

Prof. dr hab. Lech Tomasz Baczewski
Profesor nauk fizycznych
Instytut Fizyki PAN w Warszawie

Warszawa 28.08.2019

**Ocena rozprawy habilitacyjnej i dorobku naukowego
dr Piotra Kuświka**

Dr Piotr Kuświk ukończył studia na Wydziale Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej w roku 2006 na kierunku Fizyka Techniczna. Obronił pracę dyplomową magisterską pt: „Wytwarzanie cienkich warstw ZnTe i CdSe metodą impulsowego naparowania laserowego i zbadanie ich właściwości strukturalnych”, wykonaną pod kierunkiem prof. dr hab. Macieja Oszwałdowskiego. Stopień doktora nauk fizycznych uzyskał w roku 2011 w Instytucie Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu broniąc rozprawę doktorską pt: „Wpływ bombardowania jonowego na właściwości magnetyczne układów warstwowych Ni₈₀Fe₂₀/Au/Co/Au”. Promotorem tej pracy doktorskiej był prof. dr hab. Feliks Stobiecki. Od października 2010 dr Kuświk pracuje w Instytucie Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu, obecnie na etacie adiunkta.

Ocena rozprawy habilitacyjnej

Rozprawę habilitacyjną dra Kuświka zatytułowaną „**Wpływ otoczenia warstwy ferromagnetycznej na anizotropię magnetyczną oraz oddziaływania wymienne**” stanowi monotematyczny zbiór siedmiu prac opublikowanych w latach 2015-2019.

Prace te ukazały się w czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym: dwie w Physical Review B (2015 i 2018), dwie w J. Phys. Condens. Matter (2016 i 2017), jedna w J. Appl. Physics (2016), jedna w Nanomaterials (2018) i jedna w J. Magn. Magn. Mater. (2019). Są to uznane czasopisma naukowe o dobrym poziomie parametru Impact Factor, a mianowicie od 2.06 do 3.8. Sumaryczny IF tych prac wynosi: 21.415.

Znacznie gorzej prezentuje się sprawa cytowalności tych prac i tak z listy 7 prac stanowiących rozprawę habilitacyjną prace H2, H5, H6 i H7 mają niestety bardzo niską lub zerową liczbę cytowań, co podaje habilitant w załączniku *Osiągnięcia*. Jednak w okresie pomiędzy datą wszczęcia postępowania habilitacyjnego w lutym br a chwilą obecną cytowalność kilku prac nieco wzrosła. Tylko jedna praca H1 z 2015 r. (obecnie 15 cytowań, 12 bez autocytowań) ma przyzwoity poziom cytowalności. Jeszcze tylko prace H3 (7 cytowań, 3 bez autocytowań) i H4 (5 cytowań, ale tylko 1 bez autocytowań) oraz praca H5 (3 cytowania, 1 bez autocytowań i H6 (1 cytowanie) są cytowane. Prace H2 i H7 mają jak dotychczas zerową cytowalność.

Nie jest to więc imponujący rezultat, ale pewnym usprawiedliwieniem tej sytuacji może być fakt, że prace habilitacyjne zostały opublikowane w latach 2015 – 2019, a więc stosunkowo niedawno. Tym bardziej, że poziom cytowalności wszystkich 46 prac (wg Web of Science z daty wykonania recenzji), których współautorem jest dr Kuświk jest zupełnie przyzwoity: 203 cytowania, 146 bez autocytowań, a jego Hirsch Factor wynosi obecnie 9. Ponadto znaczna większość prac w całym dorobku dr Kuświka jest publikowana w wartościowych czasopismach naukowych, takich jak m.in. Phys Rev Letters, Phys Rev B, Nanoscale, Res Letters, Applied Phys. Letters, Scientific Reports czy J Alloys and Compounds, co dobrze świadczy o wartości naukowej publikowanych wyników.

Wszystkie prace habilitacyjne są pracami zespołowymi co jest typową sytuacją w prowadzonych aktualnie badaniach eksperymentalnych, wymagających stosowania wielu technik badawczych. Oświadczenia habilitanta odnośnie wkładu procentowego (od 40% do 65%) w powstanie tych publikacji wskazują jednoznacznie, że w większości przypadków inicjatorem badań był dr Kuświk, a Jego rola w uzyskaniu, opracowaniu wyników i ich interpretacji była wiodąca. Należy więc uznać, że prace H2, H3, H4, H5 H6 i H7 nie powstałyby bez udziału habilitanta. Nieco inaczej jest tylko w przypadku pracy H1, gdzie rola habilitanta jest przez niego samego określona na mniej niż 50% (na 40%), jednak taki wkład można jednak uznać za znaczący. Potwierdzają to załączone oświadczenia współautorów wszystkich prac (w tym pracy H1) stanowiących rozprawę habilitacyjną.

Do zbioru publikacji stanowiących rozprawę dr Kuświk dołączył komentarz autorski, w którym poza omówieniem poszczególnych prac, wypunktowaniem najważniejszych rezultatów oraz uzasadnieniem wyboru tematyki określony został zakres i cel badań. Zawarte to jest w załączniku nr 2 *Autoreferat*.

Celem prowadzonych badań, których wyniki zostały przedstawione w cyklu prac stanowiących osiągnięcie naukowe habilitanta, było określenie wpływu otoczenia warstw ferromagnetycznych na możliwość indukowania prostopadłej anizotropii magnetycznej oraz oddziaływań Dzyaloshinskiego-Moriya (DM) i „exchange bias” (EB). Głównie dotyczyły one określenia wpływu oddziaływania EB na anizotropię magnetyczną warstwy ferromagnetycznej (F) w kontakcie z warstwą antyferromagnetyczną (AF). Badane były różnego typu warstwy ferromagnetyczne jak Ni, Co czy CoFeB, a warstwy sąsiadujące stanowiło złoto lub tlenki metali 3d.

Oprócz wpływu na anizotropię magnetyczną zbadano, że obecność określonych warstw sąsiadujących z warstwą F skutkuje zarówno wystąpieniem oddziaływania DM jak i EB. Weryfikację tej hipotezy uzyskano poprzez badania struktury ścian domenowych (ŚD) oraz procesu przemagnesowania w polu magnetycznym skierowanym zarówno wzdłuż normalnej do płaszczyzny warstwy jak i w jej płaszczyźnie. Przeprowadzone przez habilitanta badania pozwoliły również na zbadanie korelacji pomiędzy oddziaływaniami DM i EB.

Następnym ważnym celem było określenie wpływu bombardowania jonowego na wartość i kierunek oddziaływania EB w warstwach wykazujących prostopadłą anizotropię magnetyczną.

Wszystkie publikacje przedkładane w postępowaniu habilitacyjnym dotyczą układów cienkowarstwowych, w których warstwa ferromagnetyczna (Ni [H1,H2], Co [H3, H5-H7], CoFeB [H4]) otoczona była warstwami (Au [H3,H4], tlenków metali 3d [H1, H2, H5-H7]) indukującymi prostopadłą anizotropię magnetyczną poprzez silną anizotropię powierzchniową. W przypadku układów epitaksjalnych podłoże stanowił monokryształ Pd(001) [prace H1,H2], który również wymusza prostopadłą anizotropię magnetyczną warstwy Ni, jednakże w tym przypadku jest to związane z tetragonalną dystorsją niklu.

Motywacją do podjęcia takich badań przez habilitanta był fakt, że w ostatnich latach szczególnie intensywnie badane są układy cienkowarstwowe wykazujące prostopadłą anizotropię magnetyczną, ponieważ znajdują one coraz szersze zastosowania np. w detekcji chiralności molekuł, w magnetycznym zapisie informacji, w sensorach pola magnetycznego, czy w urządzeniach logicznych.

W Autoreferacie Habilitant przedstawił w sposób skrótowy, ale wystarczający, stan badań układów cienkowarstwowych pod kątem prostopadłej anizotropii magnetycznej, przyczyn jej występowania, badań dotyczących oddziaływań DM i EB. Umożliwia to w sposób prawidłowy umiejscowienie badań Habilitanta na tle znanych wyników literaturowych i ocenę elementów nowości.

Swoje badania naukowe Habilitant prowadził w zespole Cienkich Warstw w Instytucie Fizyki Molekularnej PAN, kierowanym przez prof. dr hab. Feliksa Stobieckiego, o uznanej renomie

naukowej, kompetencji i dużym doświadczeniu oraz posiadającym nowoczesne wyposażenie badawcze, co na pewno sprzyjało w uzyskaniu wartościowych wyników i publikacji.

Badania w zespole Cienkich Warstw głównie skupiały się na anizotropii magnetycznej polikrystalicznych warstw Co w otoczeniu warstw Au oraz na oddziaływaniu z innymi warstwami ferromagnetycznymi. Włączając się w te badania Habilitant podjął się określenia wpływu warstw otaczających na anizotropię magnetyczną zarówno w warstwach monokrystalicznych (epitaksjalne warstwy Ni [prace H1,H2]), polikrystalicznych (warstwy Co [prace H3, H5-H7]) i amorficznych (warstwy Co₂₀Fe₆₀B₂₀ [praca H4]) stosując poza Au także warstwy otaczające z tlenków metali 3d.

Na stronie 16 Autoreferatu Habilitant pisze: „W celu potwierdzenia istotnej roli uporządkowania antyferromagnetycznego warstw tlenku układ Pd(001)/Ni/NiO pokryty został dodatkową warstwą CoO o grubości 3ML prowadzącą do zwiększenia temperatury TN [82]. Taki układ zarówno w 5K jak i w RT wykazywał prostopadłą anizotropię w szerokim zakresie grubości Ni. Zgodnie z wyjaśnieniem podanym w pracach [82,83] należy przyjąć, że w RT dwuwarstwa NiO/CoO ma uporządkowanie antyferromagnetyczne, ale ze względu na niewielką grubość tej dwuwarstwy temperatura blokowania jest niższa niż RT [52]. To pokazuje, że warstwa AF niesie dodatkowy wkład do anizotropii prostopadłej warstwy F pomimo, że anizotropia magnetokrystaliczna warstwy AF jest słaba i nie pozwala na przyszpilenie warstwy F. Zatem, istotną rolę przy indukowaniu prostopadłej anizotropii odgrywa antyferromagnetyczne uporządkowanie warstwy będącej w kontakcie z warstwą F.”

Niefortunne jest sformułowanie „przyszpilenie”, ale ponadto w ogóle nie istnieje coś takiego jak „przyszpilenie **warstwy**”. Chodzi tu przecież o utrudnienie/blokowanie reorientacji wektora namagnesowania przez oddziaływania wymienne na międzywierzchni warstw F i AF. Zakładam jednak, że jest to tylko błędny skrót myślowy, a nie brak zrozumienia mechanizmu omawianego efektu.

Na stronie 19 Autoreferatu dwukrotnie jest błąd w skrócie stosowanej metody badawczej – jest napisane **VNR-FMR**, a powinno być **VNA FMR** (ang. Vector Network Analysis - Ferromagnetic Resonance - VNA-FMR). Jest to oczywiście drobny błąd edytorski, gdyż autor poprawnie podaje rozwinięcie angielskie tego skrótu.

W ramach prezentowanych badań dr Kuświk podjął próbę określenia wpływ różnego rodzaju otoczenia na anizotropię magnetyczną zarówno epitaksjalnych warstw Ni w strukturze [Pd(001)/Ni(001)/AFO-(CoO, NiO, CoO/NiO)], jak i polikrystalicznych warstw Co w układzie (Au/Co/NiO) oraz amorficznych warstw CoFeB w układzie (Au/CoFeB/Au). Dla struktur z warstwami otaczającymi z tlenków metali przejściowych 3d (NiO, CoO) wykazano możliwość indukowania w warstwie ferromagnetycznej anizotropii prostopadłej oraz oddziaływania EB, a w przypadku warstw NiO również oddziaływania iDM. W szczególności wykazano, że:

- oddziaływania EB znacząco wpływa na anizotropię warstw i wnosi dodatkowy i silny powierzchniowy wkład do efektywnej anizotropii magnetycznej. Jednakże, występuje on tylko w zakresie temperatur poniżej temperatury porządkowania warstw AF. Pozwala to, poprzez odpowiedni dobór grubości i rodzaju warstw AF, uzyskać prostopadłą anizotropię magnetyczną warstw F w szerokim zakresie temperatur.
- polikrystaliczne warstwy Co otoczone antyferromagnetyczną warstwą tlenkową oraz złotem charakteryzują się zarówno obecnością oddziaływania iDM jak i oddziaływania EB.
- w układzie Au/Co/NiO występuje prawoskrętna chiralność spinów w ŚD, która jest wynikiem silnego ujemnego oddziaływania iDM i nie jest skorelowana z kierunkiem oddziaływania EB.
- w warstwach Au/Co/NiO oddziaływanie EB pomiędzy Co i NiO może być modyfikowane poprzez bombardowanie jonowe, a proces ten może być opisany modelem TEL.

Wyznaczenie oddziaływania iDM i jego korelacji z oddziaływaniem EB było możliwe dzięki zaproponowaniu dwóch nowych podejść do określania stałej oddziaływania iDM bazujących na: analizie asymetrycznej propagacji \vec{S} D dla struktur o różnych grubościach warstwy ferromagnetycznej, oraz na analizie procesu przemagnesowania matrycy trójkątnych struktur, przeprowadzonej z wykorzystaniem konwencjonalnego magnetometru PMOKE.

Uważam, że na pozytywne podkreślenie zasługują następujące aspekty przedstawionej rozprawy habilitacyjnej: umiejętność formułowania problemu naukowego, zastosowanie odpowiednich metod badawczych do jego rozwiązania, uczestnictwo habilitanta w wytworzeniu większości cienkowarstwowych próbek do badań przy wykorzystaniu próżniowej infrastruktury nanotechnologicznej oraz dobra umiejętność analizowania uzyskanych wyników. Wyniki te Habilitant uzyskał z wykorzystaniem wielu różnych i uzupełniających się technik badawczych jak MOKE, FMR i VNA-FMR, magnetometria VSM, litografia elektronowa, bombardowanie jonowe, metody rentgenowskie z wykorzystaniem linii eksperymentalnych w ESRF w Grenoble.

Podsumowując, przeprowadzone przez habilitanta badania z wykorzystaniem wielu komplementarnych metod badawczych wskazały, że układy cienkowarstwowe wykazujące oddziaływania iDM i EB oraz charakteryzujące się prostopadłą anizotropią magnetyczną mogą być wykorzystane jako potencjalny materiał do wielu zastosowań. W świetle ostatnich doniesień literaturowych szczególnie istotne wydają się być te układy warstwowe, w których otoczenie stanowi tlenkowa warstwa metali przejściowych 3d. Zastosowanie takiego otoczenia pozwala na kreację i anihilację skyrmionów polem elektrycznym oraz ich stabilizację w RT dzięki oddziaływaniu EB. Właściwości te w znaczącym stopniu pozwalają ograniczyć energię potrzebną do zapisu i przetwarzania informacji. Szkoda, że Habilitant nie poszedł tym tropem, nie rozwinął tego zagadnienia i nie podjął badań nad sterowaniem powstawania skyrmionów polem elektrycznym w wytworzonych przez niego warstwach ferromagnetycznych z tlenkową warstwą otaczającą.

W podsumowaniu można stwierdzić, że prace przedstawione w rozprawie habilitacyjnej dr P. Kuświka są wartościowymi publikacjami zawierającymi niewątpliwie elementy nowości odnośnie wyboru badanych materiałów/próbek, zastosowanych komplementarnych technik badawczych i uzyskanych wyników i ich interpretacji. Potwierdzenie tego wniosku stanowi fakt, że wszystkie te prace zostały opublikowane w uznanych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym.

Ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

Dr Piotr Kuświk jest współautorem, na chwilę obecną, 46 prac naukowych opublikowanych w przeważającej części w uznanych czasopismach naukowych o dobrym poziomie Impact Factor. Sumaryczna cytowalność tych prac jest na przyzwoitym poziomie - liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS): wynosi 203 (147 bez autocytowań), a Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS) wynosi 9. Zastrzeżenie odnośnie słabej lub zerowej cytowalności prac stanowiących rozprawę habilitacyjną wyraziłem już powyżej, wiążąc to raczej z krótkim okresem czasu jaki upłynął od ich publikacji.

Dr Kuświk jest współautorem jednego zgłoszenia patentowego, jest autorem rozdziału w książce "Laser Pulse Phenomena and Applications" F. J. Duarte (ed.), Rijeka, InTech (2010). Był też kierownikiem czterech projektów naukowych m.in. Juventus-Plus czy Sonata-Bis i wykonawcą w siedmiu projektach naukowych MNiSW i NCN. Warta zauważenia jest Nagroda Naukowa Wydziału III PAN im. Stefana Pińkowskiego, którą dr Kuświk otrzymał w roku 2012, a także Nagrody Dyrektora IFM PAN za najlepszą pracę naukową wykonaną w 2010 roku i w 2012 roku oraz Nagroda Dyrektora IFM PAN za wyróżniającą się rozprawę doktorską obronioną w 2010 roku.

Dr Kuświk wygłosił 5 referatów zaproszonych na konferencjach międzynarodowych i kilku krajowych. Prezentował swoje wyniki naukowe wygłaszając seminaria w kilku zagranicznych instytucjach naukowych i kilku krajowych. Habilitant uczestniczył w realizacji dwóch dużych projektów: Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka współfinansowany przez UE „Krajowe Centrum Nanostruktur Magnetycznych do Zastosowań w Elektronice Spinowej – SPINLAB” oraz Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka współfinansowany przez UE „Wielkopolskie Centrum Zaawansowanych Technologii (WCZT)”. Łączna liczba wystąpień konferencyjnych (referatów oraz posterów) prezentowanych na konferencjach krajowych i zagranicznych ze współudziałem habilitanta wynosi 96, w tym na dużych konferencjach międzynarodowych takich jak ICM czy ICMFS. Dr Kuświk uczestniczył w komitetach organizacyjnych 4 konferencji naukowych organizowanych w Polsce. Jest też członkiem Komitetu Fizyki PAN od lutego 2017.

Osiągnięcia dydaktyczne natomiast są dość skromne, więc przytaczam je w całości:

Cykl zajęć dydaktycznych (3x1,5h) pt. „Metody badania powierzchni (STM, AFM, MFM)” w ramach kursu „Wybrane metody doświadczalne fizyki fazy skondensowanej” dla słuchaczy Międzynarodowego Studium Doktoranckiego w Instytucie Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu (semestr zimowy 2018/2019); Laboratorium specjalistyczne prowadzone w Instytucie Fizyki Molekularnej PAN – Mateusz Kowacz, Wydział Fizyki Technicznej Politechnika Poznańska (semestr zimowy 2017/2018), Cykl zajęć dydaktycznych (3x1,5h) pt. „Metody badania powierzchni (STM, AFM, MFM)” w ramach kursu „Wybrane metody doświadczalne fizyki fazy skondensowanej” dla słuchaczy Międzynarodowego Studium Doktoranckiego w Instytucie Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu (semestr zimowy 2017/2018); Laboratorium specjalistyczne prowadzone w Instytucie Fizyki Molekularnej PAN – Mateusz Kowacz, Wydział Fizyki Technicznej Politechnika Poznańska (semestr zimowy 2016/2017).

Jest to jednak sytuacja dość typowa dla pracownika naukowego instytutu Polskiej Akademii Nauk, a nie uczelni wyższej, a z uznaniem należy podkreślić aktywne uczestnictwo Habilitanta w zajęciach dydaktycznych dla uczestników Studium Doktoranckiego w IFMPAN.

Dr Kuświk w trakcie swojej pracy w IFMPAN opiekował się siedmioma stażystami z uczelni poznańskich, był także opiekunem/promotorem sześciu prac dyplomowych magisterskich, opiekunem naukowym 3 doktoratów i promotorem pomocniczym jednego: Michał Matczak – „Modyfikacje anizotropii i oddziaływań w magnetycznych strukturach cienkowarstwowych” - obrona 20.01.2016.

Habilitant był na kilkunastu stażach zagranicznych, w większości krótkoterminowych (Niemcy, USA, Francja), a współautorstwo naukowców zagranicznych w wielu pracach dr Kuświka świadczy o jego umiejętności nawiązywania współpracy międzynarodowej.

Recenzował on także prace naukowe dla znanych czasopism międzynarodowych.

Z przedstawionych materiałów uzupełniających rozprawę habilitacyjną widać wyraźnie, że dr Kuświk jest wartościowym i cennym pracownikiem dla Instytutu Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu, z powodu jego dużej aktywności naukowej, eksperymentatorskiej i zdolności organizacyjnych o czym świadczą jego liczne nagrody i wyróżnienia zarówno Dyrektora Instytutu jak i Wydziału III PAN.

Wniosek końcowy

Reasumując, po przeanalizowaniu całego materiału rozprawy habilitacyjnej dr Kuświka uważam, że na pozytywną ocenę zasługują zarówno prace naukowe stanowiące rozprawę habilitacyjną jak i ogólny dorobek naukowy czyli ilość publikacji, czasopisma z dobrym IF, H-factor = 9, ogólna cytawalność prac naukowych, a także w sumie dorobek dydaktyczny i popularyzatorski Habilitanta.

Uwzględniając przedstawione przeze mnie wyżej oceny, zarówno prac rozprawy habilitacyjnej, ogólnego dorobku naukowego oraz osiągnięć w działalności organizacyjnej i dydaktycznej oraz po rozważeniu wszystkich aspektów przedłożonej do oceny rozprawy habilitacyjnej dr Piotra Kuświka **stwierdzam, iż spełnia ona w pełni wszelkie wymagania** stawiane tego rodzaju pracom przez odnośną ustawę.

Handwritten signature in blue ink.