



Tel: +48 85 738 7229  
[physics.uwb.edu.pl/zfmag](http://physics.uwb.edu.pl/zfmag)

Prof. dr hab. Andrzej Maziewski

Katedra Fizyki Magnetyków  
Wydział Fizyki  
Uniwersytet w Białymstoku  
ul. Konstantego Ciołkowskiego 1L  
15-245 Białystok

Fax: +48 85 738 7223  
E-mail: [magnet@uwb.edu.pl](mailto:magnet@uwb.edu.pl)

Recenzja rozprawy doktorskiej mgra **Mathieu Moalic**

na temat: „**Numerical Investigations of Collective Spin- Wave Dynamics in Complex Magnetic Textures and Patterned Ferromagnetic Films**”

przygotowanej w dyscyplinie nauki fizyczne. Rozprawa doktorska została wykonana, w Instytucie Spintroniki i Informatyki Kwantowej Wydziału Fizyki, Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, pod kierunkiem promotora prof. dr hab. Macieja Krawczyka i promotora pomocniczego dr Mateusza Zelenta. Recenzja została przygotowana na podstawie uchwały 20/2025/2026 Rady Naukowej Dyscyplin Nauki Fizyczne i Astronomia Wydziału Fizyki i Astronomii UAM z dnia 21 listopada 2025 roku.

Rozprawa poświęcona jest numerycznemu modelowaniu fal spinowych (SW) w wybranych strukturyzowanych cienkich warstwach magnetycznych. Ta nowoczesna tematyka, gałęzi magnetyzmu, magnonika jest obecnie intensywnie rozwijana w wiodących ośrodkach doświadczalnych i teoretycznych na świecie ze względów poznawczych oraz na możliwe zastosowania np. w urządzeniach służących do prawie bezstratnej transmisji informacji, konwersji energii, układach logicznych ,....

Rozprawa została przygotowana w oparciu o pięć wieloautorskich prac : 4 opublikowanych w renomowanych czasopismach z listy filadelfijskiej i jednej umieszczonej w arXiv repozytorium elektronicznych preprintów. Do przygotowania rozprawy mgr M.Moalic przygotował również oprogramowanie które udostępnił na stronach internetowych. W rozprawie można wyróżnić : (i) dwa rozdziały wprowadzające (1 i 2) do tematyki magnetyzmu (ii) rozdział (3) opisujący rozbudowane przez Kandydata oprogramowanie, (iii) główny rozdział 4 z pięcioma podrozdziałami z oryginalnymi wersjami publikacji wybranymi do rozprawy oraz z dwoma podrozdziałami opisującymi perspektywy podejmowanych badań i krótkie informacje o wynikach uzyskanych w innym pracach nie ujętych w rozprawie; (iv) rozdział 5 z informacjami o Autorze rozprawy – jego udziałach w konferencjach, uzyskanych wyróżnieniach, realizowanych projektach oraz odbytych stażach naukowych.

## Spis prac wykorzystanych w rozprawie

- A. **M. Moalic**, M. Krawczyk, M. Zelent. *Spin-wave spectra in antidot lattice with inhomogeneous perpendicular magnetic anisotropy*, **Journal of Applied Physics**, **132** (21), 213901 (2022).
- B. **M. Moalic**, M. Zelent, K. Szulc, M. Krawczyk, *The role of non-uniform magnetisation texture for magnon-magnon coupling in an antidot lattice*, **Scientific Reports**, **14** (1), 11501 (2024).
- C. **M. Moalic**, Y. Patat, M. Zelent, M. Krawczyk., *Efficient generation of second-harmonic propagating spin waves in a thin, out-of-plane-magnetise ferromagnetic film*, **arXiv preprint**, 2509.07705 (2025).
- D. R. Mehta, **M. Moalic**, M. Krawczyk, S. Saha, *Tunability of spin-wave spectra in a 2D triangular shaped magnonic fractals*, **Journal of Physics: Condensed Matter**, **35** (32), 324002 (2023).
- E. K.O. Levchenko, K. Davídková, R.O. Serha, **M. Moalic**, A.A. Voronov, C. Dubs, O. Surzhenko, M.Lindner, J. Panda, Q. Wang, O. Wojewoda, B. Heinz, M. Urbánek, M. Krawczyk, A.V. Chumak, *1D YIG hole-based magnonic nanocrystal*, **Applied Physics Letters**, **127**, 172401 (2025).

Adresy do oprogramowania opracowanego przez Kandydata do wykonania rozprawy:

- **Amumax**: A fork of mumax3 aimed at enhancing Python workflow integration. [<https://github.com/MathieuMoalic/amumax>]
- **Pyzfn**: A Python library for post-processing micromagnetic simulation data generated by Amumax, a fork of mumax3. [<https://github.com/MathieuMoalic/pyzfn>]

Praca doktorska została napisana w języku angielski, zawiera (i) wstęp z : streszczeniem (w języku angielskim i polskim), listą własnych publikacji, informacją o Autorze, wprowadzeniem i spisem treści głównej części rozprawy; (ii) część główną (104 strony) do której dołączono również obszerną bibliografią zawierającą 164 pozycje głównie z aktualnej literatury; (iii) deklaracje współautorów o ich udziale w przygotowaniu prac wykorzystanych w rozprawie (deklaracje te znajdują się w wersji papierowej rozprawy, brak jest ich w wersji elektronicznej pracy).

**W wersji elektronicznej i papierowej rozprawy brak jest** : (i) ostatniej strony pracy [A] (ii) materiałów dodatkowych (rysunków) do pracy [D] nazwanych „*Supplemental Figure*” oraz (ii) pierwszej strony „*Supplementary materials*” pracy [E].

## Omówienie poszczególnych części rozprawy

W dwóch pierwszych rozdziałach 1 i 2 podjęta została próba zasygnalizowania szerokiego zakresu tematów związanych z podstawami magnetyzmu. Nie jest to jednak, według mojej opinii próba udana. Budzi zastrzeżenia nawet sam podział materiału na dwa podrozdziały - duża część materiału z rozdziału 2 „*Micromagnetic simulations*” - trudno jest powiązać z symulacjami mikromagnetycznymi np. podrozdział 2.4.5 „*Modyfikowanie właściwości ultracienkich warstw jonami*”. W tych rozdziałach powinny znaleźć się informacje przydatne do przybliżenia tematyki pięciu prac z rozprawy.

Zbyt ograniczony jest opis w podrozdziale 2.1.4 magnetycznej anizotropii bardzo ważnej w rozprawie właściwości dyskutowanych materiałów. Brakuje informacji o anizotropii w warstwach granatów, orientacji osi łatwej magnetyzacji (w pracy [E] nie jest to precyzyjnie określone). Zaprezentowana, w 2.1.4, w postaci dosyć nietypowej energia magnetycznej anizotropii, może opisywać uporządkowanie nie tylko typu łatwa oś magnetyzacji ale również

łatwa płaszczyzna co zależy od grubości nanostruktury lub/i warunków bombardowania jonami (oba przypadki istotne w rozprawie).

Nie jest wystarczająco dopracowany podrozdział 2.4.5, część informacji tam opisanych nie jest precyzyjna. Proces modyfikacji anizotropii poprzez bombardowanie jonami jest złożony w zależności od wielu czynników struktury materiału oraz dozy, energii i rodzaju jonów. Anizotropia może zmieniać się przestrzennie w funkcji odległości zarówno od powierzchni górnej modyfikowanej warstwy jak i od centrum wiązki jonów; różne mogą być maksymalne zmiany anizotropii może ona nawet zwiększać się pod wpływem bombardowania; występuje również efekt trawienia warstwy, który jest zależny od dozy jonów.

Brakuje dodatkowego podrozdziału porównującego różne oprogramowanie służące do symulacji mikromagnetycznych (np. klasyczny program OOMMF, TetraX stosowany w pracy [E] przez współpracowników z Wiednia, MuMax,...), dyskusji przewagi MuMax nad innymi programami co było prawdopodobnie powodem zaangażowania Kandydata w rozwój dodatkowych narzędzi do wykorzystania MuMax. Taki podrozdział byłby przydatny do lepszego wprowadzenia do specjalistycznego rozdziału 3 opisującego wyniki Kandydata.

Znacznie lepiej został opracowany rozdział 3, który jest poświęcony rozbudowanemu przez Autora oprogramowaniu Amumax i Pyzfn. To dopracowanie to prawdopodobnie wynik doświadczeń, zdobytych przez Kandydata, w czasie wprowadzania grupy studentów (których był opiekunem) w tajniki symulacji mikromagnetycznych. Efektywność tego wprowadzenia widoczna jest we wspólnych publikacjach z studentami.

**Podstawą rozprawy jest rozdział 4** z pięcioma publikacjami mgra M.Moalica, każda z nich poprzedzona jest krótkim wstępem wprowadzającym w tematykę oraz opisem wkładu Kandydata w jej przygotowanie. Prace poświęcone są opisowi dynamiki magnetyzacji w strukturyzowanych warstwach : (i)  $(\text{CoPd})_8$ , są to trzy pierwsze prace [A,B,C], w których Kandydat jest pierwszym autorem, jest to kontynuacja badań teoretycznych podjętych przez zespół z UAM we współpracy z doświadczalnymi zespołami A.Barmana z Indii i O.Hellwiga z USA (obecnie z Dresden-Rossendorf Niemcy), było to badanie nanostruktur z prac *S.Pan i inni Appl.Phys.Lett. 105, 162408 (2014)* i *S.Pan i inni, Phys.Rev.B 101, 014403 (2020)*; (ii) permaloju z strukturyzacją w postaci fraktalnej – trójkątów Sierpińskiego; wyniki w pracy [D] uzyskano we współpracy z zespołem S.Saha z Indii, Kandydat jest drugi na liście autorów; (iii) YIG (o submikronowej grubości) z układem nano-otworów, wyniki pracy [E] uzyskano we współpracy z doświadczalnym zespołem prof. A.V.Chumaka z Austrii oraz zespołów z Niemiec, Czech i Chin Kandydat jest czwarty na liście 15 autorów.

**W pracy [A]** modelowano wielowarstwę, z anizotropią prostopadłą **PMA**,  $(\text{CoPd})_8$  z siecią cylindrycznych anty-kropek wytworzonych poprzez bombardowanie jonami, była to najprostsza nanostruktura z serii próbek opisanych w pracy *S.Pan PRB (2020)*. Kandydat założył powstanie, wewnątrz antykropki, pierścienia o szerokości  $w$  o zredukowanej magnetycznej anizotropii o czynnik  $F_{Ku}$ . W pracy opisano wpływ parametrów geometrycznych (szerokość  $w$  i średnicy anty-kropki  $d$ ) i  $F_{Ku}$  na zależność widma fal spinowych tworzących mody objętościowe o amplitudzie skoncentrowanej w jednorodnej części sieci anty-kropek oraz mody krawędziowe o amplitudzie zlokalizowanej w krawędziach zredukowanej anizotropii. Opisano silną hybrydyzację między modami objętościowymi i radialnymi modami krawędziowymi.

W pracy brakuje połączenia, w dyskusji, opisu wpływu parametrów ( $w$ ,  $d$  i  $F_{Ku}$ ) na właściwości dynamiczne w porównaniu z statycznymi – z rozkładami magnetyzacji (podobnie jak Fig.3b z *S.Pan PRB (2020)*) oraz powiązania wyników z eksperymentem Fig.2c. z *S.Pan PRB (2020)*, co umożliwiłoby dyskusję uproszczonego modelu profilu anizotropii.

Dodatkowe uwagi : prawdopodobnie nieprecyzyjnie podany jest rozmiar komórki w płaszczyźnie xy podano 0.97 nm (powinien być 0.98 nm)

Fig.2 Błędny jest opis skali rysunków 2b-i ( $0 \leq x \leq 512 \text{ nm}, 0 \leq y \leq 512 \text{ nm}$ ) prawdopodobnie na osiach są podane numery pikseli; jeżeli skala jest w nm to powinny być zaznaczone na rysunkach rozmiary struktury  $a=500 \text{ nm}$ .

Błędny jest wzór (5) na rezonans w polu prostopadłym do próbki. We wzorze powinno być pole zewnętrzne  $H_{\text{ext}}$  (a nie  $H_{\text{ani}}$ , - jest to niezdefiniowane oznaczenie pola anizotropii ? formalnie pole anizotropii jest uwzględnione w członie  $H_{K_u}$ )

Notacja modów wzbudzeń SW zawiera 3 wskaźniki  $M_{mnb}$  : radialny n, azymutalny n i objętościowy b. Notacja ta nie jest jednak stosowana konsekwentnie czasem jest to notacja trój-wskaźnikowa, czasem dwu-wskaźnikowa nawet w relacji do tego samego wzbudzenia, np. mod postawowy z Fig.2h jest oznaczony  $M_{-1}$  lub jako  $M_{-1}$ .

**W pracy [B]** kontynuowane jest, po pracy [A], badanie dynamiki magnetyzacji w sieci anty-kropek wytworzonych technika FIB w wielowarstwach (CoPd)<sub>8</sub>. Założono, bardziej realistyczny, eksponencyjny zanik magnetycznej anizotropii, w pierścieniu otaczającym antykropkę. Badano, z wykorzystaniem mikromagnetycznych symulacji, kryształ magnoniczny składający się z sieci periodycznie rozłożonych, wokół anty-kropek, pierścieni, z zanikającą magnetyczną anizotropią, umieszczonych w matrycy wielowarstwy z anizotropią prostopadłą. Zbadano proces magnesowania w polu przyłożonym, wzdłuż osi z, prostopadle do powierzchni nanostruktury. Wyznaczono zakresy zewnętrznych pól  $B_{\text{ext},z}$ , w których proces ten miał charakter: (i) nieodwracalny  $|B_{\text{ext},z}|$  mniejsze od ok. 0.1T histereza związana głównie z przemagnesowaniem matrycy i (ii) odwracalny w zakresie około 0.1 do 0.9T proces związany z magnesowaniem pierścieni. Wyznaczono rozkłady magnetyzacji w polu  $B_{\text{ext},z}$ . Zbadano wpływ pola  $B_{\text{ext},z}$  na dynamikę magnetyzacji w matrycy i w pierścieniach **ADL-MR** (antidot lattice modified rim). Wykazano różnice w zachowaniu fal spinowych w obu systemach, hybrydyzację modów. Opisano silne sprzężenie magnon–magnon, wynikające z oddziaływań wymiennych, pomiędzy podstawowym modem fal spinowych w matrycy i radialnymi modami drugiego rzędu ADL-MR.

Pojawiają się pytania odnośnie założonego modelu profilu magnetycznej anizotropii wokół anty-kropki. Zanik magnetycznej anizotropii (do zera), można opisać ogólnym wzorem  $K_u(\rho) = \left[ \frac{1}{2} \tanh\left(\frac{\rho - \rho_{\text{edge}}}{\Delta}\right) + \frac{1}{2} \right] K_{u,\text{bulk}}$  (w pracy podany jest bez numeracji wzór  $K_u(\rho) = \left[ \frac{1}{2} \tanh\left(\frac{\rho - \rho_{\text{edge}}}{8}\right) + \frac{1}{2} \right] K_{u,\text{bulk}}$ . Pytania na jakiej podstawie Kandydat wybrał w pracy następujące parametry zaniku anizotropii: (i) szerokość pierścienia zmian anizotropii  $\Delta=8$  ? oraz (ii) położenie środka tego pierścienia  $\rho_{\text{edge}}=150 \text{ nm}$  ? w wyjściowej, do prowadzonego modelowania, pracy *S.Pan PRB (2020)*  $\rho_{\text{edge}} \approx 100 \text{ nm}$  (z analizy obrazu SEM).

**W pracy [C]** zaproponowano hybrydową nanostrukturę ferromagnetyczną składającą się z małego dysku (nanownęki magnonicznej, **Excitation Region ER**) z magnetyzacją w płaszczyźnie, obszar ten sprzężony jest wymiennie z matrycą (w postaci warstwy lub paska) z PMA do propagacji fal spinowych SW Propagation Region **PR**. Tego typu nanostrukturę można uzyskać poprzez lokalne (w obszarze dysku) zmniejszenie magnetycznej anizotropii w wyniku odpowiedniego bombardowania jonami magnetycznej warstwy (paska) z PMA, modelowanie wykonano z wykorzystaniem parametrów wielowarstwy (CoPd)<sub>8</sub>. Z symulacji mikromagnetycznych wnioskowano, że pole mikrofalowe wzbudza w dysku ER mod podstawowy, jego druga harmoniczna jest następnie spójnie i efektywnie wprowadzana do obszaru ER generując propagujące fale spinowe SW. Można zmieniać częstość emisji poprzez amplitudę zewnętrznego pola magnetycznego lub rozmiary nanownęki.

**Uwagi** w trzech pracach [A,B,C] badania ograniczone są do strukturyzowanych jonami wielowarstw (Co(0.75nm)Pd(0.9nm))<sub>8</sub> o grubości 13.2nm (*S.Pan PRB (2020)*), brak jest próby dyskusji rozszerzającej wpływu na wzbudzenia magnetyzacji np. na grubości próbki (ilości wielowarstw) czy magnetycznej anizotropii matrycy.

Uzyskana wiedza i opracowane przez Kandydata oprogramowanie może być wykorzystane w badaniach nowej generacji 3D kryształów magnonicznych wytwarzanych np. poprzez trójwymiarowe modyfikowanie magnetycznej anizotropii w nanostrukturach poprzez odpowiednie bombardowanie jonami.

**W pracy [D]** badano struktury permaloju **Py** o grubości 20 nm, w postaci trójkątów Sierpińskiego (popularna konstrukcja deterministycznego fraktala) na ośmiu poziomach iteracji struktury z wyjściowym równobocznym, pełnym Py, trójkątem o rozmiarach 2.85 μm (TRI-0), a następnie struktury do siedmiu poziomów iteracji trójkątów - na 7 poziomie (TRI-7) iteracji rozmiar, pełnego Py, trójkąta bazowego „building block” zmniejszył się do 20nm. Zbadano dynamikę magnetyzacji w : (i) pojedynczych trójkątach o różnych rozmiarach (związanych z rozmiarami trójkątów bazowych siedmiu iteracji); wielomodowe widmo fal spinowych rejestrowano dla największego trójkąta (z TR0) zostało zredukowane do jednego modu wzbudzenia w niskim zakresie częstotliwości dla najmniejszego trójkąta (z TR7); (ii) trójkątach Sierpińskiego w których złożone widmo fal spinowych silnie zmienia się ze wzrostem iteracji, zaobserwowano występowanie szerokich pasmowych przerw częstotliwości (w strukturach o odpowiednio wysokiej liczbie iteracji), wykazano możliwość zmiany widm, pasm przerw częstotliwości z wykorzystaniem zewnętrznego pola magnetycznego przyłożonego w płaszczyźnie – jego amplitudy i orientacji w płaszczyźnie względem boków trójkąta Sierpińskiego (iii) układach periodycznie ułożonych trójkątów Py o różnych rozmiarach, opisano różnice w dynamice magnetyzacji w tych układach i w trójkątach Sierpińskiego (o tych samych rozmiarach trójkątów bazowych), w obu przypadkach występują przerwy w widmie częstotliwości. Za właściwości dynamiczne odpowiedzialne są oddziaływania magnetostatyczne wewnątrz trójkątów i między trójkątami. Wyniki mogą być istotne do zastosowania fraktali magnetycznych jako rekonfigurowalnych aperiodycznych kryształów magnonicznych.

W pracy przydatne byłoby pełniejsze powiązanie właściwości dynamicznych z odpowiednimi statycznymi rozkładami magnetyzacji – jest co prawda ograniczona prezentacja statycznych rozkładów magnetyzacji na Fig. S1 z materiałów dodatkowych (których nie dołączono do rozprawy). Na Fig.S1 brakuje wysymulowanych podstawowych statycznych rozkładów magnetyzacji w : (i) rzędzie górnym trójkąta bazowego o rozmiarach 22 nm (z TRI-7); (ii) rzędzie dolnym fragmentu TRI-7 oraz lokalizacji wysymulowanych rozkładów w trójkątach Sierpińskiego, wykazanie różnic w rozkładach z różnych obszarów trójkątów Sierpińskiego. Rysunek ten byłby bardziej czytelny po jego uzupełnieniu : (i) stosowaną skalą barw do oznaczenia orientacji magnetyzacji oraz (ii) skalą rozmiarów.

Dodatkowe uwagi

Fig.3 FFT widmo wyznaczone dla trójkąta Sierpińskiego TRI-7 powinny być wyznaczone/wykreślone w zakresie 0-15GHz tak jak w przypadku pozostałych trójkątów Sierpińskiego. Wszystkie widma wzbudzeń z Fig.2 mogłyby być również wykreślone w tym samym zakresie częstości 0-15GHz.

Pomyłone są w opisach oznaczenia rysunków Fig.5a i Fig5b.

Podpis pod Fig.7 wymaga korekty.

Do wyjaśnienia jest różnica w widmie powyżej 10GHz dla trójkąta Sierpińskiego TRI-6 z Fig.3 i Fig.5

Brakuje powiększenia ilustrującego konstrukcję periodycznego układu trójkątów

**W pracy [E]** podjęto ambitne badania nowej generacji, w skali nanometrów, kryształów magnonicznych wykorzystując osiągnięcia współczesnej technologii – submikronowej grubości warstwy granatów itrowo-żelazowych YIG (charakteryzujące się bardzo niskim tłumieniem SW) z których wytworzono jednowymiarowe kryształy magnoniczne 1D MC - submikronowej szerokości falowody SW z periodyczną siecią otworów, które odbijając część propagującej fali SW, tworzą wnęki rezonansowe. Do generacji i detekcji SW zastosowano specjalne anteny CPW w metodzie spektroskopii rozchodzących się SW **PSWS** (propagating spin-wave spectroscopy), wzbudzenia SW badano również techniką  $\mu$ BLS mikro-zogniskowanej spektroskopii rozpraszania światła Brillouina. Wykazano wpływ strukturyzacji na transmisję SW, możliwości utrzymania przerw pasmowych SW. Do opisanie wyników doświadczalnych Kandydat wykonał mikromagnetyczne modelowanie wzbudzeń SW, dyspersję SW w 1D MC, część Fig.2 została wykonana z wykorzystaniem oprogramowania Amumax.

Dodatkowe (do sygnalizowanych wyżej) techniczne uwagi krytyczne do rozdziału 4. W rozdziale tym mamy 3 rodzaje numeracji stron : (i) numery strony z publikacji, (ii) numery stron z części głównej rozprawy (numeracja ze spisu treści), numery występują na stronach krótkich wstępów (oraz opisu udziału Kandydata) do prac ; (iii) kolejne strony dokumentu w wersji elektronicznej. Czytanie rozprawy ułatwiłoby zastosowanie podwójnej numeracji stron w dołączonych publikacjach : oprócz istniejącej numeracji wprowadzonej przez redakcję czasopism dołączenie numeracji z części głównej rozprawy ze spisu treści.

Oprócz współautorstwa w pięciu pracach opisanych w rozprawie Kandydat brał udział w przygotowaniu 8 kolejnych prac (7 opublikowanych, oraz jednej umieszczonej w arXiv) związanych z szerszą tematyką współczesnego nanomagnetyzmu np. wpływem oddziaływania Dzialoshinskii-Morija na uporządkowanie magnetyczne, skyrmionami. Mgr M.Moalic był kierownikiem projektu NCN Preludium **“Designing an experimentally feasible two-dimensional magnonic crystal for the demonstration of topologically protected spin waves”** brał również udział w realizacji projektów : Horizon Europe, **“Magnonic Artificial Neural Networks and Gate Arrays”**, NCN OPUS, NCN SHENG oraz projektu obliczeniowego w Poznańskim Centrum Superkomputerowo-Sieciowym.

Na szczególne wyróżnienie zasługują liczne prezentacje wyników przez Kandydata na międzynarodowych konferencjach (INTERMAG, JEMS, SolSkyMag,...) w tym 5 ustnych i 13 plakatowych. Kandydat był nagradzany w różnych konkursach organizowanych przez UAM ze środków Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza (grantami na staże, konferencje, publikacje), uzyskał Stypendium Fundacji UAM, oraz nagrody w konkursach Intermag Sensor Challenge (1 i 2 miejsce) oraz European Defence Tech Hub Hackathon 2025 (3 miejsce). Kandydat odbył dwa zagraniczne staże (uzyskane wyniki pobytu zostały opublikowane) na : (i) University of Vienna, Austria i (ii) University of Porto, Portugalia. Kandydat brał udział w pracach organizacyjnych pięciu międzynarodowych konferencji, sympozjów przygotowywanych przez UAM, opiekował się również pięcioma studentami wykonywującymi prace dyplomowe w zespole prof.dr hab. M.Krawczyka.

Podsumowując recenzję pracy doktorskiej mgra Mathieu Moalic uważam, mimo uwag krytycznych, że materiał w niej zawarty w istotny sposób wzbogaca wiedzę w zakresie modelowania dynamiki magnetyzacji w cienkich strukturyzowanych warstwach, wzbogaca bazę narzędzi numerycznych do modelowania; rozprawa spełnia wymagania do uzyskania stopnia doktora w dyscyplinie nauki fizyczne; wnioskuje o dopuszczenie Kandydata do dalszych etapów przewodu doktorskiego.