

1. Martin Heidegger. Ființă și timp. București, 2003
2. Мартин Хайдеггер. Разговор на проселочной дороге. М. 1996
3. Хайдеггер М. Основные понятия метафизики., в кн: Мир философии. М. 1991., с. 118 -125
4. Бертран Рассел. Что такое философия?: philosophy_russel. zip-zip archive

UNELE PROBLEME DE ISTORIE ȘI METODOLOGIE A MATEMATICII ȘI INFORMATICII

Ion Valuță, Evelina Valuță,
Universitatea Tehnică a Moldovei

Viitorul și trecutul
Sunt a filei două fețe,
Vede-n capăt începutul
Cine știe să le-nvețe;
Tot cea fost ori o să fie
În prezent le-avem pe toate,
Dar de-a lor zădărnice
Te întreabă și socoate.
(M. Eminescu, Glossa)

The actual problems of the Mathematics and Informatics, from the point of view of the connection in history aspect between the Mathematics, Information Theory and modern Computer Technologies, will be discussed.

Este recunoscut faptul că rezolvarea problemelor ce apar în prezent, precum și prevederile de viitor, pot fi obținute numai pe baza cunoașterii trecutului - istoria prezintă **memoria** omenirii. În cazul dat e vorba de istoria matematicii și a teoriei informației, de **geneza** noțiunilor, **perioadele** de dezvoltare, **punctele cruciale** și alte caracteristici ale istoriei lor, ce se reflectă direct sau indirect asupra evoluției științelor date, deci și a procesului actual de predare-învățare a lor.

Dezvoltarea impetuoasă a tehnicii electronice de calcul și a tehnologiilor informaționale obținută în a doua jumătate a secolului XX și începutul secolului XXI reprezintă un punct crucial în istoria omenirii, confruntă societatea cu probleme complicate de ordin global: metodele vechi nu au eficiența de altădată

și nici nu mai sunt bine venite, dar, totodată, trebuie studiate din punct de vedere istorico-genealogic.

În lucrarea dată vom atrage atenția asupra conlucrării de secole a trei ramuri de activitate intelectuală: **informația** (teoria informației, informatica), cu modalitățile de **codificare și memorizare**, **matematica cu modalitățile ei de prelucrare a informației**, **mașinile de calcul**, calculatoarele, ultimele în aspectul lor **electronic**, jucând azi rolul principal în prelucrarea, stocarea, memorizarea informației, precum și perioadele de dezvoltare ale lor..

Menționând, că, dacă periodizarea nu se reduce la o simplă înșirare a rezultatelor obținute (și acest punct de vedere, ca și oricare altul are dreptul la existență), problema urmează să fie privită din exterior, în primul rând, din punctele de vedere ale problematicii, filozofiei obiectului, principii întâlnite în literatură și de care ne vom conduce în lucrarea dată. Pornind din aceste considerente vom face o scurtă trecere în revistă a istoriei matematicii, informaticii și a tehnicii de calcul din punctul de vedere ce ne interesează (genetico-metodologic).

Vom încerca totodată o explicare a noțiunii de *perioadă* ca atare, a *punctelor de vedere* din care se formulează perioadele respective și a principiilor de periodizare ce se iau în bază.

Prin *perioadă* se vor înțelege timpurile de dezvoltare evolutivă a obiectului. Vom porni în considerarea unei noi perioade din esența matematicii, decurgerii ideilor în istoria sa, precum și din logica internă de dezvoltare a matematicii, adică, nu atât din faptul *acumulării* unui considerabil volum de rezultate, cunoștințe obiective, cât din apariția unor *idei noi*, unor *metodologii*, *concepțe noi* care determină *aspecte noi*, ce trezesc unele forțe motrice noi, toate împreună înfăptuind un salt în dezvoltarea matematicii, prin apariția unor teorii noi, astfel încât matematica ulterioară se deosebește de matematica precedentă în mod ideologic, conceptual și calitativ, prin puncte de vedere mai generale și alte caracterizări care o fac mai eficientă, deschizându-se noi orizonturi și stimul de cercetări ulterioare. Finele unei perioade îl vom înțelege ca începutul implementării, dominării ideilor, metodologiei, paradigmei perioadei următoare și, de regulă, reprezintă un punct crucial în dezvoltare, dar puncte cruciale se pot întâlni și în interiorului perioadelor [13].

În ce privește matematica sunt cunoscute diverse abordări de periodizare a dezvoltării ei, a se vedea, de exemplu, [1], [2], [3], [4], [5], [11] ș.a. lucrări. Punctele de vedere ale acestor autori, printre care se întâlnesc cum matematicieni așa și filozofi, sunt destul de diverse: cronologice, regionale, după compartimente etc. O tratare a problemei periodizării matematicii care pornește din esența matematicii, decurgerea ideilor, a fost abordată de către renumitul matematician rus din sec. XX A. N. Kolmogorov (12.04.1903 – 20.10.1987) în care se menționează următoarele patru perioade [7]:

1. Constituirea (zămislirea) matematicii, până în sec. VI - V î.e.n.
2. Perioada matematicii elementare începe în sec. VI - V î.e.n. și continuă până în sec. XVI e.n.
3. Perioada matematicii mărimilor variabile, din sec. XVII până la începutul sec. XIX.

4. Matematica secolelor XIX și XX e natural (afirmă autorul) să fie separată ca perioada matematicii contemporane.

Această periodizare a devenit răspândită în literatura de specialitate, dar nu fără unele observații ([12], p.669), ([9] pag. 71) ș. a.

În periodizarea propusă de noi ne vom referi la matematica pe care o numim profesionistă, adică luând în considerație cel mai înalt nivel obținut la timpul dat indiferent în ce regiuni. Ținem să subliniem o caracteristică deosebită a matematicii care constă în faptul, că cele ce s-au produs în o perioadă istorică a matematicii, în esență, rămân valabile pentru următoarele perioade, fapt important pentru ceia ce este învățare-predare. Astfel, se poate vorbi despre începutul unei perioade în dezvoltarea matematicii, dar nu se poate indica categoric sfârșitul ei.

Luând ca reper periodizarea lui Kolmogorov, cu unele schimbări, precizări, completări în privința determinării și denumirilor perioadelor, precum și din alte puncte de vedere, în [10] s-au formulat (fără comentarii) următoarele șapte perioade:

1. Perioada de constituire a noțiunilor de bază ale matematicii ca cele de relație, compoziție, de număr, figuri și a operațiilor (compozițiilor) cu numere și compuneri de figuri, durata acestei perioade inițiată negura timpurilor, prin modalitățile de cunoaștere a celor din jur, procedeele de codificare a informației prin mijloace, simboluri de diferită natură: gesturi, mimică, sunete (până la formarea limbilor naturale), apoi grafice (până la apariția scrisului). În limbile unor triburi sunt cuvinte pentru „măr”, „păr”, „fratele meu”, „fratele tău” dar nu pentru ceia ce e „copac”, „frate” ca atare, ultimele cuvinte exprimă noțiuni, idei abstracte, sunt de aceeași sorginte ca noțiunile de număr, figură, compunere, compoziție etc.

Considerăm că această primă perioadă își schimbă starea începând cu epoca bronzului.

2. Perioada matematicii practice (algoritmice), până în s. VII-VI î.e.n. – perioada în care s-au desfășurat, în particular, construcțiile piramidelor egiptene. Papyrusurile egiptene și tăblițele babiloniene arată că în aceste timpuri exista o matematică veritabilă în centrul atenției căreia se aflau **procedeele**, rețetele (algoritmi) de rezolvare a problemelor, lăsându-se în umbră modalitățile de obținere a acestor procedee.

3. Perioada matematicii teoretice care începe în matematica greacă cu axiomatizarea geometriei s. VI î.e.n. în centrul atenției fiind stabilită

demonstrația, păstrându-se expunerea retorică (prin cuvinte) a materiei, fără a se folosi pe scară largă un simbolism matematic cât de cât dezvoltat.

4. Perioada constituirii unui bogat simbolism matematic și elaborării limbajului matematic contemporan, s. XIV – XVII. Un rol important îi revine elaborării **limbajului matematic**, datorită căruia se obține un salt miraculos în dezvoltarea matematicii și a pătrunderii ei în alte științe. Simbolismul matematic care reprezintă prin sine o scriere hieroglifică, asigură o expunere laconică și riguroasă a textului matematic. Aceste necesități au fost dictate și de problemele predării-învățării în rețelele de universități care în timpurile date se aflau în continuă dezvoltare. Elaborarea limbajului matematic revine inovațiilor lui F. Viète (1540-1603), datorită introducerii notațiilor literale pentru scalari, parametri. Viète a început cu coeficienții necunoscutelor în ecuații, dar prin concepțiile sale a generat o structură matematică în care operațiile se efectuează cu expresii literale (algebrice), numind-o **logistica speciosa** ce înseamnă „calcul simbolic”. Au continuat completările și perfecționările lui T. Harriot (1560-1621), R. Descartes (1596-1650), I. Newton (1643-1727), G. Leibniz (1646-1716) ș.a. care au îmbogățit și îmbunătățit simbolismul, perfecționând și limbajul matematic. Astfel, spre finele s. XVII începutul s. XVIII, în fond, este format un laborios limbaj matematic care ulterior s-a diversificat, până la limbajele actuale de programare.

5. Perioada matematicii mărimilor variabile, deci de constituire a analizei matematice și a geometriei analitice s. XVII – prima jum. a s. XIX, prin exploatare pe scară largă a sistemelor de coordonate și a limbajului matematic. Obiectul central de studiu devine noțiunea de funcție. Datorită celor create în perioada precedentă, matematica capătă aplicări ample în mecanică, fizică și multe alte ramuri ale științelor.

6. Perioada teoriei structurilor axiomatice, perioadă în care metoda axiomatică, din mijloc de *fundamentare* a unei teorii deja dezvoltate, devine și mijloc de *generare* a unor teorii noi. Se datorează lucrărilor lui N. I. Lobacevski (1792-1856), J. Bolyai (1802-1860), în geometrie, K. F. Gauss (1777-1855), în algebră și geometrie și E. Galois (1811-1832) în algebră, din prima jumătate a sec. XIX.

7. Perioada structurilor globale ale structurilor matematice complexe, ca cele de „*algebre universale*”, „*teoria categoriilor*”, „*cibernetica matematică*”, „*computer science*” (*informaticii*), „*net*”-urile etc., apărute în partea a doua a sec. XX – începutul s. XXI.

Noi am divizat perioada întâi a lui Kolmogorov în două perioade, fapt întâlnit și la alți autori [12], [9], la fel și cea de a doua, ultima (neobservată în alte lucrări) deoarece constituirea unui simbolism bogat și, îndeosebi, elaborarea **limbajului matematic** constituie un deosebit punct crucial (de turnură) în dezvoltarea matematicii, ridicând la un nivel înalt folosirea aparatului matematic

în diverse ramuri ale științelor. În sfârșit, s-a introdus perioada a șaptea conform tendințelor actuale de globalizare a științelor și nu numai a științelor. Notăm, în [16] s-a exprimat părerea, că s-ar putea considera o nouă etapă, putând fi numită aproximativ „Matematica cibernetică”.

În cazul **informației, teoriei informației, informaticii** situația este de altă natură. Dificilă este nu numai stabilirea perioadelor de dezvoltare, dar și înțelegerea a ceea ce este „informație”. În [9, pag. 417] autorii aduc sentința lui N. Wiener: „Informația este informație, dar nu materie și nu energie”. Menționând că negația nu poate juca rol de definiție, pentru a elimina negația, dar și tautologia, ne permitem să reformulăm sentința lui Wiener în felul următor: „Universul constă din materie, energie și informație”, **informația** fiind, după părerea noastră, o formă de **manifestare** a materiei și energiei pentru că materia, energia și orice altceva nu poate exista fără a se manifesta cumva. Evoluția informației poate fi urmărită și în mediul anorganic ([9] p. 440). Mărginindu-ne la fenomenul *informația* în mediul uman, subliniem conexiunea cu **codificarea**, conform maximei: „Întâi a fost cuvântul”, dar și cea a lui Gëte: „Întâi a fost fapta”.

O definiție strictă și universală a informației e puțin probabil să existe. Însă, de la cele mai primare acte de cunoaștere, până la diversele ramuri ale științelor actuale, omenirea se ocupă, în fond, de aprecierea, cercetarea informației conform modalităților respective de cunoaștere. În [15, pag. 217] se menționează că pe lângă cantitate, valoare și conținut, informația se bucură și „...de alte proprietăți (veridicitate, autenticitate, completitudine, profunzime, exactitate, convingere, demonstrabilitate, eficacitate, siguranță, expresivitate,...) care se studiază în teoria informației sociale (V. G. Afanasiev, G. T. Juravliov, T. N. Țârdea)”. Ultimul savant citat este profesor de filozofie din Chișinău.

Adesea este menționat faptul că orice știință, ramură de cercetare începe cu cercetări de ordin calitativ (teoria naivă), trecând la o perioadă mai superioară cu cercetări de ordin cantitativ, atunci când se introduce modalitatea de *măsură* cantitativă și, din acest moment, se începe aplicarea aparatului matematic. Pentru *informație* această situație s-a realizat la mijlocul s. XX când C. E. Shannon a introdus modalitatea de măsurare a informației, fondând „Teoria matematică a informației”. În practica cotidiană însă lucrează teoria calitativă, naivă a informației.

Vedem o analogie (și nimic mai mult) a acestei situații din cadrul informației cu cea din teoria mulțimilor. Aceasta până spre sfârșitul s. XIX era ceea ce s-a numit „teoria naivă” a mulțimilor, când G. Cantor introduce numerele cardinale ca măsură a mulțimilor infinite. În teoria naivă apar antinomiile (contraziceri). Soluția problemei s-a abordat prin axiomatizare. Dar în matematica de toate zilele continuă să se folosească teoria naivă a mulțimilor cu precauțiile de rigoare.

Astfel, considerăm, că pentru Teoria informației, privită în cel mai larg sens al cuvântului, urmează să considerăm două perioade (cu câteva etape) având hotarul la mijlocul s. XX. Dacă informația poate fi privită [9, p. 419] ca: „totalitatea de procedee, reguli sau cunoștințe, necesare pentru construirea unui operator”, sau, mai pe scurt, „informația este un algoritm” [9, p. 418], comentariile de la perioadele matematicii de mai sus, arată că istoricește matematica și informația sunt strâns legate între ele.

Pornind din starea lucrurilor din ziua de azi paralel cu matematica și teoria informației în mod imperativ se înscrie **tehnica de calcul** nu în ultimul rând pentru că anume în cadrul matematicii au fost inițiate aceste tehnici, începând cu anticul abac (simplu, dar fundamental, autori – toate popoarele), aritmometrele (W. Schiccard, B. Pascal, G. Leibniz, P. L. Cebâșev ș.a.) și continuând cu cele contemporane (Ch. Babbage, A. Turing, J. von Neumann, D. Knuth, B. Gates, J. Gosling ș.a.). Toți cei enumărați sunt matematicieni, deci în matematică naturalmente pot și trebuie aplicate aceste tehnici de calcul și prelucrare a informației, în primul rând în studierea matematicii, deschizând astfel posibilități de implementare ulterioară **conștientă** și în alte domenii. Geneza mașinilor de calcul se află în ceia ce se numește

Abac (mat) (în limbile semite *praf, pulbere, nisip*; lat. *Abacus* din gr. *Abax* scândură), tablă de calcul - nume dat diferitor dispozitive pentru efectuarea calculelor aritmetice, inventate în antichitate concomitent în diferite regiuni, echivalente, în fond, după idee și construcții. Prezintă geneza, originea, prototipul tehnicii de calcul din toate timpurile, inclusiv și ale celor contemporane. Constă din un suport pe care sunt amplasate elementele funcționale de efectuare a operațiilor (*dispozitivul aritmetic* în terminologia de azi): canale în nisip, sau alte modalități, de ex. vergele, pe care sunt amplasate câte un anumit număr, cele mai răspândite, cinci, zece jetoane: pietricele, scoici, grăunțe, bile etc. Varianta chineză e numită suan-pan, cea japoneză – soroban, cea rusă – sceofi (numărătoare). În canalele abacului practicat în Imperiul roman erau amplasate pietricele – în latină *calculi*, *calcar* de aici provin cuvintele *calcul*, *a calcula* și termenul *calculator*. A fost foarte apreciată importanța abacului, unele exemplare fiind construite din marmură, bronz, ca obiecte de artă, cei care se ocupau de calcule numerice, de aritmetică se numeau abaciști.

În Europa abacul rămânea în formele inițiale până prin sec. XVI - XVII, când câțiva inventatori Leonardo da Vinci (1452-1514), V. Schiccard (1592-1636), B. Pascal (1623-1662), G. Leibniz (1646 – 1716), ultimii doi fiind renumiți matematicieni, treptat l-au perfecționat înlocuind elementele funcționale - canalele cu jetoane, prin roți dințate (roțile – canale, dinții – jetoane). Rotația se producea cu o manivelă, mașina respectivă s-a numit *aritmometru*. Înlocuirea manivelei cu un motor electric a generat calculatoarele electrice, ce aveau o viteză, mai mare de efectuare a calculelor. Pornind din

considerente tehnice, pentru aceste mașini cea mai potrivită era reprezentarea numerelor în sistemul zecimal adică câte zece „jetoane” pe fiecare „canal”. Nivelul înalt obținut în dezvoltarea tehnicii electronice în sec. XX, a permis, prin reprezentarea numerelor în sistemul binar cu numai două simboluri („jetoane”) 0 și 1, înlocuind fiecare „canal” prin un dispozitiv electronic, să se reprezinte numerele prin un șir de unități și zerouri – 1 însemnând prezența unui semnal electric, 0 lipsa lui. Astfel, în procesul de efectuare a operațiilor a fost eliminată mișcarea mecanică, majorându-se, în consecință, numărul de operații efectuate pe secundă până la sute de milioane, cu posibilități de majorare a acestui număr conform progreselor tehnice ulterioare. Deoarece orice informație poate fi codificată în limbajul cu alfabetul „0”, „1”, mașinile electronice de calcul pot prelucra nu numai informație de sorginte matematică, dar și de oricare altă natură: desene, filme, muzică etc. lucruri realizate în calculatoarele electronice de azi. Astfel, datorită perfecționărilor continue ale a., se confirmă maxima lui Pitagora (sec. VI î.e.n.) că „Totul este număr” însă nu ar trebui oare reformulată această maximă în „abacul este totul”.

După mijlocul s. XX odată cu apariția și aplicărilor masive a mașinilor electronice de calcul (MEC), teoria matematică a informației trece în o stare nouă, obținând denumirea de „**informatică**” (altfel, „Computer science”) devenind „*știința ce studiază legile și metodele de acumulare, transmitere și prelucrare a informației cu ajutorul MEC*” [7]. În continuare, etapele de dezvoltare a informaticii sunt determinate de *generațiile* sistemelor electronice (calculatoarelor). Sistemele electronice au devenit atât de performante, răspândite și admisibile încât întârzierea aplicării lor în procesul de predare-învățare nu mai poate fi admisă,

În privința memorizării informației putem menționa câteva perioade strâns legate de mijloacele de codificare a informației care pentru informație ar fi doar etape: **memoria orală, scrisă** a manuscriselor, **tipărită** a cărților în multe exemplare, **electronică (v.[5])**.

Hotarele dintre perioade, precum și punctele cruciale [13], nu numai că determină dezvoltarea științelor respective, dar exercită influențe și asupra procesului de predare-învățare. Dacă hotarele dintre perioade, de regulă, determină dezvoltarea *teoriei* ca atare. apoi unele puncte cruciale se răsfrâng asupra *aplicărilor practice în masă* a celor obținute în teorie. Vedem o analogie între punctul crucial de azi, aplicarea MEC, cu cel al sistemului pozițional zecimal de scriere (codificare) a numerelor naturale.

O situație similară în istoria matematicii trecute a fost remarcată de renumiții matematicieni M.V. Ostrogradski (rus) și A. Blum (francez) care în [14] menționează: „Nouă ni se pare, că după invenția scrisului cea mai mare descoperire a omenirii a fost așa numitul sistem zecimal de numerație”. Mulți

erau împotriva, motivând: hârtia scumpă și în cantități mărginite (baza materială), calculul mecanizat nu dezvoltă gândirea ca cel oral și pe degete...

Oare nu ar trebui să spunem același lucru și despre calculatoarele și tehnologiile informaționale contemporane? Și despre motivele înaintate de unii pentru a nu le introduce?!

Referindu-ne la problemele învățământului e timpul să înțelegem, că trecerea la noile metode și metodologii, nu mai este o chestiune de discuție și, în primul rând în studierea matematicii.

În particular, aceste probleme sunt puse și în fața procesului de predare-învățare, aici metodele noi urmează încă a fi elaborate, astfel încât să fie adoptate de cadrele pedagogice și de elevi, studenți, ultimii reprezentând partea cea mai mobilă și mai cointerată în renovarea acestui proces. Dacă rezultatele progresului tehnico-științific au fost aplicate în marile proiecte tehnice, ca: cercetările cosmice, fizica nucleară, milităria ș.a. sfera învățământului a rămas în umbră, negativitatea acestui fapt se resimte în ziua de azi, apropos menționăm, continuitatea acestei situații ar avea un răsunet prea nefast pentru viitor.

Extragem doar un mic pasaj din ceia ce ne spune marele om de cultură generală și matematică Dan Papuc în [5]: „... calculatoarele elimină eforturile inutile în studiul *Matematicii*. Acest studiu poate deveni, cu ajutorul calculatoarelor, mai ușor, mai plăcut și mai eficace”. Aceste rânduri au fost scrise până în anul 2010, azi „*poate deveni*” se înlocuiește cu „**devine**”, se cere adăugat și „**mai dorit**” din partea tineretului care nu este robul trecutului – acestea fiind considerente de ordin psihologic. Și nu numai „mai eficace”, calculatoarele, prin pachetele de programe actuale, pun la dispoziție metode generale, globale de rezolvări și studii. Astfel, de exemplu, deși deosebirea între cele două tipuri de calcul studiate în școală aritmetic și algebric pare a fi substanțială, ea dispăre datorită tehnicii electronice de ultimă oră, pentru că în fiecare caz trebuie doar să aplicăm instrucțiunile cuvenite. Discuții de acest fel pot fi și trebuie continuate.

Să schițăm, fragmentar și fără nici un fel de pretenții, unele probleme și căi de rezolvare.

- Procesul trebuie să fie evolutiv, dar în ritmul cuvenit. Fiecare pedagog (învățător, profesor) pornind din profesionalismul său prevede, ce urmează să facă în 2012-2013, 2013-2014 și mai departe.

- Același lucru în privința organelor diriguitoare.

- Pedagogul și întreg procesul de învățământ trebuie să fie asigurat cu baza metodică și materială (din partea organelor de conducere, inițiativa proprie nu se exclude, dimpotrivă): caiete de sarcini, îndrumare, ciclări, reciclări, manuale electronice, tehnică de calcul.

- Trebuie practicate și examinări în care se prevede folosirea tehnicii de calcul.

- Asigurarea pedagogilor cu salariu decent are însemnătate hotărâtoare.

Referințe bibliografice

1. Léon Brunsvicg, Les etapes de la philosophie mathématique, Paris, Ed. Felix Alcan, 1912, ed. III, 1929.
2. Л. Гокиели, Предмет истории математики. Тбилиси. 1972.
3. В. П. Шереметевский, Очерки по истории математики, Москва, Едиториал URSS, 2004
4. Dirk J. Struik, Abriss der Geschichte der Mathematik, Berlin, 1963,
5. Dan I. Papuc, Universul matematic al civilizației umane. Ed. I, Editura Marineasa, Timișoara, 2003 și ed. II, Editura Universității de Vest, Timișoara, 2010.
6. A Brief Istory of Mathematics, an authorized translation of Dr. Karl Fink's Gheschichte der Elementar-Matematik, by W.W.Beman and D.E.Smith, Chicago, 1900.
7. Математический Энциклопедический Словарь, Moskva, 1988.
8. Ion Valuță, Asupra unor probleme de metodologie și istorie a matematicii, CAIM 2002, a 10-a ediție a Conferinței de Matematică Aplicată și Industrială, Lucrările secției a 7-a, p. 7 – 13.
9. Философия математики и технических наук, Москва, Академический Проект, 2006.
10. M. Choban, I. Valuță. About Periods of the developent of the Geometrical Sciences: Metodological Problems. The 17th Conference on Applied and Industrial Mathematics. Constanța, 2009.
11. В. Ф. Панов, Математика древняя и юная, Москва, 2006.
12. А. П. Юшкевич, Исследования по истории математики в странах Востока в средние века: итоги и перспективы, în: Travaux du Congrès International des Mathématiciens, Moscou – 1966, p. 664 – 680.
13. I. Valuță, On some crucial points in the process of teaching-learning mathematics, CAIM, 2011.
14. Ostrogradsky et A. Blum, Consideration sur l'enseignement, St-Petersbourg, 1860. Traducere în limba rusă în „Михаил Васильевич Остроградский, Изд-во физмат литературы, Москва, 1961”
15. Философский Энциклопедический Словарь, Москва, 1983.
16. Kolman E. Философские проблемы современной математики. Сб. «Философия и естествознание», Москва, «Прогресс», 1965.