

Prof. dr hab. Janusz Adamowski
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej
Akademia Górniczo-Hutnicza
al. Mickiewicza 30
30-059 Kraków
tel. 012-6172974
e-mail: adamowski@fis.agh.edu.pl

**Recenzja rozprawy habilitacyjnej dr. Cezarego Śliwy,
stanowiącej cykl 6 publikacji poświęconych efektywnym odkształceniom
w magnetycznych stopach półprzewodnikowych**

Habilitant, dr Cezary Śliwa, przedstawił do oceny cykl 6 publikacji, autoreferat, komentarz do cyklu publikacji, zatytułowany „Efektywne odkształcenia w magnetycznych stopach półprzewodnikowych”, wykaz opublikowanych prac naukowych, referatów wygłoszonych na seminariach i prezentacji konferencyjnych, informację o działalności dydaktycznej i innej związanej z fizyką oraz załącznik 7, zawierający oświadczenie dotyczące indywidualnego wkładu kandydata i oświadczenia współautorów. Dokument zatytułowany „Autoreferat” zawiera wyłącznie życiorys zawodowy habilitanta, natomiast informacje, które powinny być zawarte we właściwym autoreferacie podane są w „Komentarzu do cyklu publikacji stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego”. Ponadto dodatkowe komentarze podane zostały w „Wykazie opublikowanych prac naukowych”.

Przedmiotem rozprawy habilitacyjnej jest opis teoretyczny własności elektronowych, magnetycznych, termodynamicznych oraz transportu nośników ładunku w rozcieńczonych półprzewodnikach magnetycznych (zwanymi też – przez inną część warszawskiej szkoły fizyki półprzewodników – „półprzewodnikami półmagnetycznymi”). Wyniki teorii, opracowanej przez habilitanta lub z istotnym jego udziałem, są konfrontowane z danymi eksperymentalnymi, otrzymanymi w renomowanych laboratoriach badawczych.

Przedstawię teraz merytoryczną ocenę kolejnych publikacji dr. Śliwy, zgodnie z podaną przez habilitanta w spisie publikacji numeracją [D1-D6].

W publikacji [D1] autorzy zaprezentowali rozszerzenie teorii magnetyzacji dziur w półprzewodnikach ferromagnetycznych o strukturze blendy cynkowej. Rozszerzenie to polega na rezygnacji z przybliżenia sferycznego struktury pasmowej i uwzględnieniu anizotropii pasma walencyjnego. Teoria ta została zastosowana do wyznaczenia magnetyzacji dziur w stopie GaMnAs. Pokazano, że anizotropia tej magnetyzacji jest zaniedbywalnie mała, natomiast obliczona wartość magnetyzacji jest znacznie większa od wartości otrzymanej w przybliżeniu sferycznym. Otrzymane wartości zgadzają się z wynikami pomiarów magnetyzacji.

W artykule [D2] przedstawiono wyniki badań teoretycznych energii oddziaływania wymiany s-d w związkach półprzewodnikowych III-V domieszkowanych manganem. Pokazano, że znak i wartość całki wymiany s-d dla GaAs:Mn wynika z oddziaływań wymiennych pomiędzy elektronami i dziurami związanymi na centrach akceptorowych Mn. Ponadto wyjaśniono, że zredukowana wartość całki wymiany s-d w materiale typu p wynika z działania odpychającego potencjału kulombowskiego zjonizowanego akceptora Mn.

Artykuł [D3] prezentuje wyniki eksperymentalnych i teoretycznych badań anizotropii magnetycznej epitaksjalnych warstw GaMnAs. Habilitant, który sam ocenił swój wkład na 20%, wykonywał obliczenia do tej pracy. Wyniki tych obliczeń pozwalają na wyjaśnienie wartości stałej anizotropii jednoosiowej, która wynika z naprężeń epitaksjalnych, natomiast nie tłumaczą w zadowalający sposób anizotropii kubicznej. Autorzy wskazują na obecność dodatkowej anizotropii jednoosiowej o nieznanym pochodzeniu, sugerując, że odpowiada ją za nią naprężenia ścinające.

Publikacja [D4] zawiera głównie wyniki badań eksperymentalnych magnetotransportu w heterostrukturze półprzewodnikowej zawierającej studnię kwantową utworzoną z InAs domieszkowanego manganem. Najważniejszym wynikiem tej pracy jest stwierdzenie w badanej heterostrukturze kolosalnego magnetooporu, cechującego się gwałtownymi zmianami o charakterze pętli histerezy. Autorzy pokazali, że za zjawisko to odpowiedzialne jest oddziaływanie wymienne pomiędzy dziurą i akceptorem manganowym, które prowadzi do bistabilności jonów Mn. Habilitant oszacował swój udział w tej pracy na 20%.

Moim zdaniem, 20-procentowy wkład habilitanta w publikacjach [D3] i [D4] nie może być uznany za dominujący, co byłoby warunkiem włączenia tych publikacji do cyklu, stanowiącego rozprawę habilitacyjną. Z drugiej strony temat publikacji [D3] (ale już nie [D4]) dobrze wpasowuje się w tematykę rozprawy habilitacyjnej. W swoim oświadczeniu prof. Tomasz Dietl, kierownik zespołu wykonującego omawiane badania, podkreślił, że wszystkie publikacje cyklu, w tym także publikacje [D3] i [D4], były zredagowane w dominującym zakresie przez dr. Śliwę, co przemawia za włączeniem tych publikacji do cyklu.

Do publikacji [D4] dołączone zostało uzupełnienie [D4s] pt. „Theory of hole energy loss by coupling to acoustic phonons in quantum wells – diffusive case”. Wkład habilitanta w tę teoretyczną część badań był z pewnością istotny. W uzupełnieniu [D4s] zastosowano model teoretyczny Altshulera do opisu bistabilności charakterystyki prądowo-napięciowej przy silnej zależności oporu od temperatury dla układu o wyrażnie ujemnym magnetooporze. Otrzymano dobrą zgodność teorii z eksperymentem. Ponadto w [D4s] przedstawiono model teoretyczny relaksacji spinowej kompleksu złożonego z akceptora Mn i dziury w studni kwantowej z naprężeniami.

Publikacja [D5] poświęcona jest teoretycznej analizie własności termodynamicznych (krytycznego zachowania ciepła właściwego oraz zjawiska termoelektrycznego) stopu GaMnAs. Pokazano, że obserwowane eksperymentalnie efekty mogą być wytłumaczone przy założeniu, że nośniki ładunku (dziury) obsadzają pasma walencyjne GaAs. Nie stwierdzono konieczności uwzględnienia obecności pasma domieszkowego w ferromagnetycznym GaMnAs. Otrzymane wyniki obliczeń ciepła właściwego w niskich temperaturach i magnetyzacji w funkcji pola magnetycznego w temperaturze Curie odtwarzają dane eksperymentalne.

Wyniki obliczeń, prezentowane w publikacji [D6] z 50-procentowym wkładem habilitanta, pokazują, że para atomów Mn na powierzchni GaAs posiada niższą energię dla jednego określonego kierunku ułożenia, co tłumaczy pochodzenie anizotropii jednoosiowej półprzewodnika magnetycznego GaMnAs. Autorzy zastosowali teorio-grupową metodę niezmienników do wykazania, że nisko-energetyczna konfiguracja atomów Mn prowadzi jednoosiowej anizotropii w płaszczyznowej i pozapłaszczyznowej. Otrzymano zgodność znaku i wartości obliczonych energii anizotropii z danymi eksperymentalnymi.

Moim zdaniem wszystkie publikacje cyklu zawierają ciekawe i wartościowe wyniki, a wywiedzione stąd wnioski są nowatorskie (lub były nowatorskie w czasie ich publikowania). Wszystkie te publikacje ukazały się w renomowanych czasopismach naukowych o wysokich wartościach wskaźnika Impact Factor, co wskazuje na ich dużą wartość naukową, ocenioną przez niezależnych anonimowych recenzentów.

„Komentarz do cyklu publikacji ...” zawiera w Rozdziale 2. omówienie założeń modelu teoretycznego, stosowanego przez habilitanta. Habilitant bardzo rzetelnie omawia używane przybliżenia/uproszczenia, co umożliwia ocenę ich jakości. Moim zdaniem jedno spośród wprowadzonych uproszczeń jest raczej nieuzasadnione, a mianowicie trudno uznać, że oddziaływanie nośnika ładunku z centrum akceptorowym jest słabe. Jeżeli oddziaływanie to nie jest do zaniedbania, to funkcja falowa nośnika powinna być zlokalizowana na akceptorze, a zatem przybliżenie jej za pomocą fali płaskiej jest zbyt daleko idącym uproszczeniem. W publikacji [D2] autorzy sami pokazali, że funkcje falowe nośnika związane na akceptorze są funkcjami zlokalizowanymi przestrzennie.

Oświadczenia współautorów cyklu publikacji pozwalają stwierdzić, że wkład dr. Śliwy w powstanie tych publikacji był dominujący. W opinii recenzenta szczególnie ważna jest wysoka ocena samodzielności naukowej, zdolności i pracowitości habilitanta, przedstawiona przez prof. Tomasza Dietla, kierownika laboratorium, w którym pracuje habilitant. Poza cyklem publikacji stanowiących rozprawę habilitacyjną dr. Cezary Śliwa jest współautorem 16 publikacji, spośród których na wyróżnienie zasługują publikacje poświęcone podstawowym problemom mechaniki kwantowej i teorii obliczeń kwantowych. Zgodnie z przedstawioną przez habilitanta oceną można uznać, że jego wkład w powstanie tych publikacji był na ogół znaczący, a w kilku przypadkach dominujący. Habilitant wygłosił 8 referatów na seminariach naukowych, 3 wykłady zaproszone i 2 referaty na międzynarodowych konferencjach naukowych. Ponadto był pierwszym autorem lub współautorem 22 plakatów konferencyjnych. Zdaniem recenzenta aktywność konferencyjna dr. Śliwy zasługuje na wysoką ocenę. Moja drobna uwaga krytyczna dotyczy niewłaściwych określeń, używanych przez habilitanta w „Wykazie opublikowanych prac naukowych ...”. Habilitant kilkakrotnie pisze o „wygłoszonych seminariach”, podczas gdy należałoby używać poprawnego określenia „referaty wygłoszone na seminariach”.

Zgodnie z podanymi danymi bibliometrycznymi indeks Hirscha publikacji dr. Śliwy wynosi 10, a liczba cytowań jego publikacji przekracza 400. W przypadku habilitacji są to liczby wysokie. Dane te wskazują w sposób ilościowy, że poziom pracy naukowej habilitanta jest wystarczająco wysoki do rozpoczęcia przez niego samodzielnej kariery naukowej.

Dr Śliwa podaje informację o swoim doświadczeniu dydaktycznym, które jest raczej skromne. Nie ma to jednak znaczenia przy ocenie pracy naukowej habilitanta. Doświadczenia, uzyskane przez habilitanta w trakcie jego działalności organizacyjnej, polegającej na kierowaniu zakupem klastrów komputerowych, powinny być dla niego przydatne w samodzielnej pracy naukowej. Dr Śliwa był (nadal jest) wykonawcą 7 grantów badawczych, co można uznać za osiągnięcie ponadprzeciętne. Habilitant opracował 2 recenzje dla czasopism naukowych, co jest osiągnięciem skromnym, zwłaszcza wobec faktu poszukiwania nowych recenzentów przez renomowane czasopisma naukowe.

Godnym podkreślenia jest fakt zmiany przez habilitanta tematyki badawczej z czysto teoretycznej, realizowanej w ramach rozprawy doktorskiej, zatytułowanej „Metoda elementów skończonych w kwantowej teorii pola”, na teoretyczno-eksperymentalną tematykę

fizyki półprzewodników w przedłożonej do oceny rozprawie habilitacyjnej. Zmiana ta dobrze świadczy o elastyczności i sprawności intelektualnej habilitanta. Należy podkreślić, że badania dr. Śliwy wykonywane były we współpracy z wybitnymi fizykami polskimi i niemieckimi. Tematyka badań dr. Śliwy, czyli badanie własności fizycznych półprzewodników magnetycznych ze szczególnym uwzględnieniem efektów wynikających z obecności spinów zlokalizowanych i spinów swobodnych nośników ładunku, należy do nurtu najbardziej aktualnych obecnie badań w zakresie fizyki półprzewodników. Badania podstawowe omawiane w cyklu publikacji habilitanta – poza wartością czysto naukową – mają także ważne znaczenie aplikacyjne, ponieważ stanowią dobrą podstawę teoretyczną do konstrukcji prototypowych przyrządów spintronicznych. Wyniki tych badań są także obiecujące z punktu widzenia zapisu i przetwarzania informacji kwantowej na spinach elektronów w ciałach stałych. Wybór przez habilitanta tak ważnej i aktualnej tematyki badawczej również zasługuje na wysoką ocenę. Wspólną cechą cyklu publikacji dr. Śliwy, przedstawionych jako rozprawa habilitacyjna, jest dbałość o zgodność teorii z eksperymentem oraz wysoki poziom pracy naukowej.

W podsumowaniu stwierdzam, że dr Cezary Śliwa posiada znaczące osiągnięcia naukowe, które zostały opublikowane zarówno w monotematycznym cyklu 6 publikacji, stanowiącym jego rozprawę habilitacyjną, jak i w pozostałych artykułach naukowych spoza cyklu. Na podstawie przedstawionych mi do oceny dokumentów stwierdzam, że dorobek naukowy habilitanta, udokumentowany artykułami naukowymi opublikowanymi w czasopiśmie naukowych o wysokich wartościach wskaźnika Impact Factor, jest bardzo wartościowy. Moim zdaniem osiągnięcia naukowe habilitanta spełniają kryteria wystarczające do nadania mu stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Jako recenzent popieram wniosek o nadanie panu dr. Cezaremu Śliwie stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Kraków, 14 lutego 2014



prof. dr hab. Janusz Adamowski