

Резултати Михаила Петровића у савременој науци

КАТИЦА (Стевановић) ХЕДРИХ

Машињски факултет Универзитета у Нишу
Математички институт САНУ
18 000-Ниш, Ул. Војводе Танкосића 3/22,
Тел: 063 8 75 75 99, e-mail: katica@masfak.ni.ac.yu * khedrih@eunet.yu

После изузетно надахнутих и компетентних излагања професора Трифуновића и професора Адамовића, мени остаје да се усмерим на **резултате Михаила Петровића у савременој науци** и ослоним на објављена дела самог Михаила Петровића Аласа¹, као и научно-историјске радове професора Трифуновића². Када ме је госпођа Марија (Вранић-Игњачевић) позвала и питала да ли хоћу да учествујем у предавању из серије Легенде Београдског универзитета, а на предлог проф. Трифуновића, ја сам се питала да ли имам нешто значајно и аутентично да кажем о Михајлу Петровићу и да ли сам компетентна за то. Онда сам мало погледала по својој документацији и по ономе што сам до сада радила и нашла сам у свом рачунару рад везан за **аналогije динамичких система и активне динамичке системе**, који сам излагала на симпозијуму³ у Москви, а који се односио на активне динамичке материјале⁴, динамичке активне системе⁵ и аналогije и то сам повезала са радовима Михаила Петровића Аласа, као и предавање на скупу HIPNEF 2000⁶. То су и била једина моја два излагања на ту тему. Не могу овом приликом да не поменем своју професорку из гимназије Драгињу Николић⁷ која ми је први пут скренула пажњу на радове Михаила Петровића Аласа, затим мог професора Рашковића⁸ и академика Татомира Анђелића⁹ од којих сам такође чула о Михајлу Петровићу Аласу и интердисциплинарности његових дела, као и о аналогijaма између механичких и електричних кола.

¹ Petrović, M., *Fenomenološko preslikavanje* (Phenomenological Mapp), Srpska kraljevska akademija, Beograd, 1933. str. 33.

Petrović, M., *Elementi matematičke fenomenologije* (Elements of Mathematical Phenomenology), Srpska kraljevska akademija, Beograd, 1911. str. 89.

² D. Trifunović: *Letopis života i rada Mihaila Petrovića*, SANU Beograd 1969, VIII+631 str.

D. Trifunović: *Mhailo Petrović Alas - život i delo*, Dečje novine, Gornji Milanovac, 1982, 160 str.

³ Katica (Stevanović) Hedrih, *Active Dynamical Systems, Mathematical Phenomenology and Mathematical Mapping of Mihajlo Petrović and Active Social Dynamical Systems*, Second International Conference Stability and Control for Transforming Nonlinear Systems, Russian Academy of Sciences and Academy of Nonlinear Sciences, Moscow, September 25-28, 2000, Russia.

⁴ Blekhan I. and Lurie, *Creating Dynamical Materials as a Problem of Control*, IFAC, Control Oscillations and Chaos'2000, Opening Lecture, Saint Petersburg.

⁵ Preumont, A., (1997), *Vibration Control of Active Structures, An Introduction*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, p. 259.

⁶ Hedrih (Stevanović), K., *Matematička fenomenologija Mihaila Petrovića kroz nelinearnu dinamiku i kaos na primerima inženjerskih sistema*, Uvodno predavanje po pozivu, Zbornik naučno-stručnog skupa: HIPNEF 2000, Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije (SMEITS), Beograd, str. 11-22.

⁷ *Драгиња Николић (20.02.1909 -1.11. 1993)*, изузетно успешан професор математике и, у једном периоду вршилац дужности директора у гимназији "Стеван Сремац" у Нишу, чији су ученици успешно наступали на републичким и савезним такмичењима из математике, као и на Петој математичкој олимпијади у Вроцлаву 1963. године.

⁸ Проф. Dr Ing. Dipl. Math. **Данило П. Рашковић (1910-1985)**, редовни професор Машињског факултета и природно-математичког факултета у Београду, Техничких факултета у Нишу и Крагујевцу, аутор изузетно и високотиражних универзитетских уџбеника из механике и отпорности материјала. Био и продекан Машињског факултета у Београду. Живот и дело српских научника, том. 10, Едиција САНУ

⁹ Академик **Татомир П. Анђелић (1903-1993)**,. Види: *Katica (Stevanović) Hedrih, *Akademik Tatomir P. Andjelić (1903-1993)*, Biobibliografija, poglavlje u knjizi: Život i delo srpskih naučnika, urednik akademik Miloje Sarić, Srpska Akademija nauka i Umetnosti, Biografije i bibliografije, knjiga VI, str. 435-485, Beograd 2000.

Моје излагање, које ће бити више у слици, а мање у речи, везано је за оно што сам спознала кроз *Елементе математичке феноменологије и математичку аналогију* и оно што у неким наукама може да се примени, посебно у савременим трендовима истраживања, а што је везано за *динамичке системе*, за аналогије између динамичких система диспаратне природе и нелинеарне феномене у њима. Инспирацију за то сам нашла и у делу Михаила Петровића Аласа, и то у оном делу који је најмање математички, а много више се односи на динамичке системе диспаратне природе.

Скуп у Москви је носио назив “Стабилност и управљање трансформисаним нелинеарним системима” и ја сам тада користила радове професора Блекмана¹⁰ који је говорио о динамички активним материјалима на IFAC COC’2000 у Санкт Петербургу (то су сада актуелна интересовања истраживача у свету), о конститутивним релацијама динамички активних материјала и о њиховом наменском конструисању и пројектовању, као и о материјалима са спрегнутим пољима. У таквим материјалима неке идеје препознајем, као одјек онога што је писао Михаило Петровић о хемијским интеграторима, хемијским динамичким системима и аналогијама између динамичких феномена диспаратне природе. Хемијска реакција, као врста методолошког решавања диференцијалних једначина се може наћи и као методологија пројектовања динамички активних материјала или динамички активних конструкција. Наравно, када говоримо о динамички активним конструкцијама, то се, у последње време, огледа у применама свемирске технологије “на земљи” и земаљским конструкцијама.

Издвојила сам теорему о *тригеру спрегнутих сингуларитета*¹¹, која говори о условима постојања, или не, спрегнутих положаја равнотеже, а може говорити и о спрегнутим динамичким стањима релативног мировања, а којом на примеру простог нелинеарног динамичког система можемо идентификовати појаву бифуркације динамичких стања и услове за појаву одзива система типа хаотичног или сличног стохастичног одзиву система, под дејством чисто једнопериодичке силе. Кратко се то данас зове и “динамика хаоса”, а она је последица постојања *чудног атрактора*¹². Један од првих откривених је Лоренцов чудни атрактор (види

¹⁰ *Пија Блекман*, академик инжењерске академије Русије, истакнути научник из области нелинеарне механике, запослен у Институту за проблеме машинства Руске академије наука у Санкт Петербургу. Написао је познато дело *Синхронизација динамичких система* које је преведено на више светских језика.

¹¹ Hedrih (Stevanović) K., *A Trigger of Coupled Singularities*, MECCANICA, Vol.38, No. 6, 2003., pp. 623-642. International Journal of the Italian Association of Theoretical and Applied mechanics, CODEN MECC B9, ISSN 025-6455, Kluwer Academic Publisher. <http://www.kluweronline.com/issn/0025-6455>

¹² *Чудни атрактор – strange attractor*, види: * Guckenheimer, J. and Holmes, Ph., (1983), *Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Fields*, Springer-Verlag, pp. 461.; * Gerard I. and Daniel J., *Elementary Stability and Bifurcation Theory*, Springer Verlag, 1980 (Russ. Ed Moscow, 1983, pp. 300).; * Mitropolyskiy, Yu.A., (1964), *Problemi asimptoticheskoj teorii nestashionarnih kolebaniy*, Nauka, Moskva, pp. 431.; * Neimark, V.I. i Landa, P.S., (1987), *Stohasticheskie i haoticheskie kolebaniya*, Nauka, Moskva, pp. 423.; * Moon F.C.: *Chaotic Clock Models: A Paradigm for Noise in Machines*, Booklet of Abstracts, IUTAM Symposium on Chaotic Dynamics and Control of Systems and Processes in Mechanics, Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica, Università di Roma “La Sapienza”, Roma, Italy, 2003, pp. 41-44.* Hedrih (Stevanović) K., *Homokliničke orbite nelinearne dinamike višestepenog*, Nauka Tehnika Bezbednost – NTB, Godina XII, No. 1(2002) 45-65., UDC 531.3, Interdisciplinarni časopis, Institut Bezbednsti, YU ISSN 0353-5517, UDC 62+66:54(05).; * Hedrih (Stevanović) K., Knežević and Cvetković, R., *Dynamics of Planetary Reductoe with Turbulent Damping*, International Journal of Nonlinear Sciences and Application, Vol. 2.N.3, 2001, pp. 265-277, ISSN 1565-1339. (in English), Freund Publishing House L.T.D.; * Hedrih (Stevanović), K., (1993), *Haos i faktali, (Chaos and fractals)*, Tehnika, Opšti deo, 48, XLVIII, N 4, 1993, pp. TO13-TO24.; * Hedrih (Stevanović), K. and Pavlov, B., (1993), *Strange attractors of the phase portrait of motion of a heavy material point along the circle with an oscillating center and under the influence of two frequency couple*, on Proceedings of the 2nd International Conference on Nonlinear Mechanics, Beijing 1993, Peking University Press, ICNM-2, 1993, Abstract 514, and pp. 938-944.; * Schuster, H. G., (1989), *Deterministic Chaos*, An Introduction. VCH., pp.270; * Arnold, V. I., (1937, 1984, 1986), *Catastrophe Theory*, Springer Verlag, pp. 108.; * Moon, C.M., (1987), *Chaotic Vibrations, An Introduction for Applied Scientists and Engineers*, John Wiley & Sons, New York, 309.; * Hedrih (Stevanović), K., *Nonlinear Dynamics of a Gyrorotor, and Sensitive Dependence on initial Conditions of a Heavy Gyrorotor Forced Vibration/Rotation Motion*, Semi-Plenary Invited Lecture, Proceedings: 2000 2nd International Conference - Control of Oscillations and Chaos - COC 2000, Edited by F.L. Chernousko and A.I. Fradkov, IEEE, CSS, IUTAM, SPICS, St. Petersburg, Institute for Problems of mechanical Engineering of Russian Academy of Sciences and St. Petersburg State University, 2000., Vol. 2 of 3, pp. 259-266. IEEE, CSS, IUTAM, SPICS.

слику бр. 1), чије постојање у систему повлачи постојање хаотичних процеса, а то се популарно објашњава и тиме: да ако на једном месту лептир залепрша крилима, на другом месту у атмосферским процесима се може појавити та хаотична динамика. Једноставно, говори се о могућности интеракције система диспаратне природе и једна од основа за појаву тог хаоса, практично је постојање тригера спрегнутих сингуларитета (Слика 2.) у нелинеарним динамичким системима, као и чудног атрактора, који у себи садржи нестабилну тачку типа седла и има фракталну димензију. Када говоримо о линеарним системима са више степени слободе кретања¹³, у њима се јавља више једнофреквентних процеса, који су међусобно сасвим независни и међу њима нема интеракције (види слику 3.). Значи између различитих хармоника нема интеракције и може се користити за анализу суперпозиција једнофреквентних одзива система, док је у нелинеарним, ако употребимо терминологију линеарних система у смислу интеракције апроксимативних модова, изражено међудејство и имамо појаву преноса енергије са једног хармоника једне фреквенције на други друге фреквенције¹⁴. То је сада тренд – да се истражи интеракција различитих процеса; примери спрегнутих сингуларитета могу се наћи баш у тим нелинеарним динамичким системима диспаратне природе, и у техничким, и у биолошким, и у економским и у друштвеним наукама. На пример, овде на слици бр. 4 имамо једну комплексну слику, на којој се види и једна елиптична плоча¹⁵, која је напрегнута концентрисаним силама; лако се види постојање концентрација напона, а отвор је тај нестабилни, конструктивни сингуларитет, у виду дисконтинуитета у плочи, при чему на фотоеластичној слици и изохрома и изоклина уочавамо постојање два стабилна сингуларитета.

Изучавала сам и пример, заиста чаробног, кретања¹⁶ једне материјалне тачке, која се креће по кругу који ротира око једне или више оса, или чији центар осцилује у равни и ми можемо на том примеру, да идентификујемо да се променом конструктивних параметара добија то да се појављује или губи тај тригер спрегнутих сингуларитета у нелинеарној динамици, као и смењивање стабилности и нестабилности принудне динамике у таквим заиста једноставним нелинеарним системима, под дејством једно и дво-фреквентне силе (слика. 2).

¹³ Rašković, D. *Teorija oscilacija, Naučna knjiga, Beograd, 1965., pp. 504.*

¹⁴ Hedrih (Stevanović) K., (1997), *Energetic Analysis of Oscillatory Processes and the Modes in Nonlinear Systems*, Solid Mechanics (Scientific Meetings of the Serbian Academy of Sciences and Arts, vol. LXXVII., Department of Technical Sciences, Book. 3, pp. 137-146.;

* Hedrih (Stevanovic), K., *Interpretation of the transfer Energy from High-Frequency to Low-Frequency Modes by Averaging Asymptotic Method Krilov-Bogolyubo-Mitropolsky*, Book of Abstracts, The Second International Conference "Asymptotic in Mechanics" St. Petersburg Marine Technical University, Russia, 13-16 October, 1996, pp. 29.

¹⁵ Hedrih K., Jecić S., Jovanović D., *Glavni naponi u tačkama konture eliptično-prstenaste ploče ravno napregnute parovima koncentrisanih sila*, Mašinstvo br. 39, Beograd, 1990.; * Hedrih K., Jovanović D., *The strain state of the elliptical - annular plate by the complex variable function and conformal mapping method*, Theoretical and Applied Mechanics, YSM, 1995, Vol. 17 pp., 29-45.

¹⁶ Hedrih (Stevanović) K., (2005), *Nonlinear Dynamics of a Heavy Material Particle Along Circle which Rotates and Optimal Control*, IUTAM Symp. Chaotic Dynamics and Control of Systems and Processes in Mechanics (Eds: G. Rega, and F. Vestroni), Solid Mechanics and Its Applications, Springer, p. 37-45

Ово сам поредила са оним што имамо у делима Михаила Петровића Аласа¹⁷. На пример, то су носиоци процеса у систему: као што су *импулсивни фактор, депресивни фактор, сила трансформације, деструктивна сила, улога поља, регулациона улога*. То су све термини који се изражавају динамичка својства система диспаратне природе и могу да се примене и на разне диспаратне системе: биолошки, инжењерски, или друштвени (овде се не говори о систему у политичком смислу, већ о систему ресурса којим се постиже један стабилан динамички друштвени систем, па се говори и о *заједничком интелекту* на земљином шару¹⁸).

Професор Адамовић је ставио акценат на професоре од којих је Михаило Петровић учио. Ја бих међу њима посебно издвојила великане механике *Поенкареа, Апела, Бусинеска, Кенинга, Пенлеве*¹⁹. Наиме, теорема о укупној кинетичкој енергији тела, каже да је она једнака збиру кинетичке енергије translације брзином кретања центра маса тела и кинетичке енергије ротације тела око центра маса и везана је за име Петровићевог професора Кенинга. Ако говоримо о Поенкареу мало пре сам показала Поенкареов пресек (види слику бр. 2), који се данас користи за оцењивање карактера динамике процеса и идентификовање динамике хаоса и за исти се одређују фракталне димензије.

Михаило Петровић је једна, уникатна, јединствена талентована личност са наших простора, те је и могао да, упознајући бриљантне умове у том школском и студентском образовању добије најбоље и себе уздигне на највиши ниво креативних способности. Ти бриљантни људи, Поенкаре, Апел, Бусинеск, Кенинг, Пенлеве научници, чија дела и данас инспиришу истраживаче, на њега су пренели и знање и поуздање и самопоуздање, као да су му дали и импулс и енергију, а уствари он их је у себи имао. Зато и у богатству резултата које нам је оставио имамо и теоријске, оригиналне резултате, али и материјализована дела кроз патенте, моделе и скице пројеката реализације идеја.

Хтела бих да побројим неке од релевантних радова²⁰. А то су: Рад о *математичком моделирању и аналогним рачунским машинама*²¹ публикован 1896, а следеће године у Паризу је објављена белешка о такозваном *хидрауличном интегратору*²² - *хидроинтегратору*²³ (1898), који је нешто касније објавио и на

¹⁷ Petrović, M., *Fenomenološko preslikavanje* (Phenomenological mapp), Srpska kraljevska akademija, Beograd, 1933. str. 33.

Petrović, M., *Elementi matematičke fenomenologije* (Elements of mathematical phenomenology), Srpska kraljevska akademija, Beograd, 1911. str. 89.

¹⁸ Пета сесија у оквиру *Second International Conference Stability and Control for Transforming Nonlinear Systems*, Moscow 2000, September 25-28, 2000, Russia, под називом: **Session 5-28: Sustainable development for transforming, countries and regions of the world, Noospherogeneze modeling** (Стабилни развој трансформисаних земаља и региона света, и моделирање Ноосферогенеze – види дела *Vernadskoga*) је одржана у Малој сали *Ruske dume* и присуству чланова *Ekspertnog saveta o stabilnom razvoju VES Komiteta za ekologiju Državne dume FS Ruske federacije*. Тада су одржана следећа пленарна предавања: * Уводно излагање председника сесије *M.Č. Zalihanova*, председника Комисије Државне Думе Руске федерације о *problemima stabilnog razvoja Rusije*, а *O shavatanjima i strategiji stabilnog razvoja* Русије у свету XXI века академик *Vladimir Mefodievich Matrosov*, члан Руске академије наука и председник президијума међународне *Akademije nelinearnih nauka*, док је о *Zakonima održanja u matematičkom modeliranju ekonomike regiona* говорио R.I. Nigmatullin. *O Stabilnom razvoju zemalja koje se transformišu i o opitu Latinske Amerike* govorila je M.H. Rostovska, а *O uticaju organizacionih faktora na stabilnost upravljanja elektroenergetikom* G.A. Žoludev i A.M. Šeftelj.

* На тој сесiji у Руској Думи ја сам говорила о *modeliranju aktivnih društvenih sistema, po analogiji sa aktivnim dinamičkim sistemima* и истраживањима, пројектовању и конструкцијима модела *socijalno-ekonomskih i drugih senzora i aktivnih podsistema za aktivni i pasivni odziv društvenih, ekonomskih, intelektualnih* и других подсistema sistema земаља и региона. При томе сам конкретно као главном ресурсу дала предност систему образовања младих. Указала сам и на *mogućnost korišćenja matematičke fenomenologije i fenomenološkog preslikavanja* са општих *nelinearnih dinamičких sistema* на друштвено-економско-интелектуалне системе, а по *ugledu na ideje iz radova M. Petrovića*. * Hedrih (Stevanović), K., Đedović, B., *Moedliranje strateškog naoružavanja u višepolarnom svetu*, Vojno delo, 4-5, 2000, Vojnoizdavački zavod, Beograd, str. 93-104. + Апстракт: енглески str. 222, француски str. 228, немачки str. 234, руски str. 240.

¹⁹ *H. Poincaré, Darboux, É. Picard, Ch. Hermite, P. Painlevé, Apell, Tannery, Boussinesq, Koenigs, Lippmann*.

²⁰ D. Trifunović: *Letopis života i rada Mihaila Petrovića*, SANU Beograd 1969, VIII+631 str.; * D. Trifunović: *Mhailo Petrović Alas - život i delo*, Dečje novine, Gornji Milanovac, 1982, 160 str.

²¹ *Mihailo Petrović: Sur l'équation différentielle de Riccati et applications chimiques*. Sityungsberichte der Königl. – Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, Praha, 1896., 39, 1-25.

²² *Хидроинтегратор* је аплицирана рачунска машина помоћу које се решавају одређене класе диференцијалних једначина

srpskom jeziku sa mnogo više detalja²⁴, dok je publikovao i prevod rada na francuski jezik²⁵. Sledeći rad je *grafichkoj integraciji*²⁶ (1899). Tehnologije nisu tada mogle da prate te ideje, a da jesu verovatno bismo danas imali podatak da je Mihailo Petrović jedan od tvorca računara. Isti problem je imao i Ljubomir Klerić²⁷ – on je morao da ide u Nemačku gde je postojao majstor, koji je mogao da napravi prototip tog njegovog mehanizma za određivanje broja π .

Na svetској изложби у Паризу 1900. године у павиљону Србије био је изложен *хидроинтегратор* Михаила Петровића, који је награђен бронзаном медаљом Светске изложбе (види слику 5). Касније, 1907. године Петровић је за проналазак хидроинтегратора награђен дипломом Друштва математичара у Лондону.

На основу наведених радова и на основу Каталога светске изложбе у Паризу др Драган Трифуновић²⁸, изузетан историчар науке и познавалац живота и дела наших математичара и механичара, 1980. године је извршио *реконструкцију* Петровићевог хидроинтегратора. Тај, реконструисани хидроинтегратор се налази у Кабинету за математику Шумарског факултета у Београду.

Радови Михаила Петровића су изазивали пажњу научника па се тако у познатој Камке-овој књизи²⁹ о диференцијалним једначинама из 1942. године у одељку *Апарати за решавање диференцијалних једначина* нашло прилично неповољно мишљење, које је аргументовано оспорио др Драган Трифуновић у својој књизи³⁰ на странама 75-77.

Овде је реч и о томе да *идеје могу да се материјализују*. Михаило Петровић је волео ту реч – материјализација диференцијалних једначина и ми инжењери много волимо тај термин, јер *ако имате неку идеју*, концепцију, она је допринос науци, али ако хоћете да доприноси *реалном животу* мора да се *материјализује кроз неки уређај, механизам*. Ми смо у Михаилу Петровићу имали таквог теоретичара и научника, и експериментатора, који је умео да своје математичко знање материјализује.

Из библиографије радова се види да је М. Петровић патентирао пет проналазака. То су на пример, *даљинар* за потребе Војно-техничког завода у Крагујевцу, који је израдио заједно са ђенералом Милорадом Терзићем. Патент је откупљен и реализован у Србији и Русији (Paris-1910; No. 413730.). Затим,

²³ Mihailo Petrović: *Sur un procédé d'intégration graphique des équation différentielle* – Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, Paris, 1897., 124, 20, 1081-1084.

²⁴ Mihailo Petrović: *Hidraulična integracija*, Tehnički list, Beograd, 1898.

²⁵ Mihailo Petrović: *Sur l'intégration hydraulique des équation différentielle*. American Journal of Mathematics, Baltimore, 1898., 20, 4, 293-300.

²⁶ Mihailo Petrović: *Appareil à pour l'intégration graphique de certains types d'équations différentielles.* – American Journal of Mathematics, Baltimore, 1899., 22, 1, 1-12.; * Petrović, M., (1896), *O diferencijalnim jednačinama prvog reda koje se mogu grafički integraliti pomoću g. Klerićevog šestara*, Glas LI, 18 (1896), str. 313'316.; *Petrovich, M., (1890), *Intégration graphique de certains types d'équations différentielles du premier ordre* – Bulletin de la Sic. Math. de France, 27 (1890), pp. 200-2005.

²⁷ Trifunović, D., (1989), *Matematički instrumenti Ljubomira Klerića*, Istorijski spisi matematike i mehanike, Matematički institut, Istorija matematičkih i mehaničkih nauka, knjiga 2, str. 65-84. * Hedrih (Stevanović), K., *Akademik Ljubomir Klerić (1844-1910)*, Biobibliografija, poglavlje u knjizi: *Život i delo srpskih naučnika*, urednik akademik Miloje Sarić, Srpska Akademija nauka i Umetnosti, Biografije i bibliografije, knjiga 1., str. 129-179, Beograd 1996. SANU Beograd.

²⁸ D. Trifunović: *Bard srpske matematike - Mihaila Petrović Alas*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.

²⁹ Erich Kamke (1890-2961), nemački matematičar i objavio je pedeset i pet naučnih radova iz teorije običnih i parcijalnih diferencijalnih jednačina i drugih oblasti matematike, kao i sedam udžbenika i monografija, od kojih je najvažnija *Differential gleichungen, Lösungsmethoden und Lösungen I. Gewöhnliche Differentialgleichungen*, XXVI – 642 S. Leipzig 1942. (Mathematik und ihre Anwendung in Monographien und Lehrbüchern, Bd. 18). To je do sada najbolja zbirka integrabilnih partikularnih običnih diferencijalnih diferencijalnih jednačina.

³⁰ D. Trifunović: *Mihailo Petrović Alas - život i delo*, Dečje novine, Gornji Milanovac, 1982, 160 str.

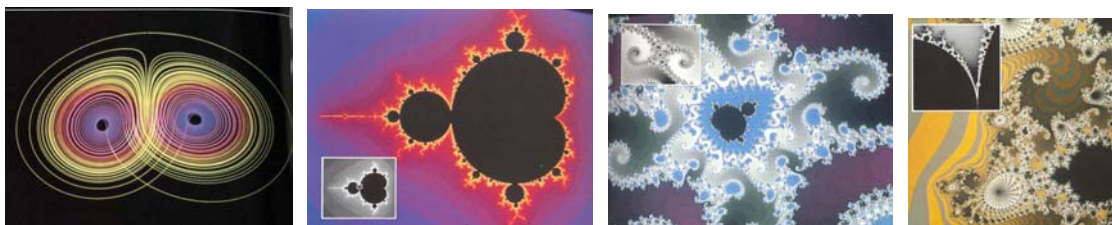
конструкција зупчаника преносника (Paris-1913; No. 463082) по др Д. Трифуновићу, је претеча аутомобилских мењача аутомобила и омогућава да пренос броја обртаја буде константан. Не треба заборавити ни патенте у Патентном заводу у Француској. Међу њима су: **Вечити календар** реализован у више хиљада примерака (Paris – 1916; No. 480788.), и патент **дубиномера** модела мерења дубине тела потопљеног у воду (на пример подморнице), а инспирисан је, нажалост, ратом. Енглески адмиралитет је похвално оценио овај **Петровићев дубиномер** (Paris – 1918; No. 96371). Овим патентима треба додати и модел **ефикасног избегавања минског поља** (Mémoire No. 120, 1920).

У време Михаила Петровића ми нисмо имали рачунске машине – имали смо само његове идеје – али сам у књизи *Роџера Пенроуза: Нови императоров ум*³¹, (слика 6), која говори и о компјутерским симулацијама и о могућностима рачунара да нумеричким и другим рачунарским методама идентификује нелинеарне феномене, који се јављају у системима диспаратне природе и феномене који су аналогни, практично **препознала идеје Михаила Петровића Аласа**.

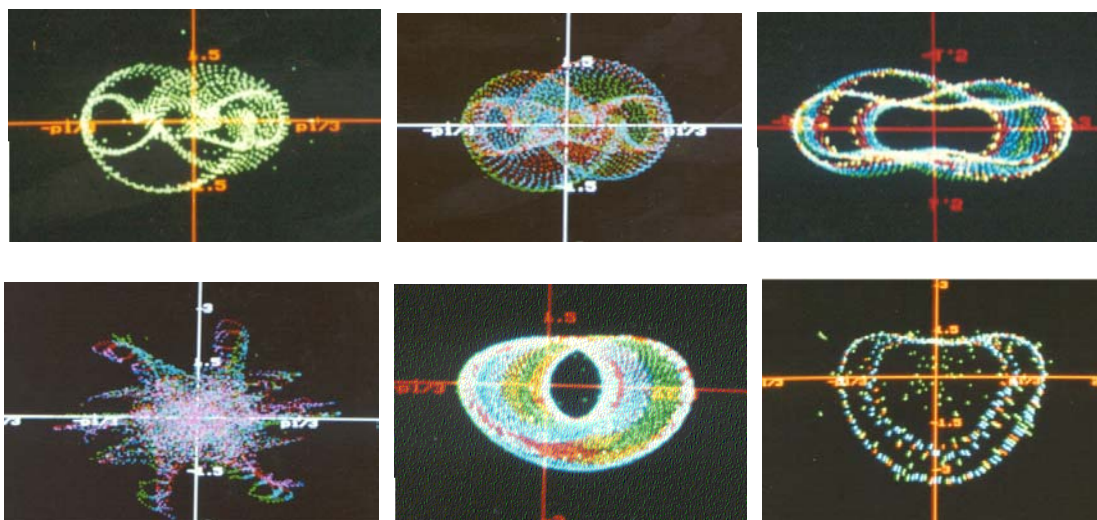
Има још једна књига, која је пре десетак година била бестселер (слика 5), под називом **Хаос**³², аутора *Џемса Глика*, који је био истраживач у НАСА центру, а бавио се и научном публицистиком, а у којој можемо да препознамо и неке од идеја Михајла Петровића, у савременом, али и популарном издању и нађемо илустрацију онога што има и у радовима Михаила Петровића још 1923 године, али овде прикаазано, процесом компјутерске симулације и када се говори о, рецимо, раду срца, динамици хаоса и сл. На пример у тој књизи налазимо и слику 7, која представља графичку илустрацију итеративног процеса приближног нумеричког решавања биквадратне једначине, која има четири корена, четири тачна решења: два реална корена једнака плус/минус један и два имагинарна корена плус/минус имагинарна јединица. Боје на приказу зависе од почетне вредности нумеричке итерације и броја итерација при којима приближно решење конвергира или дивергира ка или од тачне вредности корена.

³¹ Roger Penrose, *The Emperor's New Mind, concerning Computers, Minds and the Laws of Physics*, ISBN 009 977170 S, Oxford University Press 1985/1990.

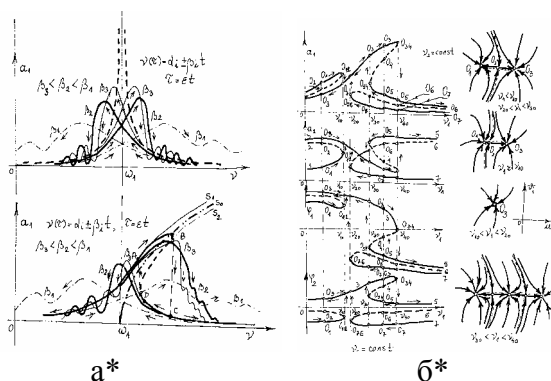
³² James Gleick, *Chaos, Making a new Sciences*, Penguin BOOKS, ISBN 014 00 92501, 1987/1988.



Слика 1. Лоренцов атрактор и леџи фралтални скупови³³



Слика 2. Poincaré-ови пресеци за Mthieu-Hill-ову диференцијалну једначину која описује неллинеарну динамилу тешке материјалне тачке, која се креће по кругу са принудно осцилујућим центром – једнофреквентна параметарска и двофреквентна спољашња побуџа³⁴

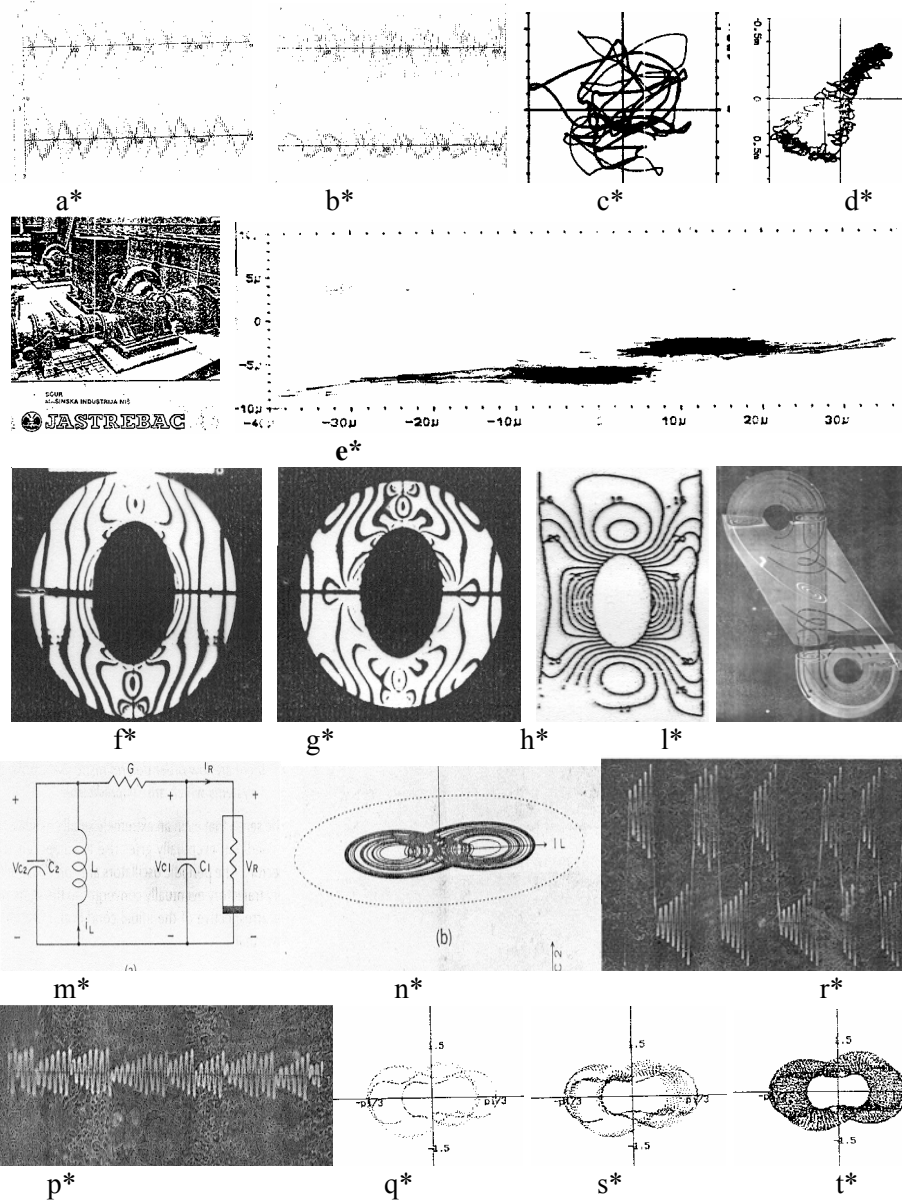


Слика 3. а* Једнофреквентни процес у ллинераним и неллинеарним системима³⁵
 б* Интеракција хармоника у двофреквентном режиму неллинеарног динамичког система – резонантни опсег фреквенција³⁶

³³ James Gleick, *Chaos, Making a new Sciences*, Penguin BOOKS, ISBN 014 00 92501, 1987/1988

³⁴ Hedrih (Stevanović), K. and Pavlov, B., (1993), *Strange attractors of the phase portrait of motion of a heavy material point along the circle with an oscillating center and under the influence of two frequency couple*, Proceedings of the 2nd International Conference on nonlinear Mechanics, Beijing 1993, Peking University Press, ICNM-2, 1993. Abstract 514, Proceedings pp. 938-944.

³⁵ Mitropolyskiy, Yu.A., (1964), *Problemi asimptoticheskoy teorii nestashionarnih kolebaniy*, Nauka, Moskva, pp. 431. * Hedrih (Stevanović) K., *Izabrana poglavlja teorije nelinearnih oscilacija*, Izdanje Univerziteta u Nišu, (1975) 1977, str. 180, lat. * Mitropolyskiy Yu.A., Nguyen Van Dao, *Lectures on Asymptotic Methods of Nonlinear Dynamics*, Vietnam National University Publishing House, Hanoi, 2003, p. 494.

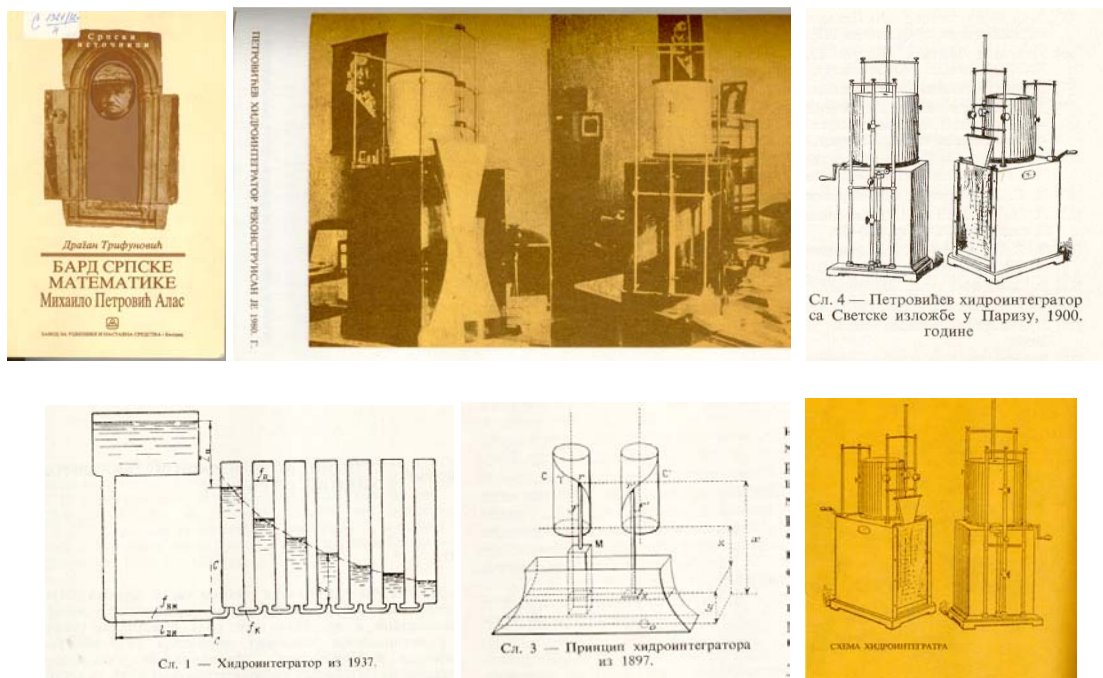


Слика 4. Графички приказ тригера спрегнутих сингуларитета у нелинеарним механичким системима дисператне природе као и у електричном колу; а*, б*, с*, д* и е* Графички прикази експерименталних података мерења кинетичких параметара нелинеарних осцилација лежишта центрифугалних пумпи у радном режиму³⁷; f*, g* и h* Фотоеластична слика стања напона са тригером спрегнутих сингуларитета на примеру елиптично-прстенасте плоче оптерећене концентрисаним силама³⁸; e*, f*, g*, h* и l* Графички приказ чудног атрактора и одговарајуће нелинеарне динамике система са тригером спрегнутих сингуларитета; q*, s* и t* Роинсарé-ов пресек нелинеарне динамике тешке материјалне тачке по кругу са осцилујућим центром. l*, m*, n* и r* Приказ тригера спрегнутих сингуларитета и чудног атрактора у нелинеарном електричном колу.

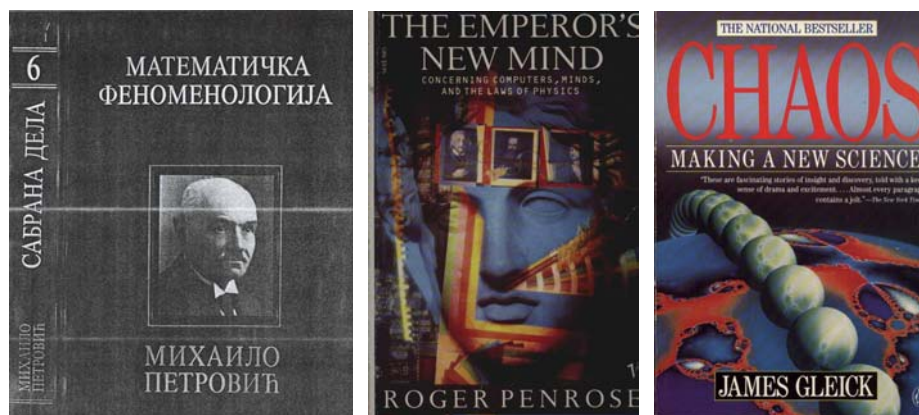
³⁶ Hedrih (Stevanović), K., (1985), *Multifrequency forced vibrations of thin elastic shells with a positive Gauss' curvature and finite deformations*, Theoretical and Applied Mechanics, 11, Beograd 1985, pp. 51-58.

³⁷ Hedrih (Stevanović), K., Praščević, M., (1994), *Oscilatorni fenomeni u radu hidroagregata*, Zbornik radova Fakulteta zaštite na radu, (Vibration Regime Phenomenon in the Operation of the Double Flow Volute Casting pump Driven by Elektromotor), Deo predavanja po pozivu, X naučni skup čovek i radna sredina, Preventivni inženjering i informacione tehnologije, 1994. Poseban separat od str. 19.

³⁸ Hedrih (Stevanović), K., Jovanović, D., (1995), *The strain state of the elliptical-annular plate by the complex variable function and conformal mapping method*, Theoretical and Applied Mechanics, N 21, 1995, Beograd, pp. 29-45. * Hedrih (Stevanović), K., Jecić, S., Jovanović, D., (1990), *Glavni naponi u tačkama konture eliptično-prstenaste ploče ravno napregnute parovima koncentrisanih sila*, 8 str. Tehnika, Mašinstvo, N11-12, Beograd, str. 731-738. * Hedrih (Stevanović), K., Jecić, S., Jovanović, D., (1990), *The Principal Stresses on the Points of the Contour Elliptical-annular Plate Strained by the Pairs of the Two Opposing Concentrated Forces*, Abstracts GAMM, Hanover, april 1990.

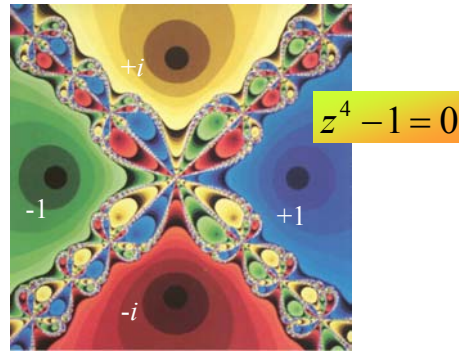


Слика 5. Сlike модела хидроинтегратора Михаила Петровића Аласа³⁹



Слика 6. Корице публикација: *James Gleick, Chaos, Making a new Sciences, Penguin BOOKS, ISBN 014 00 92501, 1987/1988.* и *Roger Penrose, The Emperor's New Mind, concerning Computers, Minds and the Laws of Physics, ISBN 009 977170 S, Oxford University Press 1985/ 1990.*, које садрже и идеје Михаила Петровића о феноменолошком пресликавању, које се препознају у “*компјутеризованом издању*”.

³⁹ D. Trifunović: *Bard srpske matematike - Mihaila Petrović Alas, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd*



Слика 7. Графичка илустрација итеративног процеса приближног нумеричког решавања биквадратне једначине, која има два реална корена једнака плус/минус један и два имагинарна корена плус/минус имагинарна јединица, у функцији од почетне вредности итерације и броја итерација при којима приближно решење конвергира или дивергира од тачне вредности корена. .

Напомена и изјава захвалности: На предавању је приказана PowerPoint презентација коју је урадила К. (Стевановић) Хедрих, за своје излагање. Иста садржи велики број слика и фотографија из публикованих и овде цитираних историјско-научних дела др Драгана Трифуновића о Михајлу Петровићу Аласу. У завршном делу предавања др Драган Трифуновић, је веома надахнуто и зналачки коментарисао делове те презентације, која се ослања на његове публиковане историјско-научне списе о Михајлу Петровићу⁴⁰. Захваљујем др Драгану Трифуновићу на позиву да учествујем у предавању о великану наше науке у серији *Легенде Београдског универзитета*.

⁴⁰ D. Trifunović: *Bard srpske matematike - Mihaila Petrović Alas*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd