

Prof. dr hab. Włodzimierz Jaskólski
Instytut Fizyki, Uniwersytet Mikołaja Kopernika
w Toruniu

**Opinia na temat osiągnięcia naukowego oraz dorobku i aktywności w zakresie
badawczym i dydaktycznym
w postępowaniu habilitacyjnym dr. Marcina Syperka**

I. Ocena osiągnięcia naukowego

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe to jednotematyczny cykl dziewięciu publikacji zatytułowany „*Dynamika relaksacji międzypasmowej i wewnątrzpasmowej wzbudzenia ładunkowego oraz spinowego w quasi-zero-wymiarowych strukturach półprzewodnikowych związków III-V*”. Wszystkie publikacje są wieloautorskie jako oczywisty rezultat prac wykonywanych w dużym doświadczalnym zespole badawczym oraz we współpracy międzynarodowej. W ośmiu z tych publikacji habilitant jest pierwszym autorem. Wszystkie prace ukazały się w czasopismach o czynniku oddziaływania większym niż 3; pięć artykułów opublikowano w Applied Physics Letters, cztery w Physical Review B. We wszystkich pierwszoautorskich pracach habilitant określa swój wkład na co najmniej 50%, średni wkład pozostałych autorów w jedną publikację wynosi nieco ponad 5%. Do dokumentacji dołączono 19 oświadczeń współautorów o ich wkładzie. Udział części współautorów, głównie tych z zagranicy, dotyczy wytworzenia (wzrostu) badanych nanostruktur. Kilku współautorów, prawdopodobnie studentów lub doktorantów, brało udział w przeprowadzaniu badań, a kilku bardziej doświadczonych badaczy oświadcza, że brało udział w dyskusji wyników. Habilitant pełnił zatem dominującą rolę w zaplanowaniu, wykonaniu i opracowaniu wyników badań. Publikacje składając się na osiągnięcie habilitacyjne zostały opublikowane w latach 2010-2018 i doczekały się 71 cytowań.

Opisując swoje osiągnięcie autor podzielił je na dwie części: (I) stworzenie unikatowego warsztatu eksperymentalnego i (II) zbadanie dynamiki wzbudzenia ładunkowego i spinowego w półprzewodnikowych kropkach kwantowych związków III-V zaprezentowane w cyklu 9 artykułów naukowych.

W pracy oznaczonej jako H1 zbadano dynamikę relaksacji wzbudzenia ładunkowego w samorosnących kreskach kwantowych (tzn. w wydłużonych kropkach kwantowych) InAs/GaInAsP/InP, ważnych dla zastosowań telekomunikacyjnych. Pokazano m.in., że czas rekombinacji promienistej ekscytynu związanego w stanie podstawowym w takich obiektach wynosi ok. 1.75 ns. Zaobserwowano także i wyjaśniono efekt

wielokrotnego wzrostu czasu relaksacji ze stanu wzbudzonego w funkcji długości badanych kresek.

W pracy H2 zbadano relaksację spinową ekscytonów w kreskach kwantowych InAs/InGaAlAs/InP, interesujących z punktu widzenia możliwości konstruowania optycznie adresowanych pamięci spinowych. Jednym z ciekawszych rezultatów tej pracy jest pokazanie eliptycznej (a nie spodziewanej kołowej) polaryzacji fotonów generowanych z tzw. jasnych ekscytonów i związanie tego efektu z silnym mieszaniami lekko i ciężko-dziurowych pasm walencyjnych wywołanym asymetrią badanych obiektów.

W badaniach oraz symulacjach teoretycznych czasów życia ekscytonów i polaryzacji emisji przeprowadzonych w pracy H3 dla silnie asymetrycznych w płaszczyźnie wzrostu nanostruktur InAs/AlGaInAs/InP wykazano dwuskładnikowy charakter stanu podstawowego, o dwóch znacznie różnych czasach zaniku. Otrzymane rezultaty mogą być istotne dla projektowania urządzeń optoelektronicznych opartych na takich układach.

Publikacja H4 poświęcona jest zbadaniu przejść wewnątrzpasmowych w kropkach kwantowych InAs/InGaAlAs/InP sprzężonych (poprzez cieką barierę) do studni kwantowej InGaAs/InGaAlAs. I w tym przypadku uzyskane wyniki są dość nieoczekiwane i o znaczeniu dla zastosowań badanych układów w laserach telekomunikacyjnych. Zaobserwowano bowiem prawie pięciokrotnie wolniejszą relaksację w porównaniu z czasami relaksacji w izolowanych kropkach kwantowych i izolowanych studniach.

W pracach H5 i H6 badano czasowo rozdzielczą fotoluminescencję różnych układów kropek kwantowych, natomiast w publikacji H7 zbadano wpływ warstwy zwilżającej na procesy relaksacyjne w wydłużonych kropkach kwantowych (In,Ga)As/GaAs. Warstwy zwilżające o dużej gęstości stanów zero-wymiarowych zlokalizowanych w rejonie kropek kwantowych uzyskuje się poprzez zmniejszenie składu Indu podczas wzrostu, co z kolei jest niezbędne żeby otrzymać materiał świecący o dużych siłach oscylatorów. Autorzy pokazali, że obecność gęstości stanów 0D pochodzącej z warstwy zwilżającej prowadzi do nieoczekiwanej i temperaturowo aktywowanej relaksacji wewnątrzpasmovej.

Jednym z najciekawszych, moim zdaniem, wyników uzyskanych w pracy H8 było pokazanie, że przestrzenna separacja elektronu i dziury (wynikająca z płytkiego i słabego jej wiązania) uzyskiwana w kropkach kwantowych InP/(Ga,In)P nie chroni spinu dziury przed efektywnym i szybkim rozpraszaniem, czego wynikiem jest znacznie krótszy czas relaksacji spinowej w porównaniu z układami, w których dziura jest podobnie „ciasno” jak elektron wiązana w ekscytonie.

Z kolei w publikacji H9 pokazano, że w kropkach kwantowych (In,Ga)As sprzężonych do studni InGaAs poprzez cieką barierę GaAs, wzrost zawartości Indu prowadzi do wydłużenia czasu życia ekscytonu, spowodowanego odsprężeniem stanu

podstawowego z kropki kwantowej do obszaru studni. Warto zauważyć, że publikacja ta z roku 2012 doczekała się już 19 cytowań.

Ten niezwykle skrótowy i wybiórczy opis rezultatów uzyskanych w cyklu prac habilitacyjnych pokazuje jednak, że habilitant bardzo systematycznie badał własności optyczne różnych zero-wymiarowych struktur półprzewodnikowych o znaczeniu aplikacyjnym i uzyskał w tych badaniach szereg nowych i interesujących rezultatów.

II. Ocena dorobku i aktywności naukowej, dydaktycznej, popularyzatorskiej oraz w zakresie współpracy międzynarodowej

A. Dorobek i aktywność naukowa

Poza cyklem prac habilitacyjnych dr inż. Marcin Syperek opublikował ponad 40 recenzowanych artykułów naukowych, większość w czasopismach o $IF > 2$, z czego ponad 30 zostało opublikowanych po doktoracie, tzn. po 2008 roku. Wśród nich są pojedyncze publikacje w Phys. Rev. Lett., Sci. Rep. i w JACS. Do całokształtu dorobku należy zaliczyć jeszcze kilkanaście publikacji konferencyjnych. Choć wszystkie te prace także dotyczą półprzewodnikowych struktur niskowymiarowych to ich szczegółowa tematyka różni się istotnie od zakresu badań prezentowanych w osiągnięciu habilitacyjnym. Wszystkie publikacje habilitanta zostały zacytowane ponad 600 razy i składają się na indeks $H=14$. Biorąc pod uwagę dziesięcioletni okres kariery naukowej po doktoracie, dorobek habilitanta należy uznać za bardzo dobry. Opinię tę potwierdzają także inne fakty. Dr Syperek kierował trzema projektami naukowymi, dwoma finansowanymi przez NCN i jednym za granicą finansowanym przez DAAD. Pełnił też rolę wykonawcy w kolejnych kilkunastu projektach badawczych finansowanych ze środków krajowych i europejskich. Siedmiokrotnie wygłaszał referaty zaproszone na międzynarodowych konferencjach naukowych w Polsce, Niemczech i Tajwanie. Łącznie wygłosił 17 różnych referatów konferencyjnych. Był stypendystą programu START FNP, otrzymał stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla Wybitnych Młodych Naukowców, stypendium w programie „Mistrz” FNP, oraz stypendium DAAD. Za swoją działalność był kilkakrotnie wyróżniany stypendiami Politechniki Wrocławskiej oraz Nagrodami Rektora tej uczelni. Był członkiem Akademii Młodych Uczonych i Artystów, oraz zasiadał w kilku wrocławskich zespołach eksperckich i konkursowych.

B. Współpraca międzynarodowa

Habilitant odbył jako doktorant jeden długoterminowy staż naukowy w latach 2005-2008 na Uniwersytecie Dortmundzie w Niemczech, a jego rezultatem była rozprawa doktorska wykonana we współpracy międzynarodowej. Po uzyskaniu stopnia doktora dwukrotnie przebywał na krótkoterminowych stażach za granicą, 3 miesiące w Niemczech (Dortmund) i jeden miesiąc w Narodowym Uniwersytecie Nauki i

Technologii na Tajwanie. W czasie pracy w kilkunastu projektach badawczych którymi kierował lub w których pełnił rolę wykonawcy, realizowanych także w oparciu o współpracę międzynarodową, nawiązał szereg kontaktów z partnerami zagranicznymi m.in. z Niemiec, Francji, Szkocji, Rosji, Kanady i USA. Kilkakrotnie recenzował artykuły dla uznanych zagranicznych czasopism specjalistycznych.

Podsumowując, całokształt aktywności naukowej dr. inż. Marcina Syperka spełnia wszystkie warunki konieczne do uzyskania przez niego stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie fizyki.

C. Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji

Dr inż. Marcin Syperek pełnił rolę promotora pomocniczego w zakończonym przewodzie doktorskim Łukasza Dusanowskiego, realizowanym na WPPT Politechniki Wrocławskiej. Poza tym wypromował 12 magistrantek i magistrantów oraz był promotorem 9 prac inżynierskich, w tym dwóch realizowanych we współpracy z Uniwersytetem w Cambridge. Habilitant przygotował też i prowadził szereg wykładów dla studentów I i II stopnia, nie tylko wchodzących w zakres jego specjalności naukowej takich jak np. „Nowe metody eksperymentalne w nanoinżynierii” czy „Zaawansowane metody spektroskopii optycznej”, lecz także wykład z „Fizyki ogólnej” i „Podstaw spintroniki”. Część z tych wykładów była prowadzona w języku angielskim. Habilitant prowadził także ćwiczenia rachunkowe i zajęcia w laboratorium studenckim oraz sprawował opiekę nad projektami studenckimi. W przedstawionej dokumentacji brak jest informacji o działalności popularyzatorskiej.

Podsumowanie

Podsumowując stwierdzam, że prace naukowe składające się na osiągnięcie habilitacyjne reprezentują wysoki poziom badań naukowych. Przewiedzione w nich wyniki wnoszą istotny wkład do wiedzy na temat procesów relaksacji ładunku i spinu w kwazi-zero-wymiarowych strukturach półprzewodnikowych, szczególnie w kontekście projektowania przyszłych nanourządzeń optoelektronicznych. Habilitant posiada spory zasób wiedzy z fizyki ciała stałego i znakomicie orientuje się w metodach spektroskopii nanostruktur. Jego wiedza, doświadczenie, umiejętność pracy w zespole oraz zdolności eksperymentalne, pozwalają z pełnym przekonaniem na stwierdzenie, że jest on dojrzałym badaczem zdolnym do samodzielnego planowania przyszłych badań i kierowania nimi. Wnoszę o nadanie dr. inż. Marcinowi Syperkowi stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych w zakresie fizyki (lub w dyscyplinie nauk fizycznych z uwagi na wchodzącą w życie nową ustawę).

Toruń, 30-10-2018

