

Warszawa, 17. 04. 2018

Prof. dr hab. Tadeusz Stacewicz
Instytut Fizyki Doświadczalnej
Wydział Fizyki
Uniwersytetu Warszawskiego
02-093 Warszawa, ul. Pasteura 5

**Recenzja dorobku dr Michała Nikodema
(z WPPT Politechniki Wrocławskiej)
w związku z postępowaniem habilitacyjnym**

1. Wstęp

Michał Nikodem uzyskał dyplom magistra inżyniera z elektroniki i telekomunikacji na Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej w 2007 roku. Tytuł pracy magisterskiej brzmiał: *Generacja grzebienia częstotliwości z laserów światłowodowych z synchronizacją modów*. Badania z tej tematyki kontynuował po ukończeniu studiów wyższych. W roku 2009 odbył 3-miesięczny staż na Wydz. Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. W roku 2010 w Instytucie Telekomunikacji, Teleinformatyki i Akustyki Politechniki Wrocławskiej obronił pracę doktorską pt. *Stabilne grzebienie częstotliwości optycznych w trzecim oknie telekomunikacyjnym*. Do czasu uzyskania stopnia doktora był autorem czterech artykułów naukowych opublikowanych w indeksowanych czasopismach naukowych.

Po uzyskaniu doktoratu i krótkim zatrudnieniu na Wydz. Elektroniki Politechniki Wrocławskiej dr Michał Nikodem odbył przeszło 2-letni staż naukowy w Electrical Engineering Department w Princeton University. Po powrocie przez przeszło 5 lat zatrudniony był na stanowisku kierownika Laboratorium Laserowych Systemów Pomiarowych we Wrocławskim Centrum Badań EIT⁺. Od stycznia 2017 roku pracuje w Katedrze Optyki i Fotoniki WPPT Politechniki Wrocławskiej.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Zgodnie z obowiązującą ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki dr Michał Nikodem przedstawił, jako osiągnięcie naukowe, monotematyczny cykl 11-tu publikacji zatytułowany *Laserowa spektroskopia molekularna z wykorzystaniem zjawiska dyspersji w pobliżu linii absorpcyjnych i jej zastosowania do detekcji śladowych stężeń gazów*. Wspomniane artykuły drukowane były w latach 2012 – 2017, w większości w czasopismach naukowych wysoko ocenianych na liście MNiSW: *Optics Express* – 45 pkt. (3 art.), *Optics Letters* – 45 pkt. (2 art.), *Appl. Phys. B* - 30 pkt. (2 art.), *Sensors* – 30 pkt. (1 art.), *Optical Engineering* – 20 pkt. (1 art.). W trzech artykułach dr Michał Nikodem jest jedynym autorem. Pozostałe artykuły są wieloautorskie, lecz w nich (poza jednym) habilitant jest pierwszym autorem, a w jednym przypadku – drugim. Współautorzy załączyli oświadczenia stwierdzające ich udział w powstaniu poszczególnych publikacji jako mniejszościowy, w jednym tylko przypadku sięgający 50%.

Tematyka osiągnięcia naukowego – wykorzystanie zjawiska dyspersji do pomiaru współczynników absorpcji światła i do wyznaczania stężeń śladowych ilości gazów, została przez habilitanta podjęta podczas jego stażu podoktorskiego w Princeton University. Metoda ta (tzw. *chirped laser dispersion spectroscopy* – CLaDS) została opracowana w tym ośrodku naukowym w roku 2010. Dr M. Nikodem wraz ze współpracownikami podjął systematyczne jej badania. W pierwszej pracy z 2012 roku przedstawiono teoretyczny model tej techniki, dokonując systematycznej analizy szumów. Model został zweryfikowany doświadczalnie. Badania te umożliwiły między innymi wprowadzenie nowej metody wytwarzania i detekcji sygnału – tzw. detekcji na wyższych harmonicznych (najczęściej II harm.) częstości modulacji, którą wykorzystano w następnej pracy. W artykule tym opisano doświadczenie, w którym wspomnianą metodę przetestowano stosując ją do detekcji N₂O. Metoda ta charakteryzuje się większą czułością niż pomiar na pierwszej harmonicznej. Podejście to jest kluczowe dla rozwoju techniki CLaDS i zostało przez autorów opatentowane w Stanach Zjednoczonych.

Metoda pomiaru na II harmonicznej w CLaDS została przeanalizowana i w następnej pracy wykorzystana do pomiaru stężeń gazów o względnie wysokich koncentracjach, tzn. takich, dla których osłabienie światła na drodze optycznej jest bardzo wysokie – sięga od kilku do ponad 99%. Pokazano, że w tych warunkach można osiągnąć 5-cio dekadową dynamikę pomiaru. Metoda nadaje się również do badań w przestrzeni otwartej (artykuł nr 4). O ile we wcześniejszych pracach do modulacji częstotliwości stosowano komórki fotoakustyczne, w pracy nr 5 opisano wykorzystanie

modulatora elektrooptycznego. W badaniach przedstawionych w następnych trzech artykułach technikę CLaDS zastosowano do selektywnej detekcji różnych gazów w środowisku: metanu i siarkowodoru. Dowiedziono selektywności metody, pokazując niezależność detekcji od innych składników atmosfery, mogących zakłócić pomiar, np. dwutlenku węgla.

Poszukując do wspomnianych badań nowych źródeł laserowych w pracy nr 9 przedstawiono wykorzystanie konwersji częstotliwości promieniowania o długości fali 1,55 μm do 3,39 μm w kryształach niobianu litu. Promieniowanie to wykorzystano do detekcji metanu, wykazując, że przeniesienie obszaru pomiaru do tych długości fal z zakresu średniej podczerwieni (ok. 5 μm), stosowanej w poprzednich doświadczeniach, skutkuje 10-krotną poprawą czułości. Następna praca dotyczyła nowych rozwiązań z dziedziny elektronicznej w detekcji sygnałów w CLaDS; w miejsce kosztownych analizatorów widma zastosowano standardowe układy do radiowej demodulacji sygnałów FM. Podsumowanie prac w zakresie CLaDS znalazło się w pracy 11-tej, gdzie pokazano możliwości różnicowej detekcji stężeń gazów.

Stwierdzam, że prace te tworzą konsekwentny ciąg publikacji i opisują istotny wkład w rozwój metody CLaDS: od modelu i pierwszych testów w komórkach doświadczalnych, do zastosowań praktycznych, „polowych”, przydatnych dla rolnictwa i ochrony środowiska. Opisanie działania prowadziły do istotnej poprawy układów doświadczalnych tej metody, w zakresie źródeł światła, systemów ich modulacji a także systemów detekcji.

Uważam, że przedstawione przez dr Michała Nikodema *osiągnięcie naukowe* w postaci omówionego powyżej jednotematycznego cyklu publikacji bardzo dobrze spełnia wymagania wspomnianej ustawy. Opracowanie nowej techniki dokładnych pomiarów spektroskopowych, nowych technik analizy wyników, a także uzyskanie licznych nowych rezultatów, liczących się w skali międzynarodowej i mających istotne znaczenie dla zastosowań i dla badań podstawowych jest (zgodnie z wymaganiami ustawy) *znacznym wkładem w rozwój określonej dyscypliny naukowej (...)* - pomiaru współczynników absorpcji światła i wyznaczania stężeń śladowych ilości gazów poprzez wykorzystanie zjawiska dyspersji.

3. Ocena pozostałego dorobku naukowego (po uzyskaniu stopnia doktora)

Warte podkreślenia jest, że po uzyskaniu stopnia doktora aktywność naukowa dr. M. Nikodema istotnie zwiększyła się. Po roku 2010 opublikował on 12 innych artykułów naukowych, które nie zostały ujęte, jako prace związane z procesem habilitacyjnych. Zostały one wydrukowane w indeksowanych czasopismach naukowych o wysokich współczynnikach *impact factor* (od 1 do 4,364). Dotyczą one między innymi synchronizacji modów lasera, spektroskopii CLaDS, laserów kaskadowych. Ogółem, do czasu złożenia dokumentów przewodu habilitacyjnego, t.j do 12-go października 2017 roku prace jego były cytowane 313 razy (w tym 220 razy bez autocytowań). Jego indeks Hirscha wynosił 11. W wymienionych powyżej pracach dr M. Nikodem uczestniczył nie tylko jako pomysłodawca doświadczeń, projektant i budowniczy aparatury, ale także jako interpretator wyników eksperymentów, autor metod dopasowania rezultatów do modeli teoretycznych.

Dr M. Nikodem przedstawił także 20 publikacji konferencyjnych. Wygłosił 3 zaproszone referaty konferencyjne (na IFPAC 2012 w Baltimore USA) i dwa na krajowych konferencjach naukowych, oraz zaprezentował 27 komunikatów konferencyjnych. Jest też współautorem 2 amerykańskich patentów i jednego zgłoszenia patentowego do polskiego Urzędu Patentowego. Jeden z patent, którego jest współautorem, zakupiony przez firmę Tiger Optics.

4. Ocena dorobku organizacyjnego i dydaktycznego.

Dr Michał Nikodem wykazuje się także aktywną działalnością na rzecz swojego środowiska. Kierował trzema grantami badawczymi i był wykonawcą 5-ciu innych grantów. Był członkiem komitetu naukowego konferencji Optics and Photonics Congress organizowanej w 2013 roku, a od 2016 roku do chwili obecnej jest członkiem komiterów naukowych konferencji CLEO organizowanej w corocznie w San Hose w Stanach Zjednoczonych. Recenzuje prace nadesłane na tę konferencję. Ponad to 15 razy był powoływany na recenzenta artykułów naukowych nadesłanych do czasopism, jak *Optics Letters*, *Optics Express*, *Analytical Chemistry*, *Applied Physics B*, *ACS Photonics*, *Applied Optics*, *Optics and Laser Technology*, *Optics Communication* i innych.

Od 2012 roku prowadzi wykład *New approaches to Electronics and Telecommunication* na Wydz. Elektroniki Politechniki Wrocławskiej. Aktywnie

uczestniczył w Dolnośląskim Festiwalu Nauki czy Nocy Laboratorów w 2013, 2015 i 2017 roku.

Dr M. Nikodem rozwija współpracę z zagranicznymi ośrodkami naukowymi – głównie grupa G. Wysockiego z Princeton University, oraz z krajowymi ośrodkami naukowymi: UMK i Uniwersytetem Przyrodniczym w Lublinie,

5. Podsumowanie

Przedstawione powyżej liczby i fakty świadczą, że dr Michał Nikodem jest aktywnym pracownikiem naukowym, prowadzącym cenną działalność naukową dydaktyczną i popularyzatorską. Jest wysokiej klasy specjalistą w szczególności w zakresie nowatorskich technik spektroskopii. Potrafi samodzielnie projektować i budować oryginalne aparaty badawcze, wykonywać z ich pomocą zaawansowane eksperymenty fizyczne, analizować wyniki, modelować badane zjawiska. Widoczny jest wyraźny wzrost jego aktywności po uzyskaniu stopnia doktora nauk. Sądzę, że działalność i osiągnięcia naukowe dr Michała Nikodema wystawiają mu bardzo dobre świadectwo i wyczerpują wymagania stawiane przyszłym doktorom habilitowanym.

Sam cykl publikacji, stanowiący wymagane przez ustawę osiągnięcie naukowe, uważam za bardzo dobry, nowoczesny, zawierający wiele ważnego materiału dla współczesnej optyki, ale także mający związek z najbardziej aktualnymi zastosowaniami.

Stwierdzam, że dr Michał Nikodem ma znaczny indywidualny dorobek naukowy, kwalifikujący go do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego z fizyki. Wnioskuje o dopuszczenie dr M. Nikodema do dalszych etapów przewodu.

Tadeusz Stacewicz

