Łódź, 13 grudnia 2021 r.

Prof. dr hab. inż. Bogusław Więcek
Politechnika Łódzka
Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki
Instytut Elektroniki

RECENZJA
osiągnięć naukowych dra inż. Adama Szyszki
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika

Podstawą prawną wykonania recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Naukowej Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Politechniki Wrocławskiej z dn. 27 września 2021 r. oraz postanowienie Rady Doskonałości Naukowej z dnia 28 czerwca 2021 r. powołujące recenzentów w postępowaniu habilitacyjnym dra inż. Adama Szyszki.

Recenzja została opracowana zgodnie z wymaganiami ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce" określonymi w Dz. U. 2021 poz. 478 z dnia 1 marca 2021 r.

Postępowanie habilitacyjne jest prowadzone w Politechnice Wrocławskiej. Recenzję sporządzono w oparciu dokumentację przedłożoną przez Habilitanta w dniu 29 marca 2021 roku. Główna cześć dokumentacji, tj. autoreferat, została przygotowana poprawnie merytorycznie. Drobne usterki językowe nie rzutują na końcową ocenę dorobku Habilitanta.

1. Sylwetka Kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego

Dr inż. Adam Szyszka ukończył studia magisterskie na Wydziale Elektroniki w Politechnice Wrocławskiej w 2003 r. W roku 2008 Rada Naukowa Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki Politechniki Wrocławskiej nadała dr. Adamowi Szyszce stopień naukowy doktora nauk technicznych na podstawie przedłożonej rozprawy doktorskiej zatytułowanej „Badania wpływu blokowej struktury heteroepitaksjalnych warstw azotków na działanie detektorów MSM".

Kandydat do stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, po uzyskaniu stopnia doktora w 2008 r., pracuje w Politechnice Wrocławskiej, początkowo na stanowisku asystenta, a począwszy od 2010 r. jako adiunkt naukowo-dydaktyczny na Wydziale Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki. Na podstawie przedłożonej dokumentacji można stwierdzić, że tematyka badawcza uprawiana przez dra inż. Adama Szyszki dotyczy szeroko rozumianej technologii mikroelektronicznej, a w szczególności metod pomiaru właściwości elektrycznych, optycznych i mechanicznych wielowarstwowych struktur półprzewodnikowych. Dziedzina badawcza, jaką zajmuje się Habilitant, jest aktualna, o czym świadczą wyniki badań i publikacje autorów z wielu renomowanych ośrodków naukowych na świecie. Bez wątpienia tematyka ta mieści się w dyscyplinie naukowej automatyka, elektronika i elektrotechnika.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Dr inż. Adam Szyszka przedstawił cykl 10. powiązanych tematycznie publikacji [h1-h10], które znajdują się na liście czasopism ze współczynnikiem wpływu IF (*ang. Impact Factor*) oraz sformułował osiągnięcie naukowe pt. **„Zastosowanie mikroskopii ze skanującą sondą do charakteryzacji i diagnostyki struktur półprzewodnikowych złożonych"**:

[h1] **Optica Aplicata (2011) IF_{2019} = 0,673,**
[h2] **Material Science-Poland (2016) IF_{2019} = 0,911,**
[h3] **Cystal Research and Technology (2017) IF_{2019} = 1,169,**
[h4] **Applied Physics Letters (2014) IF_{2019} = 3,507,**
[h5] **Material Science-Poland (2013) IF_{2019} = 0,911,**
[h6] **Material Science in Semiconductor Processing (2019) IF_{2019} = 3,085,**
[h7] **Journal of Electrical Engineering (2009) IF_{2019} = 0,686,**
[h8] **Central European Journal of Physics (2011) IF_{2019} = 0,963,**
[h9] **Ultramicroscopy (2016) IF_{2019} = 2,452,**
[h10] **Applied Surface Science (2021) IF_{2019} = 6,182.**

Na podkreślenie zasługuje fakt, że w 9/10 prac potwierdzających osiągnięcie naukowe, dr inż. Adam Szyszka jest pierwszym autorem z udziałem na poziomie 65-80%. Udział merytoryczny został potwierdzony podpisami współautorów. W większości prac potwierdzających osiągnięcie naukowe wkład merytoryczny polegał na przygotowaniu

i przeprowadzeniu eksperymentów. W pracach [h5], [h7], [h9] i [h10] Habilitant zaproponował metodykę badań z zastosowaniem mikroskopii z sondą skanującą. Podczas realizacji niektórych badań dr inż. Adam Szyszka stosował modelowanie i symulacje komputerowe wybranych procesów elektrycznych w półprzewodnikach [h3], a czasie przygotowania materiału do publikacji [h10] opracował stanowisko badawcze. Ponadto, podczas wykonywania badań i przygotowania publikacji [h9] i [h10], Kandydat opracował autorskie oprogramowanie w środowisku Matlab i LabView do prowadzenia pomiarów i analizy wyników. Ważnym osiągnięciem Habilitanta jest współautorska praca [h4] opublikowana z partnerami z ośrodka naukowego w Niemczech - *Leibniz-Institut fur Innovative Mikroelektronik IHP GmbH.*

Działalność naukową Kandydata po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych można podzielić na trzy główne bloki tematyczne. Podział wynika z zastosowania mikroskopii z sondą skanującą do pomiaru lokalnych wartości rezystancji, pojemności i potencjału.

Kilka przedstawionych osiągnięć naukowych Habilitanta uważam za ważne dla rozwoju współczesnej mikroelektroniki. Takimi są, moim zdaniem, badania właściwości elektrycznych wielowarstwowych heterostruktur półprzewodnikowych AlGaN/GaN/Si wspomagane wzbudzeniem optycznym metodami skanującej mikroskopii pojemnościowej, rezystancji rozproszonej i potencjału powierzchniowego. Obecnie ważnym dla rozwoju współczesnej mikroelektroniki są badania struktur z warstwami GaN, w których generowany jest gaz elektronowy. Jest to aktualna tematyka badawcza rozwijana w wielu ośrodkach naukowych i produkcyjnych na świecie. Badania prowadzone przez Kandydata do stopnia doktora habilitowanego mają praktyczny charakter i mogą przyczynić się do opracowania technologii mikrofalowych przyrządów mocy i sensorów optycznych pracujących w paśmie UV. Na podkreślenie zasługuje fakt, że badania związane z pomiarami ostrzowymi wielkości elektrycznych przy jednoczesnym oświetleniu badanej próbki zostały podsumowane publikacją [h10] w czasopiśmie z IF = 6,128, a Habilitant jest pierwszym Autorem z dominującym wkładem merytorycznym. Wyniki badań przedstawionych przez Habilitanta stanowią istotny wkład do mikroelektroniki współczesnych przyrządów półprzewodnikowych, a szerzej do dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika.

Lektura autoreferatu i załączonych publikacji Habilitanta prowadzi do sfomułowania kilku uwag. Po pierwsze, dorobek naukowy i publikacje przedstawione do oceny przez Habilitanta mają w dominującej części charakter eksperymentalny i dotyczą zastosowania mikroskopii z sondą skanującą w badaniach wielowarstwowych struktur półprzewodnikowych. W wielu przypadkach przy formułowaniu wniosków z badań Autor posługuje się trybem przypuszczającym, przedstawiając czasem dwa lub więcej alternatywnych hipotez w celu wyjaśnienia omawianego

problemu. Wydaje się, że szersze włączenie do badań analizy teoretycznej i symulacji komputerowych, mogłoby doprowadzić do bardziej uogólniających wniosków. Po drugie, badania i publikacje Kandydata mają charakter metrologiczny związany z pomiarem wielkości elektrycznych, optycznych i mechanicznych w strukturach półprzewodnikowych, takich jak ruchliwość nośników, napięcie powierzchniowe i prąd, rezystancja oraz chropowatość. W takich przypadkach warto wzbogacić badania o analizę błędów i niepewności, co z pewnością uwiarygodniłoby otrzymane wyniki oraz umożliwiłoby przedstawienie bardziej ogólnych wniosków.

Podsumowując ocenę osiągnięcia naukowego dra inż. Adama Szyszki można stwierdzić, że Autor przedstawił spójny cykl 10 publikacji, które w wystarczający sposób potwierdzają osiągnięcie naukowe i stanowią istotny wkład do dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika w zakresie badań wielowarstwowych struktur mikroelektronicznych, w tym głównie z warstwami GaN. Habilitant przestawił szczególne umiejętności do prowadzenia trudnych, czasochłonnych i wymagających dużej precyzji eksperymentów mikroelektronicznych. W wybranych przypadkach Kandydat do stopnia doktora habilitowanego zastosował modelowanie i symulacje komputerowe, co jest niezbędne przy formułowaniu uogólniających wniosków naukowych.

3. Ocena aktywności naukowej po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych

Na podstawie analizy dorobku naukowego Kandydata można stwierdzić, że jego aktywność naukowa jest adekwatna do sformułowania wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych. Oprócz 10. publikacji dotyczących osiągnięcia naukowego, dr inż. Adam Szyszka jest autorem i współautorem 47. prac, w tym 14. z listy JCR, które dotyczą działalności naukowej po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych. Łączna liczba cytowań na dzień złożenia wniosku (29 marca 2021 r.) wynosi 208 wraz z 52. autocytowaniami. Indeks Hirscha deklarowany przez Kandydata w marcu 2021 r. wynosił 7 wg bazy Web of Science. Łączna liczba prac opublikowanych w czasopismach z listy JCR po uzyskaniu stopnia doktora wynosi 24, sumaryczny wskaźnik IF ma wartość ponad 63, a liczba punktów MEiN wynosi 2270. Dr inż. Adam Szyszka jest współautorem jednego przyznanego patentu krajowego, w którym zastrzeżono konstrukcję i sposób wytwarzania czujnika gazów. Wskaźniki bibliometryczne Habilitanta są na poziomie ponad przeciętnym, jakie stawia się kandydatom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych.

Należy szczególnie podkreślić aktywny udział dra inż. Adama Szyszki w projektach badawczych z zakresu technologii mikroelektronicznej w charakterze wykonawcy i kierownika zadania. Wśród 10. ukończonych projektów współrealizowanych w latach 2009-2020, dwa projekty były finansowane przez NCN, jeden przez NCBiR oraz dwa wykonane w ramach Programu Badań Stosowanych. Obecnie Habilitant jest wykonawcą w dwóch projektach dotyczących technologii mikroelektronicznych finansowanych przez NCBiR.

Warto zwrócić uwagę, że Habilitant uzyskał stypendium w programie *Marie-Curie Research Grant* i uczestniczył w realizacji projektu badawczego w 7. Programie Ramowym Unii Europejskiej w *Leibniz-Institut fur Innovative Mikroelektronik IHP GmbH.* Dr inż. Adam Szyszka pracował w zagranicznej instytucji naukowej na stanowisku *Visiting Researcher* w wymiarze ½ etatu przez okres ponad roku w latach 2012-2013. Badania dotyczyły struktur GaN na podłożach krzemowych do zastosowań w fotodetektorach UV. Dużym osiągnięciem Habilitanta i wymiernym efektem pobytu w zagranicznym ośrodku badawczym były 4 publikacje, w tym jedna zaliczona do cyklu 10. prac potwierdzających osiągnięcie naukowe. We wszystkich pracach dr inż. A. Szyszka był pierwszym autorem.

Kolejnym elementem zagranicznej współpracy naukowej był staż w *Institut des Nanotechnologies de Lyon* w okresie 01.09.2011-30.09.2011. Rezultatem stażu we Francji była publikacja konferencyjna. Można zdecydowanie stwierdzić, że Habilitant wykazał istotną aktywność naukową realizowaną wspólnie z zespołami badawczymi w innych instytucjach naukowych, w tym przypadku w zagranicznych.

Ważnym aspektem działalności naukowej kandydata do stopnia doktora habilitowanego jest członkostwo w gremiach naukowych krajowych i zagranicznych oraz udział w recenzowaniu prac naukowych i projektów badawczych. W omawianym zakresie Habilitant legitymuje się 18. recenzjami artykułów dla wydawnictw czasopism naukowych o zasięgu światowym oraz 32. recenzjami wniosków o stypendia indywidualne w ramach programu *Horyzont 2020 Marie Skłodowska-Curie European Fellowships H2020-MSCA-IF.*

Reasumując ocenę dorobku naukowego dra inż. Adama Szyszki i wkładu do dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika można stwierdzić, że dorobek ten jest wystarczający do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego wg obowiązujących przepisów. Habilitant znacznie powiększył swój dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, posiada wiedzę teoretyczną i umiejętności praktyczne do samodzielnego prowadzenia badań naukowych w obszarze mikroelektroniki, a osiągnięcie naukowe Habilitanta zostało potwierdzone publikacjami w czasopismach z listy JCR.

4. Dorobek w zakresie działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej

Dr inż. Adam Szyszka jest aktywnym nauczycielem akademickim. W okresie po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, czyli po 2008 r., Habilitant był opiekunem 33. studentów realizujących prace inżynierskie i magisterskie. W tym czasie także opracował 10 nowych wykładów, laboratoriów oraz zajęć projektowych i ćwiczeniowych. Pracował w komisjach dydaktycznych i uczestniczył w kursach podnoszących kwalifikacje dydaktyczne.

Habilitant współorganizował 5 konferencji naukowo-technicznych. Wielokrotnie organizował zajęcia i pokazy dla uczniów szkół średnich. Trzykrotnie prowadził warsztaty w ramach Dni Otwartych na Wydziale Techniczno-Inżynieryjnym Politechniki Wrocławskiej w latach 2018, 2019 i 2020. Czterokrotnie czynnie uczestniczył i współorganizował wydarzenia w ramach Dolnośląskiego Festiwalu Nauki w latach 2014, 2018, 2019 i 2020. Jest opiekunem kilku laboratoriów naukowych oraz jest członkiem Zespołu Promocji Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki w Politechnice Wrocławskiej.

5. Wniosek końcowy

Na podstawie szczegółowej analizy dorobku naukowego dra inż. Adama Szyszki można stwierdzić, że przedłożony do oceny cykl publikacji dotyczący osiągnięcia naukowego pt. „**Zastosowanie mikroskopii ze skanującą sondą do charakteryzacji i diagnostyki struktur półprzewodnikowych złożonych**", jest merytorycznie spójny i potwierdza osiągnięcie naukowe Habilitanta.

Biorąc pod uwagę osiągnięcie naukowe, wskaźniki bibliometryczne:

- indeks Hirscha=7 wg bazy Web of Science,
- sumaryczny indeks wpływu (IF) = 63,603
- liczbę punktów MEiN = 2270,
- oraz liczbę cytowań 156 (bez autocytowań)

oraz dorobek naukowy Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, który obejmuje m.in.:

- 24 publikacje z listy JCR,
- udział w 12. projektach badawczych w charakterze wykonawcy,
- prowadzenie badań w zagranicznych instytucjach naukowych (*Institut fur Innovative Mikroelektronik IHP GmbH* oraz *Institut des Nanotechnologies de Lyon*),
- recenzowanie 18. prac dla wydawnictw czasopism naukowych o zasięgu światowym,
- recenzowanie 32. wniosków o stypendia indywidualne w ramach programu *Horyzont 2020 Marie Skłodowska-Curie European Fellowships H2020-MSCA-IF,*
- współautorstwo patentu krajowego,

można stwierdzić, że Habilitant spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych sformułowane w ustawie „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce" (Dz. U. 2021 poz. 478 z dnia 1 marca 2021 r.).

Popieram wniosek o nadanie dr. inż. Adamowo Szyszce stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika.