

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Eleonory Kruglenko  
pt. **"Analiza funkcjonałów niewypukłych  
charakteryzujących mikromagnetyki"**

Rozprawa poświęcona jest wybranym metodom matematycznym i obliczeniowym stosowanym w teorii mikromagnetyzmu. Teoria ta odnosi się do materiałów magnetycznych, które w mikroskali wykazują namagnesowanie spontaniczne. Mimo swej nazwy, nie sięga ona jednak do skali atomowej, posługując się kontinualnym obrazem materii, w którym stan magnetyczny opisuje się polem wektora namagnesowania. Pole to jest a priori niezależne od pozostałych stopni swobody układu. Dla genetycznie jednorodnego ciała materialnego jest przy tym fizycznie sensowne przyjęcie założenia ustalonej długości wektora namagnesowania, zależnej jedynie od rodzaju materiału i jego stanu termodynamicznego. Zmiany stanu magnetycznego wynikają wówczas jedynie z obrotów wektora namagnesowania. Dopiero w wyniku ewentualnego dalszego uśrednienia makroskopowego moduł wektora namagnesowania może przybierać wartości pośrednie, zmieniające się od krańcowej wartości nasycenia do zera włącznie. Takie właśnie podejście jest główną domeną zainteresowań Autorki. Jednym z ważnych zadań teorii mikromagnetyzmu, dalekim dziś jeszcze od zadowalającego rozwiązania, jest wyprowadzenie metod mezo- czy makroskopowego opisu magnetyków. Metody te winny okazać się skuteczne w sytuacjach, gdy wysoki stopień komplikacji stanu mikroskopowego praktycznie uniemożliwia jego efektywne obliczenie.

Poza wstępem i podsumowaniem, rozprawa zawiera pięć rozdziałów, z których dwa mają charakter wprowadzający, a trzy dalsze służą prezentacji jej głównych wyników. Autorka rozpoczyna od przedstawienia rysu historycznego oraz zestawu wiadomości na temat zasadniczych faktów mikromagnetyzmu i fizycznych podstaw jego teorii. Zakres tej prezentacji wykracza poza wiedzę niezbędną dla dalszego ciągu rozprawy, stanowi jednak wartościowe tło dla rozważanych później problemów wyspecjalizowanych. Do najważniejszych faktów należy tutaj omówienie i uzasadnienie struktury funkcjonału energii mikromagnetyków nieodkształcalnych oraz ciał magnetosprężystych.

Trzeci rozdział rozprawy ma z kolei charakter czysto matematyczny - poświęcony jest omówieniu podstawowych pojęć i metod rozwijanych później i wykorzysty-

wanych w dalszych częściach rozprawy. Przytoczone są definicje dolnej półciągłości, niezbędne usubtelnienia pojęcia wypukłości funkcjonału, oraz wprowadzenie do teorii miar Younga, stanowiących jedno z głównych narzędzi matematycznych wykorzystywanych w rozprawie.

Kolejne dwa rozdziały poświęcone są zastosowaniu przedstawionego wyżej aparatu teoretycznego do zagadnień dotyczących mikromagnetyków nieodkształcalnych. Główne założenie metodologiczne polega tutaj na pominięciu energii oddziaływań wymiennych. Z ogólnego funkcjonału energii przedstawionego w rozdziale drugim pozostają wówczas dwa składniki wewnętrzne - energia anizotropii i energia magnetostatyczna - uzupełnione energią sprzężenia z polem zewnętrznym.

Powstające w ten sposób funkcjonały tracą właściwości gwarantujące istnienie rozwiązań klasycznych. Sytuacja zmienia się radykalnie na korzyść po uogólnieniu przestrzeni rozwiązań przez dopuszczenie funkcji, których wartościami są miary Younga.

Rozdział szósty - kończący merytoryczną część rozprawy - poświęcony jest magnetykom odkształcalnym. Autorka bada tutaj relację pomiędzy magnetykiem nieściśliwym a ciałem magnetosprężystym dowodząc, przy założeniu nasycenia magnetycznego, istnienia przejścia granicznego.

## Uwagi krytyczne

1. Główna zastosowana przez Autorkę metoda postępowania w teorii mikromagnetyków nieodkształcalnych opiera się na delikatnym i niebezpiecznym zabiegu pominięcia energii wymiany w funkcjonale energii. Następuje to przez nadanie współczynnikowi  $\alpha$  wartości równej zero. Pominięty zostaje w ten sposób składnik zawierający najwyższą pochodną. Nawet przy małej wartości współczynnika składnik ten ma decydujący wpływ na charakter i skalę przestrzenną struktury domenowej w próbce mikromagnetycznej. Ogólnie mówiąc, im mniejsza jest wartość współczynnika  $\alpha$ , tym bardziej rozbudowana jest struktura domenowa. Rozszerzenie przestrzeni dopuszczalnych rozwiązań na miary Younga ratuje sytuację tylko częściowo - nadal niemożliwe jest odtworzenie przestrzennej skali struktury domenowej. Okoliczności te wymagają dyskusji, której brakuje w rozprawie.

2. Jako jedną z możliwości rozwiązywania niewypukłych zagadnień mikromagnetyzmu Autorka wskazuje "metodę uwypuklenia", polegającą w efekcie na

