



Gliwice, 2020.08.17

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Pustelny
Katedra Optoelektroniki
Politechnika Śląska
e-mail: Tadeusz.Pustelny@polsl.pl

Recenzja pracy doktorskiej

mgra inż. Renaty ZAWISZA pt.:

"Przetworniki wielkości fizykochemicznych na bazie długookresowych siatek światłowodowych".

Praca doktorska została wykonana na Wydziale Nowych Technologii i Chemii Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego pod kierunkiem promotora, Pana prof. dr hab. inż. Leszka R. Jaroszewicza, członka korespondenta Polskiej Akademii Nauk

1. Informacje wstępne

Wyniki swoich analiz literaturowych, analiz teoretycznych oraz badań eksperymentalnych Pani mgr Renata Zawisza zawarła na 105 stronach maszynopisu. (Praca jest obszerna, jeśli uwzględni się, że napisana została w formacie A4 czcionką Times New Roman 10). Praca zawiera 41 rysunków, wykresów i zdjęć oraz 3 tabele. (W rzeczywistości ilość rysunków jest istotnie większa, ponieważ pod jednym numerem znajduje się często więcej wykresów uzyskanych wyników eksperymentalnych.) Bogata prezentacja graficzna analizowanych zagadnień oraz uzyskanych wyników jest silną stroną rozprawy i ułatwia analizy prezentowanych w niej treści. Praca zawiera spis stosowanych oznaczeń i skrótów, jakich Doktorantka szeroko używała w rozprawie. Autorka rozprawy powołuje się w swojej pracy na 144 pozycje literatury, z których korzystała przy realizacji rozprawy. W tej grupie znajdują się 4 prace ze współautorstwem Doktorantki opublikowane w uznanych czasopismach naukowych.

2. Cel rozprawy

Obserwowany w świecie w okresie ostatnich dziesięcioleci intensywny rozwój poziomu technicznego i naukowo-badawczego w ma swoje wielorakie źródła i przyczyny. Należą do nich m.in. niezwykle rozwój technologii półprzewodnikowych, rozwój technik i technologii informatycznych (również - niezwykle rozwój Internetu) rozwój telekomunikacji (w tym technik światłowodowych i technik fonicznych) a także rozwój technik badawczych, ze szczególnym uwzględnieniem bardzo szeroko rozumianej – metrologii. W zakresie nowoczesnych, ultraczułych technik pomiarowych i badawczych szczególną rolę odgrywają systemy optoelektroniczne (przede wszystkim – systemy foniczne) na bazie światłowodów włókniastych i układów optyki zintegrowanej.

Recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr Renaty Zawisza dotyczy opracowania precyzyjnego światłowodowego systemu pomiarowego. (Doktorantka używa na swój system metrologiczny określenia „platforma pomiarowa”.) Platforma pomiarowa ma umożliwić detekcję zmian wybranych wielkości fizykochemicznych z równoczesną redukcją wpływu zmian środowiska zewnętrznego na wartość wielkości mierzonej.

W zaproponowanym rozwiązaniu Pani mgr Zawisza wykorzystuje wpływ zmian warunków fizykochemicznych oraz zmian warunków zewnętrznych na propagację fali elektromagnetycznej w światłowodowym włóknie jednomodowym utrzymującym polaryzację, wraz z długookresową siatką światłowodową z podwójnym pasmem absorpcyjnym. Tor światłowodowy jest realizowany w tzw. konfiguracji pętlowej.

Na stronie 11 Pani mgr Renata Zawisza formułuje tezę swojej rozprawy doktorskiej w formie:

Długookresowa siatka światłowodowa z podwójnym pikiem rezonansowym może być stosowana jako przetwornik wielkości fizykochemicznych umożliwiającą jednoczesną kompensację niepożądanego wpływu czynników zewnętrznych.

Celem badań realizowanych w ramach rozprawy doktorskiej jest wykazanie poprawności powyższej tezy.

Należy uznać, że podjęta przez Panią mgr Renatę Zawisza tematyka naukowa i postawione w rozprawie cele są w zakresie naukowym i badawczym aktualne i ważne.

Tematyka rozprawy ma również bardzo istotny aspekt użytkowy, którym jest propozycja systemu pomiarowego do detekcji zmian właściwości fizykochemicznych wybranych materiałów ciekłych. Wyniki uzyskane z wykorzystaniem zaproponowanego systemu nie powinny być obciążone wpływem zmian warunków środowiska zewnętrznego.

Uważam, że sformułowane przez mgr inż. Renatę Zawisza cele rozprawy postawione są poprawnie i precyzyjnie. Ich zrealizowanie może stanowić wartościowy wkład w rozwój tematyki optoelektronicznych sensorów fazowych.

3. Zawartość rozprawy doktorskiej

W rozprawie doktorskiej Pani mgr Renaty Zawisza można wyróżnić dwie zasadnicze części, na które składa się 7 rozdziałów pracy.

Pierwszą część (strony 7-44) stanowią rozdziały: 1. *Wprowadzenie*, 2. *Długookresowe siatki światłowodowe*, 3. *Światłowodowy interferometr pętlowy*.

W części tej Doktorantka omawia problemy współczesnej metrologii optoelektronicznej bazującej na propagacji pola elektromagnetycznego z zakresu widzialnego i około widzialnego w światłowodach jednomodowych. Następnie, szeroko i kompetentnie dyskutuje problemy propagacji modów optyczny w światłowodowych siatkach Bragg'a oraz długookresowych siatkach światłowodowych. We własnych analizach literaturowych siatek Bragg'a Doktorantka odwołuje się zarówno do teorii propagacji fal elektromagnetycznych w takich strukturach, jak również do problemów wykorzystania tych struktur w systemach czujnikowych. Analizom czujników optycznych z siatkami Bragg'a poświęcony jest duży fragment pierwszej części rozprawy doktorskiej.

Do części drugiej można zaliczyć rozdziały: 4. *Charakterystyka platformy złożonej z długookresowej siatki światłowodowej umieszczonej w pętli interferometrycznej*, 5. *Dwupunktowy przetwornik parametrów fizykochemicznych na bazie długookresowej siatki światłowodowej umieszczonej w pętli interferometrycznej*, 6. *Zastosowanie platformy do przetwarzania sygnału pochodzącego z materiału biologicznego*, 7. *Posumowanie i wnioski*. Część druga została zawarta na stronach: 44-89. Zaczyna się ona od omówienia długookresowej światłowodowej siatki dyfrakcyjnej z podwójnym pasmem absorpcyjnym. Doktorantka na podstawie artykułu z własnym współautorstwem (Doktorantka jest pierwszym autorem we wszystkich czterech pracach opublikowanych w uznanych czasopismach naukowych) prezentuje koncepcję platformy pomiarowej do detekcji wielkości fizykochemicznych wybranych cieczy. Proponuje takie rozwiązania w swoim systemie pomiarowym (platformie pomiarowej), aby był on niewrażliwy na zmiany temperatury zewnętrznej. W rozprawie prezentowane są bogato wyniki badań eksperymentalnych Doktorantki, które w większości już wcześniej zostały opublikowane w

artykułach z Jej współautorstwem. Pani mgr Zawisza omawia dalej możliwości zastosowania opracowanej (przy swoim aktywnym udziale) platformy pomiarowej do badań materiału biologicznego, którym w rozprawie jest układ immunochemiczny biotyna-awidyna.

Część badawczą rozprawy zamyka wykaz literatury naukowej, z której Doktorantka korzystała w trakcie jej realizacji. Jak już wspomniano, w wykazie literatury jest 144 pozycji. Są tam zarówno pozycje starsze z zakresu opracowania i badań światłowodowych siatek Bragg'a sprzed dwudziestu i więcej lat. Jest również wiele pozycji z okresu ostatnich lat, np. z roku 2018 a nawet z roku 2020. Wykaz literatury świadczy o dobrej znajomości materiału naukowego, dotyczącego analizowanych w rozprawie zagadnień. W swojej rozprawie Doktorantka szeroko powołuje się i przytacza wyniki wcześniej już opublikowane z jej własnym współautorstwem.

W bazach bibliometrycznych SCOPUS oraz WoS międzynarodowym zasięgu, Pani mgr Renata Zawisza jest obecna jako współautor 4 publikacji. Jej prace (prace z jej współautorstwem) były cytowane 11 razy. Można to wstępnie uznać za dowód dostrzeżenia Jej dotychczasowej działalności naukowej przez środowisko optoelektroniczne.

4. Ocena rozprawy doktorskiej

Jako własny wkład Doktorantki w rozwój optoelektroniki, w mojej opinii, może uznać:

- zaprojektowanie oraz zestawienie systemu badawczego („platformy przetwornikowej”) do monitorowania zmian właściwości fizykochemicznych wybranych materiałów. Doktorantka dokonała optymalizacji parametrów elementów światłowodowych tworzących system badawczy w tym, optymalizacji parametrów długookresowych siatek światłowodowych z podwójnym pasmem absorpcyjnym, Dzięki umieszczeniu w systemie pomiarowym kontrolera polaryzacji światła propagującego się we włóknie światłowodowym, Doktorantka uzyskała uniezależnienie się systemu od zmian temperatury;
- szerokie badania stabilności czasowej opracowanego systemu przy różnych, zmieniających się warunkach zewnętrznych jego pracy;
- teoretyczna i eksperymentalna analiza wpływu stanu polaryzacji fali optycznej na własności metrologiczne opracowanego systemu badawczego;

- wskazanie na możliwości praktycznego zastosowania opracowania systemu badawczego do badań zmian współczynników załamania wybranych materiałów z eliminacją wpływu zmian temperatury otoczenia na wyniki pomiarów;

Z zawartych w rozprawie informacji (na podstawie analiz przedstawionych w rozprawie wyników badań) można wnosić, że opracowany system badawczy pozwala na rejestrację zmian współczynnika załamania z dokładnością $\pm 1 \cdot 10^{-4}$, niezależnie od zmian temperatury otoczenia. Uzyskana dokładność jest dla wielu praktycznych zastosowań bardzo satysfakcjonująca.

Jako Recenzent pracy doktorskiej Pani mgr Renaty Zawisza uważam, że niniejsza rozprawa prezentuje wysoki poziom naukowy w *Dyscyplinie „Inżynieria Materiałowa”*.

Zaproponowana w rozprawie doktorskiej idea systemu pomiarowego na bazie długookresowej siatki światłowodowej z kontrolą stanu polaryzacji propagującej się wiązki światłowodowej w układzie pętlowym jest oryginalna i inteligentna. Praktyczne zrealizowanie tej idei w postaci tzw. „platformy pomiarowej” zasługuje na szacunek i wyróżnienie.

Praca była realizowana w ramach dwóch projektów:

1. Nowe materiały foniczne i ich zastosowania (POIG.01.03.-1-14-016/08;
2. Senior Industrial Research Chair In Photonics Sensing Technologies for Safety and Security Monitoring (SPI/NSERC), Quebec, Kanada.

Fakt ten oceniam bardzo pozytywnie. Uczestnictwo w projektach badawczych i to projektach o charakterze międzynarodowym, jest dowodem na kompetencje uczestnika projektu – Pani mgr Zawiszy oraz na Jej umiejętność pracy zespołowej.

Podsumowując. Zawarty w recenzowanej rozprawie doktorskiej materiał badawczy oraz przeprowadzone analizy naukowe pozwalają uznać, że postawiona teza została w rezultacie realizacji rozprawy doktorskiej przez Panią mgr Renatę Zawisza wykazana.

5. Uwagi krytyczne

Z obowiązku Recenzenta pragnę zgłosić swoje uwagi i zastrzeżenia.

Praca doktorska Pani mgr inż. Renaty Zawisza napisana jest w sposób przemyślany. Układ pracy jest starannie dobrany. Usterki edycyjne a także tzw. literówki w pracy zdarzają się niestety relatywnie często. (W niniejszej recenzji postanowiłem ich nie wymieniać.) Bardzo żałuję, że Doktorantka nie przeczytała ostatecznej wersji pracy raz jeszcze (albo przeczytała ją nieuważnie).

Autorka na początku pracy w pozycji „*Lista akronimów i symboli*” podaje skróty na większość wielkości, których używa w pracy a także skróty i oznaczenia na niektóre z omawianych elementów optycznych. Zasadę stosowania akronimów i skrótów Doktoranta stosuje w rozprawie praktycznie od samego

początku i to bardzo konsekwentnie, nie dając czytelnikowi pracy szansy na wcześniejsze się z nimi oswojenie. (Musiałem, czytając pracę wielokrotnie do *Listy skrótów i akronimów* wracać (dokład tej *Listy* sobie nie wydrukowałem). Wyjaśnienia skrótu FLM, używanego wielokrotnie, w ogóle w pracy nie znalazłem.

Jak już pisałem, rozprawa zawiera wiele rysunków, ale przede wszystkim bardzo dużo wykresów z wynikami zaczerpniętymi z literatury, ale przede wszystkim z wynikami badań własnych. Niestety większość tych wykresów jest w formacie, dla mnie - zbyt małym.

Opisy osi są najczęściej małe, co utrudnia analizy zawartych na wykresach treści badawczych. Doktorantka ma tendencje do stosowania wyrażeń nieprecyzyjnych, typu: „zapewnienie ekstremalnej czułości na defekowaną wielkość”, czy „interpretacja warunków fizycznych poszczególnych elementów światłowodowych”, „charakterystyka widmowa DRLPG zanurzona w cieczy o stałym o stałym RI,... Tego typu nieprecyzyjnych, jak na pracę naukową określić, w doktoracie jest więcej.

Mam świadomość, że powyższe uwagi mają charakter subiektywny.

Duża grupa badań dotyczy transmisji światła w strukturze światłowodowej. Doktorantka używa niewyjaśnianej w tekście jednostki dBm. Długo nie wiedziałem jak tę jednostkę rozumieć.

W pracy można znaleźć wielkości pomiarowe, podawane z dokładnością 5 miejsc znaczących, np. na stronie 85 jest podana wartość 1,0026 dBm/°C. Z jaką dokładnością była ta, ale także inne wielkości wyznaczone w badaniach? Na tej samej stronie są także podane wyniki wraz z ich niedokładnością. Jak niedokładności (tzw. błędy pomiarowe) podawane w rozprawie należy rozumieć? Jak zostały wyznaczone?

Na stronie 16 manuskryptu rozprawy Doktorantka przytacza z literatury wzór 2.4 „na szerokość połówkową pasma absorpcyjnego”. Wzór ten jest poprawny kiedy $\kappa L < \pi$. Na następnej stronie (str. 17) na Rysunku 2 są zaprezentowane wyniki, zaczerpnięte z literatury, gdy $\kappa L = 4.0$ oraz $\kappa L = 5.0$. Dla tych wartości κL szerokość połówkowa pasma absorpcyjnego byłaby wielkością zespoloną. Proszę Doktorantkę o ustosunkowaniu się do tej uwagi.

Na stronie rozpoczynającej manuskrypt rozprawy doktorskiej Pani mgr Renata Zawisza składa podziękowania osobom, które pomogły Jej przy realizacji doktoratu.

Podziękowania są bardzo enigmatyczne – dotyczą „życzliwości”, „pełnego wsparcia”, „wyrozumiałości”, „cierpliwości”,... W żadnym miejscu pracy nie znalazłem informacji z kim i w jakim zakresie Doktorantka współpracowała. Z wielu powodów współpraca naukowa jest dużą wartością, również przy realizacji rozprawy doktorskiej. Dlatego proszę, aby w trakcie publicznej obrony rozprawy doktorskiej Pani mgr Renata Zawisza przedstawiła w sposób szczegółowy, z kim i w jakim zakresie współpracowała, realizując swoją pracę doktorską. Uważam, że problem jest ważny. Wiele wyników zamieszczonych w rozprawie doktorskiej pochodzi z artykułów opublikowanych w czasopismach o międzynarodowej cyrkulacji z współautorstwem Doktorantki. Te artykuły mają zawsze wielu (kilku) autorów. To prawda, że Pani Renata Zawisza we wszystkich czterech artykułach jest pierwszym autorem, ale chciałbym aby w trakcie publicznej obrony przedstawiła jaki był udział innych współautorów w otrzymaniu wyników, które zostały w pracy przytoczone.

Czasami czytając pracę nie wiedziałem, czy Doktorantka prezentuje własne opinie, czy przytacza informacje zaczerpnięte z literatury naukowej.

Powyższe uwagi nie zmieniają mojej jednoznacznie pozytywnej opinii o recenzowanej rozprawie doktorskiej Pani mgr inż. Renacie Zawisza.

Konkluzja końcowa

Jako recenzent, pragnę wyraźnie podkreślić, że pozytywnie oceniam poziom naukowy rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Renaty Zawisza. Praca zawiera oryginalne wyniki badań naukowych, o szerokim użytecznym znaczeniu. Teza, którą Doktorantka chciała udowodnić, w efekcie realizacji rozprawy, została wykazana.

Biorąc pod uwagę jednoznacznie pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej mgr inż. Renaty Zawisza pt.:

"Przetworniki wielkości fizykochemicznych na bazie długookresowych siatek światłowodowych"

stwierdzam, że

w świetle obowiązującej Ustawy - Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z 20.07.2018r
(a także aktów wcześniejszych, w tym: „Ustawą o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki", z dnia 14 marca 2003 roku wraz z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 22 września 2011 roku. oraz Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018)
recenzowana rozprawa spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim w Dyscyplinie Inżynieria Materiałowa.

Pozytywna ocena pracy doktorskiej stanowi, w mojej opinii podstawę do ubiegania się mgr inż. Renaty Zawisza o stopień doktora nauk technicznych w Dyscyplinie Inżynieria Materiałowa.

Wnoszę do Rady Naukowej Wydziału Nowych Technologii i Chemii Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie o dopuszczenie mgr inż. Renaty Zawisza do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Z wyrazami szacunku



Gliwice, 2020.08.17