

Opinia w związku z postępowaniem habilitacyjnym dr Marty Borysiewicz

Doktor Marta Borysiewicz, używająca w przeszłości nazwiska panieńskiego Gryglas, a obecnie publikująca prace naukowe pod podwójnym nazwiskiem Gryglas-Borysiewicz, ukończyła studia wyższe na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego uzyskując w roku 1999 stopień magistra fizyki. Następnie, w roku 2004 uzyskała stopień doktora na podstawie rozprawy „Resonant Tunelling via Single Impurities in GaAs/AlAs/GaAs heterostructures”, której promotorem był prof. dr hab. Michał Baj z tego samego Wydziału UW. Zresztą praca magisterska również dotyczyła problemu tunelowania nośników ładunku elektrycznego w strukturach półprzewodnikowych. Tematyka ta obecna jest też w przedstawionym osiągnięciu habilitacyjnym. Należy jednak stwierdzić, że za każdym razem badane są różne aspekty tego podstawowego zjawiska i prace opublikowane na każdym z etapów kariery zawodowej dr Marty Borysiewicz są całkowicie oryginalne i nowatorskie. Pokazują natomiast dobrze ewolucję i rozwój naukowy Kandydatki do stopnia doktora habilitowanego.

Kandydatka do stopnia przedstawiła osiągnięcie zatytułowane „Transport elektronowy w strukturach dla spintroniki opartych na GaAs”. Jest to ciąg sześciu artykułów opublikowanych w dobrych i bardzo dobrych czasopismach odnotowywanych na liście JCR. Ciąg spełnia wymagania tematycznie i logicznie powiązanego szeregu. W większości artykuły te dotyczą struktur półprzewodnikowych zawierających ferromagnetyczny związek (Ga,Mn)As, który lansowany był od połowy lat dziewięćdziesiątych jako podstawowy materiał mogący posłużyć do wytworzenia użytecznych urządzeń dla spintroniki. Teraz nacisk kładziony jest raczej na podstawowy, modelowy, charakter badań nad ferromagnetycznymi półprzewodnikami niż na aspekt aplikacyjny tej konkretnej klasy materiałów, ale badania na nimi dalej prowadzone są na świecie szerokim frontem. Tylko jedna z prac wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego dotyczy innego związków półprzewodnikowych – a mianowicie niemagnetycznej struktury GaAs/AlAs/GaAs – ale i w tej badane jest zjawisko wstrzykiwania spinowo spolaryzowanych nośników poprzez tunelowanie przez bariery potencjalne. Jest to zjawisko podstawowe dla różnych przyrządów spintronicznych, ponieważ wstrzykiwanie bezpośrednio z ferromagnetycznych, metalicznych kontaktów (bez barier tunelowych) jest niemal całkowicie nieefektywne ze względu na duże niedopasowanie oporu elektrycznego w metalach i półprzewodnikach. A więc i ta praca jest logicznie powiązana z pozostałymi artykułami, w których element spintroniczny pojawia się poprzez dobór materiałów półprzewodnikowych *explicite* ferromagnetycznych. W strukturach zrobionych m.in. z tych materiałów zaobserwowane został zjawisko tunelowego anizotropowego magnetooporu (tunelling anisotropic magnetoresistance TAMR), które – mówiąc w największym skrócie – pozwala wnioskować o kierunku namagnesowania względem osi krystalograficznych i/lub kierunku wzrostu cienkowarstwowej heterostruktury. Kontrola zaś kierunku namagnesowania może być sposobem zapisywania i przechowywania informacji. Badania nad zjawiskiem TAMR są z tego powodu bardzo istotne. Większość prac

wchodzących w skład omawianego ciągu publikacji opiera się właśnie nad pośrednim badaniem własności magnetycznych poprzez pomiary przepływu prądu elektrycznego przez specjalnie przygotowane struktury półprzewodnikowe. Są to pomiary trudne zarówno od strony doświadczalnej jak i interpretacyjnej, ale niekiedy to jedyna dostępna obecnie metoda w praktyce.

Swoistą specjalnością dr Marty Borysiewicz są pomiary zjawisk transportu elektronowego w próbkach poddanych ciśnieniu hydrostatycznemu. Właśnie zbadanie, jak zależy wartość temperatury krytycznej przejścia ferromagnetyk-paramagnetyk i anizotropii namagnesowania od ciśnienia hydrostatycznego należy zaliczyć do jednych z większych sukcesów analizowanego osiągnięcia habilitacyjnego. Do tej grupy artykułów zaliczam również te, w których badana jest anizotropia namagnesowania w funkcji naprężeń wewnętrznych (a więc swoistego dwuosowego ciśnienia) wywołanych przez niedopasowanie parametrów sieci krystalicznej poszczególnych warstw tworzących heterostrukturę półprzewodnikową. Równie ważne jest stwierdzenie jakościowo różnego zachowania się temperatury krytycznej przejścia ferromagnetyk – paramagnetyk w funkcji ciśnienia hydrostatycznego w próbkach (Ga,Mn)As o typie przewodnictwa dziuowego półprzewodnikowym i metalicznym. Rzuca to światło na mechanizmy sprzężenia spinowego pomiędzy zlokalizowanymi momentami magnetycznymi jonów manganu. Innym ważnym osiągnięciem, które przypisać trzeba Kandydatce, jest zaproponowanie sposobu wyznaczania temperatury przejścia fazowego ferromagnetyk-paramagnetyk w materiałach typu (Ga,Mn)As poprzez obserwacje anomalii oporu elektrycznego jako funkcji temperatury. Ten sposób wyznaczania T_c ze względu na swoją prostotę jest powszechnie stosowany. Jak pokazała Kandydatka bezkrytyczne jego stosowanie może doprowadzić do znacznych rozbieżności oraz wskazała, jakie procedury muszą być przestrzegane, aby tak wyznaczone temperatury przemiany fazowej były zbliżone do prawdziwych. W sumie dorobek naukowy i publikacyjny przedstawiony jako osiągnięcie habilitacyjne prezentuje się solidnie i na pewno stanowi istotny wkład do rozwoju wiedzy w zakresie fizyki półprzewodników, o którym mowa w Ustawie o stopniach i tytule naukowym.

Wszystkie prace wchodzące do ciągu stanowiącego osiągnięcie habilitacyjne są wieloautorskie. W trzech z nich dr Marta Borysiewicz jest pierwszym autorem, a w trzech innych – drugim autorem (NB w jednych z tych ostatnich artykułów dr Marta Borysiewicz była promotorem pomocniczym mgr. Piotra Juszyńskiego – pierwszego autora tejże publikacji). Dołączone do dokumentacji oświadczenia współautorów wskazują na wiodącą jej rolę w ich powstaniu zarówno w ich części doświadczalnej jak i interpretacyjnej. W większości przypadków rolę współautorów było wytworzenie zaawansowanymi metodami próbek, pomiarów własności magnetycznych metodą magnetometrii SQUID, czy analizy struktury krystalicznej metodami spektroskopii rentgenowskiej.

Oprócz sześciu prac wchodzących do ciągu publikacji stanowiących osiągnięcie habilitacyjne dr Marta Borysiewicz wymienia w dokumentach nadesłanych mi do oceny jeszcze jedenaście

innych artykułów w międzynarodowych czasopismach naukowych z listy JCR. W sumie jest więc współautorką 17 artykułów będących w cyrkulacji międzynarodowej (moje przeszukanie dało w wyniku 20 publikacji jej współautorstwa odnotowane na początku maja 2017 w bazie Web of Science). Publikuje w czasopismach o niezłej randze. Na liście jej publikacji są dwa artykuły w *Physical Review B* oraz jeden w *Journal of Applied Physics*, by wymienić najlepsze z tych czasopism. Jest również współautorką dwóch doniesień konferencyjnych i dwóch artykułów w czasopiśmie *Elektronika* o zasięgu krajowym. Wygłosiła 3 referaty na konferencjach, z których najbardziej prestiżową wydaje się być Sympozjum E-MRS w Warszawie. Według dostarczonej mi dokumentacji prace jej były cytowane według bazy Web of Science 70 razy (moje przeszukanie dało wynik 66) wyłączając autocytowania. Współczynnik Hirscha (którego podanie wymagane jest przez ministerialne rozporządzenie) wynosił w dniu złożenia dokumentacji 5. Nie są to liczby lokujące Kandydatkę wśród najlepiej publikujących doktorów fizyki zajmujących się fizyką ciała stałego, ale na pewno nie są też dyskwalifikujące.

Po doktoracie dr Marta Borysiewicz przebywała na rocznym stażu w świetnym laboratorium badań nad obiektami nanometrycznymi w Marcoussis we Francji. Doświadczenie tam zdobyte i nawiązane kontakty są użyteczne do dnia dzisiejszego, sądząc po publikacjach, które ukazują się w różnych czasopismach.

Jako pracownik Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego dr Marta Borysiewicz uczestniczyła w prowadzeniu różnorodnych zajęć ze studentami. Dokumentacja nie zawiera wyszczególnienia ich dokładnego. Dr Borysiewicz za swoje szczególne osiągnięcie na polu dydaktycznym uważa uruchomienie kilku zadań doświadczalnych w ramach pracowni studenckich. Opiekowała się jedną pracą licencjacką oraz dwiema zakończonymi pracami magisterskimi, a w chwili składania obecnego wniosku prowadziła jeszcze jedną następną pracą magisterską. Pełniła obowiązki promotora pomocniczego w zakończonych rozprawach doktorskich Piotra Juszyńskiego i Johannesesa Bindera. Aktywnie uczestniczy w akcjach popularyzujących fizykę, w tym wykładów i pokazów dla uczniów szkół średnich.

Doktor Marta Borysiewicz posiada również wymierne osiągnięcia organizacyjne. Za najważniejsze uważam zaprojektowanie i nadzór nad budową czystego pomieszczenia (clean room) przeznaczonego do nanotechnologicznych prac m. in. nad strukturami półprzewodnikowymi. Było to zadanie złożone i trudne. Niewątpliwie pobyt na stażu w Marcoussis był tu bardzo cennym doświadczeniem, które Kandydatka mogła wykorzystać. Była kierownikiem dwóch grantów typu Polonium, o ile rozumiem przeznaczonych na podtrzymywanie kontaktów z partnerami francuskimi. Była też głównym wykonawcą w projekcie badawczym finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki dotyczącym bezpośrednio tematyki jej osiągnięcia habilitacyjnego. Ważnym z punktu widzenia recenzenta elementem działalności organizacyjnej (jak również dydaktycznej) jest aktywność Kandydatki związana z organizacją (w szczególności programem naukowym)

Międzynarodowej Szkoły Fizyki Półprzewodników – dwudniowego kursu dla studentów ostatnich lat i doktorantów z wielu krajów, w czasie którego wykładowcami i instruktorami są wybitni naukowcy z całego świata.

Biorąc pod uwagę powyższe fakty i argumenty dotyczące wszystkich aspektów działalności zawodowej Kandydatki, z przekonaniem uważam, że osiągnięcie habilitacyjne dr Marty Borysiewicz spełnia wymagania ustawowe i wnioskuję o dopuszczenie jej do dalszych etapów postępowania.



Warszawa, 3 maja 2017

prof. dr hab. Jacek Kossut