim uglednim časopisima) uništili su

---

154 "Letopis", str. 42 i dalje.

155 O Velikoj Školi podrobnije smo pisali u radu "Prvi profesor racionalne mehanike, Dijalektika 1o(1975), 3,95-117.

stari način prilaženja nauci i nastavi. U ovakvom Petrovićevom postupku veliki značaj imalo je otvorenost rezultata prema evropskoj nauci koja je mogla, ne samo da doznaje šta se u Beogradu radi, već i da dâ svoje mišljenje o valjanosti postignutog. On je preuzeo da definiše naučnu raspravu u našim lokalnim kretanjima, da sugerira i nametne njenu važnost. Zbog tih novih funkcija nauke, matematička rasprava i udžbenik izgubili su stari lik i postali z a h t e v koji nije podredjen zakonima sredine već naučnoj istini. Prisustvo Mihaila Petrovića postaje u našoj matematici odlučujući činilac.

U ovom prelomnom, a tako sudbonosnom vremenu pojave Mihaila Petrovića javljaju se i prvi Petrovićevi radovi iz opšte i tehničke fenomenologije.

PRVI DEO

POREKLO I POJAVA MATEMATIČKE FENOMENOLOGIJE

1. Poreklo matematičke fenomenologije
2. Pojava matematičke fenomenologije

1. POREKLO MATEMATIČKE FENOMENOLOGIJE

Matematička fenomenlogija je višedisciplinarna naučna oblast i od onoga ko se njome bavi zahteva široko obrazovanje u prirodnim i matematičkim naukama, univerzalnost u pravom smislu te reči. Slično mnogostranoj obdarenosti i raznovrsnim interesovanjima učenih ljudi renesanse ili, na primer, enciklopedijskoj upućenosti istaknutih ličnosti epohe prosvećenosti, za Mihaila Petrovića bile su potpuno ravnopravne naučne oblasti hemije, fizike, matematike, biologije, ... Naučnik uskih specijalističkih opredeljenja ne bi mogao da pridje obilju različitih pojava u fenomenologiji i da se njima ne samo koristi, već i da im doznaje suštinu a pri tom da otkriva nove poglede i tumačenja u nauci. "Čitalac se mora diviti obilju misli i pojmova, raznovrsnosti primera i zapažanja, i njihovoj povezanosti (pored detaljne analize) sa raznolikim pojavama u svim prirodnim naukama, najčešće u fizici (mehanici), hemiji i biologiji - pisao je Dragoljub Marković o Petrovićevim "Elementima". Današnji matematičar, koji sve više tone u uske specijalnosti, ne može se osloboditi utiska koji na njega ostavlja piščevo poznavanje matematici srodnih nauka, naročito poznavanje literature iz mehanike, fizike i hemije (naravno prema stanju tih nauka u doba prve decenije ovog veka)".[1] Redovito, svi prikazi fenomenologije isticali su koncentraciju rezultata iz različitih grana nauke kao posebnu odliku Petrovića - naučnika. Govoreći o teškoćama koje se javljaju u sakupljanju dovoljnog broja činjenica za studiju medjusobno disparatnih pojava, profesor Bul je pisao: "... delo M. Petrovića veoma je bogato u tom pogledu i svedoči o posmatračkom duhu kome se ne može staviti zamerka da je lokalizovan na suviše mali broj primera".[2]

Ovakvi Petrovićevi rasponi u matematičkoj fenomenologiji, koji u današnjoj nauci zahtevaju čitavu grupu istraživača različitog profila, ostaju neponovljivi i možemo slobodno iskazati sud, da je sa Petrovićem u našoj nauci nestalo i poslednje višedisciplinarno istraživanje koje je obavljao naučnik - pojedinac.

Višedisciplinarni sadržaj matematičke fenomenologije uputio nas je da postavimo pitanje koje je za istoriografiju ove naučne oblasti i osnovno: koji su to razlozi i preduslovi odlučili da se kod Mihaila Petrovića od samog početka u nauci javljaju studije analoških problema; gde je poreklo ovim problemima i gde su koreni tako širokog obrazovanja u prirodnim i matematičkim naukama? Da li je slu-

1 D. Marković: Pedeset godina jednog značajnog dela Dr Mihaila Petrovića, Vesnik 13(1961), 1-2, 107.

2 A. Buhl: L'Enseignement mathématique, 22(1921), 1-2, 91.

čajno što Petrović bira ove nauke za studije ili što u pristupnom predavanju u Profesorskom društvu odmah po dolasku iz Pariza, govori o fenomenologiji,[3] ili što za akademsku besedu bira istu naučnu oblast?[4] Mišljenja smo, da odgovore treba tražiti u mladom Petroviću koji je, na Velikoj školi u Beogradu i Višoj normalnoj školi u Parizu, zakoračio u svet prirodnih nauka u trenutku kada su mehanički pogledi na prirodu pojava i društvo doživljavali svoj trijumf.

Petrovićevo stvaralaštvo u fenomenologiji bilo je nagovešteno u naučnikovoj ranoj mladosti, kada je počeo da se formira u duhu prirodnih nauka, koje su u to vreme prolazile kroz jednu, moglo bi se reći, sinkretističku fazu. Stoga u Petrovićevoj univerzalnosti treba tražiti poreklo fenomenologije. Temeljito poznavanje niza prirodnih nauka verovatno je izazvalo u njemu imperativnu želju za uopštavanjem, nalaženjem zajedničkog, nalaženjem mogućnosti objedinjavanja različitih nauka. Univerzalnost je prosto iznudila napor ka jednoj sintetičkoj aktivnosti. Isto tako, Petrovićevo rano interesovanje za filozofiju, govori o jednoj urodjenoj potrebi duha ka traganju za najopštijim zakonima, potreba iz koje se umnogome javila fenomenologija.

Petrović je rano shvatio nezaobilazno okretanje pogleda, od pojedinačnog ka okolnom i susednom, srodničkom; od odredjenog rezultata jednog istraživača ka razdoblju i

---

[3] M.Petrović: Jedan pogled na geometriju mase, Nastavnik 8(1896),1,1-1o.

[4] M.Petrović: O matematičkoj teoriji aktivnosti uzorka, Glas LIX, 22(19oo), 183-247.

pokolenju, strujanjima i uticajima, pokretima i programima, onom što se ispoljava kao zajedničko i što je bilo uveliko neizbežno. Na taj način Petrović je uvideo da mnogo toga što je kod jednog rezultata izgledalo stvar slučaja, u okviru cele jedne oblasti dobija sasvim drugi vid, oblik naučne pravilnosti i nužnosti.

Evolucija Petrovićevog odnosa prema istraživanju u oblasti prirodnih nauka može se pratiti još od vremena kada se u školskoj klupi po prvi put susreo sa hemijskim eksperimentima.[5] Delatnost družine "Nada" u gimnaziji (1875-1885) podstiče polemike o energetizmu i materiji; prirodni procesi su stalno prisutni, a Petrovićevi djački prevodi poznatijih dela hemije, fizike, ... ukazuju na želju ka višim studijama i ranoj samostalnosti.[6] Biti djak osmadesetih godina značilo je mnogo. U maloj sredini Beograda učenik je uživao izvestan ugled. Kako sami roditelji i okolina nisu često svršili ni osnovnu školu, djaci su smatrani kao nekakvi izabranici kojima su se svi ponosili. Oni bi sa puno važnosti pričali sve što se u školi dešavalo pa držali i čitava predavanja o tome. Zbog ugleda koji su uživali i važnosti koja im je pripadala oni su hteli da prednjače u svemu: u znanju, moralu, plemenitosti, ponosu

---

5 U Prvoj beogradskoj gimnaziji 15.juna 1885. Mihailo Petrović je završio srednje obrazovanje sa maksimalno odličnim uspehom (Svedočanstvo o ispitu zrelosti, AS,Min. prosvete XXV, 2o7,1894); videti: Beogradska matematička škola (katalog), AS, Beograd 1968, lo-13.

6 Pogledati M. Petrović: Jedna engleska knjiga u našoj

i u politici.[7]

Okolnosti pod kojima je Petrović učio gimnaziju ukazuju nam da je tu "zrno klicu zametnuo", da su tu koreni snažnog afiniteta ka mnogostranim istraživanjima prirode i nalaženju zajedničkog medju pojavama. Već u četvrtom razredu gimnazije, u svojoj kući, pravi hemijsku laboratoriju, gde izvodi početne i vrlo smele eksperimente. U ličnoj biblioteci Mihaila Petrovića naišli smo na udžbenik Sime M. Lozanića "Hemija sa gledišta moderne teorije I" (Beograd 188o) za studente Velike škole, iz kojeg je mladi Petrović kao učenik IV razreda gimnazije proučavao hemiju.[8] Prema Petrovićevim zabeleškama na stranicama ovog udžbenika, vidimo da je pod kontrolom profesora Marka Leka čitao ovo delo. I ne samo to, na prvoj i poslednjoj strani ove knjige, profesor Leko je svojom rukom ispisao naučna dela iz hemije koja Petrović treba da pročita.[9]

O hemiji u gimnaziji Petrović je zapisao: "Pored Andre Nikolića i Jovana Djaje profesor hemije Marko Leko bio je takodje velika simpatija naše generacije gimnazista.

---

prevodnoj književnosti prošlog veka, Godišnjica Nikole Čupića 5o(1941),83,128-143. O djačkoj družini "Nada" v. K.S.Pavlović: Istorija družine Nade, Beograd 1923.

7 M.Jugović: Spomenica o stogodišnjici Prve muške gimnazije u Beogradu 1839-1939, Beograd 1939, str. 487.

8 Primerak ove knjige nalazi se u biblioteci Instituta za matematiku Prirodno-matematičkog fakulteta u Beogradu.

9 Ova literatura je bila na nemačkom jeziku.

Lično za pisca ovih redova i njegove generacijske drugove to je bio ideal voljenog nastavnika. On nas je umeo toliko oduševiti za svoj predmet, da smo nekolicina nas dobivši od roditelja, a po preporuci samoga profesora, potrebnu zato sumu, stvorili kod svojih kuća malu hemijsku laboratoriju, u kojoj smo ponavljali neke od eksperimenata koje je u školi izvodio profesor i vršili kvalitativne hemijske analize koje nam je on davao na rad. Docnije, kada je profesor Leko postavljen za profesora Vojne akademije, on je neke od nas pozivao da nedeljom dolazimo k njemu u laboratoriju i da vršimo analize materija koje nam je on davao.[10] Pisac i njegov drug Pavle Popović bili su se još, čim su u četvrtom razredu upoznali profesora Marka Leka, zaverili da će se odati na hemiju i ni našta drugo.[11] Ali je sudbina drugojače rešila stvar: jedan od nas dvojice je postao profesor književnosti, a drugi matematičar, koji je, ipak, zadržao sve svoje simpatije za hemiju, i to zahvaljujući samo svome nastavniku koji ga je i uveo u nauku i ostao mu u dragoj uspomeni".[12]

---

10 Od 8.decembra 1882. do leta 1895. profesor M.Leko predavao je hemiju u Vojnoj akademiji (Spomenica Vojne akademije 1850-1925, Beograd 1925, str. 226).

11 U pomenutoj družini "Nada", Pavle Popović je čitao svoje prevode poznatijih dela iz hemije, npr."Gradjenje organskih materija i hemijske reakcije" od A.Vurca (1883. godine) itd.

12 M.Petrović: Gimnazijske uspomene, Spomenica o stogodišnjici Prve muške gimnazije u Beogradu 1839-1939, Beograd 1939, 293-301.

Sklonost prema hemiji navodimo stoga, što je ona uticala docnije, pri upisu na Veliku školu, da se Petrović opredeli za prirodno-matematičke nauke. Evo šta o tome kaže i Živojin Djordjević, profesor univerziteta: "Tako smo mi, ondašnji srednješkolci viših razreda često prelazili prag Velike škole i bili revnosni posetioci velikoškolskih predavanja i veliki poštovaoci profesora Velike škole... Miris hemijske laboratorije koja je bila direktno uz gimnaziju[13] ne malo je uticao da se većina odličnih maturanata preseli u nju i da se oda izučavanju prirodnih nauka".[14]

Formirani odnosi prema hemiji i eksperimentima uopšte, otkrili su Petroviću prve začetke doznavanja procesa u prirodi i uvidjanja izvesnih jedinstvenih zakona za različite pojave. Docnije, preko hemije, Petrović će iskazati osnovno načelo modelovanja ("materijalizacije"), uvešće hemijske računare za integraciju diferencijalnih jednačina i hemiju često koristi u proveri svojih stavova u opštoj fenomenologiji.[15]

Ostajući pri praćenju ove pojave i metodološki u domenu analogija napomenimo da se u tim trenucima formiranja u Petroviću otkrilo ono što i u mladalačkoj svesti mno-

---

[13] U to vreme gimnazija je bila u zgradi Kapetan-Mišinog zdanja zajedno sa Velikom školom i još nekim drugim ustanovama.

[14] Proslava stogodišnjice I muške gimnazije u Beogradu, Beograd 1939, 7-lo.

[15] U drugom delu ove studije pri izlaganju hemijske integracije diferencijalnih jednačina, detaljno ćemo se zadržati na Petrovićevim rezultatima u hemijskim naukama.
*

gih drugih naučnika - impulsi stečeni u sasvim ranom periodu saznavanja i učenja postali su presudni za dalje usmeravanje interesovanja i delatnosti. Sve što se docnije postiglo samo je odjek, obogaćen i razvijen, umnogostručen, tih prvih glasova.

*

Gimnazijsko opredeljenje odvelo je Mihaila Petrovića na Prirodno-matematički odsek Filozofskog fakulteta Velike škole u Beogradu (1885-1889). Sadržaji nastave na fakultetu bili su usmereni tako da velikoškolac dobije opšte obrazovanje iz prirodnih nauka. Specijalnosti u okviru studija nije bilo. Sklonost prema pojedinom predmetu bila je osnova za docnije opredeljenje koje se, posle završene Velike škole, ozakonjavalo polaganjem stručnog ispita (profesorski ispit i dr.). Prema tome, Petrović nije studirao i završio Veliku školu (1889) kao matematičar, već kao student opšteg obrazovanja u prirodno-matematičkim naukama. Petrović je ravnopravno studirao, i uspešno polagao, matematiku, mehaniku, fiziku, hemiju, geologiju, geografiju, filozofiju, logiku, psihologiju, ekonomiju, istoriju i drugo.[16]

Ovakav sadržaj studija svakako je pogodovao mladom Petroviću u smislu dobijanja opštih znanja. Docnije, ovo će znatno uticati na dalja njegova opredeljenja i odluke.

[16] U "Letopisu", str. 47-78 detaljno su opisane studije Mihaila Petrovića.

Recimo, paralelne studije fizičkih i matematičkih nauka u Parizu i drugo.

Ne raspolažemo gradjom koja bi potvrdila našu pretpostavku ali verujemo da je u Kapetan-Mišinom zdanju u tako raznorodnim tečajevima nastave na Velikoj Školi Petrović zapazio i otvorio problem traženja "zajedničke crte pojava" medju raznorodnim pojavama, a što će docnije, preko odredjenih preslikavanja dovesti do naučnih iskaza. Tu je sigurno i poreklo analoškog modela, odnosno "materijalizacije" jednog matematičkog iskaza na nekom fizičkom modelu.

Pored ovih nastavnih uslova na Velikoj školi, u formiranju ličnosti Mihaila Petrovića bila je presudna i zrelost njegove generacije. Ta je generacija bila veoma ambiciozna, svesna da joj je poveren pionirski zadatak u nauci; takmičarski duh prožimao je želju za znanjem, isticanjem u moralu. U toj generaciji od 15 studenata, pored Mihaila Petrovića, studirali su još: Milorad Jovičić - hemičar, profesor Vojne akademije i dopisni član Srpske kraljevske akademije, Kosta Stojanović - matematičar, profesor univerziteta, Dimitrije Maričić, profesor matematike u srednjoj školi i dr. Ozbiljnost u sticanju obrazovanja i veoma rana zrelost pogleda na probleme u naučnom životu najbolje se ogleda u sledećem primeru. Dolazak Dimitrija Danića školske 1885/86. za profesora Velike Škole izazvao je velike nerede medju studentima I godine Prirodno-matematičkog odseka i Tehničkog fakulteta. Javnost takodje nije ostala po strani, a studenti bojkotuju Danićeve časove nedolaskom. Studenti (Mihailo Petrović, Kosta Stojanović i dr.) štitili su Akademski savet Velike škole: "Savet je još prošle godine odbio Danića, a sada ga ministar prosvete svojevoljno postavlja za honorarnog profesora".[17] Ti mladići, koji će docnije prerasti u vrlo uglednu generaciju naše nauke, pokazali su odista vrlo zrele stavove - nisu dozvolili da im predaje čovek za koga je Savet Velike škole rekao da "nema kvalifikacija". Nastala situacija navodi rektora (profesor K.Alković) da traži od ministra prosvete postavljenje "akademskog suda, koji će rešavati veće krivice učenika" (28. maj).[18]

Na sednici Akademskog saveta od 5. juna rektor je saopštio "da je djake za nedolazak na časove Dim. Danića, hon. profesora, korio u prisustvu dekana i ponovo ih obavestio i ubedjivao da je dužnost njihova da dolaze na časove. Rektor je i pismeno, preko oglasne table, pozvao djake da dodju na prvi čas Dim. Danića. - Rektor kaže da je ministar o ovom dogadjaju rekao, da nauku na Velikoj školi mora da zastupaju samo sposobni ljudi. Ministar moli Savet da privede kraju ovaj slučaj i da kazni krivce; ako se kazne djaci da li je to pravi korak u ovom slučaju"?[19]

17. juna zasedao je Akademski sud da ispita i kazni studente I godine Odseka i Tehničkog fakulteta što na ponovni rektorov poziv nisu došli na pristupno predavanje

---

17 AS, VŠ, 1886, Zapisnici Akademskog saveta.

18 Isto

19 Isto

Danića. Zaključeno je da se studenti pojedinačno ispitaju i da se naročito vidi da nije bilo mešanja sa strane u podsticanju bojkotovanja časova matematike. Sutradan, 18. juna, Sud je saslušao studente. "Na pitanje: što nisu dolazili na časove Danića, svi su dali odgovor: ... što je postavljen za honorarnog profesora niže matematičke analize čovek za koga je Savet Velike škole kazao da nema potrebne kvalifikacije i o čemu je pisano u novinama. Oni (studenti), vodeći računa da neće biti dobro po njihov glas i stručnu spremu ako ovaj važan predmet slušaju kod takvog nastavnika, pošto će mnogi docnije, kad svrše školu, biti, možda, profesori ovog predmeta u srednjim školama, mislili su da će na ovaj način uspeti da im ovaj predmet i dalje predaje draženi i poznati profesor Nešić. Izjavili su da ih niko sa strane nije nagovarao. - Na pitanje da li su znali da g. ministar ima po zakonu pravo postaviti honorarnog profesora - odgovorili su: da se za honorarnog profesora ne može postaviti lice za koje je Savet Velike škole kazao da nema kvalifikacije, a da su od Rektora saznali da to pravo po zakonu ima g. ministar".[20]

19. juna Akademski sud doneo je presudu da se studenti kazne sa dva dana zatvora. Rektor 23. juna obaveštava ministra prosvete o kaznama studenata. "Što je Akademski sud ovako blago postupio i kaznio krivce sa dva dana zatvora, poglaviti je razlog, što su oni najposle poslu-

---

20 Isto

šali Savet Rektora i ne samo došli na prvo predavanje g. D. Danića, pre nošto se Sud sastao, no se i na ostalim predavanjima ponašali kao što dolikuje učenicima Velike Škole". Ministar prosvete dopisom od 24. juna "obustavio je izvršenje osude. ... Ni malo ne sumnjam da su učenici koji su se ogrešili o zakon školski, učinili to u verovanju da time čine usluge nauci".[21]

Kao što je poznato, Dimitrije Danić otišao je sa Velike Škole za profesora matematike na Vojnoj akademiji, a 1887. godine za profesora niže matematičke analize izabran je na Velikoj Školi Bogdan Gavrilović.

I pored opštosti u studijama, Petrović je od samog početka ispoljio sve crte svog talenta i pokazao da se od njega mogu u budućnosti očekivati velika dela.

Pri kraju nešto zakasnele školske 1885/86 godine (srpsko-bugarski rat), 21. novembra 1886. Petrović je kao student I godine završio seminarski rad iz matematike koji je nosio naziv "O jednoj modifikaciji Grefeova metoda za rešavanje viših brojnih jednačina".[22] Rad je verovatno čitan na seminaru kod profesora Dimitrija Nešića. Pre svega treba primetiti, da izlaganje 18-godišnjaka Petrovića, studenta I godine, ima obeležje kreativnog i originalnog. Materijal seminarskog rada ne pokazuje uobičajen postupak u seminarskim radovima: da se izloži sve najpoto-

---

21 Podrobnije o ovim dogadjajima videti u "Letopisu", str. 51-53.

22 Rukopis Petrovićevog rada nalazi se u Muzeju grada Beograda, a detaljno je proučen i analiziran u radu M. Sto-

njije poznato o temi, što je mahom, sadržano u udžbenicima ili nekim dostupnim raspravama. Naprotiv! Mladi Petrović, proučivši Grefeovu metodu, postavlja sebi potpuno originalan zadatak, da iznadje mogućnost egzistencije jedne druge funkcije nego što je ona u Grefeovoj metodi. Njemu je vrlo dobro poznata bila arbitražnost stepenaste funkcije koja vezuje korene polazne jednačine f(x)=o sa korenima izvedene jednačine $\varphi(y)=0$

$$y = x^m ,$$

gde je m - proizvoljno, dovoljno veliko, odabrano i oblika

$$m = 2^p, \qquad p \in N$$

i uvodi n o v u f u n k c i j u eksponencijalnog oblika

$$y = a^x ,$$

gde a bira proizvoljno i dovoljno veliko. Petrović je, verovatno, ovo najviše učinio iz činjenice što

$$a^x > x^m ,$$

kao i potrebe eksplicitnog iznalaženja kriterijuma u konvergenciji decimala korena jednačine za unapred datu grešku $10^{-\delta}$.

jaković - D.Trifunović: Petrovićeva modifikacija Grefeove metode za rešavanje algebarskih jednačina, Vesnik 2o(1968), 4,439-446.

Uvodjenje nove funkcije a^x Petrovića je primoralo da prikaže potpuno svoj metod dobijanja nove - izvedene jednačine $\varphi(y)=o$. Pri ovome, student I godine je pokazao vrlo solidno poznavanje i umešno korišćenje stavova matematičke analize. Kako ovaj deo rukopisa obuhvata materijal koji je potpuno van programa niže matematičke analize u I godini Velike Škole, to odatle neposredan zaključak, da je Mihailo Petrović, kao student, matematiku znatno dublje, šire i "unapred" proučavao. - I pored toga što je na pojedinim mestima neprecizan i nedovršen u iskazima, Petrovićev rukopis o Grefeovoj metodi ima svoje i naučne, i istorijske vrednosti: to je prvi napisan matematički tekst našeg znamenitog matematičara koji ujedno i potvrdjuje da je Petrović od prvog dodira sa matematikom bio na terenu originalnog stvaralaštva.

Ovaj prvi samostalan Petrovićev rad iz matematike značajan je za sadržaj naših istraživanja iz dva razloga. Pre svega, Petrović je na samom početku studija osamostaljen - originalan, želi da problemima pridje na svoj način, da istražuje nove mogućnosti. Prvi rad kod Petrovića otkriva pojavu s h e m a t i z i r a n o g algoritma za Grefeov postupak, a što je za dalja Petrovićeva opredeljenja posebno važno. Njegov shematiziran postupak ima potpuno savremen oblik modelovanja jednog matematičkog iskaza na jezik simbola te shematizacije.[23]

---

23 U našoj literaturi Grefeova metoda prvi put je objavljena u knjizi Dimitrija Nešića: Algebarska analiza, Beograd 1883, 643-667.

Prema načinu kako se koristio simteričkim funkcijama korena jednačine utvrdili smo da je Petrović student čitao tada jedini naučni časopis kod nas Glasnik Srpskog učenog društva, specijalno prvi rad iz matematike kod nas koji je ekspozitorno izložio Šturmovu teoremu.[24] Ovakva orijentacija studijama bila je potpuna garancija da će nastavu Prirodno-matematičkog odseka Filozofskog fakulteta dobro iskoristiti u dobijanju opštih znanja, ali da će isto tako i sebe često postavljati u središte problema koje proučava pokušavajući time da ga na svoj način reši - objasni i dopuni.

Kod Petrovićevog formiranja neosporan je i direktan uticaj nekolicine profesora Velike škole. Pre svega, profesor Sima M. Lozanić skrenuo je Petroviću pažnju na savremene osnove hemije i prirodne zakonitosti medju elementima po Mendeljejevu. Ova zakonitost, matematičko predočavanje budućih hemijskih elemenata koji treba tek da budu pronadjeni, imalo je snažnog uticaja na mladog Petrovića.[25] Iz ovih razloga, kao i opšte sklonosti prema hemijskim procesima, hemija će u matematičkoj fenomenologiji biti večito prisutna. I ne samo to, zahvaljujući pravilnostima koje vladaju kod hemijskih reakcija, Petrović 1896. godine dolazi do pojma analogne računske mašine izlažući definiciju "materijalizacije" jednog matematičkog iskaza na he-

---

24 D.Stojanović: Šturmova teorema, Glasnik SUD, 25(1869), 100-176.

25 Medju prvima u svetu Sima M. Lozanić je uveo Mendeljejev

mijskom modelu poznate reakcije.[26]

Petrović nije pokazivao izuzetne sposobnosti samo u prirodnim naukama. Pri kraju IV godine studija u okviru predmeta psihologija, Petrović je uradio obiman sastav "Da se izlože i kritički pretresu različite teorije o volji". Prema zapisniku sa sednice Odseka, profesor Ljubomir Nedić pohvalno je ocenio ovaj Petrovićev rad.[27]

Poseban uticaj na Petrovića imao je profesor mehanike Ljubomir Klerić. Klerićeva orijentacija u izgradnji kinematičkih modela i opšte mehanizama, inspirativno su delovali na Petrovića. Petrović je radom svoga profesora bio potpuno obuzet; njegove sprave za mehaničko crtanje koničnih preseka i "pisanje" homotetičnih geometrijskih figura verovatno su izazvale u Petroviću odredjene podsticaje, a koje će nešto docnije po dolasku iz Pariza i realizovati. Prema izjavama samog profesora Klerića[28] i pisanja Mihaila Petrovića,[29] njihova saradnja za vreme studija i u prvim godinama Petrovićevog rada na Velikoj školi bila je presudna za Petrovićeve rezultate u tehničkoj fenomenologiji, specijalno analognim računskim mašinama.

Prema ovome nije slučajno što je Petrović kao

---

periodni sistem elemenata u svoj udžbenik hemije (1883). Konsultovano V.M.Mićović: Mendeljejev sistem kod Srba i Hrvata, SANU, Beograd 1973.

26 O Petrovićevim analognim računarima koji rade na principu hemijskih reakcija videti III deo ove studije.

27 AS,VŠ, 1889,46, Zapisnici Akademskog saveta.

28 Lj. Klerić: Glas SKA, LI, 18(1896), 311.

student IV godine radio temat iz računskih mašina. Temu je zadao profesor Ljubomir Klerić:

Izložiti sve načine računanja površine uopšte, kao i iz planova snimljenih grafičkim putem, zajedno sa sredstvima (planimetrima) za računanje površina, od najprostijih do najsloženijih i najupotrebljivijih u praksi.

Za uradjenu temu koju je dostavio 2. januara 1889. pod šifrom "Non volumus velle, sed facere - Hobbes" (izreka filozofa Hobsa "Ne želeti, već raditi") i koju je ocenio profesor Lj. Klerić, Petrović je dobio drugu nagradu. Prva nagrada nije dodeljena a treća nagrada pripala je studentima tehnike.[30]

Pre svega, istaknimo da se Petrović opredelio za temu koja je tražila poznavanje matematičkih aparata. Ovo opredeljenje tumači se kao što smo rekli, kao nagoveštaj docnijeg Petrovićevog rada. Nije potrebno ovde detaljno (videti docnije) navoditi da je Petrović krajem 19. i početkom 2o. veka bio poznato ime matematičke literature po svojim konstrukcijama analognih mašina. Njemu u ovoj oblasti pripada prvenstvo u rešavanju diferencijalnih jed-

29 M. Petrović: Kvadratura kruga i trisekcija ugla pred pariskom akademijom nauka, Srp. knj. glasnik, 24(1928), 5, 368-37o; Kvadratura kruga, Glasnik Jug. prof. društva 13(1933), 1o-12, 874-881.

30 AS, VŠ, 1889, 154, Nagradni temati.

31 Isto

načina putem modelovanja, a posredstvom raznih hidrodinamičkih i hemijskih procesa. Do Petrovića u ovim slučajevima koristilo se samo kinematičkom koncepcijom (planimetar i integraf).

Referat profesora Klerića o Petrovićevom tematu kao i sam temat nisu još pronadjeni. Jedino što doznajemo jeste kratka beleška profesora K. Josimovića o trećenagradjenom radu, gde se posredno skreće pažnja i na Petrovićev rad (2. nagrada). "Nema pogrešaka kao u drugom tematu - piše profesor Josimović, ali nije odgovorio ni ovaj na pitanje i nema kritike planimetara".

Pregledom trećeg temata, primećen je pokušaj da se obrazac za površinu poligona uopšti.

Ako jedan poligon obeležimo sa $\{A_i\}$, gde je i = 1,2,3,... n i uvedemo pretpostavku da je konvenksan, tada se površina P tog poligona može prikazati u obliku

$$2\,P_n = x_1\,(y_2 - y_n) + \sum_{k=2}^{n-1} x_k (y_{k+1} - y_{k-1}) + x_n\,(y_1 - y_{n-1}).$$

Ovaj izraz dokazuje se primenom potpune indukcije. Vrednost površine P može se dobiti i sabiranjem parcijalnih trouglova. Ako se izabere jedna tačka

$$T(a, b) \in \{A_i\},$$

tada je

$$2\,P_n = \sum_{k=1}^{n} \begin{vmatrix} x_k & x_{k+1} & a \\ y_k & y_{k+1} & b \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}, \quad x_{n+1} = x_1, \quad y_{n+1} = y_1.$$

Temati su dosta interesantni u odnosu na tadanju terminologiju, kao i simboliku. Na primer, pisalo se "sadržina površine" jedne figure, a koordinate tačke obeležavale su se sa

$$M\begin{Bmatrix} x \\ y \end{Bmatrix}.$$

Imajući u vidu značaj ove teme za opštu studiju razvitka računske tehnike kod nas, ovde ćemo u kraćim fragmentima izložiti sadržaj trećenagradjenog rada studenata III godine tehnike Mihaila V. Ilića i Dragoljuba Dj. Simenovića (šifra temata F = arV).[32] Analizom ovoga rada mogu se tačno upoznati sva matematička pomagala za izračunavanje površina koja su se koristila kod nas 8o-tih godina prošlog veka i o kojima je raspravljano na Velikoj školi. Kako su različiti kinematori bili u sastavu predmeta mehanika, to posrednim putem doznajemo sadržaj teorije mehanizama koju je profesor Ljubomir Klerić predavao na Velikoj školi za studente tehnike i filozofije.[33]

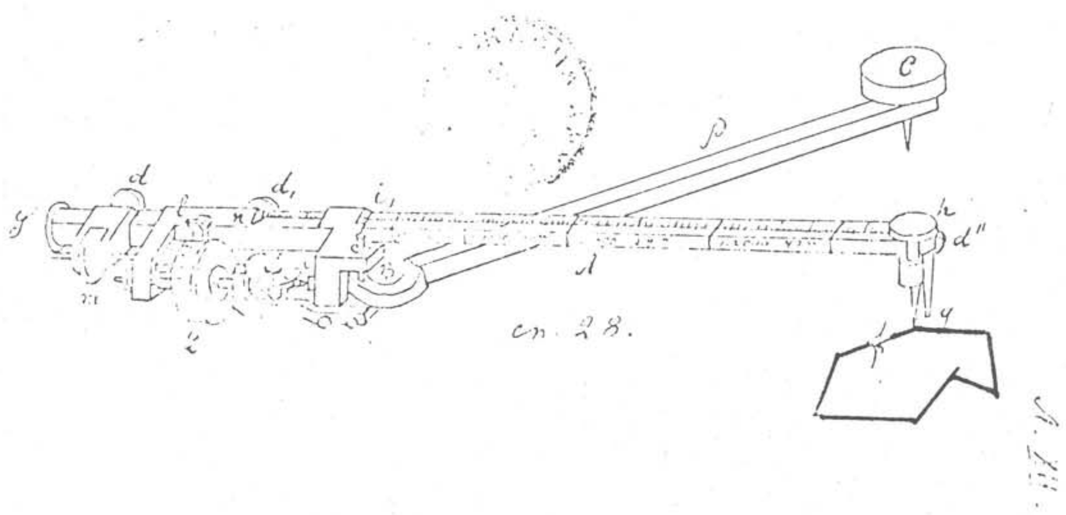
U ovoj veoma dragocenoj gradji za istoriju računara, posle geometrijske i koordinatne metode, izložene su "sprave za izračunavanje sadržine površine - planimetri". "Geometri i mehaničari - pisali su u tematu M. Ilić i D. Simenović, - trudili su se da pronadju sprave, pomoću kojih bi mogli brzo i na lak način dobiti sadržinu površine

[32] AS, VŠ, 1889, 14, Nagradni temati.

[33] O Lj. Klerićevom radu videti 2. deo u II glavi ove studije.

i najkomplikovanijih površina, a naročito onih, koje su ograničene krivim linijama. Ovima je i ispalo za rukom te su pronašli dosta sprava za veštačko računanje površina. Ove sprave nazivlju se p l a n i m e t r i m a. Mi ćemo ovde izložiti sve one, koje su nam do sad poznate, od najprostijih do najsloženijih".

Od polarnih planimetara analizarani su Amslerov i Romanov precizni planimetar. Princip rada, odnosno matematičko opisivanje rada ovih kinematičkih mehanizama je tako sadržajno i potpuno, da u novijoj literaturi, recimo kod Vilersa, o ovim planimetrima nalazimo znatno jednostavnija i nepotpuna objašnjenja.[34]



Sl. 5 .- Crtež Amslerovog polarnog planimetra iz temata na Velikoj Školi u 1889. godini.

34 F.A.Willers: Mathematische Instrumente, München - Berlin, 1943.

Imajući u vidu da je temat sadržao i za ono vreme najnovija rešenja planimetara, kao što su linearni planimetar i planimetar sa pokretnim točkićima, možemo zaključiti da su autorima bila dostupna savremena dostignuća kinematora. Ovo je svakako uticaj profesora Lj. Klerića i M. Josimovića koji su kabinet za geodeziju na Velikoj školi opremili savremenim matematičkim pomagalima.[35]

Pored izloženih kinematora, temat je obradio Adlerov i Pasonov planimetar kao i nekoliko jednostavnih metoda (procena površine na osnovu staklene milimetarske mreže, procena na osnovu težine papira na kojem je nacrtana figura čija se površina odredjuje, itd.).[36]

*

Direktan uticaj naših prirodnjaka (Jovan Žujović, Sima Lozanić, Ljubomir Klerić i Kosta Alković) trajno će uticati da Petrović vrlo rano ponese interesovanje, želju, znanje. Kao student čita Hobsa razmišlja o Aristotelovoj definiciji metafore, a profesor Ljubomir Nedić se oduševljava Petrovićevim filozofskim razmišljanjima. Ovakvo opšte obrazovanje u prirodnim naukama i filozofiji, Petroviću je pružilo polazne mogućnosti, da bi se kod svojih profesora u Parizu (1889-1894)(Pikar, Poenkare, Apel i dr.) potpuno prikazao sa načelima univerzalnosti u nauci

35 Godišnjak SKA, 1(1887), 193.

36 Za ove planimetre pregledana knjiga A. Svoboda: Computing Mechanisms and Linkages, London 1948, p. 359.

koju je Pariska škola i negovala. Uticaj ove škole, kao i sam trenutak mehaničkog pogleda na svet, nije mogao da mimoidje Petrovića i nekoliko "normalaca" poznate generacije 189o-1894. na École Normale Supérieure (Sanjak, Moren, Koton i Brizar). Slušanje kurseva na Pariskom univerzitetu i Collège de France iz mehanike, fizike, hidrodinamike, hemije kod poznatih fenomenologa 19. veka (Buti, Pela, Lipman, Kenig i dr.) imalo je snažan uticaj na mladog Petrovića. Sa Sanjakom najviše, Kotonom i Morenom u Internatu Normalne škole raspravlja o mehanicizmu, zapaženim analogijama u elektrotehnici i termodinamici, proučava život i rad lorda Kelvina (Thomson). Ideje se stvaraju na samom izvoru i nije slučajno što je, po povratku u Srbiju, svoj nagoveštaj u iznalaženju uopštenja fenomenologa 19. veka najpre saopštio svom drugu Sagnacu.[37]

Suprotno matematičarima: Dimitriju Daniću (Jena), Dimitriju Nešiću (Beč i Karlstrue), Bogdanu Gavriloviću (Pešta i Berlin), Petru Vukićeviću (Berlin)-Petrović bira Pariz. Verovatno da je do ovog izbora došlo iz dva razloga: prvo, ded Petrovićev, prota Novica Lazarević, bliži saradnik mitropolita i dobrostojeći čovek u administraciji Srbije, bliže je poznavao Jevrema Grujića, koji je u to vreme bio poslanik naše zemlje u Parizu,[38] i drugo, Petrovićeva dva "konkurenta" nešto stariji Petar Vukićević i Djordje Petković nalazili su se u Berlinu, odnosno Beču, na speci-

37 Prepiska sa Sanjakom izložena je u narodnom odeljku.

38 Videti podrobnije u "Letopisu", str. 78-92.

jalizaciji iz matematičkih nauka.

Profesori kod kojih je Petrović slušao matematiku, mehaniku i fiziku imali su direktan uticaj na Petrovićeva opredeljenja u fenomenologiji i opštim problemima matematičkog opisivanja i modelovanja različitih procesa. Pogodnosti studija u smislu da sam bira naučne predmete i predavače znatno su uticali na opredeljenje.

Recimo kod profesora Keniga na Collège de France sluša obiman trogodišnji kurs mehanike. Prema Petrovićevim beleškama sa ovog kursa (Conférences de M.Koenigs), program mehanike obuhvatio je kako racionalnu mehaniku, tako isto i nekoliko poglavlja tehničke mehanike.[39]

Posebno mesto u programu mehanike kod profesora Keniga zauzela je računska tehnika, u kojoj su opširno izlagane pojedinosti o matematičkim aparatima: planimetri, integrafi, kurvimetri i dr. Verujemo da je u ovoj oblasti Petrović bio zapažen student, jer je iz Beograda od profesora Klerića poneo dovoljno znanja o računskoj tehnici, pa i nagradu iz primene planimetra. Docnije, po dolasku u Beograd, Petrović se pri adaptiranju Klerićevog š e s t a r a za rešavanje diferencijalnih jednačina, neposredno koristi beleškama sa časova profesora Keniga.[40] Uopšte u računskoj tehnici na principu kinematike (planimetar-integraf) sve što je Petrović doznao i uradio najviše duguje profesoru Kleriću sa Velike škole i profesoru Kenigu sa

*

Collège de France.

U dosadašnjim spisima o Mihailu Petroviću mnogi autori su navodili Pikara i Penlevea kao dva istaknuta profesora koja su imala znatan uticaj na Petrovića "normalca". Medjutim, iz prepiske sa Matijenom doznajemo da je Petrović bio posebno oduševljen profesorom Taneriem kome je i posvetio svoju doktorsku tezu. Tannery, kao dugogodišnji upravnik Naučnog odeljenja prirodno-matematičkih nauka na Normalnoj školi, davao je uputstva mladom Petroviću, uvodio ga u naučni život Pariza i direktno uticao na Petrovićevu orijentaciju u literaturi. Od 22. novembra 189o. godine na Pariskom fakultetu kod profesora Taneria sluša diferencijalni račun sa p r i m e n o m i diferencijalne jednačine. Znatno docnije Petrović je isti kurs držao na Beogradskom univerzitetu. Uporedjivanjem Petrovićevih tabaka (skripata) za ovaj kurs i studentske sveske predavanja profesora Taneria naišli smo na veliku podudarnost. U ostalom, to nije slučajno, Petrović u svojim specijalističkim kursevima na Velikoj školi i Univerzitetu, potpuno preslikava program francuske škole.[41]

---

39 "Radne sveske", Biblioteka Instituta za matematiku PMF u Beogradu.

40 Glas LI, 18(1896), 313-316.

41 U "Letopisu" (562-566) izloženi su svi kursevi Mihaila Petrovića koje je držao na Beogradskom univerzitetu; o istom pogledati i rad D.S.Mitrinovića: Matematička biblioteka 7(1958), 5-8.

Prema konceptu pisma profesoru Ermitu, Petrović je u periodu pripremanja doktorskog ispita imao najviše kontakta sa svojim profesorima. Iz ovog koncepta vidi se i saradnja sa profesorom Taneriem.[42]

Gospodine, Pariz, 5. Dec.1893.

Već sam imao čast da Vam budem predstavljen od Gospodina Tannery-a. Prema jednom savetu dozvolite mi da se obratim Vama, želeći da sa Vama razgovaram o pitanjima koja su predmet mojih radova. Ja ću Vam biti vrlo zahvalan ako bi ste hteli odvojiti jedan dan za mene da Vas ne bih više deranžirao.

Izvolite primiti Gospodine uverenja o mojim osećanjima poštovanja.

M.Petrovitch

na Ecole Normale Supérieure

Pored uticaja koji su na njega izvršila predavanja, Petrović izuzetno mnogo čita u Nacionalnoj biblioteci Pariza. Kako je u "radnim sveskama" beležio koncepte pročitanih rasprava i dela,[43] to smo mogli konstatovati da je Petrović bio r a v n o p r a v n o zainteresovan kako za "čiste" matematičke rasprave, tako i za članke iz fizičkih i mehaničkih nauka. Ovo su, sigurno, bili ključni trenuci u sticanju neophodne univerzalnosti u prirodno-matematičkim naukama što su studije u fenomenologiji i za-

---

42 Zaostavština, sv.3, Muzej grada Beograda; "Letopis", str.111.

43 Biblioteka Instituta za matematiku PMF u Beogradu.

htevale. U navedenim sveskama čitamo kako je podrobno izučavao Tomsonove analogije toplotnih i električnih pojava, statističku analizu rasporeda požara i nepogoda u Francuskoj, radove Apela iz mehanike, a ponajviše konkretne eksperimente profesora Lipmana. Dosta je komentarisao radove Bušara, Blanka, Riboa, pri čemu za Kenigove rasprave pravi posebne skice. U poslednjoj godini boravka u Parizu (1893/94), bez ispitnih obaveza pristupa pravoj studiji naučne literature. Prema reversima Nacionalne biblioteke u Parizu, Petrović vrlo intenzivno čita. Studiju literature ograničio je na radove iz Comptes rendus-a Pariske akademije nauka i Biltena Društva francuskih matematičara. Vodio je evidenciju koliko je i kada pročitao. Tako je u Školskoj svesci 1893/94. nadjena sledeća evidencija proučenih radova za mart i april 1894. (broj označava količinu radova autora): Pruvost 3, Hermite 1, Appell 3, Painlevé 1, Tannery 2, Picard 1, Frenet 6, Salmon 1, itd. Imao je naročito odredjene beleške za proučavanje ove literature, koje ujedno pokazuju i način Petrovićevog učenja: prepisivao je glavne stavove pročitanog dela i dodavao svoje komentare, primedbe i slično, čime se docnije koristio.[44]

Pored ovoga Petrović u IV godini sluša više kurseva na Pariskoj politehnici, Pariskom univerzitetu i Collège de France kod profesora Poenkarea, Pikara, Penlevea i

[44] Zaostavština, sv. 8, Biblioteka SANU.

[45] "Letopis", str. 117.

Darbua.

Pored radnih svezaka gde je skicirao i nagovestio studije analogija medju prirodnim pojavama, Petrović je negovao i matematičke kolekcije. Imao je svoje lične primerke poznatijih matematičkih časopisa, pri čemu je težio da obezbedi komplete. Na primer, kao student III godine obratio se uredniku Revue générale des Sciences.[45]

Gospodine, Pariz, 2o.Dec.1892.

Da bih imao kompletnu kolekciju Revue générale des Sciences, nedostaju mi brojevi od 9-24 (9 i 24 zaključno) prve godine 189o.

Molim Vas gospodine, da mi pošaljete sa budućim brojem Revije, koji će te mi poslati na Ecole Normale Supérieure; ja ću sve isplatiti kada mi budete stavili do znanja cenu časopisa.

Primite Gospodine uverenja mog potpunog poštovanja

Michel Petrovitch
student III godine

Po povratku u Beograd, literatura koju je doneo Petrović značila je mnogo Matematičkom seminaru Velike škole, koji još nije imao svoju biblioteku.

Na predavanjima iz fizike kod profesora Pela, Petrović dolazi do ideje primene matematike u obradi rezultata merenja. Naime, pri vežbi na Renjaltovom aparatu za odredjivanje gustine tečnosti, te je svoje eksperimentalne rezultate za vodu obradio u obliku seminarskog rada "Determination de la densité maxima de l'eau". U radu se Petrović ne zadovoljava samo eksperimentom, već dobijene rezultate podredjuje matematičkoj obradi. U poznatoj Menjaltovoj relaciji

$$F = a\alpha \frac{t+20}{1+m\,(t+20)},$$

odredjuje parametre a, α i m iz niza merenja F_i i t_i

$$\log a = 1{,}958516 \quad \log\alpha = 0{,}038291$$

$$m = 0{,}004810$$

Verovatno da je mladi Petrović ove veličine odredio preko metode najmanjih kvadrata

$$h^2 = \Sigma\,[F_i - F(t_i)]^2 \;,$$

sa očiglednim zahtevom da se normalne jednačine

$$\frac{h\partial^2}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial h^2}{\partial \alpha} = 0, \quad \frac{\partial h^2}{\partial m} = 0 \;,$$

linearizuju.[46]

Matematička obrada rezultata merenja koja je danas veoma razvijena i dobila samostalan klasifikacioni broj naučne discipline,[47] javlja se u Petrovićevom seminarskom radu još 1892. godine. Verujemo, da je baš na ovakvim primerima izgradio svoje početne stavove u iznalaženju matematičkih modela (analoška jezgra) na osnovu matematičkog

46 "Letopis", str. 567.

47 Npr. L. Jánossy: Theory and Practice of the Evaluation

ženiji način, metod uporednog izučavanja analogičara u okviru jedne uopštene mehanike pojava, metod istraživanja složenosti i srodnosti, ali bez onih relativnih i sumnjivih napora da se, po svaku cenu, pokaže jedinstvo. Petrović još ništa ne dokazuje u svojim studijama u Parizu, jer je želeo samo da vodi svoju prostranu anketu o analogičarima jednog odredjenog doba bez predubedjenja i sa unapred osmišljenim pogledima da taj registar analogičara generališe.

*

Mihailo Petrović je veoma malo, pa i nikako, navodio biografske elemente o svom naučnom radu tako da iz obimne gradje u njegovoj sačuvanoj zaostavštini nismo našli na lično Petrovićevo objašnjenje porekla i pojave matematičke fenomenologije u njegovom naučnom radu. Izuzetak u ovome čini jedan jedini izvor koji se odnosi na Dekartovu proslavu u Parizu, u kojem Petrović po prvi put navodi "klicu ideje o fenomenološkom preslikavanju". Naime, 1937. godine kada se u Parizu pripremala obimna Dekartova proslava, Petrović je zatražio od Akademije pravo učešća na ovom naučnom skupu.[51] "Srp.Kralj.Akademiji. Radeći na Ma-

---

49 Sur les zéros et les infinis des intégrales des équations différentielles algébriques, Paris 1894, p.109.

50 Kod Petrovića je analoško jezgro za skup različitih pojava mahom predstavljeno u vidu neke diferencijalne jednačine.

51 ASANU, Fond SKA, 1937, 757.

tematičkoj fenomenologiji naveden sam na zaključak da je k l i c a i d e j e o f e n o m e n o l o š k o m p r e s l i k a v a n j u s a d r ž a n a u i d e j a m a D e k a r t a.[52] Da bih to mogao proveriti i kako treba razraditi, bilo bi mi potrebno prikupiti bibliografski materijal, i to pre letošnje proslave Dekartove, a najdalje do kraja Maja ove godine. To bi se u toku Maja moglo učiniti u Francuskoj, gde se sad, u ovaj mah, skuplja za tu priliku sve što se odnosi na istoriju i tumačenja Dekartovih ideja.[53]

Tom bi se prilikom, a po materijalu koji je u Parizu stavljen na raspoloženje stručnjacima, i tačno obavestio o ulozi koju je naš sunarodnik Marin Getaldić imao pri stvaranju Analitičke Geometrije, a koja je uloga nedovoljno poznata i nerasvetljena, pored svega interesa koju ona ima za našu nauku.

Molim Akademiju da mi olakša izvršenje ovoga naučnog posla pomoću za naučna istraživanja njenih članova za ovu godinu.

5.April 1937.g. Član Akad.Prir. Nauka

Beograd Mih.Petrović".[54]

---

52 Kurziv je naš.

53 Tridesetih godina ovog veka u Srpskoj kraljevskoj akademiji pokrenuto je obimno izučavanje života i dela Marina Getaldića. Za ovaj nedovoljno proučen pothvat Akademije kroz dela Mihaila Petrovića i Nikole Saltikova sakupili smo potpunu gradju koju ćemo u obradjenom obliku saopštiti na drugom mestu.

Pregledom svih Petrovićevih tekstova iz fenomenologije ustanovili smo da je Petrović samo u "Fenomenološkom preslikavanju" (Beograd, 1933) naveo Dekartove radove i to: u odeljku "Fenomenološko preslikavanje toka vremenskih fakata" (str.85-88) i u odeljku "Matematika u proširenom smislu" (str.125-129).

U prvom slučaju Petrović opovrgavajući Mahov mehanički pogled na svet doslovno veli:

"Još Descartes je kazao da treba težiti tome da se prirodne pojave predstave i objasne "par figures et par mouvement".[55] To je i dalo povoda onome što Mach naziva "Mehanističkom mitologijom", koja je pokušavala da sve što se dešava u svetu materijalnih fakata, svede na pojave ravnoteže i kretanja materijalnih sistema.

Medjutim, moderne fizičke koncepcije, kao što su n.pr. one u talsnoj Mehanici De Broglie-a i Heisenberg-a, pokazuju da je to nemogućno čak i za mnoštvo pojava materijalne prirode. To će u toliko pre biti slučaj i za prostrani svet imponderabilnih pojava, gde se mogućnost ili nemogućnost toga ne može ni dokazivati".

I pored toga, Petrović kaže da je"moguće jednim naročitim načinom fenomenološkog preslikavanja, zadovoljiti Descartes-ov zahtev".[56] Kako je Petrović ovo učinio pokazaće-

54 U izveštaju sa Dekartove proslave Petrović ne navodi više fenomenologiju i druge pojedinosti (ASANY,Fond SKA,1937, 757).

55 "slikom i pokretom".

mo na sledeći način.

Neka je G jedna konfiguracija u prostoru E^n ($G \subset E^n$) i neka je figurativna tačka $M(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ ($M \in G$). Tačka M se pomera i u svakom trenutku njen položaj odredjuje tu konfiguraciju, a način tog pomeranja daje sliku toka pojave. U stvari, ovde se krije uopšten zakon puta

$$x_i = x_i(t),$$

pri čemu je ona "odredjena geometrijski kad se koordinate figurativne tačke izraze kao funkcije jednoga parametra; ona je odredjena i geometrijski i kinetički kad se za taj parametar uzme samo vreme".[57]

U poglavlju "Matematika u proširenom smislu" Petrović citira Dekartovu izreku "Il n'est personne, pour peu qu'il ait touché seulement le seuil de l'école, qui ne distingue facilement, parmi les objets qui se présentent à lui, ceux qui se rattachent aux mathématiques et ceux qui appartiennent aux autres sciences".[58] Petrović navodi ove Dekartove reči kao ilustraciju razgraničavanja šta pripada matematici, a šta ne. On odustaje od ovakvog "deobenog" odnosa u naukama. Za Petrovića je nastupilo

---

56 Fenomenološko preslikavanje, str. 87.

57 Isto, str. 125-129.

58 Isto, str. 125. "Nema čoveka koji je bar malo osetio duh škole, a da ne može lako razlikovati medju objektima koji mu se predstavljaju one koji su vezani za matematiku od onih koji pripadaju ostalim naukama".

vreme kada je matematika u svim pojavama, ona je oko nas; ona se više ne može shvatiti samo kao nauka o brojevima, veličinama i poretku medju objektima. "Prostranstvo matematike se znatno proširuje kad se dublje zagleda u bitnu suštinu onoga o čemu bi se ona, baš i po najobičnijim definicijama, imala da bavi" - pisao je Petrović.[59] Opšte matematizacija koju je Petrović sproveo u fenomenologiji nije čisto scientistička, već je to otkrivanje novih moći matematike sa potpuno novim strukturama.

[59]Isto, str. 127.

2. POJAVA MATEMATIČKE FENOMENOLOGIJE

Za istoriografiju naučnih rezultata posebno je značajno tačno utvrditi njihovu pojavu. Ovo utvrdjivanje predmet je istorije nauka stoga što je prioritet na naučni rezultat izuzetno važan podatak u praćenju razvitka nauke. Podsetimo se samo koliko je još danas ostalo rezultata koji se istražuju u smislu autorstva, prioriteta i slično.[1] Nije redak slučaj da matematičke metode koje su u prošlosti nosile ime jednog pronalazača, menjaju ime sa dopunama drugih pronalazača. Profesor E. Pikar je još 1913. godine o ovome pisao: "Hoću samo da primetim koliko je danas teško sastaviti jednu bibliografiju koja ima izvesnu istorijsku vrednost. Bilo bi možda tačno reći da se svaki drugi naučni rezultat pogrešno pripisuje nekome i da se često ne citira prvi pronalazač. S v e t e ž i i t e ž i b i ć e p o s a o o k o p i s a n j a i s t o r i j e n a u k a".[2] U našem slučaju, ovom problemu smo prišli oprezno,

---

[1] O ovome videti, npr., D. Nešić: Borba Njutna i Lajbnica za prioritet pronalaska infinitezimalnog računa, Zemun, Štamparija Jove Karamate, 1893, str. 20.

[2] Kurziv je naš.- Navedeno prema: Matematička biblioteka, 39(1969), 24; E. Picard: Rendiconti del Circolo mat. di Palermo, 36(1913), 277-278.

jer je bilo razvijeno mišljenje da se fenomenologijom Petrović javlja 1900. godine, što je svakako netačno i drugo, što pojava Petrovićevih analognih računskih mašina do sada još nije utvrdjena.

Pored ovoga, istraživanja pojave matematičke fenomenologije nedvosmisleno nam utvrdjuju tačne izvore koji su direktno uticali na pojavu ove naučne discipline kod Petrovića. Prvi tekst iz fenomenologije ukazuje nam da je Petrović teoriju analogija zasnovao na konceptu racionalne mehanike, specijalno dinamike, da je do svojih pogleda na uopštavanja medju disparatnim pojavama došao na osnovu analize velikog broja utvrdjenih analogija u 19. veku i ono što je bitno, prvi rad iz fenomenologije otkriva nam vrstu analogija kojima će se Petrović docnije šire baviti i na kojima će razviti svoju opštu i tehničku fenomenologiju. To su strukturalne (funkcionalne) analogije koje su dovele do analoškog jezgra i zakona aktiviteta, kao i samog mehanizma pojava. U oblasti analognih računskih mašina, što u našem radu nazivamo tehničkom fenomenologijom, posebno će biti reči o pojavi Petrovićevih radova koji sadrže prve rezultate modelovanja kao i konstrukciju računske mašine na principu kretanja tečnosti.

Znači, naš osnovni zadatak u ovom delu rada je da istaknemo i dokažemo da je u prvoj fazi istraživanja Petroviću bio cilj da mnoge otkrivene analogije 19. veka grupiše, uopšti i dâ im jednu teorijsku podlogu; da je za ova uopštenja izabrao kao teorijski model racionalnu mehaniku;

da se Petrović pojavio u nauci vrstom strukturalnih analogija koje će i zadržati u daljem radu na matematičkoj fenomenologiji, i da su se rezultati u analognoj računskoj tehnici paralelno razvijali kao neposredna posledica istraživanja u opštoj fenomenologiji.

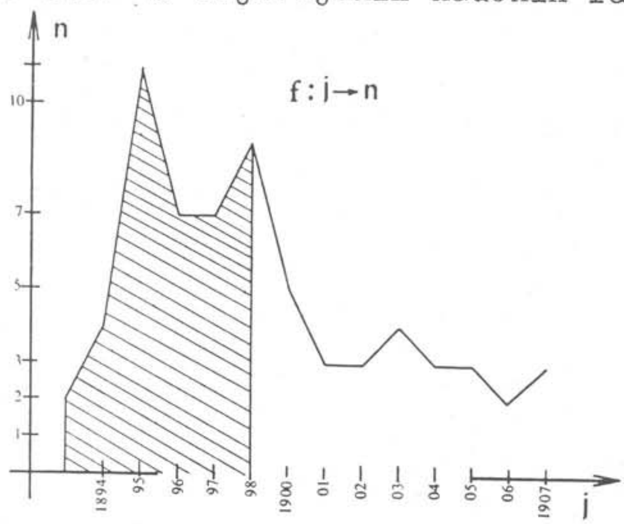
2.1. OPŠTA FENOMENOLOGIJA

Pošto smo utvrdili da Petrovićeva sklonost ka analoškim problemima potiče iz njegovog pariskog perioda (ovako nazivamo godine Petrovićevih studija u Parizu), upravo zbog pretrpljenog snažnog uticaja naučnih ideja, bilo je prirodno da prvi radovi mladog povratnika objavljeni u Beogradu budu posvećeni analogijama. Iznenadjujuće je bilo što su se te rasprave pojavile gotovo neposredno po dolasku iz Pariza (jul 1894). U neobično kratkom vremenskom periodu pojavio se veoma velik broj studija što je bilo sasvim neuobičajeno i novo za našu naučnu sredinu toga vremena. U predlogu Akademije prirodnih nauka (akademici Dimitrije Nešić, Sima Lozanić, Jovan Žujović i Ljubomir Klerić) za izbor Mihaila Petrovića za dopisnog člana (2o. januar 1897)[3] i redovnog člana (25. januar 1899)[4] ovo je posebno naglašeno. Tako, u prvom predlogu doslovno stoji: "Uzimajući u obzir: 1. da je g. Dr. Mihailo Petrović, profesor matematike na Velikoj Školi posle svoje znamenite

3 ASANU, Fond SKA, Registar za 1897 (isto u "Letopisu",145).

4 ASANU, Fond SKA, Registar za 1899 (isto u "Letopisu", 162).

doktorske disertacije, izradio sedamnaest originalnih matematičkih radova, koji su vrlo povoljno ocenjeni od strane stručne kritike;...". Tako je Petrović u prvih pet godina rada na Velikoj školi u Beogradu (1894-1899) sredinom 1899. godine imao 4o objavljenih naučnih radova. Pre-



Sl. 6 - Dijagram ritmičnosti Petrovićevog opusa u prvih deset godina rada.

ma metodama praćenja ovih pojava koju su postavili profesor Prajs i Dobrov možemo primetiti da je Petrovićeva naučna eksplozija na početku naučne delatnosti izuzetna i kada se sagleda širi krug naučnika.[5] Kada se ocenjuje samo ovaj Petrovićev period, može se govoriti o blistavom usponu stvaralačke misli. Medjutim, nagli pad dijagrama ritmičnosti objavljenih radova iz matematičkih nauka, pokazu-

[5] D.J.Price: The Exponential Curve of Science, Discovery, 2(1956),6,24o-243; D.J.Price: A Calculus of Science, Inter. Sc.and Technology, 1963,37-43; G.M.Dobrov: Vvedenie v obšćee naukoznanie, Kiev, 1966.

je da je opao intezitet Petrovićevog stvaralačkog bavljenja matematikom, ustupivši mesto njegovim interesovanjima druge vrste.

Istražujući gradju za upoznavanje ovog perioda utvrdili smo da je mladi naučnik iz Pariza u svojim radnim sveskama doneo već gotove, napisane rasprave ili detaljno skicirane.[6] Uporedjivanjem tekstova iz ovih radnih svezaka sa objavljenim radovima mogli smo lako da utvrdimo navedenu pojavu. U našem ranijem radu naveli smo slučajeve identičnosti tekstova iz pariskih radnih svezaka sa publikovanim raspravama.[7]

2.1.1. UOPŠTENJE GEOMETRIJE MASE

Prvi rad Mihaila Petrovića iz opšte fenomenologije pojavljuje se januara 1896. u časopisu Profesorskog društva Srbije, Nastavniku. To je rasprava "Jedan pogled na geometriju mase", gde autor iznosi prva razmišljanja o uočenim analogijama, o mogućnosti iznalaženja z a j e d n i č k o g medju disparatnim pojavama, odnosno mogućnost izgradnje jedne nove nauke koja će uopštiti sve do tada uočene analogije i time postaviti osnove novoj naučnoj disciplini - opštoj fenomenologiji.[8] Ova rasprava objavljena je januara 1896, te možemo zaključiti, da p o j a v a o p š t e f e n o m e n o l o g i j e u P e t r o v i -

[6] Godine 1967. pregledali smo Petrovićeve radne sveske sa studija u Parizu koje danas čuva Institut za matematiku Prirodno-matematičkog fakulteta u Beogradu.

*

ć e v o m d e l u p a d a k r a j e m 1895. g o d i - n e, godinu dana po dolasku iz Pariza, odnosno na završetku prve školske godine mladog profesora na Velikoj školi.[9]

U prvoj raspravi zapaža se Petrovićeva težnja da sebi predstavi ceo proces postanka i razvitka uočenih analogija u prirodi i društvu, pri čemu se koristio istorijskim metodom u analizi i donošenju zaključaka. Tako je bilo najbolje da mladi Petrović shvati celinu pojava koje će uopštiti i svrstati u okvire posebne naučne discipline.Kod ovakvog metodološkog pristupa on je tačno mogao i da uvidi sve praznine "empirijskog perioda analogija" i da razgraniči sporedne slučajeve. Bilo mu je potpuno poznato da naučni rad započinje sabiranjem i obradjivanjem gradje prethodnika, jer saznanje i novi rezultati u nauci su u funkciji istorijskog razvitka. Na ovom sakupljanju i obradi Petrović je i započeo izgradnju svoje opšte fenomenologi-

---

7 "Letopis", 441-444.

8 Nastavnik, 8(1896), 1,1-lo; dalje u tekstu rad ima skraćeno obeležavanje "Pogled".

9 U istoriji nauka nije tačno utvrdjeno, što se prihvata za vreme pojave naučnog rezultata: datum predaje rukopisa za štampu ili vreme kada je rezultat objavljen. Naše mišljenje je da treba prihvatiti vreme kada je rukopis završen. I ne samo to. Ako se o tom rezultatu slučajno raspravlja u nekoj autorovoj prepisci pre završetka rukopisa i njegovog objavljivanja, tada je opravdano prihvatiti datum prepiske za vreme pojave naučnog rezultata.- Primetimo, da je na ovim činjenicama - prepiska - rukopis - objavljeno - izbio "sukob" izmedju

je.[10] On je, u stvari, pribegao uobičajenom postupku u izgradnji jedne naučne discipline na osnovu velike količine empirijskog materijala (uočene analogije izmedju dve-tri pojave). Pri ovome, u prvoj fazi istraživanja, kada analogije sistematski grupiše i klasifikuje, vodio je računa i o slabim mestima i prazninama, kako bi svojim uticajem to ispravio ili potpuno odstranio. Iz ovih posmatranja Petrović je stvorio radne hipoteze prema kojima će dalje vršiti istraživanja. U "Pogledu" Petrović još ne najavljuje studiju analoškog jezgra medju disparatnim pojavama i analizu mehanizma pojava, ali od radnih hipoteza koje je nagovestio u "Pogledu" imao je docnije velike koristi iako se pojedine od njih nisu održale.

Svestan činjenice da pristupa potpuno novoj naučnoj disciplini, Petrović raspravlja o egzistenciji nauke i piše: "U takvom momentu stručnjaci zastaju za trenutak, bace pogled u nazad na sve što je dotle učinjeno, prikupe i izdvoje sva fakta što pripadaju takvoj jednoj

---

Njutna i Lajbnica o prioritetu na infinitezimalni metod, a što je više decenija bilo predmet mnogih radova u istoriji matematike (D.Nešić: navedeno).

[10] U Zaostavštini Mihaila Petrovića (Biblioteka SANU) nalazi se poseban svežanj kartica na kojima je Petrović sakupljao primere analogija iz raznih grana nauke i tehnike. Ova gradja, pored ostalog, koristila nam je da ustanovimo sistem grupisanja analogija kao bitan postupak u istraživanju. Ovo grupisanje, kao što ćemo videti, svodilo se na iznalaženje zajedničkih matematičkih modela.

razvijenoj grupi, ispituju verovatnoću njenog razvitka u budućnosti i stvara se nova disciplina ili nov ogranak kakve discipline koja već postoji. Takvo diferenciranje mora biti opravdano: 1. Stvarnom potrebom...; 2. Izvesnošću da će se takva nova disciplina na daleko razviti u svome pravcu i praktičnim koristima koje bi se imale..."[11]

Analizirajući ove postavke na slučaj statike, kinematike i dinamike (geometrija mase), što je posebno značajno za istoriju mehaničkih nauka kod nas, egzistencijalna pitanja jedne nauke Petrović raspravlja sa stanovišta njihova održanja, misleći pri tome da istraživanja koja je preuzeo čine potpuno nov prilaz nauci čije postojanje nužno treba i opravdati. Njegovo grupisanje fenomena prema matematičkom modelu koji reprezentuje zakon pojave, najavljuje pojavu funkcionalne analogije koje će docnije precizno razviti. "... grupisanje i izdvajanje sličnih fakata - piše Petrović,u jednu zasebnu celinu od velike je koristi, jer se na taj način stvara jedna generalna teorija, primenjiva na svaki od njih, i koja se ne mora iznova graditi svakom prilikom pojedince, kad se naidje na sličan nov fakt,kao što bi moralo biti, kad bi ta fakta bila rasturena po nepreglednoj masi danas poznatih istina."[12]

Po našem mišljenju "Pogled" je vrsta programa mladog Petrovića. Ovde nailazimo na sva ključna mesta fenomenologije, koja će, docnije, Petrović razraditi u akademskoj besedi, "Elementima" i drugim radovima. Koristeći se racio-

---

[11] "Pogled", str. 1.

nalnom mehanikom kao modelom nauke, Petrović programira svoj budući rad na fenomenologiji.[13] Uz pomoć mehaničkog pojma mase dolazi do osnovne koncepcije: osloboditi sve prirodne pojave "konkretnog ruha" i za njih, posredstvom aksiomatike racionalne mehanike, izgraditi "posebnu naučnu disciplinu". Petrović na samom početku "Pogleda" kaže: "Već po samoj svojoj definiciji, geometrija mase ima da se bavi onim pitanjima, u kojima su geometrijski elementi kombinovani sa koncepcijom mase. Ali, i tu baš leži najveći deo interesa cele stvari, *za pojam mase može se uzeti jedan mnogo generalniji pojam od onoga koji se obično u mehanici pridaje toj reči*".[14] Osnove svoje opšte fenomenologije Petrović formuliše ovim rečima: "Jedna od najvećih koristi tako generalisane geometrije mase biće u tome, što će se, verovatno, takvom generalizacijom moći teorije, koje se odnose na običnu fizičku masu i koje su danas veoma razradjene, preneti bar u nekoliko i na druge objekte, koji bi u drugim fenomenima igrali ulogu mase. Takve generalizacije uvek su navodile na značajne analogije, koje često puta postoje izmedju raznorodnih i vrlo disparatnih fenomena, koji nemaju nikakve veze medju sobom. Te se analogije često puta manifestuju u

---

12 "Pogled", str. 8.

13 Konsultovati bibliografiju radova iz fenomenologije u prilogu ovoga rada.

14 "Pogled", str. 3; kurziv je naš.

prirodnoj filozofiji, i ma da na prvi pogled izgledaju slučajne, ipak nije teško uviditi im pravi uzrok, koji je identičan sa onim, na kome se osniva analogija problema generalisane geometrije mase medju sobom".[15] Ovaj ključni iskaz o htenjima u novoj nauci sam za sebe ukazuje, koliko je Petrović na samom početku dalje otišao od ukazivanja Larmora, a ujedno i nagovestio kauzalno ispitivanje analogija medju disparatnim pojavama što Larmor 1884. godine i najavljuje kao otvoreno pitanje.[16] Petrović dalje nastavlja: "Često vrlo raznorodni fenomeni, za koje bi retko kome palo na um da ih ma u čemu približi jedan drugom, kad se oslobode svoje konkretne, prirodnjačke odeće i zadrže se samo u vidu uloga svojih integralnih sastojaka i odnosi izmedju ovih, postaju sa tako apstraktnog gledišta jedan i isti fenomen. Raznorodni faktori, koji figurišu u tako raznorodnim fenomenima, često imaju istovetne uloge, pa prema tome i za posledice njihova uticaja važe istovetni zakoni".[17]

Pored ovakvog nagoveštavanja analoškog jezgra ili zakona aktiviteta kao zajedničkog matematičkog modela za više disparatnih pojava, zatim analiza prethodno otkrivenih analogija i prihvatanje racionalne mehanike kao teorijskog modela za studiju fenomenologije, treba istaći i činjenicu da je intuitivnost i obrazovanje mladog Petrovića

[15] "Pogled", str. 8.

[16] J. Larmor: Lond. M.S.Proc. 15, 158-17o (v. belešku 6 Predgovora).

[17] "Pogled", str. 8-9.

ovde došlo do punog izražaja. Za ovakve slučajeve - izuzetne ličnosti u nauci koji "nose" progres - ne možemo da izbegnemo Cvijićevo mišljenje koje je u potpunosti primenljivo na prvi rad iz fenomenologije. "U nas ima reč s l u k t i t i, čovek slukti, oseća pojave, dogadjaje i procese. To je vrlo često slučaj s naučnim problemima. Nema se još nikakvo precizno i duboko promatranje, koje bi navelo na ideju, ali se oseća, kašto vrlo oseća, da se u izvesnom pravcu ima nešto da nadje. Svakojako, s tim pravcem nije ispitivač nepoznat. Ovo slukćenje ideje retko prevari. Za njim treba poći. Možda je to stanje inkubacije dubokih promatranja i ideja".[18]

Iznesimo dva Petroviećva pristupa analogijama. Prvi primer obuhvata uopšten pojam težišta, gde se tačno može pratiti Petrovićev prilaz u nalaženju zajedničkog medju disparatnim pojavama. Drugi primer odnosi se na pojave čije je analoško jezgro Furijeova parcijalna diferencijalna jednačina drugog reda

$$(1) \qquad \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right).$$

Ovaj primer je posebno važan, jer se u njemu nalazi po prvi put iskazana deskriptivna definicija analogne računske mašine.

---

18 J. Cvijić: O naučnom radu i o našem Univerzitetu, Beograd, 1907, str. 36.

GENERALISAN POJAM TEŽIŠTA

Pošto je uveo generalisani pojam mase, Petrović je prirodno prišao i iskazivanju drugih mehaničkih pojava u generalisanom obliku. Tako, pojam težišta jednog homogenog tela ili sistema materijalnih tačaka svodi na čisto brojne odnose, u stvari na ponderisanu aritmetičku sredinu

$$(2) \qquad \bar{x} = \frac{\sum p_i x_i}{\sum p_i}, \quad \sum p_i = p.$$

"Zamislimo sad mase posmatranih tačaka zamenjene ma kakvim drugim brojnim koeficijentima (pi - pr. M.T.) i potražimo opet tačku, koja bi imala tu osobinu, da je njeno ostojanje ma od kakve ravni ravno proizvodu iz tih brojnih koeficijenata i ostojanja pojedinih tačaka, kojima su oni pridodati, od iste ravni, kad se taj proizvod podeli zbirom samih brojnih koeficijenata. Tako nadjena tačka igrala bi opet ulogu neke vrste težišta datih tačaka: ona bi bila središte rasporedjaja pomenutih brojnih koeficijenata u tim tačkama, tj. tačka oko koje su najsimetričnije rasporedjeni ti koeficijenti. S toga ćemo joj i zadržati naziv težišta".[19]

Pored ovakvog prilaza uopštavanju mehaničkih veličina, Petrović je do uopštenog pojma težišta došao i empirijskim putem, na osnovu proučavanja izvesnih, različitih pojava kod kojih je bilo moguće primeniti pravilo

---

19 "Pogled", str. 7.

težišta. Petrović je posmatrao:

- Širenje bolesti (pojava f_1) ; istraživanja Alfreda Diran-Kleja o širenju i rasporedu groznice sa analizom postupnog pomeranja t e ž i š t a bolesti u zavisnosti od različitih pojava pod čijim se uticajem vrši to pomeranje;

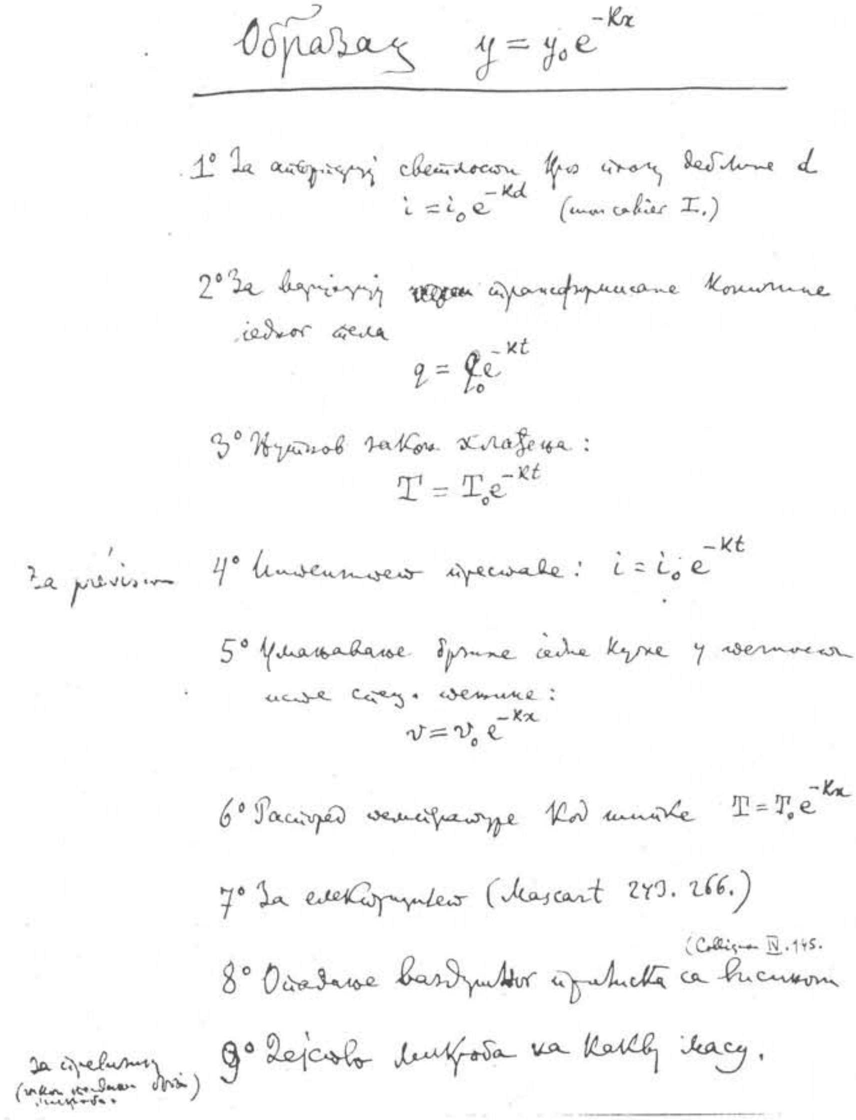
- Naseljenost stanovništva (pojava f_2) ; istraživanja Marlea o t e ž i š t u naseljenosti grada Pariza;

- Nepogode (pojava f_3) ; istraživanje Mareja o rasporedu i pojavi požara u Francuskoj sa proučavanjem kretanja t e ž i š t a mesta požara.

Kod izloženog primera tačno se može pratiti Petrovićev metodološki postupak u zaključivanju po analogiji.

Uopštavanjem težišta Petrović je najavio docniju studiju zakona aktiviteta, gde je i sadržano analoško jezgro za skup pojava F. Jer, ako aktivnosti pojava fi imaju isti zakon, u ovom slučaju matematički izraz za težište (2), tada sve pojave fi pripadaju istom fenomenološkom skupu $F = \{f_1, f_2, f_3\}$ čiji se mehanizmi mogu potpuno proučiti. Videćemo docnije u ovom radu, da se ovde, u stvari, krije homomorfno preslikavanje kod uredjenja $(F, *, \oplus)$ gde su $*, \oplus$ binarne operacije, na čemu je Petrović i zasnovao svoja zaključivanja po analogiji.

Drugo. U slučajevima kada dolazi do generalisanog pojma (koji je, u prvo vreme, mahom "izvučen" iz mehanike), Petrović uvek na više primera iz različitih grana


Образац $y = y_0 e^{-kx}$

1° За апсорпцију светлости кроз слој дебљине d
$i = i_0 e^{-kd}$ (mon cahier I.)

2° За варијацију ~~[illegible]~~ трансформисане количине једног тела
$q = q_0 e^{-kt}$

3° Њутнов закон хлађења:
$T = T_0 e^{-kt}$

За prévision 4° Индукционе струје: $i = i_0 e^{-kt}$

5° Умањавање брзине једне кугле у течности исте спец. тежине:
$v = v_0 e^{-kx}$

6° Распоред температуре код штапа $T = T_0 e^{-kx}$

7° За електрометре (Mascart 243. 266.)

(Collignon IV. 145.
8° Опадање [illegible] [illegible] са [illegible]

[illegible] ([illegible]) 9° [illegible] [illegible] на [illegible] [illegible].

Sl.7.- Na ovom Petrovićevom autografu može se tačno utvrditi postupak nalaženja disparatnih pojava koje imaju isto analoško jezgro.[20]

[20] Zaostavština, sv. 5, Biblioteka SANU (rukopis iz ~1900. godine).

nauke i tehnike potvrdjuje ispravnost učinjenog uopštenja. Petrović je mogao i obratno da postupi. Ako se na više konkretnih pojava, medjusobno disparatnih, ustanovi neka pravilnost u aktivnosti i mehanizmu, tada je moguće zaključiti, da svaka naredna pojava čija se aktivnost "poklapa" sa napred utvrdjenom, pripada istom fenomenološkom skupu pojava.[21]

RUDIMENTARAN OBLIK ANALOGNOG RAČUNARA

Istim postupkom kao i kod primera težišta, Petrović je ustanovio, da pojave:

f_1 - rasprostiranje toplote,

f_2 - kretanje tečnosti u savijenim cevima,

f_3 - kretanje elektriciteta,

imaju istu matematičku teoriju, odnosno aktivnost uzroka ovih pojava sa njihovim mehanizmima i isto analoško jezgro u obliku parcijalne diferencijalne jednačine (1). Petrović piše: "Račun tada pokazuje da temperatura jedne tačke u toplotnom problemu igra istu ulogu koju i potencijal u električnom, ili brzina tečnosti u datoj tački u hidrodinamičkom problemu; specifična indukciona moć igra u električnom problemu istu ulogu, koju i koeficijenat spro-

[21] Ova pitanja Petrović će 1900. godine u akademskoj besedi precizno izložiti, razlikujući dve mogućnosti prilaza fenomenološkom skupu pojava F (deduktivan i induktivan metod).

vodljivosti toplote u toplotnom problemu itd".

Navedeni primer zaključivanja po analogiji, koji takodje pripada vrsti funkcionalnih analogija, nosi u sebi jedan problem koji će se tek 30-tih godina ovog veka otkriti, a posle drugog svetskog rata dobiti konačno rešenje. To je iskoriščavanje analogije izmedju pojava f_1, f_2 kako bi se mašinski rešavala parcijalna jednačina (1). U ovom slučaju pojava f_2, tj. kretanje tečnosti u savijenim cevima, dobila je značenje analogne računske mašine.[22]

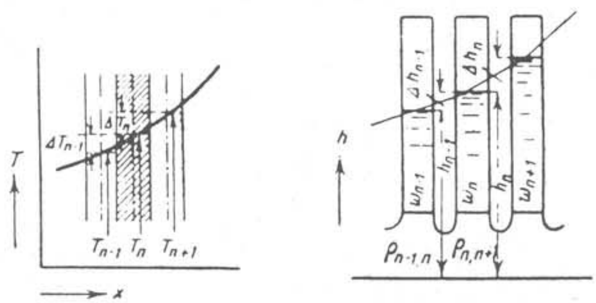
Petrovićevo "računsko gledište" iz 1896. godine kod protoka toplote f_1 i kretanja tečnosti u savijenim cevima f_2 kao fizičkim (materijalnim) modelima na kojima se mogu realizovati diferencijalne jednačine oblika (1), jer su one analoško jezgro pojava f_1, f_2, - u zatvorenom obliku nagoveštava pojavu analogne računske mašine i izbor fizičkog modela za rešavanje protoka toplote. "U opšte, svaka, bilo čisto matematička, bilo fisička koncepcija u jednoj od tih triju disparatnih teorija, ima svoga ekvivalenta u ostalim dvema i to tako, da je dovoljno razraditi jednu od tih matematičko-fisičkih teorija, pa su time u isti mah razradjene i ostale dve, smenivši prosto fisičke koncepcije u onoj prvoj njihovim ekvivalentima u ovim poslednjim teorijama. Iz toga je već razumljivo, da će ana-

---

22 V.S.Luk'janov: Gidravličeskie pribory dlja tehničeskih rasčetov, Izvestija AN SSSR, 2(1939), 53-67 (za ovu informaciju kao i opis Lukijanovog računara dugujem zahvalnost dr Mirku Stojakoviću).

litičke, računske teškoće biti istovetne u svima od njih, i da one sa računskoga gledišta predstavljaju apsolutno jedan i isti problem, čije resultate valja samo prevesti na tri razna načina, prema tome, kako se kad budu primenjivali u analitičkoj teoriji toplote, ili elektriciteta, ili u hidrodinamici".[23]

Ovo Petrovićevo izlaganje u potpunosti nalazimo



Sl.8.- Analogni model Šmitove numeričke metode i hidrodinamike za rešavanje Furijeove parcijalne jednačine

znatno docnije, u poznatoj knjizi iz raketne tehnike B.V. Orlov i G.JU.Mazing: Termodinamičeskie i ballističeskie osnovy proektirovanija raketnyh dvigatelej na tverdom toplive, Moskva 1964 (177-186) gde su navedena tri analogna modela koje i Petrović navodi (f_1,f_2,f_3) za integraciju parcijalne jednačine (1). U stvari, kao što je poznato jednačina (1) ne dozvoljava kvadraturu i poznate su numeričke metode za njenu integraciju.[24] Kako je proračun protoka toplote kroz jedan materijal veoma čest slučaj u raznim laboratorijama, to je ovim termodinamičkim ekspe-

[23] "Pogled",str.9.

[24] G.D.Smith: Numerical Solution of Partial Differential Equations, London, 1966, p.179.

rimentima pridodat hidrodinamički model f_2 kao analogna računska mašina na kojoj se odredjuje protok toplote, odnosno rešava jednačina (1).[25]

Petrović se docnije, 1911. godine u "Elementima" (str.760) ponovo vratio na ovaj problem pri čemu je predvideo kapilarne cevi za kretanje tečnosti i time se u rudimentarnom obliku potpuno približio rešenju Lukijanova i Budrina.

Anticipativni elementi u iznetom Petrovićevom primeru za savremeni analogni računar dobili su svoje mesto u istoriji računske tehnike[26] i potrebno priznanje.[27]

2.1.2. ANALOŠKO JEZGRO KONDENZATORA

Neposredno posle objavljivanja "Pogleda" Petrović je u Francuskoj akademiji nauka saopštio rad o električnim oscilacijama pri pražnjenju kondezatora,[28] a što je u širem obliku objavio i u Srpskoj kraljevskoj akademiji.[29] Ova rasprava značajna je i po tome, što u njoj Petrović posle izlaganja potpune analize pražnjenja kondezatora posredstvom matematičkog modela

$$\text{(3)} \qquad L\frac{d^2Q}{dt} + \left(R + \frac{dL}{dt}\right)\frac{dQ}{dt} + \frac{1}{C}Q = \frac{dq}{dt} - E\,,$$

---

[25] Pored hidrointegratora Lukijanova poznata je i konstrukcija Budrina koja i danas radi u Indian Institute of Technology, Bombay (autorova prepiska, jun 1970).

[26] D. Trifunović: O jednoj anticipaciji današnjih hidrointegratora, Matematički vesnik 20(1968),4,463-472.

[27] L.E.Majstorov: RŽ 12 (1969), 3-4.

navodi fenomenološki prilaz ovoj pojavi.[30] Na ovu pojavu Petrović svodi i druge pojave koje su sa procesima u kondenzatoru disparatne. Petrović kaže: "Oscilatorno kretanje elektriciteta pri istraživanju kondenzatora bilo sa stalnim, bilo sa promenljivim faktorima C,R,L,q,E ima značajnih analogija sa dvama fizičkim pojavama sasvim druge prirode. To su 1° Oscilatorno kretanje klatna sa stalnom ili promenljivom masom, trenjem i otporom sredine, kroz koju se kreće. 2° Oscilatorno kretanje tečnosti u presavijenoj cevi, u koje je jedna grana otvorena a druga zatvorena, pošto se ova zatvorena strana naglo otvori."[31]

U prvom slučaju Petrović je zakon kretanja klatna dobio u obliku diferencijalne jednačine

$$(4) \quad m\frac{d^2y}{dt^2} + f\frac{dy}{dt} + ky = F$$

gde je m-masa klatna, y-vreme elongacije, f-specifičan otpor sredine, k-specifična sila i F-otpor trenja. "Ova je jednačina istoga oblika, - nastavlja Petrović, kao i opšta jednačina istraživanja kondenzatora (3), samo što elongacija y igra ulogu električnog opterećenja Q, sačinilac f zamenjuje količinu

---

[28] M.Petrovitch: Sur la décharge des conducteurs à capatité, résistance et coefficient de self-induction variables, CR 124 (1897), 9,452-455 (prikazao E.Pikar).

[29] M. Petrović: O električnim oscilacijama pri ispražnjavanju kondenzatora, Glas LVI,2o(1898), 27-111. U Notice sur les travaux scientifiques de M.Michel Petrovitch, Paris 1922 pod nazivom Décharge des condensateurs Petrović je s a m izvršio analizu svojih rezultata o

$$R - \frac{dL}{dt},$$

sačinilac k igra ulogu izvrnute vrednosti kapaciteta, a F zamenjuje količinu

$$\frac{dq}{dt} - E.$$

Ako m, f,k,F ostaju nepromenljivi u toku eksperimenta, imali bi slučaj a n a l o g običnome ispražnjavanju kondenzatora i sačinilac f igrao bi ulogu električnog otpora sprovodne žice, a F ulogu elektromotorne sile sa promenljivim znakom. Oscilacije bi bile predstavljene periodičnim funkcijama, kao i u slučaju ispražnjavanja kondenzatora; ...".[32]

Ovo izlaganje potvrdjuje još jednom da je Petrović od samog početka bio obuzet idejom iznalaženja "zajedničkog medju disparatnim pojavama", metodom zaključivanja po analogiji. U navedenom primeru iz 1897. godine tačno se potvrdjuje da je u prvo vreme Petrović ovo zaključivanje po analogiji sprovodio samo kod onih pojava koje imaju isti matematički model, odnosno analoško jezgro.

---

kondenzatoru, gde navodi i raspravu Théorie de la décharge des conducteurs à capacite, resistance et coefficient de self-induction variables, L'Eclairage électrique, 4-5(1899), 1-12.

30 Notacija u jednačini (1) ista kao u Glasu LVI,2o(1898), 33.

31 M. Petrović: Glas LVI, 2o(1898), 1o8.

32 Isto, str. 1o9.

Navodjenjem analoških problema u raspravama o kondenzatoru, Petrović nekako na početku naučnog rada najavljuje da će ove poglede na naučna istraživanja stalno zadržati.[33] S t a l n a p r i s u t n o s t ovih problema u mnogim Petrovićevim raspravama bila je neosporna konstanta. Princip zaključivanja po analogiji koji je nagovestio u "Pogledu", a eto i u raspravama o kondenzatoru, bio je veliko metodološko orudje kojim se uspešno koristio i koje je postalo imanentno svojstvo Petrovića naučnika i čoveka. Na primer, pri pisanju posebne monografije o diferencijalnom algoritmu

$$\Delta_n(y) = \frac{1}{y}\frac{d^n y}{dx^n},$$

nije izostavio i primenu u fenomenologiji.[34] Recimo, za pojave u linearnom fenomenološkom polju, gde je jačina uzroka proporcionalna divergenciji polja

$$X = \lambda\, div\,(\nu) = \lambda \frac{\partial^2 \nu}{\partial s^2},$$

gde je s dužina luka linije na koju se svodi polje, a λ koeficijenat uticaja uzroka, Petrović je pokazao da važi relacija

$$\Delta_{2,5}(\nu) = \frac{1}{\alpha}\Delta_{1,1}(\nu);$$

te se pojava svodi na parcijalnu jednačinu

---

[33] Zaključivanje po analogiji u Petrovićevom postupku biće detaljno obradjeno u II i III delu ove knjige.

*

$$\frac{\partial v}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 v}{\partial s^2},$$

itd.[35] U radu "Osetljiva mesta običnih i diferencijalnih jednačina" Petrović osetljiva mesta jedne jednačine svodi i na fenomenološka tumačenja. Naime, ako u nekom fenomenu $f_k \in F$ sa poznatim analoškim jezgrom

$$A_j = (e_1, e_2, e_3, \ldots, e_n) ,$$

učinimo odredjenu, dovoljno malu promenu jednog "osetljivog" elementa $e^* \in A_j$, tada se mehanizam M pojave f_k može znatno izmeniti, tako da više $f_k \notin F$.[36]

2.1.3. SAOPŠTENJE PROFESORU SANJAKU

Posle prve objavljene rasprave o uopštenju geometrije mase, izvesnih analoških tumačenja pojava u slučaju kondenzatora, kao i pročitane akademske besede,[37] svoj pothvat u nauci Petrović je saopštio svom bliskom drugu sa studija u Parizu Sanjaku.[38] Naišli smo na koncept Petrovićevog pisma Sanjaku, gde se ponovo kao i u "Pogledu" javljaju

---

34 M. Petrović: Jedan diferencijalni algoritam i njegove primene, SKA, Posebna izdanja CXI, Prirod. i mat. spisi, 30(1936), 188-198.

35 Isto, str. 191.

36 Matematički vesnik, 5-6 (1939), 8-11. Udruženje studenata matematike Beogradskog univerziteta (osnovano 1927) posvetilo je ovaj dvobroj svog časopisa profesoru M. Petroviću povodom sedamdesetogodišnjice života (v. "Letopis", str. 325-328).

osnovne ideje o opštoj fenomenologiji.[39] "Dragi moj Sanjak, molim te da mi šalješ vesti o svom zdravlju. Koliko se može presuditi po radovima koje često šalješ Akademiji i Udruženju fizičara, čovek ne bi kazao da ne ide baš loše. Piši mi nekoliko reči o tome. Tvoj brat je verovatno već nastanjen u Kanu. On polako postaje poznat mojim zemljacima koji se bave istorijom i pravom. Mi imamo njegovu disertaciju u Univerzitetskoj biblioteci[40] i nedavno je izašao jedan kratak prikaz u našem pravnom časopisu "Branič".[41]

---

37 M. Petrović: O matematičkoj teoriji aktivnosti uzroka, SKA, Glas LIX, 22(19oo), 183-247; Petrović je svoju besedu u skraćenom obliku pročitao 9. januara 19oo (Godišnjak, 13(1899), 159-162) prethodno je saopštivši 1. decembra 1899. u Akademiji prirodnih nauka (Godišnjak, 13(1899), 72).

38 U generaciji Više normalne škole u Parizu (189o-1894) Žorž Sanjak je bio najbliži Petroviću. On je takodje radio na računskoj tehnici, gde je imao nekoliko rešenja za mehanizme kod cifarskih mašina (v. Revue générale des Sciences pures et appliquees, 1898-19o9), a konkretno je proučavao više slučajeva medjusobno disparatnih pojava primenjujući postupak zaključivanja po analogiji. U "Elementima" Petrović je naveo veliki broj Sanjakovih primera.

39 Zaostavština, Biblioteka SANU, sv. 32.

40 Petrović verovatno misli na Biblioteku seminara Pravnog fakulteta Velike škole, jer u to vreme univerzitetske biblioteke, odnosno biblioteke Velike škole, još nije bilo (Univerzitetska biblioteka "Svetozar Marković" u Beogradu osnovana je 1926. godine).

P o č e o s a m m o j e a n a l o g i j e o k o j i m a s a m t i r a n i j e p r i č a o u š k o l i[42] i predložio sam beogradskoj Akademiji (što će te podsetiti na Akademiju u Ferté-sous-Jouare od Labich-a) jedan rad u kome sam rezimirao sva moja gledanja.[43] U ovom radu prikazujem mogućnost nalaženja jedne generalne teorije aktivnosti uzroka, podrazumevajući pod istim svaki fenomen koji teži da čini promene itd, a pod njegovom aktivnošću dinamičku stranu koja se manifestuje u obliku jedne izvesne tendencije. Ta tendencija je odlično definisana kad se zna za njen s m i s a o , o b j e k t i m a t e m a t i č k i z a k o n[44] po kome se menja njen intezitet. U radu generalizujem osnovnu koncepciju obične dinamike kao što su: sila, brzina, ubrzanje, rad, živa sila itd., kao i neke osnovne principe dinamike, npr., Dalamberov princip, princip žive sile itd.; sile zamenjujem sa tendencijama uzroka, brzine kretanja sa brzinom promena u fenomenu; dinamička inercija je izmenjena tendencijom izvesnih promena koje ostaju onakve kakve su u trenutku kad uzrok prestaje odjednom da utiče itd. Ovde iznosim k lj u č

---

41 Ph.Sagnac: La légistation civile de la Révolution française (1789-1804) - Essai d'histoire sociale, Branič, časopis za pravne i državne nauke, Organ Udruženja javnih pravozastupnika u Srbiji, 7 (1900), 5-6, 232-233, (1. i 16. mart); prikaz je napisao profesor Živojin M. Perić.

42 Kurziv je naš.

43 Petrović misli na akademsku besedu (navedeno pod 37).

s v i h p r i m e ć e n i h a n a l o g i j a[45] i drugo, kad se poznaje dijagram jednog fenomena može se, pre nego što se upozna konkretna priroda uzroka koji ga proizvodi, znati za specifičnost mehanizma uzroka i zakone varijacije ovih tendencija itd.

Činilo bi mi radost da ti pokažem nekoliko interesantnih detalja, ali odustajem od toga pošto ne znam da li će te interesovati u ovom trenutku. Uostalom, ovo ću uraditi kada prebrodim neke teškoće koje imam trenutno. Tvoj Mišel".[46]

Kao u "Pogledu", Petrović i u ovom pismu ponavlja da će svoje postavke - "ključ" kako sam Petrović kaže, zasnovati na "svim primećenim analogijama". Ovo već po drugi put potvrdjuje naš stav o Petrovićevim izvorima za novu teoriju, da uočene analogije izmedju dve-tri pojave od strane drugih autora, a kojih nije bilo malo, uopšti za čitav jedan konačan skup pojava $F = \{f_1, f_2, f_3, \ldots, f_n\}$, pri čemu su pojave f_i $(i = 1,2,3,\ldots,n)$ medjusobno disparatne sa izvesnim uslovima koje treba da ispunjavaju.

Zadržimo pažnju na dva mesta u Petrovićevom pismu koja implicitno ukazuju na savremen, kibernetički postupak

44 Kurziv je naš.

45 Isto.

46 Koncept pisma je bez datuma. Prema sadržaju i utvrdjenom položaju koncepta u zaostavštini, a naročito na osnovu navodjenja časopisa "Branič", ustanovili smo da je pismo pisano posle "Pogleda" i akademske besede, tačnije posle 16. marta 1900.

u istraživanju jedne pojave. Kada Petrović kaže "Ta tendencija (dinamika aktivnosti uzroka pojave - pr. M.T.) je odlično definisana kad se zna za njen s m i s a o, o b j e k t i m a t e m a t i č k i z a k o n po kome se menja njen intezitet", on u potpunosti odredjuje sistem u današnjem značenju te reči, gde matematički zakon ima važnost matematičkog modela, objekt upotrebljen je u današnjem punom značenju kao komponenta sistema, i smisao, značenje stanja sistema koje je u funkciji ulazno - izlaznih veličina. Imajući u vidu da će Petrović nešto docnije stanje sistema (smisao) interpretirati kao vektorsku veličinu $x = (x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n)$, to uvodjenjem prostora E_n, gde svakom vektoru x odgovara jedna tačka, on za prostor stanja X bira Euklidov prostor (En) i time se znatno približio kibernetičkoj definiciji stanja sistema.[47]

Drugo. U slučaju matematičkih modela Petrović još preciznije iznosi Sanjaku svoj stav, gde u potpunosti može da se raspozna vrsta matematičkih modela sa analizom ulazno-izlaznih veličina za jednu pojavu. "Kad se zna za d i j a g r a m (i jedino to zna - pr.M.T) jednog fenomena" Petrović, u stvari, raspravlja slučaj kada je spoljnoj sredini u sistemu za pojavu poznat samo ulazno-izlazni poredak i nagoveštava: "... može se, pre nego se poznaje konkretna priroda uzroka koji ga proizvodi, znati za specifičnost mehanizma uzroka i zakone varijacije ovih tendencija". Ovo potpuno odgovara načelima današnjeg mo-

47 "Elementi", str. 44-56.

delovanja kada nije poznat algoritam (unutrašnja struktura) koji vezuje ulazno-izlazne veličine, znači problem "crne kutije".[48]

O ovim činjenicama koje otkrivamo kod Petrovića biće detaljno reči u trećem delu ovog rada. Za sada, u ovom delu analize p o j a v e opšte fenomenologije, želeli smo samo da istaknemo ovu činjenicu, kao zaključak, da se predvidjanje, naslučivanje (Cvijićevo "sluktiti") kibernetičkih elemenata u Petrovićevoj naučnoj delatnosti javlja još u prvoj fazi ove teorije, u vremenu same pojave opšte fenomenologije.

2.2. TEHNIČKA FENOMENOLOGIJA

Isto kao u slučaju opšte fenomenologije, i kod analognih računskih mašina Petrović se javlja svojim rezultatima neposredno po dolasku iz Pariza. Napred navedeni uticaj profesora mehanike na Pariskom univerzitetu, Keniga u oblasti teorije mehanizama i aparatura za računanje, ispoljio se kod Petrovića u prvim godinama rada na Velikoj školi u Beogradu. Posle najavljenog programa rada u opštoj fenomenologiji krajem 1895, odnosno početkom 1896. godine,[49] Petroviću se izlažu 15. juna 1896. godine u Akademiji prirodnih nauka u Beogradu prvi rezulta-

---

48 Slučaj pojave f kod koje je poznat samo zakon aktiviteta (matematički model) u kvalitativnom obliku, npr.,neka geometrijska slika ili opšte grafik G_f, a sa potpuno/

ti iz računara. Naime, u vremenu pripremanja poznatog rada profesora Ljubomira Klerića o traktoriografu, Petrović sarađuje sa svojim profesorom na iznalaženju novih uslova za primenu traktoriografa na više različitih slučajeva diferencijalnih jednačina.[50] A kada je profesor Klerić objavio svoju raspravu o traktoriografu on je kao poseban prilog izneo i Petrovićev rad "O diferencijalnim jednačinama prvoga reda koje se mogu grafički integraliti pomoću g. Klerićevog šestara".[51] U ovoj raspravi Petrović je pokazao, da se i u opštijim slučajevima diferencijalnih jednačina Klerićev traktoriograf ("šestar") može primeniti za mašinsku integraciju.

Prvim rezultatima iz računara Petrović se ne javlja konstrukcijom novih računara, već dopunskim modelovanjima, kako bi se jedan postojeći kinematički računar, u

---

nepotpuno poznatim mehanizmom pojave, Petrović je detaljno razradio u "Elementima", str. 697.

49 "Pogled".

50 Lj. Klerić: Traktoriograf i konstruisanje Ludolfovog broja "π" i osnovice "e" prirodnog logaritma, Glas LI, 18(1896), 245-312. - O Klerićevim računarima pogledati II deo ove knjige.

51 Glas LI, 18(1896), 313-316; ovaj Petrovićev rad naveden je kod T.P.Andjelića: Mehanika u okviru Srpske akademije nauka, Glas CCLXXXIX, 36(1974), 2o1 i u "Letopisu", str. 14o-143; Petrovićeve bibliografije iz 1922. i 1938. godine nisu registrovale svoj rad (Notice, 1922 i Publications, 6-7 (1938)).

ovom slučaju traktoriograf, sa utvrdjenom inostrukturom mogao primeniti na šire klase diferencijalnih jednačina. Ovakav Petrovićev prilaz jednom postojećem računaru sa preobražavanjem inostrukture radi veće fleksibilnosti računara, sadrži sve elemente načela savremenog prilaza analognim računarima, gde se u fazi pripremanja računara zadati algoritam transformiše na konstruktivnu inostrukturu računara (na primer, "prebacivanje" obične diferencijalne jednačine na sistem linearnih algebarskih jednačina itd.).

Petrovićevu dopunu Klerićevom traktoriografu iskazaćemo u sledećm obliku.

Neka je data diferencijalna jednačina prvog reda

$$F(x,y,y') = 0 , \tag{5}$$

sa oblašću egzistencije rešenja $G = \{(x,y) \mid x \in (a,b) \wedge y \in (c,d)\}$.

Smenom

$$\begin{aligned} x &= X + k\cos\alpha \\ y &= Y + k\sin\alpha \end{aligned} \tag{6}$$

gde je $k = \text{const}$ i α ugao izmedju x - ose i tangente integrala $y = y(x)$, jednačina (1) postaje

$$\Phi(X, Y, \alpha) = 0 . \tag{7}$$

S t a v. -

Za svako k iz smene (6) koje dovodi do eliminacije parametra α u jednačini (7), tj. do jednačine

$$\Psi(X, Y) = 0 , \tag{8}$$

diferencijalna jednačina (5) može se mašinski integraliti pomoću Klerićevog traktoriografa.

D o k a z. - Ovako iskazan stav, u stvari, tvrdi, da se integrali diferencijalne jednačine (5) pomoću Klerićevog "šestara" dobijaju kao traktorije krive koja je data u obliku (8).

Prema (2) i poznatim trigonometrijskim relacijama jednačina (8) postaje

$$\Psi\left(x - \frac{k}{\sqrt{1+y'^2}}, y - \frac{ky'}{\sqrt{1+y'^2}}\right) = 0,$$

a to je polazna jednačina (1), odnosno Klerićeva diferencijalna jednačina

$$y - \frac{tp}{\sqrt{1+p^2}} - F\left(x - \frac{t}{\sqrt{1+p^2}}\right) = o, \quad p = \frac{dy}{dx}$$

gde t ima značenje rastojanja traktorije k.[52] Prema ovome za svako k dobiće se Klerićevim "šestarom" jedno partikularno rešenje diferencijalne jednačine (5) kao traktorija krive (8) sa stalnom razdaljinom k, pri čemu polazni položaj traktoriografa ima značenje integracione konstante.

Na prvi pogled ovakva mašinska integracija diferencijalnih jednačina može izgledati jednostavna. Medjutim, u praktičnom radu integracija obuhvata nekoliko složenih postupaka kao što je eliminacija pomoćnog parametra , izbor rastojanja k i početnog položaja traktoriografa, crtanje krive $\Psi(X,Y) = o$ i drugo. Prema našem uvidu u kinematičke računare, izložena integracija je veoma otežana, a postoje i mogućnosti većih grešaka koje proizlaze iz

52 Lj. Klerić: navedeno, str. 252.

samog postupka. Recimo, pri ulazu u računar nosač informacija je grafik funkcije $\Psi(X,Y) = 0$, te u samom njenom prikazivanju već nastaju numeričke teškoće i drugo.

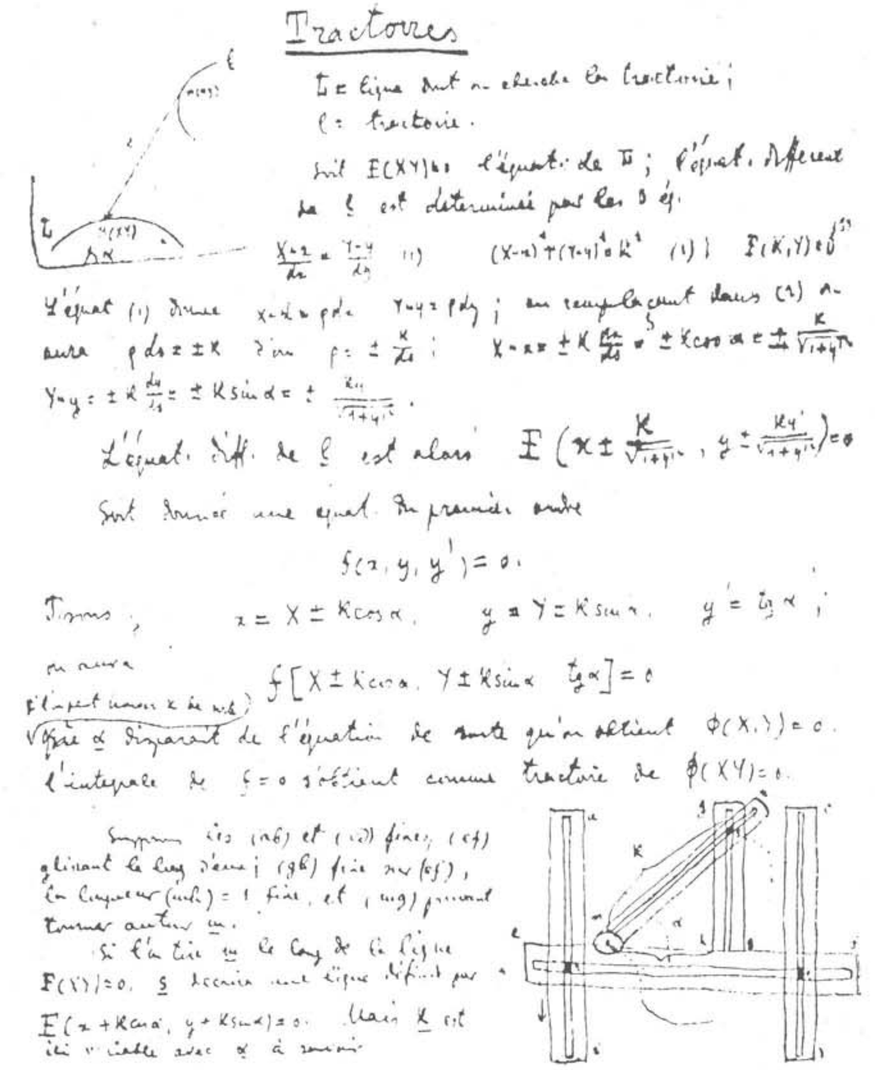
Mi smo proučavali poreklo Petrovićeve dopune, odnosno, dokaza da se bilo koja diferencijalna jednačina (5), ako ispunjava navedene uslove o eliminaciji pomoćnog parametra α, može mašinski integraliti pomoću traktoriografa. Utvrdili smo, a što je i primarno u ovakvoj vrsti studija, da je ovu dopunu, odnosno kompletno matematičko modelovanje slučaja direktrisa - traktorija, Petrović doneo iz Pariza. U svesci gde je vodio beleške sa časova profesora Keniga i gde je razradjivao ideje dobijene na časovima predavanja i "matematičko-mehaničkim konferencijama" (vežbe),[53] naišli smo na potpun postupak modelovanja traktorije,[54] što nam još jednom potvrdjuje napred dokazanu činjenicu, da je Petrović iz Pariza došao (1894) na Veliku školu u Beogradu sa potpunim programom i samim sadržajem rada u opštoj i tehničkoj fenomenologiji.

Petrović će docnije, 1899. godine, nešto detaljnije izložiti ovu dopunu Klerićevom traktoriografu pri čemu će i dalje biti zadržano ključno rešenje iz svezaka sa Pariskog univerziteta.[55]

---

53 U pristupnom predavanju na Velikoj školi "Istorijski razvitak mehanike" (Prosvetni glasnik, 1890, 253-271) profesor Mijalko V. Ćirić naveo je "metre" rukovodioce ovih konferencija L. Raffy i P. Puiseux.

54 V. sliku autografa "Tractoires" (Zaostavština, sv. 8).



Tractoires

T = ligne dont on cherche la tractoire;
ℓ = tractoire.

Soit $F(XY)=0$ l'équation de T; l'équat. différent. de ℓ est déterminée par les 3 éq.

$\frac{X-x}{dx} = \frac{Y-y}{dy}$ (1) $(X-x)^2+(Y-y)^2=K^2$ (2); $F(X,Y)=0$ (3)

L'équat (1) donne $X-x=\rho dx$ $Y-y=\rho dy$; en remplaçant dans (2) on aura $\rho ds = \pm K$ d'où $\rho = \pm\frac{K}{ds}$; $X-x=\pm K\frac{dx}{ds}=\pm K\cos\alpha = \pm\frac{K}{\sqrt{1+y'^2}}$

$Y-y=\pm K\frac{dy}{ds}=\pm K\sin\alpha = \pm\frac{Ky'}{\sqrt{1+y'^2}}$.

L'équat. diff. de ℓ est alors $F\left(x\pm\frac{K}{\sqrt{1+y'^2}},\ y\pm\frac{Ky'}{\sqrt{1+y'^2}}\right)=0$

Soit donnée une équat. du premier ordre

$$f(x,y,y')=0.$$

Posons, $x=X\pm K\cos\alpha$, $y=Y\pm K\sin\alpha$, $y'=\operatorname{tg}\alpha$;

on aura $f[X\pm K\cos\alpha,\ Y\pm K\sin\alpha,\ \operatorname{tg}\alpha]=0$

(il se peut aussi que K ne soit pas fixe) α disparaît de l'équation de sorte qu'on obtient $\Phi(X,Y)=0$.

l'intégrale de $f=0$ s'obtient comme tractoire de $\Phi(XY)=0$.

Supposons les (ab) et (cd) fixes, (ef) glissant le long d'eux; (gh) fixe sur (ef), sa longueur (mh) = l fixe, et (mg) pouvant tourner autour de m.

Si l'on tire m le long de la ligne $F(XY)=0$, s décrira une ligne définie par $F(x+K\cos\alpha,\ y+K\sin\alpha)=0$. Mais K est ici variable avec α à [illegible]

Sl.9.- Profesor mehanike na Collège de France Kenig imao je direktan uticaj na Petrovićeva saznanja u instrumentalnoj matematici.- Autograf "Tractoires", Petrovićevih beležaka sa časova kod profesora Keniga (Cinématique, Conférences de M. Koenigs, 2. année 1891/92; Zaostavština u Muzeju grada Beograda, br. 128).

Pomenuta Klerićeva rasprava značajna je za proučavanje pojave tehničke fenomenologije u delu Mihaila Petrovića i po tome, što je profesor Klerić u samom radu ukazao na Petrovićeva istraživanja hidrointegratora.[56] Posle izlaganja mogućnosti traktoriografa za integraciju diferencijalnih jednačina, Klerić piše: "Bilo bi od velike koristi da promišljamo o tome, da pronadjemo instrumenat, kojim bi mogli naći integral ma koje linearne diferencijalne jednačine. Na ovom pitanju radi sada profesor matematike na Vel(ikoj) školi g. Mihajlo Petrović, i nadati se je da će ovo pitanje, koje je v e o m a teško, rešiti, jer put kojim je pošao korektan je, sasvim originalan i veoma duhovit".[57] Ovaj slučaj najave Petrovićeve računske mašine na principu hidrodinamike koja je osnovni rezultat u tehničkoj fenomenologiji, ukazuje nam na činjenicu da je mladi Petrović imao odgovarajuće konsultacije sa profesorom Klerićem. Verujemo, da je ova saradnja imala puno značenje u smislu dobijanja što povoljnijeg rešenja za hidroračunar.

Iste, 1896. godine u Češkom naučnom društvu Petrović je saopštio rad "Sur l'équation différentielle de Riccati et ses applications chimique",[58] gde se po prvi put u nauci javlja ideja da se jedna hemijska reakcija može

---

55 M. Petrovitch: Intégration graphique de certains types d'équations différentielles du premier ordre, Bull. de la Soc. math. de France, 27(1899), 2oo-2o5.

56 Lj. Klerić: navedeno.

57 Lj. Klerić: navedeno, str.254; uporedi T.P.Andjelić: navedeno pod 51, str. 2ol.

iskoristiti kao računar za integraciju odredjene klase diferencijalnih jednačina.[59] U odnosu na tadašnji stepen razvoja računske tehnike,[60] ovim radom Petrović je najavio potpuno nov prilaz računskim mašinama koji će se zasnivati na analognim modelima i koji će, u pravom smislu te reči, teorijski obrazložiti neminovnost analognih računskih mašina u naučno-istraživačkom radu.

Kao pojavu Petrovićevih rezultata u tehničkoj fenomenologiji naveli smo njegova dva prva rada iz 1896. godine o računskim mašinama. Medjutim, i drugi radovi koje je Petrović objavio u prvim godinama rada na Velikoj školi (1894-1899) pripadaju tehničkoj fenomenologiji.[61] To su rasprave iz prirodnih nauka i mehanike. Ovde Petrović u potpunosti, na jedan nov način, prilazi problemima odredjivanja brzine hemijskih reakcija, studiji kondezatora i td. U ovim raspravama njemu je kao matematičaru prvorazredni zadatak bio, da mnogim procesima koje je ispitivao, pruži matematičku obradu - tumačenje. Ovo je činio u mehanici, fizici, hemiji, elektricitetu, ... i time uneo u našu sredinu potpuno nove odnose u istraživanjima prirodnih nauka. Metodološki prilaz, a i sam sadržaj tih rasprava, daje Petrovićevim rezultatima savremeno značenje. Njegovi

---

58 Věstnik král. česke společnosti náuk, 39(1896), 1-25.

59 O hemijskoj integraciji detaljnije videti III deo ove studije.

60 A.F.Willers:Mathematische Instrumente,Berlin,1943,S.305.

61 Videti Petrovićevu bibliografiju, "Letopis", str.447-458.

rezultati nisu više samo opis eksperimentalnog rada i prikaz opitnih vrednosti koje su dobijene na nekoj aparaturi. Petrović u potpunosti izlaže matematičko opisivanje, interpretaciju, što čini sastavni deo matematičkog modelovanja. A kada eksperimentalnim podacima atašira odredjenu funkciju (zakon pojave) nekom od aproksimacija ili kada uspostavlja zavisnost instrumentacije i matematičkog modela Mm i zaključuje da se u tom slučaju ta instrumentacija može koristiti kao analogni računar za "materijalizaciju" modela Mm, Petrović je u potpunosti na savremenom gledištu moderne nauke. Nije potrebno detaljno porediti današnje radove iz kibirnetike u širem smislu o obradi rezultata merenja, o matematičkom opisivanju, osetljivosti pojave od promene parametra, ..., pa uvideti sva Petrovićeva predočavanja savremene nauke.

Ovakva naša ocena, koja će precizno biti izložena u ovoj studiji, temeljena je prema Petrovićevim rezultatima iz hemijske kinetike i studije o kondezatoru.

DRUGI DEO

PRETHODNICI I SAVREMENICI MATEMATIČKE FENOMENOLOGIJE

1. Dimitrije Nešić
2. Ljubormir Klerić
3. Đura Ljočić
4. Nikola Tesla
5. Đorđe M. Stanojević
6. Kosta Stojanović
7. Sima M. Marković
8. Đuro Kurepa
9. Mirko Stojaković

UVOD

Dosadašnja istraživanja Petrovićevih rezultata u našoj sredini bila su van svake analize analoških problema kod naučnikovih prethodnika i savremenika. Ispitivači Petrovićevog dela nisu nijednom pokušali da ovo stvaralaštvo dovedu do odgovarajućih relacija sa sličnim istraživanjima kod drugih naših ljudi koji su stvarali pre pojave ili u vremenu nastanka Petrovićeve fenomenologije, pa i docnije. Da je Petrovićev rad bio povezan sa sličnim rezultatima Dimitrija Nešića, Nikole Tesle, Djordja M. Stanojevića, Koste Stanojevića i drugih, verovatno da bi analoški problemi medju disparatnim pojavama bili prihvaćeni kao opšta pojava naše nauke s kraja 19. i početkom 2o.veka. Ovo obuhvatnije istraživanje analogija u našoj nauci svakako bi stvorilo povoljnije uslove i otkrilo nove rezultate. Konstatujemo da su Petrovićevi rezultati primer izolovanog slučaja u nauci što je dovelo do nepovoljne i nedovoljne studije fenomenologije od strane naših savremenika.

Zašto je Petrovićev rad ostao izolovan sistem objekata bez ikakve interakcije sa "spoljnim" rezultatima drugih istraživača? Pre svega, mnogi analoški rezultati kod Petrovićevih prethodnika i savremenika bili su nekako pritajeni i trebalo ih je najpre otkriti i dovesti u uslove za analizu. Drugi razlog ovoj pojavi, po našem mišljenju, jeste u činjenici da Petrović u ovoj naučnoj oblasti nije imao direktne naslednike, učenike. Suprotno oblastima diferencijalnih jednačina i teorije funkcija, gde je gradio naučni podmladak, u matematičkoj fenomenologiji Petrović je lično svoj rad doveo do izolacije.

Utvrdili smo d v a s l u č a j a Petrovićevog pokušaja da studije analoških problema prepusti svojim učenicima. U doktorskoj disertaciji Sime Markovića nailazimo na fenomenološko tumačenje Rikatijeve diferencijalne jednačine

$$(1) \qquad k\frac{dv}{dt} \pm \lambda v^2 = f(t) \quad ,$$

kao analoškog jezgra za jednu odredjenu grupu pojava (simultane akcije dva uzroka).[1] Drugo, S. Marković je u konceptu Petrovićevih rezultata u oblasti analognih računskih mašina izložio "mehaničku integraciju" diferencijalne jednačine (1) pokazujući time, da se Petrovićev rad na računarima može shvatiti kao vrsta metode za kvalitativnu integraciju diferencijalnih jednačina.

Drugi slučaj, koji nije ostavio nekog naročitog traga, jeste pokušaj Petrovićev da za analoške probleme zainteresuje matematičara Vladimira P. Vujića. Bio je privržen ovom mladom čoveku i trudio se da mu dobijanje re-

---

[1] Sima M. Marković: Opšta Riccati-eva jednačina prvoga reda, Beograd, 1914, str. 88.

zultata u radu ubrza.[2] Iz jednog pisma može se upoznati ton njihove saradnje.

"Poštovani g. Petroviću. Evo Vam sa najvećom zahvalnošću, ocene i prikaza - koje ste mi poslali ranije. Notice sur les travaux... sam pregledao - a ono o mehanici pojava pažljivo pročitao. U smislu jedne šire filozofske koncepcije - ne svidi mi se nijedan rad o toj mehanici.[3] Moj pokušaj - izgleda mi - biće zanimljiviji; ali treba vremena i pažnje, sem toga, mnoge se stvari u životu interpoliraju izmedju namere i dela. O Notice sur les travaux... dajem u Srp. knj. glasniku belešku, za sada.[4]

Skoplje, 4/VIII 922. Poštuje Vas i pozdravlja mnogo Vaš

Vlad. P. Vujić, prof."[5]

Koliko je nama poznato ova saradnja nije dovela do nekog značajnijeg rezultata. Vladimir Vujić je objavio samo jedan prikaz Petrovićeve fenomenologije,[6] gde ima više veštačkih superlativa, nego stvarne analize problema.[7]

---

[2] Videti npr., njihovu prepisku prikazanu u "Letopisu", str. 293.

[3] Petrović je V. Vujiću poslao sve isečke prikaza iz strane literature o njegovoj knjizi "Mécanismes communs aux phénoménes disparates", Paris, 1921, a koje smo našli zajedno sa pismom (Zaostavština, sv.5).

[4] Srpski književni glasnik, 7 (1922), 5,399-400.

[5] Zaostavština, Biblioteka SANU, sv.5.

[6] V. Vujić: Ideal nauke, Srpski književni glasnik, 8(1923), 7, 512-523.

Još 1967. godine kada smo pripremali za štampu Petrovićev rukopis "Metafore i alegorije", pisali smo[8]. Čudno je da Petrović snagom svoje obdarenosti i prilježnim radom na stvaranju naučnog podmladka, nije našao prirodni oslonac. On je iza sebe ostavio naslednike iz oblasti teorije funkcija, diferencijalnih jednačina, algebre i matematičkih spektara, ali nije nikoga ostavio za matematičku fenomenologiju. U ovoj disciplini, gde je potpuno originalan sa svim elementima osnivačkog stvaranja, ostao je sam bez učenika.[9]

Pored matematičara, primetimo da se za Petrovićevu fenomenologiju nisu zainteresovali npr., Branislav Petronijević, Ivan Djaja i drugi.

★

Mihailo Petrović je delimično bio upoznat sa istraživanjima svojih kolega sa Velike škole. To, pre svega, važi za radove profesora Ljubomira Klerića iz teorije mehanizama, odnosno kinematičkih analognih računskih mašina,

---

7 O Vladimiru Vujiću podrobnije videti A. Stojković: Razvitak filosofije kod Srba 1804-1944, Slovo ljubve, Beograd, 1972, str. 403 (i tamo dalje), kao i "Letopis", str. 292 (i tamo dalje).

8 D. Trifunović: Predgovor za knjigu M. Petrovića "Metafore i alegorije", Srpska književna zadruga, LX (405), Beograd, 1967.

9 O ovoj pojavi videti i rad D. Nedeljković: Etape i perspektive prirodne filozofije Mihaila Petrovića, Dijalektika, 3 (1968), 2, 14-40; isto u Spomenici Mihaila Petrovića, Beograd, 1969, 207-234.

profesorâ Djordja M. Stanojevića i Koste Stojanovića. Medjutim, utvrdili smo da ovi radovi u Petrovićevoj teoriji nisu bili dovoljno prisutni. Takvi pothvati, kao što je uvodjenje generalisanog pojma centralnih sila za jedan tačno utvrdjen fenomenološki skup[10] ili radovi profesora Koste Stojanovića koji su ustanovili odgovarajuća analoška jezgra i proučili mehanizme pojava izmedju procesa u termodinamici i ekonomiji,[11] sveli su se kod Petrovića n a j e d n o i s a m o j e d n o navodjenje. Ovo, kao i napred utvrdjena činjenica da ispitivači fenomenologije nisu proučavali Petrovićeve prethodnike i savremenike, direktno su uticali da ovoj pojavi nešto šire pridjemo.

Suprotno društvenim pojavama, gde je Petrović lično iznalazio analoške pojave i u tom pravcu dao fenomenologiji nove mogućnosti, u studiji pojava iz nauke i tehnike, i prirode uopšte Petrović se koristio stranim izvorima, rezultatima. Kod ovih pojava, on nije iznalazio zajedničke osobine postupkom kojim su to činili Tesla, Djordje M.Stanojević, Kosta Stojanović i mnogi drugi strani ispitivači analogija. Petrović se koristio već otkrivenim analogijama medju pojavama, a to je suština njegovog prilaza teoriji pojava, dajući im svoja tumačenja, a pre svega jedno uopštenje. "Imao je sposobnost da pronikne u srž svake metode drugog autora, i da odmah iznese ideju za stvaranje sličnih generalnijih postupaka. U Elementima matematičke fenomenalo-

---

10 Videti naredni odeljak 5. o Djordju M. Stanojeviću.

11 Videti odeljak 6. o Kosti Stojanoviću.

gije upravo ova crta njegovog stvaranja je i dominantna".[12]

Iz ovih razloga kod Petrovića nailazimo na obilje primera čije je poreklo iz strane literature. Na ovom mestu i ovom prilikom nije moguće samo navesti a kamoli sprovesti analizu svih predrezultata, odnosno analogija koje je Petrović prihvatio. Na primer, analogija izmedju vihorastog kretanja fluida i elektrodinamike pripada Helmholcu, hidrodinamike i elektrodinamike Hejmanu, termodinamike i termoelektrike Butiju, fotohemije i elektriciteta Sanjaku, bolesti i mehanike Bušardu, toplote i elektriciteta Tomsonu, i tako dalje.

Tačno utvrdjivanje svih rezultata analogija koje su uočene i proučene pre pojave Mihaila Petrovića bio bi značajan pothvat, koji bi sintetičkim putem pružio uvid na praktične osnove Petrovićeve teorije. Na ovaj način bio bi tačno upoznat neminovan hod ka matematičkoj fenomenologiji, od pojedinačnog ka opštem.

U nastavku ovog dela rada detaljno ćemo proučiti sve analoške probleme i radove na analognim računarima iz naše sredine koji su prethodili Petrovićevoj fenomenologiji, bili postavljeni u vremenu njenog nastanka ili ugradjeni u rezultate matematičke fenomenologije.

---

[12] M. Stojaković: Naučni metod Mihaila Petrovića, SANU, Posebna izdanja CDXXVI, Spomenica, 39(1968), 15-21; M. Stojaković: Svestrani matematičar, Dnevnik, Novi Sad, 12, 1968.

1. DIMITRIJE NEŠIĆ

Kod profesora i dugogodišnjeg rektora Velike škole Dimitrija Nešića nailazimo na rudimentarne elemente modelovanja, specijalno primene matematičkih modela. Školovan u Beogradu, Beču i Karlsrueu u tehničkim naukama, Nešić je još od prvih dana prihvatio da su "promatranje i opit jedini put koji vodi istini, a matematika je nužna i neizostavna osnova prirodnih nauka". Sa ovakvim pogledima na nauku, što ga je i dovelo do raspravljanja o odnosu originala i modela, Nešić i započinje svoju akademsku besedu: "Svaka nauka teži jednoj i istoj uzvišenoj meti, a to je da pronadje zakone pojavama koje ona proučava, da pokaže i obeleži jasno i nesumnjivo puteve koji vode tima zakonima, i da te puteve što bolje uravna, kako bi postali što pristupniji svima umovima. Ali samo to ne ispada podjednako za rukom svima naukama, jer s r e d s t v a i s p i t i v a n j a[1] koja po nekima od njih stoje na raspoloženju, često ni izdaleka ne odgovaraju teškoći pitanja, kojima se one bave".[2]

---

1 Kurziv je naš.

2 D. Nešić: Pogled na Lajbnicovu infinitezimalnu metodu (pristupna akademska beseda), Srpska kraljevska akademija, Glas VI, Beograd, 1888,str.18.

I pored toga što Nešić navodi "pronalaženje zakona pojavama" kao vrstu sintetičkog nalaženja matematičkih modela za pojave ili izlaže "sredstva ispitivanja" koja u konceptu naše teme možemo razumeti i kao različite fizičke modele, kod njega ne nalazimo na neka šira ispitivanja analoških pojava u prirodi i primenu modela. Ali ono što je Nešić zapisao dovoljno je da prihvatimo kao činjenicu, da je on postao matematičar kome suštinski odnosi matematike sa mnogim prirodnim pojavama nisu bili nepoznati.[3] Njegovo "posredno odredjivanje količina" u jednom procesu ima sve odlike modela i to je ono što je bitno za naš pokušaj uopštavanja pojave modelovanja u našoj nauci, u delu Petrovićevom i njegovih prethodnika i savremenika. Nešićevo razmišljanje osamdesetih godina prošlog veka o odnosu eksperimenta i teorije, nauke i prakse dovelo ga je do naslućivanja modelovanja u savremenom značenju. "Pošto u najviše prilika nije moguće odrediti količine neposrednim merenjem - piše D. Nešić, tj. poredeći ih sa poznatim količinama istoga roda, to je čovek morao potražiti puta i načina, kako bi ih posredno odredio...".[4] Specijalno, za slučaj dobijanja matematičkih modela na osnovu eksperimentalnih podataka, D. Nešić veli: "Kad se neke od onih količina, koje se u kakvoj pojavi javljaju, ne mogu neposredno da izmere,

[3] Kažemo postao matematičar, jer je D. Nešić školovan za "indžinirstvo" te je prvobutno konkurisao za profesora fizike na Velikoj školi (AS,Prosveta,1861,X,1685).

[4] D. Nešić: O važnosti matematike, Beograd,1882,str.32.

naučari traže zakone, po kojima te nepoznate količine u pojavi zavise od onih količina njenih, koje se mogu neposredno izmeriti ili doznati. Te zakone, po kojima poznate i nepoznate količine u pojavi jedna od druge zavise, on p r e v o d i n a a l g e b a r s k i j e z i k i d o b i j a t a k o z v a n e j e d n a č i n e p r o u č a v a n e p o j a v e,[5] pomoću kojih on onda izvodi ili izračunava nepoznate količine".[6]

Posebno želimo ovde da istaknemo Nešićevo naslućivanje m o d e l u j u ć e f u n k c i j e kao reprezentanta bilo kakvih prirodnih procesa čiji su parametri medjusobno analogni. Nešiću nije bilo strano da dve različite pojave mogu imati jedan isti model i to naglašavajući i primenjujući na veličine infinitezimalnog i diferencijalnog računa piše: "...savršena i potpuna je opštost infinitezimalnih zakona. U jednom i istom obrascu iskazan je zakon kakve količine koji vredi, pa bili uostalom ma kako različiti objekti, kod kojih tu količinu promatramo...Jer bili objekti, kod kojih jednu i istu količinu promatramo, ma kako različni, opet za to pomoćni elementi, kojima se smenjuju pravi elementi količina proučavane pojave, ostaju vazda isti, pa dakle i odnosi izmedju tih pomoćnih elemenata".[7]

---

5 Kurziv je naš.

6 D. Nešić: navedeno, str.4.

7 D. Nešić: navedeno pod 2, str.6-7.

U slučajevima kada se proces "ne može" izraziti matematičkim zakonom, Nešić predvidja jedan nov proces - fizički (materijalni) model preko kojeg se mogu pratiti sve osobine originala. "Ali vrlo često ta prvobitna metoda - piše Nešić, ne pomaže prosto zato što se ne mogu baš nikako da nadju odnosi izmedju količina proučavane pojave, što se tj. ne mogu da saznadu zakoni, po kojima one jedna od druge zavise. No i za takve slučajeve neumorni duh čovekov našao je opet puta i načina,... Ne mogući da nadje odnose izmedju onih količina, koje se u samoj proučavajućoj pojavi javljaju, on je pao na misao, da mesto toga traži odnose izmedju drugih sekundarnih količina a da onda iz tih odnosa izvodi odnose izmedju samih količina proučavane pojave".[8] Na ovakav način pridruživanje fizičkog modela jednom originalu ukazuje na Nešićevo potpuno shvatanje analognih modela u nauci. Šteta je velika što se profesor D. Nešić i direktno nije upustio u proučavanje neke uočene analogije. Tada bi upoznali potpunu aparaturu njegovog modelovanja i sigurno dobili valjane rezultate.

Sa ovakvim pogledim na modelovanja, Nešić je kao profesor Velike škole neosporno imao uticaja na generacije velikoškolaca kojima je predavao matematiku od 1862.do 1894. godine. Podaci kojima raspolažemo govore da Mihailo Petrović kod svog profesora ne uočava svesno ova istraživanja, predočavanje modelovanja za mnoge pojave u nauci i

8 D. Nešić: navedeno pod 4, str.5.

tehnici i o ovome ne piše. I pored toga, što je u jednom pismu sa studija u Parizu bio kritičan prema profesoru Nešiću,[9] za Petrovića je on ostao čovek "koji je ostavio trajnog traga svoga rada i čije će se ime sa poštovanjem pominjati još u mnogobrojnim generacijama naših radenika na polju nauke... I kao čovek i kao profesor i kao naučnik Nešić će ostati kao jedan od najmilijih uspomena u krugu svojih učenika i savremenika, kao jedan od onih, koji su i životom i radom služili za ugled sredini, u kojoj su živeli... I po samoj svojoj pojavi i po predanosti svojoj nauci, po jasnoći u predavanjima i umetnosti da veže pažnju za predmet koji izlaže, uvek je predstavljao ideala pravoga profesora".[10]

Dimitrije Nešić kao "kvadraturist", realizator zakona o merama u našoj zemlji, profesor više matematike sa 33 izvedenih generacija inženjera i profesora, pisac veoma dobrih univerzitetskih udžbenika, tvorac nekoliko zapaženih naučnih rasprava, ugledni javni radnik Obrenovićeve Srbije, čovek bez političkog opredeljenja, usamljenik u studiji dela O.Konta, Lagranža Lajbnica, Njutna i Loba-

---

9 D.S.Mitrinović: Prilozi za biografiju Mihaila Petrovića, Vesnik, 12(196o), 143-175(156); ova prepiska objavljena je i u "Letopisu", str. 85-86.

10 M.Petrović: Dimitrije Nešić, Ljetopis, 19(19o4), 84-87. O profesoru Nešiću pisao je i njegov drugi, odličan student sa Velike Škole (generacija Mihaila Petrovića) Kosta Stojanović: Dimitrije Nešić, Delo, 31(19o4), 4o7-412 .

čevskog - očekuje tek istraživača koji će ga u našoj istoriji nauka predstaviti potpuno sa svim komponentama njegovog stvaralaštva od kojih ova iz modelovanja svakako nisu beznačajna.

Dimitrije Nešić rodjen je 8. oktobra 1836. u Beogradu. Posle osnovne škole i gimnazije (Beograd) studirao je dve godine na Prirodno-matematičkom odseku Liceja. Kao odličan licejac postoje državni pitomac i odlazi 8. septembra 1855. na Bečku politehniku (do 1858), a potom na Politehniku u Karlsrueu (do 1862).[11] Novembra 1, 1862. postoje suplent u Liceju,[12] a pri pretvaranju Liceja u Veliku školu Nešić je postavljen za profesora više matematike (26. septembar 1863). Na Velikoj Školi predavao je matematiku na Tehničkom i Filozofskom fakultetu (do 2o. Januara 1894); objavio je nekoliko udžbenika,[13] a bio je više godina rektor Velike Škole (1882-1884 i 1893/94). U Glavnom prosvetnom savetu čiji je predsednik bio od 1882. do 1886. godine ostavio je vidnog traga u politici udžbenika za srednje škole.

U naučnim društvima radio je predano trudeći se da što više uzdigne naučni nivo društvenih glasila. Nešić je

[11] U Muzeju grada Beograda nalaze se više pisama Dimitrija Nešića sa studija u Beču i Karlsrueu čija obrada treba da rasvetli naučne stavove mladog Nešića.

[12] AS, MP,f.III,47.

[13] Trigonometrija, Beograd 1875; Algebarska analiza I i II, Beograd 1883; Nauka o kombinacijama, Beograd 1883; itd.

bio član Srpskog učenog društva (1o. februar 187o), član Srpske kraljevske akademije (5. april 1887) čiji je predsednik bio od 1892. do 1895. godine. Na predlog zagrebačkog matematičara Dragutina Zahradnika, Nešić je izabran za dopisnog člana Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti (4. decembra 189o).

U sedamdesetim godinama prošlog veka bio je član Komisije za uvodjenje metarskih mera, kojoj je predsedavao Emilijan Josimović, profesor Velike Škole, a sekretar bio Manojlo Marić, tada sekretar ministarstva finansija. 1872. godine Nešić odlazi u Belgiju radi proučavanja uredjenja nadleštava za žigosanje metarskih mera kao i svega onoga što je potrebno pri samom uvodjenju tih mera. Po povratku iz Belgije izradio je Zakon o metarskim merama, a potom je bio referent ministra finansija na Skupštini, koja je Zakon o metarskim merama i odobrila.[14]

Nešićev udeo u našoj kulturi druge polovine XIX veka je neosporan i pripada onim pojavama koje su pripremile uslove za pravi naučni rad na našem Univerzitetu. "Pravilna je ocena koja Nešića stavlja kao trećeg člana srpskog naučnog triumvirata uz Daničića i Pančića" - pisao je Andra Gavrilović.[15]

---

14 AS, MP, 187o, I, 25; MP, 1872, I, 153; VŠ, 1872,4o (i tamo dalje).

15 A.Gavrilović: Znameniti Srbi XIX veka, Zagreb 19o1/o3.

2. LJUBORMIR KLERIĆ

I pored toga što je na samom početku svoje mehaniike još 1880. godine najavio mogućnost da se mnoge pojave u nauci i prirodi mogu obuhvatiti modelima mehanike, (mehaničko tumačenje pojava), što bi neminovno dovelo do problema izomorfizama, profesor mehanike na Velikoj školi u Beogradu Ljubomir Klerić nije proučavao analoške probleme u smislu iznalaženja fizičkih (materijalnih) modela za pojave koje su medjusobno disparatne.[1] Poznavajući sposobnosti ovog profesora Velike škole, a posebno njegove rezultate u oblasti teorije mehanizama i opšte konstrukcije naprava, Klerić bi svakako došao do fizičkih modela čija bi izrada i mogućnost primene bila na poznatoj preciznosti koju je Klerić sprovodio kod svojih aparata. Uostalom, baveći se teorijom mehanizama za potrebe izrade različitih kinematičkih sprava za računanje, Klerić se, u stvari, bavio problemima modelovanja i to u slučaju: ako matematički model M_m napisan na nekom od formalnih jezika predstav-

---

1 Lj. Klerić: Teorijska mehanika za učenike Velike škole po J. Vajsbahu, knj. 1, Beograd 1880, str. VII+624; knj. 2, Beograd 1883, str. 625-1072; knj. 3, Beograd 1888, str. 1073-1317. Za potrebe Filozofskog fakulteta Klerić je izradio i dopunu: Sadašnji rezultati u kinematici kao prilog uz moju terijsku mehaniku, Beograd, 1882, str. 47. - U knj. 1 (Uvod) svoje mehanike Klerić je pisao: "... ona postavlja metode kojima doznajemo okolnosti pod kojima je neki rod kretanja fizičkih tela postao, dakle dinamika traži u z r o k e koji mogu da preinače položaj fizičkih tela... Pošto su sve pojave u prirodi kretanja, to ćemo i sve prirodne pojave moći kretanjem i objasniti. Mi ćemo dakle i foronamiji sa kojom počinjem mekaniku položiti osnovu prirodnoj nauci dakle i mekanici".

lja proces koji se odvija u nekom mehanizmu μ, tada se taj mehanizam μ može iskoristiti kao računska mašina za numeričku obradu modelujućeg algoritma u M_m.

Klerić je bio sav usmeren istraživanju i konstrukciji raznih aparata, sprava za potrebe prakse, a takodje i za potrebe tumačenja pojedinih teorijskih problema. Njegove rasprave koje su mahom sve objavljene u Glasniku Srpskog učenog društva u Glasu Srpske kraljevske akademije ovo i potvrdjuju.[2] Svakako, ovakav odnos u naučnom radu (kinematički analogni modeli) treba tražiti u samom Kleriću, njegovoj opredeljenosti, ali po našem sudu, vreme u kome je stvarao i naučna pregalaštva u drugim sredinama Evrope najviše su uticali na pomenute sklonosti. To je vreme razvijene precizne mehanike i veoma intenzivnog rada na kinematičkim računskim mašinama. Klerić je bio veoma rano suočen sa rezultatima evropskih centara što se odrazilo na njegove rezultate.

Imajući u vidu da je Klerićev životopis malo poznat, ovde ćemo izložiti najvažnije podatke biografije ovog znamenitog pregaoca u kinematičkim analognim modelima.

Ljubomir Klerić (Julius Klery) rodjen je 29. juna 1844. u Subotici (selo u Banatu).[3] Posle završene osnovne škole, 1855. godine prelazi sa porodicom u Beograd. U Beogradu uči u I beograd-

---

2 U radu T. P. Andjelića: Mehanika u okviru Srpske akademije nauka, Glas CCLXXXIX, 36(1974), 189-245 izloženi su radovi Lj. Klerića sa kratkim sadržajem, a u našem radu: Doprinos Ljubomira Klerića mehanici eksploziva i nauci uopšte, Miniranje 6(1974), 4, 38-54, prikazana je hronološka potpuna bibliografija ovog mehaničara.

3 O poreklu Ljubomira Klerića objavljena je jedna beleška sa hipotetičnim podacima i bez navodjenja izvora, te je necelishodno i prihvatiti ih (B. Kovačević: O Ljubomiru Kleriću, Zbornik MC za knj. i jezik 22(1974), 3, str. 512). Prema Spomenici o stogodišnjici I muške gimnazije u Beogradu (1839-1939) prihvatili smo pravo Klerićevo ime Julius Klery i mesto rodjenja.

*

skoj gimnaziji i 1862. godine polaže ispit zrelosti.[4] Iste godine, upisuje Tehnički fakultet Velike škole u Beogradu. Kao obdarenog za tehniku i odličnog studenta sa sklonostima prema rudarstvu, sa završene dve godine studija, Klerića upućuju u inostranstvo da kao državni pitomac (stipendista) studira rudarstvo. Na Rudarskoj akademiji u Frajbergu od 1865. do 1867. g. studira rudarstvo. Školske 1867/68. godine odlazi na Cirišku politehniku radi izučavanja mašinstva. Krajem 1868. vraća se na Rudarsku akademiju gde ostaje još jednu godinu, položivši diplomski ispit. Godine 1869. Klerić je u Berlinu radi slušanja specijalističkih kurseva iz rudarstva, a pohadjao je i časove mineralogije na Univerzitetu. Kao mlad rudarski inženjer, Klerić je 1870. godine na praksi u "nemačkim rudnicima u Vestfalskoj, Saksonskoj i Gornjoj Šleziji, kao i u rudniku Pribramu u Češkoj".[5] Iste godine, Klerić se vratio u Srbiju i u Beogradu dobio dužnost pisara Ministarstva finansija u Rudarskom odeljenju.

Sedamdesetih godina prošlog veka u Srbiji se malo radilo u oblasti rudarstva. U uslovima u kojima nije mogao obezbediti rad u struci, a kao državni stipendista, Klerić moli da bude razrešen "kancelarijskih poslova" i izražava želju da ode van zemlje gde su rudarski radovi u punom jeku. Marta 1871. odlazi van zemlje sa odlučnom namerom da se vrati u Srbiju čim se stvore uslovi za rudarska istraživanja.

Pred odlazak iz zemlje, januara 1871. Klerić je konstruisao "svrdlo sa užetom" za dubinska rudarska bušenja što je u Nemačkoj i Francuskoj i patentirao. Klerićevo svrdlo našlo je brzo

---

4 U Klerićevoj generaciji gimnazijalaca bio je i Svetozar Marković, koji će kao i Klerić studirati tehničke nauke (navedena Spomenica I muške gimnazije u Beogradu, str. 446-447).

5 Godišnjak SKA, 1(1887), 193.

primenu u rudniku kamene soli u Štanfurtu, a isto i u rudnicima kamenog uglja Hirstu i Dinstnakenu u Vestfaliji. U ovim rudnicima Klerić je radio kao rudarski inženjer holandske kompanije "Albert & Co".

Kao rudarski inženjer ove kompanije Klerić je u Beogradu 1872. u Glasniku Srpskog učenog društva objavio jedno originalno rešenje za lomljenje stena.[6] Ne samo ovaj rad, već i glas dobro poznatog rudarskog inženjera koji radi u Nemačkoj, učinili su da ga Srpsko učeno društvo iste, 1872. godine bira za redovnog člana. Godine 1873. pomenuta holandska kompanija šalje Klerića u Srbiju da istražuje rudno bogatstvo i mogućnosti da kompanija otvori rudnike. Sa inženjerom F. Hofmanom ispitivao je rudišta magnezijuma na Venčacu kod Arandjelovca, a pretražio je u rudarsko-geološkom pogledu planinu Šturac i stare majdane na Rudniku.[7] Kako istraživanja u Srbiji nisu zadovoljila holandsku kompaniju, jer Klerić nije našao velike rezerve, to ujesen 1874. odlazi iz Srbije za Oran (Afrika) i radi u rudniku gvoždja u Kleberu i Takutu. U ovim rudnicima Klerić je radio do aprila 1875. kada se vraća u Beograd. Po povratku u zemlju, Klerić iste godine radi na geološkim istraživanjima za potrebe železničke trase od Ćuprije do Aleksinca.

Na Velikoj školi u Beogradu mehanika je bila u veoma nezavidnom položaju. Od osnivanja Velike škole (1863) mehaniku je istvoremeno sa fizikom predavao profesor fizike Kosta Alković.[8] Na Prirodno-matematičkom odseku mehanika se nije predavala do 1880. Školske 1874/75. godine Alković nije želeo više da predaje

6 Kako se teorijski tumači i na stvar primenjuje jedna nova naprava za lomljenje stena koju je izumeo Ljubomir Klerić, Glasnik SUD, 36(1872), 275-293; v. i naš rad iz beleške 2.

7 Lj. Klerić-F. Hofman: Privremeno izvešće u rudarsko-geološkom pogledu, Beograd 1875, str. 29.

8 D. Trifunović: navedeno, beleška 2.

i fiziku i mehaniku, te je ovaj predmet ostao bez nastavnika.[9] Godine 1875. raspisan je stečaj za profesora mehanike. Kao što je poznato, Ljubomir Klerić je izabran za profesora mehanike na Velikoj školi u Beogradu.

Klerićevo opredeljenje za mehaničke nauke i opšte primenjenu matematiku nije slučajno. Još za vreme studija učestano je obilazio mehaničke laboratorije politehničkih škola Berlina, Drezdena, Bavarske; bio je detaljno upoznat sa mogućnostima tamošnjih "radionica" u izradi kinematičkih modela. Pored ove opredeljenosti u teoriji mehanizama, Klerić još kao student prevodi Vajsbahovu obimnu mehaniku koju će u Beogradu i izdati od 1880. do 1888. godine.[10]

Sa naučnim raspravama u kojima je mehaničke elemente povezivao sa problemima u geometriji,[11] napisanim udžbenikom mehanike, Klerić je zakoračio u novi svet nauke. Poziv profesora tražio je od Klerića druge odnose. Medjutim, uvek kada je mogao, vraćao se eksplozivima i rudarstvu.[12] U srpsko-turskom ratu 1876. Klerić učestvuje kao miner. Na donjem Dunavu kod Korbova postavlja "torpede", a kod Djunisa obične, nagazne mine sa svojim rešenjem rasporeda u minskom polju.

---

9 Šematizam za 1874, 1875. godinu.

10 Lj. Klerić: navedeno, beleška 1.

11 Videti npr., Klerićev rad: Kinetički problemi - Primena kinetike na geometriju, Glasnik SUD 48(1880), 299-331 (i tamo dalje). - Interesantno je navesti Klerićevo mišljenje o kinematici. "Ovaj deo nauke stoji u tesnoj vezi sa samom geometrijom, pošto mu ona služi za osnovu, šta više možemo još i to kazati da kinematika usavršava geometriju ili je bar dopunjuje a to s toga, što kinematika k trima dimenzijama geometrije dodaje još i četvrtu, a to je vreme, kao pra promenljivu količinu. Po ovome kinematici priličilo bi i ime geometrija četiri dimenzija" (Lj. Klerić, navedeno, beleška 1.).

12 Npr. problem vode u potkopu u knj. 1 Klerićeve mehanike, itd.

Pri osnivanju Srpske akademije nauka i umetnosti (1886) Klerić je postavljen za redovnog člana (5. april 1887). Iz godine u godinu imao je sve bolje i bolje rezultate. Često je biran za sekretara Akademije prirodnih nauka, dekana i starešinu odseka na Velikoj školi. Klerić je pored svih obaveza na Velikoj školi, Srpskom učenom društvu, Akademiji i dužnostima ministra narodne privrede[13] i ministra prosvete[14] vodio računa o uzdizanju naučnog kadra i jačanju naučnih ustanova.[15] Veoma plemenit i predusretljiv, odmeren i blag,[16] Klerić se uvek nesebično angažovao da mladjima što više pomogne i pruži im osnovne uslove za dalji rad.[17] Mladima koji su pristizali (Jovan Knežević, Mijalko Ćirić, Vladimir Todorović, Kirilo Savić, Mihailo Petrović,...) nije zavideo i nije ih sputavao nekim formalnim odredbama i pristrasnim odlukama i mišljenjem. I u slučajevima kada je trebalo nečiji rad odbiti i ne primiti za štampu (npr., slučaj sa doktorskom disertacijom Milutina Milankovića[18] ili udžbenikom "Mehanika za srednje škole" Vladimira

---

13 Od 7. decembra 1896. (prema Prosvetnom glasniku 18, 121).

14 Od 23. oktobra 1894. (prema Prosvetnom glasniku 15, 473).

15 Npr., Klerićevo predlaganje profesora mehanike i balistike na Bečkoj politehnici Konstantina Vujića za redovnog člana Srpskog učenog društva (ASANU, Fond SUD, 126/1885), Nikole Tesle za dopisnog člana Srpske kraljevske akademije (ASANU, Fond SKA, 311/1894), angažovanje sekretara Madjarske akademije akademika Kolomana Silija u radu Srpske kraljevske akademije (Glas XLI, 1894), itd.

16 Poznavajući lično Lj. Klerića od 1887. godine kada je došao na Veliku školu za profesora matematike, Bogdan Gavrilović je u Srpskom tehničkom listu za 1910. godinu izneo mnoge pojedinosti o Kleriću kao čoveku i naučniku.

17 Recimo, 10. marta 1891. vodi studente Geološkog zavoda na eskurziju radi pomoći u geološkim istraživanjima, a od 5. avgusta 1896. besplatno predaje mehaniku na Tehničkom fakultetu.

18 Letopis, str. 186-187

Zdelara[19]), bio je korektan i pažljiv nastupajući taktično sa savetima dobrog čoveka i profesora.

2.1. KINEMATIČKI MEHANIZMI

U teoriji mehanizama, računskih mašina na principu kinematike, i opšte naučnih aparata za potrebe teorije i prakse Klerić je ostavio nekoliko rešenja. Specijalno, kod analognih računskih mašina njegova su rešenja imala takav oblik, da su mnoge ranije konstrukcije Amslera, Prica, i dr. ne samo uopštila, već i pružila šire mogućnosti primene. Na žalost, opšte okolnosti, mala naučna sredina bez većih potreba za Klerićevim konstrukcijama učinila su, da su njegovi rezultati ostali skoro nepoznati i služili jedino kabinetu za geodeziju na Velikoj školi.[20] Po svom opredeljenju u nauci, specijalno u primenjenoj matematici i tehničkoj mehanici, Klerić je, kao što smo napred rekli, bio sklon konstrukcijama raznih instrumenata, aparata i naprava. Ovakva konstruktorska raspoloženja kod Klerića treba objašnjavati, pre svega, kao uticaj nemačkih tehničkih centara u kojima se školovao i sa kojima je do kraja života održavao prisne odnose. Neosporno, i sami zahtevi prakse za matematičkim instrumentima i opšte analognim modelima učinili su odredjeni uticaj. Klerićevo minersko svrdlo, patrona za miniranje,[21] izohrono fizičko klatno,[22] etalon metar,[23] pantograf, traktoriograf, elipsograf i dr. rezultat su jednog izuzetnog istraži-

---

19 Prosvetni glasnik 18(1896), 121.

20 Godišnjak SKA 1(1887), 193.

21 Lj. Klerić: navedeno, beleška 6.

22 Lj. Klerić: Kompezaciono klatno ne postoji, Glasnik SUD 49(1881), i tamo dalje.

23 Lj. Klerić: Mera dužine (comparator) nezavisna od promene toplote, Glasnik SUD 42(1875), 363-371.

vačkog napora, a pre svega naučnog talenta kojeg je Klerić ispoljio na Velikoj školi u Beogradu i politehnici u Frajburgu, Cirihu i Berlinu, a potpuno razvio i koristio kao profesor mehanike na Velikoj školi.

Klerićev rad u iznalaženju raznih analognih modela (aparati, sprave, računari,...) akademik Bogdan Gavrilović, koji je prvi pisao o Kleriću, nije prihvatio kao naučnu delatnost (!).[24] Ovo se mišljenje održalo do današnjih dana. Godine 1910. B.Gavrilović je pisao: "Po struci rudarski inženjer i geolog a po izrazitom talentu svom matematičar naročito specijalne vrste, Klerić je svima svojim radovima više naginjao primenjenoj nego čistoj nauci. Značajne teorije i duboke apstrakcije na štetu svoju nije cenio toliko koliko kakvu manju problemu oko koje bi trošio svu snagu svoga nemirnog i radoznalog duha. Preokupiran čisto takvim problemima, nije mogao da postavi pravu harmoniju izmedju nauke,[25] koju je kao struku učio i pravca u koji ga je tako neodoljivo vukao njegov nesumnjivo veliki talenat."[26] Ove Gavrilovićeve reči, ponovljene i 1922. godine,[27] ne možemo prihvatiti potpuno, a shvatamo ih kao rezultat slabe razvijenosti instrumentalne matematike i opšte primenjene matematike u našoj sredini. Da je Klerić sve ovo što je u Beogradu uradio primenio i kultivisao u centrima Evrope, gde su analogni modeli vrlo intenzivno istraživani i gde je računska tehnika bila u punom zamahu, verujemo da bi njegovo mesto u istoriji računskih mašina bilo vidno zabeleženo. Ostaje, ipak, da se bolje prouči sadržaj Gavrilovićevih reči, jer nije jasno da takav naučnik kao što je bio profesor Gavrilović, koji je sigurno znao

24 B.Gavrilović, navedeno.

25 Kurziv je naš.

26 B.Gavrilović: navedeno.

27 B.Gavrilović: Narodna enciklopedija II, str. 333.

za razvitak instrumentalne matematike i analognih modela druge polovine 19.veka, pogrešno oceni Klerićevo delo. Da li je možda kod Gavrilovića bilo presudno opšte mišljenje o nauci u zapadnim zemljama, koje tehniku i medicinu tog vremena nije ubrajalo u nauku (npr., tehnički fakulteti bili su van univerziteta itd.)? Ako se prihvati mišljenje profesora Gavrilovića, onda bismo morali veliki procenat rezultata Mihaila Petrovića, mnoge radove Jakoba, Morena, Čebiševa i drugih matematičara, pregalaca u računskoj tehnici 19.veka, da proglasimo nenaučnim.

Od matematičkih instrumenata profesor Lj.Klerić je konstruisao polarni pantograf (1875.), traktoriograf (1892) i aparat za crtanje krivih linija drugog reda (1899).

POLARNI PANTOGRAF

Klerić je 1875. godine pre dolaska za profesora mehanike na Velikoj školi izložio svoju prvu konstrukciju jednog matematičkog aparata - polarnog pantografa.[28] Po prirodi i opredeljenju praktičar - matematičar, profesor Klerić je na Velikoj školi u kabinetu za geodeziju zapazio da je "poligonalni pantograf" konstrukcije Majlendera nepodesan za rad, jer "ta sprava zauzima poveliku površinu na crtežu, pa ukoliko je crtež veći, koji valja ili u istoj, ili u manjoj razmeri smanjiti, utoliko je sa tim pantografom i nespretnije raditi".[29]

Kod svih pribora za crtanje homotetičkih figura (kopiranje uz zadržavanje sličnosti) postoji više konstruktivnih rešenja, gde je na različite načine rešavana stabilnost i jednostavnost aparata.

---

28 Lj.Klerić:Teorija i konstrukcija polarnog pantografa (konhojidografa)Glasnik SUD 43(1876), 238-251 (primljeno u Odseku jestastveničko-matematičarskom 29.decembra 1875.prema referatu Dimitrija Nešića i Dimitrija Stojanovića, a rad je prikazan 25.januara 1875.).

29 Isto, str. 238.

Neosporno da su poligonalne poluge pantografa koje se rastežu činile "najglomaziji" deo aparata. Iz svih razloga, Klerić je zamislio svoj pantograf na način koji mu omogućava da se izbegne njegov poligonalni oblik sa homotetičnom perforacijom. Tako je uveo po prvi put(?) rešenje-konstrukciju pantografa "sklopljenog" samo "iz jednog lineala".[30]

Na sl.10 je prikazan faksimil originalnog konstruktivnog crteža iz 1875. godine Klerićevog pantografa, gde se tačno uočava originalnost rešenja: uvodjenjem polarnog mesta i polarne ose, na mesto poligonalnog oblika, pantograf je dobio oblik jedne poluge, gde pomoću pokretnih točkića (ima ih pet) rešava homotetičnost slike i postiže dobru pokretljivost "da je s tim pantografom moguće i pisati".[31] Napomenimo da je ovaj pantograf Klerić početkom 1876. godine nešto usavršio u pogledu pokretljivosti i elastičnosti pisaljke koja je snabdevena jednom spiralnom oprugom kao i kod današnjih pantografa.

Nerazvijeno zanatstvo i precizna tehnika kod nas 70-ih godina prošlog veka,[32] Klerića je primoralo da svoje analogne modele gradi u tehničkim centrima Zapada, gde se 60-tih godina i školovao. Prema samom Klerićevom radu saznajemo da je pantograf sagradjen u Bavarskoj. "Take pantografe, kakav ja imam i upotrebljujem, - piše Klerić, grade ih "Gebrüder Haff" mehaničari u "Pfrontew"-u u Bavarskoj, a izvršenje je vrlo precizno i elegantno".[33]

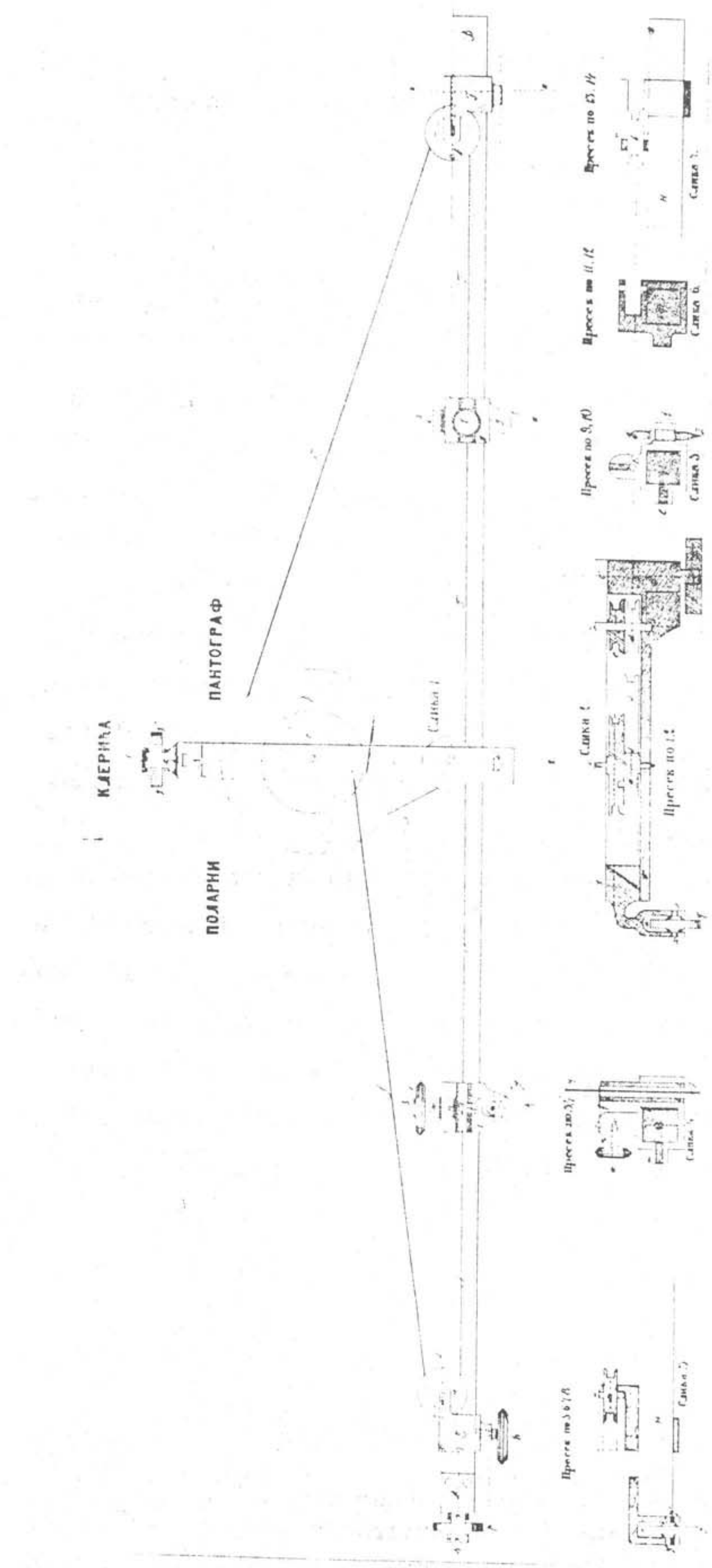
---

30 Isto, str. 238.

31 Isto, str. 238.

32 N. Vučo: Raspadanje esnafa u Srbiji II, Beograd 1958, str. 365(i tamo dalje).

33 Lj. Klerić: navedeno, str. 251. -Kako je Klerić na sednici Odseka od 29. decembra 1875. "pokazao i demonstrirao pantograf", to zaključujemo da je u navedenoj radionici pantograf sagradjen u toku 1875. godine (Glasnik SUD 44(1877), str. 399).



Sl.10.- Faksimil originalnog crteža Klerićevog polarnog pantografa iz 1875. godine (smanjeno 1:4)

Do sada nismo mogli utvrditi ko se u računskoj tehnici još bavio polarnim pantografima, jer su poznati samo različiti sistemi poligonalnih pantografa. Jedino što smo utvrdili jeste rešenje hibridnog kinematora za merenje površina i dužina. Naime, Amsler i Štalfer predložili su da se na polarni planimetar ugradi "poligonalni pantograf",[34] kako bi se i figure većih razmera mogle planimetrisati, pri čemu pantograf treba da obavi potreban algoritam za homotetiju figure i tek u uslovima smanjene figure da polarni planimetar izmeri površinu ili dužinu.[35]

Početni položaj, ispravnost i grešku instrumenta, Klerić proverava na taj način što ulazni uredjaj (nepisajući šiljak) povlači po lenjiru i proverava, da li izlazni uredjaj (šiljak sa pisaljkom) opisuje pravu liniju.

Klerić ispravno naziva svoj polarni pantograf i konhoidograf stoga što je u osnovi ovog aparata postupak odredjivanja konhoide krive linije. Neka je data kriva u polarnom koordinatnom sistemu

$$(1) \qquad \rho = f(\alpha),$$

i neka su njene tačke $A(\alpha, \rho) \subset \Gamma_\rho$. Ako se smanjuju ili uvećavaju radijus - vektori svake tačke A krive Γ_ρ za jednu istu veličinu a, tj. $\rho \pm a$, dobija se konhoida krive koju pišemo

$$(2) \qquad \rho = f(\alpha) \pm a.$$

[34] E. Doležal: Das Pantograph-Planimeter, Sitzungsber. Wien. Akad. 124, IIA(1915), 845-874; O. Eggert: Das Pantographenplanimeter, Z. Vermessungsw. 45(1916), 263-265; A. Klingatsch: Das Pantographen-Planimeter, Z. Inst. 37(1917), 25-32.

[35] Opis i konstrukcija Klerićevog polarnog pantografa biće registrovani u Katalogu starih matematičkih instrumenata kojeg uredjaje - priprema istoričar matematike dr V. Lubert (v. Predgovor ovog rada).

'rema analizi koju je Klerić izveo, lako je utvrditi, da je kod antografa najpre proučena kinematika na konhoidi prave koja e još naziva i Nikomedova konhoida čiji je oblik

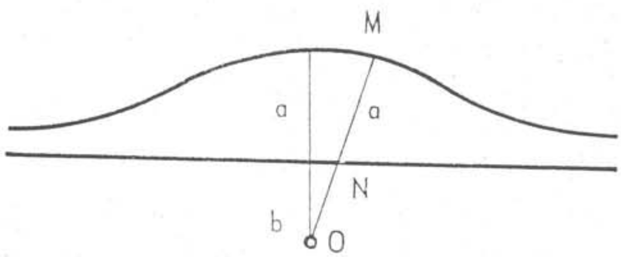
$$(3)' \qquad \rho = \frac{b}{\cos\alpha} \pm a,$$

dnosno

$$(4) \qquad (x-b)^2(x^2+y^2)-a^2x^2 = 0,$$

da bi se dalje mogućnosti pantografa uopštile na bilo koji slučaj konhoide.

Stariji savremenik Apolonija, Nikomed[36] ovako je postavio problem konhoide prave. Neka je data tačka O, prava AB i odsečak b. Konhoida prave je geometrijsko mesto tačaka M koje opisuje radijus-vektor pod uslovom da je uvek MN=a=const, gde je N



Sl.11.- Shema za Nikomedovu definiciju konhoide prave

tačka preseka prave AB i radijus-vektora. Pored ovoga, Nikomed je još pokazao da je prava AB asimptota konhoide.[37]

36 Nikomed, Νικομήδης - 2. vek pre naše ere.

37 O Nikomedovim matematičkim spisima konsultovan je rad N.G.Bašmakove u Istorii matematiki, tom I, Moskva 1970, 106-154 (red.A.P.Juškevič).

Interesantno je primetiti da je Nikomed ovu konhoidu primenio u rešavanju trisekcije ugla i udvostručenosti kocke. Da je profesor Klerić znao da se konhoida prave može koristiti za rešavanje ovih problema, verujemo da bi ovo iskoristio i pokušao ova dva nerešena problema matematike da "reši" pomoću svog polarnog pantografa. Ovo smo naveli stoga, što je Klerić slično postupio kod svog traktoriografa za slučaj kvadrature kruga.

Kod Klerićevog polarnog pantografa bilo bi svakako važno sprovesti strukturnu analizu mehanizma, odnosno ustanoviti kinematičku grupu više klase pantografa ili kinematičke parove i lance (točak i grivna, poluga i uže i dr.) sa utvrdjivanjem broja stepena slobode. Kako ovo prelazi okvire naših istraživanja, to se ova analiza kinematike polarnog pantografa, kao i drugih Klerićevih kinematora, ostavlja za drugu priliku.

Polarni pantograf profesora Klerića svrstali smo u analogne računare kinematičkog tipa i time mu dali uže značenje u grupi matematičkih instrumenata. Pantograf je računar stoga, što njegov "aritmetički uredjaj" koji predstavlja inostrukturu izmedju ulazno/izlaznih veličina, obavlja odredjen algoritam homotetije $\lambda = \rho : \rho_1 = m:n$. Znači, ovaj kinemator svojim mehanizmom je "programiran" da obavlja samo operaciju homotetije, pri čemu su ulazni podaci dati u obliku grafika jedne funkcije, a izlaz je takodje u obliku grafika funkcije.

Prema jednom izvoru iz 1893. godine[38] možemo zapaziti da profesor Klerić nije stao kod konstrukcije polarnog pantografa, već je težio da što više ovaj računar poboljša dajući mu nove mogućnosti. Tako je na skupu Akademije prirodnih nauka 14. jula 1893., skoro dvadeset godina posle pronalaska polarnog pantografa, prikazao i demonstrirao mogućnosti novog rešenja pantografa koji je imao na izlazu više pisajućih mesta. U zapisniku sa ovog skupa či-

[38] ASANU, Fond SKA, Zapisnici, 1893.

tamo: "Akademik Lj. Klerić konstruisao je novu pisaću mašinu,[39] koju je nazvao "Polipantograf", koja u jedno vreme piše sa tri do pet pera".[40] Nismo utvrdili gde je ovaj polipantograf Klerić sagradio i da li je o njemu negde pisao. Možemo samo pretpostaviti da je ovaj računar služio za interne potrebe Velike škole, odnosno Kabineta za geodeziju, Fizičkog instituta i dr. Ovaj računar, koji za jedan ulazni podatak (zadan original u obliku jedne geometrijske figure) algotitmom homotetije sa pet različitih koeficijenata $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_5$ jednovremeno dobija na izlazu pet homotetičkih figura, ima potpunu originalnost koja dozvoljava različite mogućnosti primene i eventualno, dobijanje konstruktorskih ideja za nove pisače.[41]

TRAKTORIOGRAF

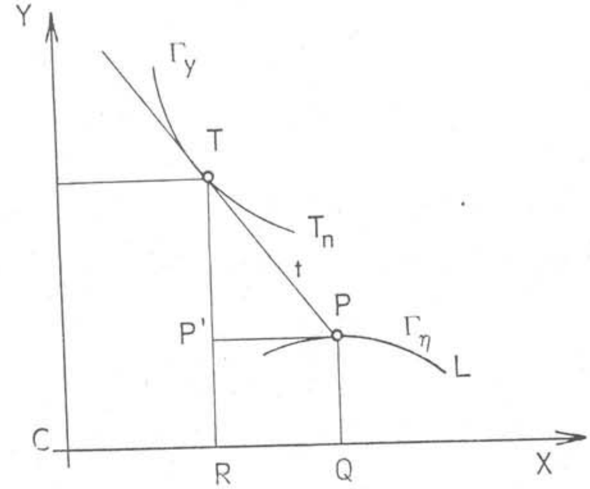
Godine 1892. profesor Klerić je konstruisao matematički aparat kojegje nazvao "traktoriograf" (sl. 13, I), jer svakoj zadanoj krivoj Γ_η oblika $\eta = F(\xi)$ na stalnoj razdaljini PT=t može da konstruktivno odredi novu krivu Γ_y tj. $y=f(x)$ pod uslovom da je za sve tačke T na krivoj Γ_y i sve tačke P na Γ_η rastojanje PT tangenta na Γ_y (sl. 12).[42] Ovaj aparat kojeg je sagradio po Klerićevim kon-

39 Kurziv je naš.

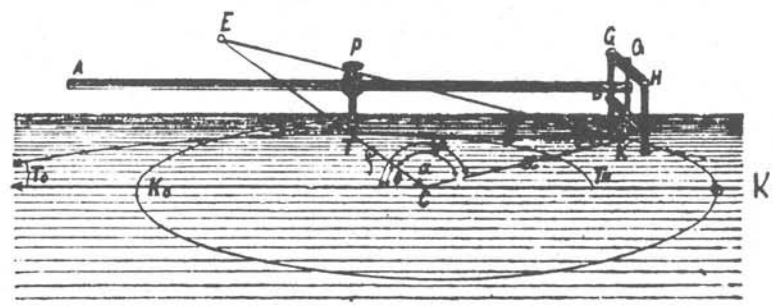
40 Godišnjak SKA, 7(1893), 69-70.

41 Prema najnovijim rešenjima kinematora: Novye matematičeskie pribory, Irkutsk 1972.

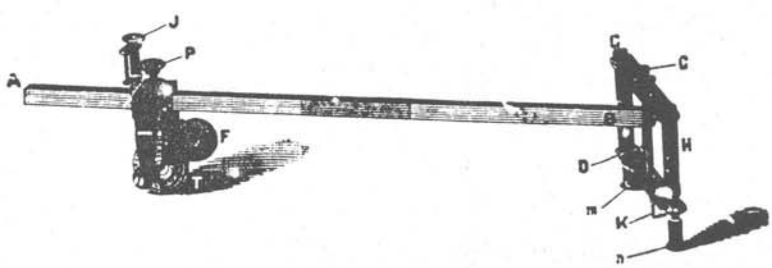
42 Lj. Klerić: Traktoriograf i konstrukcija Ludolfovog broja π i osnovice e prirodnog logaritma, Glas LI, 18(1896), 245-312 (prikazano u Akademiji prirodnih nauka 25. juna 1896; doslovno je zapisano:"... držao je predavanje o svome novom šestaru, Traktoriografu i o primeni njegovoj na rešenje kvadrature kruga i drugih matematičkih zadataka" ASANU, Fond SKA, Zapisnici 1896).



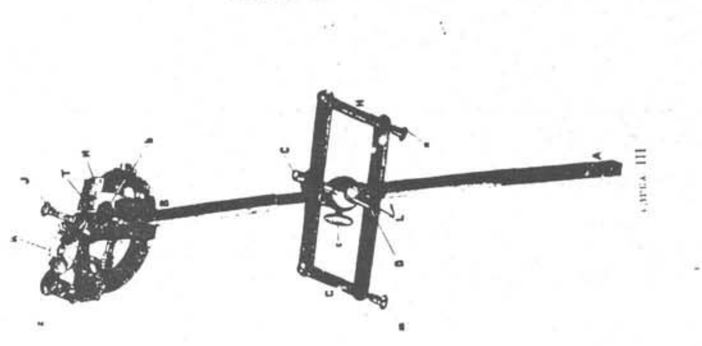
Sl.12.- Grafički prikaz odnosa traktorije prema zadanoj krivoj



СЛИКА I



СЛИКА II



Sl.13.- Tri modifikacije Klerićevog traktoriografa iz 1892. i 1893. godine (originalni crteži)

struktivnim crtežima inženjer Oskar Lojner na Politehničkoj školi u Drezdenu, iste godine Klerić je modifikovao tako što je na mesto šiljka T uveo kalkulativni točkić T (sl. 11, II) i time znatno poboljšao manipulativnost aparata.[43] Naredne, 1893. godine Klerić je isto u Drezdenu sagradio i poslednju modifikaciju ulazno/izlaznih elemenata traktoriografa (sl. 11, III). Sada je računar snabdeo noniusom osetljivosti 10^{-2} mm i time pokazao, da se pored crtanja traktorije $y=f(x)$ može i meriti dužina predjenog puta tačke T (rektifikacija traktorije). Na ovaj način Klerić je traktoriografu dao sposobnost i kurvimetra.

Prema zapisnicima Akademije prirodnih nauka[44] profesor Klerić je prve dve inačice traktoriografa saopštio krajem 1893. godine, gde uvodi i naziv logaritmograf, jer računar rektifikacijom Hajgensove traktorije (traktorija prave linije) odredjuje vrednost $\ell n y^{-1}$. U zapisniku nalazimo: "Akademik Klerić prikazao je novu spravu koju je sam konstruisao i kojoj je nadenuo ime Traktoriograf ili Logaritmograf, i pokazuje kako se njom radi i kakve usluge ona može učiniti. - Uz tu spravu Akademik će docnije napisati i potrebnu raspravu".[45]

Kada je radio na drugoj modifikaciji traktoriografa, krajem 1893. godine Klerić se obratio svom prijatelju i kolegi, akademiku Kolomanu Siliju, kako bi od njega dobio opšti matematički model po kome traktoriograf radi. Naime, Klerić je želeo da za bilo koju krivu liniju dobije diferencijalnu jednačinu opšte trakto-

---

43 Klerić doslovno veli: "Sve traktoriografe sagradio mi je moj davnašnji prijatelj g. Oskar Leuner u svome mekaničkom institutu u Dráždjanskoj politeknici" (Lj. Klerić: navedeno, str. 248).

44 SANU, Fond SKA, Zapisnici APN 29. novembra 1893. ili Godišnjak SKA, 7(1893), 71-72.

45 Isto

rije stalne razdaljine. Utvrdili smo da je sekretar Madjarske akademije nauka Koloman Sili ovaj problem rešio,[46] što je Klerić na skupu Akademije prirodnih nauka 3. januara 1894. godine i saopštio.[47]

Sili je matematički model koji reprezentuje kinematiku traktoriografa dobio u obliku sledećeg zadatka:[48] Ako se tačka P (sl. 10) kreće po krivoj liniji Γ_η čiji je oblik

$$(5) \qquad \eta = F(\xi),$$

i ako tačka T ostaje u istoj razdaljini od P (PT=const), kakav će put opisati tačka T, kad je prava PT uvek dirka tog puta?

Iz očiglednih veza

---

46 Kalman Sili-Kálmán Szily (29.07.1838-24.07.1924), profesor univerziteta i član Madjarske akademije nauka od 10.12.1865; ima zapažene studije iz matematike, mehanike i fizike, a objavio je i nekoliko radova iz lingvistike. Od 1889. do 1905. Sili je generalni sekretar Madjarske akademije nauka. U nauci je često citirana njegova akademska beseda "O opštim oblicima jednačina u mehaničkoj termodinamici" (Pešta, 1867).

47 Prema Godišnjaku SKA, 7(1893); Koloman Sili: Traktorija kruga pri stalnoj razdaljini, Glas XLI, 15(1894), 17-23. -Prema Klerićevom kazivanju ova Silijeva rasprava bila je znatno duža u rukopisu, te odatle zaključak da je Silijev rad u Glasu Klerićev prevod i prikaz Silijevih rezultata (Lj. Klerić: navedeno, str. 255).

48 Ustanovili smo da K. Sili nije prvi stranac koji je u oblasti matematičkih nauka saradjivao sa Srpskom kraljevskom akademijom. Već u drugoj godini rada Akademije, u Glasu XI, 6(1888) čehoslovački matematičar Matijaš Lerh objavio je tri naučne rasprave: "Primedbe o teoriji viših involucija", "O integralenju jednog sistema linearnih totalnih diferencijalnih jednačina i o jednom svojstvu determinanata" i "Prost dokaz jednog osobenog slučaja Ermakovljeve teoreme koja se tiče zbirljivosti redova". - M. Lerh je rodjen 1860. u Pragu, a studije matematike završio u Parizu. Od 1906. Lerh je profesor univerziteta u Brnu. Na ovoj dužnosti je umro 1920. godine.

*

$$\eta = F(\xi),$$

$$y - \eta = \frac{dy}{dx}(x - \xi),$$

$$(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 = t^2, \qquad (6)$$

$$\left(\frac{ds}{dx}\right)^2 = 1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2,$$

Sili dobija

$$\begin{aligned} x - \xi &= \pm t \frac{dx}{ds}, \\ y - \eta &= \pm t \frac{dy}{ds}, \end{aligned} \qquad (7)$$

recimo za slučaj $y > \eta$

$$\begin{aligned} \xi &= x + t \frac{dx}{ds}, \\ \eta &= y + t \frac{dy}{ds}. \end{aligned} \qquad (8)$$

Ovi odnosi (7) zajedno sa jednačinom (5) odredjuju diferencijalnu jednačinu opšte traktorije $f(x, y, y') = 0$ zadane krive .

Primetimo da Klerić nije iskoristio u radu ovakav način dobijanja diferencijalne jednačine, već je krenuo jednim drugim putem koji, u stvari, sadrži Silijev postupak.

Kako je (sl.10)

$$\begin{aligned} \eta &= y - t\sin\alpha, \\ \xi &= x + t\cos\alpha, \end{aligned} \qquad (9)$$

to je

$$\eta = y - \frac{ty'}{\sqrt{1+y'^2}},$$

(10)

$$\xi = x + \frac{t}{\sqrt{1+y'^2}},$$

te diferencijalna jednačina prema (5) glasi

$$(11) \qquad y - \frac{ty'}{\sqrt{1+y'^2}} = F\left(x - \frac{t}{\sqrt{1+y'^2}}\right),$$

čije rešenje

$$y = \varphi(x),$$

dovodi do opšte traktorije Γ_y.

Nalaženje diferencijalne jednačine (11) za opštu traktoriju jedne date krive (5) i kod Silija, i kod Klerića, ne predstavlja nov prilog nauci stoga, što je odnos izmedju krive i njene traktorije na stalnoj razdaljini bio poznat ranije u kursevima mehanike i pred kraj 19.veka sveden na nivo zadataka za uvežbavanje gradiva.[49] Recimo, u kursu mehanike profesora Keniga u Parizu koji je slušao Mihailo Petrović školske 1891/92. godine nalazi se kompletan postupak koji iznosi Lj.Klerić, a koji je takodje prihvatio i Petrović,[50] a što smo sve pokazali u prvom delu ovog rada.[51]

---

49 Akademik T.P.Andjelić u ranije navedenom radu (Glas CCLXXXIX, 36(1974), 201) primetio je da su mnogi Klerićevi radovi bili na nivou zadataka, a naročito oni, koji su povezivali kinematiku i geometriju.

50 M.Petrović: O diferencijalnim jednačinama prvoga reda koje se mogu grafički integraliti pomoću g.Klerićevog šestara, Glas LI, 18 (1896), 313-316; M. Petrovich:Intégration graphique de certains types d'équations différentielles du premier ordre, Bulletin de la Soc. math. de France, 27(1899), 200-205.

51 V.sl.9, faksimil jedne strane Petrovićeve sveske sa časova kod profesora Keniga, gde se tačno uočava postupak dobijanja diferencijalne jednačine traktorije.

Medjutim, ono što treba primetiti u Klerićevom radu jeste prvi pokušaj mašinske integracije diferencijalnih jednačina postupkom pomoćne funkcije (5) - direktrise, koja je zadana u obliku svog grafika Γ_η , pri čemu se integral dobija kao traktorija te krive na odredjenoj razdaljini. Uvodjenje metode traktorije u inostrukturu računske mašine na principu kinematike, što je preko svog računara - traktoriografa Klerić uradio još 1892-1893. godine, a publikovao 1896, javlja se u nauci oko petnaest godina docnije kod francuskog vojnog inženjera L. Jakoba koji je istim postupkom nalaženja matematičkog modela - diferencijalne jednačine za traktoriju zadane krive, pokazao i konstruisao računar za integraciju Rikotijeve jednačine

$$\frac{du}{d\tau} = A(\tau)\ u^2 + B(\tau)\ u + C(\tau),$$

kada je t=const, ili Abelove jednačine

$$u\,\frac{du}{d\tau} = A(\tau)\ u^2 + B(\tau)\ u + C(\tau),$$

ako je nosač izlazne jedinice-poluga t promenljiva veličina.[52] Kako Jakobov integraf rešava samo užu klasu diferencijalnih jednačina, Rikatijeve i Abelove jednačine, to je u krajnjoj liniji Klerićev računar opštiji i može grafički da integrali svaku diferencijalnu jednačinu za koju se poznaje ulazni podatak Γ_η . Na ovo je, kao što ćemo nešto docnije videti (II.7.) ukazao u svojoj doktorskoj disertaciji "Opšta Riccati-eva jednačina prvoga reda" (Beograd 1914, str. 88) i Sima M. Marković, tada asistent - dnevničar na Univerzitetu u Beogradu kao profesor Druge beogradskegimnazije sa smanjenim brojem časova.

Znači, da bi pomoću traktoriografa Klerić rešio diferencijalnu jednačinu (11) neophodno je bilo poznavati krivu $\eta = F(\xi)$ kao

52 Pogledati poglavlje o Simi M. Markoviću

ulazni podatak. Suprotno Jakobu koji tačno odredjuje direktrisu Γ_η jer se radi o tačno utvrdjenom obliku Rikatijeve ili Abelove jednačine, kod Klerića ostaje nepoznato kako se zadaje direktrisa Γ_η kao ulazni podatak. Tu nastaju numeričke teškoće i verovatno, prema nekim našim probama i analizama, Klerićev traktoriograf može da integrali manji broj slučajeva diferencijalnih jednačina oblika (11). O ovome i sam Klerić kaže: "Tražeći integralnu jednačinu diferencijalne jednačine (11) traktorije, koja je prvoga reda a višega stepena, naići ćemo na vrlo velike teškoće, jer ista uredjena po y,' biće vrlo često i u najviše slučajeva većega stepena od tri a ovake su jednačine obično ili bar običnim putem ne rešive, zato ćemo i *retko biti u stanju da nadjemo*[53] jednačini (11) odgovarajući joj integral. Ali obratno, u svima onim slučajevima, u kojima je moguće nacrtati liniju $\eta=F(\xi)$, moći ćemo pomoću moga instrumenta naći jednačini (11) odgovarajući integral ili drugim rečima, moći ćemo tačno nacrtati liniju $y=f(x)$ i otuda proučiti prirodu integrala diferencijalne jednačine (11)".[54]

Navodeći da traktoriograf daje rešenje diferencijalne jednačine u takvom obliku da se može proučiti *priroda* tog rešenja, Klerić nam je ukazao na jednu činjenicu koju smo zapazili i kod računskih mašina Mihaila Petrovića, a što je detaljno obradjeno u drugom delu ovog rada. To je iskazivanje prave suštine ovih tipova računara, da kinematori pri integraciji diferencijalnih jednačina čine vrstu instrumentalne metode kvalitativne integracije diferencijalnih jednačina, što je, svakako, metodološki važno i što se na ovaj način današnja kvalitativna integracija može pospešiti novim stavovima i dopunama instrumentalnog oblika.

Kao i u slučaju pantografa, Klerić i kod traktoriografa ne

53 Kurziv je naš.

54 Lj. Klerić: navedeno, str. 253.

vrši kinematičku analizu mehanizma (broj stepena slobode, kinematički parovi i slično), što, svakako, zaslužuje da se prema originalnim crtežima (sl. 11) to i uradi.

Pored ranije navedenog uticaja traktoriografa na pojavu Mihaila Petrovića sa problemima računskih mašina (I. 2), ovaj Klerićev rad je za razvitak matematičkih nauka s kraja 19. veka kod nas posebno karakterističan, jer pripada grupi onih naših radova koji su rešavali i "rešili" problem kvadrature kruga (!). Do upotrebe traktoriografa u praksi i njegovog prikazivanja široj naučnoj javnosti Kleriću je bilo stalo. Posle demonstracija svih inačica traktoriografa u Srpskoj kraljevskoj akademiji i na Velikoj školi, objavljivanja posebne rasprave o ovoj računskoj mašini, Klerić objavljuje isti rad o traktoriografu na nemačkom jeziku[55] i u časopisu Nastavnik.[56] Medjutim, pokazalo se da je ova Klerićeva računska mašina ostala nepoznata, nekomentarisana i neregistrovana u bilo kojoj retrospektivi računskih mašina predelektronskog perioda (Dajk, Majer, Vilers i dr.). Razlog ovome je jedna naučnikova naivnost, tako karakteristična i prisutna u našoj sredini sve do I svetskog rata, a to je verovanje u rešivost kvadrature kruga. Klerić je tvrdio da je pomoću traktoriografa uspeo da reši taj stari matematički problem, pri čemu je dokazao transcendentnu prirodu broja π. Kao što je poznato, naučni centri Evrope obustavili su primanje rasprava sa rešenjima kvadrature kruga. Recimo, svako predloženo rešenje kvadrature kruga Francuski institut je negirao i javnim oglašavanjem kroz štampu obustavilo primanje na recenziju radove

55 Lj. Kleritj: Tractoriograph und Construction der transcendenten Zahlen π und e sowie Construction der n-seitigen, dem Kreise eingeschriebenen regelmässigen Polygone, Dinglers polyt. Journal 305 (1897), 10-11, 1-7.

56 Lj. Klerić: Traktoriograf i konstrukcija transcendentnih brojeva π i e kao i konstrukcija n-stranog u krugu upisanog pravilnog poligona, Nastavnik, 9(1898), Dodatak br. 16.

sa rešenjem ovog problema. U Srbiji pak, u navedenom vremenu bilo je zapanjujuće mnogo objavljenih radova u kojima je"rešena" kvadratura kruga.[57] Najugledniji naš matematičar 19.veka Dimitrije Nešić objavio je u Srpskom učenom društvu raspravu i knjigu gde izlaže "rešenje" kvadrature kruga.[58] Klerićev rad o traktoriografu pomoću kojeg konstruktivno odredjuje broj π, pružio je u stvari "rešenje" kvadrature kruga u instrumentalnom obliku i to je bio razlog što je ovaj ostao potpuno neprihvaćen, čak i bez odjeka i komentara naučne javnosti iako je u celosti bio preveden na nemački jezik.[59]

Kod Klerića zapažamo i izvesno ogorčenje prema stavu francuske nauke u rešavanju kvadrature kruga. I zato kod analize francuskog etalon-metra on piše: "Čudnovato je da su metar odredili rektifikacijom zemljinog ekvatora baš oni ljudi, koju su dokazivali: da se kvadratura kruga, pa po tome i rektifikacija kružne periferije, ne može naći algebarskim dužnim jedinicama. Oni su na taj način došli do dužne jedinice - metra - koja je prema ekvatoru iracionalna i to transcendentno iracionalna količina".[60]

---

57 Konsultovani časopisi: Glas, Prosvetni glasnik, Srpski tehnički list i Nastavnik.

58 D. Nešić: Pokušaj kvadrature kruga, Glasnik SUD, 46(1878), 177-214. U zapisniku sa skupa Odseka za nauke prirodne i matematičke od 23. i 25. juna 1877. doslovno piše:"... da se ovaj rad štampa u Glasniku i da se o Društvenom trošku oštampaju dve zasebne brošure u francuskom i nemačkom prevodu, kako bi ovaj veoma interesantan rad pristupniji bio i ostalom naučnom svetu" (ASANU, Fond SUD, Zapisnici za 1877. i Glasnik SUD, 47(1879)). -Démetre Nesić: Essai de quadrature du cercle, Edition de la Societé Savante Serbe, Belgrade 1877, p. 42; nismo utvrdili da li je nemački prevod objavljen.

59 O ovim problemima konsultovani su radovi Mihaila Petrovića: Kvadratura kruga i trisekcija ugla pred Pariskom akademijom nauka, Srp. knj. glasnik 24(1928), 5, 368-370; Kvadratura kruga, Glasnik Jug. prof. društva 13(1933), 10-12, 874-881.

60 Lj. Klerić: navedeno pod 42, str. 311.

U vezi kvadrature kruga navedimo neke Klerićeve iskaze. Koristeći se Silijevim izrazom za traktoriju kružne linije, Klerić veli: "U sledećem, pokazaću dakle rešenje čuvenoga problema o kvadraturi kruga, koji je problem 4000 godina star, rešeno mojim šestarom".[61] Klerićeva polemika sa drugim dokazima o transcendentnoj prirodi broja π danas je posebno interesantna za istoriju nauka, te je u celosti registrujemo. "Gospodin Hermit (Hermite)profesor u Parizu prvi je posrednim putem dokazao da je broj π transcendantan broj.[62] Sem ovoga, dokazao je g. F. Lindemann profesor u Frajburgu-u Bavarskoj, u svojoj raspravi "Über die Ludolph'sche Zahl" (koji je rad podneo Berlinskoj akademiji nauka profesor g. Weierstrass 1882. godine 22. juna, a štampatno u: Berichte der Berlinen Akademie 1882. god.) - da je broj π transcendentna količina, i otuda izvodi ovo pravilo: "konstruisati količinu π, upotrebiv za istu samo algebarske linije, nije moguće". Ovo isto tvrdim i ja, a kad se za konstrukciju broja π upotrebi krugovi transcendentna traktorija videli smo, kako je konstrukcija broja π moguća. Prema tome je i moje rešenje sasvim u smislu Lindemanovoga rada. O nemogućnosti odredbe broja π samo pomoću algebarskih linija, govori i g. Vajerštras.[63]

Prema tim radovima, ne isključuju se transcedentne linije, i to one specijalno, ne, koje bi se mogle mekanički nacrtati, kao što ja krugovu traktoriju crtam mojim šestarem, kao kontinualnu sljed tačaka. Prema svemu što je rečeno o postroju broja π, moja konstrukcija istoga broja jeste ništa drugo do potvrda i produženje radova: Hermite-a, Lindemann-a i Weierstrass-a; samo sa tem razlikom, što ja pronadjo i konstruisa moj šestar i njime na-

61 Isto, str. 255.

62 Ch. Hermite: Sur la fonction exponentielle, CR, 77(1873), 18-24(i dalje).

63 Barichte der Berlinen Akademie (1885); Zu Lindemann's Abhandlung "Über die Ludolph'sche Zahl" (Klerićev podatak).

crtah transcendentnu liniju koja 4000. godišnji problem nesumnjivo rešava. Prema tome i pitanje o kvadraturi kruga, kao što je držato da je ne rešiv problem, odklonio sam sa dnevnog reda.

Vredno je ovde u ovom pitanju napomenuti još i r d Hipisasa iz Elisa, koji je 420. god. pronašao jednu novu i to transcendentnu liniju, koja je služila dvojakim ciljevima, i to, prvo za trisekciju luka, a drugo, za kvadraturu kruga. Ova linija poznata pod imenom τετραγωνιζουσα ili kvadratriksa, rešava istina zadatak o kvadraturi kruga, kao što je to docnije dokazao Dinostratus u drugoj polovini četvrtoga veka; no, pošto nije do danas niko umeo niti mogao istu liniju nekim instrumentom, kao što je npr. moj šestar, da nacrta, to i problem o kvadraturi kruga, pomoću kvadratrikse, pri svem tome ostade - u smislu Dinistrata - nerešen".[64]

APARATI ZA CRTANJE KONUSNIH PRESEKA

Od veoma jednostavnih pa do usavršenih aparata, poznato je više različitih "šestara" za crtanje konusnih preseka. Klerićevi "šestari" koji se javljaju neposredno posle objavljivanja traktoriografa, vrsta su traktoriografa jer crtanje konusnih preseka svode na odnose samih preseka i njihovih ekvidistantnih i ekvitangentnih linija.[65] I sam Klerić sve instrumente naziva traktoriografom. "Za (jednu) ekvitangentnu liniju... jeste odgovarajuća elipsa traktorija. Prema tome, kad budemo rečenim instrumentom nacrtali ek-

64 Lj. Klerić: navedeno, str. 26-262. Primetimo, da je Klerić i pre traktoriografa rešavao kvadraturu kruga. Npr., Lj. Klerić: O približnoj rektifikaciji kružnoga luka i odredbi istoga, Srpski tehnički list 2(1891), 6-7, 101-103.

65 Lj. Klerić: O instrumentima za crtanje linija drugog stepena i njihovih ekvidistantnih i ekvitangentnih linija i rektifikaciju istih, Glas LVII, 21(1899), 197-206.

vitangentnu liniju, treba postaviti moj traktoriograf u budikoju elipsinu dirku n.pr. tačke E i dati traktoriografu dužinu t, pa vući šiljak po ekvitangentnoj liniji, to će onda traktoriograf nacrtati elipsu, sem toga i nacrtani luk rektifikovati".[66]

Imajući u vidu da je konstrukciju konusnih preseka zasnovao na svom principu odnosa traktorije i direktrise, to je i ovde Klerić bio originalan. Ipak, ne poznavajući potpunu literaturu o napravama za crtanje konusnih preseka, zadržavamo opasku profesora T.P.Andleića: "... nije poznato koliko se ove Klerićeve naprave razlikuju od poznatih".[67]

Prema načinu kako Klerić izlaže ovu studiju, nameće se utisak da je on samo teorijski izložio osnove ovih aparata, dok je konstrukcija celog kinematičkog sistema izostala. Aparati, verovatno, nisu bili sagradjeni.

Klerićeve instrumente za crtanje konusnih preseka uvrstili smo u grupu analognih računskih mašina na principu kinematike stoga, što pored crtanja krivih oni su snabdeveni izlaznom jedinocom - noniusom koja registruje veličinu predjenog puta ulazne jedinice - pisaljke (rektifikacija). Odavde zaključak da ovi Klerićevi aparati imaju svojstvo kurvimetra.

Ono što bi bilo najinteresantnije kod ovih računara jeste rešavanje algebarskih jednačina, a to bi bio u potpunosti nov prilog računarima, pošto se obično kinematorima (planimetri, integrafi, kurvimetri,...) odredjuje vrednost integrala, vrši diferenciranje, meri dužina i dr. Klerić je nagovestio ovu mogućnost koja je ostala bez realizacije. "Sem ovog javaljam ovom prilikom i to, - piše Klerić, da sam pronašao, kako se pomoću elipsine ekvitangentne linije mogu rešeiti: opšte jednačine četvrtoga stepena, tre-

---

[66] Isto, str.201

[67] T.P.Andjelić: navedeno, str.202.

ćega stepena i drugog stepena grafičkim putem, i to sasvim prosto kad se za date jednačine, mojim instrumentom, nacrta ekvitangentna linija, za odgovarajuću elipsu, koju će date jednačine usloviti. Na ovu temu zadržavam sebi prioritet".[68]

ELIPTIČKI INTEGRALI

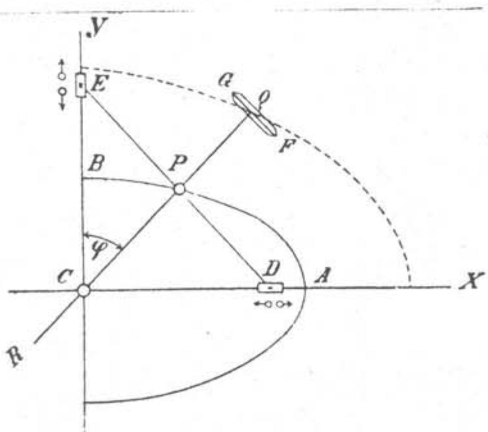
Poslednji rad Ljubomira Klerića objavljen 1907. godine pripada oblasti matematičkih instrumenata koje je tako uspešno i sa puno preciznosti celog radnog veka usavršavao.[69]

Klerić posmatra eliptičke integrale u Ležandrovom obliku

$$\underset{I}{E}(k,\varphi) = \int_0^{\varphi} \frac{d\varphi}{\sqrt{1-k^2\sin^2\varphi}} \quad ,$$

$$\underset{II}{E}(k,\varphi) = \int_0^{\varphi} \sqrt{1-k^2\sin^2\varphi}\, d\varphi \, ,$$

i modeluje takav kinematički spreg čiji će elementi biti sadržani



Sl.14.- Klerićev kinemator za odredjivanje vrednosti eliptičkog integrala prve vrste

---

[68] Lj. Klerić: navedeno, str. 206.

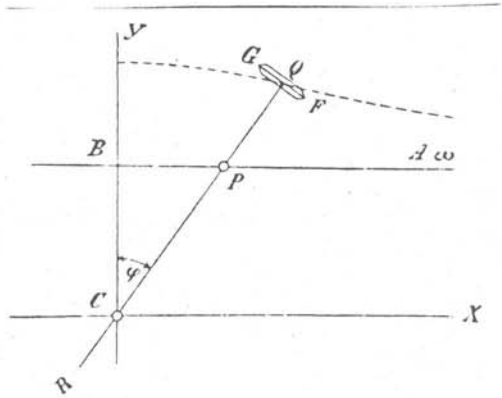
[69] Lj. Klerić: Kinematičko merenje brojnih vrednosti eliptičkih integrala, Glas LXXIII, 29(1907), 178-188 (Saopšteno na skupu Akademije prirodnih nauka 30. aprila 1907).

u rešenju navedenih integrala. Tako, za eliptički integral prve vrste nalazi da je

$$\underset{I}{E}(k, \varphi) = \frac{1}{b}(s_1 - c\varphi),$$

gde je (sl. 14) b=PD, c=PQ, a s_1 put obrtanja tačke Q točkića GF koji je upravan na poteg RQ i pri čemu zglob P opisuje elipsu. Na sličan način Klerić odredjuje vrednost i eliptičkog integrala druge vrste $\underset{II}{E}(k,\varphi)$.

Za specijalan slučaj parametra k=1, elipsa se deformiše u pravu AB, te kretanjem zgloba P po ovoj pravoj točkić GF opi-



Sl.15.- Slučaj Nikomedove konhoide (originalan Klerićev crtež)

suje Nikomedovu konhoidu. Znači, računar za odredjivanje $\underset{I}{E}(1,\varphi)$ prelazi u konhoidograf, a to je, u stvari, Klerićev polarni pantograf o kome smo ranije govorili.

Izlazni uredjaj računara - točkić GF Klerić naziva integraleći točkić, a ceo računar integraleći instrument. I pored toga, što traktoriografom i ovim računarom vrši odredjene kvalitativne integracije, Klerić se nije koristio izrazom integraf, integrator, planimetar i dr., a koji su u to vreme bili upotrebljavani za slične računare. On je ovo izbegavao i uvek svoj računar nazivao po osobinama izlanih podataka koje računar i daje (konhoidograf, logaritmograf, elipsograf, traktoriograf itd.).[70]

Prema načinu izlaganja, verovatno da je ovo samo teorijsko obrazloženje aparata za odredjivanje vrednosti eliptičkih integrala. Konstrukcija i sama izrada izostala je.

Primetimo, da je sličan kinemator za eliptičke integrale analizirao 1902. godine i Delone što i sam Klerić navodi: "Dovršujući korekturu saznao sam da je g. N. Delaunay još 1902. god. objavio jednu raspravu pod natpisom "Sur les calculateurs cinématiques des fonctions elliptiques" (Bull. des Sciences mathématiques t. XXVI. 1902. p. 177-180) u kojoj se takodje raspravlja pitanje o grafičkoj odredbi eliptičkih integrala". Originalnost Klerićevog "integralećeg instrumenta" je očigledna, jer sadrži takve parove kinematičkih elemenata i sam postupak što je bilo svojstveno samo Kleriću.

Od prve naprave iz 1871. godine (rudarsko svrdlo) do mašinskog rešavanja eliptičkih integrala 1907. godine, profesor Ljubomir Klerić je prešao dug put graditelja kinematičkih računskih mašina što je jedinstven slučaj u našoj nauci. Prikazana analiza ove delatnosti koja je direktno prethodila rezultatima Mihaila Petrovića i uticala na Petrovićevo opredeljenje, poslužiće kao materijal za uključivanje Klerićevih računara u Lubertov katalog računskih mašina predelektronskog perioda.

Ovde smo analizirali samo one računare Ljubomira Klerića čiji je princip rada, mogućnosti i konstrukcija objavljeni kao posebna rasprava. Medjtuim, Klerić je imao više računara - kinematora za koje nije objavio raspravu. Za takve slučajeve teško je bilo nešto doznati, osim činjenice da su bili izgradjeni i da je vr-

70 Imajući u vidu da se ovaj računar zasniva na kinematičkom lancu zglobova i poluga, mišljenja smo da je i njega trebalo uvrstiti u grupu radova iz mehaničkih nauka koji su objavljeni u Srpskoj akademiji nauka (v. naveden rad T. P. Andjelića).

šeno očigledno prikazivanje u Srpskoj kraljevskoj akademiji. Takav je bio slučaj sa navedenim polipantografom, kao i sa kurvimetrom i logaritmografom. Na skupu Akademije prirodnih nauka 27.novembra 1900. Klerić "prikazuje konstrukciju dveju sprava za merenje, koje je on udesio; prva je precizni kurvimetar, druga - logaritmometar; upotrebu im kazuju imena koja im je dao pronalazač".[71]

[71] SANU, Fond SKA, zapisnici APN za 1900. ili Godišnjak SKA 14 (1900), 46-47.

3. DJURA LJOČIĆ

Za jedno celovito istraživanje primene analogija u našem 19. i 2o. veku posebno u računskoj tehnici sve do pojave savremenih računara, značajno bi bilo proučiti i one izvore koji sadrže gradju o odnosu naučno-nastavne sredine prema numeričkim sredstvima. Preko ovih direktnih izvora o računskoj tehnici tačno bi bili potvrdjeni naši stavovi o stanju matematičkih nauka kod nas, a koje smo izneli u Uvodiniku disertacije. Imajući u vidu, da se na ovom mestu ne može izložiti sva otkrivena gradja sa potpunom analizom, donosimo samo jedan i z a b r a n p r i m e r koji može da reprezentuje čitavo jedno razdoblje u razvoju analognih problema, specijalno analognih računskih mašina kinematičkog tipa.

Posredstvom državnih pitomaca (stipendista) koji su se doškolavali u inostranstvu, u našu sredinu su došle mnoge novine u nauci i tehnici. Tako je državni pitomac za tehničke nauke Djura Ljočić 13.marta 1869. uputio ministarstvu prosvete svoj rukopis i predlog o uvodjenju kod nas novih sredstava računske tehnike.[1] "Gospodinu ministru prosvete. Ovom prilikom šiljem Gospodinu ministru dva svoja rada : G r a f i j s k o r a č u n a -

[1] AS, MPs, F.III, 643/1869.

n j e; U p u s t v o z a r a č u n j a č u. Uz to šiljem jedan komad r a č u n j a č e kao ekzemplar.

G r a f i j s k o r a č u n a n j e. Da ovo na srpski izradim pobuda je ova: Grafijska Štatika, koju sam u Cirihu na Politeknici učio, jest vrlo nova, a i vrlo koristna nauka. Korist i praktičnost njena, tako je golema, da će svi ljudi tekničke struke, svuda, mesto računanja, upotrebiti konštrukciju, kojom se mnogo brže, udobnije i bolje do celi dolazi.

S obzirom na tekničko stanje u nas, s obzirom na to, da i nama valja napred da koraknemo, to se i ja odvažih, da ovu novu nauku, malo po malo na srpski izradim. Pa kao što je grafijsko računanje prva pomoć grafijskoj štatici, bez koga je nemoguće razumeti ju, to i ja najpre taj deo izradih, a docnije, nadam se da dalje nastavim.

U p u s t v o z a r a č u n j a č u. Odkako se sam izvežbah u računanju sa računjačom, uvideh ugodnost i uštedu u vremenu, pa me to i pobudi, da i upustvo ovo na srpski izradim.

Ja se nadam, da sam jasno napisao, tako, da se, po njemu, može lako naučiti računati sa računjačom. No ako se varam, to ću u nekoliko lekcija, kad se vratim, u stanju biti, svakog naučiti da računjačom računa.

Moja bi želja bila, da se oba ova rukopisa što pre tiskaju, i da se u dotične škole uvedu. Koristi su od obojih velike, ne samo za tekničare u našoj "velikoj školi", no za realke i zanatlijske škole, i uopšte za praktički život sviju skoro gradjana.

Pa kako sam sretstva nemam, da ovo tiskam, a s pretplatom, tehničke stvari još u nas ne prolaze: to se usudjujem oba ova rada poslati Gospodinu ministru, i zamoliti ga, da po pregledu, narediti izvoli, da se oboje tiska, pa po mogućnosti i u škole uvede.

Što se nabavke računjače tiče, to se treba obratiti u Pariz (adresa stoji na računjači), ili, po preporuci gospodina ministra, mogao bih i ja, kad se u Srbiju uzvraćam, iste iz Pariza poneti. Komad staje 6 frs.

Koliko je do mene stajalo, ja sam učinio. A da narodu doista koristi bude, od moga rada, to se nadam da će gospodin ministar sa svoje strane učiniti, da se oboje tiska.- S poštovanjem Gospodinu ministru prosvete Djura Ljočić, državni pitomac - 1,13 Marta 1869. u Lihtenštajnu".

Do danas još nisu pronadjena ova dva Ljočićeva rukopisa koji bi za istoriju računske tehnike kod nas imali poseban značaj. Prema samom sadržaju prikazane predstavke, možemo ustanoviti da se radi o grafičkim metodama rešavanja različitih problema numeričke matematike, a iz Ljočićevog dopisa ministarstvu prosvete od 17. septembra 1867. utvrdili smo da je svoje "grafijsko računanje", kao prvi deo grafostatike, Ljočić uradio "posrbljavajući" udžbenik - predavanja profesora Ciriške politehnike Kulmana.[2] I pored toga, što je tek na I medjunarodnom matematičkom kon-

2 AS, MPs, F.I, 15o/187o.

gresu u Parizu (189o) nomografija izdvojena kao samostalna matematička disciplina,[3] ona se razvijala i znatno ranije, obogaćujući time sredstva numeričke matematike. Da li je Dj. Ljočić izložio nomografe i nomograme kao računska sredstva grafostatike, bilo bi veoma važno utvrditi.

Ljočićevo uputstvo za računjaču verovatno se odnosi na logaritmar, kao kinematičku računsku mašinu,[4] koji je 6o-tih godina prošlog veka na Zapadu bio rasprostranjen i već dobio komercijalni vid.[5] Uputstvo za logaritmar, kojih u novije vreme ima više,[6] koliko bi otkrilo Ljočićeve edukativne namere, toliko i sam prilaz "mašinskim" algoritmima koji se mogu ovom "računjačom" rešavati.

Ljočićev predlog u inovaciji nastave matematike i mehanike Školska komisija je odbila. Kolikogod da su kre-

---

3 L.S.Bloh:Praktičeskaja nomografija, Moskva 1971,str.328.

4 Ljočićev naziv za računsku mašinu "računjača" potpuno je originalan i ovde se prvi put objavljuje. Kod nas je danas obično u upotrebi izraz računar, računalo, računska sprava i dr.

5 Izrada logaritamskih tablica, koja je bila u punom zamahu početkom 17. veka, uslovila je i pronalazak prvog kinematičkog računara - logaritmara. Godine 1624. njega je pronašao engleski matematičar E. Gunter. Gunter je u nauci poznat sa logaritamskim tablicama sinusa i tangensa na sedam decimala, a uveo je prvi termine za kofunkcije, kosinus, kotanges (Canon triangulorum, Londini 162o). - Logaritmar je vremenom usavršavan. Od prvog poboljšanja V. Otreda (1632), pa sve do naših dana, logaritmar se razvijao za potrebe specijalnih proračuna, a takodje i po svom obliku i veličini.

tanja na Velikoj školi u Beogradu išla ka savremenijoj nastavi, uvodjenjem novih predmeta, kvalitetnih udžbenika i traženju sve boljeg nastavnog osoblja, ta ista sredina s p r e č a v a l a je razvitak novih ideja u nastavi i nauci. Ovo je još jedan primer koji nedvosmisleno ukazuje da su se matematičke nauke kod nas u 19. veku veoma sporo razvijale, ne samo zbog opštih stavova u naučnim istraživanjima, gde je sve bilo podredjeno jeziku, istoriji i zaštiti svih nacionalnih tekovina, već i zbog direktnih osporavanja novih naučnih zahvata.

Kao što smo naveli, Školska komisija je 17. juna iste godine odbila Ljočićeve rukopise. "Gospodine Minister. Rukopisno delo: "Grafijsko računanje i uputstvo za računjaču" poslato školskoj komisiji na pregled i ocenu s pismom Gospodina Ministra No 1060 od 11. marta tek.god. ista Komisija pregledala je i zaključila je podneti Vam Gospodine Minister, to svoje mišljenje o istom, da je prvo: to jest: "Grafijsko računanje" za naše škole za sad izlišno, počem se taj nov predmet kod nas nikako nepredaje, a i inače mogao bi se samo u nekakvoj velikoj realci, i to ne kao samostalan predmet, već kao jedan deo nauke pri izučavanju konštrukcija u crtanju učiti; a ono drugo: "Uputstvo za računjaču" nemože se u obšće preporučiti za školu niti da se mladeži u ruku da, jer bi ono samo odvraćalo

6 Npr., J. Hlitčijev-D.Lazarević: Osnovi tehnike računanja, Beograd 1946, str.38; D. Nedeljković: Konstrukcija i upotreba logaritmara, Beograd 1951, str. 52; itd.

učenike od osnovnog i potpunog izučavanja računice, osobito pak svi slabiji djaci oslanjajući se na ovu nepouzdanu matematičku igračku, prenebregli bi študiju matematike, čim bi se upravo škodilo glavnoj celi, jer osnovno i potpuno poznavanje matematičkih istina može tek snažno podejstvovati na razvitak logičnog mišljenja, tačnog shvatanja i sudjenja u obšće, zato Komisija nemože po svom uverenju preporučiti ova dela za to, da se ona o državnom trošku štampaju i u školsko upotreblenje uvedu. Za delovodju, član Šk. kom. Dr. J. Šafarik - 17. Junija 1869 u Beogradu".[7]

Posle ove odluke, 8. avgusta 1869. usledio je odgovor državnom pitomcu Djuri Ljočiću u kome je ponovljen izloženi stav Školske komisije.[8]

Ovakav stav naučno-nastavne sredine Srbije prema uvodjenju novih računskih mašina u nastavu, a što ima i današnju aktuelnost, progresivne matematičke snage na Velikoj školi (Dimitrije Nešić, Kosta Alković, Dimitrije Stojanović) koji su i sami pretrpeli pozitivan uticaj naprednih naučnih centara Evrope, uticale su na Školsku komisiju da izmeni stav u oceni rada Djure Ljočića. Tako, u odgovoru Školske komisije ministarstvu prosvete od 3. februara 1870. navodi se pozitivno mišljenje profesora Koste Alkovića "da bi ovo delo bilo od koristi i dobiti za našu književnost ali, kako u našim školama nema toga predmeta, Ko-

7 AS, MPs,F.III,643/1869.
8 Isto

misija ne može se u dalju ocenu istoga upuštati"[9]

Ljočićevo ukazivanje "da i nama valja napred da krenemo" u matematičkim i mehaničkim naukama, njegovo predlaganje novih metoda i sredstava za računanje, posledica su dobrog poznavanja nastavno-naučnih prilika na Velikoj školi u Beogradu.

Pokušaj Djure Ljočića iz 1869. godine da se uvedu grafostatika i pomoćna sredstva za računanje, ostvaren je tek 1891. godine kada je izašla knjiga "Elementi grafijske statike" od J. Baušingera (str.XII+368), profesora na Politehnici u Minhenu a u prevodu inženjera Svetozara Nedeljkovića. Sa z a k a š n j e n j e m od 2o godina ostvarena je Ljočićeva ideja. Prema predgovoru ove knjige doznajemo da je isto kao i Ljočić, S. Nedeljković, državni pitomac za tehničke nauke u Minhenu, još 1886. godine preveo ovu grafostatiku i podneo ministarstvu prosvete na odobrenje. Nedeljkovićevo naglašavanje da je to prva knjiga ove vrste urodilo je plodom: "Delo neće biti sasvim bez zameraka; ali svakojako, kao za sada jedino na srpskom jeziku od ove struke, biće velika pomoć studentima i inžinjerima".

Pojavu k a š n j e n j a, koju smo utvrdili u slučaju grafostatike, kao posebnog načela u istoriji nauka treba istraživati. To su veoma bitni slučajevi za istorijsku analizu u naukama i, svakako, da ih treba sve otkriti. Da je slučaj grafostatike rešen predlogom Dj. Ljočića naša bi

---

9 AS, MPs, F.I, 13o/187o.

sredina čitavih četvrt veka ranije doznala za ovu oblast mehaničkih nauka i rezultati u obrazovanju i radu bili bi bolji i drugcjačiji.

Ovakvih ključnih primera kašnjenja u razvitku matematičkih nauka kod nas ima, oni će biti istraženi i poslužiće nam kao dokaz neminovne zaostalosti u mnogim naučnim oblastima. Pomenimo ovde samo jedan p r i m e r. U vremenu učestalih i rudimentarnih radova iz teorije matrica, kod nas je, na vreme, matematičar Sreta Stojković objavio 1886. godine teoriju odrednica,[10] Bogdan Gavrilović 1899. godine posebnu knjigu iz teorije matrica,[11] a u Srpskoj kraljevskoj akademiji 1888. godine objavljeni su prvi matematički radovi i to iz matrica.[12] A šta se dogodilo? Sve to 50-tih godina našeg veka ove algebre kod nas nije bilo?!

Ljočićevo zapažanje o primenjenoj matematici 60-tih godina kod nas potpuno je saglasno sa ocenom koju je iskazao njemu blizak drug po revolucionarnim idejama Svetozar Marković,[13] koji je takodje u isto vreme bio državni pitomac za tehničke nauke u Petrogradu u Cirihu. Naime, u radu "Kako su nas vaspitavali", Svetozar Marković doslovno veli: "Mi svi koji smo odlazili u strane zemlje iz poslednjih klasa Velike škole, znali smo toliko koliko zna jedan

---

10 S.Stojković:Osnovi odrednica, Nastavnik 2(1891),1-4,428-450 ("ugledno predavanje na 3.zboru Profesorskog društva).

11 B. Gavrilović: Teorija determinanata,Beograd 1899, str. XII+277.

djak koji je svršio tamošnje gimnazije sa srednjim uspehom, a bilo ih je i daleko nerazvijenijih. Ja znam djaka sa tehničkog fakulteta za koga su svi profesori govorili da je jedan od najvrednijih djaka, koji je otišao na stranu, pošto je svršio 3 fak. godine Velike škole, pa je tamo stupio u tu klasu u koju stupaju djaci iz gimnazije (ne iz realke), i taj djak gotovo nije smeo da kaže da je učio mehaniku, geodeziju i nacrtnu geometriju".[14]

Zašto je Svetozar Marković ovako ocenio stanje primenjene matematike na Velikoj Školi i zašto je Djura Ljočić baš u ovoj oblasti predlagao nove metode, računska pomagala, pa čak, i nov predmet, grafostatiku? Odgovore na ovo, kao i samu potvrdu ocene Svetozara Markovića treba tražiti u razvitku mehaničkih nauka. U našem prilogu o razvitku ovih nauka kod nas pokazali smo da su mehaničke nauke pretrpele izuzetnu krizu u odnosu na druge naučne oblasti.[15] Mehaničkih nauka dugo godina nije ni bilo. Kao poseban predmet mehanika se javlja na Liceju u reformatorskoj 1853. godini, a nastavu izvode Filip Hristović i Emilijan Josimović. Od 1862. godine i dalje na Velikoj Školi, mehaniku zajedno sa fizikom predavao je profesor fizike

---

12 M. Lerh: Glas XI, 6(1888).

13 Kao što je poznato, u "Radeniku" čiji je vlasnik i urednik bio Djura Ljočić, Svetozar Marković je objavio više svojih radova.

14 Navedeno prema: Svetozar Marković, Odabrani spisi, Srpska književnost u sto knjiga, Beograd 1961, str. 59.

Kosta Alković sve do pojave Ljubomira Klerića 1875. godine.[16] I pored toga, što je mehanike bilo u Inženjerijskoj školi od 1846. godine[17] i u Artiljerijskoj školi od 1850. godine,[18] prvi udžbenik je napisan 1875. godine,[19] mehanika je podeljena na tehničku i racionalnu 1889. godine,[20] a naučni prilozi javljaju se tek krajem 19. veka.

Svetozar Marković je slušao mehaniku na Velikoj školi kod profesora Koste Alkovića, a Djura Ljočić kao vojni pitomac kod Emilijana Josimovića na Artiljerijskoj školi. Oni su u Cirihu svojim izoštrenim pogledom na stanje u ovim naukama u svetu, a revolucionarnim pogledima

---

15 D. Trifunović: Prilozi za istoriju mehaničkih nauka kod Srba III, Dijalektika 10(1975), 3, 95-117.

16 Prema izvorima AS, Prosveta, 1859, IX, 148 i 1862, VI, 1124 saznajemo da se K. Alković kao državni pitomac u Beču pripremao za poziv profesora matematike.- K. Alković je 1. novembra 1862. postavljen za profesora fizike na Liceju (AS, Prosveta, 1862, VI, 1132).

17 D. Trifunović: Počeci visokoškolske nastave mehanike, Istorijski časopis 21(1974), 255-260.

18 Spomenica sedamdesetpetogodišnjice Vojne akademije 1850-1925, Beograd 1925, str. 368.

19 S. Zdravković: Osnovna mekanika I deo, Kinematika za učenike Vojene akademije i viši škola u Srbiji, Beograd 1875, str. 303; II i III deo, Dinamika i statika, Beograd 1877, str. 574; IV, V i VI deo Hidrostatika,..., Beograd 1880, str. 387.

20 AS, VŠ - 1889, Zapisnici sa sednica akademskog saveta.

21 O Djuri Ljočiću pogledati iscrpnu studiju Jeremije Mitrovića: Djura Ljočić, Zbornik Istorijskog muzeja Srbije, 9(1975), 12, 137-159.

na svet i njegove promene, potpuno pravilno ocenili naše prilike predlažući nove mere. Pokazalo se da su ovi napredni pogledi u nauci šezdesetih godina prošlog veka zaustavljeni jakim administrativnim oružjem ondašnjeg društva, koje u jednoj maloj sredini sa stotinak velikoškolaca, nekoliko inženjera, pravnika i filozofa nije moglo i nije znalo da oceni i prihvati nadiranje novih ideja.

4. NIKOLA TESLA

Znajući za ogroman istraživački rad Nikole Tesle koji je, mahom, sav prikazan u obliku štampanih predavanja i publikacija patentnih ureda prišli smo Teslinom delu u smislu iznalaženja onih rezultata koji su u direktnoj vezi sa našom temom.[1] Teslini rezultati u računskoj tehnici kao i njegovo proučavanje nekoliko modela u elektrotenici i mehanici fluida potpuno su opravdali naš pokušaj, da se sve ovakve pojave u našoj nauci otkriju i da dobiju jedno uopštenje u okviru matematičke fenomenologije.

U Teslinoj zaostavštitini otkrili smo jedan patent koji se odnosi na mehaniku fluida u smislu dobijanja što univerzalnijeg nepokretnog elementa za protok gasa ili tečnosti. Imajući u vidu da memorija savremene cifarske računske mašine u specijalnim uslovima mora biti zamenjena pneumatskom, odnosno fluidnom memorijom, a sa istim mogućnostima logičkog i aritmetičkog uredjaja, pri čemu ulazno/

---

1 Dj.M.Stanojević:Nikola Tesla i njegova otkrića, Beograd, 1894,str.34o; Delo Nikole Tesle I, Srpska akademija nauka, Beograd, 195o, str. 421 (sa predgovorom M.Milankovića i komentarima S.Bokšana); Nikola Tesla:Lectures, Patentes, Articles,Muzej Nikole Tesle,Beograd, 1956,str. 85o.

izlazne jedinice (periferijski uredjaji) računara mogu ostati iste,[3] konsultovali smo poznatu monografiju Tarumota i Hamfrija o Fluidici sa ciljem dobijanja odgovora o primenjivosti i značaju ovog Teslinog elementa.[4] Analiza ove monografije dovela nas je do dragocenih podataka, gde smo nedvosmisleno ustanovili značaj Tesline "hidrodiode" iz 1916. godine u smislu njene univerzalnosti i mogućnosti njenog ugradjivanja kao kalulativnog elementa fluidne memorije.[5]

U mehanici fluida bilo je nekoliko izuma indirektno vezanih za fluidne računske mašine i veoma važnih za amplifikaciju fluidne tehnike. Oni su otkriveni oko 6o-tih godina našeg veka i nije moguće kazati da je jedan jedini dogadjaj ili izum bio presudan. "Izgleda, - pišu Tarumoto i Hamfrij, da ih je bilo nekoliko značajnih za razvoj fluidike i opis fenomena u protoku fluida koji su prethodili fluidnim mašinama".[6] I pored ovakve konstatacije o razvoju jedne grane nauke, autori ipak stavljaju Teslin izum na p r v o m e s t o koji je pokretački uticao na dalji raz-

---

2 Nikola Tesla: Valvuler Conduit, US Patent, No.1.329,559 February 192o).

3 Videti npr., V.Broida: Les servomecanismes et les automatismes a sequences a action pneumatique et hydraulique, Madrid, 1958.

4 D. Tarumoto and E.Humphery: Fluidics, Boston, 1964.

5 Patent o "hidrodiodi" Tesla je prijavio 21. februara 1916. pod brojem 79.7o3; patent je obnovljen 8. jula 1919, a objavljen februara 192o. godine.

6 D. Tarumoto and E. Humphery: navedeno, str. 4.

voj elemenata fluidne memorije. Naglašavajući da je Tesla razrešio mnoga pitanja interferencije protoka fluida kao fluidne važne karakteristike, oni doslovno kažu: "Ova (Teslina - pr. M.T.) dioda se smatra *prvim izumom fluidike*[7] koji nema pokretne delove i javlja se kao aktivno/pasivna komponenta u datom fluidnom skupu računske mašine".[8] Tesla je, pak, o ovome pisao: "Mada su ove i druge činjenice bile poznate i samim najstarijim pionirima u nauci pri izgradnji mehanizama, koliko je meni poznato, nikakav lek nije još pronadjen ili predložen. Verujem da sam ja prvi koji je izumeo neki način koji dozvoljava obavljanje gore opisane funkcije bez upotrebe pokretnih delova, a što je predmet ovog opisa".[9]

Fig. 1

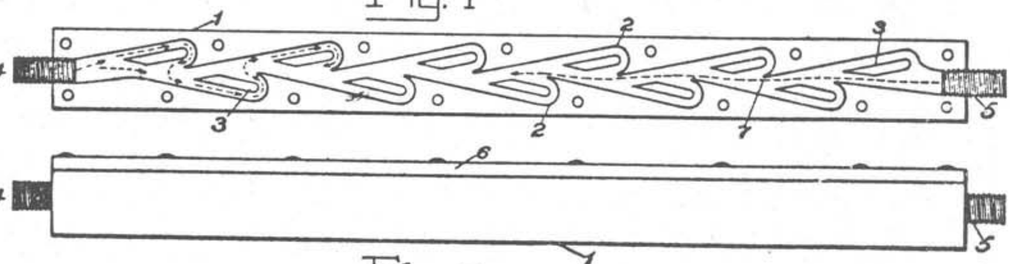


Fig. 2

Sl.16 - Teslin element za dvoznačni protok fluida[10]

Suština je u ovome: Teslinom pronalazačkom umu nije mogao da promakne jedan nedostatak mašinske tehnike tog

[7] Kurziv je naš.

[8] D.Tarumoto and E. Humphery: navedeno, str. 4.

[9] Nikola Tesla: navedeno, str. 1, red 30-45.

[10] Slika pokazuje umanjen autograf Teslinog originalnog crteža prema patentnoj dokumentaciji iz beleške 2.

doba.[11] On je uvideo da u većini mašina - postrojenja za potrebe raznih transmisija i transformacija mehaničke energije fluidni impulsi prelaze više ili manje slobodno kroz kanale u j e d n o m p r a v c u i da je njihov povratak potpuno sprečen. Da bi ovo otklonio i kod mašina dozvolio kretanje fluida kroz provodnike (cevovode) u o b a p r a v c a, Tesla je predložio specijalan provodnik sa zaliscima koji stvaraju visok otpor fluidnom protoku u jednom pravcu, a niski otpor u suprotnom pravcu (v.sl.1). Znači, Teslin provodnik omogućuje d v a s t a n j a u protoku fluida što možemo i ovako iskazati

$$x_i = \begin{cases} 1 - \text{visok otpor,} \\ o - \text{nizak otpor.} \end{cases}$$

Ovo je bilo dovoljno zapaziti i Teslin provodnik primeniti kao element memorije fluidnog, odnosno pneumatskog računara. Naime, kako je element dvoznačan, to se njihovim povezivanjem oni mogu priključiti bloku koji je logičko-aritmetički u stanju da primi informaciju $x_i \in \{o,1\}$ i da učestvuje u obradi svake iskazne funkcije

$$x_n = f(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_{n-1})$$

Bulove algebre $(I_2, \neg, \vee, \wedge)$, gde je $I_2 = \{o,1\}$.[12]

---

[11] Napomenimo da je Teslin patent iz mašinske tehnike (teorija mehanizama), što za sebe pričinjava retkost u Teslinom delu.

[12] O elementima memorije i njihovom povezivanju pogledati N. Parezanović: Računske mašine i programiranje, Beograd, 1973.

Nikola Tesla je svoj provodnik konstruisao ne pomišljajući ni jednog trenutka o bilo kakvoj njenoj primeni u računskoj tehnici. Ova okolnost da jedan pronalazak (rezultat) nalazi primenu u novoj (drugoj) tehnici i tehnologiji potvrdno nas upućuje na pomisao da zakoni jedne nauke č e s t o postaju primenjivi u oblastima drugih nauka. Restauracija i primena ovih s t a r i h r e z u l t a t a u jednoj nauci, koji su do skora bili samo predmet istorije nauka, posredstvom savremenih dostignuća nauke i tehnike dobijaju eto ovaploćenje, značajnost i neophodnost u istoj ili drugoj savremenoj naučnoj oblasti.

Aktuelizacija starih rezultata nauke, kao što je slučaj sa Teslinom "hidrodiodom", potvrdjuje da se rezultati u nauci prevazilaze ali se uvek ne poriču i da ova pojava koja je predmet istorije nauka još nije potpuno i na zadovoljavajući način objašnjena.

Od 1958. godine, kada su Klajn i Mur pronašli da jedan mlaz fluida može imati dva stabilna stanja u zavisnosti od ugla difuzera kroz koji fluid protiče, stvorene su mogućnosti primene Bulove algebre na fluidne sisteme, a što je dovelo do pneumatskih/hidrauličnih memorija ("fluidna logika").[13] Ova pojava u računskoj tehnici dovela je da istorija nauka preispita ranije rezultate mehanike fluida. Tako se došlo do nekoliko starih rezultata fluidike kod kojih

13 C.A.Moore and S.J.Kline: Some Effects of Vanes and of Turbulence in Two-Dimensional Wide-Angle Subsonic Diffusers, NASA, Technical Note TN 4080, June, 1958.

su pronadjeni anticipativni elementi današnje fluidne memorije. Prema napred izloženom Teslin element ima prvenstvo u nalaženju rešenja dvoznačnog provodnika fluida što je uticalo na dalja istraživanja.

Primetimo da se izloženi fluidični dvoznačni provodnik Nikole Tesle prvi put u literaturi pominje za vreme Teslinog jubileja 1936. godine u Beogradu, u radu profesora Beogradskog univerziteta G.J.Pio-Ulskog.[14] U novijoj literaturi kod nas Teslin patent je navodjen nekoliko puta.[15]

Kod izložene Tesline hidrodiode posebno je važno ukazati na Teslin prioritet u pronalasku fluidičnog elementa bez pokretnih delova.

Fluidika je samostalna naučna disciplina tehnike koja proučava strujanje fluida za potrebe prenošenja i obrade informacija. Ona je počela, kao što smo napomenuli, naglo da se razvija šezdesetih godina ovoga veka. U prvo vreme, istraživanja u fluidici proučavala su i koristila stare rezultate, pri čemu smo utvrdili da u oblasti fluidičnih elemenata bez pokretnih delova prvenstvo pripada Nikoli Tesli koji je 1916. godine patentirao svoju hidrodiodu u obliku zalizaka. Ovaj prioritet Teslinog rezultata zabeležile su sve poznatije monografije iz fluidike.[16] Medjutim, u najnovijoj knjizi Tehničke enciklopedije Jugoslavenskog lek-

[14] G.J.Pio-Ulsky: Die Arbeiten Nikola Tesla auf dem Gebiete der angewandten Mechanik, Nikola Tesla, Beograd 1936, 337-348 (Spomenica povodom Tesline 80-godišnjice).

[15] P.Miljanić: Tesla i savremena tehnika, Dijalektika 8(1973).

sikografskog zavoda (Zagreb) ovo nije slučaj.[17] Za Teslinu diodu u ovoj enciklopediji ne može se kazati da je ona "radila na sličnom principu kao one na slici 24".[18] Ovo svakako ne stoji, jer sve diode sa slike 24 slične su sa Teslinom diodom, jer su nastale posle nje. I pored toga što su vodeće monografije odavno stavile Teslinu diodu u prvi rezultat fluidike, autori odeljka "Fluidika" u Tehničkoj enciklopediji opovrgavaju prvenstvo Teslinog rešenja u korist rumunskog inženjera Koande. Nikolić i Stušek samo konstatuju da je Tesla 1916. godine patentirao diodu i odmah nastavljaju: "Smatra se, medjutim, da je začetnik fluidike rumunjski inženjer H. Coanda, koji u svojim radovima početkom tridesetih godina objašnjava pojavu lijepljenja mlaza uz stijenku".[19] Neosporni su danas Koandini rezultati pri čemu je "lepljenje" fluida za zidove dobilo i ime Koandin-efekt. Medjutim, ako se držimo činjenica o fluidičnom elementu bez pokretnih delova bez obzira na način kako je rešen, tada se Koandina dvoznačna dioda javlja 18 godina posle Tesline diode.[20]

---

16 Npr., E.F.Humphery - D.H. Tarumoto: navedeno.

17 Tehnička enciklopedija 5, Zagreb 1976, str. 469-487.

18 Isto, str. 469.

19 G.Nikolić - A. Stušek: Fluidika, Tehnička enciklopedija 5, Zagreb 1976, str. 469.

20 H. Coanda: Procede et dispositif pour faire devier, une veine fluide penetrant autre fluides, Patent 788.14o (France, 1934).

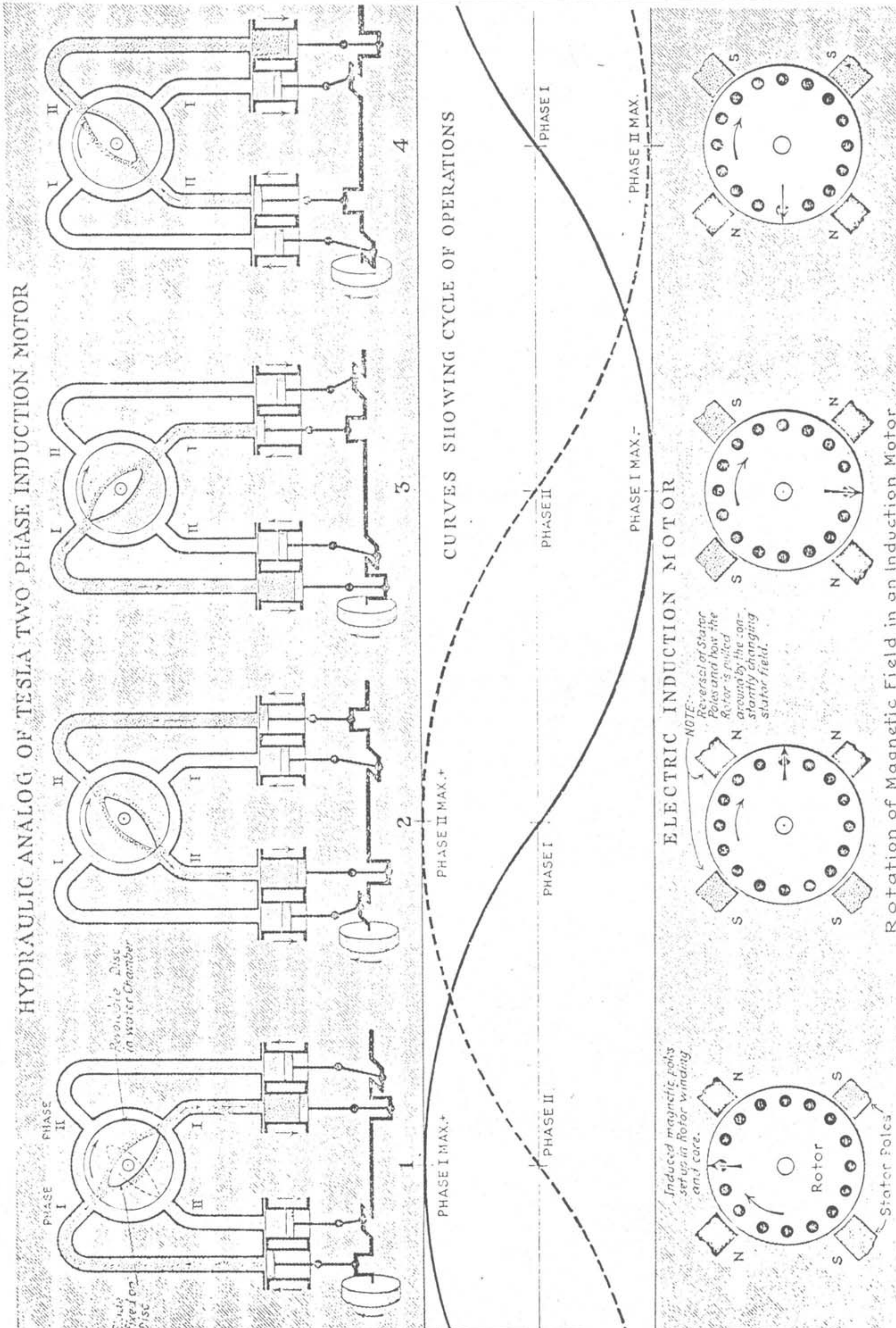
*

Prirodno je bilo očekivati da se kod Tesle nalaze i oni rezultati koji direktno pripadaju oblasti modelovanja. Teslin odnos prema modelima kao i njihovom iznalaženju bio je rezultat naučne prakse i pogleda na sopstvena otkrića. U želji da audio-vizuelnim sredstvima sagradi odgovarajuće modele koji će "ubedljivije" demonstrirati pojave u elektricitetu, Tesla je zakoračio u suštastvene probleme fizičkog (materijalnog) modelovanja. Ovo se najbolje vidi u Teslinim pronalazačkim radovima iz telekomunikacija i indukcionog motora.

Jedno od krupnijih modelnih objašnjenja pojava u elektrotehnici jeste Teslin hidraulični analogni model za indukcioni motor.

Svrha analogije izmedju rada indukcionog motora i višefaznog hidrauličnog uredjaja jeste da modelno prikaže, kolikogod je moguće istinitije, fenomene Teslinog rotirajućeg magnetskog polja tako da ih učini što razumljivijim korisniku. Dve naizmenične struje predstavljene su pomoću vodenih struja koje imaju isti odnos faza, amplitude i pravce. Magnetski polaritet rotora imitiran je uvodjenjem jednog tela tako oblikovanog da se ponaša u odnosu na struje, isto kao rotor prema polovima. Štaviše, odgovarajuća rotacija i stacionirani delovi daju sličnu pojavu i prikazani su na sličan način. Da bi analogija bila što potpunija, može se dalje uzeti da je tečnost kompresibilna tako da će

*


HYDRAULIC ANALOG OF TESLA TWO PHASE INDUCTION MOTOR
PHASE I
PHASE II
Rotatable Disc in water Chamber
1
2
3
4
CURVES SHOWING CYCLE OF OPERATIONS
PHASE I MAX.+
PHASE II MAX.+
PHASE I MAX.-
PHASE II MAX.
PHASE I
PHASE II
ELECTRIC INDUCTION MOTOR
Induced magnetic poles set up in Rotor winding and core.
Rotor
Stator Poles
NOTE:- Reversal of Stator Poles and how the Rotor is pulled around by the constantly changing stator field.
N
S
Rotation of Magnetic Field in an Induction Motor

postojati faza pomeranja izmedju pritiska i toka, kao što postoji izmedju elektromotorne sile i toka struje.

Na sl. 17 prikazana je shema ove analogije, a u Muzeju Nikole Tesle izgradjen je ovaj hidraulični model koji objašnjava rad Teslinog indukcionog motora.[21]

Teslini pogledi na analogije rezultat su njegovih sopstvenih otkrića i pre svega, misaonog procesa pri radu na nekom pronalasku. Ovakva metodologija rada, koja je kod Tesle primarna, a o čemu je i on lično pisao, dovela je do uspostavljanja modelnih odnosa izmedju mikro i makro sveta. "Ja držim da bi bilo najverovatnije - govorio je Tesla na predavanju u Američkom društvu elektro-inženjera (2o. maj 1891), - i da bi najbolje objasnili najveći broj posmotrenih pojava, kad bi uzeli, da se beskrajno mali svet sa molekilima i njihovim atomima kovitla i kreće po putanjama, koje u mnogome liče na putanje nebeskih tela noseći sa sobom a po svoj prilici i kovitlajući sa sobom i etar ili drugim rečima noseći sa sobom statički elektricitet. Kovitlanje molekila i njihovog etra odgovorilo bi etarskom naponu ili elektrostatičkom pritisku; jednačenje etarskih napona odgovaralo bi etarskom kretanju ili električnom strujanju; a kretanje po zatvorenim putanjama izazvalo bi permanentni ila elektromagnetizam".[22]

Ovo predočavanje strukture atoma koje se javlja 2o

---

21 Electrical Experiment., 6(1919), 12, p. 9o8.

22 Dj.M.Stanojević: Nikola Tesla i njegova otkrića, Beograd 1976, str. 94-95.

godina pre Bora (1911) krupno je Teslino delo koje je proizašlo iz modelnog povezivanja strukture Sunčevog sistema sa atomom.[23]

Određbama matematičkog modelovanja Tesla se koristio u smislu opisivanja eksperimenta. Pri ovome je uvek konstante i parametre u matematičkom modelu pojave korigovao na osnovu eksperimentalnih podataka i time došao do analize koeficijenata usklađivanja između opita i matematičkog modela, odnosno maštabnih koeficijenata u današnjem značenju u teoriji modelovanja. Ovakav odnos prema matematičkom opisivanju eksperimenta i samih podataka koje daje opit, može se kod Tesle najbolje pratiti u njegovom "Dnevniku".[24]

U fondovima rukopisa Nikole Tesle (Muzej Nikole Tesle - Beograd) u grupi matematičkih radova naišli smo na nekoliko celina koje su za našu studiju zanimljive. Ovde, pre svega, nailazimo na Teslin rukopis od 1?. maja 1915. gde Tesla rešava linearnu diferencijalnu jednačinu[25]

$$2\,Ky' = A - y\,f(x)\ .$$

Zatim, pismo G.H.Pohlanda Tesli o binarnim logaritmima,[26] knjigu I. Bezlitzheimera "Dynamic Algebra" (New York, 1878),[27] kao i Teslin proračun rešenja sistema jednačina

---

23 Koliko je nama poznato, do ovoga rada još nigde nije najavljena ova Teslina anticipacija strukture atoma.

24 N.Tesla: Dnevnik istraživanja - Kolorado Springs 1899-1900, Beograd 1976, str.462.

25 Muzej Nikole Tesle, Matematika, XVII/2,748, 1915.

$$x^2 + y = a$$
$$y^2 + fx = b$$

(a=7, b=11, f=1) na 37 decimalna mesta (!).[28] Pored ovoga, u zaostavštini nalazi se i jedan rukopis koji nije Teslin a gde je prikazan grafik funkcije

$$x^3 + 1,3\,x^2 + 0,31\,x - 0,045 = y^3$$

sa tekstualnim objašnjenjem osobina ove krive linije.[29]

U ovako skromnoj zaostavštini iz matematike naišli smo i na jedno pismo Italijana S. Djulijana od 12. oktobra 1924. kojim obaveštava Teslu da je sagradio m e h a n i z a m za rešavanje algebarskih jednačina višeg reda.[30] Doslovno stoji: "... Izučavao sam jedan mehanizam za rešavanje potpune jednačine f(x)=o bilo kog stepena. Evo kako:

Jednačina

$$ax^n + bx^{n-1} + cx^{n-2} + \ldots = A$$

pokazuje da je leva strana zbir od statičkih momenata

$$a \times x^n$$
$$b \times x^{n-1}$$
$$c \times x^{n-2}$$

itd., a desna strana je 1 x A. Neka je BC jedna metalna

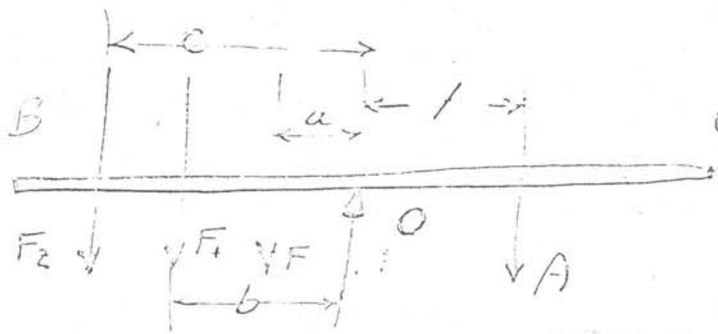
---

26 Isto, 2318, 1932.

27 Isto, 463, 1878.

28 Isto, 2318.

poluga koja se može okretati oko središta O i neka je ona u potpunoj ravnoteži. Ako desno i levo od središta O delujemo silama F, F_1, F_2 itd. koje su proporcionalne stepenima od x, a imaju



Sl. 18.-Autograf originalnog crteža B. Djulijana za rešavanje algebarske jednačine višeg reda

krakove poluge |a|, |b|, |c|, tada ako na rastojanju 1 delujemo silom proporcionalnoj od A, onda je rešenje jednačine

$$x = \sqrt[n]{F}$$

pod uslovom da je poluga u ravnotežnom stanju.

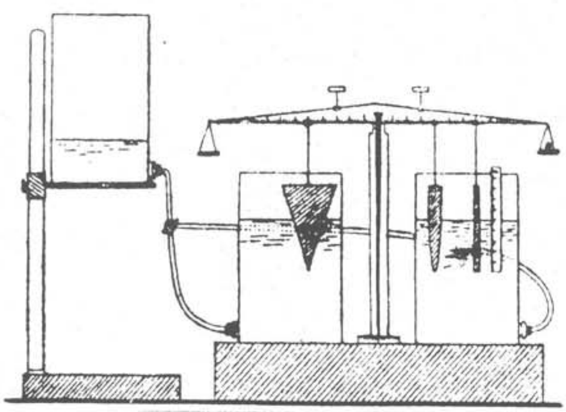
Profesor W.B.Tite sa Kulumbija univerziteta našao je ispravnim ovu metodu..."

Ostalo nam je nepoznato da li je Djulijanov postupak u nalaženju mehanizma za rešavanje algebarskih jednačina Tesla ocenio i dao svoje mišljenje. Mi možemo jedino primetiti da je Djulijanov mehanizam ispravan ali nedovolj-

29 Isto, 1351.

30 Isto, 1372, 1924.

no iskazan da bi mehanizam i postao analogna računska mašina. Djulijanovo izlaganje Tesli treba prihvatiti i zabeležiti u istoriji računskih mašina samo kao skicu principa rada kinematora za rešavanje algebarskih jednačina. Medjutim, i pored ovako ovlašno iskazne ideje, mi ne prihvatamo Djulijanovo rešenje kao novo i originalno, jer isti kinematički model sa polugom i silama (tegovi) nalazimo 1900. godine kod računske vage inženjera-mehaničara Meslina.[31] Uspostavljanje ravnoteže Meslin je postizao ubrizgavanjem vode u dva suda u koja su potopljeni tegovi (sl.19). U trenutku ravnoteže očitava se nivo vode čija vrednost odredjuje jedno realno rešenje jednačine.



Sl.19.- Skica Meslinove vage

[31] G.Meslin: CR, 130(1900), p. 888; isto u Jour. de phis. 9(1900), 3, p.339.

5. DJORDJE M. STANOJEVIĆ

Proučavajući prepisku Nikole Tesle naišli smo na pisma koja izlažu naučnikovu saradnju sa profesorom fizike i dugogodišnjim rektorom Univerziteta u Beogradu Djordjem M. Stanojevićem.[1] Ova prepiska nam je ukazala na nove rezultate u iznalaženju izvesnih analoških problema u našoj nauci koji analizu matematičke fenomenologije Mihaila Petrovića više i šire upotpunjuju. Za istoriografiju matematičke fenomenologije ova prepiska je značajna zbog podatka da se profesor Stanojević takodje bavio iznalaženjem analogija medju disparatnim pojavama.

"Dragi Tesla, posle vrlo dugog vremena[2] rad sam da vas nekoliko trenutaka uznemirim šaljući vam ovaj moj poslednji rad.[3] Kao što ćete i sami videti čini mi se da mi

---

1 Od približno 1oo.ooo dokumenata koje čuva Muzej Nikola Tesla (osnovan 1952. godine) prepiska izmedju Tesle i 67oo. korespondenata obuhvata 7o.ooo listova.

2 Prof. Stanojević verovatno misli na vreme Teslinog boravka u Beogradu.- Potpunu dokumentaciju o svom boravku proleća 1892. godine sredio je i opisao V.N.Njegovan prof.univ.u Zagrebu. Profesor Njegovan je ovu veoma dragocenu gradju podario Muzeju Nikola Tesla.

3 Ustanovili smo da je to rad G.M.Stanoiévitch: Les lignes de forces et les surfaces équipotentielles dans la na-

je ispalo za rukom da konstatujem da se Njutnov zakon koji vlada u planetskom svetu, da se Kulonov zakon koji vlada u električnim i magnetskim pojavama može primeniti i na organsku naročito biljnu prirodu. Iz priloženih nekoliko fotografija vidite vanredno lepo reproducirane linije sila i ekvipotencijalne površine na pojedinim biljnim presecima. Naročito se tačno po pomenutom zakonu ponašaju ne samo prvobitno stvorene i obrazovane sada "ć e l i j s k o g p o l j a", nego tako se isto izvode i perturbacije u homogenim poljima od strane čvorova koji igraju ulogu magnetskih, odnosno električnih masa ili polova.

U masi naučnih radova koji svakodnevno izlaze na površinu, sigurno vam je ovaj moj posao, publikovan u "Comptes Rendus" izmakao, pa zato sam slobodan da vam na nj' obratim pažnju i da vas zamolim da putem, koji vi smatrate kao najzgodniji, obratite na nj' pažnju i višeg amerikanskog naučnog sveta ako nalazite da to zaslužuje.

Ja vam ovde šaljem samo nekoliko najzanimljivijih slučajeva i ako je moja zbirka ovim stvari(ma) mnogo veća. Kroz izvesno vreme izaćiće na francuskom jeziku čitava jedna knjižica u kojoj će sistematski biti izložena cela stvar.[4]

---

ture, CR, 126(1898), 9, kojeg je u Francuskoj akademiji nauka saopštio profesor Lipman, a u FdM, 29(19oo), 664 referisao profesor Lampe. U Beogradu iste godine Stanojević je u celosti ovaj rad objavio kao izdanje Fizičkog instituta Velike škole, a francuski fizičari ga u celosti objavljuju (Soc.Franç.de Phys.,No 119, 1-2) što je bilo retkost u naučnoj publicistici. Nastavnik 9(1898), Moleći vas da me izvinite što vam dosadjujem, molim vas da mi dostavite vaše kompetentno mišljenje i ono što bi se o tome publikovalo, kao i da primite iskreno pozdrave od vašeg

2/14 April 1898. u Beogradu Dj.M.Stanojević, prof.Vel.šk."

Nismo uspeli da doznamo odgovor na ovo pismo i opšte, Teslino mišljenje o Stanojevićevim analogijama medju disparatnim pojavama koje imaju zajedničku modelujuću funkciju u obliku Njutnovog

$$F = f\,\frac{m_1 m_2}{R^2}, \tag{1}$$

odnosno Kulonovog zakona

$$K = \frac{1}{4\pi E_o}\,\frac{q}{R^2}. \tag{2}$$

Prema činjenici da je Stanojević nagovešteni knjigu u pismu objavio tek posle osam godina, verujemo da je nastavljena prepiska u tom pravcu i da je Tesla uputio svoje mišljenje o iznalaženju analogija u prirodi i društvu. Radeći i sam na analoškim modelima za svoje pronalaske, Tesla je sigurno imao puno razumevanje za Stanojevićeva istraživanja pružajući mu odgovarajuću podršku.[5]

298-299 objavio je prikaz ovog rada sa prevodom izvesnih delova.

4 Ovu kolekciju Stanojević je objavio kao knjigu 1906. godine u Beogradu pod nazivom Les forces centrales dans la Nature na 90. strana velikog formata.

5 O odnosu Nikole Tesle i Djordja M. Stanojevića kao i o

Poznavajući sličnost izmedju gravitacionog i elektromagnetnog polja Stanojević je preuzeo ispitivanja kako bi utvrdio činjenice da i pri rašćenju biljaka u njihovim stablima postoje linije sila i ekvipotencijalne površine, isto onako kao i pri pojavama polarizacije zrakova kroz kristale ili isto onako kao pri dejstvu dva magnetna pola.

Suština Stanojevićevih analogija je u sledećem. U prirodi gde se dve ili više masa privlače ili odbijaju saglasno zakonu centralnih sila, imamo slučaj sa poljem koje sadrži linije sila i ekvipotencijalne površine. Ili, ako u prirodi naidjemo na linije sila i ekvipotencijalne površine imamo pravo da tvrdimo da one potiču od centralnih sila koje deluju saglasno Nutnovom zakonu. Na ovaj način Stanojević je došao do pojma generalisanih centralnih sila, odnosno generalisanih linija sila i generalisanih ekvipotencijalnih površina, isto onako kao što je u prvoj raspravi iz fenomenologije Mihailo Petrović najavio pojam generalisane mase, generalisanog težišta,...[6]

Skup pojava koje je istraživao profesor Stanojević i koji su podvrgnuti generalisanom pojmu centralnih sila

$$F = \{f_1, f_2, f_3, \ldots, f_8\}, \tag{3}$$

izdavanju sabranih Teslinih dela u Beogradu 1894. godine videti naš rad Dijalektika, 8(1973), 1,59-68.

6 "Pogled", str.6-8.

sa jedinstvenim matematičkim modelom (analoško jezgro), obuhvata sledeće:

G r a v i t a c i o n o p o l j e (pojava f_1); zakon centralnih sila u gravitacionom polju formulisan je od strane Njutna 1685. godine.

M a g n e t n o p o l j e (pojava f_2);

E l e k t r i č n o p o l j e (pojava f_3);

E l e k t r o m a g n e t n o p o l j e (pojava f_4);

Krajem 18. veka Kulon je našao zakon o linijama sila i ekvipotencijalnim površinama u navedenim pojavama f_2, f_3, f_4 koji se izražava sličnim matematičkim oblikom, npr., (2) kao i Njutnov zakon (1).

O p t i č k o p o l j e (pojava f_5); obojeni prstenovi kao i neutralne linije koje se vide u optičkom polju kristala duž jedne ose slično je pojavi u elektromagnetnom polju pravolinijskog provodnika. Optičko polje kristala sa dvojnim prelamanjem omogućava da vidimo iste elemente koji se zapažaju u polju koje formiraju bilo dva paralelna pravolinijska provodnika kroz koje protiče struja istog smera, bilo dva istoimena električna ili magnetna pola.

C e l u l a r n o p o l j e (pojava f_6); medjućelijsko dejstvo u biljkama podleže zakonitostima centralnih sila, odnosno linije sila i ekvipotencijalne površine više ili manje slične su godišnjim prstenovima kod biljaka i raznih plodova.

Ć e l i j s k o p o l j e (pojava f_7); kod živih bića ćelije se uredjuju i fiksiraju prema odredjenim zakonitostima. Velika sličnost koja postoji u životu biljaka i živih bića ukazuje da su ove zakonitosti jednake onima koje upravljaju električnim i magnetnim pojavama ili prema kojima se regulišu obojeni prstenovi u optičkom polju.

P l a n e t a r n o p o l j e (pojava f_8); ako pretpostavimo da su putanje planeta Sunčevog sistema kružne i da je Sunce u zajedničkom središtu, tada će čitav planetarni sistem biti jednopolno polje u kome su putanje planeta ekvipotencijalne linije, a radius-vektori linije sila tog polja.

Na osnovu ovako ustanovljenih analogija medju pojavama $f_1, f_2, f_3, \ldots, f_8$, biljnog i životinjskog sveta, elektriciteta, magnetizma, optike i kretanja planeta u Sunčevom sistemu, Stanojević dolazi do zaključka koji je, svakako, značajan za savremenu bioniku:

1° Ćelije organske prirode deluju jedna na drugu srazmerno svojim masama i obrnuto srazmerno kvadratu rastojanja;

2° Ćelije se pomeraju i fiksiraju po linijama sila i ekvipotencijalnim površinama.

Na osnovu ovoga, profesor Stanojević je izveo uopštenje na materijalni svet iznoseći:

1° Delovi materije deluju jedni na druge srazmerno svojim masama i obrnuto srazmerno kvadratu medjusobnih rastojanja;

2^o Svi delovi materije se uredjuju po linijama sila i ekvipotencijalnim površinama.

Neosporno, ovo je najuopšteniji fenomenološki prilaz Njutnovom zakonu (1), kao najuniverzalnijoj pojavi u prirodi, pri čemu poslednja Stanojevićeva uopštenja savremena nauka treba da proveri novim sredstvima.

Pored uspostavljenih analogija medju pojavama $f_i \in F$, Stanojevićeva tumačenja imaju i direktnih koristi za novu analizu same pojave f_i. Ovo ćemo pokazati na primeru Ticiusovog zakona.[7]

Model (f_8) Sunčevog sistema kao jednopolnog ekvipotencijalnog polja, Stanojević je iskoristio za nova naučna objašnjenja o radius-vektorima planeta. Ovim načinom Stanojević je u potpunosti bio na savremenom stanovištu o odnosu original/model: ono što se kod originala ne može proučiti i naučno objasniti, često je to moguće uraditi na modelu.

Imajući u vidu aktuelnost proučavanja rastojanja planeta od Sunca,[8] ovde ćemo izložiti m o d e l n o o b j a š n j e n j e Ticijusovog zakona u smislu generalisanog pojma centralnih sila kojeg je iskazao profesor Stanojević u pojavi $f_8 \in F$.

---

7 U 18. veku nemački astronom Tic (Tietz, lat. Titius) našao je zavisnost po kojoj se lako mogu odrediti udaljenosti D planeta od Sunca $D=0,4+0,3 \cdot 2^n$, gde je n-redni broj planete.

8 Npr., najnovije poboljšanje Ticijusova zakona $R=Rom^n$ (m=1,89) koje se uspešno koristi za otkrivanje malih plane-

Neka je Sunčev sistem jednopolno električno polje K. Tada, skup tačaka, gde potencijali

$$\varphi = \int_{u}^{\infty} \vec{K}\, d\vec{e}$$

imaju stalnu vrednost

$$\varphi = \frac{1}{4\pi E_0}\,\frac{q}{r} = const ,$$

jer je prema (2)

$$\varphi = \int_{r_u}^{r_p} \frac{q}{4\pi E_0}\,\frac{dr}{r^2} , \quad r_p \to \infty$$

obrazuju putanje planeta kao ekvipotencijalne površine pri čemu su linije sila radius-vektori. Pretpostavimo, dalje, da se na Suncu nalazi jedna elektrostatička jedinica elektriciteta, tada rastojanja planeta možemo izraziti u voltima prema tablici br.1 i pri čemu je elektrostatička jedinica potencijala φ jednaka 300 volti.[9]

Prema ovome, modelno objašnjenje udaljenosti planeta od Sunca je sledeće.

1° Raspored planeta nije uniforman sa gledišta potencijala.

2° Pad potencijala kod unutrašnjih planeta je osetno regularan. Merkurov potencijal je približno dva puta veći od Venerinog.

---

ta, dobili su Ter Har i Kameron (D.Ter Haar - A.G.W.Cameron: Historical review of theories of the origin of the solar system, London, 1963).

9 Relativne vrednosti rastojanja planeta (jedinica je udaljenost Zemlje od Sunca) koje koristi Stanojević (tabela

Planeta	Rastojanje	
	$D=R/R_o$	$\varphi(v)$
Merkur	0,387	750
Venera	0,723	400
Zemlja	1,000	300
Mars	1,424	200
Male planete	3,000	100
Jupiter	5,203	60
Saturn	9,539	30
Uran	19,183	15
Neptun	30,055	10

Tablica br. 4.-Rastojanje planeta od Sunca u astronomskim jedinicama i voltima[10]

3° Razlika potencijala kod unutrašnjih planeta je stalna, te možemo pisati da je

$$\varphi = 600-100n ,$$

gde je n - redni broj planete (n = 2,3,4,5) .

4° Spoljašne planete imaju stalne potencijale koji opadaju po geometrijskoj progresiji

$$\varphi = 60 \cdot 2^{1-n} .$$

Ovde je u početku promena potencijala regularna; docnije, nastaju pometnje usled perturbacija spoljašnjih ili uzajamnih sila.

---

br.1) nalazimo u potpunosti i u najnovijoj knjizi Stejsia (F.D.Stacey: Physics of the Earth, London 1969, pp. 9-13).

10 G.M.Stanoiévitch:Les forces centales dans la Nature,

5° Kako putanje planeta odgovaraju ekvipotencijalnim linijama jednog polja sa dva istoimena pola, može se pretpostaviti da putanja Merkura, budući da je vrlo bliska Suncu, nije eliptična, već bliža obliku lemniskate. Na ovaj način bi se moglo objasniti neregularno ponašanje koje se zapaža u kretanju Merkura, a što je nauka pripisivala jednoj planeti bližoj Suncu - po imenu Vulkan.[11]

Neosporno, da bi se i ostale pojave iz Stanojevićevog fenomenološkog skupa F mogle na sličan način analizirati modelnim objašnjenjima, a što na ovom mestu ne činimo.

Kao što smo ranije naveli, Petroviću su bili poznati radovi profesora Stanojevića. U poglavlju "Varijacije aktiviteta u mehanizmu pojava" za slučaj recipročnosti izmedju mehanizma i načina varijacija aktiviteta gde Petrović analizira slučaj upoznavanja mehanizma pojave ako je analoško jezgro (aktivitet) poznato u obliku nekog grafika ili rasporeda linija i površina;[12] on navodi sledeće: "Tako, slike, formirane distribucijom gvozdenih opiljaka u magnetnom polju, identične sa onima koje daju raspored linija sila u polju kakve centralne sile, obrnuto proporcional-

---

Belgrade 1906, pp.86.

[11] Primetimo da ovo nije jedino modelno objašnjenje udaljenosti planeta u našoj literaturi. Tako je akademik Vladimir Varićak u raspravi O predočavanju distanca, Rad 230 (1925), 259-263 izneo svoje modelno objašnjenje, na taj način, što je za Ticijusov zakon dobio odgovarajući matematički model u geometriji Lobačevskog sa važnošću zakona specijalne teorije relativnosti. Oba modela, i Stanojevićev i Varićakov koji su medjusobno izomorfni

*

ne kvadratu rastojanja, ističu na vidik fakt, da su magnetne sile, sile te vrste. Geometrijske slike, što predstavljaju rasporede ćelija u presecima raznih biljnih delova (korena, stabla, semena) i koje se sa velikom preciznošću, i u svima pojedinostima, podudaraju sa linijama sila ili presecima ekvipotencijalnih površina što odgovaraju centralnim silama pomenute vrste, ukazuju na nesumnjivo učešće takvih sila pri stvaranju celularnog polja".[13]

Kao što i Petrović utvrdjuje, po Stanojeviću se ne zna na koji način i kakvim mehanizmom deluju ćelije jedne na druge u organskom tkivu. Ali, linije koje se vide na preseku biljaka nisu ništa drugo nego sistem linija sila i ekvipotencijalnih površina koje je ucrtala priroda sa istom preciznošću i tačnošću kao što se u elektricitetu i magnetizmu teorijski i eksperimentalno konstruišu. U stvari, za Stanojevićev fenomelološki skup (3)

$$F = \{f_1, f_2, f_3, \ldots f_8\},$$

specijalno, za celularna (f_6) i ćelijska (f_7) polja, imamo slučaj pojava gde je za deskripciju njihovu zakon akti-

---

imaju isto modelno objašnjenje, pri čemu je kod Varićaka za spoljašnje planete model linearna funkcija kao i za unutrašnje planete.

12 "Elementi", str.629 i dalje.

13 "Elementi", str.712; u napomeni kod ovog izlaganja Petrović piše: "Videti intesesantne podatke o tome u raspravi prof. Dj.M.Stanojevića: Les forces centrales dans la Nature (Belgrade 19o6)".

viteta poznat samo u obliku nekog grafika Γ_f, te je veoma teško u takvim slučajevima donositi neke zaključke o mehanizmu pojave. "... poznavanje (samo) toka jedne pojave, piše M. Petrović, - i njegovih raznih pojedinosti, u opšte, samo sobom nedovoljno (je) za saznavanje mehanizma pojave".[14] Naglašavajući da su ekvipotencijalne linije kao aktiviteti koji su samo vizuelno, empirijski utvrdjene u obliku grafika Γ_f, Petrović ukazuje na opreznost, da se može u ovakvim fenomenološkim poljima okarakterisati pogrešan mehanizam pojave. "Jedna ista pojava, sa svima svojim deskriptivnim pojedinostima, može biti shvaćena kao posledica raznovrsnih mehanizama".[15]

Stanojevićevo fenomenološko polje $f \in F$ čije je analoško jezgro izraženo geometrijskim oblikom (Γ_f) Njutnovog, odnosno Kulonovog zakona, nužno je ponovo istaći kako bi današnja bionika odgovorila na Petrovićevu opreznost iz 1911. godine i razrešila sve pojedinosti mehanizma u celularnom i ćelijskom polju koje se manifestuju u obliku linije sila i ekvipotencijalnih površina. Stanovište savremene teorije modelovanja ne odbija nalaženje nekog modelnog mehanizma za polja f_6, f_7 pod uslovom da je ono izomorfno sa originalnim mehanizmom.

Izloženi fenomenološki skup F čije je analoško jezgro Njutnov zakon o centralnim silama, nije jedino Stanoje-

14 "Elementi", str. 704.

15 "Elementi", str.698; o ovim slučajevima videti III deo ove knjige.

vićevo suočavanje sa analoškim pojavama u prirodi. Kao fizičar, često se za edukativne potrebe, da pojedine procese što bolje objasni, koristio "pomoćnim procesima", drugim pojavama koje su "slične" sa prvim. Ovakvo korišćenje modela kod Stanojevića možemo pratiti kroz njegove tečajeve na univerzitetu,[16] ali najbolje je to pokazano u knjizi o Tesli. U ovoj knjizi, gde je Stanojević izneo sabrana dela Nikole Tesle, u uvodniku knjige u više slučajeva koristio se modelnim objašnjenjima zasnovanim na sličnosti pojava.[17] Recimo, kod analize galvanskih elemenata Stanojević doslovno veli: "El.st. mašina daje malo elektriciteta ali pod velikom naponom ili pritiskom; galvanski elemenat daje mnogo više elektriciteta ali mu je napon vrlo slab. Statički elektricitet naliči na vrlo tanak vodeni mlaz, koji sa velike visine pada a galvanski liči na kakvu reku koja jedva otiče".[18] Pa, dalje: "Ovim ćemo primerom još bolje shvatiti razliku izmedju spajanja elemenata po količini i po naponu. Uzmimo deset šmrkova za vodu, od kojih svaki može izvući jedan kubni metar vode, jedan metar visoko za minut. Mi možemo tih deset šmrkova tako namestiti da svaki za se izvlači svoj kubni me-

---

16 Eksperimentalna fizika za djake Velike Škole, knj. I, Nauka o energiji, Beograd, 1897, str. IV+308; Eksperimentalna fizika za djake Velike Škole, knj.II, Nauka o energiji tela, Beograd, 1904, str.X+732.

17 Djordje M. Stanojević: Nikola Tesla i njegova otkrića, Beograd 1894,str.340; isto, Beograd 1976,str.16+340+54 (sa prilogom D.Trifunovića).

18 Dj.M.Stanojević: navedeno, str. 34.

l i c i n i v o a kod tečnosti potpuno odgovara r a z l i k a p o t e n c i j a l a kod eletriciteta. Brzini ili jačini proticanja vode kroz cev, odgovara intenzitet ili jačina električne struje. Na posletku, pošto voda protičući kroz kraću ili dužu cev nailazi na manji ili veći otpor, tako isto i struja prolazeći kroz sprovodnu žicu nailazi na otpor koji je utoliko veći u koliko je žica duža ili tanja. Što je otpor bilo kod vode bilo kod struje veći, u toliko je po sebi se razume jačina bilo vodene bilo električne struje manja".[21]

Za p o j a v u f_2: "Drugu sličnost nalazimo kod toplote, jer će toplota sa toplijeg tela prelaziti u toliko snažnije na ladnije telo, u koliko je r a z l i k a n j i h o v i h t e m p e r a t u r a veća.

Prema tome, t e m p e r a t u r s k a razlika dva tela u toploti, odgovara p o t e n c i j a l n o j r a z l i c i dva pola kod eletriciteta".[22]

Za p o j a v u f_3: "Isto nam takvu sličnost pokazuje proticanje gasova kad su pod raznim pritiscima ... Proticanje vazduha ili vazdušna struja u spojenoj cevi trajaće sve dotle, dok se pritisci u oba suda ne izjednače. Ovde dakle vidimo da r a z l i c i p r i t i s a k a dva gasa odgovara r a z l i k a p o t e n c i j a l a u elektricitetu".[23]

---

21 Isto, str. 36.

22 Isto, str. 37.

23 Isto, str. 37.

tar vode i podiže ga na visinu od jednog metra; tako ćemo dobiti d e s e t k u b. m e t a r a v o d e na visini od j e d n o g metra. Ili možemo šmrkove tako poredjati, da kubni metar vode koji je prvi šmrk izdigao jedan metar visoko predamo drugome, koji će ga izdići još za jedan metar, za tim trećemu, koji će ga ponovo izdići za jedan metar i t.d. dok deseti šmrk ne izdigne isti taj kubni metar vode na deseti metar visine. Ovim smo putem dobili j e d a n kubni metar vode podignut d e s e t m e t a r a visoko. U prvom slučaju imali bi deset puta više vode sa padom od jednog metra a u drugom samo jedan kubni metar ali sa deset puta većim padom. Prvo spajanje šmrkova bilo bi p o k o l i č i n i, a drugo p o p a d u ili električki govoreći p o n a p o n u."[19]

Ovde je, svakako, najreprezentativniji primer potencijala čije tumačenje Stanojević svodi na jedinstveno analoško jezgro sledećih pojava:

f_1 : kretanje tečnosti u cevima,

f_2 : protok toplote i

f_3 : kretanje gasova u cevima.

"Najlakše ćemo objasniti ulogu potencijala - piše Stanojević, ili još bolje pojam o razlici potencijalskoj izmedju dva suprotna pola, zgodnim uporedjenjem sa drugim poznatim već pojavama".[20]

Za p o j a v u f_1 Stanojević zaključuje: "R a z -

---

[19] Isto, str. 34-35.

[20] Isto, str. 36.

Ovaj fenomenološki skup pojava f_1, f_2, f_3 koje je izložio Stanojević 1894. godine javiće se nešto docnije u prvoj Petrovićevoj raspravi iz fenomenologije.[24] Medjutim, prilaz ovim pojavama čiji mehanizmi imaju isti zakon aktiviteta (matematički model) bio je sasvim drugojačiji kod Stanojevića i Petrovića. Stanojević se koristio ovim pojavama radi modelnih objašnjenja "originala", a Petrović, kao što smo videli, za stvaranje rudimentarnih stavova u generalizaciji disparatnih pojava i time pripremio uslove za razvitak matematičke fenomenologije.[25]

Primetimo na kraju, da sama originalnost u modelnom odnosu medju pojavama f_1, f_2 i f_3 ne pripada ni Stanojeviću ni Petroviću, već prvim radovima lorda Kelvina iz elektriciteta.

✸

Djordje M. Stanojević rodjen je u Negotinu 7. aprila 1858. Prema kazivanju porodice, od malena bio je uporan u želji za saznavanjem i objašnjavanjem pojava u prirodi. Osnovnu školu i nižu gimnaziju završio je u rodnom mestu. Godine 1874. Stanojević prelazi u Beograd, uči u Prvoj beogradskoj gimnaziji i septembra 1877. godine sa sedam razreda gimnazije polaže ispit zrelosti. Školovao se u veoma neredovnim prilikama (srpsko-turski ratovi), ali strpljivost i ljubav prema knjizi pobedili su, te Stanojević osposobljava sebe za dalje učenje.

---

24 M.Petrović: Jedan pogled na geometriju mase, Nastavnik 8(1896), 1-1o.

25 Videti I deo ove knjige.

Ispoljena sklonost prema prirodnim naukama i matematici u gimnaziji, odvela je Stanojevića 1877. godine na Prirodno-matematički odsek Filozofskog fakulteta Velike škole u Beogradu. Ambicioznim prilaženjem nastavnim predmetima u učenju bio je zapažen od svojih profesora na Velikoj školi Koste Alkovića, Ljubomira Klerića, Dimitrija Nešića i dr.

U toku studija opredeljuje se za fiziku i astronomske nauke. Početkom 188o. godine kao student treće godine piše rad "Zvezdano nebo nezavisne Srbije" kojeg je objavio kao posebnu knjigu 1882. godine.[26] U predgovoru ovog rada mladi Stanojević izlaže izvesne stavove o nauci našeg naroda koji mogu da okarakterišu samu ličnost Stanojevića. Stanojević veli: "Ništa nije grešnije nego znati neku istinu a ne hteti je kazati i drugome, koji je ne zna i u svom neznanju luta tamo amo, mašajući se često i za najveću pogrešku. Zar je malo ljudi u našem narodu, koji i dan danas smatraju ovaj Sunčani sistem kao nešto u što ne treba dirati i zbog te bojazni daleko zaostali u toj grani prirodne nauke".[27] Ili, Stanojevićev stav prema "klepanicama" i čudnim nazivima u stručnoj terminologiji: "Najteže mi je bilo sa srpskim nazivima zvezda. Naš narod ima po svoj prilici imena za sve veće zvezde, no ona su u njemu i ostala, ona nisu još ušla u književnost. Neki naši pisci pokušali su, da krste neke zvezde srpskim

---

[26] Dj.M.Stanojević: Zvezdano nebo nezavisne Srbije, Beograd 1882, str.VIII+6o.

[27] Isto, str. VI.

imenima možda i protiv same prirode i takim nazivima, koji neće odgovoriti cilju... Tako na pr. g. Dj. Natošević u svom prevodu "Astronomije" (od N.Lakijera) naziva "Vegu" (α u "Liri") "Lazarkinjom" ili "Vidovačom" pozivajući za "svedoka" jednu babu koja mu tako kazivaše. Ćemo li se mi osloniti na kazivanja j e d n e b a b e i to primiti u nauku? - Iz tih uzroka nisam ni nazivao zvezde srpskim imenima, nego sam zadržao imena koja su u nauci primljena".[28]

Odličan uspeh na studijama i izuzetna darovitost za rad u laboratoriji, učinili su da posle završenih studija na Velikoj Školi 1881. godine Djordja Stanojevića profesor fizike Kosta Alković zadržava na Katedri za fiziku za asistenta pripravnika. Za godinu dana rada uz profesora Alkovića, Stanojević je pripremio i položio profesorski ispit (fizika, mehanika i nemački jezik), tako da od 1883. godine dobija postavljenje za profesora fizike u Prvoj beogradskoj gimnaziji.

Stanojevićev razvoj u nauci, na Vojnoj akademiji, Velikoj školi i Univerzitetu u direktnoj je vezi sa stavovima profesora Koste Alkovića. Školovan na strani u matematičkim i fizičkim naukama,[29] Alković je u Stanojeviću zapazio sposobnosti čoveka koji će moći da obrazuje i vaspitava mlade ljude, da kod njih razvije ljubav prema nauci. Stanojević je Alkovića zaista i nasledio najpre na duž-

---

[28] Isto, str. VIII.

[29] O školovanju i dolasku Koste Alkovića na Licej, odnosno

nosti profesora fizike i mehanike na Vojnoj akademiji 1887. godine,[30] zatim na dužnosti profesora fizike na Velikoj školi 1893. godine i najzad kao direktora Fizičkog instituta na Velikoj školi.

Još kao student Stanojević je otpočeo rad na popularisanju nauke. U časopisima "Prosvetni glasnik", "Otadžbina" i dr., objavljuje svoje prve tekstove i na potpuno nov način približava rezultate nauke širem krugu čitalaca. Posle jednog čitavog pokreta u našoj nauci, kada su prosvetitelji Emanuel Janković (1758-1791), Orfelin (1726-1785), Dositej (1739-1811), Atanasije Stojković (1773-1832), Joakim Vujić (1772-1847) i drugi pisali radove iz nauke sa ciljem da u narodu razbiju sujeverja, zablude, - 8o-tih godina prošlog veka javlja se Djordje Stanojević sa novim odnosima u popularizaciji nauke koji su se pre svega zasnivali na pravom znanju. Sa pojavom Djordja Stanojevića popularna nauka u našoj sredini dobija pravo značenje. Radovima "Fonograf-Telefoto", "Telefon-Mikrofon", "Kako postaje pomračenje" i dr., Stanojević znatno utiče da javnost ovlada najtežim pojmovima i rezultatima nauke i tehnike onoga vremena. Ovim radovima Stanojević otkriva i probleme koji ga okupiraju i koji će biti trajno prisutni u njegovim istraživanjima. Prvi Stanojevićevi popularni članci iz telegrafije, fizike Sunca, fotografije,

Veliku školu najboje pogledati arhivsku gradju Ministarstva prosvete za 1861.i 1862.godinu (Arhiv Srbije).

[30] Spomenica Vojne akademije 185o-1925, Beograd 1925.

elektriciteta, energije, dokazuju opredeljenje u nauci i tehnici, a ujedno bili su i neophodni prethodni korak ka prilaženju Teslinom stvaralaštvu.

U prvim godinama rada Srpske književne zadruge Stanojević objavljuje knjigu "Iz nauke o svetlosti"[31] i dosledno svom ličnom stavu prema popularizaciji nauke izlaže osnove nauke o svetlosti. Kako ovakvu vrstu radova obično prati i istorijski osvrt, Stanojević je u ovoj knjizi dao i razvitak same nauke o svetlosti, te je ovo delo značajno i za samu istoriju nauka. Stanojević je ovom knjigom još 1895. godine očigledno pokazao kako se iz prirodnih i egzaktnih disciplina može čitava jedna naučna oblast približiti običnom čitaocu. Pisana lepim i pristupačnim stilom, ona je pokazala i dokazala da je naš čitalac već odavno napustio tekstove prosvetitelja koji su na vrlo naivan, ali za svoje vreme opravdan način, posrbljavali strane tekstove iz nauka, želeći da polupismenom i nepismenom narodu objasne mnoge pojave u prirodi i nauci. Stanojević se više ne bavi pitanjima "da li dugu iza planine neka zver jede?", kao što je to morao da čini Atanasije Stojković u svojoj "Fisici" (Budim 18o1) boreći se protiv sujeverja i raznih zabluda. Stanojević normama i zahtevima savremene popularne nauke izlaže nauku o svetlosti.

Kao državni pitomac Ministarstva vojnog, Stanojević je na specijalizaciji u Berlinu, Parizu, Hamburgu, Londonu

---

31 Dj.M. Stanojević: Iz nauke o svetlosti, SKZ, knj.28, Beograd 1895, str. VIII+257.

i Petrogradu. Spajajući svoja interesovanja u nauci sa mogućnostima koje su mu pružale studije van zemlje, Stanojević bira astrofiziku, fiziku Sunca za užu oblast proučavanja. U to vreme (1884-1887) bio je na pravom putu da se razvije u izuzetnog istraživača Sunca. Radeći kod čuvenog astrofizičara Žansena (Pariska astrofizička opservatorija) koji je 1875. godine započeo proučavanje Sunca, Stanojević je došao do veoma važnih otkrića u fizici Sunca. Za nepune tri godine objavio je više naučnih rasprava u Pariskoj akademiji nauka, ušao je na velika vrata u nauku o Suncu, a pri kraju specijalizacije, avgusta 1887. dobija mesto izaslanika Pariske opservatorije na posmatranju potpunog pomračenja Sunca u Petrovsku (Jaroslavska gubernija).[32] A nešto docnije, kada je već bio u Beogradu gde je po završetku specijalizacije morao da se vrati i postane profesor fizike i mehanike na Vojnoj akademiji, 1889. godine, Pariska opservatorija poziva ga da učestvuje u radnoj grupi koja će ispitivati Sunce u Sahari. Na ovim istraživanjima profesor Stanojević proveo je tri meseca.[33]

Po povratku sa specijalizacije, 1887. godine kada je želeo da svoje naučne rezultate o Suncu objavi i na našem jeziku, naišao je na otpor. Tek osnovana Srpska kraljevska akademija sa svojom Akademijom prirodnih nauka

---

32 Dj.M.Stanojević: Netačno praznovanje Vaskrsenja u pravoslavnoj crkvi i reforma kalendara, Beograd 1908.

33 Katedra za fiziku, Sto godina Filozofskog fakulteta 1863-1963, Beograd 1963, str. 529.

odbila je da publikuje istraživanja Djordja Stanojevića.[34]

U ovakvim uslovima, Djordje Stanojević neželjeno napušta dalji rad na čistoj nauci i posvećuje se praktičnim problemima svoje zemlje. Poznavajući radove Nikole Tesle, Stanojević još aktivnije prilazi problemima elektrifikacije i industrijalizacije Srbije. Na Velikoj školi, docnije i Univerzitetu, organizuje remontnu službu za elektromotore, po prvi put kod nas uvodi fotografiju u boji (1896),[35] a iz svojih sredstava realizuje stečaj za tipizaciju seoskih domova. Posebnu pažnju poklonio je podizanju i eksploataciji hidroelektričnih postrojenja u Srbiji. Izvršio je elektrifikaciju Užica, Leskovca, Čačka, Beograda. Učestvovao je na izgradnji prve hidrocentrale u Srbiji na Djetinji kod Užica, kao i fabrike tkanina za preradu kudelje u Vučju kod Leskovca.[36]

U vremenu ogromnih napora da Srbija predje na novi sistem mera uvodeći Zakon o metarskim merama (1.decembra 1873) sa odlaganjem njihove primene sve do osamdesetih godina, kao fizičar Djordje Stanojević nije ostao po

---

34 Videti Dj.M.Stanojević: Sunčeve fotosferske mreže pred kraljevsko-srpskom Akademijom prirodnih nauka, Beograd 1888.

35 Dj.M.Stanojević je 19ol. godine u Beogradu objavio knjigu Srbija u slikama (fotografski snimci u boji) sa predgovorom Bogdana Popovića.

36 Podrobnije videti u knjizi Dj.M.Stanojevića: Električna industrija u Srbiji, Beograd 19ol, str. 68.

po strani. Suprotno matematičaru Dimitriju Nešiću koji je sam Zakon o metarskim merama preneo iz Belgije i posrbio[37] i na najelementarniji način izlagao nove mere za potrebe širih slojeva naroda[38] a u situaciji kada se običan čovek naviknut na stare mere i ugledni profesori Velike Škole i akademici (npr. Ljubomir Klerić) odupiru metru, kilogramu i litru, - Stanojević u takvoj atmosferi piše obimnu studiju o merama izlažući potpunu dimenzionalnu analizu.[39] Knjigu o merama iz 1888. godine Stanojević je pisao kao profesor fizike na Vojnoj akademiji u Beogradu. Njome je pokazao potpunu savremenost pogleda na nauku i neophodan "korak unapred". Nije dozvolio sebi da ga uznemireni talas rasprava o merama spusti na neophodnu trivijalnost svakidašnjice. Sa "Apsolutnim merenjem" iz 1888. godine profesor Stanojević je dobio značajno mesto u istorijskoj metrologiji našeg naroda. Pisano veoma savremenim jezikom i sa odgovarajućim stepenom stručnosti, može koristiti i današnjim istraživačima u dimenzionalnoj analizi.

Stanojevićev rad na Velikoj Školi i Univerzitetu, gde je uspešno predavao eksperimentalnu fiziku, i obaveze kao dekana Filozofskog fakulteta (1909-1913) i rektora Univerziteta (1913-1921), nisu mogle da ga spreče da i dalje radi na izgradnji privrede Srbije. Pokreće industriju

---

37 D. Trifunović: Metrologija i instrumentalna matematika u delu Ljubomira Klerića, Godišnjak grada Beograda, knj. 22, Beograd 1975.

38 D. M. Nešić: Metričke mere, Beograd 1874.

ledara i u tom cilju 1903. g. boravi u Parizu gde je osnovano Medjunarodno udruženje za hladnoću. U 1907. godini kod nas je osnovana Komisija za industriju hladnoće kojom je rukovodio profesor Stanojević. Godine 1910. učestvuje na 11 medjunarodnom kongresu (Beč), gde je naša zemlja dobila posebno priznanje za postignute rezultate u industriji hladjenja.[40]

U stalnom pokretu, u osvajanju novih znanja i njihove primene u privredi svoje zemlje, godine 1921. boravi u Parizu radi proučavanja nekih tehničkih rešenja u vazduhoplovnoj tehnici. Tu ga je i zadesila smrt.

Delo profesora Djordja M. Stanojevića pripada prošlosti i njegovi rezultati se ne poriču. Oni su u našem vremenu prevazidjeni, ali i prisutni u mnogim oblastima nauke i tehnike. Teslin odnos prema domovini i svom narodu mora se uvek pominjati uz obavezno prisustvo Stanojevićevog dela; današnja kod nas razvijena hidrogradnja sigurno prihvata kontinuitet ove industrije od prvih Stanojevićevih radova na Djetinji; industrija rashladnih uredjaja u Stanojevićevom delu imala je izuzetnog pionira; fotografija u boji u našoj sredini vezuje se za Stanojevićevo ime; pored Mihaila Petrovića i Koste Stojanovića Djordje M. Stanojević imao je najjače rezultate u matematičkoj fenomenologiji.

---

39 Dj.Stanojević: Apsolutno merenje za slušaoce Velike Škole i profesorske kandidate, Beograd 1888, str. 174.

40 J.Simončić: Anali o hladnoći, Tehnika hladjenja 1 (1957), 1.

6. KOSTA STOJANOVIĆ

Po našem mišljenju Kosta Stojanović je posle Mihaila Petrovića najizrazitiji ispitivač analognih pojava i matematičkih modela u nauci, prirodi i društvu. Studirajući u isto vreme i u istoj generaciji sa Petrovićem, Stojanović je pretrpeo isti uticaj u smislu sticanja univerzalnog znanja i nalaženja j e d i n s t v a medju prirodnim i matematičkim naukama, a što se nastavnim planom na Velikoj školi i predvidjalo.[1] Iako se docnije izjašnjavao protiv slabe naučne organizovanosti i znanja koje daje Velika škola,[2] Stojanović je kao i Mihailo Petrović, na Velikoj školi dobio početne impulse za istraživanja prirode.

U prvoj deceniji ovog veka Stojanović je već potpuno zaokružio ovakve poglede. On je već objavio svoja dva osnovna dela "Tumačenje fizičkih i socijalnih pojava"[3] i "Osnovi teorije ekonomskih vrednosti"[4] koja su za studiju matematičke fenomenologije u njenom delu

---

1 Pogledati "Poreklo matematičke fenomenologije" u I delu ove studije.

2 U svojoj autobiografiji Stojanović je pisao: "Slobodno se može reći da je malo djaka prošlo kroz našu veliku školu i neznajući ni suštinu pitanja, kojima se nauke bave, koje su oni slušali, a kao dobri poznavaoci isti ocenjeni" (Zaostavština K.S.,fas.L/12).

najobuhvatnija i izvorna. Bilo nam je dostupno da evoluciono pratimo ova istraživanja kod Stojanovića.[5] Pri ovakom radu doznali smo dva osnovna, ključna trenutka u razvitku ovih problema u Stojanovićevom delu:

(i) Kosta Stojanović se problemima modelovanja prirodnih i društvenih procesa i matematičkog opisivanja ekonomskih pojava bavio još na studijama na Velikoj školi (1885-1890) i studijskom boravku u Parizu (1893);

(ii) Doškolavanje, odnosno dalje specijalističko učenje van zemlje bilo je kobna prepreka od koje se Kosta Stojanović do kraja života nije mogao da oslobodi.

Obrazložimo ova dva uočena momenta u delatnosti Koste Stojanovića.

✱

(i) U Parizu (1893) Stojanović je izuzetno mnogo okupiran osnovama matematike, filozofijom matematike i opštim željama da različite pojave i procese opiše matematičkim jezikom. Recimo, on detaljno proučava o s e ć a - n j a kod čoveka i posle opštih razmatranja o osećanju prelazi na iznalaženje matematičkog modela za osećanje.

---

3 Beograd 1910, str. 283.

4 Beograd 1910, str. 193.

5 Zahvaljujući akademiku Pavlu Saviću autor ove studije dobio je svu naučnu zaostavštinu Koste Stojanovića od porodice Stojanović. Ova zaostavština sadrži oko 4000 listova objavljenih i neobjavljenih tekstova Koste Stojanovića.

✱

Izlaganje Stojanovićevo zanimljivo je iz više razloga, anticipativno u smislu nekih današnjih radova, a pre svega u primeni funkcionalnih odnosa medju pojavama koje odredjuju osećanje. "Neka su x_1, x_2, x_3, ..., x_n količine koje odredjuju ma koju prirodnu pojavu, koja akcijom svojom proizvodi u nama ma kakav osećaj, preko čula. Bitnost same pojave u prirodi uslovljena je naočitim odnosom izmedju tih količina. Obeležimo taj odnos znakom

$$A : \varphi(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = o$$

Ovaj nam znak obeležava budi kakav odnos budi koje fizičke pojave. Mi znamo da od tog odnosa zavisi sama pojava, njene osobine i kvalitet. A kvalitet je njen uslovljen kvantitetom i r e l a c i j o m kvantiteta tih količina.

Neka sada fizička pojava, koja je izražena odnosom $\varphi(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ i koju ćemo kraće zvati od sada φ ili A, izazove kakvu psihičku pojavu, preko naših čula - izvesno osećanje B. Osećanje B zavisi takodje od izvesnih uzroka. Obeležimo te uzroke y_1, y_2, $y_3, \dots, y_n$. Označimo zavisnost tih uzroka jednom funkcijom

$$B: \Psi(y_1, y_2, y_3, \dots, y_n) = o .$$

Uzroci $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ zavise na izvesan način od $\varphi(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, jer se osećaj proizvodi fizičkom pojavom. Izmedju y_1, y_2, $y_3, \dots, y_n$ i φ mora postojati izvesan odnos, koji ćemo obeležiti sa

$$C:\Phi(y_1,y_2,y_3,\ldots, y_n,\varphi) \text{ ili}$$

$$\Phi[x_1,x_2,x_3,\ldots, x_n].$$

Poslednja funkcija prirodom svojom precizira nam osećaj proizveden fizičkom pojavom φ, a u isto vreme nam kaže, da je Φ osećaj zavisan od količina $x_1,x_2,x_3,\ldots, x_n$. Odnos tih količina je ovde izmenjen nekom prirodom, to je ono subjektivno što se na samom osećanju opaža, dok u glavnome opet postoji odnos količina, od čega zavisi kvalitet osećanja".[6]

Ovakav način matematičkog opisivanja koje izlaže Stojanović jeste takozvano nepotpuno modelovanje pojave na izabranom jeziku matematičke simbolike. I pored nezavršenog modelovanja, ovo što je Stojanović započeo još 1893. godine u vidu studentskih beležaka, ovaploćuje se danas u radovima iz matematike umetnosti, gde se za doživljaj jednog umetničkog dela koristi neka od algebarskih struktura.[7]

Na istom mestu gradje, gde je bio i rukopis o osećanju, nalazimo i Stojanovićev p r o g r a m rada.

"Pitanja koja hoćemo da rešimo svode se na ovo:

1. Da li su osnovi matematički različiti ili ne;

2. Koji su to osnovi: tačka (prostor), vreme, odnos, broj;

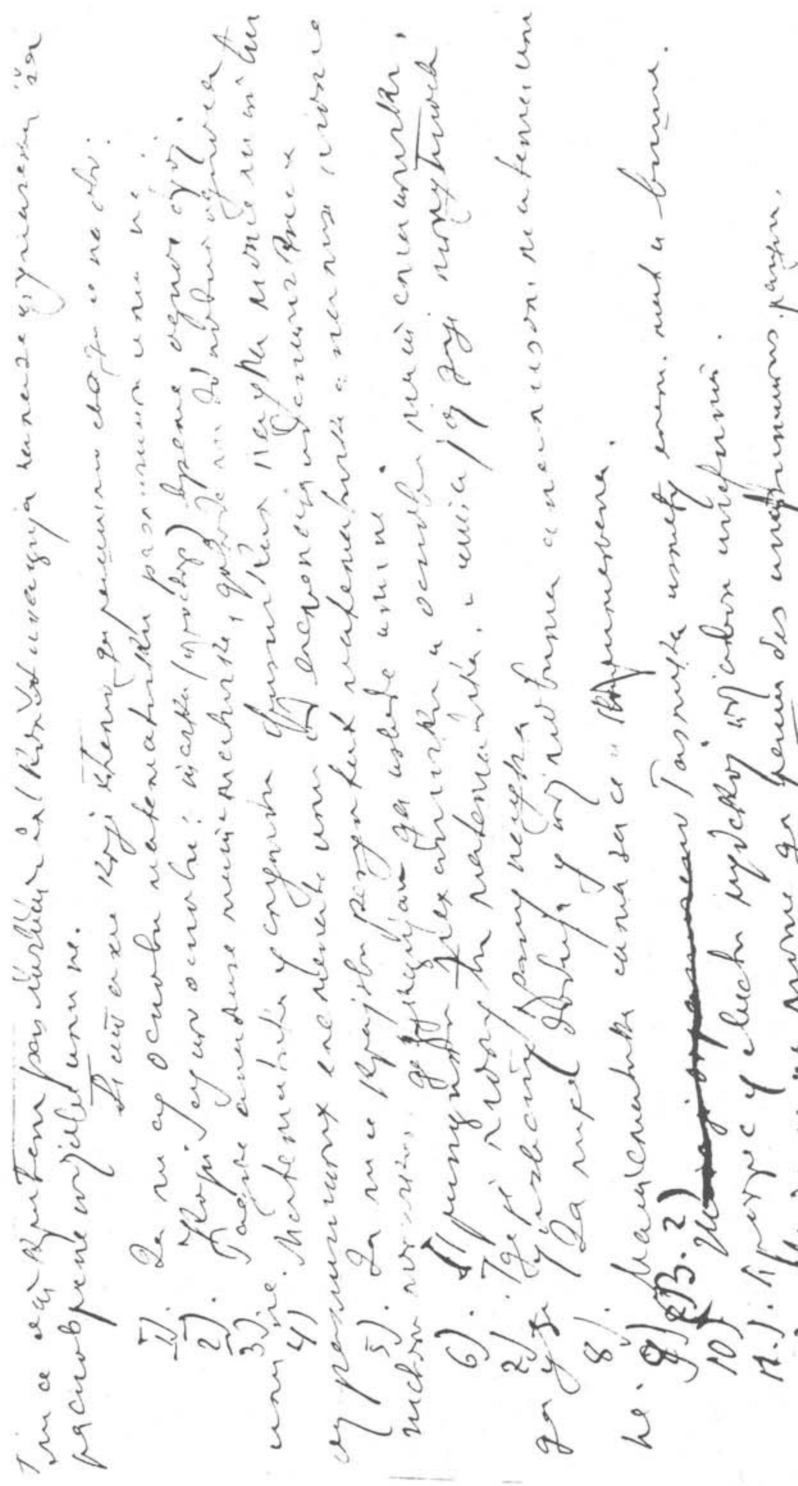
3. Radnje analize matematičke, dovode li do novih odnosa ili ne;

4. Matematika u službi fizičkih nauka može li poći

---

[6] Zaostavština K.S., fas. 1, 1893.

[7] Konsultovan časopis "Bit" 1(1968)-8/9(1972), Zagreb.



Sl.2o.- Autograf Stojanovićevog p r o g r a m a
iz 1893. godine.

od različitih elemenata ili od elemenata identičkih;

5. Da li se krajnji rezultat matematičke analize može nekom logičkom dedukcijom da izvede ili ne;

6. Principi mehanički i osnovi matematički;

7. Gde je moguća matematika i šta joj daje mogućnost da udje u izvesnu granu nauke;

8. Da li se dobija u pojmovima analizom matema(tike) ili ne;

9. Matematika sama za se. Primenjena.

10. Razlika izmedju elem(entarne) mat(ematike) i više;

11. Progres u svesti ljudskoj pojavom .....;

12. Šta se ne može da reši bez infinitez(imalnog) računa.

To su tačke na koje ćemo i odgovoriti".[8]

Izloženi program iz 1893. godine važan je ne samo stoga što otkriva Stojanovićeva htenja u pariskom periodu, već nagoveštava budući rad. Ovo je pravi i stvarni program Stojanovićevog kretanja u nauci. Ova pitanja zadiru u suštinu osnova matematičke fenomenologije. Recimo, kada Stojanović postavlja pitanje "Matematika u službi fizičkih nauka može li poći od različitih elemenata ili od elemenata identičkih", on time naslućuje d a m o r a postojati "nešto" čime bi se u fizičkim naukama pojave oslobodile materijalnog značenja i tako proučavale. On to "nešto" u pro-

[8] Zaostavština K.St., Fas.1, 1893, 2.

gramu naziva "različito" i "identično". Kao što je poznato, i Mihailo Petrović je postavio ovo pitanje i sveo ga na dva osnovna fenomenološka pojma: mehanizam pojave i analoško jezgro (zakon aktiviteta). Ovo ćemo docnije i kod Stojanovića naći kada ispituje ekonomske pojave dovodeći ih u sličnost sa termodinamičkim pojavama.[9]

Ovaj program Stojanović će do kraja svoga veka uspeti da ispuni i za sobom da ostavi još dosta otvorenih pitanja.

Kao student IV godine Velike Škole radi na problemu sociologije, gde kao metod proučavanja socijalnih pojava uvodi načela fizike, tačnije mehanike sa odgovarajućim matematičkim opisivanjima. Tako, 12. septembra 1888. u Aleksincu nailazimo na njegov rukopis "Sociologija kao nauka",[10] gde obrazlaže gore navedeni metod izlažući "Odnošaj društvenih nauka prema ostalim naukama, pretres elemenata socijalne nauke, nekoliko važnijih problema iz društvenih nauka". Sa stanovišta naših istraživanja, u ovom rukopisu je posebno karakteristično mesto gde Stojanović uvidja da se socijalne pojave mogu proučavati putem s l i č n o s t i sa fizičkim pojavama. On u odeljku "Sličnost izmedju fiz(ičkih) pojava i socijalnih" doslovno piše: "...

9 Na istom mestu gde je izložen ovaj program, sačuvan je rukopis "Da li su osnovi matematički različiti ili ne" kao odgovor na prvu tačku programa. Ovaj rukopis iz 1893. godine je veoma aktuelan, zanimljiv i zaslužuje da bude danas objavljen.

10 Zaostavština K.S., fas. 2, 1888.

Svaki čovek u društvu je atom, društvo je materija, zakoni po kojima bivaju procesi socijalni pod upliv.... sila, slični su sa zakonom po kojima bivaju procesi izmedju materije i sile u fizičkom svetu".[11]

Na kraju studija u Beogradu Kosta Stojanović radi na obimnom rukopisu "O važnosti matematike u vaspitanju", gde deo o matematičkim sredstvima (pomagalima) ima značenje analognih modela.[12]

U vremenu pripravničkog staža na Velikoj Školi kod profesora Koste Alkovića (1889/9o - asistent za fiziku),[13] Kosta Stojanović sprema profesorski ispit,[14] intezivno radi na proučavanju literature. Ovde je sačuvan jedan rad iz linearnih diferencijalnih jednačina $L_n(y)=o$, a ono što je za sadržaj naše teme bitno, on i dalje ne napušta svoju osnovnu preokupaciju u nalaženju matematičkih modela za društvene i ekonomske pojave.[15] U rukopisu "O metodama" izlaže potpun matematički model ekonomskog tržišta koje obuhvata bogata i siromašna područja.[15] Izloženo modelovanje je potpuno, a formalni jezik na kome modeluje tržište ne iz-

---

11 Isto, fas. 3, 1888.

12 Isto, fas. 14, 1889.

13 "Letopis", str. 78; AS, VŠ, 1889,126(2.oktobar 1889).

14 Oktobra 6, 189o. Stojanović je postavljen za profesora pripravnika u Niškoj gimnaziji i ubrzo polaže profesorski ispit.Za ovaj ispit obradio je temu "Teorija anvelopa kod krivih linija i površina (Nastavnik 1(189o), 3o8).

15 Zaostavština K.S., fas. 6, 189o; fas.53,189o.

lazi iz okvira matematičke analize. Ovde sprovedena analiza modelujućih parametara potpuno otkriva Stojanovićevo veliko poznavanje ekonomske nauke. Ovaj rad iz 1890. godine definitivno je odlučio da se Stojanović u docnijem radu opredeli za ovakve probleme koje će i uspešno rešavati.

Sa nekoliko izloženih primera pokušali smo da dokažemo da se problemi modelovanja, kao i analogno posmatranje pojava u prirodi i društvu, javljaju kod Koste Stojanovića još u školskom periodu. Sva docnija Stojanovićeva opredeljenja u nauci i ekonomiji rezultat su intezivnog rada i izuzetne obdarenosti još iz studentskih dana.

✸

(ii) Ime Koste Stojanovića bilo je, i danas je poznato našoj javnosti ali je to ipak bio i ostao matematičar o kome se najmanje zna. Na neki način njegov naučni život ostao je obavijen tamom tako da je trebalo dosta vremena da se on rekonstruiše u detaljnijim crtama koje bolje objašnjavaju i njegovo naučno delo. Može se reći da u ovom trenutku ostaje još ponešto nerazjašnjeno, osobito iz vremena školovanja i studija, ali da kasnije godine, pogotovo posle povratka iz Lajpciga, mogu da se prate u kontinuitetu i danas ne predstavljaju problem za istoriju nauka.

Odličan uspeh na studijama u Beogradu (1889), ambiciozno i temeljno izučavanje literature, asistentura na Velikoj školi (1889/90), profesorski ispit (1890) stvaraju želju kod Stojanovića ka daljem usavršavanju van zemlje.

"Kad sam sve završio, što se je u Srbiji imalo svršiti, - pisao je Stojanović, osećao sam sve svoje nedostatke i ocene povoljne mojih nastavnika nisu me zbunjivale niti utvrdjivale u svojem verovanju, da li iznova valja početi studije, baš iz moje struke, iz koje sam profesorski ispit položio. Za ovakvo moje verovanje, bio mi je glavni povod taj, što su često moji napori bezuspešni bili da razumem rasprave iz čiste matematike ili primenjene, koje sam na francuskom ili nemačkom jeziku hteo da razumem."[16]

Posle tri godine rada u Niškoj gimnaziji Stojanović odlazi u Pariz (jun 1893) na jednogodišnje školovanje."Redovno sam posećivao časove iz više matematike, astronomije, mehanike i fizike - pisao je Stojanović. Pored ovih nauka, radi jezika i opšteg obrazovanja slušao sam, kad god sam za to vremena imao, predavanja na Sorboni i Kolež de Fransu iz filozofije, književnosti i istorije. U Parizu sam dobio prave i prve osnove iz matematičkih nauka i video da je sve ono, što sam na našoj velikoj školi učio samo jedan nedovoljan uvod bio za ozbiljnije studije".[17]

Iz jednog pisma ocu Trifunu po dolasku u Pariz zapažaju se p r v a razočaranja, čudni Stojanovićevi pogledi na dalja usavršavanja u matematičkim naukama.[18] U tom pismu od 16. oktobra 1893. piše: "Iz vašeg pisma vidim da će i Mika doći ovamo i ja mu se od sveg srca nadam, jer ma da ovde imam dosta poznanika ipak mi je najmilije dru-

[16] Autobiografija, navedeno, str. 6.

[17] Isto, str. 7.

štvo sa svojim starim drugovima. Moj školski drug za koga vam je Tihomir kazao da je u Parizu za sada nije, a po svoj će prilici doći kroz koji dan. To je jedan od mojih prijatelja vrlo dobrih a posle zajedno se bavimo jednom strukom te će mi on biti mnogo od pomoći. Njemu se kao i Miki mnogo nadam.[19]

Vidim da ste stvari doneli iz Niša. Za one knjige, o kojima mi pišete, nemojte ništa sumnjati, jer sam ih dao na poslugu jednom svome kolegi.

Kao što sam vam predje pisao škola nije još otpočela, a počeće 1-og Novembra. Ja se redovno neću upisivati nigde, jer za godinu dana ne mogu ništa da svršim. Posle, i kada bih i hteo što da svršim bilo bi izlišno jer sam ja već profesor i ne mogu biti ništa više. Ono što sam već jedanput polagao morao bih još jedanput polagati iznovo. To je samo gubiti vreme i ništa više. Sve što bih mogao učiniti to je da se potrudim da budem doktor iz svoje struke, no ja to smatram, kao što jeste u samoj stvari, za golu titulu, koja nigde kao i ovde nema nikakve vrednosti. Posećivaću samo čuvenije profesore iz svoje struke i to iz

---

[18] Zaostavština K.S., fas. P.a.

[19] Ovde Stojanović misli na Mihaila Petrovića koji je u Parizu već stekao lisans matematičkih i lisans fizičkih nauka. O Petroviću Stojanović je u svojoj autobiografiji zabeležio: "Tu sam se našao (u Parizu - p.p.M.T.) sa svojim drugom Mih. Petrovićem, koji je već svršio.... i spremao za doktorsku tezu iz matematike i razgovor sa njim i upućivanje sa njegove strane mnogo su doprineli

onih partija, koje sam malo ili ni malo slušao i to je sve".

Jedno kasnije pismo ocu (5.mart 1894) pokazuje da pored samostalnog istraživanja literature u Pariskim bibliotekama, Stojanović prilježno pohađa predavanja na Pariskom univerzitetu. "Od 1-og marta je ovde počeo drugi semestar. Kroz koji ćemo se dan raspustiti za ovdašnji Uskrs.

O Parizu za sada nemam šta osobito da vam pišem do to da je od 5 og. marta počeo predavanje jedan profesor, koji spada u najstarije profesore u Evropi. Taj se profesor zove Hermit, i ima blizu 80 godina. Vrlo je čuven matematičar i veoma se radujem što sam ga mogao čuti. Istog je profesora naša vlada ove godine odlikovala ordenom Sv. Save II-og stepena, mislim, da se sećate ako vam je to palo onda u oči. Što je čudnovato to je, što je ovaj starac vrlo svež i pametan, a to je retkost u ovim godinama. Ko zna možda mu je ovo poslednja godina profesorovanja".[20]

Nezadovoljan što mora da napusti dalje usavršavanje, Stojanović u pismu svom stricu Risti (24.jun 1894) iznosi stavove prema Velikoj Školi.[21] "Iz vašeg pisma vidim da su raspisane izvesne katedre na Velikoj Školi, no sve to za mene nema nikakvog interesa.[22] Katedru iz matematike, na ko-

---

mome kompletnom ulaženju u predmet radi koga sam došao u Pariz" (str.7)

20 Zaostavština K.S., fas. P.b.

21 Zaostavština K.S., fas. P.d.

ju bih mogao aspirirati, ne interesuje me za sada. Ja nalazim da bi sa moje strane bilo i suviše drsko i neskromno da se javljam za jednu katedru, na koju će već da aspiriraju najmanje dva doktora matematike.[23] Znam sigurno da sam u svoje vreme došao ovamo, da bih i ja mogao sa istom kompetencijom sad da se javim, ali kad to nije bio slučaj, za sad se zadovoljavam samo time što ću moći na strani da proučim temeljno onaj predmet, za koji sam se toliko godina spremao, a to je matematika.

Što se Velike Škole tiče, ja na nju ni najmanje ne pomišljam niti se spremam da na nju dodjem. Kao što vam rekoh, imam pred očima samo temeljnu spremu, a uveren sam da se do spreme može doći i nemajući propisne zakonske titule.

Javio sam vam da sam nameran da ponovo tražim još jednu godinu osustva. Molbu sam već uputio Ministarstvu i nadam se da je već u Beogradu. U molbi sam tražio Beč, i ako mi bude odobreno biću iduće godine bliže Srbiji, te će mo se moći češće vidjati. Tražio sam da mi se što je moguće pre pošalje putni trošak od Pariza do Beča, jer sam

---

22 Ovaj konkurs za profesora matematike na Velikoj Školi objavili smo u "Letopisu" str. 125 i kao što je poznato, dobio ga je Mihailo Petrović.

23 Ovde Stojanović misli na Petra Vukićevića koji je u Berlinu završavao doktorsku disertaciju, Djordja Petkovića koji je spremao doktorski ispit u Beču i na Mihaila Petrovića.

nameran da ferije provedem u Beču, i da se spremim za predavanja iduće godine".

Po dolasku u Beograd sa studija u Parizu (1894), Stojanović radi kao profesor matematike u II beogradskoj gimnaziji. Želja da ne napusti dalji rad u matematičkim naukama, odvela je 1897. godine Stojanovića u Lajpcig, ali sada sa ciljem sticanja najvišeg naučnog stepena."Bio sam već kod profesora i razgovarao da li ću moći za godinu dana da položim doktorat i on mi je rekao da će tu stvar izneti u sednici i da će mi pozitivno odgovoriti u četvrtak. Nadam se da ću na ovo imati pravo, prema ranijim primerima".[24] Ubrzo u Lajpcigu dolazi u melanholično stanje, rezignaciju, pun gneva i razmišljanja o svojoj daljoj sudbini. U Lajpcigu se razboleo i posle tri meseca morao je da se vrati u zemlju. Iz ovog perioda sačuvano je jedno Stojanovićevo pismo rodjaku Paji (9. februar 1897) koje potpuno odredjuje njegove poglede na život i nauku. Donosimo ovo pismo u celosti.[25]

"Dragi moj Pajo. Čudićeš se što ti ovako često pišem, ali moram, jer nemam skim ovamo razgovarati, naročito o ovome o čemu ti mislim pisati.

Dok sam u Srb. bio bojao sam se da me ne snadju ove misli, koje su me od juče spopale, i koje će me izvesno baciti u apatiju krajnju. A to je šta ću dobiti ako baš i položim doktorat pa se moradnem vratiti u Srbiju. Opet da budem profesor, ah ta me misao do ludila dovodi, jer i sam

24. Zaostavština K.S., fas. P.e.

25. Isto, fas. P.ž.

znaš da je to užasni položaj, kao i svi što su činovnički položaji. Pa baš i profesor V. Škole, što je vrlo sumnjiva stvar jer ima već dvojica za matematiku, koji mogu danas sutra to da postanu, a ja opet u gimnaziju, ne bi bila za mene bog zna kakva uteha, niti to laska imalo mojoj sujeti. Ja sad kao i uvek, čeznem samo za n zavisan položaj, za položaj gde ću ja moći raditi, što mi se svidi, gde ću dovoljno zabave naći i uživanja u poslu. No kako da budem nezavisan, kako da se osposobim, da mogu nezavisno živeti, to je pitanje koje mi se stavlja i o kome ću ti govoriti. Na ovo bih pitanje znao odgovoriti vrlo lako da mi se je stavilo pre lo godina, kad sam se imao rešiti koje ću zanimanje izabrati, ali je danas, u ovim prilikama, vrlo teško na njega odgovoriti.

Moj život prošli trebao me je naučiti da ne računam na zablude, ali mi izgleda da ja po malo još u njima živim. Ja polazim od onoga što je bilo i od onog osećanja u kome sam se u Srbiji nalazio i pitam se šta treba da uradim pa da se to više ne povrati. Evo kako sam se rešio.

Verovatnoća je veća da se moram vratiti u Srbiju no inače. Ove ću godine uložiti ogroman trud i hoću da imam uspeha. Ako taj trud uložim na izučavanje matematike uveren sam da onog uspeha, koji ja od rada zahtevam neću imati. Baš i da sve postignem, što mi je izmaklo za tako dugi niz godina, iz matematičke bogate literature i da postanem čuveni svetski matematičar, opet te čeka sudbina profesora, a ona je gorka ma gde. Ovde me naročito položaj S.Lie baca u ove ideje. To je jedan od najgenijalnijih matematičara ovog veka, pa i on je prema onome što ja tražim od uloženog rada, u mizernom položaju. Sem slave nikakve više utehe. Njega sluša jedan maleni broj, doista izabranih slušalaca, a ja bih hteo da ih imam na milione. Ja ne prezam od borbe, od rada, od patnji ni od čega, ali hoću duševnog spokojstva, ako ničega drugog nemam od nauke, a to mi matematička simbolika logike neće dati. Nauka tiha, spora, mrtvih ideja, puna problema mogućih i nemogućih da se reše, ali to nisu problemi života, stvarnosti, rada i borbe, već problemi kuriozni i interesantni za mirna čoveka, za čoveka ne ranjenog, za onoga koji nije prekidan u radu, i koji bar nije takvog sklopa da je drugojačije svet osetiti mogao, možda i u vrlo malim i ništavnim neuspesima, kakav sam ja bio.

Ako se vratim u Srbiju i budem mogao biti prof. V. Škole, rešio sam se da budem profesor čiste filosofije, matematike nikako. Na filosofiji sam radio mnogo i nesumnjam u uspeh, kao što nesumnjam u uspeh ni u matematici, ali računam da nema smisla uložiti jedan ogroman trud, pa na kraju krajeva biti nezadovoljan. Filosofiju volim i s toga što ću imati više slušalaca, što ću moći govoriti i što ću u njoj naći one utehe, koje mi matematika ne može dati. Na ovo sam se rešio i stoga, što ima više izgleda da ću biti profesor Vel. Škole no inače, a to nije iluzija, sa kojom ne treba računati. Ako filosofiju ne uzmem, onda ću bar fiziku uzeti kao glavni predmet ali matematiku kao glavni svakako isključujem.

Druga je kombinacija rešenja ovoga pitanja da slušam prava. Neznam još koliko mi semestara treba pa da mogu polagati doktorat pravni, ali ako mi treba više od 3-4, na ovo ću se prvo rešiti. Kad svršim prava i u Srbiji postanem advokat, onda sam tim već dobio onu samostalnost, koju mi nijedno drugo zanimanje ne osigurava. Kao advokat imam i mnogo veće polje rada i mnogo više borbe i kad sve apsorbujem što mi ma i mali zapleti društveni u Srbiji mogu kao hrana pružiti u tome poslu, biću po svoj prilici zadovoljniji no inače. S toga premišljam i ako povoljni uslovi budu za prava, tamo ću prvo otići.

To su dve kombinacije. Ni jednu ni drugu ne bih izabrao da sam ranije imao mogućnosti da biram. U svoje bih vreme izabrao tehniku ili medecinu i sa tim bih postigao ono za čim žudim. Put bi mi bio otvoren na sve četiri strane sveta i ja se ne bih premišljao da li da se vratim u Srbiju. Ali to više nije slučaj. Ja nemam sredstava da jedno od toga sada dovršim, ma da su i godine prošle, i moram prestati da mislim o onome što je trebalo biti, već preći na ono što može biti.

Eto to su te misli o njima ti pišem jer me ti poznaješ dobro i moćićeš me razumeti, svakome bi drugom izgledale smešne, i za to ćeš ovo čuvati kao veliku tajnu, jer bi mi moglo mnogo naškoditi kad bi se saznalo. Ti razumeš i moju uzrujanost i od kuda ova promena u gledištu predmeta, jer nije nova tema za nas, mi smo o njoj i ranije govorili, i pitali smo se češće čim bi se moglo izbeći profesorski monotoni položaj.

Ako se nijedna od ovih kombinacija ne ostvari, ako sve odleti u vazduh, jer je sve pod pitanjem, onda kad se u Srbiju vratim mogam dati ostavku na svoj položaj i baciti se na politiku, kao poslednji teren mog dejstvovanja gde ću i završiti karijeru. Čak i tu, mislim, da ću naći u onoj glupoj borbi, više duševnog spokojstva, no u makojoj grani nauke kao profesor.

O ostajanju na zapadu nema mogućnosti. Najviše što bi se moglo biti za prvih 5-1o godina to je docent, a to je slaba uteha. Medjutim samoga sebe bez uzroka, a to bi moralo biti kad bih i danju i noću radio nad knjigom, i bočio se sa formulama, pa biti siromah docent, pa čak i profesor u svojoj 5o godini, znam da bi mi se otimali, češće i češće uzdisaji nespokojstva duševnog, jer ne bih nikada bio zadovoljan, pošto biti profesor ma gde nije za mene uteha. A i to je sve pod pitanjem, ako se ne postignu najpovoljnija očekivanja onda bolovi i udari, kojima bi čovek morao pre vremena podleći. Na zapadu bih mogao ostati kad bih se mogao poduhvatiti kakvog posla, koji bi me materijalno osigurao i doneo kakve prihode, a to sa našim zanatom nikako ne biva. Malo čas sam ti rekao za S.Lile da on uliva samo rešpekta i divljenja ali ne i zavist njegovog položaja.

Odgovori mi na ovo pismo da vidim šta ti misliš o mojim kombinacijama.

*

(Kaži Jelenku da mu nemam šta novo pisati o kib.fiz. no što sam Nedeljkoviću pisao. Ako on otidne na stranu neka ide u Grac ili Erlangen tamo će za njega po najzgodnije biti. Vasoviću kaži da za njega ovde nema ništa a može naći ono što traži u ma kome mestu gde ima tehnike. Ja sam neprestano tražio knjigu gde ću naći uredjenje svih nemačkih univer. pa da im pošaljem, ali ne mogoh naći, ako nadjem poslaću im odmah.)

Dragi Pajo, mislim da ćeš sve ono što ti rekoh razmeti, kad i ti podješ od toga da čovek nije rodjen da se celoga veka pati, ili kada pati da bar u izgledu ima da će se kad tad zadovoljiti. Do potpunog zadovoljstva se dolazi smrću, i to relativnog pak što se sa manje zabluda čovek bori i računa.

Kroz kratko ću ti vreme poslati jednu raspravu o moralnim zabludama za "Delo".

9/II -97 u Lajpcigu Tvoj Kosta"

I pored ovakve situacije u koju je Kosta Stojanović zapao, pariski i lajpciški period studija izuzetno su važni baš za ove teme koje pratimo u ovom radu. Sa znanjem koje je poneo iz Beograda i Niša, Stojanović je na izvorima mehaničkog pogleda na svet s kraja 19. veka potpuno izgradio poglede o jedinstvu medju raznorodnim naukama. U ovim pogledima i samim rezultatima Stojanović se znatno približio matematičkoj fenomenologiji Mihaila Petrovića, u pojedinim delovima je i prevazišao.

FENOMENOLOŠKI SISTEMI

Najjači Stojanovićev rezultat u fenomenologiji jeste njegovo delo "Osnovi teorije ekonomskih vrednosti".[26] Iz pisma sekretaru Akademije[27] saznajemo da je ovo Stojanovićevo delo Akademiji dostavio lično Mihailo Petrović: "(Univerzitet - Matematički kabinet, Beograd, 10. okt. 1909) Gospodine Kovačeviću, Ako bude sednice u ponedeljak 12. ov. m. (Akad. prir. nauka), molio bih Vas da se na dnevni red stavi i ovo: 1. Rasprava Mih. Petrovića: Jedna opšta osobina koeficijenata Maklorenovih redova, koji zadovoljavaju algebarske diferencijalne jednačine;[28] 2. Rasprava Koste Stojanovića: Osnovi teorije ekonomskih vrednosti; 3. Rasprava D-ra Milorada Popovića: O zavisnosti električne provodnosti tečnih dielektrika od temperature.[29] - Vaš poštovalac Mih. Petrović".[30] Prema referatu M. Petrovića i B. Gavrilovića na sednici Akademije prirodnih nauka od 18.XI 1909. odlučeno je da se Stojanovićev rad objavi kao posebno izdanje.[31]

26 Srpska kraljevska akademija, Posebna izdanja XXXI, Prirodnjački i matematički spisi, knj. 7, Beograd 1910, str. IV+193.

27 Sekretar Srpske kraljevske akademije Ljubomir Kovačević, profesor univerziteta.

28 Objavljeno, Glas LXXIX, 32(1909).

29 Objavljeno, Glas LXXIX, 32(1909).

30 ASANU, Fond SKA, Zapisnici skupova APN za 1909.

31 Stojanovićeva knjiga objavljena je iz fonda Zadužbine

Prema arhivskoj gradji utvrdjen intezivni rad na ispitivanju uzajamnih odnosa naukâ, prirodno je bilo očekivati da Stojanović objavi jedno obimnije delo iz ekonomije, čije će pojave povezati sa fizičkim pojavama. Ova htenja, veoma bliska Stojanovićevim pogledima na svet, ostvaruju se uvodjenjem termodinamičkih procesa koji će biti dovedeni u izomorfne odnose sa ekonomskim pojavama. Za izradu ove studije Stojanović je proučio širu literaturu iz ekonomije gde navodi i radove Marksa, a iz termodinamike radove Apela, Poenkarea, Brinea i dr.[32] Kako nam je bilo omogućeno da pratimo stvaranje ovog dela uporedjujući objavljenu knjigu sa rukopisom, utvrdili smo da je Stojanović uneo puno onih razmišljanja koja je zabeležio još kao student u Beogradu i Parizu. Rericimo, približno čitav uvodni deo knjige nalazi se u studentskim beleškama. Na primer, kada na str. 15 piše: "Društvo uzeto kao fizička sredina, gde ljudi igraju ulogu atoma i molekila, ..." to u potpunosti nalazimo u rukopisu "Sociologija kao nauka", 1888. godine,[33] i td.

Ono što posebno želimo da istaknemo jeste potpuno

Pere K.Jankovića. U zapisniku skupa APN od 14.V 191o. doslovno stoji: "Zadužbini pok. Pere K.Jankovića nije se javio niko na rasp.stečaj. Zadužbina je odlučila da nagradi delo K.Stojanovića "Osnovi teorije ekonomskih vrednosti", pošto je delo g. Stojanovića ocenila ova Akademija kao odličnu raspravu" (ASANU, Fond SKA, 191o).

32 K.Stojanović: navedeno, str. 3-4.

33 V. belešku lo.

jasna Stojanovićeva predstava uloge matematičkih modela u ovakvim slučajevima istraživanja. Jedno matematičko modelovanje koje on naziva "dobijanje jednačina" biće zadovoljavajuće samo ako se pošlo od dobrog stanovišta u opisivanju procesa, a što sve ne isključuje mogućnost promene modela u korist drugog. Matematički model po Stojanoviću samo tumači pojave a ne odgovara i razrešava osnovne događaje i zbivanja u pojavi. "Simvolističku matematiku valja razumeti po vrednosti koju ona ima - pisao je K. Stojanović. Ona u sebi ne sadrži osnove tumačenja pojava već garantuje metod tumačenja, ako su postavke odakle se polazi tačne. Simvolistika daje mogućnosti doći do jednačina, koje služe za odredbu izvesnih količina, ako su druge poznate, koje iskustvo i opažanje može da dâ".[34] Primenjujući ova načela u svojoj knjizi, Stojanović odmah nastavlja: "Suština je ove rasprave da se pokažu izvesne promene u ekonomiji, koje su po sve analoge toplotnim promenama u fizici i kad se utvrdi, ako ne identičnost ono bar analogija izmedju temperature, pritiska i zapremine s jedne strane i tražnje, ponude i vrednosti s druge i pokažu moguće analogije u dva razna domena pojava, da se predje na one velike dedukcije u primeni dva već pomenuta stava o energiji i e n t r o p i j i ".[35]

Ovakva Stojanovićeva opaska početkom ovog veka veoma je prisutna i u današnjim fenomenološkim istraživanjima.

---

34 K. Stojanović: navedeno, str. 14.

35 Isto, str. 15.

Recimo, u osnovnoj strukturi složenog sistema (matematičko modelovanje - kriterijum upravljanja - skup ograničenja) od matematičkog modela Mf ne može se zahtevati da izrazi sve uzročnosti sistema, tj. ovih pojava na koje se primenjuje fenomenološki tretman.

Zašto je Kosta Stojanović izabrao termodinamiku kao model nauke preko čijih će procesa i modelno objašnjavati, meriti i razrešavati ekonomske pojave, odnosno kako kaže Stojanović "apsolutnu i relativnu, prometnu ili ekonomsku vrednost merićemo uvek istim jedinicima fizičkim, jedinicama rada ili toplote"?[36] Po našem mišljenju Stojanoviću je bilo u to vreme implicite poznata i prihvatljiva činjenica da je termodinamika nauka u kojoj se mikrostruktura - haotično stanje termodinamičkog sistema sa svim odredbama otvorenog/zatvorenog sistema može reprezentovati dvojako: 1) primenom jedne statistike koja će "da uredi" ovo termodinamičko haotično stanje u jednu zakonitost i 2) makroskopske veličine (p, t, v) koje se mere i koje su svrstane u osnovne zakone termodinamike potpuno zadovoljavaju reprezentaciju jednog termodinamičkog sistema. Ovome bismo i dodali, a što ćemo nešto docnije i dokazati, da je Sto-

36 K.Stojanović: navedeno, str.3. M.Petrović, na sebi svojstven način sa rešenjima iz tehničke fenomenologije, za ova merenja u ekonomiji najavljuje primenu "uopštenog termometra". "Za njeno je merenje (ekonomske vrednosti - pr.M.T.), šta više, mogućno udesiti i jednu konvencionalnu skalu, potpuno analogu onoj za temperaturu, i gde bi n.pr. apsolutna nula odgovarala ekonomskom stanju u kome su vrednosti nule, gde nema nikakvih razmena, i

janović naslutio pravo značenje termodinamike u objašnjavanju pojava u prirodi i društvu sa fenomenološkog (kibernetičkog) stanovišta uvodeći i analizirajući pojam entropije u jednom fenomenološkom sistemu sa posebnim osvrtom na živa bića.[37]

Kako se u ekonomskom sistemu pojave ponašaju "s l i č n o" kao u termodinamičkom sistemu, a što je Stojanović obrazložio, on s pravom uspostavlja modelne odnose izmedju pojava termodinamike i ekonomije. Ovo je veoma bitno kod Stojanovića. On modelne odnose ovih nauka ne uspostavlja na osnovama jednostavnog zaključivanja o jedinstvenosti analoškog jezgra, tj. ne koristi se funkcionalnim analogijama gde zapaža da se dve disparatne pojave ponašaju po istom matematičkom modelu (zakonu). Naprotiv. Stojanović detaljno i veoma precizno obrazlaže u z r o č n o s t ovih analogija i tek posle ustanovljenog uzroka za fenomenološke odnose Stojanović zaključuje i usvaja jedno isto analoško jezgro (u ovom slučaju to je jednačina stanja termodinamičkog sistema). Stojanović piše: "Predjimo sad na prve pobude da smo imali dovoljno razloga, što smo smeli poći od analogije izmedju fizičkih i ekonomskih

... gde se, kao što je slučaj u počecima javljanja kulture ekonomska sredina izjednačuje sa običnom, fizičkom sredinom" (Elementi, str. 734).

[37] Ovde se po prvi put piše o ovim anticipativnim elementtima kibernetike u Stojanovićevom delu, a koje ćemo nešto docnije povezati sa istraživanjima Dragomira Malića, profesora univerziteta.

pojava i na rezultate, do kojih su nas analogije dovele, što smemo pomišljati na veliku verovatnoću, da se istine iz oblasti fizičkih nauka moraju poklapati sa istinama analogim ekonomskih nauka".[38] Ovo je Stojanović uradio i dokazao. I pored toga, što ne navodi Petrovićevo izgradjene stavove u ovakvim slučajevima, jer su oni već bili objavljeni, Stojanović se koristio istim postupkom kao i Petrović. Stojanovićeva ispitivanja uzročnosti medju pojavama u smislu da se one podvrgnu fenomenološkom ispitivanju, odgovaraju Petrovićevom proučavanju mehanizma pojava. Ilustrujemo ovo jednim elementarnim Stojanovićevim primerom. "Rad je u ekonomiji što i u fizičkoj prirodi. Kao što radom dobijamo razne procese, tako isto rad daje razne vrednosti. Pod kapitalom se u prirodi razumeju svi izvori iz kojih se može doći do toplote, elektriciteta, magnetizma i drugih sila u koje se rad može transformisati.

Jednačina, kojom bi se okarakterisalo stanje socijalno, mehanizam koji radi jeste:

$$R + Q = E = V_r + V_q = E_r + E_q ,$$

R = rad, Q = kapital, E suma vrednosti ili energija sredine. V_r je vrednost konsuma, V_q je vrednost za jačanje kapitala. E_r i E_q su slični izrazi za ekonomsku energiju".

Mihailo Petrović je Stojanovićeve rezultate analogija prihvatio kao vrstu matematičkih analogija i svrstava ih u onu fenomenološku grupu kod koje je analoško jezgro

[38] K. Stojanović: navedeno, str. 7.

predstavljeno jednačinom stanja $f(p,T,v) = o$.[39] Na pet stranica Petrović opisuje rezultate kao primer njegove potvrde u klasifikaciji analoških grupa. Pri ovome, Petrović izlaže i tablicu homologih elemenata koju donosimo u našem obliku.

Pojam / Simbol	1 Ekonomija	2 Termodinamika
p	ponuda	pritisak
T	tražnja	temperatura
V	vrednost	zapremina
Q	kapital	količina toplote
E	energija	bogatstvo
R	ekonomski rad	mehanički rad

Tablica br. 5 .- Homologi elementi za Stojanovićevo analoško jezgro ekonomija/termodinamika.

Naime, po Petroviću ovde je reč o fenomenološkoj grupi dveju pojava (1-ekonomska i 2-termodinamika)

$$F = \{ f_1, f_2 \} ,$$

pri čemu je jedinstveno analoško jezgro A_j za celu grupu. Ako ove pojave iskažemo na sledeći način

$$f_1 : x_n^1 = A_j(x_1^1, x_2^1, x_3^1, \dots, x_{n-1}^1, A^1),$$

$$f_2 : x_n^2 = A_j(x_1^2, x_2^2, x_3^2, \dots, x_{n-1}^2, A^2),$$

gde su $A^i (i=1,2)$ n-dimenzionalni vektori parametara fenomenološke grupe

39 "Elementi", str. 732-736.

$$A^i = \{a_1^i, a_2^i, a_3^i, \ldots, a_n^i\},$$

tada se homologni elementi izjednačavaju

$$X_k^1 = X_s^2 \quad , \quad \forall k,s \in N$$

a komponente vektora A su u fenomenološkom odnosu, što pišemo

$$a_m^{\ 1} \xrightarrow{f} a_m^{\ 2} \quad , \quad m = 1,2,3,\ldots,n$$

Primenimo ovo na realnu jednačinu stanja kao analoškog jezgra u Stojanovićevim posmatranjima

$$p^1 = A_j(T^1, V^1, A^1) = \frac{n^1 R^1 T^1}{V^1 - b^1} \quad ,$$

$$p^2 = A_j(T^2, V^2, A^2) = \frac{n^2 R^2 T^2}{V^2 - b^2} \quad ,$$

gde je

$$A^1 = \{n^1, R^1, b^1\},$$

$$A^2 = \{n^2, R^2, b^2\}.$$

Kako se obično komponente vektora A prikazuju kao maštabni koeficijenti, tj.

$$\frac{a_m^1}{a_m^2} = k_m \quad , \quad m = 1,2,3,\ldots, n$$

to se ekonomske pojave mogu izraziti pomoću termodinamičkih

$$p = \frac{k_1 k_2 n^2 R^2 T}{V - k_3 b^2} \quad ,$$

gde homologi elementi p, T, V imaju značenje iz navedene tablice.

Ovo bi bila naša interpretacija Stojanovićevog fenomenološkog polja proizašla iz Petrovićeve definicije analoškog jezgra.

Mihailo Petrović i Kosta Stojanović nisu udružili snage u radu na fenomenološkim sistemima. Radili su odvojeno. Jedino je poznat slučaj zajedničkog rada kada su matematički obradili problem pobednika u jednom definisanom sistemu igre ili izbornog sistema.[40] I pored toga, Petrović i Stojanović radeći na sličnim problemima još sa studija gajili su puno poštovanje jedan za drugog;[41] oni su ostali, nekako, pritajeno povezani u nauci. Sve rasprave koje je Stojanović objavio u Srpskoj Kraljevskoj akademiji prošle su kroz Petrovićevu recenziju.[42]

---

40 Predstavnički sistem izborni, Delo 17(1906); O proporcionalnom predstavništvu, Glasnik Jug. prof.društva, 16 (1936), 8.

41 Npr., kada se Petrović pripremao za matematička takmičenja na Velikoj Školi interesovao se i za učešće Koste Stojanovića. U pismu od 16.XI 1889. svom drugu Pavlu Pavloviću Petrović je pisao: "Kakav je tačan naslov temata, koji je krajnji rok za izradu, jesi li čuo da ga još ko radi - a naročito Kosta Stojanović, i još šta budeš znao o tome" ("Letopis", str. 84). Mišljenje Stojanovićevo o Petroviću izneli smo u belešci 12.

42 Potencijal otpora, Glas LXVII,26(1903); O uslovima integrabiliteta izvesne balističke jednačine, Glas LXVII,26

A kad se definitivno uvidela nesposobnost profesora mehanike Mijalka Ćirića,[43] Petrović uoči pretvaranja Velike škole u Univerzitet, predlaže Kostu Stojanovića za predavača mehanike.[44]

Nešto što ostaje otvoreno i što ne može ovde biti razrešeno jer ne raspolažemo potrebnom gradjom, to je pitanje, - zašto Kosta Stojanović nije izabran za člana Akademije? Njegovi veoma dobri i originalni rezultati u Gla-

---

(19o3); O jednoj generalizaciji Bertranovog problema, Glas LXIX, 27(19o5); Obrtanje jednog tela oko utvrdjene tačke u relativnom kretanju, Glas LXXI,28(19o6).

43 Videti T.P.Andjelić: Katedra za mehaniku, Sto godina Filozofskog fakulteta u Beogradu, Beograd 1963, 5o7-518; D.Trifunović: Prvi profesor racionalne mehanike, Dijalektika 1o(1975), 3,95-117.

44 Za docenta Velike škole K. Stojanović je izabran početkom školske 19o3/o4. godine. Decembra 2o, 19o3. docent K.Stojanović održao je pristupno predavanje na Velikoj školi "O matematičkoj fizici" (objavljeno u Prosvetnom glasniku za 19o4. godinu, str.14). Pri pretvaranju Velike škole u Univerzitet Stojanović je izabran za vanrednog profesora univerziteta (mart 19o5). Od školske 19o3/o4. do 19o6/o7. godine predavao je mehaniku i delove matematičke fizike na Filozofskom fakultetu. U to vreme postao je već politički radnik (od 19o1. godine kada je izabran za poslanika u okrugu Niškom). Univerzitet napušta 19o6. godine kada postaje ministar privrede. Objavio je nešto docnije udžbenik "Mehanika", Beograd 1912, str.469. Ovo je prvi naš udžbenik mehanike koji izlaže teoriju vektora i mehaničke principe. Prema izgledu rukopisa ovog udžbenika možemo zaključiti da je Stojanović pripremao i drugo izdanje "Mehanike" (Zaostavština K.S., k.T.3o47).

su SKA,[45] rasprave u Jugoslavenskoj akademiji znanosti i umjetnosti,[46] istraživanja fenomenoloških sistema, prvi prevodi i istraživanja dela Rudjera J.Boškovića[47] i neeuklidske geometrije,[48] naprodne ideje i ugled javnog radnika političkog i kulturnog života, - nisu bili dovoljni za priznanje u nauci. Ako je Stojanović iz čisto ekonomskih prilika i klauzusa za stipendiste u mladosti doživeo razočaranje o čemu smo misli, a što ga nije pokolebalo već uzvisilo da stalno radi, istražuje i proverava svoje mehaničke poglede na svet, - tada je u ovom periodu kada je oglasio veoma jak rezultat u fenomenološkim sistemima mogao da dobije priznanje za tako koristan i plodan rad.

ENTROPIJA SISTEMA

Prilaženje ekonomskim i socijalnim sistemima sa stanovišta termodinamičkih procesa doveli su do toga, da Stojanović o entropiji sistema ne piše sporadično, već detaljno analizira svoje poglede na ovu termodinamičku karakteristiku i to sa puno elemenata savremene nauke. Njegova druga knjiga "Tumačenje fizičkih i socijalnih pojava" koja

[45] T.P.Andjelić: Mehanika u okviru Srpske akademije nauka, Glas CCXXXIX,36(1974), 189-245.

[46] K. Stojanović: Generalizacija Grinove teoreme i Poasonove jednačine, Rad JAZU 161(1905), 114-135.

[47] Stojanović je objavio 13 rasprava o Rudjeru Boškoviću i jednu posebnu knjigu (videti Ouvrages, Etudes et Articles de Costa Stoyanovitch, Paris 1919). U Zaostavštini K.S.nalazi se veći broj pisama i neobjavljenih rukopisa

je objavljena 1910. godine u Beogradu (str.283) ustvari je delo o zakonu entropije sa stanovišta medjudisciplarne nauke. U Stojanovićevoj knjizi nailazimo potpuno odredjeno izlaganje o sistemu sa okolinom koji može biti izolovan i otvoren, sa reverzibilnim i ireverzibilnim procesima, u ravnotežnom i neravnotežnom stanju. U različitim slučajevima sistema, a koje je Stojanović sve analizirao, njemu je potpuno jasno bilo, da se za ocenu valjanosti nekog procesa može usvojiti entropija kao termodinamička veličina stanja. On na oko 300 strana o ovome raspravlja (!). Stojanović ne uvodi entropiju kao kategoriju teorije informacija, a što je za ono vreme bilo i nemoguće tražiti, ali zato entropiju raspravlja za različite slučajeve sistema (ekonomski, socijalni, optički, kulturni, psihički i dr.). Posebno ističemo Stojanovićev rad na analizi entropije kod živih bića a koja se javlja u veoma složenom i višestrukom obliku. U živom biću po Stojanoviću obavljaju se oni procesi koji dovode do opadanja, pa i povećanja radne sposobnosti. On doslovno veli: "Motori se animalni razlikuju prividno od termičkih. Energija, koju daje organizam pri radu, velika je, ona je peti ili šesti deo cele energije, koju organizam ima. Ako bi se utroškom hrane zagrejao termički motor, rad bi bio neznatan koji bi se iz te toplote dobio. U organizmu nema pored kazana i refrigator (kondenzator). Medju raznim tačkama našeg organiz-

o Rudjeru Boškoviću.

48 K.Stojanović:Principi nove geometrije (Metageometrija,

ma nema ni 2-3° razlike, što je uslov da se dobije izvestan red iz toplote po Karnotovom principu. Ovo ne znači da se princip Karnotov ne da primeniti, samo ima nečeg što nam se izmiče od našeg opažanja za potpunu primenu zakona entropije. Analogih organa refrigatoru mora biti, i toplota okoline ima uticaja na temperaturne razlike".[49] O ovom "izmicanju" primene nalazimo i kod Vinera u sledećem obliku:"Kada uporedjujem živ organizam sa takvom mašinom, ni za trenutak ne pomišljam da kažem da su specifični fizički, hemijski i duševni procesi života koji poznajemo isti kao i kod mašina koje oponašaju život. Hoću jednostavno da kažem da i jedni i drugi predstavljaju primere lokalnih antientropijskih procesa, koji se verovatno mogu ispoljiti i u mnogim drugim vidovima, a koje svakako ne možemo označiti kao biološke ni kao mehaničke".[50]

U vezi Klauziusovog utvrdjivanja da entropija u ireverzibilnim sistemima raste i njegove greške da "entropija vasione" teži svojoj najvećoj vrednosti, Stojanović daje lepo objašnjenje i opovrgava najveću vrednost "entropije vasione": "Entropija u ireverzibilnih pojava, ma kakvi oni bili, raste. Dokaz je za ovo lak, i kao što smo rek-

---

Nastavnik 12(1901).

49 K.Stojanović: Tumačenje fizičkih i socijalnih pojava, Beograd, 1910, str. 44.

50 H.Viner: Kibernetika i društvo, Beograd, 1964,str.49.

51 K.Stojanović: navedeno, str. 103.

li, zaključak je ovog stava: da je mir krajnja faza svih promena. Ovde neću mnogo na ovome insistirati, pomenuću jednu pojavu, pored iznetih razloga, koji govori o tome da pojave sve skupa smatrane nisu ireverzibilne i da nije stav entropije iskazan nejednačinama opšti. Pojave ritmičnosti i prolazi kroz prošla ravnotežna stanja, kao i oscilacije u svima promenama, govore u prilog reverzibilnosti i u prilog toga da je entropija vasione ritmičke prirode, koja kroz svoje maksimume i minimume mora prolaziti analogno energiji u njenom kruženju kroz procese i promene."[51]

Za ekonomske sisteme po Stojanoviću, rašćenje entropije sistema znači rašćenje kapitala na račun rada ili vrednosti. "Kako se na kraju, u svima procesima prirodnim, energija ne menja, jer je ravna kapitalu više radu, računajući u kapital sve rezervoare snaga prirodnih, to ovaj poslednji zakon kazuje - piše K.Stojanović: da je tendencija ekonomskih promena u socijalnim sredinama, da se energija ekonomska u krajnjoj fazi, posle svih transformacija, ogleda samo u stvorenom kapitalu. Kad nestanu socijalne sredine u mesto njih će doći kapitali njima stvoreni, vratiće se materija, iz koje se ti kapitali sastoje, po destrukciji njihovih formi, energiji prirodnoj, koja će dalje na osnovu istog zakona, zakona entropije, posle svih faza transformacionih da dâ toplotu, toplotne pojave uniformne temperature. Verovatnoće su vrlo male, da se iz jedne sredine toplotne uniformne, bez uticaja spoljnjih, mogu izazvati procesi rada i toplote i obnoviti prošla stanja. No kako su moguće obnove po zakonu promena fazastih sva je verovatnoća, da će buduća stanja iz uniformnih, povodom spoljnjih uzroka, ili kakvih promena po načinu demona Maksvelovog, dovesti budući proces do analogih prirodnih i socijalnih procesa sadašnjosti."[52]

Na kraju navedeimo potpun Stojanovićev tekst o načinu kako je došao do mogućnosti da entropiju jednog termodinamičkog sistema dovede u analogiju sa jednim socijalnim sistemom. "Ako se nadje matematički oblik za socijalnu energiju i kapital, za E i Q t.j. ako se zgodnim parametrima izraze ove dve količine a stanje se ma kakvo socijalno odredi parametrima, koji daju nivovske razlike u raznim stanjima jedne pojave socijalne, onda se može doći i do oblika jednačine u kojoj se princip degradicije javlja - odnosno princip entropije.

Ako je T parametar za nivo kakve socijalne pojave, kao što je T temperatura za toplotu Q u termodinamici, onda je jednačina entropije:

$$de = \frac{dQ}{T} \quad \dots \; 2)$$

Jednačina 2) bi u ekonomiji bila odnos izmedju kapitala Q i parametra T, kojim se determiniše nivo jedne socijalne pojave, nivo kulturni (religiozni, moralni, estetički). O ovom smo parametru govorili već u glavi sedmoj.

Za pojave reverzibilne iz 2) bi došli do odnosa

---

[52] K. Stojanović: Osnovi teorije ekonomskih vrednosti, Beograd 191o, str. 175.

*

$$e = \int \frac{dQ}{T} = o ,$$

što kazuje, da je za sve procese, gde su početna stanja jednaka sa krajnjim, entropija nula, bile to pojave socijalne ili fizičke. Za ireverzibilne pojave je

$$e = \int \frac{dQ}{T} < o ,$$

što znači da entropija raste u procesima ireverzibilnim, pa bili oni socijalni ili fizički. Ovakvi su gotovo svi prirodni procesi, gde se gubi veliki deo kapitala i rada, upravo iščezava i nema značaja za nove procese socijalne i ekonomske. Dokazi su za ove nejednačine, kao i u termodinamici. Valja samo toplotu zameniti kapitalom, a temperaturu onim parametrom, koji je ekvivalentan brzini za dotičnu tičnu pojavu ekonomsku ili socijalnu, a sve ostalo zadržati, pa ćemo imati isti način dokazivanja koji i u toploti. Kod ekonomskih pojava T je tražnja, kod socijalnih, kao kod kojih valja naći šta znači T i naročito obratiti pažnju na odredbu merenja tog parametra. Za socijalne sredine je T funkcija onih količina, koje odredjuju nivo stanja socijalnog. Te su količine ekvivalentne ili analoge količinama, kojima se brzini kod fizičkih kretanja determiniše".[53]

★

53 K.Stojanović: navedeno, str. 101-102.

O Stojanovićevom korišćenju termodinamike za tumačenja socijalnih i prirodnih pojava, ovde treba ukazati na dve globalne činjenice.

1° Koristeći se termodinamikom kao modelom nauke za objašnjavanje ekonomskih pojava, Stojanovićevi rezultati ušli su u fenomenološke sisteme sa svim zakonomernostima koje je Petrović uspostavio. Sa formalnog stanovišta Stojanovićeva istraživanja su se potpuno uklopila u propozicije Petrovićevih matematičkih analogija i to za slučaj kada je medju pojavama uspostavljeno jedno analoško jezgro (matematički model). Medjutim, ova Stojanovićeva istraživanja imaju veću naučnu težinu stoga, što je formalnim uočenim analogijama uspeo da dâ objašnjenje, tj. da tačno utvrdi uzročne veze ovih analogija. Znači, Stojanović se ne koristi tudjim primerima analogija da bi izneo i dokazao važnost fenomenološkog tretmana. Kod njega je p r i r o d n o formirano mišljenje o sličnosti sa dokazima da su procesu u ekonomiji i termodinamici izomorfni kako u makroskopskom posmatranju (merenju), tako i u ispitivanju haotičnih struktura ovih sistema.

2° Primena termodinamike na tako široke oblasti ljudskih delatnosti kod Stojanovića nije bila slučajnost. Verovatno da su velike mogućnosti termodinamike za uspostavljanje reda u haotičnim sistemima dale osnovnu pokretačku ideju. Stojanović čita Gibsa, Maksvela, Ostvala, Danteka i dr.; obuzet je statističkim posmatranjem interakcije medju molekulima; fasciniran je nalaženjem reda.

Na ovaj način Stojanović je početkom ovog veka potpuno bio u domenu kibernetičkog razmatranja pojava i to fenomenološkom metodom. Ako se danas, poslednje decenije razvijene kibernetike (1966-1976), govori o termodinamici kao osnovnoj multidisciplinarnoj nauci, održavaju naučni skupovi o entropiji sa različitih stanovišta i naučnih oblasti,[54] tada rezultati Koste Stojanovića publikovani 1910. godine, a do kojih je došao još 1888. godine za vreme studija u Beogradu, - moraju dobiti odredjeno mesto u istoriji ovih problema kibernetike i to u grupi starih rezultata koji su išli ispred svog vremena - anticipirali savremene rezultate i poglede na svet. Ako se danas piše o termodinamičkoj kibernetici ili izlaže organizaciona nauka na osnovu analogija sa termodinamikom,[55] gde su svi zakoni i principi termodinamike primenjeni na jedan bilo koji organizacioni sistem, tada se može bez ikakvih pretenzija i mistifikacija, uvideti veličina Stojanovićevih analogija pojava ekonomskih, socijalnih, estetičkih, bioloških,... sa onima u termodinamici.[56]

---

[54] Npr., Inter.Cong. of Cybernetics, Namur(1967); Inter. Cong. of Cybernetics, London (1969); itd.

[55] D.Malić: Elementi kibernetike u svetlu termodinamičkih metoda, Beograd 1973, str. 168.

[56] U obimnom rukopisu o životu i delu Koste Stojanovića koji je napisao autor ove studije na osnovu zaostavštine, daju se preciznije analize ne samo termodinamičkih pojava, već i svih Stojanovićevih rezultata u nauci.

7. SIMA M. MARKOVIĆ

Na početku ovog poglavlja naveli smo da je matematičar Sima M. Marković bio jedan od onih učenika Mihaila Petrovića koji su imali sve preduslove da prihvate matematičku fenomenologiju i da je razvijaju. Ovo je Marković delimično uradio, i u oblasti opšte fenomenologije, i u oblasti računara. U prvom slučaju Marković prilazi Petrovićevim rezultatima sa filozofskog stanovišta, a u slučaju računara pruža nova tumačenja u računskoj tehnici uspostavljajući vezu izmedju nekolika kinematičkih računara.

Markovićevi rezultati u matematici su skromni. Pored doktorske disertacije,[1] objavio je samo jednu naučnu raspravu,[2] nekoliko metodoloških članaka,[3] komplet udžbenika za srednje škole[4] i više studija iz nauke i filozofije.[5]

---

1 S.M.Marković: Opšta Riccati-eva jednačina prvoga reda, Beograd 1914,str.88 (teza Sime M. Markovića primljena za doktorski ispit na sednici Filozofskog fakulteta Univerziteta u Beogradu od 5. juna 1913. prema referatu članova ispitnog odbora dr. Mihaila Petrovića i dr. Milutina Milankovića). O ovom radu videti D. Trifunović: Matematički rad Sime M. Markovića, Dijalektika 3(1968), 3, 65-81.

I u ovo malo objavljenih naučnih rezultata, Marković nekom podudarnošću sa radom svog profesora Mihaila Petrovića, nije vodio računa da rasprave što preciznije iskaže. Tako smo naišli na nekolika slučajeva, gde je bilo moguće učiniti nove priloge. Navedimo jedan primer koji se odnosi na Markovićev rad o diferencijalnoj jednačini

$$(1) \qquad y'^2 + y^2 = f(x) .$$

Za diferencijalnu jednačinu

$$(2) \qquad y'^k + \varphi(x)y^k = f(x) \ , \ k\in N$$

u oblasti egzistencije $G = \{ (x,y) | x\in(a,b) \wedge y\in(c,d) \}$ pretpostavimo postojanje jedne nule $x_o \in (a,b)$ integrala u $Y(x_o) = o$.

S t a v.-

Ako je x_o nula n-tog reda integrala y(x) diferencijalne jednačine (2) i ako je ona istovremeno i nula funkcije f(x) m-tog reda, tada postoji veza

---

[2] S.M.Marković: O jednačini $y'^2+y^2=\varphi(x)$, Rad 221 (1919), 64, 14o-147; videti Izvješća 11-12(1919),115-116 gde je objavljen kratak sadržaj rada, a takodje i FdM,47,417.

[3] S.M.Marković: Matematička nastava u našim srednjim školama, Nastavnik 24(1913),9-12,412-415; Protiv ocena, Nastavnik 25(1914), 3-4,179-18o; O pokretu za reformu matematičke nastave, Glasnik prof. društva 12(1932), 4, 316-328; itd. O svim radovima pogledati D. Trifunović: Pedagoški rad Sime M. Markovića, Braničevo 17(1971), 5-6, 5o3-516.

[4] Godine 192o. u izdanju Gece Kona (Beograd) Marković je objavio aritmetike, odnosno algebre za I,II,III i IV

$$(3) \qquad n = 1 + \frac{m}{k} ,$$

uz uslove $n>1$ i $m/k \in N$.

D o k a z.- Ako je $x = x_0 \in (a,b)$ nula integrala $y(x)$ diferencijalne jednačine (2), tada možemo pisati da je

$$(4) \qquad y(x) = (x-x_0)^n \, a(x) ,$$

uz uslov da je $a(x_0)$ konačno i $\neq$ o. Za funkciju $f(x)$ koja ima istu nulu m-tog reda, imamo

$$(5) \qquad f(x) = (x-x_0)^m \, b(x),$$

gde je $b(x_0)$ konačno i $\neq$ o. Iz ovoga, a prema jednačini (2) nalazimo vezu (3).

Za Markovićev slučaj (1) imamo da je

$$(6) \qquad n = 1 + \frac{m}{2} ;$$

znači, nula funkcije $f(x)$ mora biti parnog reda, da bi ona istovremeno bila i nula integrala $y(x)$ jednačine (1).

Pod uticajem samog Petrovića, Sima Marković studira teorijsku matematiku od 19o7-1911. na Filozofskom fakultetu u Beogradu.[6] Odmah po Markovićevom diplomiranju

---

razred srednjih škola. Pisane po uzoru na Borelove udžbenike, njihova upotreba po školama bila je zabranjena zbog političkog opredeljenja autora.

5 Videti A.B.Stojković: Epistemolog-marksist dr Sima Marković, Dijalektika 3(1968), 1,89-1o3.

6 Kao izaslanik na ispitu zrelosti u kragujevačkoj gimnaziji 19o7. godine, Petrović je zapazio maturanta Simu Markovića, sina direktora iste gimnazije. Petroviću tada nije bilo teško da preko maturskih zadataka uvidi kod

1911. godine Mihailo Petrović po ličnom izboru uzima ga za svog asistenta. Na mladom Univerzitetu tada još nije bilo konkursa i ukaza, izbor asistenta bila je lična stvar profesora.[7] Godine 192o. S. Marković je biran i za docenta univerziteta za teorijsku matematiku.[8]

Petrović je poštovao svog saradnika. Znao je da u svom Seminaru u Kapetan-Mišinom zdanju ima matematičara izuzetnog obrazovanja u prirodnim naukama sa sposobnostima da odnose matematike i drugih nauka dovede u najpovoljnija obrazloženja. Bio je uveren, najpre doktorskom tezom, da se Marković može uspešno razvijati i u najapstraktnijim oblastima matematike.

7.1. OPŠTA FENOMENOLOGIJA

Raspravljajući sa filozofskog stanovišta o ulozi matematike u prirodnim naukama, Marković je na više mesta navodio matematičke modele. Kod njega "pre svega, uloga matematike u fizici, baš kao i u ostalim naukama, sastoji se poglavito u tome da što t a č n i j e i p o t p u n i j e izrazi empirijski utvrdjene kako kvantitativno-numeričke, tako i kvalitativne odnose izmedju proučavanih pojava. Matematika rezimira, precizira i generališe isku-

Markovića matematičku darovitost i usmeri ga u tom pravcu (D.Trifunović: Mihailo Petrović i Sima Marković, Dijalektika 5(197o), 2, 75-92).

[7] Od 1922. godine asistent univerziteta bilo je izborno zvanje (konkurs).

stvo koje stiče Fizika".[9] Kod Markovića "matematička slika jednog procesa" ustvari je matematički model, a kada utvrdjuje da je ta " slika" s a m o p r i b l i ž n a on u istini opšti sa činjenicom, da pošto matematičko opisivanje ne može da bude sveobuhvatno i idealno tačno, to matematički modeli opisuju ne stvarne procese, već njihove homomorfne modele. Marković doslovno piše: "Razume se da je matematička slika jednog fizikalnog procesa samo približna, nepotpuna slika toga procesa; ali su ta neslaganja utoliko neznatnija ukoliko su savršenija matematička sredstva preslikavanja tog procesa, tj. ukoliko smo u stanju da adekvatnim sredstvima prodremo dublje u suštinu proučavanja procesa".[10]

I pored toga, što su Markovićevi tekstovi o matematičkim modelima filozogskog sadržaja, oni su za našu temu posebno značajni. Ono što je Marković 2o-tih godina ovog veka pisao o odnosu matematike i prirodnih nauka, odnosa "slike" i originala, predstavlja zanimljiv filozofski pogled na matematičke modele koji se i danas mogu prihvatiti, a naročito danas kada se sa stanovišta ove nauke teoriji modelovanja posvećuje posebna pažnja.[11] Evo, u stvari, suštine Markovićevog gledanja na odnose matematike i pri-

8 D.Trifunović: navedeno pod 6, str. 88-91.

9 S.M.Marković: Principi kauzaliteta i moderna fizika, Beograd 1935, 18o-181.

10 Isto, str. 184.

11 A.I.Ujemov: Logičeskie osnovy metoda modelirovanija, Moskva, 1971, str.311 (i tamo videti dalje).

rodnih nauka, gde se za algoritam matematičkog modela nalazi potpuno savremeno tumačenje. "Sa gledišta dijalektičkog materijalizma, sve veća složenost matematičkih šema, sve veća komplikovanost matematičkog simbolizma u fizici samo je adekvatni izraz objektivno-realne složenosti, nesumnjive komplikovanosti samih prirodnih pojava u čiju suštinu nauka sve dublje prodire. Svakom pojedinačnom *simbolu*[12] u jednoj matematičkoj šemi ne mora odgovarati *objektivno-realni model*,[13] ali zato šema, kao celina, može ipak biti više ili manje verna kopija objektivno-realnog procesa na koji se odnosi. To je, npr., slučaj sa talasnom funkcijom koja dominira Talasnom mehanikom. Talasna funkcija je u stvari jedna veoma apstraktna slika stvarnog zbivanja u atomu, koje se današnjim sredstvima ne može očigledno predstaviti ali se u toj apstraktnoj slici (matematičkom modelu - pr.M.T.) približno verno ogleda".[14] Naglašavajući apstraktne oblike "slike", Marković kao da nagoveštava današnju definiciju matematičkog modela kao opisa pojave na nekom formalnom jeziku.[15] O matematičkim simbolima u algoritmu matematičkog modela, gde "svakom pojedinačnom simbolu u jednoj matematičkoj šemi *ne mora* odgovarati objektivno-realni model", Marković nagoveštava propozicije u teoriji modelova-

---

[12] Kurziv je naš.

[13] Kurziv je naš.

[14] S.M. Marković: navedeno pod 9, str. 183.

nja: ako se za jednu prirodnu ili bilo koju drugu pojavu, proces, objekt,... f nalazi matematički model Mm, tada je, obično, on egzistencijalno prihvatljiv samo za delove pojave f^* ($f^* \subset f$).

Kod primene matematičkih simbola primetimo i sledeće. Život simbola matematičke nauke i Petrović i Marković prihvataju kao prolaznost koja dijalektički posmatrana, treba da obezbedi budućnost nove primene simbola. Navodeći Edingtonovo mišljenje o negaciji "isključive upotrebe simbola sa aritmetičkom interpretacijom",[16] Marković ističe Petrovićevo vizionarstvo jedne nove matematike sa svetom simbola potpuno nove strukture. "Ovo gledište deli i M. Petrović - piše Marković. Govoreći o "Proširenoj matematici" budućnosti, M. Petrović kaže da se 'moderna matematika sve više razvija baš u pravcu i smislu toga da, pored broja, veličine i poretka, obuhvata i druge apstraktne oblike u svetu fakata, u kojima ti pojmovi ne moraju igrati kakvu naročitu ulogu'[17] ".[18] A kada u smislu odbrane pravilne primene matematike u fizici, Marković govori o interpretacionim problemima mehanike, vrlo umešno uspostavlja vezu ovih

[15] Verujemo, da i kod drugih epistemologa u našoj nauci, kada raspravljaju o odnosu teorije i prakse, o zakonima, hipotezama i principima, možemo naići na slučajeve modelovanja.

[16] S.M.Marković: navedeno pod 9, str. 97.

[17] M. Petrović: Fenomenološko preslikavanje, Beograd 1933, str. 127.

[18] S.M.Marković: navedeno pod 9, str. 98.

problema sa problemima fenomenološkog preslikavanja. "Interpretacioni problem spada u inversno fenomenološko preslikavanje o kome govori M. Petrović u svojoj poslednjoj vrlo interesantnoj i značajnoj knjizi "Fenomenološko preslikavanje", Beograd 1933".[19]

Opšta gledanja na odnose teorije i prakse dovela su do toga da Marković u uvodnom delu svoje doktorske disertacije izloži i primenu Rikatijeve diferencijalne jednačine u hemijskoj kinetici, fizici, mehanici, geometriji i dr. Za Markovića u ovim slučajevima Rikatijeva jednačina jeste matematička slika (model) navedenih pojava. Petrovićeva teorija, da se različite pojave u prirodi sa jednakim analoškim jezgrom mogu svesti na jedinstven sistem parametara, našla je mesta u Markovićevom radu posle naznačenih primera iz prakse."Jezikom matematičke fenomenologije možemo uopšteno reći da se na Riccati-evu jednačinu svode sve proste pojave što rezultuju iz simultane akcije dva uzroka: jednoga, depresivnog ili impulisvnog, ali proporcionalnog kvadratu veličine neposrednog objekta. Jer je tada

$$X_1 = f(t) X_2 = \mp \lambda v^2 ,$$

tako da je diferencijalna jednačina pojave

$$(7) \qquad k\frac{dv}{dt} \pm \lambda v^2 = f(t)".$$ [20]

Ovo navodjenje Petrovićeve fenomenologije potvrdjuje

[19] Isto, str. 122.

Markovićevo usvajanje analoškog principa u prirodnim naukama kao potpuno nove mogućnosti u filozofskom tumačenju naučnih zakona, principa, hipoteza i opšteg prilaza naukama. Esencijalni princip Petrovićeve fenomenologije, Marković docnije znatno šire proučava i definitivno usvaja. Tako, na primer, dobro poznavajući klasike mehaničkog materijalizma, kao i poslednje radove svog profesora, on potpuno prihvata uzročnost pojava u smislu mehaničara, fenomenologa. U objašnjavanju sadržine naučnih zakona primenjen je fenomenološki princip. Ako skup pojava obeležimo

$$F = \{f_1, f_2, f_3, \ldots, f_n\},$$

tada, po Markoviću, "objasniti jednu pojavu $f_k \in F$, u naučnom smislu reči, ne znači danas ništa više nego naći njen uzrok, tj. dovesti je u vezu sa drugom nekom pojavom ili nizom pojava (npr., $f_k = \varphi(f_i)$, $i = 1,2,3,\ldots$) od kojih ona nužno zavisi. Objasniti jednu pojavu, prema tome, znači, u stvari, otkriti njenu uzročnu vezu sa drugim pojavama, a to je upravo sadržina naučnih zakona".[21] I ne samo ovo, Marković prihvata i detaljno analizira Petrovićevo apstrahovanje materijalnosti pojava f_k i kao potvrdu za Petrovićev stav navodi Pikarovo načelo: "Čitava jedna grana nauke naše epohe orijentiše se u drugom pravcu (tj. u pravcu koji odstupa od mehaničkog objašnjenja pojava);

[20] S.M.Marković: teza, str. 9 (navedeno pod 1).

[21] S.M.Marković: Iz nauke i filozofije, Beograd 1925, str.68.

shvatajući na drugi način objašnjenje, postavlja se zadatak da se pronadju samo opšti brojni odnosi izmedju veličina, o čijoj se prirodi, bar za momenat ne diskutuje".[22]

U želji da teoriju svog profesora oslobodi nepovoljnih ocena u mehaničkom tumačenju pojava, Marković p r v i u n a š o j s r e d i n i shvata pravi smisao Petrovićeve fenomenologije. Njegovo objašnjenje je ujedno i ključno mesto gde se matematička fenomenologija odvaja od suštinskog načela mehaničkog shvatanja prirode. Marković piše: "Po W. Thomson-u koji je bio jedan od najizrazitijih i najdoslednijih pristalica mehaničkog shvatanja prirode, 'razumeti jednu pojavu znači moći konstruisati njen mehanički model'. Profesor M. Petrović je, medjutim, sasvim tačno primetio da bi onda većinu pojava trebalo smatrati kao n e r a z u m l j i v e, ako bi se čovek bukvalno držao gornjeg Thomson-ovog aforizma. Ali je M. Petroviću pošlo za rukom da Thomson-ovim rečima da jednu široku elastičnu interpretaciju koja mu je poslužila kao baza za jedan niz vrlo interesantnih zaključaka".[23]

Marković je svoju naklonost i poštovanje prema profesoru Petroviću ispoljavao redovito u svojim istraživanjima; utvrdili smo da je u svim naučnim i filozofskim raspravama navodio Petrovićeve rezultate. Pri tome, uvek je imao i svoje tumačenje za profesorove stavove, a i tamo gde Petrović ne prihvata nove naučne istine (npr. specijalna te-

---

[22] Isto, str. 68-69.

[23] Isto, str. 68.

orija relativnosti), Marković u smislu zakonitosti dijalektičkog materijalizma i za takve slučajeve nalazi opravdanje.[24] Kad Marković kaže: "Ja sam se naročito trudio da pokažem, obilatim navodjenjem gledišta najkvalifikovanijih predstavnika savremene nauke...",[25] citirajući pri tom svoga profesora, očigledna je njegova privrženost i izuzetno poštovanje rezultata Mihaila Petrovića.[26]

7.2. RAČUNARI

Sima Marković nije radio u oblasti računara u smislu novih konstrukcija i nalaženja analognih fizičkih (materijalnih) modela na kojima bi se mogla sprovesti mašinska obrada nekog numeričkog algoritma. On se u literaturi javlja samo jednim problemom iz računara, 1913. godine u svojoj doktorskoj disertaciji.[27] Marković je verovatno želeo ovim da problemu integracije Rikatijeve diferencijalne jednačine pruži i potpuno nove koncepcije numeričke matematike koje su u tom periodu na Zapadu bile vrlo aktuelne, a posebno Jakobova tumačenja.[28] Ono što u ovom slučaju treba

[24] Isto, str. 131.

[25] Isto, str. VI.

[26] Konsultovati bibliografiju radova S.M. Markovića u našoj knjizi: Matematičke nauke u delu Sime M. Markovića, Institut za izučavanje medjunarodnog radničkog pokreta, Beograd, 1970, str. 138, kao i belešku u časopisu Dijalektika 3(1968), 1, 103-104.

[27] S.M.Marković: teza, str. 80-88.

istaći jeste Markovićevo pravilno shvatanje, da mehanička (mašinska) integracija diferencijalnih jednačina posredstvom kinematičkih analognih računara pripada oblasti kvalitativne integracije jednačina, gde se samo posredstvom jedne pomoćne modelujuće funkcije (direktrisa), može direktno proučavati oblik i osobine integrala. Ovakvo tumačenje mehaničke integracije na principu analogije sa nekim kinematičkim mehanizmom potpuno je nov prilaz računarima. Ovaj Markovićev stav poslužio nam je da nešto uopštenije ukažemo na integraciju diferencijalnih jednačina u predelektronskom postupku kao mehanizovanog postupka u direktnom proučavanju integrala jednačine.[29]

Detaljnim proučavanjem radova Jakoba, Prica, Petrovića i Klerića, Marković je izložio mehaničku integraciju Rikatijeve diferencijalne jednačine

$$(8) \qquad y' + y^2 = \omega(x).$$

On direktno koristi Jakobov integrator, kao i samu Jakobovu metodu modelovanja, tj. iznalaženja potrebnih uslova da se integraf može primeniti na oblik Rikatijeve jednačine (8).[30]

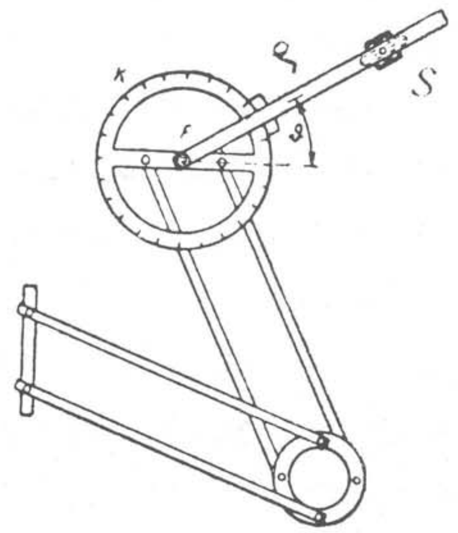
---

[28] H.De Morin: Les appareils d'intégration, Paris, 1913, p. 208; o ovome videti i knjigu E.Whittaker i G.Robinson: Tečaj numeričke matematike, Beograd, 1951 (prevod V. Radojčićeve), deo gde se govori o osnivanju numeričkog zavoda na Univerzitetu u Edinburgu u 1913. godini.

[29] Videti prvi deo narednog poglavlja.

[30] L.Jacob: Intégromètre à lame coupante, CR (1907), 872-875.

Jakob je 1907. godine rekonstruisao Pricov nožni planimetar na taj način, što je na mesto noniusa (izlaz računara) za merenje predjenog puta uveo merenje ugla θ i doveo Pricov planimetar na oblik polarnog integrafa.[31] Znači,



Sl.21.-Shema Jakobovog integrafa[32]

na mesto rektifikacije luka koje predje merno mesto (S) uveden je polarni ugao θ . Ovo je slučaj promene inostrukture računara zbog nastalih izmena u izlaznoj jedinici. Ovo je Jakob učinio sve u nameri da mašinski reši Rikatijevu i Abelovu diferencijalnu jednačinu. Jakob je zadržao oba uslova, poluga računara ρ je stalna ili promenljiva dužina (ρ = FS).[33] Nalazimo, da je Jakobov integrator kao i

31 Pricov planimetar iz 1886. godine (H.Prytz: The latchet planimeter, Engineering 57 (1894), 687,813) uoči I svetskog rata bio je više puta prepravljan i korišćen u vojne svrhe. Poznate modifikacije Pricovog planimetra potiču od E.Paskala (1913), A. Seribantia (1913) i drugih (videti H. de Morin: navedeno pod 28).

✶

ostali kinematički računari tog vremena, slučaj računske tehnike, gde je inostruktura odredjena kvalitativno u obliku grafika direktrise Γ_D Rikatijeve jednačine (u l a z) i grafika integrala iste jednačine Γ_E (i z l a z).

Za ovu kinematičku pojavu J (Jakobov integraf) kretanja "mernog" mesta (S) i pisača (F) sa uslovom da je pravac FS uvek tangenta na krivu koju opisuje pisač (F), znači Γ_E, matematički model tog kinematičkog mehanizma je Rikatijeva, odnosno Abelova diferencijalna jednačina. Imajući u vidu da Marković nije strogo izložio Jakobov računar i njegov postupak za mašinsku integraciju, ovde ćemo pokušati da formulišemo stav o modelovanju Jakobovog mehanizma.

S t a v.-

Za Jakobov integraf (J) matematički model ima oblik Rikatijeve

$$(9) \qquad \frac{du}{dt} = A(t)u^2 + B(t)u + C(t) ,$$

ili Abelove diferencijalne jednačine

$$(1o) \qquad u\,\frac{du}{dt} = A(t)u^2 + B(t)u + C(t) ,$$

---

32 Slika je autograf originalnog crteža Jakoba.

33 Kao generalni inspektor mornaričke artiljerije L.Jakob je još jednom modifikovao svoj integraf iz 19o7. godine za potrebe mehaničke integracije glavnog problema spoljne balistike. Ovo preobražavanje inostrukture računara Jakob je objavio u Encyclopédie scientifique du dr. Toulouse, Paris 1911 pod nazivom Le calcul mécanique. O ovom radu Jakoba pisao je profesor politehnike E.De-

pri čemu je direktrisa oblika

$$(11)\qquad \begin{aligned} y &= y_o - 2\rho \int_{t_o}^{t} A(t)dt , \\ x &= x_o - \rho \int_{t_o}^{t} B(t)dt , \end{aligned}$$

za uslov ρ = const i početne uslove integracije (x_o, y_o, t_o).

D o k a z. - Neka direktrisa Γ_D ima parametarski oblik

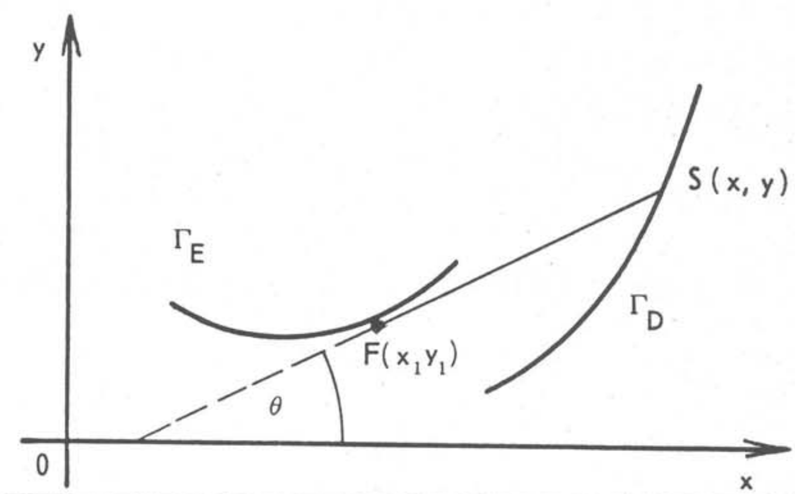
$$(12)\qquad x = f_1(t) , \quad y = f_2(t) ,$$

gde je $S(x,y) \in \Gamma_D$, a $F(x_1, y_1) \in \Gamma_E$. Očigledne su veze

$$(13)\qquad x = x_1 + \rho\cos\theta , \ y = y_1 + \rho\sin\theta$$

i

$$(14)\qquad \mathrm{tg}\,\theta = \frac{dy_1}{dx_1}$$



Sl.22.-Uzajamni odnos direktrise Γ_D i integrala Γ_E Rikatijeve diferencijalne jednačine.

Iz (13) i (14) nalazimo diferencijalnu jednačinu

$$(15)\qquad \rho \frac{d\theta}{dt} + \sin\theta \frac{dx}{dt} - \cos\theta \frac{dy}{dt} = o ,$$

koja smenom

$$(16)\qquad u = tg \frac{\theta}{2} ,$$

postaje

$$(17)\qquad 2\rho \frac{du}{dt} + y_t' u^2 + 2x_t' u - y_t' = o .$$

Ako je ρ = const jednačina (17) postaje Rikatijeva (9). Za promenljiv krak integrafa $\rho = lu$, gde je l = const jednačina (17) postaje Abelova (1o).

Prema (17) za ρ = const imamo da je

$$(18)\qquad A(t) = -\frac{y\ t}{2\rho} ,\ B(t) = -\frac{x\ t}{\rho} ,\qquad C(t) = \frac{y\ t}{2\rho}$$

odakle se dobija jednačina direktrise (11).

Prema obliku direktrise (18) uočljiv je uslov, da Jakobov integraf dozvoljava integraciju Rikatijeve jednačine (9) samo u slučaju ako je ispunjeno

$$(19)\qquad A(t) + C(t) = o .$$

Za slučajeve A(t)+ C(t) $\neq$ o što je najčešće, potrebno je izvršiti odredjenu transformaciju polazne jednačine (9) kako bi se obezbedio uslov (19) i integraf mogao uvek da

---

molis (Ženeva) u časopisu Revue générale des Sciences pures et appliquèe, 13(1912), 119-12o.

primeni. Kao što je poznato, ovo je učinio sam Jakob.[34]

Kako je Marković ispitivao Rikatijevu jednačinu u kanoničnom obliku (8), odnosno

$$y' + y^2 = \omega(x) \ ,$$

to je on bio obavezan da ovu jednačinu dovede na oblik (9), da bi se mogao primeniti Jakobov integraf. Ovo je Marković jednostavno postigao uvodjenjem smene

$$y(x) = \pm u\sqrt{k\omega(x)}, \tag{2o}$$

gde je

$$k = \begin{cases} +1 \ , & \omega(x) > o, \quad \forall x \in (a,b) \\ -1 \ , & \omega(x) < o, \quad \forall x \in (a,b) \end{cases}$$

i (a,b) oblast integracije.

Znači, "da pomoću Jacob-ovog aparata možemo integraliti svaku Riccati-evu jednačinu za koju smo u stanju izvesti odgovarajuće kvadrature (11)".[35]

Na prvi pogled može izgledati veoma jednostavno integraliti Rikatijevu jednačinu posredstvom Jakobovog računara. Medjutim, kako se ovim računarom može integraliti svaka Rikatijeva jednačina kod koje poznajemo direktrisu Γ_D, odnosno možemo izvesti kvadrature (11), to nas upućuje na zaključak, da je u l a z kod Jakobovog računara

[34] L.Jacob: navedeno pod 3o, str. 874.

[35] S.M.Marković: teza, str.87. Primetimo, da se preko direktrise (11) tačno mogu da utvrde singularni integrali Rikatijeve jednačine.

jedna kriva linija Γ_D od čije preciznosti i samog oblika zavisi i z l a z, odnosno integral Rikatijeve jednačine koji se dobija u obliku grafika

$$\Gamma_E = \{ (t,u) \mid t\in(a,b) \wedge u\in(c,d) \} ,$$

kojeg treba tek "pročitati" i dobiti numeričke vrednosti integrala. Slučaj kada želimo da odredimo samo jedno numeričko rešenje u_1 iz

$$u_1 = \mathrm{tg}\, \frac{\theta_1}{2}$$

(slučaj kada računar postaje integrator), kalkulativne teškoće svedene su na manju meru.

Markovićev rad u mehaničkoj integraciji diferencijalnih jednačina interesantan je i za neke pojave u razvoju instrumentalne matematike kod nas. Naime, posle izlaganja Jakobove metode, Marković navodi i radove Ljubomira Klerića o računskim mašinama. U stvari, znajući da profesoru Kleriću nije odato potrebno priznanje u računskoj tehnici, Marković u svojoj disertaciji ukazuje na Klerićeve rezultate. "Jacob-ov integrator - piše Marković, ima uglavnom i s t u konstrukciju kao traktoriograf, koji je Klerić konstruisao 1897. godine, dakle čitavih deset godina pre Jacob-a.[36] Klerićev aparat, pored toga što može korisno

36 Na ovom mestu Marković navodi Klerićev rad iz Dinylers polyt. Journal, 305(1897),10-11,1-7. Kako je Klerić ovaj rad saopštio 15. juna 1896. u Srpskoj kraljevskoj akademiji, to se njegova konstrukcija javlja čitavih 12 godina pre Jakoba (videti poglavlje o Ljubomiru Kleriću).

da se upotrebi za tačnu konstrukciju brojeva e i π, za podelu kružne periferije na n jednakih delova itd, imao je glavni svoj zadatak da na jedan vrlo lak način konstruše traktrise za jednu datu funkciju f(x), pa mu je i ime došlo od te njegove poglavite namene".[37] Marković dalje donosi potpuno ispravno opšti zaključak. "I Jakob-ov integrator i Klerićev traktoriograf po svojoj suštini nisu ništa drugo nego poznati planimetar koji je Prytz, kapetan u danskoj vojsci, konstruisao još 1887. godine. Aparati Jacobov i Klerićev, razlikuju se od Prytz-eovog upravo samo po svojim specijalnim namenama".[38]

Nastojanje da se Kleriću prizna ogroman rad i originalni rezultati u računskoj tehnici prvi je započeo Mihailo Petrović. U Društvu francuskih matematičara Petrović izlaže Klerićev traktoriograf kao najpogodniji aparat (u grupi kinematičkih aparata) za integraciju diferencijalnih jednačina.[39] Klerićev rad i dalje ostaje nezapažen. Znatno docnije, 1936. godine Petrović ponovo ističe Klerićev računar, gde sa puno poštovanja prema svom profesoru Ljubomiru Kleriću govori o traktoriografu ističući njegov značaj.[40]

---

37 S.M.Marković: teza, str. 87.

38 Isto, str. 88.

39 M. Petrovitch: Integration graphique de certains types d'equations différentielles du premier ordre, Bulletin de la Soc. math. de France, 27(1899), 200-205.

40 M.Petrović: Kvadratura kruga, Glasnik Jug. prof.društva, 18 (1936), 7, 603-609.

Ispitivanje mogućnosti zamene istorodnih računara jednog drugim u smislu njihove primene na odredjene numeričke postupke posebno je bilo važno u tom vremenu računske tehnike i Marković to čini za slučaj Rikatijeve jednačine. "Petrović je pokazao kako se Klerićev traktoriograf može upotrebiti i kao integraf za izvesne tipove diferencijalnih jednačina prvoga reda.[41] Lako je, medjutim, pokazati kako se Klerićev aparat može upotrebiti i kao integrometar za Riccati-evu jednačinu. Jer ako pisaljku na Klerićevom aparatu budemo vukli ne po datoj liniji čije se traktrise traže, nego po direktrisi kakve Riccati-eve jednačine, onda Klerićev aparat upravo postaje Jacob-ov integrator i može se upotrebiti, na isti način kao i ovaj, za mehaničku integraciju Riccati-eve jednačine".[42]

---

41 Na ovom mestu Marković navodi Petrovićev rad naveden pod 39; videti o istom radu Glas LI, 18(1896), 313-316.

42 S.M.Marković: teza, str. 87.

8. DJURO KUREPA

Od 1951. godine kada je u Parizu održan medjunarodni skup o računskim mašinama, dr Djuro Kurepa, profesor univerziteta preuzeo je odredjena istraživanja u računskoj tehnici.[1] Kako se ovi radovi javljaju na prelazu sa mehaničkih, na savremene elektronske računare, to su oni od posebnog značaja za našu temu. Ovi radovi paralelno sa radovima dr Mirka Stojakovića zaokružuju jedan obiman predelektronski period razvitka računske tehnike kod nas.

Imajući u vidu binarno značenje jednog podatka profesor Dj. Kurepa naredne 1952. godine pruža konstrukciju flip-flop cevi kao elementa logičkog uredjaja za računar.[2] Nešto docnije, 1958. godine profesor Dj. Kurepa uvodi i n o s t r u k t u r u kod računara sa potpuno novim pri-

---

1 Dj.Kurepa: Internacionalni kolokvij: Matematički strojevi i ljudska misao, Glasnik, 6(1951), 1-2, 69-71.

2 Dj.Kurepa: Unakrsno spajanje elektronskih cijevi - važan element u elektronskim matematičkim mašinama (flipflop cijevi), Mat.fiz.list, 2(1951/52),3,88-9o.- Da bi ideje novog sredstva za računanje približio širim krugovima, Dj.Kurepa je objavio i radove: Povodom novih matematičkih strojeva, Glasnik, 6(1951),3,124-128; Elektronski mozgovi-najnoviji računski strojevi, Priroda, 39(1952),7,247-253.

stupom ulazno-izlaznim veličinama i opšte radu savremenih računara.[3] "Verovatno, ne može se dati precizna definicija šta je mašina. Ipak, mi shvatamo mašinu - piše profesor Kurepa, kao kakav skup sastavljen od jednog ili više organizovanih delova (jedinice mašine). Nadalje, imamo utisak da se pritom radi o izvesnoj ulazno-izlaznoj mogućnosti. Zato i možemo govoriti o mašinama kao ulazno-izlaznim strukturama (imput-output structures - kraće: i n o s t r u k t u r a). Nadalje se u vezi s mašinom ima u vidu mogućnost "napajanja" energijom. Zato možemo govoriti o energizovanim inostrukturama".[4]

Ovaj suštastveni pojam kod računskih mašina koji se obično svodi na proučavanje odredjenih relacija i algebarskih struktura, direktno ćemo koristiti kod računara Mihaila Petrovića sa izvesnim posebnostima, jer su Petrovićeve računske mašine bez logičkog uredjaja.[5]

---

[3] Dj.Kurepa: Strukture i mašine, Glasnik, 13(1958),4,3oo-3ol; Structures and Machines, Congreso Inter. de Automatica, Madrid, 1958, 2o2-2o4; Sets, Logics, Machines, Int. Symp. on the Theory of Switching Proc., The Annals of the Comp. Labor. of Harvard Univ., 29(1959), 137-146.

[4] Dj.Kurepa: Skupovi, logika, mašine, Tehnika (Opšti deo), 14(1959), 12, 253-257 (str.255).

[5] Treći deo disertacije izlaže računske mašine Mihaila Petrovića.

9. MIRKO STOJAKOVIĆ

I posle drugog svetskog rata nastavljena je aktivnost u računskoj tehnici, pri čemu smo rezultate ovog perioda pratili do 5o-tih godina, sve do pojave prvih elektronskih računara kod nas.

U ovom periodu bilo je nekoliko radova koji su imali isključivo edukativan cilj. Rešenja direktno ugradjivana u računare za potrebe nauke i tehnike bilo je nekoliko, gde posebno izdvajamo radove dr Mirka Stojakovića, koji su se našli na prelomu razvitka računske tehnike, kada su mehanički računari ustupali mesto impulsnim računarima, sve savremenije konstrukcije.

Godine 195o. kod profesora Stojakovića nailazimo na rad gde je poput današnjih algoritamskih shema izložen po prvi put shematiziran algoritam polinoma $P_n(x)$ i racionalne funkcije $R(x)$ za jednu mehaničku cifarsku mašinu.[1] Ovde je izloženo originalno rešenje za prenošenje "desetica" pri operaciji množenja i to, kako za dosadašnji postupak

[1] M.Stojaković: O nekim mehaničkim analogijama osnovnih aritmetičkih operacija, Vesnik, 2(195o), 3-4,51-6o; v. Vesnik, 3(1951), 1-2,96; v.MR, 13(1952), 289.

$$a \cdot b = \underbrace{a+a+a+\ldots+a}_{b\text{-puta}} ,$$

tako i za nov princip neposrednog množenja pomoću "multiplikativnog tela". Docnije, 1956. godine multiplikovano telo, kao mehanički element aritmetičkog uredjaja mehaničke cifarske mašine, patentira se i dovodi u stanje direktne primene.[2]

Pokazalo se da ovo rešenje iz 1950. godine ima značaja i za probleme minimizacije gabarita aritmetičkog uredjaja, pa time i same mašine. Naime, vertikalno kalkulativno vreteno (cilindar) stvorilo je sve uslove da se konstruiše mehanička cifarska mašina (ručni pogon) sa znatno manjom spoljnom zapreminom.[3] Postavljanje i rešavanje ovog problema ima sve odlike današnjih istraživanja kod impulsnih računara, gde se iznalaze što manji računari po zapremini, a pri tome da sve mogućnosti računara budu zadržane, pa i poboljšane.

Ono što posebno treba naglasiti kod ovog rada je rešenje problema prevodjenja oblika informacije sa jednog brojnog sistema na drugi brojni sistem radi dobijanja veće brzine ulaza i drugo. Ovaj problem koji je rešen kod savremenih računara, profesor Stojaković za mehaničku cifarsku

---

2 M. Stojaković:Rotaciono multiplikativno telo za mehaničke računske mašine,Pronalazaštvo,6(1956),11,95 (P.181/56 od 28. februara 1956).

3 Koliko je poznato, takva jedna mehanička cifarska mašina (ručni pogon) konstruisana je 60-ih godina kod firme

mašinu izlaže transformaciju

$$\sum a_i 10^{\pm n} \rightarrow \sum b_i 2^{\pm m}$$

gde su $a_i \in \{0,1,2,\ldots,9\}$, $b_i \in \{0,1\}$, $n,m \in N$, pri čemu je, u stvari, konstruisao novu mehaničku računsku mašinu.[4]

Istraživanja profesora Stojakovića nisu bila slučajna. Petrovićev učenik uoči drugog svetskog rata usmerava sebe u poratnim godinama na probleme računske tehnike i modelovanja. Tako, već 1948. godine ukazuje na značaj računskih mašina Mihaila Petrovića,[5] 1951. godine učestvuje na savetovanju "Mašine za računanje i ljudska misao" (Pariz, januar 1951),[6] itd. Iz ovakvog rada došlo je i do prvog pisanja kod nas o matematičkim modelima. "Obe vrste mašina (analogne i cifarske - pr.M.T.) su u stvari matematički modeli u kojima su izvesne manje ili više složene pojave najpre matematički potpuno proučene a potom, obrnuto, iskorišćene za izvršenje matematičkih operacija. Odvijanje

---

"Contina Ldt Mauren", pri čemu nismo utvrdili prisustvo Stojakovićevog patenta u konstrukciji ove mašine (System Curt Herzstark).

4 M.Stojaković: navedeno pod 1 ,str.56-57. Konsultovanjem poznatijih monografija (npr.Moren,Vilars, pa i najnovije knjige I.A.Apokin, L.E.Majstrov:Razvitie vyčislitel'nyh mašin,Moskva,1974) ustanovili smo da je ovo jedino poznato rešenje transformacije brojnih sistema kod mehaničkih računara.

5 Vesnik, 1(1949),1,86; M.Stojaković: Teorija i praksa matematičke fenomenologije Mihaila Petrovića, Dijalektika, 8(1973),4,105-108.

svih pojava je u mašini potpuno dozirano i njihovo stanje u svakom trenutku vremena poznato. Prema ulozi veličina u jednačinama po kojima se odigrava pojava i prema tome koje su od njih unapred date a koje se traže, mašina i rešava ovaj ili onaj matematički problem. U tom smislu može se i reći da su mašine za računanje u stvari modeli matematičkih operacija".[7]

Prema našim mogućnostima da otkrijemo rezultate računske tehnike u prvim godinama posle rata, možemo ukazati na činjenicu da je u našoj sredini od strane matematičara prvi shematiziran algoritam (organigram) za elektronski računar uradio profesor Stojaković. On je u radu "Razmatranja o jednoj funkciji izbora od značaja za primenu kod mašina za računanje" izložio postupak odredjivanja najmanje i najveće vrednosti u skupu realnih brojeva koristeći Hejvisajdovu funkciju i za to sastavio shematiziran algoritam.[8]

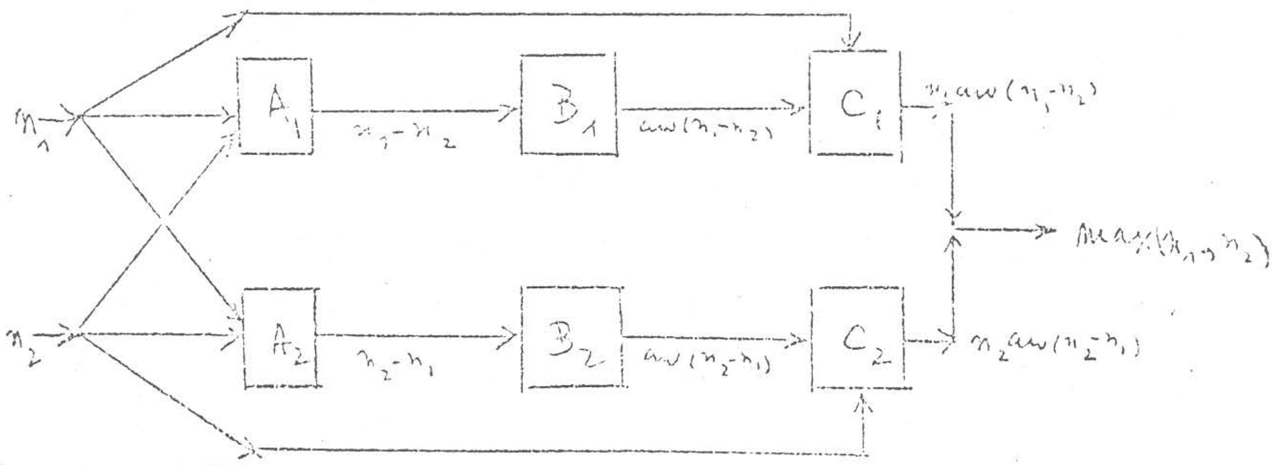
Ovim radom se naslutilo neophodno postojanje jedne posebne instrukcije kod savremenih računara za automatsko izvodjenje uredjenja elemenata jednog konačnog skupa podataka. Kao što je poznato, to je danas instrukcija (naredba)

---

6 M.Stojaković: Medjunarodni kolokvijum "Mašine za računanje i ljudska misao", Vesnik, 2 (195o), 3-4,1o3-1o7.

7 M.Stojaković: navedeno pod 1 , str. 51.

8 Saopštenje na 67. sednici Društva matematičara i fizičara SR Srbije, Vesnik, 4(1952), 1-2,86; rukopis od 1,25 araka je sačuvan.



Sl.23.- Autograf Stojakovićevog organigrama iz 1952. godine za funkciju izbora

SØRT u jeziku CØBOL, premda se u jeziku FØRTRAN-IV ovo može učiniti sa nekoliko logičkih naredbi.

Imajući u vidu značaj ovog rukopisa iz 1952. godine, ovde ćemo nešto detaljnije izložiti ovaj postupak sa izvesnim našim dopunama.

FUNKCIJA IZBORA

Neka je

(1) $\quad Ro = \{n_1, n_2, n_3, \dots, n_k\}$, $n_\nu \in R$, $1 \leq \nu \leq k$

konačan skup realnih brojeva sa pretpostavkom da je $Ro \neq \emptyset$ i da elementi skupa Ro nisu svi medjusobno jednaki, odnosno $Ro \neq \{x\}$. U slučaju kada bi skup (1) bio jednočlan $Ro \neq \{x\}$, tj. $n_1 = n_2 = n_3 = \dots = n_k = x$ razmatranje o bilo kojoj funkciji izbora bilo bi trivijalno.

Pod f u n k c i j o m i z b o r a f u skupu Ro podrazumevamo preslikavanje f:Ro×Ro→Ro sa svojstvom izvesnog odabiranja, sortiranja, izbora, ... medju članovima n. skupa Ro, tako da dvojku (Ro,f) nazivamo strukturom izbora.

Poznato je da može biti više različitih biranih operacija izbora f koje imaju veoma važan praktičan i teorijski sadržaj. Na primer, iz skupa (1) potrebno je izabrati najmanji, odnosno najveći broj, ili iz skupa Ro izdvojiti konačan skup racionalnih brojeva Qo⊂Ro, itd. Ako su elementi u Ro reči jednog jezika, tada operacija izbora f može da ima značenje operacije azbukovanja (sortiranja-uredjivanja reči po azbučnoj hijerarhiji pisma odgovarajućeg jezika)[9], itd.

Iz veoma raznovrsnog mnoštva funkcija izbora f profesor Stojaković je proučavao preslikavanje koje odredjuje izbor najvećeg (max), odnosno najmanjeg (min) broja iz konačnog skupa Ro

$$(2) \qquad \max : Ro\times Ro \to Ro \ , \qquad \min : Ro\times Ro\to Ro \ .$$

Definicija.- Pod najmanjom vrednošću u jednom konačnom skupu realnih brojeva Ro podrazumevamo

---

[9] Npr.,svetski adresar matematičara (World Directory of Mathematicians 197o, Stockholm, 197o,p.637) sa 175oo imena azbukovan je na računaru sa programom CRT koji sadrži odgovarajuće funkcije izbora (v.naš prikaz Matematički vesnik, 23(1971), 349-35o).

broj n_m u oznaci

$$n_m = \min Ro ,$$

za koji važi

$$(\forall x \in Ro)\ n_m = \min Ro \Leftrightarrow n_m \in Ro \wedge n_m \leqslant x .$$

Slična definicija glasi i za najveću vrednost.

D e f i n i c i j a.- Pod najvećom vrednošću u konačnom skupu realnih brojeva Ro podrazumevamo broj n_M u oznaci

$$n_M = \max Ro$$

za koji važi

$$(\forall x \in Ro)\ n_M = \max Ro \Leftrightarrow n_M \in Ro \wedge n_M \geqslant x .$$

Iz praktičnih razloga često se skupu (1) može pridodati jedan član $\alpha \in Ro$, odnosno $\beta \in Ro$, takav da je $\alpha < n_m$, odnosno $\beta > n_M$. U prvom slučaju kažemo da smo u skup Ro uveli minorantu α, a u drugom slučaju majorantu β. Ovo je dopušteno jer konačan skup (1) pridodavajući mu još jedan element, recimo $Ro \cup \{\alpha\}$, ne menja svojstva konačnog skupa.

Za funkcije izbora (2) usvajamo multiplikativnu notaciju $n_1 \max n_2$ ili $n_1 \min n_2$, koju često pišemo i u obliku $\max(n_1, n_2)$ ili $\min(n_1, n_2)$.

Važe sledeći pomoćni stavovi.

P o m o ć n i s t a v.

Ako konačan skup Ro realnih brojeva ima bar jedan elemenat, ima on i najmanji element, tj. postoji takav element $n_m \in Ro$ da je

$$n_m \leq x \ , \ \forall x \in Ro.$$

Na sličan način iskazuje se i stav o postojanju najvećeg elementa u skupu (1).

P o m o ć n i s t a v. -

Ako konačan skup Ro realnih brojeva ima bar jedan element, ima on i najveći element, tj. postoji takav element $n_M \in Ro$ da je

$$n_M \geq x \ , \ \forall x \in Ro \ .$$

Za binarne operacije min, max (2) važe sledeći stavovi.

S t a v.-

Neka je $Ro = \{n_1, n_2, n_3, \ldots, n_k\}$ konačan skup realnih brojeva ($Ro \neq \emptyset$). Za operacije izbora min : $Ro \times Ro \to Ro$ i max : $Ro \times Ro \to Ro$ skup Ro čini komutativnu semigrupu sa jediničnim elementom.

D o k a z. - Još 1950. godine dr D.S.Mitrinović pokazao je da su za operacije min, max ispunjeni komutativni i asocijativni zakon i da postoji jedinični element.[10]

[10] D.S.Mitrinović: O operacijama max i min, Fac. Phylos. Univ. Skopje, Sect.Sci.Nat. 3(1950),4,10; D.S.Mitrinović: Sur une propriété des opérations max et min, CR 232 (1951), 286-287; D.S.Mitrinović: O operacijama max i min, Zbornik matematičkih problema I, Beograd, 1957, 232-235.

1. $(\forall x,y\in Ro)\ x \overset{min}{\underset{max}{}} y = y \overset{min}{\underset{max}{}} x$;

2. $(\forall x,y,z\in Ro)\ (x \overset{min}{\underset{max}{}} y) \overset{min}{\underset{max}{}} z = x \overset{min}{\underset{max}{}} (y \overset{min}{\underset{max}{}} z)$;

3. Kako je konačan skup realnih brojeva Ro delimično uredjen $(Ro,\leqslant)$, to elementima skupa Ro možemo pridružiti sledeći poredak

(3) $$n_1 \leqslant n_2 \leqslant n_3 \leqslant \ldots \leqslant n_k .$$

Tada je za operaciju max jedinični element n_1, jer je

$$n_1 \max n_i = n_i \ , \ \forall n_i \in Ro \ ,$$

odnosno

$$(\exists n_1 \in Ro)\ (\forall n_i \in Ro)\ n_1 \max n_i = n_i \max n_1 = n_i \ .$$

Za operaciju min jedinični element je n_k, jer je

$$n_i \min n_k = n_i \ , \ \forall n_i \in Ro \ ,$$

odnosno

$$(\exists n_k \in Ro)\ (\forall n_i \in Ro)\ n_i \min n_k = n_k \min n_1 = n_i \ .$$

Kako su operacije min, max distributivne

$$(\forall x,y,z\in Ro)\ x \overset{min}{\underset{max}{}} (y \overset{max}{\underset{min}{}} z) = (x \overset{min}{\underset{max}{}} y) \overset{max}{\underset{min}{}} (x \overset{min}{\underset{max}{}} z) \ ,$$

i apsorptivne

$$(\forall x,y\in Ro)\ x \overset{min}{\underset{max}{}} (x \overset{max}{\underset{min}{}} y) = x \ ,$$

što je jednostavno dokazati prema poretku (3), to važi

S t a v.-

Struktura (Ro, min, max) je distributivna mreža.

Kako je distributivna mreža (Ro, min, max) komplementarna, jer postoji preslikavanje $\neg : Ro \to Ro$ koje svakom $x \in Ro$ pridružuje njegov komplement $\neg x \in Ro$, odnosno

$$(\forall x, y \in Ro) \quad x \begin{smallmatrix} min \\ max \end{smallmatrix} (\neg x) = y \begin{smallmatrix} min \\ max \end{smallmatrix} (\neg y) \ ,$$

to važi i

S t a v.-

Struktura (Ro,min,max,$\neg$) je komplementarna distributivna mreža, odnosno Bulova algebra.[11]

Kao što smo napred naveli, profesor Stojaković je 11. marta 1952. godine izložio dobijanje analitičkih izraza za funkcije izbora min,max posredstvom Hejvisajdove funkcije

$$(4) \qquad H(x) = \begin{cases} 0 & , \ x < 0 \\ 1/2 & , \ x = 0 \\ 1 & , \ x > 0 \end{cases}$$

ili

$$(5) \qquad H(x) = \lim_{\beta \to \infty} \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma - \beta i}^{\gamma + \beta i} \frac{1}{z} e^{-xz} \, dz \ .$$

Ovo je učinjeno radi dobijanja potrebnog algoritma za programiranje funkcije izbora na savremenom računaru.

[11] Pored navedenih radova o operacijama min,max, prof. D.S. Mitrinović objavio je i raspravu Sur certaines relations restant valables si l'on permute les opérateurs y intervenant, Vesnik, 8(1956),1-2,15-21 (isto u Zborniku matematičkih problema I, Beograd, 1957,218-221).- Opšte rečeno, strukturama (Ro,min), (Ro,max) i njenim primenama u računaru kod nas se jedino bavio profesor Mitrinović i profesor Stojaković u navedenom rukopisu, tako da je

"Što se tiče primene ovakvih vrsta funkcija kod elektronskih mašina za računanje, - pisao je M. Stojaković, veoma često pri sastavljanju programa rada mašine postavlja se zadatak da mašina sama iz izvesnog niza usputnih rezultata treba da odabere za dalji račun najveći odnosno najmanji od brojeva koji se u njenom magacinu nalaze registrovani".[12]

S t a v.-

Ako je $Ro = \{n_1, n_2, n_3, \ldots, n_k\}$ konačan skup realnih brojeva ($Ro \neq \emptyset$), tada važe sledeće veze

$$\max Ro = \max \mathcal{P}_i H(\max \mathcal{P}_i - n_{ik}) + n_{ik} H(n_{ik} - \max \mathcal{P}_i) \,, \tag{6}$$

$$\min Ro = \min \mathcal{P}_i H(n_{ik} - \min \mathcal{P}_i) + n_{ik} \cdot H(\min \mathcal{P}_i - n_{ik}) \tag{7}$$

gde je $\mathcal{P}_i$ makoja permutacija $ni_1, ni_2, ni_3, \ldots, ni_{k-1}$ brojeva $n_\nu \in Ro$ $(1 \leq \nu \leq k)$.

D o k a z. - Za najveći broj $n_M = \max Ro \in Ro$ profesor M.Stojaković predvidja dva slučaja: $n_M \in \mathcal{P}_i \vee \neg(n_M \in \mathcal{P}_i)$. Ako je $n_M \in \mathcal{P}_i$, tada Hejvisajdove funkcije (4) u vezi (6) postaju

$$H(\max \mathcal{P}_i - n_{ik}) = H(n_M - n_{ik}) = \begin{cases} 1/2 \,, & n_M - n_{ik} = 0 \\ 1 \,, & n_M - n_{ik} > 0 \end{cases}$$

$$H(n_{ik} - \max \mathcal{P}_i) = H(n_{ik} - n_M) = \begin{cases} 1/2 \,, & n_{ik} - n_M = 0 \\ 0 \,, & n_{ik} - n_M < 0 \end{cases}$$

pa prva jednakost (6) stava važi, jer je

1957. godine profesor Mitrinović pisao: "... izneli smo nekoliko, većim delom poznatih osobina operacija max i min, i to iz ovih razloga: što u matematičkoj literaturi, na jezicima jugoslovenskih naroda, o ovome nije ništa pisano; ..." (navedeno pod 57, str. 233).

[12] M.Stojaković: navedeno pod 8, str. 4.

$$\max Ro = n_M\cdot\frac{1}{2}+n_M\cdot\frac{1}{2} = n_M \ ,$$

za $ni_k = n_M$ i

$$\max Ro = n_M\cdot 1+ni_k\cdot o = n_M \ ,$$

za $ni_k < n_M$.

Za slučaj $\neg(n_M\in\wp_i)\Rightarrow(n_M = ni_k)$ Hejvisajdove funkcije postaju

$$H(\max\wp_i-ni_k) = o \ ,$$

$$H(ni_k-\max\wp_i) = 1 \ ,$$

i stav za funkciju izbora $\max: Ro\times Ro\to Ro$ važi u svakom slučaju.

Za drugu funkciju izbora $\min: Ro\times Ro\to Ro$ slično se dokazuje važnost izraza (7), te je time stav u potpunosti dokazan.

Na ovaj način profesor M. Stojaković je postigao da funkcije izbora min, max izrazi pomoću Hejvisajdove funkcije i elemenata skupa Ro. Na primer, za bilo koja dva broja $n_1,n_2\in Ro$ imamo da je

$$\text{(8)}\qquad \begin{aligned} \max(n_1,n_2) &= n_1H(n_1-n_2)+n_2H(n_2-n_1) \ ,\\ \min(n_1,n_2) &= n_1H(n_2-n_1)+n_2H(n_1-n_2) \ . \end{aligned}$$

Primena funkcije (4) je mnogo jednostavnija od funkcije u obliku (5), jer na primer, poslednje dve veze imaju oblik

```
      DIMENSIØN  B(100)
  900 FØRMAT(1H1,20X,'FUNKCIJA IZBØRA-ØDREDJIVANJE MAX I MIN'///)
  901 FØRMAT(20X,' KØNACAN SKUP REALNIH BRØJEVA'//)
  902 FØRMAT(21X,'S= ',4F9.4)
  903 FØRMAT(24X,4F9.4)
  904 FØRMAT(//20X,' MAKSIMALNA VREDNØST MAX(S)=',F9.4)
  905 FØRMAT(//21X,'MINIMALNA VREDNØST  MIN(S)=',F9.4)
  906 FØRMAT(//21X,'DATUM',I2,'.',I2,'.',I4,'.')
  907 FØRMAT(8F10.0)
  908 FØRMAT(I5,I5,I5)
      READ(105,908) N
      READ(105,907) (B(I),I=1,N)
      WRITE(108,900)
      WRITE(108,901)
      WRITE(108,902) (B(I),I=1,4)
      WRITE(108,903) (B(I),I=5,N)
      DØ 3 I=2,N
      IF(B(1)-B(I)) 1,1,2
    1 GØ TØ 3
    2 BP=B(I)
      B(I)=B(1)
      B(1)=BP
    3 CØNTINUE
      DØ 6 I=3,N
      IF(B(2)-B(I)) 5,5,4
    4 GØ TØ 6
    5 BP=B(I)
      B(I)=B(2)
      B(2)=BP
    6 CØNTINUE
      WRITE(108,904) B(2)
      WRITE(108,905) B(1)
      READ(105,908) ID,IM,IG
      WRITE(108,906) ID,IM,IG
      STØP
      END
```

Program br.1.- Odredjivanje najmanje i najveće vrednosti u konačnom skupu realnih brojeva

```
      DIMENSION B(100)
  900 FORMAT(1H1,20X,'FUNKCIJA IZBORA-ODREDJIVANJE MAX I MIN'///)
  901 FORMAT(21X,'KONACAN SKUP REALNIH BROJEVA'//)
  902 FORMAT(21X,'S= ',4F9.4)
  903 FORMAT(24X,4F9.4)
  904 FORMAT(//21X,'MAKSIMALNA VREDNOST MAX(S)=',F9.4)
  905 FORMAT(//21X,'MINIMALNA VREDNOST  MIN(S)=',F9.4)
  906 FORMAT(//21X,'DATUM',2X,I2,'.',I2,'.',I2,'.')
  907 FORMAT(8F10.0)
  908 FORMAT(3I5)
  909 FORMAT(//21X,'UREDJENJE'//)
      READ(105,908) N
      READ(105,907) (B(I),I=1,N)
      READ(105,908) ID,IM,IG
      WRITE(108,900)
      WRITE(108,901)
      WRITE(108,902) (B(I),I=1,4)
      WRITE(108,903) (B(I),I=5,N)
      DO 2 I=1,N-1
      JPOC=I+1
      DO 2 J=JPOC,N
      IF(B(I)-B(J)) 2,2,1
    1 POMOC=B(I)
      B(I)=B(J)
      B(J)=POMOC
    2 CONTINUE
      WRITE(108,909)
      WRITE(108,902) (B(I),I=1,4)
      WRITE(108,903) (B(I),I=5,N)
      WRITE(108,904) B(N)
      WRITE(108,905) B(1)
      WRITE(108,906) ID,IN,IG
      STOP
      END
```

Program br.2.- Odredjivanje poretka, najmanje i najveće vrednosti u konačnom skupu realnih brojeva

```
FUNKCIJA IZBORA-ODREDJIVANJE MAX I MIN


KONACAN SKUP REALNIH BROJEVA

S=     -2.0000   21.0000    8.0000     .0000
      126.0000  125.0000   32.0000     .0000
         .0000   21.0000   -7.0000     .0000
        6.0000    7.0000   97.0000   42.0000
       -2.0000   -2.0000   -8.0000    2.0000
       13.0000   72.0000  -80.0000   30.0000
       -7.0000    9.0000  193.0000     .0000
        8.0000    6.0000   -1.0000    4.0000
       75.0000   26.0000  -15.0000     .2000
        9.3000  -94.0000  -94.0000     .1000
        5.0000    2.0000   -2.0000     .1000
        4.6000    5.0000    5.0000   -2.1000
        7.5000   89.0000

UREDJENJE

S=    -94.0000  -94.0000  -80.0000  -15.0000
       -8.0000   -7.0000   -7.0000   -2.1000
       -2.0000   -2.0000   -2.0000   -2.0000
       -1.0000     .0000     .0000     .0000
         .0000     .0000     .1000     .1000
         .2000    2.0000    2.0000    4.0000
        4.6000    5.0000    5.0000    5.0000
        6.0000    6.0000    7.0000    7.5000
        8.0000    8.0000    9.0000    9.3000
       13.0000   21.0000   21.0000   26.0000
       30.0000   32.0000   42.0000   72.0000
       75.0000   89.0000   97.0000  125.0000
      126.0000  193.0000

MAKSIMALNA VREDNOST MAX(S)= 193.0000

MINIMALNA VREDNOST  MIN(S)= -94.0000
```

Tablica br.6.- Primer odredjivanja poretka, najmanje i najveće vrednosti u konačnom skupu realnih brojeva S.

$$
\begin{aligned}
\max(n_1,n_2) &= \frac{1}{2\pi i} \lim_{\beta\to\infty} \int_{\gamma-\beta i}^{\gamma+\beta i} \frac{n_1 e^{-(n_1-n_2)z} + n_2 e^{-(n_2-n_1)}}{z}\, dz, \\
\min(n_1,n_2) &= \frac{1}{2\pi i} \lim_{\beta\to\infty} \int_{\gamma-\beta i}^{\gamma+\beta i} \frac{n_1 e^{-(n_2-n_1)z} + n_2 e^{-(n_1-n_2)}}{z}\, dz.
\end{aligned}
\tag{9}
$$

Znači, funkcije min (n_1,n_2), $\max(n_1,n_2)$ mogu se zadati pomoću izraza (9) koji sadrži dvostruki granični proces, dok se funkcije minRo, maxRo izražavaju prema stavu iteriranjem izraza (8).

M. Stojakovićevo nastojanje iz 1952. godine da iterativnim postupkom (8) prema organigramu na sl. 1 odredi najmanju i najveću vrednost u skupu Ro realizovali smo na savremenom računaru CII-1007o i to za slučajeve: 1° direktan izbor maxRo i min Ro (Program br.1) i 2° nalaženje poretka $n_1 \leqslant n_2 \leqslant n_3 \leqslant \dots \leqslant n_k$ (Program br. 2).

POGOVOR

Izlažući rezultate računske tehnike od onih koji su nastali 6o-ih godina prošlog veka kada je Djura Ljočić započeo istraživanja u kinematičkim analognim računskim mašinama, pa do prvog shematiziranog algoritma za elektronski računar profesora Mirka Stojakovića i radova profesora Djure Kurepe o inostrukturi kod računara, - želeli smo koliko je to bilo moguće i prostorno dozvoljeno, da uopštimo ovu pojavu u našoj nauci i da je nagovestimo kao samostalnu naučnu disciplinu. Cilj nam je bio da tačno ustanovimo sve rezultate Petrovićevih prethodnika i savremenika do pojave prvih elektronskih računara kod nas, kako se Petrovićevi rezultati u opštoj i tehničkoj fenomenologiji ne bi shvatili kao neka potpuno izolovana pojava. Na ovaj način Petrovićeva istraživanja dobila su nove dimenzije i uslove za dalja ispitivanja. Od prve rasprave Ljubomira Klerića (1876) o konstrukciji kinematičke računske mašine,[1] izvesnih napomena Milorada Šapčanina u 1871. godini o takozvanom "sčjotu" u našim školama[2] i više manjih i različi-

[1] Lj.Klerić: Teorija i konstrukcija polarnog pantografa (konhojidografa), Glasnik SUD, 43(1876).

[2] M.P.Šapčanin: Očigledna nastava u osnovnoj školi, Glasnik SUD, 32(1871), 1-35.

tih rešenja u računskoj tehnici mahom objavljenih u Srpskom tehničkom listu,[3] pa sve do poslednjeg rada Mihaila Petrovića iz računara,[4] obuhvaćen je period razvoja naše matematike u kojem su ostvareni glavniji rezultati u računskoj tehnici i nalaženju modela među disparatnim pojavama (opšta fenomenologija). Ovakvo stanje u razvoju računske tehnike kod nas bilo je uslovljeno mnogim pojavama. Pre svega, računska tehnika tog vremena bila je u okviru predmeta mehanika (teorija mehanizama) koji je 80-ih godina počeo naglo da se razvija u našoj sredini.[5] Ovome treba dodati i činjenicu, da se u to vreme u svetu već razvila precizna mehanika, čime su stvoreni neophodni uslovi za samu konstrukciju računara. I na kraju, društveno-političke prilike, specijalno potrebe rata, doprinele su da se dobiju sve bolja rešenja računara. Nije samo glavni problem unutrašnje i spoljne balistike zahtevao razne precizne računare, već i ostalim problemima artiljerije, inženjerije, ... računska tehnika bila je neophodna. Kao što su drugi svetski rat i njegovi zahtevi naučno-istraživačkom radu doveli do prvih elektronskih računara (MARK I, USA i FUAZO, SSSR) u 1944. godini, tako su i istraživanja vojnih

3 Npr., M. Ž. Milošević: Izohipsograf, S T List, 5(1894), 8, 185; Rešavanje kvadratnih ekvacija pomoću logaritmara (lenjira za računanje), S T List, 20(1909), 15,119; itd.

4 M. Petrović: Kvadratura pomoću kurvimetra, Glas XCIII, 39(1921), 50-61.

5 Videti D. Trifunović: Dijalektika 10(1975), 3,95-117.

stručnjaka u 19. veku (Pric, Jakob,...) bila uslovljena potrebama vodjenja rata. Jedno veoma važno i značajno pitanje, koje se istraživanjima u društvenoj istoriji i istoriji nauka može da dovede do izuzetne debate, je utvrdjena činjenica, da se razvitak računske tehnike u novije doba (od 19. veka do danas) kretao kao neposredna posledica ratnih prilika.

U periodu izmedju dva rata nije više bio prisutan pronalazački dar profesora Ljubomira Klerića kao pokretača ovih pojava kod nas, a Mihailo Petrović je prestao da se bavi računarima. Medjutim, i pored ovakve situacije nastavljen je izvestan rad u računskoj tehnici, na iznalaženju novih rešenja zasnovanih na analoškim modelima. Na primer "š e s t a l i c a" dr Tome Pavlovića (Novi Sad) iz 1932. godine za obavljanje osnovnih računskih operacija i nekih složenijih numeričkih algoritama, pripada nomografskim računarima kinematičkog tipa koja se koristila u aktuarnoj matematici radi prevodjenja valutnih jedinica i sl.[6] U ovu grupu analognih kinematičkih modela ne treba izostaviti i radove Antona Bilimovića[7] koji su u najnovijoj knjizi poznatog istoričara nauka A.T.Grigorjana analizirani.[8]

U opštoj fenomenologiji, naročito u njenim oblastima gde se donose zaključci po analogiji na osnovu analize

---

6 T.Pavlović: Sprava za računanje, Uprava za zaštitu industrijske svojine, Patentni spisi br.9o2o,Klasa 42(9), 1.avgust 1932; T.Pavlović: Teorija proporcionih linija, Novi Sad, 1936, str. 18.

7 A.Bilimovitsch: Zur mechanismus der Polverlagerungen,

analoškog jezgra (matematičkih modela) bilo je više rezultata i odredjenih istraživanja izmedju dva rata i neposredno posle drugog svetskog rata, koja treba posebno proučiti i u konceptu naše teme, povezati ih sa rezultatima Mihaila Petrovića. Na primer, rad profesora Dragice Nikolić "Analogija izmedju zakona zračenja apsolutno crnog tela i gasnih zakona", gde proučavano zaključivanje po analogiji ima potpuno isti istraživački karakter kao i Petrovićevi radovi.[9] Ovde je, specijalno, preko jedne shematizirane tablice izloženo analoško značenje svih veličina u gasnim zakonima i zakonima zračenja.

Dalje. U nama nepoznatim pravnim naukama naišli smo na jedan rad iz oblasti analogija koji je po sadržaju veoma blizak Petrovićevim istraživanjima društvenih pojava (poznati Petrovićevi primeri metafora). To je rad poznatog beogradskog pravnika Živojina Perića koji je 192o. godine u časopisu "Revue Mensuelle" objavljen.[10] Bez suštinske ana-

---

Publ.math. Univ. Belgrade 2(1933), 189-199; O geometrijskoj konstrukciji i instrumentu za približno rešavanje Keplerove jednačine, Glas CXCI, 1(96), 117-124.

8 A.T.Grigorjan - B.N.Fradlin: Naučnoe nasledie školy Suslova po analitičeskoj mehanike i ego razvitie v issledovanijah jugoslavskih učenyh, Matematički institut, Istorija mat. i meh. nauka,knj.1, Beograd 1977 (u štampi; urednik akademik T.P.Andjelić).

9 Vesnik, 7(1955), 1-2, 85-98.

10 J.Péritch: Des suites nuisibles d'un abus de la theorie des analogies, Revue Mensuelle, Genéve, 192o, 1-4 (prema separatu iz arhiva Jovana Karamate).

lize i nalaženja uzročnosti u mehanizmima, Perić dovodi na sličnost rad srca sa skokovima u društvu (veliki dogadjaji), civilizaciju sa revolucijom planeta i drugo. Imajući donekle uvid u bibliografiju Perićevih radova, ovo je njegov j e d i n i rad iz analogija. Verovatno, da je pisan pod uticajem Mihaila Petrovića koji je sa Živojinom Perićem živeo u istom domu pola stoleća.

TREĆI DEO

ANALOGNE RAČUNSKE MAŠINE

Od 1617. godine kada je Škotlandjanin Džon Neper pronašao kinematičko sredstvo - logaritmar za jednostavno "mašinsko" obavljanje osnovnih operacija sa logaritmima,[1] trebalo je da prodje nešto više od dva veka da bi se pojavila nova analogna računska mašina. Kinematički planimetar za odredjivanje površina pronašao je Jakob Amsler 1854. godine.[2] Mnogi pronalasci, a posebno razvitak precizne tehnike, uslovili su intezivan rad na računarima u 19. veku. Radovi Prica, Jakoba, Napolija, Abdanka i drugih dali su nova i sve bolja rešenja različitih integrafa, integratora, kurvimetra, planimetra i specijalizovanih kinematora za rešavanje algebarskih jednačina. Osamdesetih godina počela su istraživanja i analognih računara na osnovama hidrodinamičkih modela.[3]

---

1 P.A.Florenskij: Fizika na službe matematiki, Soc.rekon. i nauka, 4(1932), 43-63; često se Otredov astrolab iz 1632. godine uzima kao prvi pronalazak logaritmara, jer on po izgledu više podseća na današnji logaritmar.

2 H.de Morin: Les Appareils d'Intégration, Paris 1913.

3 Matematičeskaja tehnika, UMN 1(1946), 5-6, 3-26.

Najvredniji rezultat i rešenje koje je direktno anticipiralo savremen analogni računar, bila je mašina V.Tomsona - lord Kelvin. Tomson kao istaknuti analogičar 19. veka, naročito u odnosima električnih i toplotnih pojava, 1878. godine objavio je teorijske osnove diferencijalnog analizatora.[4] Za ovaj pronalazak Tomsonu je poslužio pronalazak mehaničkog integratora čiji je stvaralac bio Kelvinov brat Džems. Tomsonov diferencijalni analizator usavršen je 1911. godine u Petrogradu prema predlogu akademika A.N.Krilova. Relativno već usavršen Tomsonov analizator poboljšao je Amerikanac V.Buš (1930) za čije se ime i vezuje pronalazak savremenog računara.

U 19. veku pronadjen je i prvi logički uredjaj računara. Ideje simboličke logike, Bulove algebre, prvi je realizovao B.C.Dževons 1866. godine kada je konstruisao prvu mašinu za rešavanje logičkih problema.[5]

U vreme učestalih pronalazaka u oblasti instrumentalne matematike pojava naših istraživača bila je prirodna - uključila se u opšte tokove računske tehnike. Klerićevi radovi druge polovine 19. veka obogatili su kinematičke računare sa nekoliko originalnih rešenja, a pred kraj veka radovi Mihaila Petrovića nagoveštavaju nove mogućnosti računara.

Treba ovde odmah navesti da problem iskorišćavanja jednog fizičkog (materijalnog) modela za obradu podataka

---

4 W.Thomson: Proc.of the Royal Soc., London 28(1878)pp.111.

5 N.I.Kondakov: Logičeskij slovar', Moskva 1971, str.312.

jednog matematičkog modela nije Petrovićev originalan prilaz analognim računarima. I pre Petrovića ovaj postupak u instrumentalnoj matematici bio je poznat. Petrovićeva delatnost u analognim računarima samo je deo opštih radova u računskoj tehnici. Neosporno je ipak, što ćemo docnije i pokazati, u ovom delu istorije računskih mašina Petrović je obezbedio mesto sa nekoliko originalnih rešenja.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Neka je Mm jedan matematički model napisan na nekom od formalnih jezika, na primer u obliku iskaza

$$Mm : x_n = f(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_{n-1}, A) ,$$

gde je A k-dimenzionalni vektor modelujućih parametara

$$A = \{ a_1, a_2, a_3, \ldots, a_k \} .$$

Pored ovoga, neka je M jedna fizička (materijalna) pojava koja se sastoji od fizičkih veličina $y_1, y_2, y_3, \ldots, y_n$ i parametara

$$B = \{ b_1, b_2, b_3, \ldots, b_k \} .$$

Ako se procesi u pojavi M mogu opisati u obliku jednog fizičkog zakona

$$M : y_n = \varphi(y_1, y_2, y_3, \ldots, y_{n-1}, B) ,$$

tada se pojava može smatrati analognom računskom mašinom pod uslovom, da je zakon pojave M jednak matematičkom modelu M_m, tj. $f = \varphi$. U ovom slučaju uz uzajamno jednoznačno preslikavanja $f_x = f_y$ sledi da je $x = y$, pri čemu su vektori u fenomenološkom odnosu

$$A \xrightarrow{f} B ,$$

odnosno

$$a_i \xrightarrow{f} b_i \ , \quad i = 1,2,3,\ldots, k.$$

Na ovaj način uspostavljena je "analogija" izmedju brojnih vrednosti a_i i fizičkih veličina b_i.

Ovako odredjena analogna računska mašina M može se shematizirati kao trokomponentni tehnološko-konstruktivni sistem koji se sastoji od ulazne jedinice I, aritmetičkog uredjaja A i izlazne jedinice O.[6] Prema tome, analogni računar prikazujemo kao skup

$$M = \{ I, O, A \} ,$$

pri čemu se obično analizira ulazno-izlazna struktura. U vezi ovoga, Dj.Kurepa je još 1957. godine pisao: "Verovatno, ne može se dati precizna definicija šta je mašina. Ipak mi shvatamo mašinu kao kakav skup sastavljen od jednog ili više organizvanih delova (jedinice mašine). Nadalje, imamo utisak da se pritom radi o izvesnoj ulazno-izlaznoj mogućnosti. Zato i možemo govoriti o mašinama

[6] Ovakva shema analognog računara odnosi se na predelektronski period razvitka računara.

kao ulazno-izlaznim strukturama (input-output structures - krace: inostrukture)".[7]

Pri ovakvoj reprezentaciji računara M aritmetički uredjaj A obradjuje podatke matematičkog modela M_m, pri čemu se na izlaznom uredjaju vektor B mora da prevede na fenomenološki odnos značenja vektora A.

Mihailo Petrović je do pojma analogne računske mašine došao fenomenološkim postupkom, a što ćemo sada i pokazati.

Neka je

$$F = \{ f_1, f_2, f_3, \ldots, f_n \} ,$$

opšti fenomenološki skup, gde su f_i različite fizičke (materijalne) pojave. Pojave f_i sastoje se iz odgovarajućih fizičkih veličina x_k^i i parametara a_k^i $(k = 1,2,3,\ldots,m)$ predstavljene zakonom pojave, npr.

$$x_k^i = \varphi i(x_1^i, x_2^i, x_3^i, \ldots, x_{k-1}^i, A_k^i)$$

gde je A_k^i matrica fenomenoloških parametara, odnosno homolognih elemenata a_k^i.

Ako je ispunjeno da svi zakoni pojava φi u skupu F imaju i s t i o b l i k

$$\varphi = \varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \ldots = \varphi_n ,$$

tada iz

$$(\varphi x_k^i = \varphi x_k) \Rightarrow (x_k^i = x_k)$$

nalazimo da je jedinstveno analoško jezgro fenomenološkog skupa F u obliku

$$x_k = \varphi(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_{k-1}, A_k^i) .$$

Dvojku (F, φ) tada nazivamo fenomenološkom strukturom skupa F, odnosno matematičkom analogijom u skupu F. Pod ovim uslovima svaka fizička pojava f_i je analogna računska mašina u kojoj se mogu obraditi podaci analoškog jezgra φ, odnosno najedričkog matematičkog modela. Prema tome, na ovaj način Petrović je definisao čitav skup analognih računara ali sa uslovom da mogu obraditi samo jedan te isti matematički model.

Matrica A_k^i homologih elemenata je osnovna informacija u skupu analognih računara F. Od njenog oblika i zavisi skup podataka u ulazno-izlaznim uredjajima. Recimo, ako je matrica A_k^i skladna matrica, tada zaključujemo da u skupu F kod svih pojava f_i fizički parametri imaju dimenzije iste vrste, ili, ako je hologa matrica A_k^i jedinična matrica, tada se skup analognih računara svodi na obradu jednog bezdimenzionalnog oblika funkcije, tj. oblika analoškog jezgra koji ne sadrži modelujuće parametre i konstante. U ovom slučaju računari se svode na jedan jedinstven konstantan nomograf; itd.

Izloženi postupak o analognim računskim mašinama Petrović naziva "materijalizacija" jednog matematičkog

7 Dj.Kurepa: Skupovi, logike, mašine, Tehnika 14(1959), 12, 1873-1877.

iskaza na odredjenom fizičkom modelu f_i i doslovno piše: "... matematičke analogije mogu činiti još jednu vrstu usluga, koje u pojedinim slučajevima imaju svoje naročite važnosti: one su jedno podesno pomoćno sredstvo za m a t e r i j a l i z a c i j u a n a l i t i č k i h p r o b l e m a. Materijalizacija se sastoji u tome, da se za jedan dati analitički problem nadje konkretna pojava, za koju će važiti iste relacije i isti zakoni, što bi se dobili analitičkim rešenjem toga problema. Dešava se da, pri takvoj materijalizaciji, kakva relacija, ili kakva naročita pojedinost, koja je skrivena u jednačinama analitičkog problema i koju je teško istaći na vidik čisto analitičkim srestvima, postaje očevidna u konkretnoj pojavi koja problem materijalizira .

Na mesto konkretnih pojava, onakvih kakve se dešavaju u realnosti, mogu se, pri takvoj materijalizaciji, u mislima predstavljati i fiktivne pojave, sa naročitim podesnim pretpostavkama o njihovome mehanizmu, koje ne moraju odgovarati realnosti, no koje bi bile takve da, kad bi se one, u takvim pretpostavkama dešavale, zakoni bi pojave, sa jedne strane, bili obuhvaćeni datim analitičkim problemom, a sa druge strane, izvesne bi, naročite pojedinosti tih zakona bile same po sebi očevidne u takvoj fiktivnoj pojavi.

Ovakve materijalizacije, bilo konkretne, bilo fiktivne, a k o j e s u z n a t n o o l a k š a v a n e m a t e m a t i č k i m a n a l o g i j a m a m e d j u d i s p a r a t n i m p o j a v a m a, predstavljaju u isto vreme, i jedno interesantno pomoćno srestvo za otkrivanje čisto analitičkih, računskih fakata, skrivenih n.pr. u diferencijalnim jednačinama analitičkog problema, a čime je, u pojedinim prilikama, olakšana i sama tačna ili približna integracija takvih jednačina."[8]

Na osnovu ovako definisanog skupa pojava F proizlazi, da su i sve pojave f_i medjusobno fizički modeli, te se svaka pojava može da istražuje u korist druge, i obratno. O ovome Petrović piše: "U opšte, u *mehaničkim ilustracijama* fizičkih pojava, izvršenim pomoću mehaničkih modela, koji šematiziraju tok i pojedinosti pojava, i u kojima svaki deo i njegova funkcija igraju ulogu istovetnu sa onom koju igra odgovarajući faktor u fizičkoj, modelom šematiziranoj, pojavi, ogleda se jedan značajan tip matematičkih analogija medju disparatnim pojavama. Osnovna se ideja takvih ilustracija pojava svodi, u krajnoj analizi, na ovu: kad se, u kakvoj pojavi F, ma kakve konkretne prirode ona bila, znaju uloge pojedinih faktora, pa ma ti faktori i ne bili poznati po svojoj intimnoj prirodi, moguće je naći takav mehanizam, za čije će funkcionisanje važiti isti matematički zakoni što važe i za pojavu F. Izmedju kretanja sistema, što sastavlja taj mehanizam, i promene u kojima se sastoji pojava F, postoji tada, matematička analogija i takve dve pojave pripadaju jednoj analoškoj grupi, u kojoj su odgovarajući elementi,

---

8 "Elementi", str. 755-756.

karakterisani istovetnim ulogama, homologi elementi grupe".[9]

Prema tome, fenomenološkom skupu F možemo prići i kao skupu pojava čija je struktura odredjena jednom relacijom μ koju nazivamo "biti model".

"Biti model" μ u fenomenološkom skupu F je binarna relacija sadržana u podskupu analognog računara M skupa $F \times F$ što pišemo

$$(f_1, f_2) \in M \subset F, \text{ odnosno } f_1 \mu f_2.$$

Ova relacija "biti model" koja je odredila strukturu (F, μ) očigledno da je relacija ekvivalencije:

1. Svaka pojava iz F je model sama sebi; to je evidentno, te imamo osobinu refleksivnosti

$$(\forall f \in F) \quad f \mu f .$$

2. Prema ranije iznetim osobinama pojava f_i utvrdjujemo osobinu simetrije

$$(\forall f_1, f_2 \in F) \quad f_1 \mu f_2 \Rightarrow f_2 \mu f_1 ,$$

odnosno, ako je pojavi f_1 model pojavi f_2, tada je i pojava f_2 model pojavi f_1.

3. Osobina tranzitivnosti je takodje ispunjena

$$(\forall f_1, f_2, f_3 \ F) \quad f_1 \mu f_2 \wedge f_2 \mu f_3 \Rightarrow f_1 \mu f_3 .$$

Ono što Petrovićev odnos prema skupu analognih ra-

9 "Elementi" str. 749-750.

čunara F čini savremenim jeste stvaranje analoških kolekcija. Pod analoškom kolekcijom podrazumevamo podskup $F^* \subset F$ sa jedinstvenim analoškim jezgrom φ^*. Za ove kolekcije

$$K(F^*, \varphi^*)$$

karakteristična je shematizacija homologih elemenata medju pojavama $f^* \in F^*$. Petrović je utvrdio više analoških kolekcija i za sve njih izložio homologe matrice u obliku shematiziranih tablica. Ako uporedimo Petrovićeve kolekcije od pre šezdeset i više godina sa shematiziranim parametrima modela u savremenim monografijama kibernetičke informatike, tada se očigledno može uvideti sadržaj i pravo značenje Petrovićevih shematiziranih algoritama.[10]

Pored računarskog značenja ovih analoških kolekcija, ovde želimo da po prvi put navedemo da ove kolekcije imaju izuzetan značaj u savremenoj metrologiji, gde se redovito svako merenje podvrgava izgradnji nekog analognog modela. Pri ovim analognim modelima, tj. mernoj instrumentaciji obično je osnovno pitanje u uspostavljanju matrica homologih elemenata izmedju originala (ono što se meri) i modela (ono čime se meri).

Kao ilustraciju shematiziranih homologih elemenata u odredjenom analoškom jezgru, ovde ćemo navesti jedan Petrovićev primer svesni činjenice, da u jednom posebnom redu treba registrovati s v e analoške kolekcije do ko-

---

10 Npr., Električne analogije mehaničkih vibracija, UIP, 14(1965), 1,37-53(i tako dalje).

jih je Petrović došao. Recimo, analoška kolekcija za amortizovano - oscilatorne pojave ima analoško jezgro u obliku sledeće diferencijalne jednačine

$$\varphi^*:\ kq'' + mq' + nq = o\ ,$$

a pojave f_i su električne, mehaničke i

РЕДНИ БРОЈ ПОЈАВЕ	q	k	m	n
1⁰	елонгација	маса клатна	коефицијенат отпора	тежина јединице дужина клатна
2⁰	елонгација	моменат инерције	коефицијенат отпора	коефицијенат еластичности
3⁰	електрично оптерећење	коефицијенат ауто-индукције	електрични отпор	реципрочна вредност капацитета
4⁰	разлика нивоа	маса течности	коефицијенат отпора	тежина јединице висине течног стуба

РЕДНИ БРОЈ ПОЈАВЕ	$-kq''$	mq'	nq
1⁰	сила инерције	механички отпор	хоризонтална компонента теже
2⁰	сила инерције	механички отпор	еластична сила
3⁰	електромоторна индукована сила	контра-електромоторна сила	електростатична сила
4⁰	сила инерције	трење	тежина померенога дела течности

Tablica br.7.- Originalna Petrovićeva shema homologih elemenata.

hidrodinamičke. U Tablici br. 7 prikazana je originalna Petrovićeva shema homologih elemenata.

Primetimo da Petrovićeva izlaganja o fenomenološkom skupu F sa jedinstvenim analoškim jezgrom mogu poslužiti za gradnju jedne opšte teorije o analognim računskim mašinama, i tako u teoriji automata dobiti nove priloge za teoriju analognih računara. U stvari, mi smo ovaj problem ovde samo započeli i verujemo, da će se nekom drugom prilikom ovo i urediti.

Nazivajući gore analiziran skup analognih računskih mašina F a n a l o š k o m g r u p o m, Petrović je izložio i nekoliko teorema koje sadrže uslove da bi skup pojava bio analoška grupa. Ove teoreme se odnose na mehaničke sisteme pri čemu su objekti, pojave, ... u tim sistemima uopšteni, znači fenomenološki iskazani. U stvari, ove teoreme sadrže jedan isti iskaz koji možemo ovako formulisati: jedan skup pojava f_i biće analoška grupa onda i samo onda, ako se sve pojave f_i mogu prikazati jednim istim matematičkim modelom M_m, odnosno analoškim jezgrom A_j.

Teorema 1. - Da bi jedna grupa pojava, sa vezama prve vrste, predstavljala jednu analošku grupu, potrebno je, i dovoljno, da odgovarajuće funkcije budu jednoga istog oblika za sve pojave u grupi.

Teorema 2.- Da bi jedna grupa pojava, sa vezama druge vrste, predstavljala jednu analošku grupu, potrebno je, i dovoljno, da odgovarajuće funkcije budu jednoga istog oblika za sve pojave u grupi.

Teorema 3.- Jedna grupa potencijalnih pojava predstavljaće jednu analošku grupu, kadgod je Hamiltonova funkcija H jednoga istog oblika za sve pojave u grupi.

Teorema 4.- Jedna će grupa konzervativnih pojava predstavljati jednu analošku grupu, kadgod svima pojavama grupe odgovara jedna ista klasa varijeteta.

STABILNOST MATEMATIČKOG MODELA

Neka je (F,φ) analoška struktura, pri čemu se na svim pojavama $F_i \in F$ kao analognim računskim mašinama može materijalizovati matematički model

$$x_n = \varphi(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_{n-1}, A_k^i) .$$

Znajući dobro da proračuni na analognim modelima sadrže neophodnu grešku, Petrović je postavio pitanje s t a b i l n o s t i modela. Ovu stabilnost Petrović je posmatrao preko osetljivosti homologih elemenata matrice A_k^i. Naime, ako homologi elementi a_k^i, imaju takvu prirodu da za neznatnu promenu da_k^i $(a_k^i \pm da_k^i)$ menjaju oblik matematičkog modela φ, tada dvojka (F,φ) n i j e analoška struktura. Praktično ovo znači, da se funkcija φ ne može materijalizovati na skupu pojava f_i, tj. one ne mogu biti analogne računske mašine koje će obraditi matematički model. O ovakvoj osetljivosti parametara Petrović je pisao 1939. godine u radu "Osetljiva mesta običnih i diferencijalnih jednačina", koji je objavio u časopisu studenata matematike - Matematički vesnik 5-6 (1939), 8-11.

O stabilnosti matematičkih modela Petrović uopšteno ovako piše: "... obrazac koji izražava kakav analitički, mehanički, fizički itd. fakt, može imati kakvo svoje o s e t l j i v o m e s t o, u koje ako se samo darne, fakt iz osnove menja svoj bitni karakter. To, sa matematičko-fenomenološkog gledišta daje interesantan primer slučajeva u kojima jedna, koliko se hoće neznatna izmena jednoga faktora u pojavi, izaziva nesrazmerno veliku promenu bitnoga karaktera ove. Tako se iz ovoga što prethodi vidi da n.pr. o s c i l a t o r a n tok pojave takvom, minimalnom izmenom faktora, odjednom i bez ikakvog kontinualnog prelaska, iz osnove se izmenjuje i prelazi u m o n o t o n tok, bez ikakva traga od ma kakvih, pa i najslabijih oscilacija. I ta nesrazmernost efekta ostaje za sve vreme trajanja pojave, pa ma izmena faktora ostala za sve to vreme koliko se god hoće slaba".

"Takve vrste pojava daju, u isto vreme, i instruktivan primer nesigurnosti zaključaka izvedenih rezonujući tačno na jednačini koja bi bila samo približna, a približna bi bila s toga što je pri njenom formiranju ili njenoj upotrebi nešto što se smatralo kao vrlo slabo i zanemarljivo, faktički i zanemareno. Ma koliko se malo približna jednačina razlikovala od tačne, rezultat može biti bitno različan od onoga što bi se imao sa tačnom jednačinom".

Za slučajeve ako je matematički model u obliku $\lambda(x,y) = o$, Petrović predvidja sledeće: "Tako, pretpostavimo n. pr. da jednačina, što vezuje dve promenljive x i y sadrži jednu konstantu a čiju vrednost nepoznajemo tačno, već samo približno, tako da se na mesto njene prave vrednosti a zna njena približna vrednost a! Tada se može desiti da, ma koliko mala bila razlika $a' - a = \varepsilon$, uzevši a' na mesto a, menja se bitno oblik veze $\lambda(x,y) = o$ izmedju x i y tako da n.pr. za vrednost a kriva $\lambda(x,y) = o$ ima p e r i-o d i č a n, oscilatoran, karakter, a za a' m o n o t o n karakter ili obrnuto".

Stabilnost matematičkog modela od osetljivosti homologih elemenata u matrici A_k^i u fenomenološkoj strukturi (F,φ) bila je predmet mnogih radova u matematičkoj analizi. Pre svega, Ojler je dao osnove varijacionom računu, kada je za odredjene perturbacije parametara odredjivao alteracije funkcije i ostalo.[11] Problemi stabilnosti su se razvijali; oni još i danas traju. Pri ovome, posebno su značajni radovi iz stabilnosti koji potiču iz teorije diferencijalnih jednačina.

Neka je u jednoj analoškoj kolekciji (F^*, φ^*) matematički model $M_m(\varphi^*)$ prikazan opštom diferencijalnom jednačinom

$$y' = F(x,y,a) \; ,$$

gde je a odgovarajući homologi parametar medju pojavama f_i^*. Stabilnost strukture Petrović je deskriptivno posmatrao za slučaj jednačine

$$y'^2 + y^2 = 1 + \alpha\, u(x) \quad .$$ [13]

Medjutim, ovo Petrovićevo izlaganje može se egzaktno sprovesti na osnovu Adamarove leme i teoreme o zavisnosti rešenja diferencijalne jednačine od parametra, a što je izloženo u knjizi I.G.Petrovskog.[12]

Petrović je posmatrao i slučajeve kada odredjeni homologi elementi ne utiču na procese u analognom računaru.

Naime, ako u mehanizmu pojave f_i postoje uzroci C_i od kojih podaci u izlaznom uredjaju ne zavise, tada se svi homologi elementi koji potiču od uzroka C_i mogu anulirati. Na ovaj način homologa matrica A_k^i dobija drugojačiji oblik. O ovome Petrović piše: "Te bi vrste bila n.pr. ova prosta šema, koja, u prilikama, čini mogućnim konstatovanje neosetnosti uticaja pretpostavljenoga uzroka C: ako se jedan odredjeni analitički izraz, sastavljen od članova od kojih je svaki pojedini vezan za učešće po jednoga od pretpostavljenih uzroka u mehanizmu pojave, pristupačan preciznome merenju, pa se bude našlo da on, kad se u njemu budu anulisali članovi vezani za učešće uzroka C, a u ostalima će koeficijenti smene jednim odredjenim skupom brojnih vrednosti, tačno odgovara merenjem dobijenim brojnim podacima, uzrok se C ima smatrati da je bez osetnog uticaja na tok pojave i da ne ulazi u sastav njenoga mehanizma".[14]

*

Razne slučajeve fenomenoloških struktura, Petrović je podredio proučavanju mehanizma pojave (meh) i zakona

---

11 L.Ejler: Vvedenie v analiz beskonečnyh, t.I, Moskva 1961.

12 Lekcii po teorii obyknovennyh differencial'nyh uravnenij, Moskva, 1964, 78-83.

13 O ovoj jednačini konsultovan rad Ž.Ćuluma, Mat.vesnik 5o(2o), 4(1968), 479-484.

14 "Elementi", str. 714.

aktiviteta pojave (Za). Prema sadržaju i načinu kako je ovo činio, Petrovićeva fenomenološka metodologija, u stvari, uključuje potpunu metodologiju modelovanja u današnjem značenju

$$M_F \text{ (meh, Za) },$$

koja se sastoji iz opisivanja pojave (mehanizam pojave) i nalaženja modela (zakon aktiviteta). Prema tome, moguće je proširiti metodologiju naučnog istraživanja - fenomenološkom metodologijom, a što se već i čini.[15]

U ovako odredjenom fenomenološkom modelovanju Petrović je proučavao više različitih slučajeva. Na primer, slučaj kada je pojava poznata samo svojim "ulazno-izlaznim podatkom" ("crna kutija") i sl. Pri ovome, Petroviću je bilo potpuno poznato u današnjem značenju, da pri modelovanju dobijen rezultat ne mora biti potpuno tačan i da je on izomorfan sa još nekim drugim modelima. On u fenomenološke strukture uvodi potpunu nemogućnost dobijanja jedinstvenog modela. Jer "opšti analitički razlog takvoj neodredjenosti leži u faktu: da razni sistemi diferencijalnih jednačina mogu biti zadovoljeni jednim istim sistemom integrala.

Na posletku, po sebi je jasno, da će ta neodredje-

---

[15] Npr., Yu.I.Kulakov:Phenomenological Symmetry and the Foundations of Physics, Inter.Logic Review 7(1973), 98-1o2; D.Stefanović: O jednoj matematičko fenomenološkoj metodi istraživanja, Dijalektika 7(1972),1,11-19.

nost biti još u toliko veća, u koliko je nepotpunija i sama deskripcija pojave, koja, pri odredbi mehanizma pojave, bude data kao polazna tačka. Kad je n.pr. ta deskripcija samo kvalitativna, neodredjenost mehanizma može biti tolika, da, bez naročitih suplementarnih pogodaba, problem, u opšte, gubi i svoj smisao".[16]

Ovu analizu modela Petrović je bolje izneo u sledećem obliku. Kada pita: "Da li je datom, dovoljno potpunom, deskripcijom pojave odredjen i njen mehanizam?"[17] Petrović postavlja osnovno pitanje u modelovanju jedne pojave, bilo za slučaj matematičkog ili fizičkog (materijalnog) modela. "Lako je uvideti - piše Petrović, da je odgovor, bar za opšti slučaj, negativan: jedna ista pojava, sa svima svojim deskriptivnim pojedinostima, može biti shvaćena kao posledica raznovrsnih mehanizama i, u opštem slučaju, takve pojedinosti, pored sve svoje odredjenosti i potpunosti, nedovoljne su da reše pitanje o tome koji je, izmedju raznih mogućnih mehanizama, onaj, što u datome slučaju odgovara realnosti. Takav inversni problem može postati odredjen tek onda, kad se onome, što se bude znalo o samome toku pojave, pridoda još kakva naročita, suplementarna pogodba, ili skup takvih pogodaba, koje bi činile mogućnim samo jedan odredjeni mehanizam, isključujući sve ostale".[18]

[16] "Elementi", str. 703.

[17] Isto, str. 698.

[18] Isto, str. 698.

2. HEMIJSKI RAČUNARI

Po Petroviću jedna hemijska reakcija (HR) ima odredjen hemijski (materijalni) mehanizam. Matematičko opisivanje ovog mehanizma u (HR) dovodi nas do matematičkog modela Mm. Na ovaj način može se zaključiti, da se matematički model Mm može "materijalizovati" u obliku hemijske reakcije (HR). Ako je (HR) veoma stabilan fizički sistem i ako je matematičko opisivanje za dobijanje Mm pouzdano, tada je (HR) analogna računska mašina.

Ako je dalje, (HR) u fenomenološkoj analogiji sa nekim drugim pojavama $f_i (i = 1,2,3,\ldots,n)$, tada matematički model Mm postaje jedinstveno analoško jezgro fenomenološkog skupa

$$\{(HR), f_1, f_2, f_3, \ldots, f_n\} .$$

Odavde sledi da se (HR) može koristiti kao analogni model za sve pojave f_i.

Petrović je posmatrao (HR) samo u smislu aritmetičkog uredjaja. On se nije upuštao u analizu oblika ulazno -izlaznih jedinica. Bilo bi veoma važno pokušati u današnjim uslovima da se jednoj stabilnoj (HR) pridoda jedan cifarski uredjaj za ulaz koji bi nosio informacije o količinama jedinjenja u (HR) i jedan izlazni uredjaj u obliku nekog pisača, plotera i sl. Ovakav postupak mogao bi da rekonstruiše Petrovićevu hemijsku računsku mašinu.[1]

U Češkom naučnom društvu 1896. godine Petrović je izložio kvalitativnu metodu rešavanja Rikatijeve diferencijalne jednačine.[2] Potpuno okupiran idejama da iznalazi analogne fizičke modele i da matematički opisuje njihove procese, Petrović u ovoj raspravi nije stao na čistim matematičkim izlaganjima, već opisuje jednu bimolekularnu hemijsku reakciju koja se zbiva izmedju dveju tečnosti. Ovo opisivanje dovelo je Petrovića do matematičkog modela u obliku Rikatijeve diferencijalne jednačine prvog reda. Na osnovu ovako dobijenog matematičkog modela Petrović zaključuje da se Rikatijeva jednačina sa stalnim i promenljivim koeficijentima može rešavati hemijskom metodom. U ovom radu iz 1896. godine Petrović još ne navodi da je u tom slučaju (RH) analogna računska mašina na kojoj se može rešavati Rikatijeva jednačina. Ali, kada piše "da je ovakva hemijska metoda pogodna za integraciju Rikatijeve diferencijalne jednačine" (str.21), tada Petrović potpuno raspravlja o suštini analognih računskih mašina. Docnije, u "Elementima" (str.755), u odeljku gde

---

1 Rekonstrukcije starih računskih mašina uobičajena je delatnost istorije nauka. Poznato je više rekonstrukcija, kao: Šikardova mašina, Lajbnicov kinemator i dr.

2 M.Petrovitch: Sur l'équation différencielle de Riccati et ses applications chimiques, Věstník, Praha 39(1896), 1-25.

izlaže matematičke analogije, Petrović je (HR) prikazao kao analognu računsku mašinu.

Od 1896. godine, pa sve do "Fenomenološkog preslikavanja" (Beograd 1933), Petrović je stalno obnavljao značaj i mogućnosti hemijskih reakcija za gradnju analognih računara. To je činio u "Elementima" 1911. godine, francuskom izdanju fenomenologije 1921. godine, u Spomenici Sime M.Lozanića 1922. godine i "Fenomenološkom preslikavanju" 1933. godine. Navedimo iz Lozanićeve Spomenice Petrovićeve reči o "hemijskoj integraciji".

"Obrnuto, hemiske pojave daju jedno od sredstava za materijalizaciju matematičkih problema. Ova se sastoji u tome da se za jedan dati matematički problem nadje konkretna pojava za koju će važiti matematičke relacije istoga oblika kao i one što se dobijaju rešenjem toga problema. Dešava se, pri takvoj materijalizaciji, da kakva pojedinost, koja je skrivena u jednačinama odgovarajućeg problema, a do koje bi bilo teško doći računom ili matematičkom analizom, postaje sama sobom očigledna u konkretnoj pojavi koja problem materijalizira.

Kao primer takve materijalizacije i usluga koje ona može činiti matematičkoj analizi, može služiti poznata Riccati-eva diferencijalna jednačina, koja se, kao što se zna, nikakvi analitičkim sredstvom, bar u njenom opštem obliku, ne može integraliti. Medju tim, jednačina je materijalizirana kinetičkim tokom normalne, homogene, bimolkularne hemiske reakcije koja se zbiva izmedju dveju tečnosti, kad se učini da se ove mehanički ulivaju u sud u kome se zbiva reakcija, i to tako da se zna brzina njihovog pridolaženja kao funkcija vremena. Količine formiranih produkata reakcije u toku vremena, od početka trajanja reakcije, dobila bi se, sa jedne strane, integracijom jedne Riccati-eve jednačine, sa druge strane, te se iste količine mogu dobiti neposrednim merenjem u raznim trenucima za vreme trajanja reakcije; interpolacijom tablice tako dobijenih vrednosti imao bi se tablicom izražen kinetički tok reakcije. Kriva linija, koja bi se dobila kao grafički pređstavnik te tablice, poklapala bi se vrlo približno sa integralom odgovarajuće Riccati-eve jednačine, koja bi na taj način bila h e m i s k i i n t e g r a l j e n a".[3]

U Uvodniku disertacije izložili smo Petrovićev računar (HR) za konkretan slučaj reakcije izmedju kalijumhlorida i ferosulfata u kiselom rastvoru i tom prilikom izvršili verifikaciju Petrovićevog izlaza sa izlazom na savremenom računaru CII-1007 o.[4]

I pored toga što Petrović u prethodnom citatu daje opis izlazne jedinice na kojoj bi se zapisao integral Rikatijeve jednačine, strukturu računara (HR) Petrović je sveo samo na aritmetički uredjaj A_{HR} koji može da obradi sve podatke u sastavu matematičkog modela M_{mHR} oblika

[3] M.Petrović: Hemija i matematika, Spomenica pedesetogodišnjice profesorskog rada Sime M.Lozanića, Beograd 1922, 18-23.

[4] Uvodnik, 1.4.Verifikacija objeta (str.40-43).

Rikatijeve diferencijalne jednačine prvog reda. Svakako, da je kod ovog računara ulazna jedinica u obliku koji je predložio Hud, a čiju je navedenu hemijsku reakciju Petrović i koristio.[5]

Kod analognih računskih mašina videli smo da je korišćeno više različitih analognih fizičkih modela za mašinsko rešavanje odredjenih matematičkih modela (optički, kinematički, hidrodinamički i električni modeli). Medjutim, u obimnoj literaturi o računarima predelektronskog perioda nismo naišli na rešenje ili samo ideju, da se jedna hemijska reakcija može da koristi kao aritmetički uredjaj analogne računske mašine. Prvenstvo i originalnost u ovoj vrsti računara svakako pripada Mihailu Petroviću. Sa stanovišta savremenih istraživanja u organizaciji kretanja informacija u jednoj hemijskoj laboratoriji Petrovićeve ideje mogu biti razradjene i verovatno ugradjene u opšti organigram laboratorije.[6] Ove ideje su bile realnost prošlosti, dokaz kako je Petrović uspostavljao, tj. prihvatao analogne fizičke modele za računare; one su sigurno i sa stavova sadašnjosti upotrebljive. "Hemijskokinetičke mašine još nisu stupile na scenu, - pisao je Mirko Stojaković, ali se može zamisliti da će i one jednog dana biti u upotrebi. Petrović bi u tom slučaju svakako mogao biti smatran za osnivača te discipline. Zadatak njegovih

5 Hood: Phil. Mag. (5) 6,371.

6 D. Trifunović: Treći simpozijum o upotrebi računara u hemijskom inženjerstvu, Mat.vesnik 22(197o), 3, 435.

sledbenika i učenika, naslednika njegove naučne baštine, bio bi da njemu izbore mesto u istoriji ove oblasti, mesto koje je svakako jedno od vodećih".[7]

[7] M. Stojaković: Naučni metod Mihaila Petrovića, Spomenica Mihaila Petrovića, Beograd 1968, 15-21.

3. KINEMATORI

Analogni računari koji rade na principu kinematike i pored veoma razvijene impulsne računske tehnike i štampanih kola oni se i dalje razvijaju. Ovakvo stanje kod kinematora kao analognih modela odredjenog kinematičkog mehanizma dovelo nas je do novih odnosa u savremenoj računskoj tehnici. Ovde se najbolje pokazalo kako se jedan stari rezultat nauke ne poriče ali se prevazilazi i može biti podloga za savremena rešenja u numeričkoj matematici. Na primer, u Laboratoriji za nova numerička sredstva Univerziteta u Irkutsku (Sibir-SSSR) najbolje je to pokazano. Recimo, Vojcehovskij je 1968. godine u svojoj doktorskoj disertaciji pokazao numeričke sheme Lajbnicovog integratora i izložio jedan originalan model zasnovan na preuredjenju inostrukture Lajbnicovog kinematora kako bi se rešila diferencijalna jednačina

$$y'(a-F(x)) = y\sqrt{1+y'^2}$$

za svako $a \in R^+$ i $F(x)$ koja je u razmaku (a,b) neprekidna.[1]

---

1 V.E.Vojcehovskij: Shemy integratorov Lajbnica i model' odnogo iz nih, Voprosy ist. fiz.-mat. nauk 5(1968),120-123.

Profesor Stikan 1960. godine pokazuje kako se može postojeći polarni planimetar iskoristiti za ouredjivanje Puasonovog integrala.[2] U knjizi A.I.Solov'eva "Laboratornyj praktikum po teorii mehanizmov i detaljam priborov" (Moskva 1963) najbolje se uočava tendencija održavanja i razvijanja različitih kinematičkih mehanizama za modelovanje matematičkih izraza pomoću fizičkih veličina.

Ako se prate ovakve tendencije kod kinematora, tada se jednostavno uvidja smisao Petrovićevih rešenja, kao i mogućnost njihove aktuelizacije.

U prvom delu ove studije utvrdili smo da se Mihailo Petrović u oblasti računskih mašina javlja najpre sa mašinama koje rade na principu kinematike. U ovoj vrsti računara Petrović nije okupiran konstrukcijom i pronalaskom novih tipova kinematora. On je kinematorima prišao sa jednog drugojačijeg stanovišta koje se odnosi na ispitivanje i preobražavanje inostrukture radi dobijanja fleksibilnijih uslova za rešavanje šire klase diferencijalnih jednačina. Ova Petrovićeva delatnost s kraja prošlog veka potpuno je saglasna sa najnovijim istraživanjima, recimo navedenim radovima Vojcehovskog (Petrović poboljšava inostrukturu Klarićevog kinematora, a Vojcehovskij strukturu Lajbnicovog kinematora i drugo). Na osnovu ovoga, jednostavno je doneti sud da je Petrović u istraživanjima ki-

2 A.B.Stykan: Približennoe grafičeskoe i grafomehaničeskoe vyčislenie integralov Švarca i Puassona, Izvestija AN SSSR, 10(1960), 1495-98.

nematora išao ispred svog vremena, započeo radove koji će se tek pedesetih godina ovog veka razviti. Ovo je u punom značenju opet jedan primer Petrovićevog modelovanja kojeg treba ugraditi u istoriju savremene nauke.

Kada smo već pomenuli Lajbnicov računar, primetimo jednu činjenicu iz istorije kibernetike. U poznatoj knjizi "Kibernetika i društvo" (Nolit, Beograd 1964), gde Norbert Viner u većem delu teksta izlaže ideje pojave kibernetike, navedeno je sledeće o Lajbnicovim računarima. "Lajbnic, zaokupljen idejama komunikacija, u mnogo čemu je intelektualni preteča ideja izloženih u ovoj knjizi, jer se on interesovao i za mašinsko računanje i automate. Pogledi koje iznosim u ovoj knjizi nisu ni izdaleka lajbnicovski, ali su problemi kojima se bavim bez sumnje lajbnicovski. Lajbnicove računske mašine predstavljale su samo izdanak njegovog interesovanja za računski jezik, tj. za račun rasudjivanja, koji je opet, po njegovom mišljenju, bio samo proširenje njegove ideje o kompletnom veštačkom jeziku. Tako su, čak i na području računskih mašina, Lajbnicove preokupacije bile pretežno lingvističke i komunikacione" (str.34).

Ako je Viner odao ovakvo priznanje Lajbnicovim računarima (pomenuti kinematički integrator i ručna poluautomatska cifarska mašina Paskalovog tipa) možemo se slobodno upitati, koje bi mišljenje poneo o "idejama u ovoj knjizi" da je 1943/44. godine kada je u Bostonu stvarao osnove kibernetike doznao za računare Mihaila Petrovića?

Petrovićevi aritmetički uredjaji u računarima koji rade na automatskom upravljanju podacima gde su nosači informacija različitog tipa (kretanje tečnosti, brzina hemijske reakcije, punjenje/pražnjenje kondenzatora) i pri tome ovakve kontinualne informacije zapisivati na izlazu jednom od tada dostupnih formalnih jezika, - nose sve karakteristike rudimentarnih kibernetičkih ideja koje su Vineru itekako bile potrebne. Ne samo za Petrovićeve računare (tehnička fenomenologija), već i opšte, za matematičku fenomenologiju v lika je šteta što nije bila dostupna Vineru i njegovoj radnoj grupi. Verujemo, da bi u Vinerovim tekstovima ovo ostavilo odredjenog traga, pa čak i u obliku sledeće parafraze: "... problemi kojima se bavim bez sumnje su fenomenološki-petrovićevski".

Ranije smo izložili originalno rešenje Petrovićevog kinematičkog racionalizatora za potrebe proračuna efemerida (v.Uvodnik), kao i dopunu mogućnosti Klerićevog traktoriografa.[3] Znači, Petrović je veoma rano, na samom početku naučnog rada objavio dva rada iz kinematora koji su ujedno nagovestili način u prilaženju ovoj vrsti analognih računskih mašina, da bi uoči I svetskog rata (1913) dao svoj poslednji, treći rad iz kinematičkih računara.[4]

---

[3] M.Petrović: O diferencijalnim jednačinama prvoga reda koje se mogu grafički integraliti pomoću g. Klerićevog šestara, Glas LI, 18(1896), 313-316; ovo je i u širem obliku objavljeno M.Petrovitch: Intégration graphique de certains types d'équations différentielles du premier ordre, Bulletin de la Société math. de France 32 (1899), 200-205.

*

konačan skup računara

$$M_a = \{ M_1, M_2, M_3, \ldots, M_k \} ,$$

nazivamo istorodne analogne računske mašine ako je ispunjeno: 1. Aritmetički uredjaji predstavljaju slične fizičke modele; 2. Ulazno-izlazne jedinice iste su tehnološko-konstruktivne prirode. Jednostavno rečeno, konačan skup M_a nazivamo istorodnim računarima ako i samo ako sve mašine M_i imaju sličnu inostrukturu koja pripada istom fizičkom modelu.

Svaku mašinu iz M_a možemo prikazati u obliku

$$M_i = \{I_i, O_i, A_i\},$$

gde je I_i - ulazna jedinica, O_i - izlazna jedinica i A_i - aritmetički uredjaj. Neka je pored ovoga M_{mi} skup matematičkih modela koji se mogu obraditi u aritmetičkom uredjaju A_i.

Kod ovako utvrdjenog skupa istorodnih računara može se otkriti više problema, recimo, pitanje minimizacije u smislu nalaženja uslova da skup M_a sadrži što je moguće manji broj računara M_i ali sa svojstvom da one mogu da obrade s v e matematičke modele $M_{mi}(i=1,2,3,\ldots,k)$. Pored ovoga, može se postaviti i zahtev da se iznadje takvo preslikavanje medju elementima I_i, O_i koje će zamenuti jedan računar M_i u korist drugog M_k, itd.

---

[4] M. Petrović: Kvadratura pomoću kurvimetra, Glas XCIII, 39(1921), 5o-61.

U poslednjem slučaju problemi su bili aktuelni sve do pojave univerzalnih jezika (računari zaključno sa II generacijom). Recimo, nalaženje odgovarajućih preslikavanja izmedju jezika mašina ZUSE K.G. i ELLIOTT, kako bi se postojeći program za jednu mogao da koristi za drugu mašinu.

U istoriji matematičkih nauka ovaj problem je poznat za slučaj dva osnovna matematička pomagala pri geometrijskim konstrukcijama: šestar i lenjir. Moguće je naći takve postupke da se geometrijska konstrukcija izvede s a m o šestarom ili s a m o lenjirom. Konstrukciju samo šestarom prvi je razvio italijanski matematičar Mačeroni u knjizi "Geometria del compasso"(1797). Konstrukcijom samo lenjirom bavili su se švajcarci Lamber, Štajner kao i francuzi Brianšon, Karno i Ponsele. Mur (1672) i nezavisno od njega Mačeroni (1797) dokazali su stav, da se svaki geometrijski problem koji se može rešiti lenjirom i šestarom - može rešiti samo šestarom.

Neka su M_1, $M_2 \subset M_a$ dva kinematora, pri čemu aritmetički uredjaj A_1 obradjuje matematički model M_{m1}, a uredjaj A_2 model M_{m2}. U izlaznim jedinicama O_1, O_2 neka se rezultati obrade ovih modela registruju kao veličine ξ, η. Postavlja se pitanje nalaženja preslikavanja

$$f : \xi \rightarrow \eta ,$$

radi odstranjivanja jednog kinematora u korist drugog. Recimo, ako je M_k kurvimetar

$$M_k = \{ I_k, O_k, A_k (M_m) \} ,$$

a M_I integrator

$$M_I = \{ I_I, O_I, A_I (M_{mI}) \} ,$$

tada je moguće uvek dobiti jedno preslikavanje

$$f : P \rightarrow S ,$$

pri čemu se integrator M_I odstranjuje u korist kurvimetra, i obratno.

Kako kurvimetar vrši rektifikaciju ($\eta = S$), a integrator kvadraturu ($\xi = P$), to se zahtev o odstranjivanju jednog kinematora svodi na odredjivanje zavisnosti $F(S,P) = 0$ koja će obezbediti primenu kurvimetra na mesto integratora. Na ovo pitanje Petrović je dao odgovor 1913. godine u radu "Kvadratura pomoću kurvimetra"[5] i nekako ovim radom predskazao matematičko programiranje kod računara. Naime, u vremenu kada Petrović radi na računarima a i pre, problemi računske tehnike svodili su se na konstrukciju i primenu. Medjutim, Petrović kod kinematora istražuje njihovu strukturu u želji nekih optimizacija. Problem o d s t r a n j i v a n j a jedne u korist druge računske mašine koji je Petrović započeo uoči I svetskog rata potpuno je nov metodološki prilaz računarima. On je kvadraturu želeo da svede na uslove kurvimetra stoga, što izlazna jedinica O_k znatno manji put predje od

[5] M.Petrović: navedeno.

izlazne jedinice integratora O_I, a time se neosporno čini i manja greška.

Problem nalaženja zavisnosti $F(S, P) = o$ Petrović svodi na formiranje diferencijalnih jednačina prvog reda. U prvo vreme posmatra jednostavne slučajeve, kao npr.

$$1 + y'^2 = a^2y^2 \quad , \; a \in R^+$$

i dobija

$$aP - S = o \;;$$

ili

$$k^2y'^2 - y^2 + 2f(x)y - f(x)^2 + k^2 = o \;,$$

i dobija

$$P = kS + \int_a^b f(x)dx \;.$$

Da bi problem uopštio, Petrović uvodi parametarski oblik izlaznih podataka

$$S = \lambda(t)$$
$$P = \mu(t)$$

gde je t - parametar i preko odgovarajuće diferencijalne jednačine dobija zavisnost kvadrature od rektifikacije. Po našem mišljenju, ovo uopštenje može se dobiti i na sledeći način (bez formiranja diferencijalne jednačine).

Neka funkcija $y = f(x)$ u razmaku $[a, b]$ dozvoljava rektifikaciju i kvadraturu; tada za $[x_o, x] \subset [a, b]$ imamo da je

$$S = \int_{x_0}^{x} \sqrt{1+y'^2}dx = F_1(x)$$

$$P = \int_{x_0}^{x} ydx = F_2(x) .$$

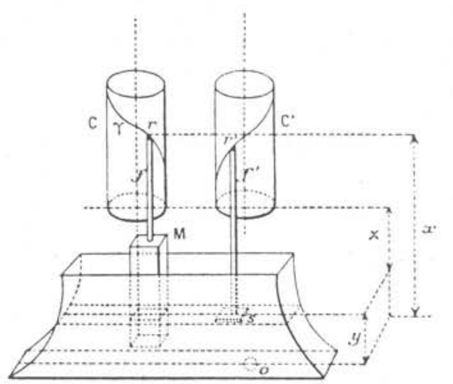
Iz prve jednačine je $x = G(S)$, te je

$$P = F_2(G(S)) = F(S) .$$

Ovaj postupak je svakako jednostavniji pod uslovom da su navedene integracije moguće kao i eksplicitno nalaženje $x = G(S)$. Za slučajeve funkcija $y = \sqrt{a^2 - x^2}$ i $y = a \cos hip \frac{x}{a}$ dobijaju se Petrovićevi rezultati izloženi u navedenom redu.

4. HIDROINTEGRATORI

Petrovićev rad na hidrauličnim računskim mašinama nagovestio je profesor Ljubomir Klerić 1896. godine,[1] a naredne 1897. godine Petrović je već objavio p r v u belešku o hidrointegratoru.[2] U 1898. godini Petrović publikuje obiman rad o hidrauličnoj integraciji u Tehničkom listu[3] i francuski prevod ovog rada u American Journal of Mathematics.[4] Kako je ovaj rad obuhvatio i belešku u Comptes rendus iz 1897. godine, to možemo zaključiti da je u ovim trima bibliografskim jedinicama obuhvaćeno samo jedno istraživanje hidrointegratora. I na kraju, 1899. godine u časopisu American Journal of Mathematics Petrović je izložio još jedno - poslednje rešenje hidrointegratora.[5] Docnije, Petrović više nije radio na računarima ali ih je često koristio u tekstovima iz opšte fenomenologije kao



Sl. 24.- Autograf Petrovićeve prve sheme hidrointegratora iz 1897.godine.

[1] Glas LI, 18(1896), 245-312.

primere "materijalizacije" matematičkih modela. Primetimo da je Petrović vrlo rano prestao da radi na računarima. On je za prvih pet godina rada na Velikoj Školi (1894-1899) praktično sve iskazao o računarima. Izuzetak je bio rad iz 1913. godine kada je uspeo da noveše integrator i kurvimetar jednom novom inostrukturom.[6]

HIDROINTEGRATOR (MODEL 1897)

Hidrointegrator je analogna računska mašina koja se sastoji iz aritmetičkog uredjaja i ulazno-izlazne jedinice. Nazvan je hidrointegratorom stoga, što prvenstveno mašinskim putem rešava odredjene klase diferencijalnih jednačina. Kod ovog računara Petrović je iskoristio osnovni zakon hidrodinamike, da se pri potapanju jednog tela u sud sa nekom tečnošću nivo tečnosti menja u zavisnosti od oblika i veličine tela i oblika i veličine suda.

A r i t m e t i č k i u r e d j a j (A_h) hidro integratora sastoji se od sklopa: tečnosti, suda oblika

---

2 Sur un procédé d'intégration graphique des équations differentielles. CR 124(1897), 2o, 1o81-1o84.

3 O hidrauličnoj integraciji, Tehnički list 1898,1-16.

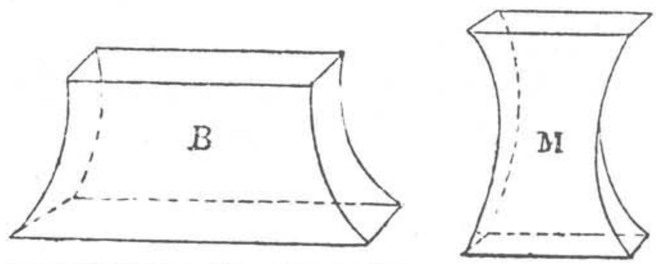
4 Sur l'intégration hydraulique des équations différentielles, Amer.Journal of Math. 2o(1898), 4,293-3oo.

5 Appareil à liquide pour l'intégration graphique de certains types d'équations différentielles, Amer.Journal of math. 22(1899), 1,1-12.

6 Glas XCIII, 39(1921), 5o-61.

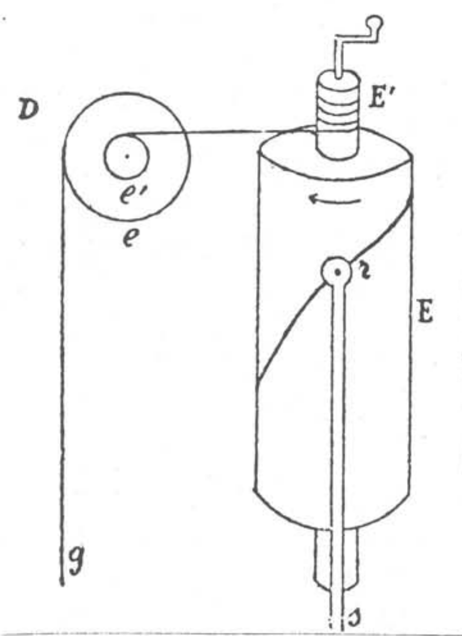
B, tela oblika M i plovka S.

U l a z n a j e d i n i c a (I_h) kod hidrointegratora javlja se u dva moguća stanja: 1. Pokretno telo oblika M bez rotirajućeg valjka i 2. Pokretno telo oblika M sa rotirajućim valjkom.



Sl.25.- Autograf originalnog Petrovićevog crteža kalkulativnog tela (M) i aritmetičkog suda (B).

U prvom slučaju ulazne podatke čini funkcija oblika tela M; u drugom slučaju ulazne podatke čine funkcija oblika tela M i jedna ulazna funkcija $\eta = f(\xi)$ zadata svojim grafikom na ulaznom rotirajućem valjku.



Sl.26.- Valjak kao izlazna jedinica hidrointegratora.

I z l a z n a j e d i n i c a (O_h) hidrointegratora sastoji se od rotirajućeg valjka i pisača koji je direktno povezan sa plovkom u aritmetičkom uredjaju.

Kada je telo M potopljeno u sud B. Nivo tečnosti će se pomerati po zakonu koji zavisi od oblika tela M i suda B. Ako su $\Phi(y)$ i $F(z)$ površine horizontalnog preseka suda B, odnosno tela M, tada potapajući telo M, veličina x se promeni u x-dx, a y u y+dy, te će zapremina koja se podigla iznad nivoa y biti

$$[\Phi(y)-F(z)]\,dy\,.$$

kako ova zapremina mora da bude jednaka sa zapreminom tečnosti koju je ispunilo telo M kada je ovo potopljeno za dz, tj.

$$F(z)\,dz\;,$$

to se odavde dobija jednakost

$$[\Phi(y)-F(z)]\,dy=F(z)\,dz\;,$$

odnosno

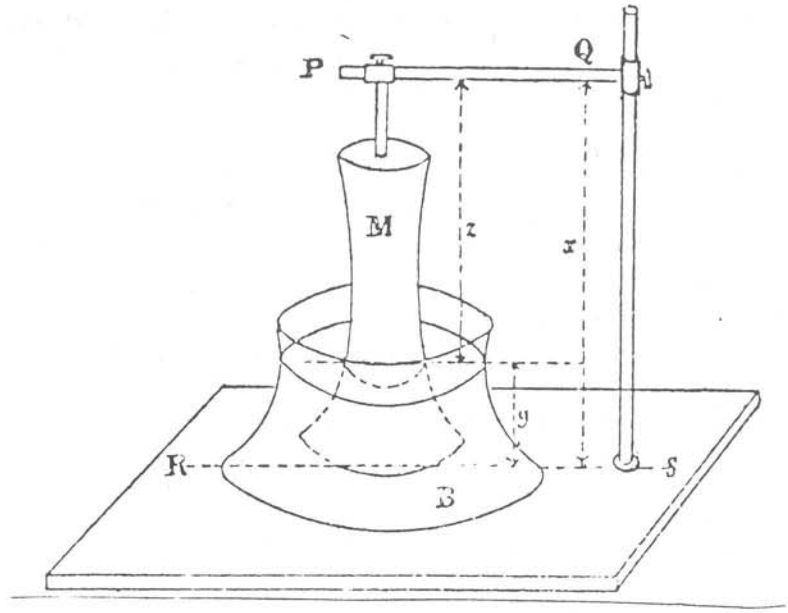
$$(K_1)\qquad \frac{dy}{dx}=\frac{F(x-y)}{\Phi(y)}\;,$$

jer je ispunjena relacija $z = x-y$.

Prema obliku matematičkog modela (diferencijalna jednačina) koji može biti obradjen na hidrointegratoru zaključujemo da fleksibilnost računara direktno zavisi od oblika suda B i tela M. Znači, za jednu čitavu kolekciju ulaznih podataka

$$\Phi_1,\ \Phi_2,\ \Phi_3,\ \ldots,\ \Phi_k$$

$$F_1,\ F_2,\ F_3,\ \ldots,\ F_k$$



Sl.27. - Shema Petrovićevog hidrointegratora (model 1897) - originalan Petrovićev crtež.

dobila bi se "kartoteka" za integraciju navedene klase diferencijalnih jednačina prvog reda sa k-različitih oblika. Parove (Φ_i, F_i) možemo slobodno nazvati "subrutinama" čija specifičnost daje mogućnost integralenja odredjenog tipa jednačine iz klase (K_1). Na primer, za dvojku tela i suda čije su funkcije oblika

$$((x-y)^2 \ , \ y^2)$$

dobijamo analogni program kao subrutinu za rešavanje diferencijalne jednačine

$$y^2y' + y^2 - x^2 - 2xy = o.$$

Da bi olakšao manipulativnost sa računarom Petrović uvodi uslov da sud B i telo M imaju po dve paralelne strane na rastojanju α , odnosno β , te su funkcije oblika

$$\Phi(y) = \alpha\varphi(y),$$
$$F(z) = \beta\theta(z)$$

($\alpha, \beta =$ const). Na osnovu ovih uslova klasa diferencijalnih jednačina postaje

$$\alpha\phi(y)\frac{dy}{dx} = \beta\theta(x-y).$$

Na primer, ako je sud B prizmatičnog oblika, a kalkulatorsko telo M ima "klinast" oblik, tada je

$$\phi(y) = \text{const} = \alpha',$$

$$\theta(z) = az + b = a(x-y) + b,$$

te deferencijalna jednačina dobija oblik linearne diferencijalne jednačine prvog reda

$$y' + py = qx + r.$$

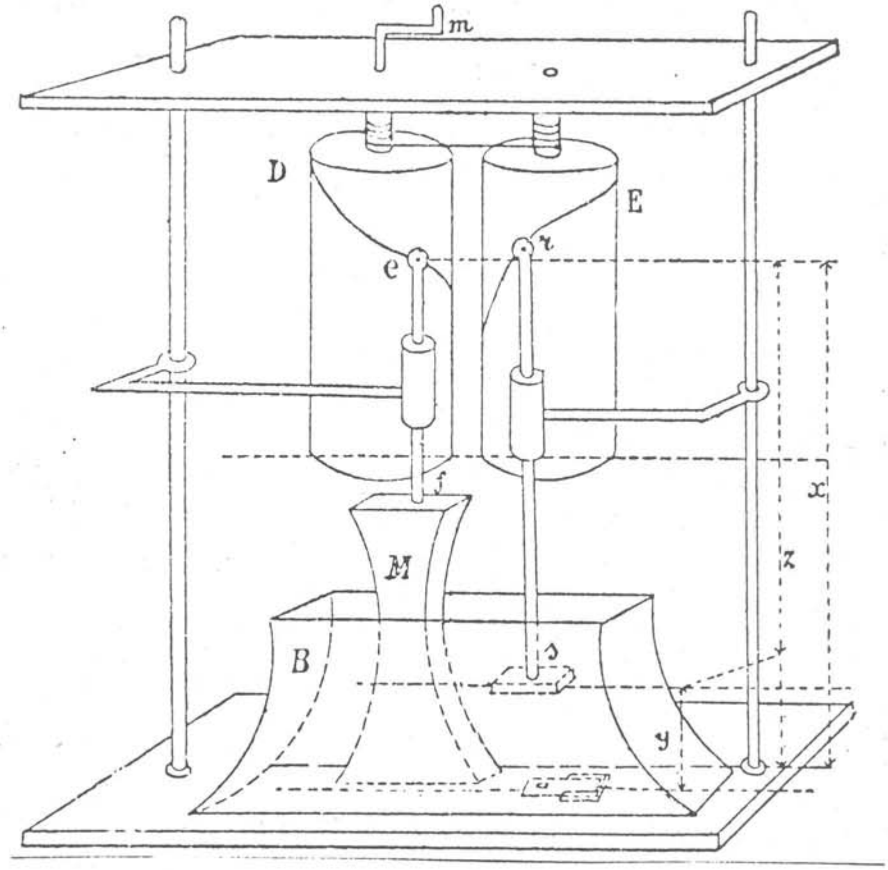
PRVA MODIFIKACIJA HIDROINTEGRATORA

Povezivanjem kalkulativnog tela M sa jednim rotirajućim valjkom (D) Petrović je dobio nov ulazni uredjaj za hidrointegrator. Ako sada, pored ulaznih podataka koje nosi telo M, ulazni valjak snabdemo jednom funkcijom u obliku njenog grafika, tada hidrointegrator dobija nove mogućnosti. Za ovakvo veoma originalno rešenje ulaznog uredjaja računara, Petrović ovako opisuje dobijanje uslova za mašinsko integralenje nove klase diferencijalnih jednačina.

"Zamislimo na hartiji u ravni konstruisanu jednu krivu

$$\eta = f(\xi) ,$$

a za tim hartiju omotanu oko cilindra D.



Sl.28.- Prva modifikacija hidrointegratora

Ako se cilindri počnu okretati pomoću ručice m i ako se šiljak e šipke ef rukom upravlja tako, da neprestano ostaje na krivoj

$$\eta = f(\xi) ,$$

malopredjašnje razdaljine x biće u svakome trenutku

$$x = \eta = f(\xi) ,$$

i nivovska visina y u sudu B, smatrana kao funkcija dužine ξ, biće data integracijom diferencijalne jednačine

$$(K_2) \qquad \alpha\,\varphi(y)\frac{dy}{d\xi} = \beta\,\Theta\,[f(\xi) - y]\,f'(\xi)\;,$$

gde integral y za ξ = početnoj apscisi n. pr. ξ = o treba da ima vrednost y = početnoj nivoskoj visini k, koja na taj način igra ulogu integracione konstante. I n t e g r a l n a k r i v a o v e d i f e r e n c i j a l n e j e d n a č i n e b i ć e d a k l e o c r t a n a p i s a l j k o m r n a o m o t a č u c i l i n d r a E".

DRUGA MODIFIKACIJA HIDROINTEGRATORA

Petroviću je smetala upotreba ručice (m) u ulaznom uredjaju računara. Želeo je da svoj hidrointegrator potpuno usavrši u smislu p o t p u n o g a u t o m a t s k o g r a d a računara. Ovo je postigao na sledeći način.

Kod prve modifikacije hidrointegratora Petrović preuredjuje ulaznu jedinicu. Na mesto ručice (m) za ručni pogon ugradjuje satni mehanizam sa stalnom ugaonom brzinom, tako da jedan podatak (ξ,η) na ulaznom valjku za jednaka vremena predje jednake putove. Kako je ulazni valjak kinematički povezan sa izlaznim valjkom, to se i on okreće istom brzinom.

Pored ovoga, Petrović je i aritmetički uredjaj izmenio tako, da tečnost iz suda B neprestano otiče kroz jedan otvor čija je površina preseka Ω. Otvor je smešten na dno suda B.

U ovako preuredjenom računaru za izvesno vreme rada ulaznog uredjaja dt, nivo tečnosti u sudu se podigne, a količina tečnosti koja se izdigla za dy iznad nivoa y iznosi

$$[\alpha\phi(y) - \beta\theta(z)]\,dy.$$

Ova veličina jednaka je razlici količine tečnosti istisnute telom M i količini tečnosti koja je istekla iz suda B, tj.

$$\beta\theta(z)\,dz - \lambda\sqrt{y}\,dt,$$

gde je

$$\lambda = \mu\Omega\sqrt{2g}\ ,$$

(μ je koeficijenat stišljivosti tečnosti). Na osnovu ovoga dobija se diferencijalna jednačina

$$[\alpha\phi(y) - \beta\theta(z)]\,dy = \beta\theta(z)\,dz - \lambda\sqrt{y}\,dt\,.$$

Kako je

$$z = x - y = f(t) - y,$$

to na kraju dobijamo matematički model koji može biti obradjen u aritmetičkom uredjaju druge modifikacije hidrointegratora

$$(K_3) \qquad \alpha\phi(y)\frac{dy}{dt} + \lambda\sqrt{y} - af'(t) = 0,$$

a pod uslovom da je kalkulativno telo M prizmatično, tako da mu je površina preseka upravna na ravan slike računara, tj.

$$\beta\,\Theta(z) = a.$$

Ako u klasi jednačina (K_3) uvedemo smenu

$$u = \sqrt[4]{y},$$

i izaberemo aritmetički sud E oblika

$$\alpha\phi(y) = \frac{1}{4\sqrt[4]{y^3}},$$

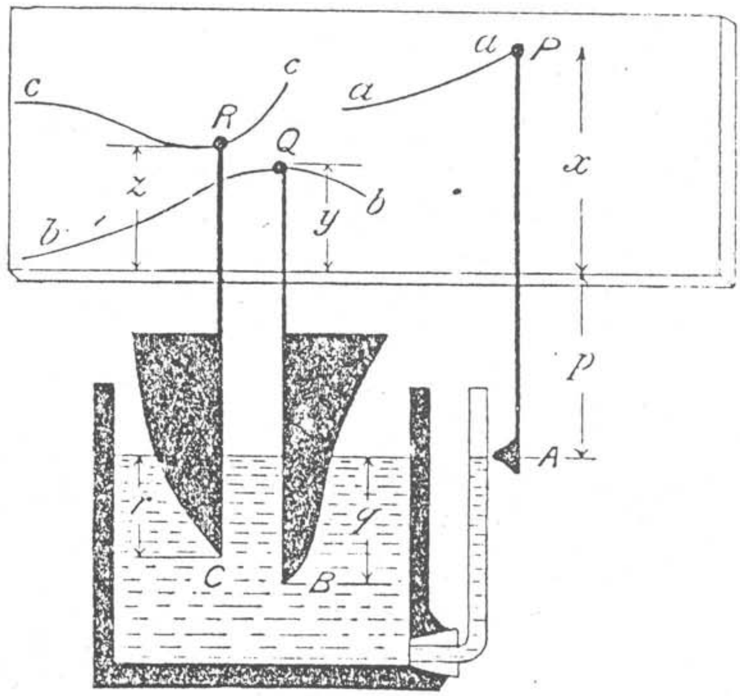
tada će na valjku izlazni podatak (u, t) opisati integralnu krivu Rikatijeve diferencijalne jednačine

$$\frac{du}{dt} = a\,f'(t) - \lambda\,u^2.$$

Ovakav hibridni hidrodinamički kinematički model sa jednim ulaznim mehanizmom za automatsko upravljanje proračunom jedne diferencijalne jednačine jedinstveno je rešenje ondašnje računske tehnike. Komponenta automatike kod hidraintegratora daje Petrovićevom pronalasku punu vrednost i sve anticipativne karakteristike savremenih hidrointegratora i pneumatskih računara.

HIDROINTEGRATOR (MODEL 1899)

U časopisu American Journal of Mathematics (22 (1899), 1-12) Petrović je objavio novo rešenje hidrointegratora koje se bitno ne razlikuje od modela iz 1897. godine. Jedini izuzetak je što ovaj računar ima dva kalkulativna tela B i C, čiji se pisači na ulaznom uredjaju



Sl.29.- Shema Petrovićevog hidrointegratora (model 1899).

kreću po direktrisi $y = f_1(t)$ i $z = f_2(t)$. Ovo Petrović radi u prvo vreme da bi mogao da opiše matematički model u obliku diferencijalne jednačine

$$(K_4) \qquad X(x,y)dx + Y(x,y)dy = o \ .$$

Docnije kada mašinu konstruiše, Petrović telo C pričvršćuje, te je $f_2(t) = \text{const}$, tj. $f_2'(t) = o$.

Specifičnost ovog računara je još u tome, što pored rešavanja klase diferencijalne jednačine (K_4), računar može da služi kao integrator, integraf i da crta grafik funkcije $\Phi(f)$ ako su Φ i f poznate funkcije.

ORIGINALNOST

Originalnost i prvenstvo Petrovićevog hidrointegratora kao vrste analogne računske mašine za rešavanje odredjenih klasa diferencijalnih jednačina treba posmatrati kompleksnije, odnosno podvrgnuti istraživanjima sve elemente - jedinice inostrukture ovog računara.

Hidrodinamički model

Korišćenje hidrodinamičkih modela za gradnju aritmetičkog uredjaja analogne računske mašine n i j e o r i g i n a l n o Petrovićevo rešenje. Pre konstrukcije Petrovićevog hidrointegratora (1897) primenjivani su hidrodinamički modeli za konstrukciju analognih računskih mašina. Recimo, Veltmanov računar za rešavanje sistema algebarskih jednačina javlja se 1884. godine, itd.[7] Kod Petrovićevog pronalaska ne može se kazati da je nezavisno od drugih došao do ideje za primenu hidro-modela kod računara stoga, što smo tačno utvrdili da je Petrović koristio i imao svoj lični primerak Dajkovog kataloga računara gde su hidro-modeli prikazani.

Medjutim, Petrović je kod konstrukcije hidrointegratora potpuno originalan u smislu, što je p r v i jedan hidrodinamički model koristio za rešavanje različitih klasa diferencijalnih jednačina. U vezi ove konstatacije koja je za istoriju računskih mašina veoma značajna, učinili smo sledeću proveru. Pre svega, pri analizi svog naučnog rada u Srpskoj kraljevskoj akademiji, Petrović je o ovome pisao: "Svi do sada predloženi aparati za grafičku integraciju osnovani su na izvesnim kinematičkim principima. Pisac nalazi da se problem grafičke integracije može na vrlo prost način rešiti hidrauličnim putem i predlaže za to naročiti aparat".[8] U Tehničkom listu 1898. godine Petrović isto navodi: "Princip integracije, istaknut u ovome radu,[9] može se ostvariti još i na druge veoma raznolike načine i polje za kombinacije ovakve vrste veoma je prostrano. Svakome načinu njegovoga realizovanja odgovaraju čitave klase diferencijalnih jednačina prvoga reda, koje se njime mogu integraliti i čitave klase krivih, koje se mogu kontinualno konstruisati.

Na posletku, završujući, dodajem da su svi do sad predloženi integrafi i aparati za grafičku integraciju pojedinih vrsta diferencijalnih jednačina osnovani na upotrebi principa sa svim druge, čisto kinematične, prirode, koji su manje podesni za realizaciju i dovode do tipova jednačina mnogo manje opštih, no hidraulični princip o kome je ovde bila reč. Naročito se prostotom konstrukcije

---

7 W.Veltmann: Zeitschrift für Instr.4(1884),338. Ovo rešenje detaljno je obrazloženo u Dajkovom katalogu (W. Dyck: Katalog math.und math.-phys.Modelle, München 1892), Bulovoj monografii (G.von Bool' : Pribory i mašiny dlja

i generalnošću problema, koje rešava, odlikuje aparat sl. 4.

Opis sviju do sad poznatih aparata za grafičku integraciju može se naći u: Catalog mathematischer und mathematisch-physikalischer Modelle, Apparate und Instrumente, von Walther Dyck Prof. au der techn. Hochschule, München 1892-1893. Izdanje društva Deutsche Mathematiker-Vereinigung".[10]

Pregled, verovatno, potpune bibliografske informacije o računskim mašinama predelektronskog perioda, doveo nas je do zaključka da je Petrović prvi konstruisao analognu računsku mašinu na principu hidrodinamičkog modela za rešavanje diferencijalnih jednačina.

Posle Petrovićevog hidrointegratora koji je bio prikazan na Svetskoj izložbi u Parizu 1900. godine i tako postao dostupan javnosti, - počeli su se razvijati različiti tipovi hidrointegratora za rešavanje običnih i diferencijalnih jednačina.[11] Kod ovih računara posebno se izdvaja računar Luk'janova konstruisan 1936.godine i instaliran u

mehaničeskogo proizvodstva aritmetičeskih dejstvij,1896, str.232) i doktorskoj disertaciji V. Proškoa (Priborij dlja rešenija sistemy linejnyh algebraičeskih uravnenij, MISI im. Kujbiševa, 1940).

8 Godišnjak SKA, 11(1899), 151-52 (o prvom radu iz računara CR 124(1897), 20, 1081-1084).

9 M.Petrović: O hidrauličnoj integraciji,Tehnički list, 1898, 1-16.

10 Isto, str. 16.

Institutu za mašinstvo (Moskva).[12] Ovaj hidrointegrator koristio je pri rešavanju Furijeove parcijalne diferencijalne jednačine. Naime, za dve pojave: kretanje tečnosti kroz kapilarne cevi i protok toplote kroz jedan odredjen materijal, Luk'janov je iskoristio egzistenciju jednog istog analoškog jezgra i tako toplotnu provodljivost rešavao analognim modelom kretanja tečnosti u kapilarnim cevima.

Ne upuštajući se u detalje rada ovog hidrointegratora iz 1936. godine, ovde želimo primetiti izvesne činjenice koje je anticipirao Mihailo Petrović s kraja prošlog veka. Ovo se odnosi na Petrovićevo predočavanje da hidrointegrator može biti snabdeven sa kapilarnim cevima i da ima više sudova u aritmetičkom uredjaju. Naime, Petrović je još u prvom radu iz opšte fenomenologije raspravljao o rešavanju Furijeve jednačine i pri tome uspostavio matematičku analogiju medju pojavama: protok toplote - kretanje tečnosti u savijenim cevima - kretanje elektriciteta, i to ne u smislu da ih je on pronašao, već u smislu korišćenja jedne u korist druge.[13]

Pored ovoga, u "Elementima" (str.760) Petrović je raspravljao o primeni kapilarnih cevi u aritmetičkim uredjajima hidrointegratora. U delu gde opisuje "materijali-

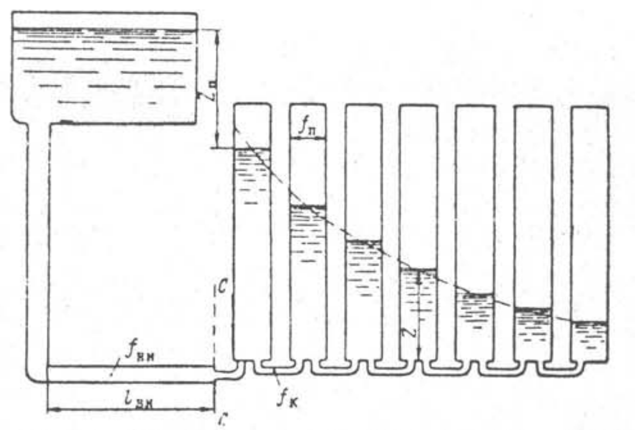
---

11 konsultovano: Matematičeskaja tehnika, UMN 1(1946),5-6, 3-26.

12 V.S.Luk'janov: Gidravličeskie pribory dlja tehničeskih rasčjotov, Izvestija AN SSSR 2(1939), 53-67.

13 Videti I deo ove studije.

zaciju modela" kako je on nazivao analogne računske mašine, Petrović piše: "Neka je, kao primer, pomenuto i to, da pojedini analitički fakti, vezani za krivolinijske integrale, postaju očevidni u konkretnim (npr.hidrodinamičkim) pojavama, u kojima se na njih nailazi; da pojedini geometrijski fakti, na koje se nailazi u teoriji minimalnih površina, postaju očevidni, kad se fizički konkretiziraju, npr. u k a p i l a r n i m p o j a v a m a, Plateau-ovim eksperimentima itd".

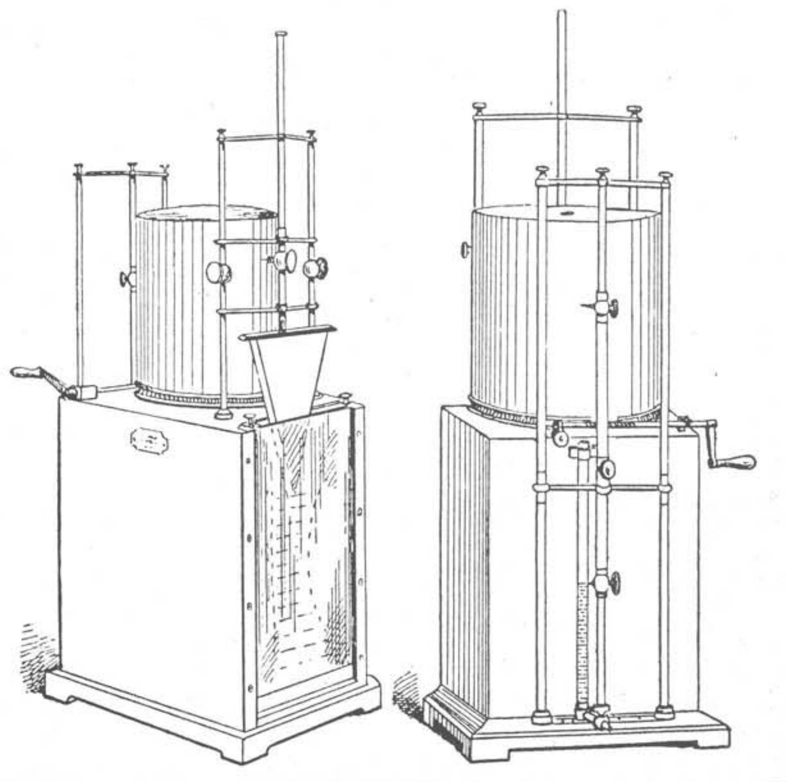


Sl.3o.- Luk'janov hidrointegrator iz 1936. godine.

Ustanovili smo da se spojeni sudovi kao elementi aritmetičkog uredjaja hidrointegratora javljaju kod Petrovića i znatno ranije. Do ovog podatka došli smo posredno preko Prajsovog prikaza Petrovićevog računara.[14] Ovaj prikaz znatno odstupa od Petrovićevih objavljenih radova o računarima. Recimo, Prajs donosi sliku računara (sl. 31)

[14] W.A.Price: Petrovitch's Apparatus for integrating Differential Equations of the First Order, Philos.Mag.19oo, 487-49o.

koja se kod Petrovićevih radova nigde ne javlja, kao i još dosta pojedinosti. Iz ovoga zaključujemo da je Frajs



Sl.31. - Prva računska mašina u svetu na principu kretanja tečnosti za približnu integraciciju diferencijalnih jednačina (1897). Ovaj Petrovićev račun dobio je u svoje vreme najveća priznanja.

koristio stručni prospekt za Petrovićev računar koji je bio izložen na Svetskoj izložbi u Parizu 1900. godine. Prema ovim izvorima doznajemo da je Petrović pomišljao i na sistem spojenih sudova za aritmetički uredjaj. Doslovno stoji: "Veliki je broj matematičkih izraza prema kojima se mogu graditi instrumenti na istom opštem principu. Jedan od njih se sastoji od n e k o l i k o s u d o v a različitog oblika koji sadrže vodu i koja prolazi izmedju sudova pomoću slavina ili crpaljki. Ako je visina vode u sudovima x,y,z,..., a površina vode Y,Y,Z,..., tada je

$$Xdx + Ydy + Zdz + \ldots = o .$$

Krive nacrtane povezujući nivoe vode u sudovima daju rešenje jednačine".[15]

Izlazne jedinice

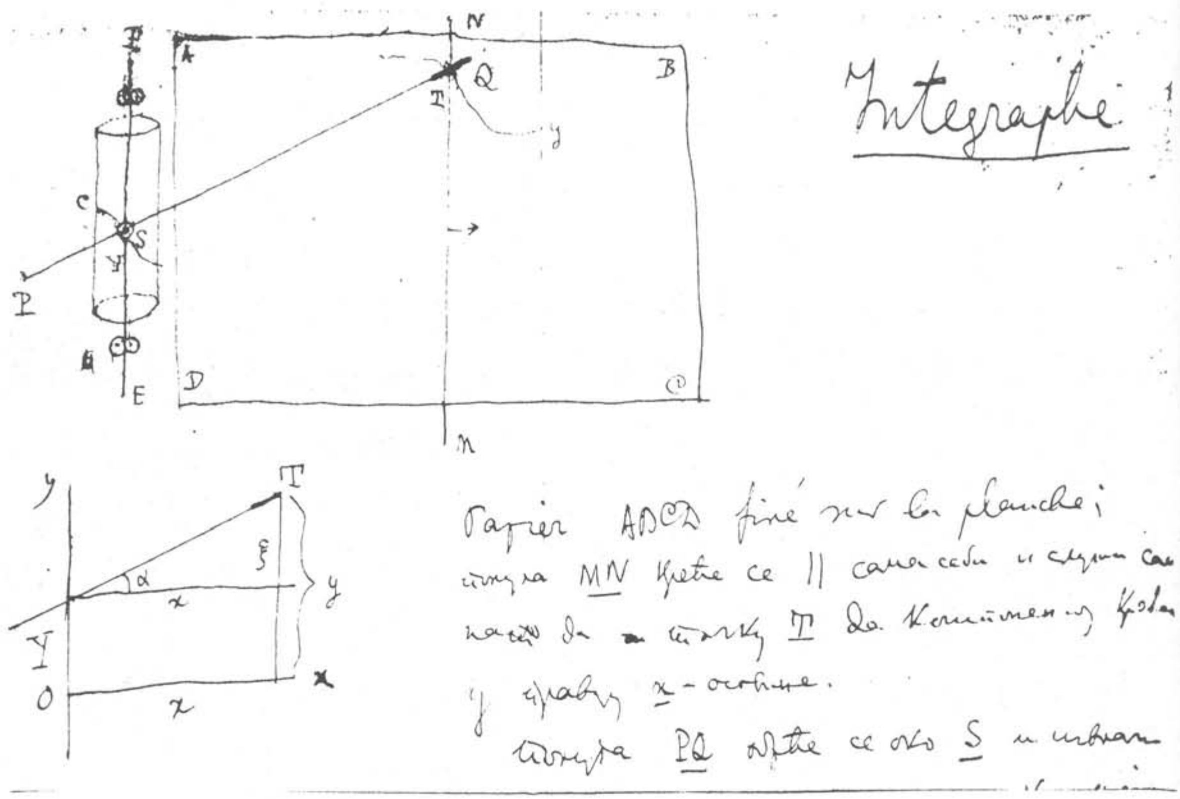
Kod Petrovićevog hidrointegratora izlazna jedinica je jedan ili više rotirajućih valjaka na kojima se "štampaju" izlazni podaci - rešenja problema u obliku grafika jedne funkcije. V a l j a k kao izlazna jedinica hidrointegratora javlja se kod Petrovića još u prvom redu 1897. godine (v.sl.24). Izlaz iz računara u obliku valjka je Petrovićevo potpuno originalno rešenje. Petrović je p r v i uveo kalkulatorski valjak u sastavu jednog računara. Kod kinematora izlazna jedinica je obično ravan; kod Veltmanovog, Morozovog i drugih hidrointeratora, izlazna jedinica je manometar, brzinomer i sl.

Direktnu ideju za "štampanje" rezultata na valjku Petrović je dobio na časovima profesora Keniga u Parizu.[16] U svesci sa ovih časova (1892) naišli smo na deo gde je

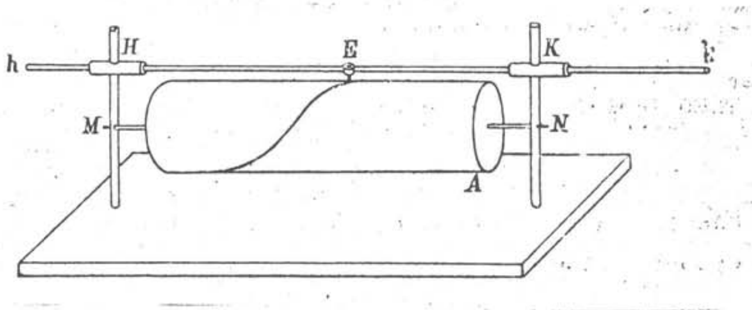
[15] Isto, str. 489.

[16] Videti I deo ove studije.

Petrović direktno skicirao valjak kao izlazni uredjaj na kojem se zapisuje rešenje nekog problema koje treba mašinski dobiti. Kao dokazna dokumentacija može da posluži i faksimil strane iz sveske sa časova kod profesora Keniga (sl.32).



Sl.32.- Autograf Petrovićeve beleške (Pariz,1892) gde se tačno uočava primena valjka za izlaznu jedinicu računara.



Sl.33.- Ilustracija valjka kao Petrovićeve izlazne jedinice kod kondenzatora (originalan crtež).

Pri matematičkom opisivanju rada kondenzatora Petrović je iste, 1897. godine po drugi put koristio valjak kao uredjaj za registraciju kapaciteta kondenzatora (sl. 33).[17] Šteta je što Petrović kod primene valjka za praćenje kapaciteta nije naveo da se na valjku ujedno nalazi i rešenje diferencijalne jednačine rada kondenzatora. On je svestan da na valjku zapisuje vrednosti kapaciteta ali doslovno, kao što je to uradio kod kretanja tečnosti, ne opisuje pravu - računarsku funkciju valjka. Da je Petrović i ovo uradio sigurnó bi mu pripalo i prvenstvo na pronalazak savremenih analognih računskih mašina koje su se baš i razvile iz problema punjenja/pražnjenja kondenzatora.

Aritmetički uredaj

Elementi aritmetičkog uredjaja koji se potapaju u tečnost - kalkulatorska tela - kod Petrovićevog hidrointegratora potpuno su odredjena različitim funkcijama $F(x,y,z)=o$ od čijeg oblika i zavisi fleksibilnost računara za integraciju različitih klasa diferencijalnih jednačina. Ovo je originalno Petrovićevo rešenje koje se u računskoj tehnici prvi put javlja sa Petrovićevom beleškom CR 124(1897), 2o, 1o81-1o84. Pre Petrovićevog hidrointegratora a i docnije, kalkulatorska tela su se koristila ali samo u značenju težine tela koja je bila primarna

17 Glas LVI,2o(1898),27-111.

i nosila odredjen podatak za programiranje matematičkog modela. To je slučaj sa Demaneovim računarom, Meslinovom vagom i td.

*

U radu "Beleška o delatnosti Mihaila Petrovića u oblasti diferencijalnih jednačina" (Vesnik, 7(1955),1-2, 125-127) navodeći da "se na ime Mihaila Petrovića retko nailazi u literaturi, čak i u enciklopedijskim delima o diferencijalnim jednačinama", profesor Dragoslav S. Mitrinović veli: "Interesantno je da mu Kamke citira jedino rad koji opisuje gore pomenuti aparat za rešavanje diferencijalnih jednačina". Ovaj koristan Mitrinovićev podatak uputio nas je da ovu činjenicu i preispitamo. U odeljku "Aparati za rešavanje diferencijalnih jednačina" Kamke je izneo nekoliko računara za koje piše "da su samo neki od njih odista bili i izvedeni i pokazali se upotrebljivi".[18] Za Petrovićev higrointegrator Kamke navodi radove objavljene u Americ. Journal of Math. 2o(1898), 293-3oo; 23 (19o1), 1-12 i piše da je Petrovićeva konstrukcija "podešena" za mašinsko rešavanje diferencijalne jednačine

$$f(y)y' = g(x-y) .$$

Za ovaj računar Kamke piše: "Ovaj aparat u pojedinim slučajevima suviše mnogo priprema aparaturu, a rezultat postaje netačan". Pored ovoga, Kamke je Petrovićev računar svrstao u grupu računara - "ostale konstrukcije, čija po-

---

[18] E.Kamke: Differntialgleichungen Lösungsmethoden und

tvrda još nije publikovana".

Ovakva Kamkeova ocena iz 1942. godine, a javlja se i u docnijim izdanjima, prilično je nepovoljna i verujemo da je proistekla iz nepoznavanja dovoljne količine podataka o Petrovićevom računaru. Pre svega, nije jasno na osnovu čega je Kamke doneo sud da "rezultat postaje netačan"? Poznato je da analogne računske mašine sa kontinualnim procesom u fizičkom modelu čine sistematske greške i to je njihova opšta karakteristika. Kod ovih vrsta računara uvek rezultat u izlazu nosi i grešku, ona se proučava i u ovom pravcu čine se razna poboljšanja. Prema jednoj proceni, savremeni analogni računari čine grešku do o,8%, a kod ove vrste računara predelektronskog perioda ova greška je iznosila do 5%. Kamkeova primedba da pripremanje aparata traje dugo i da je "glomazno", to je samo utisak jer su izvori koje je Kamke koristio naučne prirode, gde je Petrović bio obavezan da ove pojedinosti objasni i dokaže. Zašto je Kamke uvrstio hidrointegrator u konstrukcije čija potvrda još nije publikovana? Da li Kamke pri ovome misli što računar nije proizveden u više primeraka (serijska proizvodnja) ili što o njemu nije pisano? Petrovićev hidrointegrator koliko je nama poznato, nije bio serijski gradjen. Poznata je izrada samo jednog primerka. Što se tiče "publikovanja" o ovom računaru ili pitanje takozvanog "bibliografskog odjeka", možemo potvrdno odgovoriti, a što ćemo sada i obrazložiti i tako

---

Lösingen, Bd.1, Leipzig 1942, s. 642.

demantovati Lamkeovo mišljenje.

Pronašavši potpuno nov i originalan aparat za integraciju diferencijalnih jednačina, Petrović je želeo da iskoristi i održavanje Svetske izložbe u Parizu 1900. godine, i u paviljonu naše zemlje prikaže svoj pronalazak. Radi ovoga, a neposredno po objavljivanju šire rasprave o hidrointegratoru[19] Petrović se obratio nadležnima za pomoć radi izrade hidrointegratora "Gospodinu Ministru nar. privrede. Nameran bi bio konstruisati za Parisku izložbu 1900 god. i izložiti u Srpskom paviljonu izložbe svoj grafičko-računski aparat "integraf", pomoću koga se mogu grafički proučavati i izračunavati odredjeni i neodredjeni integrali, vršiti integraciju diferencijalnih jednačina i mehanički rešavati raznoliki problemi više matematike.

Osnovna ideja aparata može se videti iz priloženih pod ./. i .//. kratkih opisa, od kojih je jedan izašao u "Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris", a drugi u Srpskom tehničkom listu. Dodaću samo da principi upotrebljeni za konstrukciju aparata do sad nisu bili primenjeni ni u kakvome računskom aparatu.

Aparat bi zbog sporednih delova i raznolikih uslova, koje treba u praktici da zadovolji, bio komplikovaniji od onoga, koji u priloženim opisima predstavlja samo njegovu šemu. Prema dobijenim stručnjačkim procenama, konstrukcija njegovog prvog modela, koju bih izvršio u Parizu kod naročitoga konstruktora za precizione aparate, sa pro-

---

19 O hidrauličnoj integraciji, Tehnički list 1898,1-16.

bama u cilju usavršenja njegove praktičnosti, koštalo bi na hiljadu i pet stotina dinara.

Slobodan sam obratiti se Gospodinu Ministru sa učtivom molbom da izvoli odobriti, da mi se, iz budžeta odredjenog za učestvovanje Srbije na Pariskoj izložbi, izda gornja suma na pomenuti cilj i time mi se omogući konstrukcija aparata u onakvom obliku, u kakvom bi mogao dostojno figurisati na svetskoj izložbi.

U Beogradu 31. Okt. 1898 g. Gospodinu Ministru ponizan

Mihailo Petrović

prof.Vel.škole"[20]

Prema sačuvanom konceptu pisma konstruktoru integratora (ime francuskog konstruktora ostaje i dalje nepoznato), doznajemo da je Petrović učestvovao na Svetskoj izložbi.[21] "Gospodine. Moj aparat sa tečnošću za grafičku integraciju, koji ste Vi konstruisali pre godinu dana za izložbu u Parizu, biće izložen u Srpskom paviljonu. Gospodin komesar Srpske sekcije zamoliće Vas da budete dobri i pošaljete jednog od Vaših radnika koji će aparat da montira i po potrebi očisti na račun ove Sekcije. Sa svoje strane Vas molim, da učinite ovu dobrotu, garantujući Vam ličnu naknadu za rad.

Primite Gospodine moje poštovanje i iskrene pozdrave

Mihailo Petrović

20 AS, Min.nar.privrede, Odeljenje za trgovinu, XVII, 2, 1900.

21 Zaostavština, sv. 4 (Muzej grada Beograda).

Obratite se komesaru Srpskog paviljona na Pariskoj izložbi, gospodinu M. Kapetanoviću u Poslanstvu Srbije".

Na Svetskoj izložbi u Parizu 1900. godine, projektima arhitekte Milana Kapetanovića, profesora nacrtne geometrije na Tehničkom fakultetu Velike Škole u Beogradu, sagradjen je Paviljon Srbije. U njegovim prostorijama tom prilikom bili su izloženi industrijski predmeti, poljoprivredni eksponati, proizvodi narodne i domaće radinosti, kao i hidrointegrator Mihaila Petrovića. Kako se u vreme Pariske izložbe održavao i Medjunarodni kongres matematičara (Pariz, 6 do 12. avgusta 1900.), to je Petrovićeva analogna mašina u paviljonu naše zemlje imala potpunu funkcionalnost prikazivanja i demonstracije. Prema kazivanju akademika Milutina Milankovića, Petrović je za izloženi hidrointegrator dobio zlatnu medalju Svetske izložbe. Prema "Notice", str. 107 saznajemo da je docnije 1907. godine, Petrović nagradjen i počasnom diplomom matematičara Londona za pronalazak hidrointegratora.

Današnje analize Petrovićevog stvaranja u računskoj tehnici usredsredjene su u pravcu dobijanja nužne argumentacije radi pribavljanja prioriteta-prvenstva u ovoj vrsti računske tehnike, a kao što je napred i izloženo. Medjutim, i u periodu pronalaska hidrointegratora i znatno docnije, Petrović je u svetskoj literaturi dobio potrebno priznanje sa naglaskom "da je to prva mašina na principu hidraulike" i"da rešava širu klasu diferencijalnih jednačina" nego što je to slučaj, na primer, sa Jakobovim integratorom koji mašinski integrali samo Rikatijevu jednačinu prvog reda. Društvo francuskih fizičara, čiji je Petrović bio član od 1896, preštampava Petrovićev rad iz Comptes rendus-a a što predstavlja izuzetak u izdavačkoj delatnosti francuske nauke. Hamburger obaveštava FdM, a Jakob u naučnoj enciklopediji detaljno opisuje Petrovićev pronalazak. Možda najdetaljniji prikaz Petrovićeve analogne računske mašine, pri čemu je koristio i prospekt sa Svetske izložbe, pružio je Prajs 1900. godine. U monografiji o instrumentalnoj matematici Šarl Moren 1913. godine posebno izlaže Petrovićev pronalazak, kao specijalnu metodu mašinske integracije diferencijalnih jednačina. A. Vilers u "Mathematische Instrumente" 1943. godine ne zaboravlja da navede i Petrovićev rezultat kao potpuno novo rešenje u analognoj tehnici (Vilersovu knjigu preveli su u SSSR,1949).[22]

22 Tačne podatke o navedenim izvorima videti u bibliografiji radova iz tehničke fenomenologije (Prilog ove studije).

P R I L O G

KATALOG RAČUNARA

Na Kongresu za istoriju nauka (Moskva, 1971) izložili smo koncepciju izrade k a t a l o g a računskih mašina predelektronskog perioda.[1] Na osnovu izloženog sadržaja disertacije možemo sada prikazati taj katalog koji je u nešto drugojačijem obliku dostavljen centralnom katalogu dr Luberta.[2]

*

1

Naziv	"UPUTSTVO ZA RAČUNJAČU"
Autor	Djura Ljočić (Lihtenštajn)
Godina	1869.
Izvor	AS,MPs,F.III,643/1869.
Konst.dokum.	Ne
Analiza inostruk.	Ne
Proizvodnja	Nije objavljeno

---

1 D.Trifunović: Ob issledovanija v oblasti istorii razvitija analogovyh vyčislitel'nyh mašin, Trudy XIII mežd. kongressa po istorii nauki, S.V, Moskva 1974, 27-31.

2 William F.Luebbert, Director ISP,US Military Acad., West Point (prepiska autorova iz 1972. i 1973. godine).

*

	Naziv	"POLARNI PANTOGRAF"
2	Autor	Ljubomir Klerić (Beograd)
	Godina	1875.
	Izvor	Glasnik SUD 43(1876),238-251.
	Konst.dokum.	Da
	Analiza inostruk.	Da
	Proizvodnja	Gebrüder Haff,Pfronten(Bavarska)

*

	Naziv	"TRAKTORIOGRAF" M-1892/1
3	Autor	Ljubomir Klerić (Beograd)
	Godina	1892.
	Izvor	Glas LI,18(1896),245-312.
	Konst.dokum.	Da
	Analiza inostruk.	Da
	Proizvodnja	Oskar Leuner (Drezden)

*

	Naziv	"TRAKTORIOGRAF" M-1892/2
4	Autor	Ljubomir Klerić (Beograd)
	Godina	1892.
	Izvor	Glas LI, 18(1896),245-312.
	Konst.dokum.	Da
	Analiza inostruk.	Da
	Proizvodnja	Oskar Leuner (Drezden)

*

	Naziv	"TRAKTORIOGRAF" M-1893
5	Autor	Ljubomir Klerić (Beograd)
	Godina	1893.
	Izvor	Glas LI, 18(1896), 245-312.
	Konst.dokum.	Da
	Analiza inostruk.	Da
	Proizvodnja	Oskar Leuner (Drezden)

*

	Naziv	"POLIPANTOGRAF"
6	Autor	Ljubomir Klerić (Beograd)
	Godina	1893.
	Izvor	Godišnjak SKA,7(1893),69-7o.
	Konst.dokum.	Ne
	Analiza inostruk.	Ne
	Proizvodnja	Nepoznato

*

	Naziv	"IZOHIPSOGRAF"
7	Autor	M.S.Milošević (Kragujevac)
	Godina	1894.
	Izvor	St List 5(1894),8,185.
	Konst.dokum.	Da
	Analiza inostruk.	Da
	Proizvodnja	Nepoznato

*

	Naziv	"HEMIJSKI INTEGRATOR"
8	Autor	dr Mihailo Petrović (Beograd)
	Godina	1896.
	Izvor	Sitzung.der König.Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, 39(1896), 1-25.
	Konst.dokum.	Ne
	Analiza inostruk.	Da
	Proizvodnja	Ne

*

	Naziv	"HIDROINTEGRATOR", M-1
9	Autor	dr Mihailo Petrović (Beograd)
	Godina	1897.
	Izvor	CR,124(1897), 2o,1o81-1o84
	Konst. dokum.	Da
	Analiza inostruk.	Da
	Proizvodnja	Ne

*

Naziv "HIDROINTEGRATOR", M-2
10 Autor dr Mihailo Petrović (Beograd)
Godina 1898.
Izvor American Journal of Math.20 (1898),4,293-300.
Konstr.dokum. Da
Analiza inostruk. Da
Proizvodnja Anonim.ing (Paris)

*

Naziv "APARATI ZA CRTANJE KONUSNIH PRESEKA"
11 Autor Ljubomir Klerić (Beograd)
Godina 1899.
Izvor Glas LVII, 21(1899),197-206.
Konst.dokum. Ne
Analiza inostruk. Ne
Proizvodnja Nepoznato

*

Naziv "HIDROINTEGRATOR", M-3
12 Autor dr Mihailo Petrović (Beograd)
Godina 1899.
Izvor American Journal of Math.22 (1899),1,1-12.
Konst.dokum. Da
Analiza inostruk. Da
Proizvodnja Nepoznato

*

Naziv "LOGARITMOMETAR"
13 Autor Ljubomir Klerić (Beograd)
Godina 1900.
Izvor Godišnjak SKA,14(1900),46-47.
Konst.dokum. Ne
Analiza inostruk. Ne
Proizvodnja Nepoznato

*

14

Naziv	"KURVIMETAR"
Autor	Ljubomir Klerić (Beograd)
Godina	1900.
Izvor	Godišnjak SKA, 14(1900),46-47.
Konst.dokum.	Ne
Analiza inostruk.	Ne
Proizvodnja	Nepoznato

*

15

Naziv	"KINEMATIČKI INTEGRAF" - "ELIPTOGRAF"
Autor	Ljubomir Klerić
Godina	1907.
Izvor	Glas LXXIII, 29(1907),178-188.
Konst.dokum.	Ne
Analiza inostruk.	Da
Proizvodnja	Nepoznato

*

16

Naziv	"INTEGRAF"
Autor	dr Sima Marković (Beograd)
Godina	1914.
Izvor	Opšta Riccatieva jednačina prvoga reda, Beograd 1914, str.88.
Konst. dokum.	Ne
Analiza inostruk.	Da
Proizvodnja	-

*

17

Naziv	"DVOZNAČNA FLUIDNA DIODA"
Autor	Nikola Tesla (New Your)
Godina	1916.
Izvor	US Patent,No.1,329,559 (February 1920)
Konst.dokum.	Da
Analiza inostruk.	Da
Proizvodnja	Nepoznato

*

18

Naziv	"ŠESTALICA"
Autor	dr Toma Pavlović (Novi Sad)
Godina	1932.
Izvor	Patentni spisi br.9020,Klasa 42(9), 1932.
Konst.dokum.	Da
Analiza inostruk.	Da
Proizvodnja	Da

*

19

Naziv	"INSTRUMENT ZA KEPLEROVU JEDNAČINU"
Autor	dr Anton Bilimović (Beograd)
Godina	1933.
Izvor	Glas CXCI, 1(96),117-124.
Konst.dokum.	Da
Analiza inostruk.	Da
Proizvodnja	Nepoznato

*

20

Naziv	"FLIP-FLOP CEVI"
Autor	dr Djuro Kurepa (Zagreb)
Godina	1951.
Izvor	MFL 2(1951/52),3,88-90.
Konst.dokum.	Da
Analiza inostruk.	Da
Proizvodnja	Ne

*

21

Naziv	"ROTACIONO MULTIPLIKATIVNO TELO"
Autor	dr Mirko Stojaković (Beograd)
Godina	1950.
Izvor	Vesnik 2(1950),3-4,51-60; Pronalazaštvo 6(1956),11,95.
Konst.dokum.	Da
Analiza inostruk.	Da
Proizvodnja	-

BIBLIOGRAFIJA

Mihailo Petrović je lično radio na bibliografiji svojih radova. Ovo je obično činio u posebnim slučajevima, kao na primer, radi izbora za redovnog profesora univerziteta prilikom pretvaranja Velike škole u Univerzitet,[1] za Notice[2] ili za jubilarni broj Publications (1938).[3] Pored ovoga, Petrović je kao akademik redovno, od 1897. do 1936, objavljivao u Godišnjaku Srpske kraljevske akademije svoje bibliografske beleške.[4] Pri izboru za akademika, Petrović je radio na svojoj bibliografiji,[5] a takodje i prilikom izbora za člana raznih naučnih društava i akademija.[6] Sredinom 1939. Petrović je započeo da bibliografski sredjuje svoj nematematički opus, kao i redosled objavljivanja svojih udžbenika i litografskih tabaka.[7]

---

1 Spomenica o otvaranju Univerziteta, Beograd 1906, 105-109.

2 Notice sur les travaux scientifiques de Michel Petrovitch, Académie royale de Serbie, Paris, 1922, p.IX+152.

3 Liste des publications scientifiques, Publications, 1938, VI-VII, p.XIII-XXIX.

4 T.XI, 141-145; t.XIII, 269-271; t.XV, 273-274; t.XVIII, 355-356; t.XXI, 427-428; t. XXII, 345-346; t.XXV, 331-332; t.XXVI, 260-264; t.XXVIII, 237-240; t.XXXIV, 293-296; t. XXXVIII, 163-167; t.XLII, 210-213; t.XLVI, 266-269.

Petrović je sistematski pratio svoje rezultate u nauci. Tako je redovno u biblioteci Matematičkog seminara Beogradskog univerziteta vodio evidenciju o objavljenim referatima, a sa profesorom Bogdanom Gavrilovićem zauzimao se da ova biblioteka ima komplete referativnih časopisa.[8] Imao je sistem svezaka u kojima je vodio beleške o korišćenju njegovim rezultatima od strane mnogih matematičara,[9] a kao francuski djak bio je pretplatnik na "isečke" agencije Argus de la Presse (Les plus anciens offices de Coupures de Journaux). Ova agencija slala je Petroviću "isečke" tekstova u kojima se navode ili koriste njegovi radovi.[10]

Pregledom Petrovićevih bibliografija mogli smo zaključiti sledeće. Navedene bibliografije proizišle su jedna iz druge bez promena i dopuna, tako da poslednja iz 1938. (Publications, VI-VII) čini skupnu bibliografiju sa

5 ASANU, Fond SKA, 1897 i 1899.

6 Npr., 16. maja 1925. predsednik Naučnog društva Ševčenko u Lavovu, prof. Kirilo Studinskij, obaveštava Petrovića da je izabran za pravog člana i da je potrebno do 30. septembra poslati spisak radova i biografiju "kako biste bili registrovani u ediciji članova našeg Društva" (Biblioteka SANU: Zaostavština, sv. 12).

7 Videti: Vesnik, 12 (1960), 1-2, 143-175.

8 Inventar knjiga Matematičkog kabineta, AS, UB - Računovodstvo, 1902.

9 Zbog neredovnih prilika, od ovih svezaka sačuvana je samo sveska br.VI, koja sadrži 19 podataka o korišćenju Petrovićevim rezultatima (Biblioteka Instituta za mate-

234 navedena rada.

Ove bibliografije ne sadrže dopunski bibliografski materijal, kao što su recenzije, referati, prikazi, beleške, navodi i slično, što znatno umanjuje njihovu upotrebu.

Bibliografske jedinice su nedovoljno saopštene; ima malo signaturnih podataka, kao i nepotpunih naziva časopisa, kolekcija i tako dalje. Osim toga, one sadrže i netačne naslove radova. Petrović je, verovatno, pri sastavljanju svojih bibliografija naslove pisao iz svojih radnih beležaka. Na primer, 1.12.1899. u Akademiji prirodnih nauka saopštio je svoju akademijsku raspravu pod nazivom "O matematičkoj teoriji aktiviteta" koja je odštampana u Glasu LIX (I,22) pod naslovom "O matematičkoj teoriji aktivnosti uzroka".

Bibliografije nisu obuhvatile izvesne naučne radove iz perioda do 1938. Isto tako, one ne sadrže naučno-popularne radove, literarno-etnološke spise, putopise i ostale članke.

Ovakva bibliografska obrada pružila je osnovne uslove za izradu opšte bibliografije Mihaila Petrovića,[11] a takodje i za d e t a l j n u bibliografiju radova iz opšte i tehničke fenomenologije.

---

matiku Prirodno-matematičkog fakulteta u Beogradu).

[10] U Zaostavštini akademika Mihaila Petrovića (Biblioteka SANU) pronašli smo svega 7 ovakvih "isečaka" i to iz 1906. i 1924. godine.

[11] U "Letopisu" (str.431-584) izložili smo potpunu bibliografiju Mihaila Petrovića.

Izradi ovih bibliografija koje prikazujemo u prilogu disertacije, pristupili smo na sledeći način.

Obezbedjena je prisutnost svakog rada (bibliografske jedinice), kako bi se neposredno izvršila bibliografska obrada i time izbegla svaka eventualna pogreška. Kod jedinica gde ovo nije postignuto, stavljena je napomena "nedovoljno bibliografskih podataka". Za radove iz fenomenologije nije bilo teško postići. Naime, posle penzionisanja na Beogradskom univerzitetu, Petrović je svoje naučne radove (separate, knjige i sl.) sredio i povezane u 23 knjige, poklonio Biblioteci Srpske kraljevske akademije.[12]

Za sve radove utvrdjeno je vreme predaje rada za štampu. To je obično datum kada je rad u rukopisu saopšten ili kada je uredništvo primilo rukopis. Ovako utvrdjeno vreme odredilo je i redne brojeve u bibliografiji. Postignuta hronologija dozvoljava da se Petrovićeva istraživanja u fenomenologiji prate, a takodje i da se tačno utvrde periodi nastanka pojedinih rezultata.

Za svaku bibliografsku jedinicu prikazani su referati, recenzije, prikazi, korišćenje, primena i ostale beleške. Kod ovog materijala unapred verujemo da nije obezbedjena potpuna informacija. Uostalom, to je slučaj sa svakom bibliografijom.

12 Katalog Biblioteke SANU - Beograd

BIBLIOGRAFIJA RADOVA MIHAILA PETROVIĆA IZ OPŠTE FENOMENOLOGIJE

1 1 JEDAN POGLED NA GEOMETRIJU MASE. Nastavnik, Beograd 1896, T.VII,1,str.1-1o.

2 [ABSTRACT]. Srpska kraljevska akademija, Godišnjak za 1897, Beograd 1899, T.XI, str.148.

1 V.Vujić: Ideal nauke, SK Glasnik 8(1923), 7,512-523.

2 M.Stipanić: Fenomenologija Mihaila Petrovića, Dijalektika 1(1966), 2, 117-13o.

3 D.Trifunović: Beleška o Mihailu Petroviću, Braničevo 13(1967), 1,77-86.

4 D.Trifunović: Fenomenolog Mihailo Petrović, SKZ, Kolo LX, knj.4o5, 7-18, 177-196.

5 D.Trifunović: Prilog matematičkoj fenomenologiji, Dijalektika 3(1968), 2, 59-93.

6 D.Trifunović: R_5, Spomenica Mihailu Petroviću, Beograd 1968, 253-287.

2 3 O ELEKTRIČNIM OSCILACIJAMA PRI ISPRAŽNJAVANJU KONDENZATORA. Srpska kraljevska akademija, Glas, knj. LVI, Prvi razred, knj. 2o, Beograd 1898, str. 27-111.

Saopšteno u Akademiji prirodnih nauka 3.novembra 1897.

4 [ABSTRACT]. Srpska kraljevska akademija, Godišnjak za 1897, Beograd 1899, T.XI, str. 154.

3 5 O MATEMATIČKOJ TEORIJI AKTIVNOSTI UZROKA. Srpska kraljevska akademija, Glas, knj.LIX, Prvi razred, knj.22,

Beograd, 19oo, str.183-247.

Saopšteno u Akademiji prirodnih nauka 1. decembra 1899; prisutna akademijska rasprava čitana na Svečanom skupu Srpske kraljevske akademije 9. januara 19oo, prilikom proglašenja Mihaila Petrovića za redovnog člana Akademije prirodnih nauka Srpske kraljevske akademije.

6 O MATEMATIČKOJ TEORIJI AKTIVITETA. Srpska kraljevska akademija, Godišnjak za 1899, Beograd, 19oo, T.XIII, str.16o-161. Izvod iz prisutne akademijske rasprave .

7 S.M.Lozanić: Godišnjak SKA 13(1899), 162.

8 Godišnjak SKA 13(1899), 72.

9 FdM, 32, 246

1o E.Stipanić: R_2.

4 7 LES ANALOGIES MATHÉMATIQUES ET LA PHILOSOPHIE NATURELLE. Revue générale des Sciences pures et appliquées, Paris, 19o1, T.XII, 13, p.626-632.

11 G.Fehr: FdM, 32, 947.

5 8 ANALOGIJE MEDJU DISPARATNIM POJAVAMA. Srpski književni glasnik, Beograd 19o2, T.VII, 8, str. 589-598.

6 9 POKUŠAJ JEDNE OPŠTE MEHANIKE UZROKA. Srpska kraljevska akademija, Glas, knj.LXIX, Prvi razred, knj. 27, Beograd, 19o5, str.21-131.

Saopšteno u Akademiji prirodnih nauka 11. oktobra 19o4.

Osnovni pojmovi i jednačine. Aktivitet, težnja uzroka. Promenljive količine pri akciji uzroka. Osnovne jednačine. Neposredni uzroci. Indirektni uzroci. Količine X_i. Definitivni oblici jednačina. Razne generalizacije dinamičkih teorema.

Opšte šeme za akciju uzroka dinamičke prirode. Akcije uzroka sa nezavisnim varijacijama. Akcija uzroka koja se menja proporcionalno veličini svoga efekta. Akcija antagonističkog uzroka koji se menja proporcionalno ekstenzitetu efekta. Simultana akcija dva uzroka. Simultana akcija dva promenljiva antagonistička uzroka. Simultana akcija tri uzroka.

Letimičan pogled na konkretne primene opšte teorije akcije uzroka.

10 [OSNOVNE JEDNAČINE ZA MATEMATIČKU TEORIJU AKCIJE UZROKA] Srpska kraljevska akademija, Godišnjak za 1904, Beograd, 1905, T.XVIII, str. 61-62.
Pismo Akademiji prirodnih nauka od 11.oktobra 1904 .

12 S.Marković: Opšta Riccatieva jednačina prvoga reda, Beograd 1914, 88 (doktorska disertacija).

13 D.Trifunović: Matematički rad Sime M.Markovića, Dijalektika 3(1968), 3, 65-81.

11 LA MÉCANIQUE DES PHÉNOMÈNES FONDÉE SUR LES ANALOGIES. "Scientia", Phys.-matématique, No 27 (Février 1906), Paris, 1906, p.95; 12,5 x 19,5.

Contents. —
Introduction. Considérations préliminaires sur les analogies.
Esquisse d'une mécanique générale des causes et de leurs effets. Eléments du schéma. Equations régissant l'action des causes. Definition analitique des fonctions X. Quelques théorèmes généraux.
Schémas généraux représentant l'action des causes. Aperçu sur les applications de la mécanique générale.

14 J.Mihailović: Delo 38(1906), 3,395-397.
15 G.M.Niewenglowski: Les mathématiques et la médecine, H.Desfarges, 1906, p.198.
16 E.Borel: Revue du mois, 6(1906), 7-9.
17 G.Sagnac: Revue scientifique, 5(1906), 808.
18 Lampe: Fdm, 37, 690-691.
19 Cosmos, Paris 1906, 10.novembra, p.136.
20 Revue d'Artillerie, Paris 7(1907).
21 Revista di scienza, Bologna 4(1907), 3, 63.
22 M.D'Ocagne: Revue des questions sc., 20(1907), 288-292.
23 R.Marchal: Revue des livres, 1907, 862-865.
24 R.M.: isto, 281-284.
25 P.Boutroux: Revista di scienza, 4(1907), 188-190.
26 Revue d'Artillerie, Paris 2(1907).
27 R.Marcolongo: L'Enseignement math., 9(1907), 78-79.
28 N.Krstić: Arhiv za celokupno lekarstvo, 17(1911), sv. 211, 417.

29 D.M.Jeremić: O filozofiji kod Srba, Savremenik 14 (1968), 27, 1,58-74.

3o A.I.Ujomov: Analogija v praktike naučnogo issledovanija, Moskva 197o.

31 D.Trifunović: "Letopis", Beograd 1969.

32 E.Stipanić: R_2.

33 A.I.Ujomov: Metody postroenija i razvitija obččej teorii sistem, Dijalektika 7(1972), 1,39-52.

34 Sistemnye issledovanija, Ežegodnik 197o

8 12 ELEMENTI MATEMATIČKE FENOMENOLOGIJE. Srpska kraljevska akademija, Posebna izdanja, knj. XXXIV, Prirodnjački i matematički spisi, knj. 8 , Beograd, 1911, str.XIII+774; 16,5 x 24,5.

Saopšteno u Akademiji prirodnih nauka 1o. septembra 191o .

13 UVOD U [illegible] MATEMATIČKE FENOMENOLOGIJE. Filozofi, biblioteka Srpske književnost u sto knjiga, Matica srpska - Srpska književna zadruga, Novi Sad - Beograd, 1966, knj. 89, str. 78-89.

Preštampavanje O_8 od str.1-lo i 4o-43; izbor i redakcija Dragana M.Jeremića.

35 M.Pavlović: Problemi i principi stilistike, Beograd 1969, 286.

36 M.Stojaković: Teorija i praksa matematičke fenomenologije Mihaila Petrovića, Dijalektika 8(1973), 4,1o5-1o8.

37 D.Trifunović: R_{13}.

38 E.Stipanić: R_2.

39 D.Trifunović: R_5 i R_6.

4o V.Vujić: R_1.

41 D.M.Jeremić: R_{29}.

42 D.Nedeljković: Etape i perspektive prirodne filozofije Mihaila Petrovića, Dijalektika 3(1968), 2, 13-4o.

43 E.Stipanić: Mihailo Petrović, matematičar i fenomenolog, Mat. biblioteka 38, 1968, 87-92.

44 D.Nedeljković: R_{42} u Spomenici Mihaila Petrovića, Beograd 1968, 2o7-234.

45 D.Nedeljković: isto u Mat. biblioteci 38, 1968, 61-86.

46 D.Nedeljković: Misao danas-Mihailo Petrović, Politika 11.jun 1961.

47 K.Stojanović: Delo 41(1911), 42(1912).

48 K.Stojanović: Rasprave i članci iz nauke i filozofije, Beograd 1922, 278-313.

49 S.M.Marković: R_{12}.

5o M.Pavlović: Formulisanje dva principa stilistike na osnovu stavova matematičke fenomenologije, Dijalektika 3(1968), 2, 1o5-1o9.

51 M.Pavlović: Neke osobenosti stila Mihaila Petrovića i njegov značaj za stilistiku, Spomenica Mihailu Petroviću, Beograd 1968, 319-331.

52 M.Krstić: R_{28}

53 M.Milanković: Préface, Notice..., Paris 1922, V-IX

54 Godišnjak SKA, 51(1941-44), 179.

55 Dj.Kurepa: Matematički modeli u prirodnim i društvenim naukama, Dijalektika 1(1966), 1,17-33.

56 Dj.Kurepa: isto, Marks i savremenost 3, Beograd 1966, 66-74.

57 E.Stipanić: Dijalektika 1(1966), 1, 34-51.

58 E.Stipanić: isto, Marks i savremenost 3, Beograd 1966, 1o3-117.

59 D.Trifunović: "Letopis", Beograd 1969.

6o M.Pavlović: R_{5o} u Spomenici Mihaila Petrovića, Beograd 1968, 299-3o3.

61 D.Nedeljković: Naša filozofija u borbi za socijalizam, Beograd 1952.

62 M.Milanković: SK Glasnik 28(1911), 5,376-382.

63 Godišnjak SKA 24(1911), 3o.

64 D.Jeremić: B_{13}.

65 D.Marković: Pedeset godina jednog značajnog dela dr Mihaila Petrovića, Vesnik 13(1961), 1-2, 1o7-12o.

66 A.Belić: Uspomeni Mihaila Petrovića, Mat.inst., Zbornik radova 35(3), 1953, VIII-IX.

67 E.Stipanić: Veliki datumi jugoslovenske matematike, Politika 7. januar 1968.

68 D.Trifunović: R_5 i R_6.

69 D.B.Stefanović: O jednoj matematičko fenomenološkoj metodi istraživanja, Dijalektika 7(1972), 1, 11-19.

7o K.Cicvarić: Mihailo Petrović i matematička fenomenologija, Kritički eseji, Beograd 1912.

71 E.Stipanić: Mat. vesnik 1(16), 1964, 68-71.

72 E.Stipanić: Mogućnost jedne aktuelizacije, Politika 19. jul 1964.

73 A.Bilimović: O jednom opštem fenomenološkom diferencijalnom principu, SANU, Posebna izdanja, knj.CCCXIV, 1958.

74 Ž.Damjanović: Dijalektika 1(1966), 4,5-12.

75 A.Stojković: Razvitak filosofije kod Srba 18o4-1944, Beograd 1972.

76 D.Trifunović: Dijalektika 8(1973), 3, 99-1o8.

77 A.Stojković: L'Evolution de la philosophie Serbe, Beograd 1977.

78 D.Trifunović: Matematički rad Sime M.Markovića, Dijalektika 3(1968), 65-81.

79 D.Trifunović: Mihailo Petrović i Sima Marković, Dijalektika 4(1969), 75-92.

14 LE NOYAU D'ANALOGIE. Revue du Mois, Paris, 1919, p. 475-486.

Contents. —
Analogies. Noyau d'analogie. Uniformisation du noyau d'analogie. Noyau d'analogie uniformisé en tant que notion mathématique.

15 MÉCANISMES COMMUNS AUX PHÉNOMÈNES DISPARATES. Nouvelle Collection scientifique (Directeur: Émile Borel), Librairie Félix Alcan. Paris, 1921, p.279; 12-18,7.

Contents. —
Introduction. Particularités communes aux allures des phénomènes. Particularités communes aux mécanismes des phénomènes. Lien entre les particularités d'allure et de mécanisme. Réparation de rôles et la manifestation extérieure de particularités d'alleures dans les phénomènes natureles. Formes spécifiques de mécanismes et de particularités d'allure dans quelques espèces de phénomènes concrets. Analogies phénomènologiques.

8o A.I.Ujomov: R_{30}.

81 A.I.Ujomov: R_{33}.

82 A.Bilimović: R_{73}.

83 M.Stojaković: Reč pri otkrivanju spomen-ploče na domu Mihaila Petrovića, Spomenica Mihaila Petrovića, Beograd 1968, 391-393.

84 L'Enseignement math., 22(1922), 326.

85 Revue sémest. des pub.math., 29(1921).

86 M.Boll: Revue positiviste inter., 26(1921), 136.

87 FdM, B.48, S.885.

88 Revue de Metaphisique et de la Moral, 1922, 8-9.

89 D.M.Jeremić: R_{29}.

9o D.Nedeljković: R_{46}.

91 L'Enseignement math., 21(1921), 5-6.

92 Revue mondiale, Paris 1921, 31.

93 A. Buhl: L'Enseignement math., 22(1922),1-2, 91.

94 S.M.Marković: Iz nauke i filozofije, Beograd 1924.

95 Misao 11(1923), 2, 15o-151 (prevod R_{88}).

96 V.Vujić: R_1.

97 E.Stipanić: R_2.

98 D.Trifunović: R_{59}.

99 D.Trifunović: R_5 i R_6.

1oo E.de Mayewski: La science et la civilisation, Paris 1923.

1o1 J.Haag: Revue générale des Sc.pure et app., 33(1922), 1, 2o-21.

1o2 E.Dupréel: Théorie de la consolidation, Bruxelles 1922.

1o3 R.Lalande: Revue générale des Sc.pures et appl., 39(1928), 3o.

1o4 R_{34}.

1o5 Sistemnye issledovanija, Ežegodnik 1971.

16 HEMIJA I MATEMATIKA. Spomenica o pedesetogodišnjici profesorskog rada Sime M.Lozanića, Beograd 1922, 18-23.

17 PHENOMENOLOGIE GENERALE. Notice sur les travaux scientifiques de M.Michel Petrovitch (1894-1921), Académie royale de Serbie, Editions spéciales, T. XLIII, Sciences mathématiques et naturelles, l.1o, Paris, 1922, p.111-131. Saopšteno u Akademiji prirodnih nauka 3o. januara 1922; predgovor Milutina Milankovića.

18 JEDNA ZAJEDNIČKA CRTA FAUNE I POEZIJE. Srpski književni glasnik, Beograd 1925, T.XVI (n.ser.), 7, str. 482-488.

1o6 M.Djoković: O književnim radovima Mihaila Petrovića, Spomenica Mihaila Petrovića, Beograd 1968, 35-39.

1o7 M.Djoković: Isto, Glasnik SKZ 1(1969), 15-17.

1o8 Teološki pogledi 1(1968), 1, 31-41.

19 BROJNI SPEKTRI POJAVA. Srpska kraljevska akademija, Glas, knj. CXXVII, Prvi razred, knj. 58, Beograd, 1927, str. 45-66.
Saopšteno u Akademiji prirodnih nauka 2o.decembra 1926.

1o9 D.Adamović: Moderne matematičke discipline, posebno teorije skupova u radovima Mihaila Petrovića, Spomenica Mihaila Petrovića, Beograd 1968, 289-297.

11o D.Adamović: Isto, Dijalektika 3(1968), 2, 95-1o3.

111 J.Karamata: FdM, B.54, 62-63.

15 2o VREME U ALEGORIJAMA, METAFORAMA I AFORIZMIMA. Letopis Matice srpske, Novi Sad, 1927, T.CI, knj.313, 1-3, str. 185-192.

16 21 EXEMPLES PHYSIQUES DE TRANSFORMATION DES ÉQUATIONS DE LAGRANGE. Comptes rendus du Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, Le Havre, 1929, p. 88-91.

112 FdM, B.57, 1o38.

17 22 FENOMENOLOŠKO PRESLIKAVANJE. Srpska kraljevska akademija, Posebna izdanja, knj.XCVII, Prirodnjački i matematički spisi, knj. 26, Beograd, 1933, str.VII +236; 16,3 x 24,2.

Saopšteno u Akademiji prirodnih nauka 6. februara 1933.

Sadržaj. —

UVOD.

Preslikavanje fakata.

Preslikavanje uopšte. Opšti pojam preslikavanja. Konvencionalno preslikavanje. Prirodno preslikavanje.

Zajedničke pojedinosti fakata. Elementi i suštine fakata. Zajedničke pojedinosti u suštinama fakata. Primeri zajedničkih pojedinosti u suštinama disparatnih fakata.

Sličnost disparatnih fakata. Sličnost svedena na istovetnost. Ovlašne sličnosti iskazane preslikavanjem pomoću poređenja, asimilacije, metafora, alegorija i aforizmi. Preslikavanje vremena. Jezgra sličnosti u nauci i poeziji.

Naučne analogije. Naučne analogije uopšte. Primeri naučnih analogija. Matematičke analogije u disparatnim faktima.

Fenomenološko preslikavanje po zajedničkim pojedinostima. Princip preslikavanja po zajedničkim pojedinostima. Preslikavanje analoških grupa u tipove. Fenomenološko preslikavanje toka vremenskih fakata. Fenomenološko preslikavanje mehanizama vremenskih fakata. Fenomenološko preslikavanje uloga. Geometrijsko-fenomenološko preslikavanje.

Fenomenološki prototipovi. Bitni i promenljivi sastavci u fenomenolškim tipovima fakata. Fenomenološki prototipovi. Matematičke nianse sastavaka u fenomenološkim tipovima. Ograničenost skupa fenomenoloških uloga.

Predviđanje preslikavanjem.

Predviđanje po zajedničkoj slici analoške grupe. Primarni i izvedeni fakti u jezgru sličnosti. Matematika u proširenom smislu. Precizne i ovlašne matematičke pojedinosti. Predviđanje ovlašnih pojedinosti. Predviđanje vremenskog toka fakata po tipu njihovog mehanizma.

Predviđanje po jednoj opštoj zajedničkoj crti u svetu fakata. Ekonomski faktori. Štednja vezana za ekonomske faktore. Ekonomski faktori sa konkretnim značenjem. Empirički ekonomski faktori.

Inversno fenomenološko preslikavanje.

Fenomenološke uloge i matematičke nianse u inversnoj fenomenološkoj slici. Raznolikost faktora sa istom fenomenološkom ulogom. Matematičke nianse u fenomenološkim ulogama. Matematičke nianse u posledicama sudelovanja fenomenoloških uloga.

Primeri fenomenološkog i inversnog preslikavanja u vremenskim faktorima. Raspodele u nekolikim vrstama konkretnih vremenskih fakata. Inversna slika fenomenološke uloge terena.

Mitologija fakata. Mitsko preslikavanje. Mehanistička mitologija. Fenomenološka mitologija: Relativistička mitologija.

113 D.Adamović: R_{109} i R_{110}.

114 E.Stipanić: R_{2}.

115 A.Bilimović: R_{75}.

116 D.Trifunović: Mihailo Petrović i Sima Marković, Dijalektika 5(1970), 2, 75-92.

117 M.Stojaković: Svestrani matematičar, Dnevnik, N.Sad 1968, 12. maj.

118 M.Bertolino: O nekim filozofskim i društvenim pogledima Mihaila Petrovića, Dijalektika 3(1968), 2, 111-118.

119 D.Trifunović: Neimar naše savremene nauke, Politika 5. maj 1968.

120 M.Bertolino: R_{118}, Spomenica Mihaila Petrovića, Beograd 1968, 305-312.

121 Dj.Kurepa: Programiranje i jedan Petrovićev problem o ekstremima, Spomenica Mihaila Petrovića, Beograd 1968, 75-78.

122 S.Stojanović: Fenomenološko preslikavanje u teoriji verovatnoće, Spomenica Mihaila Petrovića, Beograd 1968, 245-252.

123 A.Stojković: Mihailo Petrović i Uroš Milanković, Spomenica, 313-317.

124 S.Marković: Princip kauzaliteta i moderna fizika, Beograd 1935.

125 T.Pejović: SK Glasnik 4o(1933), 1, 133-135.

126 F.Belegu: Matematika u proširenom smislu, Index, N. Sad 12(1969), 159, lo.

127 Dj.Kurepa: R_{121}, Mat.vesnik 5(2o), 1968, 4,419-422.

128 B.Stojanović: R_{122}, Dijalektika 3(1968), 2, 51-58

129 E.Stipanić: Marks i savremenost 3, Beograd 1966, 524-526.

13o Z.Damjanović: Marks i savremenost, Beograd 1966, 28-35.

131 A.Stojković: R_{123}, Dijalektika 3(1968), 2, 119-123.

132 T.Pejović: Spomenica, 9-13.

133 D.Nedeljković: R_{42} i R_{45}.

134 E.Stipanić: R_{43}.

135 M.Pavlović: R_{50} i R_{51}.

136 D.B.Stefanović: R_{69}.

137 B.Ivanović: Matematika za ekonomiste, Beograd 1966.

138 D.M.Jeremić: R_{29}.

18 23 OPŠTI POJAM PRESLIKAVANJA. Srpski književni glasnik, Beograd 1935, T.XLIV (n.ser.), 1, str.34-47.

19 24 JEDAN DIFERENCIJALNI ALGORITAM I NJEGOVE PRIMENE. Srpska kraljevska akademija, Posebna izdanja, knj. CXI, Prirodnjački i matematički spisi,knj.3o, Beograd, 1936, str. 5 +235; 16,3 x 24,2.

Saopšteno u Akademiji prirodnih nauka 21.oktobra 1935 .

139 D.S.Mitrinović: FdM, B.62, 1184-1185.

2o 25 OSETLJIVA MESTA OBIČNIH I DIFERENCIJALNIH JEDNAČINA. Matematički vesnik, Beograd 1939, 5-6, str.8-11.

26 ISTO. Članci, Društvo mat. i fiz. Srbije, Beograd 1949, str. 59-61.

140 Ž.Ćulum: Mat.vesnik 5(20), 1968,4,479-484.

21 27 MATEMATIČKA ANALIZA I OCEANOGRAFSKO-BIOLOŠKI PROBLEMI. Godišnjak Oceanografskog instituta, Split, 1939-40, sv.II, str. 52-73.

141 T.Pejović: Primena matematike u biologiji. Vesnik Društva mat. i fiz. SR Srbije, Beograd, 1954, T.VI, 3-4, str. 199-208.

22 28 ELEKTRIČNE ANALOGIJE. Nauka i tehnika, Beograd 1941, T.I, 1, str. 25-36.

142 V.Petrović: Osnovi elektrotehnike II - Električno i magnetno kolo. Beograd, 1941, str. III+256.

23 29 METAFORE I ALEGORIJE. Srpska književna zadruga, Beograd, 1967, Kolo IX, br. 405, str. 196; 12,6 x 18,4.

Priredio, predgovor i belešku o piscu napisao Dragan Trifunović .

Sadržaj. —

Opšti pogled. Primeri metafora i alegorija u upotrebi u običnom životu i književnosti. Zajedničke pojedinosti činjenica. Sličnost svedena na istovetnost. Opšti princip preslikavanja. Preslikavanje u obliku metafora i alegorija. Vreme u metaforama i alegorijama. Metafore i alegorije u poeziji. Mitske metafore i alegorije. Naučno alegorično preslikavanje. Primeri električnih analogija. Primeri raznovrsnih naučnih sličnosti. Naučni značaj metafora i alegorija. Svođenje činjenica na tipove. Tipske uloge. Predviđanje činjenica zaključcima po sličnosti. Naučna predviđanja po jezgru sličnosti. Primeri tipskih uloga i posledice njihove saradnje. Metafore i alegorije kao ljudski izraz spone materijalnog i imponderabilnog sveta.

143 D.Nedeljković: R_{42}.

144 M.Pavlović: R_{50} i R_{51}.

145 S.Ž.Marković: Spomenica, 346-353.

146 J.Hristić: Književnost 23 (1968), 6, 567-568.

147 M.Pavlović: Politika 4. avgust 1968.

148 M.Tijanić: Politika 21. april 1968.

149 M.Djoković: R_{106} i R_{107}.

150 M.Bertolino: R_{118} i R_{12o}.

151 Z.Gavrilović: Borba 25. februar 1968.

152 R.Tautović: Savremenik 15(1969), 21-34.

153 D.M.Jeremić: Književne novine 2o(1968), 336, 3.

1 1 IZLOŽITI SVE NAČINE RAČUNANJA POVRŠINA UOPŠTE, KAKO IZ ORIGINALNIH MERA, KAKO I IZ PLANOVA SNIMLJENIH GEOMETRIČKIM PUTEM, ZAJEDNO SA SREDSTVIMA (PLANIMETRIMA) ZA RAČUNANJE POVRŠINA OD NAJPROSTIJIH DO NAJSLOŽENIJIH I NAJUPOTREBLJIVIJIH U PRAKSI. Velika Škola u Beogradu, Tehnički fakultet, Beograd, 1889.

Temat za Svetosavsku nagradu na Velikoj Školi, dostavljen 2. januara, a ocenjen 14. januara 1889; II nagrada; šifra temata "Non volumus velle, sed facere" - Hobbes; referat prof. Ljubomira Klerića u Akademskom savetu Velike škole; neobjavljen rukopis; AS, Fond VŠ - 1889, 47 "Temati".

1 D.Trifunović: Prilog numeričkoj obradi površine poligona, Naučno-tehnički pregled, Beograd, 16(1966) 8, 46-48.

2 D.Trifunović: Školovanje Mihaila Petrovića, Matematička biblioteka 32, Beograd 1966, 137-150.

3 D.Trifunović: Studentski period Mihaila Petrovića, Matematički vesnik 4(19), 1967, 1, 79-97.

4 M.Ž.Ivović: Jedna primena stava o površini mnogougla. Matematičko-fizički list 18(1967-68),2,72-74.

5 D.Trifunović: Površina poligona. Matematičko-fizički list 18(1967-68),3,166-167.

6 D.Trifunović: Letopis života i rada Mihaila Petrovića, Srpska akademija nauka i umetnosti, Odeljenje prirodno-matematičkih nauka, Beograd, 1969, str. 64-67.

7 D.Trifunović: Računske mašine, Matematičko-fizički list 18(1967-68),3,98-99.

2 2 O DIFERENCIJALNIM JEDNAČINAMA PRVOGA REDA KOJE SE MOGU GENERALNO INTEGRALITI POMOĆU G.[illegible]-VOG [illegible]. Srpska kraljevska akademija, Glas, knj. LI, Prvi razred, knj. 18, Beograd, 1896, str. 313-316.

Saopšteno u Akademiji prirodnih nauka 15. juna 1896; referat akademika Lj.Klerića.

8 Lj.Klerić: Traktoriograf i konstruisanje Ludolfovog broja "π" i osnovice "e" prirodnog logaritma, Glas LI, 18(1896), 245-312.

9 Lj.Kleritj: Tractoriograph und Construction der transcendenten Zahlen "π" und "e", sowie Construction der nseitigen, den Kreise eingeschriebenen regelmässigen Polygone, Dinglers polyt. Journal, 1897, Bd.3o5,Heft 1o-11,s.1-7.

1o Sima M.Marković: Opšta Riccati-eva jednačina prvoga reda, Beograd, 1914, str. 88; doktorska teza na Filozofskom fakultetu Univerziteta u Beogradu .

11 D.Trifunović: Mihailo Petrović i Sima Marković, Dijalektika (1970), 2,75-92.

12 D.Trifunović: Matematički rad Sime M.Markovića, Dijalektika 3(1968), 3,65-81.

13 D.Trifunović: Matematičke nauke u delu Sime Markovića, Beograd, 197o, str.119 (Knjiga u rukopisu Instituta za izučavanje medjunarodnog radničkog pokreta).

3 3 SUR L'ÉQUATION DIFFÉRENTIELLE DE RICCATI ET SES APPLICATIONS CHIMIQUES. Sitzungsberichte der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften (Matematisch-naturwissenschaftliche Classe), 39(1896), 1-25.

Saopšteno u Češkom naučnom društvu 2o. novembra 1896.

[ABSTRACT]. Srpska kraljevska akademija, Godišnjak za 1897, Beograd, 1899, T.XI, str. 146.

Izvod iz rada "Sur l'équation différentielle de Riccati et ses applications chimiques".

14 I.: Delo, 14(1897), 182.

15 H_2cr : Revue sémestrielle des publ. math.,6(1897), 213-214.

16 Lerch: FdM, 27(1899), 256.

17 D. Trifunović: Fenomenolog Mihailo Petrović, Beograd, 1967, str. 32, Separat iz knjige Mihailo Petrović: Metafore i alegorije. Izdanje Srpske književne zadruge, Kolo LX, knj. 4o3.

18 M.Stojaković: Naučni metod Mihaila Petrovića, SANU Posebna izdanja, knj. CDXXVI, Spomenica, knj. 39, Spomenica o svečanom skupu povodom proslave loo-godišnjice od rodjenja Mihaila Petrovića 1868-1968, Beograd 1968, str. 15-21.

19 M. Stojaković: Naučni metod Mihaila Petrovića, Spomenica Mihailu Petroviću 1868-1968, Beograd, 1968, str. 15-21.

2o M.Stojaković: Svestrani matematičar, Dnevnik, Novi Sad, 1968, 12. maj, str. 12.

21 M.Stojaković: Teorija i praksa matematičke fenomenologije Mihaila Petrovića, Dijalektika 8(1973), 4, 1o5-1o8.

22 D.Trifunović: Prilog matematičkoj fenomenologiji (osobine), Dijalektika 3(1968), 2, 59-93.

SUR UN PROCÉDÉ D'INTÉGRATION GRAPHIQUE DES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris, 1897, T.CXXIV, 2o, p. 1o81-1o84.

Saopšteno u Pariskoj akademiji nauka 17.maja 1897; prikazao prof. P.Appell.

6 [ISTO]. Journal de physique, Paris, 1897, p.476-479.

Preštampan u celosti rad "Sur un procédé graphique des équations différentielles".

7 [ABSTRACT]. Srpska Kraljevska akademija, Godišnjak za 1897, Beograd, 1899, T.XI. str. 151-152.

Izvod rada "Sur un procédé d'intégration graphique des équations différentielles".

8 [ISTO]. Édit.O.Doin, Paris, 1911, p.412-415.

Preštampan u celosti rad "Sur un procédé graphique des équations différentielles".

23 Lj. Klerić: R_8.

24 Revue générale des sciences pures et appliquées, 8 (1897), 12, 519.

25 I. : Delo, 15(1897), 516.

26 X_6 : Revue sémestrielle des publ. math. 6(1897), 256-257.

27 Hamburger: Fdm, 28(1900), 284.

28 L.Jacob: Le Calcul mécanique, Encyclopédie scientifique, Paris, 1911, p. 342-357.

29 E.Demolis: Revue générale des Sciences pures et appliquées, 13(1912), 3, 119.

30 H.de Morin: Les appareils d'intégration, Bibliothéque générale des Sciences, Paris, 1913, p. 6 et 194-197.

31 Revue générale des Sciences pures et appliquées, 24 (1913), 475.

32 D.Trifunović: O jednoj anticipaciji današnjih hidrointegratora, Matematički vesnik 5(1968), 4, 419-422.

33 D.Trifunović: O jednoj anticipaciji današnjih hidrointegratora, Spomenica Mihailu Petroviću 1868-1968, Beograd, 1968, str. 119-128.

34 L.E.Majstrov: RŽ, Mat., 12(1969), 3-4.

35 D.Trifunović: R_6, str. 150-151.

O MEHANIČKIM OSCILACIJAMA PRI ISPRAŽNJAVANJU KONDENZATORA. Srpska kraljevska akademija, Glas, knj. LVI, Prvi razred, knj. 20, Beograd, 1898, str. 27-111.

Saopšteno u Akademiji prirodnih nauka 5. novembra 1897.

O HIDRAULIČNOJ INTEGRACIJI. Tehnički list, Beograd, 1898, str. 1-16.

Dostavljeno 5. februara 1898.

[ABSTRACT]. Srpska kraljevska akademija, Godišnjak za 1897, Beograd, 1899, T.XI, str. 152.

Izvod rada "O hidrauličnoj integraciji".

36 D.Trifunović: Metrologija i instrumentalna matematika u delu Ljubomira Klerića, Godišnjak grada Beograda 22(1975), 97-116.

37 L.Trifunović: Srpsko slikarstvo 1900-1950, Nolit, Beograd 1973, str. 534.

38 D.Trifunović: R_{32}.

39 D.Trifunović: R_{33}.

SUR L'INTÉGRATION HYDRAULIQUE DES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES. American Journal of Mathematics, Baltimore, 1898, Vol. XX, No 4, p. 293-300.

[ABSTRACT]. Srpska kraljevska akademija, Godišnjak za 1897, Beograd, 1899, T. XI. str. 153.

Izvod rada "Sur l'intégration hydraulique des équations différentielles".

4o L'Enseignement mathématique, 1(1899), 1, 56.

41 Hamburger: FdM, 29(1902), 284

42 A.Willers: Mathematische instrumente, München und Berlin, 1943.

43 E.Kamke: Differentialgeichungen Lösungsmethoden und Lösungen, New York, 1948, s. 179-181.

44 L.E.Sadovskij: Integrirujuščie mehanizmy, Uspehi mat. nauk, 3(25), 1948, 115-151.

45 F.A.Willers: Matematičeskie instrumenty, Moskva, 1949, str. 241, 289; prevod L.E.Sadovskij .

46 D.S.Mitrinović: Beleška o delatnosti Mihaila Petrovića u oblasti običnih diferencijalnih jednačina, Vesnik Društva mat. i fiz. SR Srbije, 7(1955), 1-2, 125-127.

47 D. Trifunović: R_{32}.

14 APPAREIL À LIQUIDE POUR L'INTÉGRATION GRAPHIQUE DE CERTAINS TYPES D'ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES. American Journal of Mathematice, Baltimore, 1899, Vol. XXII, No 1, 1, p. 1-12.

48 W.A.Price: Petrovitch's Apparatus for integrating Differential Equations of the Furst Order. Philosophical Magazine, 49 (19oo), 487-49o.

49 Hamburger: FdM, 31(19o4), 348.

5o Brix: FdM, 31(19o4), 349.

51 L.E.Sadovskij: R_{44}.

52 F.A.Willers: R_{42}.

53 F.A.Willers: R_{44}.

54 D.Trifunović: R_{32}.

55 D.Trifunović: R_{33}.

56 D.Trifunović: R_6, str.158-161.

9 15 INTÉGRATION GRAPHIQUE DE CERTAINS TYPES D'ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES DU PREMIER ORDRE. Bulletin de la Société mathématique de France, Paris, 1899, T.XXVII, p.2oo-2o5.

57 Hamburger: FdM, 3o(19o3), 294

58 S.M.Marković: R_{11}.

59 D.Trifunović: R_{12}.

6o D.Trifunović: R_{13}.

1o 16 MATEMATIČKE ANALOGIJE. Elementi matematičke fenomenologije, Srpska kraljevska akademija, Posebna izdanja, knj. XXXIV, Prirodnjački i matematički spisi, knj. 8 , Beograd, 1911, str. 721-76o.

Saopšteno u Akademiji prirodnih nauka lo. septembra 191o.

11 17 KVADRATURA POMOĆU KURVIMETRA. Srpska kraljevska akademija, Glas, knj. XCIII, Prvi razred, knj. 39, Beograd, 1921, str. 5o-61.

Saopšteno u Akademiji prirodnih nauka 25. novembra 1913.

61 Godišnjak SKA, 27(1914), 38.

62 Varićak: FdM, 48(1924), 258.

63 D.Trifunović: R_6, str. 251-252.

12 18 MATÉRIALISATION DE FAITS ARITHMÉTIQUES. Mécanismes communs aux Phénomènes disparates, Nouvelle Collection scientifique (Directeur Emile Borel), Paris, 1921, p. 257-259.

13 19 INTÉGRATION MÉCANIQUE. Notice sur les travaux scientifiques de M.Michel Petrovitch (1894-1921), Académie

royale de Serbie, Éditions spéciales, t.XLIII, Sciences mathématiques et naturelles, 1.1o.1921, Paris, 1922, p.111-131.

Saopšteno u Akademiji prirodnih nauka 3o. januara 1922; predgovor Milutina Milankovića.

64 V.Vujić: Srpski književni glasnik, Beograd, 1922, t.VI (n.ser.), 5, str. 399-4oo.

65 L'enseignement mathématique, 23(1923), 241.

14 2o HEMIJA I MATEMATIKA. Spomenica pedesetogodišnjice profesorskog rada Sime M. Lozanića, Beograd, 1922, str. 18-23.

15 21 MATEMATIČKE ANALOGIJE U DISPARATNIM FAKTIMA. Fenomenološko preslikavanje, Srpska kraljevska akademija, Posebna izdanja, knj. XCVII, Prirodnjački i matematički spisi, knj. 26, Beograd, 1933, str. 71-8o.

Saopšteno u Akademiji prirodnih nauka 6. februara 1933.

66 E.Stipanić: Fenomenologija Mihaila Petrovića. Dijalektika 1 (1966), 2, 117-13o.

16 22 GRAFIČKI RACIONALIZATOR. Grafički racionalizator - Uspomena na Mihaila Petrovića, Srpska akademija nauka, Zbornik radova, knj. XXXV, Matematički institut, knj. 3, Beograd, 1953, str. 5-1o.

LITERATURA I IZVORI

☆Adamović D.: Moderne matematičke discipline, posebno teorije skupova, u redovima Mihaila Petrovića, Dijalektika 3 (1968), 2, 95-103.

Algebraičeskij analiz', Kazan' 1860.

Andjelić T.P.: Katedra za mehaniku, Sto godina Filozofskog fakulteta u Beogradu, Beograd 1963, 507-518 (54, 55, 316)

Andjelić T.P.: Mehanika u okviru Srpske akademije nauka, Glas CCXXXIX, 36 (1974), 189-245.

Andjelić T.P.: Glas CCC, 40 (1976), 39-49.

Anonim: Zoomehanički modeli, Nastavnik 14 (1903), 3, 21.

Anonim: Mehaničke teorije o vidjenju, Nastavnik 14 (1903), 4, 26.

Apokin I.A.- Majstrov L.E.: Razvitie vyčislitel'nyh mašin, Moskva 1974.

Arnovljević I.: Osnovi teorijske mehanike VI, Beograd 1949

Auerbah F.: Strah od matematike i kako da ga savladamo, Beograd 1926, Str. 52 (prevod I.Arnovljević).

☆Bajraktarević M.: Pregled razvoja matematike u Bosni i Hercegovini, Mat.bibl.20 (1963), 101-105.

Belić A.: Spomenica Akademije, Beograd 1936-1941.

Belyj J.A. - Trifunović D.: Zum Geschichte der Logarithmentafeln Keplers, NTM, Leipzig 9 (1972), 1,5-20.

Bertolino M.: Mat.vesnik 4 (19), 1967, 165-168.

Bertolino M. - Trifunović D.: Math. Balkanica 1 (1971), 11-18.

Bilimovitsch A.: Zur mechanismus der Polverlagerungen, Publ.math.Univ.Belgrade 2 (1933), 189-199.

Bilimonović A.: O geometrijskoj konstrukciji i instrumentu za približno rešavanje Keplerove jednačine, Glas CXCI, 1 (96), 117-124.

Bingulac P.: Computer program for fitting experimental data, Mat. vesnik 22 (1970), 289-299.

Bogdanov A.A.: Vseobščaja organizacionnaja nauka (tektologija), I-III, Moskva 1925-1929.

Boscovich R.: De litteraria expeditione per pontificam ditionem ad dimetiendos dons meridiani gradus et corrigendam mappam geographicam, Romae 1755.

Bool'G.: Pribory i mašiny dlja mehaničeskogo proizvodstva aritmetičeskih dejstvij, 1896.

Bourbaki N.: Elements d'histore des mathematiques, Paris 1960.

Božkov I.: Cikličnost' v razvitii nauki, Trudy XIII m. kongressa po istorii nauki, A, Moskva 1974, 95-97.

Branković K.: Predmet za Glasnik Društva Srbske Slovesnosti, Glasnik DSS 1 (1847), 1-4.

Branković K.: Proizvodoslovje ili fizika, DSS, Beograd 1850, str. 62.

Broida V.: Les servomecanismes et les automatismes a sequences a action pneumatique et hadraulique, Madrid 1958.

Bubnov N.M.: Predavanja iz metodologije istorije na Ljubljanskom univerzitetu, 1922, str. 1548 (rukopis).

Bukanovskij B.M.: Principy i osnovnye čerty klassifikacii savremenogo estestvoznanija, Perm 1960.

☆Ćulum Z.: Mat.vesnik 5 (20), 4 (1968), 479-484.

☆Ćurić R.: Razvitak nastave prirodnih nauka u srpskim srednjim školama Vojvodine (doktorska disertacija), MS, Novi Sad 1964, 238.

☆Damjanović V.: Novaja Serbskaja Aritmetika, V Mletakah 1767.

Davidović S.: Matematička izložba u Minhenu, Nastavnik 4 (1893), 257-259.

Delo Nikole Tesle I, SAN, Bgd. 1950, Str. 421.

Demolis E.: Revue gén. des Sc. pures et appliquee 13 (1912), 119-120.

De Morin H.: Les Appareils d'Intégration, Paris 1913.

Des Clandius Ptolemäus Handbuch der Astronomie, Uebersetzt von K.Manltius, B. 2, Leipzig 1912-1913.

Dimić P.: Nastava matematike u Srbiji i u srpskim školama Vojvodine do 1863., Skopje 1963, str. 63.

Dorefeeva I.T.: Evruističeskaja rol' matematiki v fizike i kosmologii, Leningrad 1975, 125-133.

Dyck W.: Katalog mathematischer und physikalisch-mathematischer Modelle, Aparate und Instrumente, Müchen 1892.

☆Djordjević M.: Savremeni problemi istorijske nauke, Beograd 1959.

☆Eddington A.S.: Raum, Zeit und Schwere, Braunschweig 1923.

Ejler L.: Vvedenie v analiz beskonečnyh, Moskva 1961.

Električne analogije mehaničkih vibracija, NIP 14 (1965), 1, 37-53.

Eves H.: An Introdukction to the History of Mathematics, New York 1964.

☆Florenskij P.A.: Fizika na službe matematiki, Soc.rekon. i nauka 4 (1932), 43-63.

☆Gavrilović A.: Znameniti Srbi XIX veka, Zagreb 1901/03.

Gavrilović J.: Prilog za geografiju i statistiku Srbije, Glasnik DSS 3 (1851), 186-190.

Gringerich O.: The Computer Versus Kepler, Amer. Sc.2 (1964), 218-226.

Graždanikov E.D. - Ščerbakov A.I.: Količestvennye zakonomernosti v istorii nauki, Trudy XIII m.kongressa po istorii nauki, A, Moskva 1974, 108-110.

☆Hood: Phil.Mag. (5), 6, 371.

☆Jacob L.: Intégrametre a lame coupante, CR (1907), 872-875.

Jacob L.: Le calcul mécanique, Ency. Sc.du dr.Toulouse, Paris 1911.

Joannis Kepleri Chilias Logarithmorum, Marpurgi 1624; Gesamelte Werke, 9.

Josimović E.: Harela više matematike, Beograd 1858.

☆Kamke E.: Differentialgleichungen Lösungsmethoden und Lösingen, 1, Leipzig 1942.

Karadžić V.S.: Srpski rječnik, u Beču 1818.

Karamata J.: Mihailo Petrović, Glasnik 3 (1948), 3, 123-127 (3).

Katedra za matematiku, Sto godina Filozofskog fakulteta u Beogradu, Beograd 1963, 493-506.

Kennedy E.S.: The Digital Computer and the History of the Exaet Sciences, Centraurus 6 (1967), 107-113 (38).

Klerić Lj.: Kinematički problemi, Glasnik SUD 41 (1875), 283-316.

Klerić Lj.: Primena grafostatike na rešavanje geometrijskih zadataka, Glasnik SUD 41 (1875), 317-326.

Klerić Lj.: Teorija i konstrukcija polarnog partografa, Glasnik SUD 43 (1876).

Klerić Lj.: Primena grafodinamike na geometriju, Glasnik SUD 45 (1877), 174-200.

KleritjLj.: Le pendule compensé n'existe pas, Belgrade 1880.

Klerić Lj.: Teorijska mehanika, Bgd 1880-1888.

Klerić Lj.: Primena kinetike na geometriju, Glasnik SUD 48(1880), 299-331.

Kondakov N.I.: Logičeskij slovar' - Moskva 1971.

Kulakov Yn.I.: Phenomenological Symmetry and the Foundations of Physics, Inter.Logic Revien 7 (1973), 98-102.

Kurepa Dj.: Strukture i mašine, Glasnik 13 (1958), 4, 300-301.

Kurepa Dj.: Skupovi, logike, mašine, Tehnika 14 (1959), 12, 1873-1877.

Kurepa Dj.: Elektronski mozgovi - najnoviji računski strojevi, Priroda 39 (1952), 7, 247-253.

Kurepa Dj.: Povodom novih matematičkih strojeva, Glasnik 6(1951), 3, 124-128.

Kurepa Dj.: Flip-flop cijevi, MFL 2 (1951/52), 3, 88-90.

Kurepa Dj.: Matematički strojevi i ljudska misao, Glasnik 6(1951), 1-2, 69-71.

Kurepa Dj.: Razvoj matematike u Hrvatskoj, Mat.bibl.20 (1963), 83-95.

☆Luk'ijanov V.S.: Gidrovličeskie pribory dlja termičeskih rasčjatov, Izvestija AN SSSR 2 (1939), 53-67.

Lusternik L.A.: Matematičeskaja tehnika, UMN 1 (1946), 5-6, 3-26.

☆Malić D.: Elementi kibernetike u svetlu termodinamičkih metoda, Bgd. 1973.

Marinković J.: Stanje javnog nastavljenija u Knežestvu Serbii, Glasnik DSS 1 (1847), 201-205.

Marković S.: Matematička nastava u našim srednjim školama, Nastavnik 24 (1913), 9-12, 412-415.

Marković S.: Opšta Riccati-eva jednačina prvoga reda, Bgd. 1914.

Marković S.: Protiv ocena, Nastavnik 25 (1914), 3-4, 179-180.

Marković S.: Rad JAZU 221 (1919), 64, 140-147.

Marković S.: Iz nauke i filozofije, Bgd. 1925.

Marković S.: O pokretu za reformu matematičke nastave, Glasnik prof.društva 12 (1932), 4, 316-328.

Marković S.: Principi kauzaliteta i savremena fizika, Bgd. 1935.

Matematičeskaja tehnika, UMN 1 (1946), 5-6, 3-26.

Matematičeskie metody v istoričeskih issledovanijah, Moskva 1972.

Matić D.: U kakvoj svezi stoje medju sobom pojedine nauke i kako jedna iz druge ističe. Šta čini industrija i civilizacija, Glasnik DSS 15 (1862), 249-258.

Matić D.: Djački dnevnik (1845-1848), Beograd 1974.

Meslin G.: CR 130 (1900), 888.

Mihailović G.: Srpska bibliografija XVIII veka, Beograd 1964.

Milanković M.: O Ptolemajevu izračunavanju broja ,
Mat.inst. SAN, Zbornik radova 3 (1953), 11-14.

Milošević M.S.: Izohipsograf, ST List, 5 (1894), 8, 185.

Miljković B.: Društvo srpske slovesnosti od 1841-1864, Knjiga MC 46 (1914), 18-81.

Milovanović V.: Matematičko-logički model organizacionog sistema, Mat.institut, Posebna izdanja 9, Beograd 1966.

Miljanić P.: Tesla i savremena tehnika, Dijalektika 8 (1973).

Mišković V.V.: Hronologija astronomskih tekovina II, Beograd 1976.

Mitrinović D.S.: O operacijama max i min, Fac.Ph.Univ. Skopje, 3(1950), 4, 10.

Mitrinović D.S.: Sur une propriété des opérations max et min, CR 232 (1951), 286-287.

Mitrinović D.S.: O operacijama max i min, Zbornik mat. problema I, Beograd 1957, 232-235.

Mitrinović D.S.: Vesnik 8 (1956), 1-2, 15-21.

Mitrinović D.S.: Mihailo Petrović, Nauka i tehnika 7 (1955), 277-284.

Mitrinović D.S.: Jedan pogled na razvoj matematike u Srbiji, Mat.biblioteka 2o (1963), 77-82.

Mišković V.V.: Grafički racionalizator, SAN, Zbornik radova XXXV, Mat.institut, knj. 3 (1953), 5-10.

☆Nešić D.: Metričke mere, Beograd 1874.

Nešić D.: Trigonometrija, Beograd 1875.

Nešić D.: Essai de quadrature du cercle, Belgrade 1877.

Nešić D.: Pokušaj kvadrature kruga, Glasnik SUD 46 (1878), 177-214.

Nešić D.: O važnosti matematike, Beograd 1882, str.32.

Nešić D.: Nekoliko novih integralnih obrazaca, Glasnik SUD 51 (1882), 138-147.

Nešić D.: Algebarska analiza I, II, Beograd 1883.

Nešić D.: Nekoliko novih obrazaca za broj kombinacija sa zadatim zbirom, Glasnik SUD 54 (1883), 111-114.

Nešić D.: Nauka o kombinacijama, Beograd 1883.

Nešić D.: Pogled na Lajbnicovu metodu, Glas VI, 2 (1888), 18.

Nikolić A.: Algebra, Beograd 1839.

Nikolić A.: Prilog k Srbskim drevnostima, Glasnik DSS, 1 (1847), 184-186.

Nikolić A.: Glasnik DSS 3 (1851), 30-40.

Nikolić G. - Stušek A.: Fluidika, Teh.enc. 5, Zagreb 1976, str. 469.

☆Orfelin Z.: Vječnij ... kalendar, 1783.

☆Pavlović T.: Sprava za računanje, Pat.spisi 9020, 1932.

Petrovskij I.G.: Lekciji po teorii obyknovennyh differencial'nyh uravnenij, Moskva 1964.

Pletkov D.V.: Progressivnoe značenie ob'ektivnogo logičeskogo protivorečija v istorii nauk, Trudy XIII m. kongessa po istorii nauki, A, Moskva 1974, 87-92.

Popović G.: Astronomija, Beograd 1851.

Popović J.S.: O srpskim rečima predelnim, Glasnik DSS 1 (1847).

Popović M.V.: Filozofski i naučni rad Alimpija Vasiljevića (doktorska disertacija), MS, Novi Sad 1972.

Froško M.V.: Pribory dlja rešenija sistemy linejnyh algebraičeskih uravneniii, Dissertacija, MISI im. Kujbiševa (1940).

Price W.A.: Petrovitch's Apparaturs for integrating Differential Equations of the First Order, Ph.Mag.1900, 487-490.

Prytz H.: The latchet planimeter, Engineering 57 (1894),687.

☆Radević M.: "Kratki Životopis" Konstantina Brankovića, Istorijski časopis 18 (1971), 383-390.

☆Stanojević Dj.: Nikola Tesla i njegova otkrića, Beograd 1894, str. 340.

Stanojević Dj.: Iz nauke o svetlosti, Beograd, 1895.

Stefanović D.: O jednoj matematičko fenomenološkoj metodi istraživanja, Dijalektika 7 (1972), 1, 11-19.

Stojaković M.: Matematički model krvotoka, Valjevo 1944, 1,25.

Stojaković M.: Medjunarodni kolokvijum "Mašine za računanje i ljudska misao", Vesnik 2 (1950), 3-4, 103-107.

Stojaković M.: O nekim mehaničkim analogijama osnovnih aritmetičkih operacija, Vesnik 2 (1950), 3-4, 51-60.

Stojaković M.: Rotaciono multiplikativno telo za mehaničke računske mašine, Pronalazaštvo 6 (1956), 11, 95.

Stojaković M. - Trifunović D.: Petrovićeva modifikacija Grefeove metode za rešavanje algebarskih jednačina, Mat. vesnik 5(20), 1968, 439-446.

Stojaković M.: Teorija i praksa matematičke fenomenologije Mihaila Petrovića, Dijalektika 8 (1973), 4, 105-108.

Stojaković M.: Naučni metod Mihaila Petrovića, Spomenica Mihaila Petrovića, Beograd 1968, 15-21.

Stojanović D.: Šturmova teorema, Glasnik SUD, 25(1869), 100-176.

Stojanović D.: Teorija najmanjih kvadrata, Glasnik SUD, 27(1870), 1-80.

Stojanović K.: Teorija anvelopa kod krivih linija i površina, Nastavnik 1 (1890), 308.

Stojanović K.: Pri odbijanju svetlosti sverna se aberacija ne može uništiti nikakvom krivinom, ST List 4 (1892), 119-121.

Stojanović K.: Principi nove geometrije (Metageometrija), Nastavnik 12(1901).

Stojanović K.: Potencijal otpora, Glas LXVII, 26 (1903).

Stojanović K.: Tumačenje fizičkih i socijalnih pojava, Beograd, 1910.

Stojanović K.: Osnovi teorije ekonomskih vrednosti, SKA, Pos. iz XXXI, knj. 7, Beograd 1910.

Stojanović K.: Mehanika, Beograd 1912.

Stojanović K.: Rasprave i članci iz nauke i filozofije, Beograd, 1922.

Stojković A.: Epistemolog - marksist dr Sima Marković, Dijalektika 3(1968), 1, 89-103.

Stojković A.: Razvitak filozofije u Srba 1804-1944, Beograd 1972.

Stojković A.: **Fisika** I-III, Budim 1801-1803.

☆Šapčanin M.P.: Očigledna nastava u osnovnoj školi, Glasnik SUD 32 (1871), 1-35.

Šešić B.: Opšta metodologija, Beograd 1974.

☆Tarumoto D. - Humphery E.: Fluidics, Boston, 1964.

Tesla N.: Valvuler Conduit, US Patent 1.329.559, 1920.

Tesla N.: Lectures, Patentes, Articles, Beograd 1956.

Thomson W.: Proc. of the Royal Soc., 28 (1878), 111.

Tomić M.: Udeo Srpske akademije nauka i umetnosti u razvoju matematičke nauke u Srbiji, SANU, Posebna izdanja CCCLXXVII, Spomenica 26 (1964), 227-234.

Trifunović D.: Letopis života i rada Mihaila Petrovića, SANU, Beograd 1969, str. 629.

☆Ujomov, A.I.: Analogija v praktike naučnogo issledovanija, Moskva 1970.

Ujomov A.I.: Logičeskie osnovy metoda modelirovanija, Moskva 1971.

☆Vasiljević A.: Kratak pregled Hegelove filozofije, Glasnik DSS 17 (1863), 1-182.

Viner N.: Kibernetika i društvo, Beograd 1964.

☆ Willers A.F.: Mathematische Instrumente, Berlin 1943.

☆ Živković P.: Grafičko predstavljanje vrednosti prostog odnosa tačke u nizu i zraka u pramenu, Glasnik SUD 54 (1883), 128-154.

Živković P.: O involutorijskoj sistemi tačaka kod sfernih ogledala, Glasnik SUD 64(1885), 235-274.

Živković P.: Prilog algebarskim vlacima višega stupnja, Glasnik SUD 57 (1884), 181-243.

Živković P.: Drugi prilog algebarskim vlacima višeg stupnja, Glasnik SUD 69 (1889), 266-322.

REGISTAR LIČNIH IMENA

REGISTAR USTANOVA

☆

Ciriška politehnička škola

Contina Ldt Mauren (za proizvodnju računara)

☆

Češko naučno društvo u Pragu

☆

Druga beogradska gimnazija (osnovana 1871)

Društvo matematičara Francuske

Društvo matematičara i fizičara SR Srbije

Društvo srpske slovesnosti (1841-1864)

☆

Filozofski fakultet Velike škole u Beogradu (1863-1905)

Filozofski fakultet Univerziteta u Beogradu (1905-)

Fizički institut Velike škole u Beogradu (1887-1905)

Francuska akademija nauka (Francuski institut)

☆

"Gebrüder Haff" - za izradu pantografa

Geološki zavod Velike škole u Beogradu (1863-1905)

Gimnazija u Kragujevcu (osnovana 1837)

☆

Hemijska laboratorija Velike škole u Beogradu

Hidrocentrala u Užicu (sagradjena 1891)

Historijski institut Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti

☆

Institut za istoriju prirodno-matematičkih nauka i tehnike Akademije nauka SSSR - Institut istorii estestvoznanija i tehniki AN SSSR (osnovan 1926)

Institut za izučavanje medjunarodnog radničkog pokreta u Beogradu

Institut za matematiku Prirodno-matematičkog fakulteta u Beogradu

Institut za mehaniku Politehničke škole u Drezdenu

Inženjerijska škola u Beogradu (1846-1849)

Istorijski muzej Srbije

Izložba matematičkih instrumenata u Minhenu (1892)

☆

Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti (osnovana 1871)

Jugoslavenski leksikografski zavod

Jugoslovensko profesorsko društvo (osnovano 1921)

☆

Karlovački krug

Kazanski univerzitet

Klub matematičara Univerziteta u Beogradu

Kolež de Frans (College de France, osnovan 1530)

Kompanija "Albert Co"

☆

Licej (1838-1864)

☆

Madjarska akademija nauka

Medjunarodno udruženje za rashladne uredjaje (osnovano 1903)

Matematički institut u Beogradu (osnovan 1946)

Matematički kabinet Velike škole u Beogradu (osnovan 1885)

Matica srpska (osnovana 1826)

Mehaničko-tehnička škola u Cirihu

Ministarstvo prosvete Srbije

Muzej grada Beograda (osnovan 1896)

Muzej Nikole Tesle (osnovan 1956)

☆

"Nada" - djačka družina

Naučno društvo Ševčenko (Lavov)

Negotinska gimnazija

Niška gimnazija

☆

Odeljenje prirodno-matematičkih nauka Srpske akademije nauka i umetnosti

☆

Politehnička

Politehnička škola u Drezdenu

Politehnička škola u Cirihu

Prirodno-matematički odsek Filozofskog fakulteta Velike škole u Beogradu (1863-1905)

REGISTAR LIKOVNOG PRILOGA

✡

SKRAĆENICE

AN	- Akademija nauka
APN	- Akademija prirodnih nauka Srpske kraljevske akademije
ASANU	- Arhiv Srpske akademije nauka i umetnosti
Autobiografija	- Autobiografija Atanasija Nikolića pisana 1874 - 1875. godine
DSS	- Društvo srpske slovesnosti
"Elementi"	- M.Petrović: Elementi matematičke fenomenologije, Beograd 1911.
Fas.	- Fascikla (jedinica arhivske gradje)
FdM	- Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik
Glas	- Glas Srpske kraljevske akademije i Srpske akademije nauka i umetnosti
Glasnik DSS	- Glasnik Društva srpske slovesnosti
Glasnik SUD	- Glasnik Srpskog učenog društva
Glasnik SKZ	- Glasnik Srpske književne zadruge
Godišnjak	- Godišnjak Srpske kraljevske akademije
Isto	- podatak istovetan sa prethodnim
JAZU	- Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti
"Letopis"	- D.Trifunović: Letopis života i rada Mihaila Petrovića, Beograd 1969.
Metri	- rukovodioci vežbi na Pariskom univerzitetu
MFL	- Matematičko-fizički list
MP	- Ministarstvo prosvete
MR	- Mathematical Reviews
MS	- Matica srpska
Navedeno	- odnosi se na prethodni bibliografski podatak

Notice	- Notice sur les travaux scientifiques de M.Michel Petrovich, Paris 1922.
PMF	- Prirodno matematički fakultet
"Pogled"	- M.Petrović: Jedan pogled na geometriju mase, Nastavnik 8(1896), 1, 1-10.
Publications	- Publications mathématiques de l'Université de Belgrade
Rad	- Rad Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti
"Radna sveska"	- Školske sveske Mihaila Petrovića sa studija u Parizu
SANU	- Srpska akademija nauka i umetnosti
SKA	- Srpska kraljevska akademija
SKZ	- Srpska književna zadruga
ST List	- Srpski tehnički list
SUD	- Srpsko učeno društvo
sv.	- sveska (jedinica u arhivskoj gradji)
"Šestar"	- Traktoriograf Ljubomira Klerića
UMN	- Uspehy matematičeskih nauk
Vesnik	- Matematički vesnik (ranije Vesnik Društva matematičara i fizičara SR Srbije)
VŠ	- Velika škola