

Prof. dr hab. Józef Barnaś
Wydział Fizyki UAM
w Poznaniu

RECENZJA

pracy habilitacyjnej dra Ryszarda Gieniusza

pt. *„Badania mikrofalowych wzbudzeń namagnesowania w wybranych strukturyzowanych i jednorodnych cienkich materiałach magnetycznych”*
oraz ocena Jego dorobku naukowego

Informacje ogólne o kandydacie i jego działalności dydaktyczno-organizacyjnej

Dr Ryszard Gieniusz ukończył studia w 1977 roku na Wydziale Matematyczno-Fizycznym Filii Uniwersytetu Warszawskiego (UW) w Białymstoku (obecnie Wydział Fizyki Uniwersytetu w Białymstoku, UwB). Pracę dyplomową wykonał w Pracowni Fizyki Magnetyków pod kierunkiem prof. dra hab. Henryka Szymczaka. Po ukończeniu studiów kontynuował pracę naukową jako asystent w Zakładzie Fizyki Magnetyków. W roku 1990 obronił pracę doktorską pt. "Magnetostatyczne drgania własne w warstwach granatów $Y_3Fe_5O_{12}$ z uwzględnieniem anizotropii kubicznej i jednoosiowej", wykonaną pod kierunkiem prof. dr hab. Rity Szymczak. W tym samym roku Rada Naukowa Instytutu Fizyki PAN nadała mu stopień doktora nauk fizycznych. Działalność naukowa habilitanta związana była początkowo z Filią UW w Białymstoku a później z UwB, gdzie rozpoczął pracę jako asystent, po doktoracie awansował na stanowisko adiunkta, a od 2001 roku zatrudniony jest jako starszy wykładowca.

W okresie tym wielokrotnie przebywał za granicą na krótkich i dłuższych stażach naukowych. Niewątpliwie jest w tym duża zasługa opiekuna naukowego, prof. dra hab. Andrzeja Maziewskiego, który jest bardzo aktywny w zakresie współpracy naukowej zagranicznej jak i krajowej. Dzięki tej aktywności prof. Maziewskiego, dr Ryszard Gieniusz miał możliwość uczestniczenia w wielu projektach naukowych finansowanych przez KBN, NCN, FNP oraz w projektach międzynarodowych.

Dr R. Gieniusz prowadził aktywną działalność dydaktyczną i popularyzatorską na wydziale Fizyki UwB, a wcześniej na Wydziale Matematyczno-Fizycznym Filii UW w

Białymstoku. Był opiekunem wielu prac magisterskich i licencjackich oraz promotorem pomocniczym w dwóch przewodach doktorskich. Niewątpliwie, dr R. Gieniusz wniósł też duży wkład w zorganizowanie doskonale wyposażonego laboratorium spektroskopii brillouinowskiej struktur magnetycznych.

Ocena dorobku naukowego

Dorobek naukowy dra Ryszarda Gieniusza, z wyłączeniem prac wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej, obejmuje 28 publikacji, z czego 12 prac opublikowanych zostało w czasopismach z bazy JCR a 16 prac w innych czasopismach lub wydawnictwach książkowych. Są w tym również prace wykonane przed doktoratem. Z wyjątkiem jednej publikacji są to prace współautorskie. W ponad połowie z nich habilitant jest pierwszym z dwóch lub trzech współautorów. Pozostałe publikacje zawierają już znacznie większą liczbę współautorów i habilitant znajduje się w nich na dalszej pozycji. Stosunkowo duża liczba współautorów jest konsekwencją faktu, że prace te w większości powstawały w ramach szerszej współpracy zagranicznej.

W działalności naukowej kandydata do stopnia dra habilitowanego można wyodrębnić trzy okresy. Okres pierwszy obejmuje lata przed uzyskaniem stopnia doktora w 1990 roku. Był to okres dość aktywnej działalności publikacyjnej kandydata. Ukazało się wówczas 17 prac naukowych. Drugi okres obejmuje lata od doktoratu do roku 2003. Nastąpił wtedy dość wyraźny spadek aktywności naukowej kandydata, co wyraźnie widać z listy publikacji. W latach od 1991 do 2003 opublikował tylko dwie prace (obie wchodzą w skład pracy habilitacyjnej). Od roku 2004 zaczął się ponownie okres zwiększonej aktywności naukowej i publikacyjnej. Wiąże się to częściowo z zagranicznymi stażami naukowymi i współpracą w ramach projektów naukowych. Widać to również w parametrach dotyczących cytowalności prac habilitanta, która zdecydowanie wykazuje tendencję wzrostową od roku 2005. Jednakże całkowita liczba cytowań jest na dość niskim poziomie, bo tylko 54 bez autocytowań. Jednakże dynamika cytowalności sugeruje ich znaczący wzrost w następnych latach. Również indeks Hirscha wynosi tylko 5 i należy raczej do niskich jak na habilitację.

Tematyka prac naukowych wchodzących do dorobku naukowego (z wyłączeniem prac wchodzących do habilitacji) obejmuje głównie badania eksperymentalne (czasami wsparte teoretyczną analizą) dotyczące magnetyzmu cienkich warstw i powierzchni; w szczególności badania magnetycznej struktury domenowej, efektu magneto-optycznego jak również propagacji fal magnetostatycznych. Z bardziej ciekawych wyników uzyskanych przez

habilitanta należy wymienić te dotyczące własności magnetycznych cienkich warstw wytworzonych na podłożach o strukturze z tarasami, oraz wpływu podłoża i warstwy przykrywającej na własności magnetyczne cienkich i ultracienkich warstw magnetycznych.

Dorobek naukowy obejmuje również prezentacje na konferencjach krajowych i zagranicznych. W tym zakresie dorobek dra R. Gieniusza wygląda dość dobrze. Habilitant uczestniczył łącznie w kilkudziesięciu konferencjach (brak dokładanych danych). W okresie ostatnich dwóch lat wygłosił pięć referatów, z których dwa były referatami na zaproszenie organizatorów.

Ocena pracy habilitacyjnej

Rozprawa habilitacyjna "*Badania mikrofalowych wzbudzeń namagnesowania w wybranych strukturyzowanych i jednorodnych cienkich materiałach magnetycznych*" dra Ryszarda Gieniusza dotyczy eksperymentalnego badania dynamicznych właściwości nanostrukturyzowanych układów magnetycznych. Całość rozprawy habilitacyjnej obejmuje 9 prac naukowych opublikowanych w recenzowanych czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej. Z wyjątkiem jednej, są to prace współautorskie, jednakże w większości (z wyjątkiem dwóch) habilitant jest głównym, tzn. pierwszym autorem. W jednej z tych dwóch prac znajduje się na drugiej pozycji natomiast w drugiej jest dopiero na 6-tej pozycji (na 7-miu autorów). Można więc wnioskować, że w tym ostatnim przypadku wkład habilitanta nie jest znaczący i można mieć wątpliwości czy praca ta powinna być włączona do rozprawy habilitacyjnej. Prace wchodzące w skład rozprawy opublikowane są w dobrych czasopismach naukowych - trzy prace w Applied Physics Letters, cztery prace w Journal of Magnetism and Magnetic Materials, oraz po jednej w Thin Solid Films i Acta Physica Polonica A.

Najciekawsze prace wchodzące do rozprawy habilitacyjnej to prace wymienione w spisie jako H1-H3. Wszystkie opublikowane są w Applied Physics Letters. Dwie z nich powstały we współpracy z Centrum Badań Nieliniowych w Munster (Niemcy). Te trzy publikacje stanowią spójną część habilitacji. Dotyczą one trzech różnych zjawisk fizycznych badanych na podobnych układach. Są to takie zjawiska jak: (i) generacja drugiej i trzeciej harmonicznej w zakresie mikrofalowym, (ii) dyfrakcja i ogniskowanie powierzchniowych fal magnetostatycznych, oraz (iii) brak całkowitego odbicia dla fal magnetostatycznych. Są to zjawiska znane dla fal nieliniowych. W przypadku fal spinowych, niektóre ich aspekty były badane w grupie prof. B. Hillebrandsa w Kaiserslautern.

W pracy H1 przeprowadzono badanie drugiej i trzeciej harmonicznej w elipsoidalnym dysku permaloju o grubości 10 nm i osiach odpowiednio 1000 nm i 500 nm. Przy pomocy pola mikrofalowego o częstotliwości poniżej częstotliwości rezonansowej i o dużej intensywności wzbudzano dynamikę magnetyczną układu i przy pomocy techniki brillouinowskiego rozpraszania światła (BLS) badano odpowiedź układu przy częstotliwościach dwukrotnie i trójkrotnie wyższych od częstotliwości sygnału wzbudzającego. Pokazano, że nieliniowość dynamiki magnetycznej opisanej równaniem Landaua-Lifszycy-Gilberta prowadzi do generacji drugiej i trzeciej harmonicznej, przy czym wzbudzenie to ma charakter rezonansowy jeśli wzbudzana harmoniczna pokrywa się z częstotliwością własną układu. Ciekawym wynikiem jest to, że intensywność trzeciej harmonicznej jest wyższa od intensywności drugiej harmonicznej. Takie zwielokrotnienie częstotliwości może mieć pewne znaczenie jeśli chodzi o możliwości zastosowania w mikroelektronice i nanoelektronice.

Praca H2 dotyczy zjawiska dyfrakcji i ogniskowania powierzchniowych fal spinowych w cienkiej warstwie YIG-u (granatu żelazowo-ityrowego) z otworem. Materiał ten (YIG) znany jest z bardzo małego tłumienia fal spinowych, dlatego też doskonale nadaje się do tego typu badań. Przy pomocy anteny wzbudzano powierzchniową falę spinową i metodą BLS badano rozkład amplitudy fali odbitej i ugiętej na otworze. Poprzez odpowiedni dobór częstotliwości i parametrów otworu (średnica, odległość od anteny) obserwowano efekt ogniskowania fal po odbiciu jak również efekt ogniskowania fal ugiętych. Ciekawą właściwością tych fal jest ich ogniskowanie w pewnych kierunkach, przy czym kierunkami tymi można sterować przy pomocy zewnętrznego pola magnetycznego. Uzyskane wyniki eksperymentalne dobrze zgadzają się z przewidywaniami teoretycznymi.

W pracy [H3] badano zjawisko ogniskowania powierzchniowych fal spinowych padających pod pewnym kątem na liniowy układ otworów w warstwie YIG-u. Wykorzystano podobną technikę wzbudzania fal spinowych i analizy rozkładu amplitudy jak w pracy H2. Okazało się, że dla pewnego kąta padania fala nie ulega odbiciu a rozchodzi się wzdłuż linii otworów. Zjawisko to jest częściowo podobne do zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia światła na granicy dwóch różnych ośrodków jeśli fala pada pod kątem granicznym. Mechanizm fizyczny tego efektu jest nieco inny ze względu na nieliniowy charakter fal spinowych i anizotropowy charakter związku dyspersyjnego. Wyniki eksperymentalne uzyskane w pracy zostały wsparte numerycznymi symulacjami, uzyskując dobrą zgodność.

Te trzy prace są moim zdaniem najciekawsze z punktu widzenia zawartej w nich fizyki. Wprawdzie badane efekty są znane, to jednak znacznie trudniej jest je obserwować w przypadku powierzchniowych fal spinowych ze względu na szereg czynników (duża długość

fali, nieliniowość, anizotropia propagacji). Dlatego też chciałbym w tym miejscu podkreślić eksperymentalne umiejętności habilitanta, gdyż jak wynika z oświadczeń, wniósł on wiodący wkład do dwóch z tych prac. Pewne wątpliwości budzi deklarowany udział w pracy H1. W pracy tej habilitant, będąc na szóstej pozycji (na siedmiu współautorów), deklaruje udział 40%. Przy niealfabetycznej liście autorów można oczekiwać, że procentowy udział pierwszych pięciu współautorów nie był mniejszy. Z przedłożonych oświadczeń współautorów wynika również, że we wszystkich trzech pracach habilitant wykonał pomiary BLS, natomiast teoretyczne i numeryczne obliczenia oraz same próbki wykonane zostały przez współautorów.

Kolejne dwie prace [H4] i [H5] pochodzą z wcześniejszego okresu działalności naukowej habilitanta, dokładnie z lat 1993 i 1996. Pierwsza z nich jest pracą mono-autorską i dotyczy wpływu anizotropii magnetokrystalicznej na magnetostatyczne mody w cienkiej warstwie YIG-u. Jej zasadniczym celem było wyznaczenie stałych anizotropii magnetycznej z widma magnetostatycznych fal spinowych. Praca ta ma silną podbudowę teoretyczną dotyczącą modów magnetostatycznych w warstwie YIG-u z magnetyczną anizotropią. Wyniki eksperymentalne uzyskano metodą rezonansu ferromagnetycznego (FMR) oraz przy pomocy mikrofalowego analizatora widma. Chociaż możliwości eksperymentalne w tym okresie były dość ograniczone, to jednak uzyskane rezultaty stanowiły znaczący przyczynek do zrozumienia fizyki warstw magnetycznych. Potwierdzają one nie tylko eksperymentalne umiejętności Habilitanta, ale i umiejętność wykonania potrzebnych obliczeń analitycznych. Praca druga [H5] dotyczy podobnego problemu ale w cienkich warstwach YIG domieszkowanych bizmutem Bi. Praca ta ma głównie charakter eksperymentalny a jej celem było wyznaczenia współczynnika tłumienia Gilberta. Aby to osiągnąć, zastosowano metodę taką jak w pracy [H4], oraz dodatkowo układ z anteną nadawczą i odbiorczą. Warto w tym miejscu zaznaczyć, że problem tłumienia stał się aktualnie jednym z istotnych zagadnień w dynamice magnetycznej, głównie w kontekście dodatkowego tłumienia wynikającego z tzw. pompowania spinowego i spinowego momentu siły pochodzącego od prądu spinowego. Znajomość współczynnika Gilberta jest przy tym bardzo istotna.

Kolejne trzy publikacje, to krótkie prace pokonferencyjne, opublikowane w JMMM (2) i Acta Physica Polonica A (1). Dotyczą one eksperymentalnego wyznaczenia stałych anizotropii magnetycznej w cienkich warstwach kobaltu Co. W pierwszej z nich [H6] stałe te wyznaczono metodą FMR w warstwie Co naniesionej na podłożu krzemowym z tarasami. W drugiej [H7] wykorzystano metodę BLS do zbadania wzbudzeń i wyznaczenia stałych anizotropii dla epitaksjalnej warstwy Co w strukturze Mo/Co/Au. Praca ta powstała w czasie

pobytu habilitanta w grupie prof. Burkarda Hillebrandsa (Kaiserslautern), znanego specjalisty w zakresie wykorzystania metod BLS do badania wzbudzeń magnetycznych. W trzeciej pracy [H8] do wyznaczenia stałych anizotropii w cienkiej warstwie Co na podłożu Mo lub Au oraz pokrytej warstwą Mo lub Au wykorzystano technikę FMR. Zbadano w szczególności wpływ warunków wytwarzania struktury na magnetyczną anizotropię.

Ostatnia praca wchodząca w skład rozprawy habilitacyjnej, [H9], dotyczy wytwarzania i badania własności magnetycznych heterostruktur złożonych z warstw Co i YIG. Z pomiarów magnetooptycznych efektu Kerra oraz FMR wyznaczono w niej stałe anizotropii oraz współczynnik tłumienia Gilberta dla heterostruktury.

Wymienione wyżej rezultaty/zagadnienia stanowią pewnego rodzaju zwartą całość. Niewątpliwie mocnym punktem pracy habilitacyjnej jest umiejętność połączenia prowadzonych badań eksperymentalnych z obliczeniami teoretycznymi. Chociaż praca habilitacyjna dra Ryszarda Gieniusza powstawała dość długo, to jednak istotna jest głównie jej zawartość merytoryczna. Pewne wątpliwości budzi włączenie do rozprawy pracy H1. Również deklaracje dotyczące wkładu habilitanta nie zawsze są w pełni jasne, zwłaszcza w przypadku pracy H1. Utrudnia to oddzielenie jego wkładu od wkładu innych współautorów, a to może być istotne jeśli rezultaty prac są wykorzystywane w innych rozprawach. Biorąc pod uwagę wszystkie uwagi pozytywne jak i krytyczne uważam, że praca ta spełnia wymogi stawiane pracom habilitacyjnym, a uzyskane rezultaty są istotne dla zrozumienia właściwości cienkich warstw magnetycznych oraz dynamiki spinowej (w szczególności magnetostatycznych fal powierzchniowych).

Wniosek końcowy

Przedstawione wyżej uwagi krytyczne jak i pozytywne pozwalają stwierdzić, że zarówno rozprawa habilitacyjna jak i pozostały dorobek naukowy dra Ryszarda Gieniusza spełniają wymagania stawiane przez Ustawę o Stopniach i Tytule Naukowym. W swoich pracach dr Ryszard Gieniusz uzyskał szereg interesujących wyników a tematyka tych prac, chociaż powstawały one w dość długim okresie, niewątpliwie obejmuje ważne i aktualne zagadnienia fizyki cienkich warstw magnetycznych. Dlatego też pozytywnie oceniam pracę habilitacyjną i całość dorobku naukowego dra Ryszarda Gieniusza. Jednocześnie wnoszę o dopuszczenie dra Ryszarda Gieniusza do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Poznań, 15. 01. 2015r.

Prof. dr hab. Józef Barnaś

