



UNIwersytet  
Warszawski

Wydział Fizyki  
Instytut Geofizyki

Prof. dr hab. inż. Ryszard Buczyński  
Wydział Fizyki  
Uniwersytet Warszawski  
Ul. Pasteura 5  
02-093 Warszawa  
e-mail: [ryszard.buczynski@fuw.edu.pl](mailto:ryszard.buczynski@fuw.edu.pl)  
Tel. + 48 22 5532023

## Recenzja

### **dorobku naukowego dr Andrzeja Ziółkowskiego ze szczególnym uwzględnieniem osiągnięcia „Szybka nieliniowość fotorefrakcyjna dla obszarów spektralnych wykorzystywanych w urządzeniach optoelektronicznych i optotelekomunikacyjnych”**

Dr Andrzej Ziółkowski ukończył studia w 2002 roku na Politechnice Szczecińskiej (obecnie Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny) w Szczecinie na Wydziale Fizyki Technicznej uzyskując tytuł magistra inżyniera. W 2008 Andrzej Ziółkowski obronił z wyróżnieniem doktorat zatytułowany *Nieliniowa propagacja światła w fotorefrakcyjnym falowodzie planarnym na wielokrotnych studniach kwantowych* na Politechnice Warszawskiej na Wydziale Fizyki.

Po ukończeniu studiów w latach 2007-2008 dr Andrzej Ziółkowski pracował jako asystent w Zakładzie Telekomunikacji Optycznej i Fotoniki, Instytut Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki na Wydziale Elektrycznym Politechniki Szczecińskiej, następnie w latach 2009-2010 na stanowisku adiunkta w Zakładzie Telekomunikacji Optycznej i Fotoniki, Instytut Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki na Wydziale Elektrycznym Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Od 2010 dr Ziółkowski jest adiunktem w Katedrze Telekomunikacji i Fotoniki na Wydziale Elektrycznym Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.



UNIwersytet  
Warszawski

Wydział Fizyki  
Instytut Geofizyki

Opinia składa się z dwóch części. W pierwszej części przedstawiłem ocenę osiągnięcia naukowego które stanowi temat rozprawy habilitacyjnej, druga część obejmuje ocenę istotnej aktywności naukowej w tym dorobku naukowego, dydaktycznego oraz organizacyjnego kandydata do stopnia doktora habilitowanego.

### Rozprawa habilitacyjna

Rozprawa habilitacyjna dr Andrzeja Ziółkowskiego zatytułowana „Szybka nieliniowość fotorefrakcyjna dla obszarów spektralnych wykorzystywanych w urządzeniach optoelektronicznych i optotelekomunikacyjnych” składa się z cyklu 12 artykułów opublikowanych w latach 2010-2022 w czasopismach naukowych ze współczynnikiem IF znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC). Dr Ziółkowski dodatkowo przedstawił 24-stronnicowy referat opisujący cykl prac badawczych oraz deklaracje współautorów dotyczące wkładu merytorycznego do poszczególnych prac.

W skład cyklu wchodzi 4 prace jednoautorskie oraz 8 prac dwu-czteroautorskich, z których w 3 pracach dr Ziółkowski jest pierwszym autorem, a 5 pozostałych drugim. We wszystkich przypadkach oświadczenia współautorów prac wyraźnie wskazują na wiodący udział habilitanta w prowadzonych badaniach, w szczególności w opracowaniu ich koncepcji i planu badań, przeprowadzeniu prac badawczych i opracowaniu wyników. Należy zauważyć że publikacja nr 12 została opublikowana w czasopiśmie Optics and Laser Technology pod innym tytułem („*Impact of nonlinear electron transport model on character of light propagation in photorefractive semiconductors*” ) niż w załączonej dokumentacji.

Prace wchodzące w skład cyklu są poświęcone badaniom zjawisk nieliniowej fotorefrakcji w materiałach półprzewodnikowych. Badania obejmują w szczególności badania nad półprzewodnikami objętościowymi oraz strukturami z wielokrotnymi studniami kwantowymi wytworzonymi ze związków GaAs, AlGaAs i InP, które charakteryzują się wysoką ruchliwością nośników. Prace badawcze dr Andrzeja Ziółkowskiego są skupione na budowie modeli numerycznych opisujących dynamikę procesów nieliniowych oraz ich wpływ na procesy przełączania sygnałów optycznych. Opracowanie modeli jest istotne dla rozważanego w literaturze zastosowania badanych materiałów do szybkiego przełączania sygnałów optycznych w układach całkowicie optycznej komunikacji i przetwarzania danych. Badania nad materiałami fotorefrakcyjnymi są niezwykle istotne ze względu na możliwość



UNIwersytet  
Warszawski

Wydział Fizyki  
Instytut Geofizyki

wytwarzania dynamicznie rekonfigurowanych falowodów w strukturach planarnych oraz sterowania kierunkiem propagacji wiązki w strukturze.

Spośród 12 prac wchodzących w cykl habilitacyjny dwie prace (nr 4 i nr 6) są poświęcone opisowi rozwijanych przez habilitanta modeli numerycznych opisujących zjawiska fotorefrakcyjne zachodzące w rozważanych materiałach półprzewodnikowych, kolejne trzy prace (1,3, 8) przedstawiają wyniki modelowania i opisy zjawisk nieliniowych występujących w układach wykorzystujących fotorefrakcyjne mieszanie fal posługując się własnymi modelami numerycznymi. Pozostałe prace zawierają opisy procesów zachodzących w wybranych ośrodkach półprzewodnikowych podczas samopułapkowania światła i podczas propagacji solitonów przestrzennych (prace nr 2, 5, 7, 9-12)

Do opisu propagacji wiązki w materiałach wykazujących właściwości fotorefrakcyjne powszechnie stosowany jest model PDDT (Photogeneration Drift Diffusion Trapping model), który umożliwia dynamiczną analizę generacji, transportu i pułapkowania nośników w badanym ośrodku w wyniku której otrzymuje się czasowo-przestrzenną informację o propagacji wiązki optycznej w ośrodku. W swoich pracach dr Ziółkowski zaimplementował i zoptymalizował pod względem czasowym oraz dokładności i jakości wyników model PDDT do analizy procesów fizycznych indukowanych przez jednowymiarowy i dwuwymiarowy rozkład natężenia pola wiązki propagującej się w ośrodku (odpowiednio prace nr 4 oraz nr 6). Prace zawierają pełny opis implementacji metody PDDT, optymalizacji ich działania pod kątem wydajności obliczeniowej oraz wykazanie poprawności działania dla wybranych materiałów fotorefrakcyjnych, w tym możliwości badania zjawiska czasowej nielokalności, które pozwalana na poprawny opis formowania się solitonów przestrzennych w omawianych ośrodkach. Warto podkreślić, że obie prace są jednoautorskie i stanowią wynik samodzielnej pracy habilitanta.

Dalsze prace w cyklu są poświęcone badaniom właściwości wybranych konfiguracji materiałów fotorefrakcyjnych i ich wpływowi na propagację wiązek. Habilitant m.in. rozważał ośrodki charakteryzujące się bipolarnym transportem nośników i nieliniowym transportem elektronów, badał warunki propagacji solitonów oraz fal solitonowych oraz możliwości zakrzywania ich trajektorii przy zmianach parametrów ośrodka, przyłożonego zewnętrznego pola elektrycznego oraz parametrów propagacyjnych wiązek optycznych.



UNIwersytet  
Warszawski

Wydział Fizyki  
Instytut Geofizyki

Do najciekawszych wyników zaliczam pracę „*Oscillation of charge carrier domains in photorefractive bipolar semiconductors*” opublikowaną przez habilitanta wspólnie z prof. E. Wejnert-Rączką w *Optics Express* w 2020 roku (praca nr 10). W pracy przedstawiono wyniki numeryczne, które autorzy interpretują jako nowy mechanizm formowania domen nośników ładunku wywołanych przez zlokalizowaną wiązkę światła. Obserwowane w modelu zjawisko jest odmienne od powszechnie znanego efektu Gunna, gdyż lokalnie wzbudzone oscylujące domeny elektronów i dziur są sprzężone z lokalnymi oscylacjami ładunku przestrzennego i pola elektrycznego. W pracy określono warunki występowania zjawiska obejmujące wyznaczenie wartości natężenia pola elektrycznego, wymagany stosunek koncentracji elektronów do dziur oraz oczekiwane wartości natężenia wiązki optycznej, która generuje domeny nośników ładunku.

Rozbudowane modele numeryczne oraz analiza nieliniowych zjawisk fotorefrakcyjnych występujących w wybranych ośrodkach przedstawiona w cyklu habilitacyjnym stanowią olbrzymią wartość ze względu na swoją unikalność i oryginalność i ważny element dla dalszego rozwoju prac w tej dziedzinie. Niestety prace nie są poparte pracami eksperymentalnymi, które weryfikowałyby w rzeczywistości przewidywane zjawiska.

Jedyną pracą posiadającą część eksperymentalną jest praca „*Thermally induced changes of electro-optical properties of semi-insulating GaAs/AlGaAs multiple quantum well structures*” opublikowana w *Optical Materials* w 2019 r (praca nr 8, habilitant jest drugim autorem i promotorem pomocniczym pierwszego autora publikacji). Autorzy przedstawili w niej silną zależność właściwości optycznych i elektrooptycznych badanych materiałów od temperatury m.in. dotyczącą położenia i wysokości pików ekscytonowych co umożliwia termiczne dostrajanie parametrów wielokrotnych studni kwantowych do wybranych długości fal.

W podsumowaniu należy uznać, że prace prowadzone przez dr. Ziółkowskiego wnoszą istotną wartość poznawczą związaną z opisem numerycznym zjawisk fotorefrakcyjnych zachodzących w strukturyzowanych i objętościowych ośrodkach nieliniowych. Jednocześnie brak współpracy z grupami eksperymentalnymi uważam za największą słabość przedstawionego cyklu prac. Prace wniosły do stanu wiedzy istotne informacje co do warunków występowania opisywanych zjawisk m.in. potrzebę zastosowania bardzo silnych zewnętrznych pól elektrycznych. To ograniczenie jednocześnie tłumaczy brak szerszego zainteresowania opisywanymi zjawiskami od strony eksperymentalnej, ze względu na



UNIwersytet  
Warszawski

Wydział Fizyki  
Instytut Geofizyki

złożoność realizacji eksperymentu. Niemniej cykl prac dr Andrzeja Ziółkowskiego przedstawia cenną nową wiedzę dla przyszłych prac eksperymentalnych co do zakresu paramentów występowania nieliniowych zjawisk fotorefrakcyjnych oraz gotowe modele do wykorzystania w interpretacji wyników eksperymentalnych.

Prace z cyklu habilitacyjnego zostały dotychczas zacytowane 50 razy (20 cytowań obcych), w tym najczęściej cytowane są prace nr 2 oraz nr 5, które mają odpowiednio 18 oraz 8 cytowań. Jest to bardzo niewielka liczba cytowań w porównaniu z innymi pracami dotyczącymi zarówno optycznych zjawisk nieliniowych oraz fizyki półprzewodników. Moim zdaniem niska liczba cytowań nie wynika z niskiej jakości prac, tylko z niewielkiego zainteresowaniem środowiska tematyką podejmowaną przez habilitanta. Współczesne badania związane z ośrodkami optycznymi półprzewodnikowym są związane głównie z opracowaniem nowych struktur i ich optymalizacją jako ośrodków aktywnych lub detektorów, natomiast domena zjawisk nieliniowych przyciąga w ostatnich latach zainteresowane pod kątem badania zjawisk nieliniowych do generacji szerokopasmowej supercontinuum lub solionowego przestrajania emitowanej długości fali. Do tego celu wystarczające są znacznie prostsze modele efektywne nie opisujące zjawisk na poziomie transportu nośników. Zjawiska fotorefrakcyjne ze względu na konieczność zastosowania bardzo wysokich napięć, które nie są kompatybilne z obecnymi kierunkami rozwoju technologicznego struktur półprzewodnikowych są rozważane obecnie przez bardzo niewielką liczbę ośrodków badawczych na poziomie modelowania. Sąd wynika niewielka liczba cytowań, natomiast o jakości prac badawczych w cyklu habilitacyjnym świadczy opublikowane prac w uznanych i bardzo dobrych czasopismach naukowych w dziedzinie.

#### Działalność naukowa

Zgodnie z przeprowadzoną przeze mnie analizą dotychczasowy dorobek naukowy habilitanta obejmuje 21 pozycji opublikowanych w czasopismach międzynarodowych z IF znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC). Spośród ww. publikacji z IF 16 prac zostało opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora: 12 prac stanowi cykl habilitacyjny, natomiast pozostałe 4 prace opublikowane po doktoracie dotyczą pokrewnych zagadnień związanych z implantacją jonów oraz zjawiskami fotorefrakcyjnymi w strukturyzowanych materiałach półprzewodnikowych.



UNIwersytet  
Warszawski

Wydział Fizyki  
Instytut Geofizyki

Wg bazy Web of Science wszystkie prace dr A. Ziółkowskiego były cytowane 87 razy (w tym 45 cytowań obcych). Współczynnik Hirscha wynosi 6. Wszystkie te wartości należy uznać za bardzo niskie i świadczące o umiarkowanym wpływie prac dr A. Ziółkowskiego na rozwój dziedziny. Należy także zwrócić uwagę, że duża liczba cytowań jest autocytowaniami, a z pozostałych znacząca liczba cytowań obcych (ok. 1/3) pochodzi z publikacji współautorów A. Ziółkowskiego. Wg bazy Scopus prace dr. A. Ziółkowskiego były cytowane 100 razy, z czego 51 stanowią cytowania obce. Jednak nie uwzględniając cytowań współautorów, prace dr A. Ziółkowskiego były cytowane tylko 37 razy przez osoby niebędące współautorami jego innych publikacji. Potwierdza to niską cytowalność prac dr A. Ziółkowskiego w grupie badaczy niewspółpracujących ze sobą. Niewielka liczba innych cytowań jest w rzeczywistości związana z wysoką specjalizacją prowadzonych prac, którymi zajmuje się jedynie bardzo wąska grupa badaczy na świecie. W tym kontekście należy uznać prace dr A. Ziółkowskiego, za mające istotny wpływ na rozwój dziedziny na podstawie ich opublikowania w uznanych czasopismach w dziedzinie optyki o zasięgu międzynarodowym (np. 3 prace w *Journal of Optics*, 3 prace również w *Optics Express* oraz 1 w *Optics and Laser Technology*), a nie na podstawie liczby cytowań.

Podsumowując dorobek publikacyjny habilitanta należy zwrócić uwagę na znaczące powieszenie dorobku po doktoracie. Z tego okresu pochodzi 16 z 21 jego prac. Ponadto znacząco zwiększyła się liczba ich cytowań, choć w liczbach bezwzględnych jest ona w dalszym ciągu bardzo niska.

Dr Andrzej Ziółkowski nie posiada doświadczenia we współpracy z zagranicznymi ośrodkami naukowo-badawczymi i prowadzi bardzo ograniczoną współpracę z innymi niż macierzystymi ośrodkami naukowymi. W okresie po doktoracie przebywał tylko na stażach w Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie (łącznie ponad miesiąc) podejmując współpracę z dr T. Barcińskim przy analizie tłumienia energii podczas zderzeń ładownika z podłożem oraz podejmował krótkie wizyty badawcze na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej w 2009, w laboratoriach Instytutu Fizyki Politechniki Wrocławskiej w 2009, w laboratoriach Instytutu Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej w 2010 r, oraz laboratoriach Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych (dr Strupiński) w 2013 roku. Współpraca zagraniczna habilitanta obejmuje tylko jedną krótką wizytę naukową na Politechnice Berlińskiej w 2013 roku.



UNIwersytet  
Warszawski

Wydział Fizyki  
Instytut Geofizyki

Habilitant brał udział jako wykonawca w realizacji dwóch projektów badawczych krajowych realizowanych we współpracy z dr W. Strupińskim oraz dr hab. L. Dobrzańskim z ITME (projekt NCN OPUS w latach 2011-2014) oraz z Uniwersytetem Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie (projekt NCBR TECHMATSTRATEG w latach 2016-2022). Na podstawie załączonego autoreferatu można wnioskować, że habilitant nigdy nie kierował własnymi projektami badawczymi krajowymi ani międzynarodowymi.

Habilitant bierze czynny udział w konferencjach naukowych. W okresie przed doktoratem A. Ziółkowski wygłosił 11 referatów, a po doktoracie w latach 2008 – 2018 14 kolejnych referatów. Habilitant prezentuje wyniki swoich prac głównie na zagranicznych i krajowych o zasięgu międzynarodowym (9 wystąpień z 14), w tym na prestiżowych konferencjach EOS Annual Meeting w 2008 r. w Paryżu, 50 Years of NLO w Barcelonie w 2012 r. oraz SPIE Int. Conf. on Photonics, Device and System w Pradze w 2014 r. Ponadto habilitant prezentował swoje wyniki na zaproszonych seminariach w wiodących jednostkach badawczych w Polsce m.in. na UW, PW oraz PWr.

#### Działalność organizacyjna i dydaktyczna

Na uznanie zasługuje wysoka aktywność dr A. Ziółkowskiego w pracy dydaktycznej oraz organizacyjnej na rzecz lokalnego i ogólnopolskiego środowiska naukowego. Od 209 roku habilitant jest współorganizatorem i członkiem komitetu organizacyjnego konferencji z cyklu Polska Konferencja Optyczna (organizacja 5 konferencji w latach 2009 - 2017) oraz Symposium Techniki Laserowej 2009, Int. Workshop on Nonlinear Optics Application 2007 oraz Nonlinear Photonics and Optical Telecommunication 2010. Jest recenzentem publikacji w uznanych czasopismach międzynarodowych m.in. w Applied Physics B.

Dr A. Ziółkowskiego brał także udział jako wykonawca w realizacji dużego projektu z funduszy strukturalnych związanego z budową nowej infrastruktury badawczej na Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym (ZUT) w Szczecinie w ramach projektu POIG w latach 2007-2013 pt. „Laboratorium Technologii Teleinformatycznych i Fotoniki”. Za prace na rzecz ZUT dr Ziółkowski został wyróżniony w 2011 roku nagrodą zespołową Rektora za osiągnięcia organizacyjne.

W ramach działalności dydaktycznej habilitant od wielu lat prowadzi zajęcia dydaktyczne w ZUT obejmujące łącznie 7 cykli wykładów z zakresu fizyki ogólnej, fotoniki, optoelektroniki i elektroniki oraz ćwiczenia do wykładów i zajęcia laboratoryjne w ramach 19 przedmiotów. W



UNIwersytet  
Warszawski

Wydział Fizyki  
Instytut Geofizyki

okresie po doktoracie od 2010 roku dr Ziółkowski był promotorem 15 prac inżynierskich oraz 8 prac magisterskich. Jest także promotorem pomocniczym w jednym przewodzie doktorskim. W latach 2012-2015 był opiekunem studenckiego koła naukowego Radius na ZUT. Obecnie jest członkiem Rady Dyscypliny Naukowej automatyka, elektronika i elektrotechnika. W latach 2016-2023 był także członkiem komisji hospitacyjnej weryfikującej jakość kształcenia na Wydziale Elektrycznym ZUT, a w latach 2011-2015 członkiem Komisji Programowej ds. wydziałowych ram kwalifikacji dla kierunku Elektronika i Telekomunikacja.

Reasumując, uważam, że aktywność organizacyjna i dydaktyczną dr A. Ziółkowskiego należy uznać za bardzo wysoką.

#### Podsumowanie

Uważam, że aktywność naukowa dr A. Ziółkowskiego można uznać za zadowalającą. Istotna aktywność naukowa habilitanta jest związana głównie z prowadzeniem badań w ścisłej współpracy z prof. E. Weinert-Rączką oraz publikacjami ich wyników w uznanych specjalistycznych międzynarodowych czasopismach naukowych w dziedzinie fotoniki. Dr Ziółkowski nie posiada w swoim dorobku osiągnięć związanych z kierowaniem projektami badawczymi, natomiast brał udział w realizacji 2 projektów badawczych krajowych. Habilitant odbył także staż w jednostce krajowej, nie przebywał natomiast na stażach długoterminowych zagranicznych. Aktywności habilitanta w zakresie zaangażowania w prace na rzecz środowiska naukowego poprzez zaangażowanie w pełnienie funkcji w organizacji konferencji naukowych i recenzowanie prac naukowych, w zakresie upowszechniania wyników poprzez aktywny udział w uznanych konferencjach międzynarodowych, a także jego zaangażowanie w opiekę naukową nad studentami i doktorantami, jest wysoka.

Cykl prac habilitacyjnych przedstawiony przez dr A. Ziółkowskiego będący osiągnięciem naukowym habilitanta należy ocenić jako wnoszący istotny wkład w rozwój badań w zakresie rozwoju modeli numerycznych objętościowych i strukturyzowanych półprzewodnikowych ośrodków fotorefrakcyjnych oraz opisu zjawisk nieliniowych w nich zachodzących. Należy jednak zwrócić uwagę na bardzo niską cytowalność prac dr A. Ziółkowskiego wynikającą z bardzo niewielkiej grupy naukowców pracujących w podobnej tematyce, a stwierdzenie o istotności prac opieram na analizie zawartości merytorycznej prac oraz fakcie ich





UNIwersytet  
Warszawski

Wydział Fizyki  
Instytut Geofizyki

opublikowania w uznanych specjalistycznych czasopismach w dziedzinie fotoniki o wysokiej renomie w środowisku i rygorystycznym trybie recenzji publikowanych prac.

Na podstawie przedstawionego dorobku habilitanta uznaję aktywność naukową habilitanta za zadowalającą wskazując na istotne osiągnięcia w dziedzinie nieliniowej optyki w materiałach półprzewodnikowych oraz wysoką aktywność w zakresie prac dydaktycznych i organizacyjnych na rzecz nauki.

Uważam, że osiągnięcie naukowe w formie jednotematycznego cyklu publikacji „Szybka nieliniowość fotorefrakcyjna dla obszarów spektralnych wykorzystywanych w urządzeniach optoelektronicznych i optotelekomunikacyjnych” oraz dotychczasowy dorobek publikacyjny, organizacyjny i dydaktyczny dr Andrzeja Ziółkowskiego spełniają wymogi określone w art. 219 ust. 1 pkt 2b Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2021 poz. 478 z dnia 1 marca 2021 r.) w części dotyczącej stopnia doktora habilitowanego. Przedstawioną rozprawę habilitacyjną oceniam pozytywnie i wnoszę o nadanie dr Andrzejowi Ziółkowskiemu stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

Warszawa, 11.10.2023

Prof. dr hab. inż. Ryszard Buczyński