

Warszawa, 10 sierpnia 2019 r.

Prof. dr hab. Maciej Sawicki
Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
Al. Lotników 32/46, 02-668 Warszawa

Ocena dorobku naukowego oraz recenzja rozprawy habilitacyjnej doktora inżyniera Michała Nowaka

Dr inż. Michał Nowak został w 2008 r. absolwentem Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, broniąc pracy magisterskiej zatytułowanej „Sprzężenie molekularne dla pary elektronów w stosie samorganizowanych kropek kwantowych”, której promotorem był prof. dr hab. inż. Bartłomiej Szafran. W roku 2013, po ok. 5-ciu latach, na tym samym Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie oraz na Uniwersytecie w Antwerpii obronił pracę doktorską „Electronic structure of artificial atoms and molecules: spin-orbit coupling effects”. Promotorami tej pracy byli prof. dr hab. inż. Bartłomiej Szafran, ze strony polskiej i prof. Francois Peeters ze strony belgijskiej. Rozprawa doktorska dra Nowaka została wyróżniona przez Radę Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH. W październiku 2013 r. Habilitant został przyjęty na stanowisko asystenta na swoim dotychczasowym wydziale, a od października 2017 r. zajmuje stanowisko adiunkta w Akademickim Centrum Materiałów i Nanotechnologii AGH. W okresie od stycznia 2015 do grudnia 2016 (dwa lata) dr M. Nowak przebywał na stażu podoktorskim w prestiżowym laboratorium QuTech and Kavli Institute of Nanoscience, należącym do Delft University of Technology, w Holandii. Pobyt ten odegrał znaczącą rolę w karierze tego młodego naukowca – wykorzystał on swoją szansę bardzo skutecznie – co ma swoje odzwierciedlenie w samym Dziele Habilitacyjnym, podsumowanym w dalszej części tej recenzji.

Dr M. Nowak jest fizykiem teoretykiem i przez cały czas kariery naukowej rozwijał i wzbogacał wachlarz metod i podejść oraz opisywanych obiektów fizycznych. Wspecjalizował się w teoretycznym obliczaniu kilkuelektronowej struktury elektronowej lub

na obliczeniach transportu elektronowego. Aby osiągnąć założone cele wykorzystywał w pierwszym przypadku podejścia dokładnej diagonalizacji uwzględniając dokładnie (w sensie numerycznym) oddziaływania elektron-elektron, a transport elektronowy opisywany był poprzez rozwiązywanie niezależnego od czasu równania Schroedingera. Habilitant sam przygotowywał i implementował kody numeryczne potrzebne do przeprowadzenia obliczeń, jest też współtwórcą pakietu obliczeniowego „Kwant”. Do obliczania dyssypacyjnego prądu płynącego przez złącze Josephsona zastosował metodę zaproponowaną wcześniej przez Averina i Bardasa. Niezależnie od „ściślejszej” numeryki, dr Nowak wykorzystywał też podejścia analityczne, tak by dogłębniej naświetlić procesy fizyczne stojące za wynikami obliczeń numerycznych. Dzięki tak bogatemu i dobrze opanowanemu warsztatowi badawczemu Habilitant mógł wnieść istotny wkład w zagadnienia związane z wpływem oddziaływania spinowo-orbitalnego na polaryzację stanów elektronowych i prądów płynących przez otwarte struktury, wyjaśnienie wpływu bliskości nadprzewodnika na właściwości transportowe czy indukowanie fazy nadprzewodzącej w nanostrukturach półprzewodnikowych. Przyczynił się też istotnie do opisu wpływu efektów orbitalnych zewnętrznego pola magnetycznego na stany związane Majorany.

Według dostarczonego mi materiału na dorobek naukowy dra Nowaka składa się łącznie 32 publikacje cytowane łącznie ok. 400 razy, z których 11 stanowi Dzieło Habilitacyjne. Indeks H = 11 lokuje Habilitanta na dobrym, ponadprzeciętnym poziomie, zdecydowanie powyżej typowej wartości, która wg. mojego szacunku lokuje się na poziomie ilości lat po uzyskaniu stopnia doktora. W przypadku dra Nowaka byłoby to 5-6.

Ocena rozprawy habilitacyjnej

Jako osiągnięcie naukowe w rozumieniu art. 16. ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65. poz. 595 ze zm.) przedstawiono do oceny Dzieło Habilitacyjne, na które składa się zbiór 11-tu oryginalnych publikacji zebranych pod wspólnym tytułem: „Zjawiska spinowe oraz wzbudzone nadprzewodnictwo w nanostrukturach półprzewodnikowych”. Publikacje te zostały opublikowane w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym, indeksowanym tzw. współczynnikiem wpływu (IF) o dość znaczących wartościach: $IF > 3.5$. Trzy z nich to bardzo wysoko oceniane publikacje w Nature Communication ($IF \cong 12$). Wszystkie te prace są wielo-autorskie, ale wbrew porządkowi alfabetycznemu Habilitant jest pierwszym autorem w 6-ciu z nich. Według szacunków własnych, ale w zgodzie z oświadczeniami współautorów,

rola Habilitanta w 5-ciu z nich wynosiła 70% lub więcej, w pozostałych nie mniej niż 25%, co dobitnie świadczy o wiodącej lub istotnej roli Habilitanta w raportowanych badaniach.

Wydaje się, że najbardziej ogólnym „wspólnym mianownikiem” wszystkich prac wchodzących w skład Dzieła jest pokazanie jakie znaczenie w poprawnym zrozumieniu, czyli we właściwym opisie zjawisk obserwowanych w doświadczeniu, ma dokładne uwzględnienie efektów orbitalnych i/lub związanych ze ścisłym uwzględnieniem oddziaływania spinowo-orbitalnego w badanych (nano-)strukturach. Szczegółowy opis tych prac, poprzedzony ogólnym wprowadzeniem do tematyki Dzieła i zastosowanych metod badawczych, jest zawarty w Autoreferacie Habilitanta - nie będę więc tego przytaczał. W podsumowaniu można stwierdzić, że przedstawione do oceny Dzieło, pomimo pewnego wielowątkowego charakteru, jest tematycznie spójne. Tym nie mniej trudno jest z niego wywieść jakieś jedno kluczowe osiągnięcie. To oczywiście w żaden sposób nie deprecjonuje osiągnięć częściowych. Te są bardzo dobrze wykazane w opisie prac i wkładu Habilitanta w wynik końcowy. Moim zdaniem, na szczególne podkreślenie zasługuje rola dra Nowaka w teoretycznym opisie i modelowaniu zjawisk obserwowanych i raportowanych w pracach H4 – H7, znacząco przyczyniając się do ich końcowego znaczenia i echa jakim odbiły się w środowisku. Należy też wspomnieć o wykazaniu przez Habilitanta ogromnej roli mieszania pasm poprzez oddziaływanie spinowo-orbitalne w nanodrutach, ciekawego efektu mogącego zaowocować powstaniem nowego rodzaju całkowicie elektrycznego źródła spinowo-spolaryzowanego prądu w strukturach półprzewodnikowych (praca H1), oraz zapostulowanie istnienia nowego rodzaju prądu nadprzewodzącego w wieloterminalowym złączu Josephsona (praca H11).

Oceniając Dzieło od strony formalnej należy podkreślić, że widać w nim fachowość Habilitanta, rzetelność w podejściu do rozpatrywanych zagadnień oraz dużą sprawność i biegłość w posługiwaniu się narzędziem badawczym. W załączonym Dziele zabrakło mi jednak przynajmniej jednej pracy przeglądowej, takiego szerszego i ogólnego spojrzenia na tematykę, w której Habilitant się specjalizuje. Od strony technicznej, niestety, dało się zauważyć pewną niestaranność językową w przygotowaniu przewodnika po dziele habilitacyjnym, zawartym w Autoreferacie. Z jednej strony jest to nonszalancja w stosunku do odbiorcy, cytuję: „Osia mojej pracy naukowej, którą *paralem* się”, z drugiej zbyt dosłowne tłumaczenie z angielskiego wykazujące brak staranności w doborze właściwych słów w języku ojczystym. Np. „... teoria komplementuje eksperyment ...”, „fabrykacja” struktur nanometrowych, czy personifikowanie podmiotów fizycznych: „negatywna wartość

oczekiwana spinu”. Te drobne potknięcia w żaden sposób nie wpływają na moją ocenę Dzieła, które oceniam bardzo wysoko. Zawarte są w nim wartościowe wyniki i dogłębna ich interpretacja. Zdecydowanie podkreślam dociekliwość Habilitanta, który starannie rozpatruje różne aspekty badanych zagadnień. Należy podkreślić, że jest też duża wiedza w dziedzinie przedmiotu i perfekcyjne opanowanie warsztatu pracy. Uważam więc, że przedłożone przez dra Michała Nowaka Dzieło stanowi wystarczającą podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Ocena dorobku naukowego

Dr inż. Michał Nowak jest współautorem 32 oryginalnych publikacji naukowych. Dziesięć z nich opublikował przed uzyskaniem stopnia doktora, a 22 po, z których 11 stanowi treść Dzieła Habilitacyjnego. Tematyka wszystkich prac Habilitanta dotyczy różnych, ale ważkich, aspektów modelowania teoretycznego zjawisk fizycznych w półprzewodnikach, ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk zachodzących w skali nano oraz układów hybrydowych, np. nanostruktur półprzewodnik – nadprzewodnik. Szczególnie pozytywny wpływ na rozwój i karierę Habilitanta odegrał dwuletni staż podoktorski w Delft i zaangażowanie w tematykę prac badawczych prowadzonych w grupach L. Kouwenhovena, L. Vandersypena czy C. Markusa (ta ostatnia z Kopenhagi). Powstałe publikacje zostały bardzo dobrze ulokowane w renomowanych czasopismach o wysokich współczynnikach wpływu, takich jak Nature Communication czy Nano Letters. W mojej ocenie jest to bardzo pokaźny bagaż dokonań, który powinien w najbliższej przyszłości zaowocować otrzymaniem własnego grantu klasy światowej, np. ERC Starting Grant. Wszystkie prace z dorobku Dra M. Nowaka zostały zacytowane łącznie ponad 400 razy (stan na lato 2019), a prawie 400 razy bez autocytowań. Daje to razem nad wyraz przyzwoitą średnią ponad 10 cytowań na pracę i pokazuje, że tematyka, zainteresowania i dokonania badawcze Habilitanta trafiają w najważniejsze nurty fizyki ciała stałego, odpowiadają zapotrzebowaniu środowiska i że przyczyniają się do rozwoju właściwych im dziedzin. Tak zwany współczynnik H tych prac wynosi 11. Jak wspominałem uprzednio jest to stosunkowo pokaźna wielkość jak na obecny etap kariery naukowej Habilitanta.

Dr Nowak zaprezentował także wyniki swoich prac badawczych w formie 8 plakatów i wygłosił 8 prezentacji na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych, w tym co najmniej jeden referat zaproszony, w 2019 roku, oraz 3 zaproszone seminaria. Warto podkreślić, że Jego działalność dydaktyczna. Przygotował interaktywne pokazy w

ramach Dni Nauki i Sztuki w Krakowie, prowadził zajęcia za studentami na macierzystej uczelni. Sprawował też opiekę nad dwoma pracami magisterskimi jako promotor i był promotorem pomocniczym rozprawy doktorskiej mgra W. Paska, również na AGH. Pozytywnie na Jego rozwój naukowy i pogłębienie wiedzy wpłynęły zagraniczne staże naukowe. Magisterski i doktorski w Belgii i podoktorski w Holandii. Mgr Nowak udziela się również dla środowiska jako częsty recenzent publikacji dla renomowanych czasopism fizycznych takich jak Physical Review Letters, Physical Review B, Applied Physics Letters i inne. Habilitant ma także duże zasługi na polu kształcenia młodej kadry, następców. Na swoim Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH prowadził wykłady i ćwiczenia ze studentami studiów pierwszego stopnia z Podstaw Informatyki, Inżynierskich Metod Numerycznych oraz laboratorium Fizyki.

Reasumując, na podstawie przedstawionych mi do oceny materiałów stwierdzam, że dorobek naukowy dra inż. Michała Nowaka, zarówno przed doktoratem jak i po jego uzyskaniu, jest wyróżniający. Dr Nowak został niewątpliwym ekspertem w dziedzinie obliczeń i symulacji numerycznych istotnych zjawisk fizycznych w nanostrukturach półprzewodnikowych z uwzględnieniem oddziaływania spinowo-orbitalnego i/lub z uwzględnieniem efektów bliskości nadprzewodnika. O ich wartości dobitnie świadczą parametry bibliometryczne Dzieła Habilitacyjnego jak i całego dorobku naukowego, żywa współpraca międzynarodowa prowadzona przez Habilitanta, liczne prezentacje na ważnych międzynarodowych konferencjach tematycznych, oraz cały dorobek publikacyjny. Dr Nowak dowiódł, że potrafi samodzielnie rozwiązywać złożone problemy badawcze, świetnie sobie radzi ze złożonością swojego warsztatu pracy. Osiąga znaczące wyniki. Stwierdzam więc, że dorobek naukowy dra Nowaka w pełni predysponuje Go do prowadzenia samodzielnej pracy naukowej. Stwierdzam, że rozprawa spełnia warunki określone w ustawie i rozporządzeniu o stopniach naukowych. Ponieważ zarówno dorobek naukowy jak i Dzieło Habilitacyjne dra inż. Michała Nowaka oceniam pozytywnie, wnoszę o dopuszczenie Habilitanta do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

Maciej Sawicki