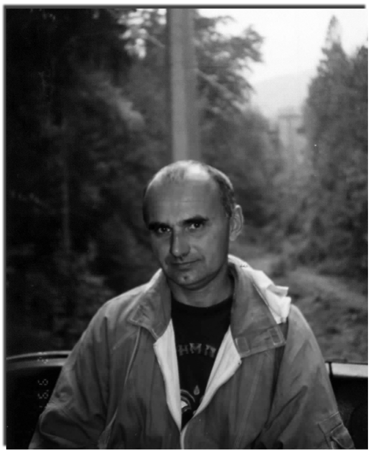
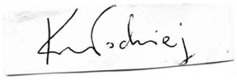
Wiad. Mat. 49 (2) 2013, 111–115

Z żałobnej karty

Rafał Kołodziej (1956–2011)





Rafał Kołodziej urodził się 16 kwietnia 1956 roku. Dzieciństwo spędził w rodzinnych Tychach, ale jego szkołą średnią było liceum im. Gottwalda (obecnie Staszica) w Warszawie. Studiował na Wydziale Matematyki, Mechaniki i Informatyki Uniwersytetu Warszawskiego. W 1981 roku obronił pracę magisterską *Liczba obrotu pewnych przekształceń związanych z bilardem eliptycznym* pod opieką Macieja Wojtkowskiego. W 1992 roku obronił rozprawę doktorską *Geometryczne układy dynamiczne na płaszczyźnie* pod formalnym kierunkiem Wiesława Szlenka. Większość swojego życia naukowego spędził na Uniwersytecie Warszawskim. W 2004 roku przeniósł się na Akademię Podlaską (obecnie Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny) w Siedlcach. Pracował dorywczo w liceach im. Staszica oraz im. Hoffmanowej w Warszawie, na Wyższej Szkole Zarządzania i Finansów w Warszawie, we Wszechnicy Mazurskiej w Olecku i na

Politechnice Gdańskiej. Zmarł 23 grudnia 2011 roku zostawiając żonę z trójką dzieci.

Dorobek naukowy Kołodzieja nie jest imponujący pod względem ilościowym. Zajmował się układami dynamicznymi pochodzenia geometrycznego. Posiadał nadprzeciętną intuicję geometryczną, a jego zainteresowanie układami dynamicznymi wynikało z faktu, że był związany z grupą zajmującą się tą tematyką na Uniwersytecie Warszawskim. Ta grupa (Karol Krzyżewski, Wiesław Szlenk, Michał Misiurewicz, Feliks Przytycki i inni) powstała po rocznej serii wykładów Jakowa Sinaja w 1967 roku w Warszawie.

Rafał Kołodziej potrafił znajdować miary niezmiennicze dla geometrycznych układów dynamicznych. Dla przykładu, w pracy [1] zajmował się następującym przekształceniem, wprowadzonym przez Bogojawleńskiego i Nowikowa [14] przy okazji badania modeli kosmologicznych. Rozważmy trójkąt $\triangle abc$ i wpisany w niego okrąg Γ. Punkty styczności okręgu Γ z bokami trójkąta dzielą okrąg na trzy łuki Γ_a, Γ_b i Γ_c naprzeciwko odpowiednich wierzchołków. Przekształcenie $R\colon \Gamma \to \Gamma$ przeprowadza punkt $p \in \Gamma_a$ w drugi punkt przecięcia okręgu z prostą ap. Dla punktów z Γ_b i z Γ_c przekształcenie jest definiowane analogicznie.

Kołodziej znalazł miarę niezmienniczą dla przekształcenia R postaci $\mu = \rho(p)\mathrm{d}\ell(p)$, $\rho = 1/|pp'| + 1/|pp''|$, gdzie p' i p'' są punktami przecięcia stycznej do okręgu w p z brzegiem trójkąta, a $\mathrm{d}\ell$ jest miarą Lebesgue'a na okręgu. Po dowód odsyłamy czytelnika do pracy [1] i do książki [15].

W pracy [5] Kołodziej rozważał uogólnienie przekształcenia Bogojawleńskiego–Nowikowa na przypadek sfery wpisanej w czworościan. Podał wzór na miarę, której niezmienniczość potwierdzają obliczenia komputerowe. Niestety, zabrakło ścisłego dowodu i dlatego praca znalazła się tylko w jednym z grantów i nie doczekała się publikacji w czasopiśmie. (Ta ostatnia uwaga dotyczy też prac [6–10].)

Niewątpliwie głównym osiągnięciem Rafała Kołodzieja jest praca [2], w której znalazł miarę niezmienniczą dla przekształcenia Ponceleta, definiowanego przez łamane wpisane w zewnętrzną elipsę Γ i opisane na wewnętrznej elipsie Δ. To pozwoliło mu uzyskać wzór na liczbę obrotu dla przekształcenia bilardu w elipsie. Po szczegóły odsyłam czytelnika do mojego artykułu [21]. Ponadto, wyniki prac [1] i [2] zostały omówione przez Misiurewicza w [17] oraz w monografii Boyarsky'ego i Góry [15].

Warto odnotować pracę [9], gdzie rozważa się przekształcenie płaszczyzny postaci $T \circ R$, gdzie R jest obrotem wokół początku układu współrzędnych o ustalony kąt ϕ, a T jest przesunięciem o wektor

$(0, \sqrt{1+x^2+y^2}-1)$. Jeśli chodzi o bilardy, to w pracy [10] Rafał konstruuje 1-parametrową rodzinę orbit 6-okresowych dla bilardu w trójkącie.

Najczęściej cytowaną pracą Kołodzieja jest artykuł [3], dotyczący tzw. *przekształcenia antybilardu*. To przekształcenie zostało zaproponowane przez Mosera w pracy [18] jako przykład problemu stabilności analogicznego do problemu stabilności układu słonecznego.

Dla wypukłego obszaru P na płaszczyźnie przekształcenie antybilardu $T\colon \mathbb{R}^2 \setminus P \to \mathbb{R}^2 \setminus P$ jest definiowane przez (jednoznaczny) wybór prostej L wychodzącej z punktu $p \in \mathbb{R}^2 \setminus P$ i stycznej do brzegu P (w punkcie q) oraz takiego punktu $T(p) \in L \setminus p$, że $|pq|=|T(p)q|$.

Moser pytał o warunki na P, które implikowałyby ograniczoność (stabilność) orbit przekształcenia T. Gdy brzeg obszaru P jest dostatecznie gładki, to stabilność antybilardu wynika ze znanego twierdzenia Kołmogorowa–Arnolda–Mosera (KAM). Z drugiej strony, gdy obszar P degeneruje się do odcinka $\overline{ab}$, to dwukrotna iteracja T^2 przekształcenia antybilardu jest przesunięciem o wektor $2\overrightarrow{ab}$ i nie ma stabilności.

Kołodziej zajął się przypadkiem, gdy P jest wielokątem. Podał tzw. warunek „prawie wymierności” na P, który implikuje stabilność antybilardu na zewnątrz P. Warunek „prawie wymierności” jest spełniony, gdy wierzchołki wielokąta mają wymierne współrzędne; wtedy też wszystkie trajektorie T są okresowe. W pracach [6, 7] Kołodziej osłabia warunek „prawie wymierności”.

Warunek podobny do warunku Kołodzieja pojawił się niezależnie w pracy Vivaldiego i Shaidenko [20]. Gutkin z Simanyim podjęli na nowo temat w [16] i podali nowy dowód stabilności antybilardu na zewnątrz wielokąta, tłumacząc, że nie byli w stanie prześledzić dowodów z [3] i [20]. Z czasem Eugene Gutkin uznał słuszność argumentów Kołodzieja – opowiadał o tym na seminarium w Warszawie.

Pojawił się problem znalezienia wielokąta P o niepustym wnętrzu, dającego niestabilne przekształcenie antybilardu. W pracy [8] Rafał Kołodziej zaproponował P w postaci czworokąta o wierzchołkach $(-1, 0)$, $(0, -1)$, $(1, 0)$ i $(0, t)$, gdzie t jest pewną liczbą niewymierną. Wyliczenia komputerowe dla $t = \sqrt{2}$ wykazały niestabilność T. Niestety, nie udało się Rafałowi dojść do ścisłego dowodu niestabilności. Taki dowód dla $t = \phi^{-3}$, gdzie ϕ jest liczbą złotego podziału, podał Schwartz w obszernej pracy [19].[1]

[1] W [19] czworokąt P jest równoważny kafelce ze znanego nieokresowego parkietażu Penrose'a i Schwartz nazywa go „latawcem Penrose'a”.

Wypada jeszcze wspomnieć o pracy Kołodzieja z Nowickim [4], w której używają metod jakościowej teorii równań różniczkowych i teorii KAM do badania stabilności położenia równowagi pewnego układu opisującego wibracje silnika samolotowego.

Oprócz układów dynamicznych Rafał Kołodziej zajmował się matematyką finansową, przy czym na zajęciach szeroko stosował programy komputerowe.

Nie można pominąć jego działalności dydaktycznej. Mocno angażował się w nauczanie matematyki w szkołach średnich i na uczelniach wyższych. Jego sukcesy na tym polu miały swoje źródło w zamiłowaniu do geometrii. Nawet proste zagadnienia analityczne formułował i rozwiązywał w terminach geometrycznych. Jednym z rezultatów tej aktywności są zbiory zadań [11–13] dla szkół średnich.

Niewątpliwie Kołodziej nie należał do grona naukowców biorących sobie za cel karierę i publikowanie dużej liczby prac w prestiżowych czasopismach. Odrywały go od tego inne sprawy – na przykład był fascynatem sportu. Jednak wyróżniającym się matematykiem był.

Henryk Żołądek (Warszawa)

Lista publikacji Rafała Kołodzieja

[1] *An infinite smooth invariant measure for some transformation of a circle*, Bull. Polish Acad. Sci. Ser. Math. 29 (1981), 549–551.

[2] *The rotation number of some transformation related to billiards in an ellipse*, Studia Math. 81 (1985), 293–302.

[3] *The antibilliard outside a polygon*, Bull. Polish Acad. Sci. Ser. Math. 37 (1989), 163–168.

[4] *The stability of a plane engine*, Applic. Math. 27 (2000), 35–44 (współautor: T. Nowicki).

[5] *Invariant measure for some transformations of a sphere inscribed in tetrahedron*, grant KBN No 2 1090 91 01.

[6] *A condition for a dual billiard's integrability*, grant KBN No 2 1090 91 01.

[7] *A condition of stability of dual billiard outside a convex polygon*, grant KBN No 2 P03A 022 08.

[8] *An example of unstable dual billiard*, grant KBN No 2 P03A 022 08.

[9] *Some invariant measure evolved in control theory*, grant KBN No 2 P03A 041 15.

[10] *Generalized Fagnano orbits in triangle billiard table*, grant KBN No 2 P03A 010 22.

[11] *Matematyka 1. Zbiór Zadań*, Nowa Era 2008 (współautor: I. Szubarczyk).

[12] *Matematyka 2. Zbiór Zadań*, Nowa Era 2004 (współautorzy: E. Czapla, C. Ferens).

[13] *Matematyka 3. Zbiór Zadań*, Nowa Era 2006 (współautorzy: E. Czapla, C. Ferens).

Cytowane prace innych autorów

[14] O. I. Bogoyavlensky, S. P. Novikov, *Kachestvennaya tieoria odnorodnykh kosmologicheskikh modeley*, Trudy Semin. Petrovskogo 1 (1975), 7–43, po rosyjsku.
[15] A. Boyarsky, P. Góra, *Laws of Chaos: Invariant Measures and Dynamical Systems in One Dimension*, Birkhäuser, Boston 1997.
[16] E. Gutkin, N. Simanyi, *Dual billiards and necklace dynamics*, Commun. Math. Physics 143 (1992), 431–449.
[17] M. Misiurewicz, *The results of Rafał Kołodziej*, [w:] Monographie de l'Enseignement Mathématique, Kundig, Genève 1981, 57–60.
[18] J. Moser, *Is the solar system stable?*, Math. Intelligencer 2 (1978), 65–71.
[19] R. E. Schwartz, *Unbounded orbits for outer billiards*, J. Modern Dynamics 3 (2007), 371–424.
[20] F. Vivaldi, A. Shaidenko, *Global stability of a class of discontinuous dual billiards*, Commun. Math. Physics 110 (1987), 625–640.
[21] H. Żołądek, *Twierdzenia Ponceleta w interpretacji Rafała Kołodzieja*, Wiad. Mat. 49 (2013), nr 2, 29–45.