



4 sierpnia 2021 r.

Ocena Osiągnięcia naukowego dr. nauk fizycznych Macieja Krzysztofa Lisickiego zatytułowanego: “Anizotropia oddziaływan hydrodynamicznych w ograniczonej geometrii”

Na Osiągnięcie przedstawione do oceny składa się 9 prac w pismach o czynnikach wpływu od 2,707 (J. Phys. Condens. Matter) do 12,121 (Nature Commun.) i opublikowanych w latach 2016 - 2021. Tych 9 prac jest w sumie cytowanych 101 razy. Wszystkie te prace zostały opublikowane po doktoracie. W ramach Osiągnięcia najlepiej cytowany artykuł (21 cytowań) został napisany z Daddi-Moussa Iderem i Geklem. Został on opublikowany w J. Fluid. Mech. Jego najlepiej cytowana praca (26 cytowań) została opublikowana w Phys. Rev. Lett. w 2012 r. t.j. w czasie pracy nad swym doktoratem (współautorzy: Cichocki, Dhont, Lang). Praca [A2] w spisie osiągnięć ma inny tytuł niż ten podany w Web of Science. W spisie to „Surface rheotaxis of three-sphere microrobots with cargo” a w Web of Science: „Tuning the upstream swimming of microrobots by shape and cargo size”. Numery stron się zgadzają. Jest tu więc w raportowaniu pewna niechlujność. W tym samym okresie dr Lisicki opublikował też szereg innych artykułów o zbliżonej tematyce – w tym w Nature Physics (2021). Zwraca też uwagę kilka dodatkowych i ciekawych artykułów o sedymentacji giętkich polimerowych i biologicznych pętli (np. praca w J. Fluid. Mech. z 2021 r.). Czynniki Hirscha dotyczący całego dorobku naukowego jest bliski 9. Współautorzy prac dostarczyli oświadczenia o znaczącym wkładzie dr. Lisickiego w powstanie 9 artykułów habilitacyjnych.

Badania dr. Lisickiego skupiają się na ruchu małych cząstek (typowo o rozmiarach rzędu mikrometrów) w cieczach. Ich ruch jest zdominowany przez efekty lepkościowe (przepływy Stokesa) i oddziaływania hydrodynamiczne. Część prac dotyczy cząstek aktywnych o własnych mechanizmach lokomocji. Cechą wspólną tych 9 prac jest występowanie anizotropii w oddziaływaniach hydrodynamicznych wynikającej z ograniczenia geometrii dozwolonej przestrzeni poprzez płaskie ściany. Stosowana metodologia opisana jest ogólnie na 2 i pół stronach autoreferatu w sposób – jak dla mnie – zbyt formalny, mało intuicyjny, i bez sprecyzowania umotywwowania do podjętych badań. Umotywwowanie pojawia się jednak później – przy omawianiu poszczególnych artykułów. Jest nim rozwój różnych technik optycznych pozwalających badać dyfuzję translacyjną i dyfuzję rotacyjną cząstek kolidalnych. Cząstki te są zazwyczaj niesferyczne, zwłaszcza gdy są pochodzenia biologicznego (jak białka). Analiza danych wymaga zbudowania odpowiedniej teorii, co w Warszawie zapoczątkował prof. Cichocki. Dr Lisicki zajmuje się kontynuacją tego nurtu. Taka teoria jest potrzebna do interpretacji danych doświadczalnych dotyczących właściwości cząstek jak i przebiegu procesów sedymentacji.

Lista prac wchodzących w skład osiągnięcia podana jest w sposób antychronologiczny a ich omawianie odbywa się skokowo wzdłuż tej listy. Pierwsza pod względem chronologicznym jest praca A9 napisana z Cichockim i Wajnrybem. Dotyczy ona przyściennej dynamiki cząstek osiowosymetrycznych. Autorzy wypracowali analityczne poprawki do tensora tarcia wynikające z obecności ściany. Poprawki są wiodącymi wyrazami rozwinięcia względem odwrotności odległości pomiędzy cząstką i ścianą. Punktem wyjścia jest tu rozwinięcie multipolowe tensora Blake'a (będącego uogólnieniem tensora Oseena). Tensor dyfuzji uzyskuje się poprzez odwrócenie tak poprawionego tensora tarcia.

Formalizm wypracowany w artykule A9 został wykorzystany w ostatniej pracy A1 do badania dynamiki zbliżania się cząstek osiowosymetrycznych do nanopora. Doświadczalnym kontekstem tych badań jest wyznaczanie składu sekwencyjnego (a nie struktury, jak pisze autor) biomolekuł translokowanych przez nanopory. Praca dotyczy zachowania podczas zbliżania się do pora – procesu zdominowanego przez efekty elektroforetyczne. Autor wraz ze swym doktorantem (Waszkiewicz) modeluje te sytuacje przez dodanie do ściany ładunku elektrycznego. Głównym wynikiem jest stwierdzenie, że w badanej dynamice efekty brownowskie są zaniedbywalne. Szkoda, że nie ma tu ciekawszych wyników ani porównania z doświadczeniem.

W pracy A8 (z Daddi-Moussa-Iderem i Geklem) badana jest dynamika osiowych cząstek, czyli pręcików, w pobliżu płaskiej błony elastycznej, takiej jak występującej w czerwonych krwinkach. Elastyczność błony można scharakteryzować przez moduł sprężystości ścinania i moduł dylatacji powierzchniowej. Uwzględnienie błony powoduje zmodyfikowanie tensora ruchliwości poprzez dodanie członu, który zależy od częstości. W pracy A8 budowany jest formalizm potrzebny do badania tego zagadnienia poprzez uogólnienie podejścia stosowanego w A9.

Praca A4 dotyczy sytuacji, w której w pobliżu sprężystej błony umieszczone są dwie kuliste cząstki. Celem pracy jest analiza oddziaływań hydrodynamicznych pomiędzy tymi cząstkami. Stwierdzono, że indukowana prędkość obrotowa (wielkość i kierunek) tych dwóch cząstek względem ich środka masy zależy od sztywności ściskania i zginania błony.

Praca A3, napisana wraz z Vutukuirim, Lauga, i Vermantem, przechodzi w tematykę układów cząstek, które poruszają się samodzielnie. Praca została opublikowana w Nature Communications i stanowi połączenie badań doświadczalnych i teoretycznych. Z tego też powodu uważam, że jest to najciekawsza praca z listy osiągnięć dr. Lisickiego. Układ, na którym autorzy się skupili to cząstki Janusa zbudowane z atanazu TiO_2 i do połowy pokryte złotem. Cząstki te mogą zmieniać kierunek ruchu pod wpływem zmiany długości fali oświetlającego światła. Zachowanie się cząstek zależy od długości fali światła i jest analizowane w geometrii kwazi-dwuwymiarowej. Autorzy przewidują istnienie skomplikowanych ruchów kolektywnych, w których np. przyciąganie między cząstkami zamienia się na odpychanie, następuje fuzja klastrów, rozszczepianie się klastrów, itd. Ruchy te naśladują zachowania się pewnych organizmów pływających o mikronowych rozmiarach. Rozumiem, że dr Lisicki był autorem modelowania w ramach „minimalnego opisu hydrodynamicznego”. Korzystając z argumentu skalowania wykazał, że średnia prędkość cząstek zależy od czasu w sposób potęgowy i że wykładnik jest bliski wartości wyznaczonej doświadczalnie.

Prace A2, A5 i A6 kontynuują tematykę aktywnych pływaków, ale już w sposób czysto teoretyczny. Skupiają się one a trójkulowym pływaku Najafiego-Golestianiana – ale w obecności powierzchni. W pracy A6 – w pobliżu jednej twardej powierzchni, w A5 pomiędzy dwiema równoległymi nieskończonymi powierzchniami (geometria kanału), i w A2 – w obecności przepływu ścinającego. Głównym wynikiem jest uzyskanie diagramów fazowych

odpowiadających możliwym scenariuszom sposobu pływania w funkcji orientacji i charakterystycznych odległości. Są różne możliwości takiego pływania, jak ruch ślizgowy, ruch oscylacyjny, itd. Dr Lisicki twierdzi, że wyniki te mogą stać się przydatne przy projektowaniu pływających mikrorobotów w ograniczonej geometrii, ale za bardzo mnie do tego nie przekonał.

W ostatnim omawianym tu artykule, A7, analizowany jest dwuwymiarowy transport dyfuzyjny w obecności ścianki. Ciekawe tu jest to, że cząstki koloidalne mają kształt bumerangów, co mi się natychmiast kojarzy z problemem anemii sierpowatej, choć najwyraźniej dr Lisicki nie wydaje się mieć takiego skojarzenia. Cząstki bumerangowe były badane doświadczalnie w 2016 r. przez Chakraborty'ego i in. Artykuł A7 skupia się na wyjaśnieniu mechanizmów pojawiania się niegaussowskich ogonów w mierzonych rozkładach gęstości prawdopodobieństwa położenia tych cząstek. Rozumiem, że autorzy twierdzą, że rozkłady prawdopodobieństwa zależą od wyboru punktu na cząstce, który się śledzi. Możliwe wybory, to np. środek ruchliwości, centrum hydrodynamiczne, czy środek geometryczny. W doświadczeniu wybrano środek geometryczny. Praca A7 dowodzi, że efekty niegaussowskie znikają, gdy monitorować np. środek ruchliwości (zdefiniowany jako punkt, dla którego tensory ruchliwości są symetryczne).

Dr Maciej Lisicki jest absolwentem wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (magisterium uzyskał w 2011 r.). Doktorat również obronił na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w 2015 r. Tytuł doktoratu to: "Evanescence wave scattering by optically anisotropic Brownian particles". Tak więc tematyka jego habilitacji jest wyraźną kontynuacją tematyki jego doktoratu. Promotorem doktoratu był prof. Bogdan Cichocki. Przez 3 lata działalności w ramach studium doktoranckiego Maciej Lisicki pracował jednocześnie w Forschungszentrum Julich. Nie jest dla mnie jasne, w której grupie. Jego niemiecki współautor, Gekle, był zatrudniony na uniwersytecie w Bayreuth. Po doktoracie przez 3 lata pracował w grupie E. Laugi na University of Cambridge jako postdok. Od 2019 r. jest zatrudniony na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w charakterze adiunkta naukowo-dydaktycznego.

Dr Lisicki był kierownikiem 2 grantów: z NCN i FNP. Uzyskał studenckie stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Dr Lisicki zajmował się również działalnością popularyzacyjną. Napisał 7 artykułów popularnonaukowych (za jeden z nich - w Postępiech Fizyki – uzyskał nagrodę PTF. Udzielał wywiadów dla Telewizji Polskiej i Polskiego Radia, uczestniczył w Pikniku Naukowym Polskiego Radia, przygotował film edukacyjny o mechanice płynów, wygłosił wykłady popularnonaukowe w Legionowie, Cambridge i na Festiwalu Nauki. Jego dorobek popularnonaukowy wskazuje na szeroki wachlarz zainteresowań.

Działalność dydaktyczna dr Lisickiego odbywała się głównie na Wydziale Fizyki UW. Uzyskał Nagrodę Dydaktyczną Dziekana Fizyki za prowadzenie ćwiczeń z analizy matematycznej w czasach, gdy był doktorantem. Od 2019 r. prowadził kilka wykładów monograficznych (np. Physics of Biological Systems) na tym samym wydziale. Podczas pobytu w Cambridge, przez dwa lata nadzorował prace wykonywane przez – w sumie – 60 studentów (dr Lisicki nazywa tę działalność prowadzeniem „superwizji”, co mnie dość ubawiło). Był opiekunem pomocniczym doktoratu p. Radosta Waszkiewicza. Jego działalność dydaktyczna jest więc satysfakcjonująca.

Dr Lisicki ma pewne osiągnięcia organizacyjne: był członkiem Komitetu Głównego Olimpiady Fizycznej w 2011 r., przez rok był prezesem Trinity College Post Doctoral Society w Cambridge, był współorganizatorem szkoły letniej Complex Motion in Fluids w 2017 r. i

był zaangażowany w organizację Warszawskiej Szkoły Fizyki Statystycznej w 2016 r. Obecnie bierze udział w organizacji podobnej konferencji planowanej na 2022 rok. Wiem, że dr Lisicki współprowadzi seminarium z fizyki statystycznej na Wydziale Fizyki UW, ale nie zauważyłem, żeby to wpisał na liście swoich działalności.

Wszystko to są niewątpliwe pozytywy. Dr Lisicki ma znaczący dorobek naukowy i dobrze postawiony (choć może stosunkowo wąski) warsztat teoretyczny. Jego publikacje świadczą o tym, że dobrze rozumie uprawianą przez siebie tematykę. Natomiast problemem dla mnie jest to, że dr Lisicki najwyraźniej nigdy nie miał wykładu zaproszonego na konferencji naukowej. Jest to dziwne w kontekście jego silnych kontaktów z ośrodkami w Niemczech i Anglii. Czyżby jego role w tych ośrodkach były mocno subordynowane? W jego autoreferacie nie ma nawet listy wygłoszonych seminariów naukowych. Musiał jakieś wygłaszać, choćby na UW. W dodatku jego dorobek nie jest cytowany w sposób imponujący.

W podsumowaniu stwierdzam, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe Pana dra Macieja Lisickiego stanowią istotny i spójny wkład w rozwój fizyki oddziaływań hydrodynamicznych, a jego pozostała działalność naukowa, dydaktyczna, i popularyzatorska jest satysfakcjonująca, choć (w porównaniu z innymi habilitantami teoretycznymi) dość słabo zauważona w środowisku. W sumie uważam jednak, że jego działalność spełnia wymogi stawiane kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego zgodnie z wymaganiami zawartymi w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce. W związku z tym wnoszę do Rady Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego o dopuszczenie Pana dra Macieja Lisickiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Marek Cieplak

Prof. dr hab. Marek Cieplak

Instytut Fizyki PAN

Środowiskowe Laboratorium Fizyki Biologicznej

Email mc@ifpan.edu.pl , www.ifpan.edu.pl/~cieplak