

Opinia wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Dr Iwonie Jóźwik

Niniejsza opinia została sporządzona w oparciu o wymogi określone w art. 219 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 (Dz. U. z 2021 r. poz. 478). Dokumenty, na podstawie których sporządzono tę opinię to:

1. Autoreferat
2. Wykaz osiągnięć naukowych
3. Kopie publikacji stanowiących cykl przedstawiony jako osiągnięcie naukowe Kandydatki
4. Oświadczenia współautorów publikacji
5. Dodatkowe dokumenty m.in. kopia dyplomu stwierdzającego uzyskanie stopnia doktora, zaświadczenia potwierdzające udział stażach.

1. Informacje ogólne o Kandydatce do stopnia doktora habilitowanego

Dr Iwona Jóźwik studiowała na Uniwersytecie Marii Skłodowskiej-Curie w Lublinie, na Wydziale Fizyki i Matematyki. W roku 2001 ukończyła z wyróżnieniem studia uzyskując tytuł magistra fizyki. Następnie realizowała pracę doktorską na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej na Politechnice Gdańskiej, gdzie w 2006 r. uzyskała tytuł doktora nauk fizycznych broniąc rozprawy pt. „Analiza procesu wzrostu warstw lateralnych na podłożach krzemowych dla baterii fotowoltaicznych”. W 2007 r. praca została nagrodzona przez Polskie Towarzystwo Wzrostu Kryształów.

Po uzyskaniu stopnia doktora Kandydatka w latach 2006-2008 pracowała na stanowisku adiunkta w Instytucie Fizyki Politechniki Lubelskiej a następnie przez dwanaście lat (2008-2020) pracowała w Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych (ITME) w Warszawie również na stanowisku adiunkta. Pracę w Instytucie, którego nazwa uległa zmianie na Sieć Badawcza Łukasiewicz -Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki, dr Jóźwik kontynuuje do dzisiaj na części etatu, a od 2017 pracuje w

Narodowym Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) w Świerku jako specjalista a od 2021 jako kierownik grupy badawczej NOMATEN Centre of Excellence.

Dr Iwona Józwik przez cały okres swojej aktywności naukowej reprezentuje dyscyplinę naukową *fizyka*, w tej dyscyplinie występuje też o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego na podstawie cyklu 9 powiązanych tematycznie publikacji, jako osiągnięcia naukowego.

Jego głównym zainteresowaniem naukowym jest badanie różnorodnych materiałów metodami skaningowej mikroskopii elektronowej ze szczególnym uwzględnieniem badań typu niskoenergetycznej mikroskopii skaningowej. Jest współautorką 82 publikacji (oprócz tych wchodzących w skład w/w cyklu), Jej indeks Hirscha wynosi 16 według bazy Scopus, liczba cytowań (bez autocytowań) – 786 a sumaryczny Impact Faktor – 245.41.

2. Ocena osiągnięcia naukowego Habilitantki

Dr Iwona Józwik przedstawiła do oceny osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 219 ust.1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, zatytułowane „Rozwój analiz jakościowych opartych na niskoenergetycznej skaningowej mikroskopii elektronowej”. Osiągnięcie to zawarte jest w cyklu 9 tematycznie powiązanych publikacji. Żadna z tych prac nie jest monoautorska, ale jak twierdzi Habilitantka we wszystkich opracowała podstawowe koncepcje badawcze, zaplanowała i nadzorowała badania a znaczną część przeprowadziła sama. W każdym przypadku też odpowiadała za cały proces publikacyjny. Swój wkład w te publikacje ocenia na od 65 do 90%.

To, co łączy publikacje wchodzące w skład cyklu to zastosowanie niskoenergetycznej skaningowej mikroskopii elektronowej w celu analizy przewodnictwa w półprzewodnikach (prace A1-A7) oraz grafenie (prace A8-A9). Za niskoenergetyczną mikroskopię skaningową Habilitantka uważa obrazowanie przy pomocy wiązki elektronów o napięciu przyspieszającym poniżej 3 kV. Dzięki nowym rozwiązaniom w konstrukcjach detektorów elektronów wtórnych można rejestrować wyłącznie elektrony powstałe w wyniku bezpośredniej jonizacji atomów próbki w powierzchniowej warstwie materiału, co z jednej strony daje sygnał o wysokiej rozdzielczości a z drugiej odzwierciedla on właściwości elektryczne danego obszaru próbki. Jest to możliwe zwłaszcza przy zastosowaniu niskoenergetycznej wiązki elektronów.

Głównym celem prowadzonych przez dr Iwonę Józwik badań było opracowanie metody analizy przewodnictwa półprzewodników w nanoobszarach. Udało Jej się między innymi określić związek pomiędzy uszkodzeniami radiacyjnym materiału a zmianami jego właściwości elektrycznych. Wykorzystała tutaj kontrast jaki powstał na obrazach niskoenergetycznej SEM w wyniku

bombardowania próbki przez wiązkę jonów He. Habilitantka wyjaśniła mechanizm powstawania tego kontrastu nazwanego DIVA (Damage-Induced Voltage Alternation). Opracowanie metody obrazowania SEM z kontrastem DIVA stanowi znaczący postęp w obszarze badań mikroskopowych półprzewodników, w tym nie tylko wizualizacji obszarów poddanych zdefektowaniu radiacyjnemu, ale także właściwości elektrycznych tych materiałów.

Habilitantka wyjaśniła także mechanizm efektu ładowania próbki szczególnie w zakresie bardzo niskich energii wiązki pierwotnej.

Kolejnym zastosowaniem niskoenergetycznej mikroskopii skaningowej przed dr Iwonę Józwick było badanie grafenu. Metoda ta dzięki zmniejszonej głębokości penetracji elektronów a także wykorzystując nowoczesne detektory umożliwiające rozdzielenie sygnału tworzącego obraz, pozwoliła na określenie liczby warstw grafenu, identyfikację pęknięć czy fałd w podłożu. Do badań grafenu uwodornionego oprócz SEM Habilitantka wykorzystwała spektroskopię Ramana, co pozwoliło Jej na obserwacje obszarów, w których interkalacja wodorem była skuteczna w przekształcaniu materiału w dwuwarstwowy. Połączenie tych metod badawczych pozwoliło na określenie właściwości elektrycznych grafenu.

Podsumowując, dr Iwona Józwick przeprowadziła szereg wnikliwych badań materiałów półprzewodnikowych stosując bardzo nowoczesną i mało znaną odmianę skaningowej mikroskopii elektronowej jaką jest niskoenergetyczna SEM. Badania te nie tylko umożliwiają dokładną charakterystykę właściwości tych materiałów, w tym materiałów 2D, ale także przyczyniają się do lepszego zrozumienia procesów oddziaływania elektron-ciało stałe. **Uważam, że przedstawione osiągnięcie naukowe wnosi znaczący wkład w rozwój dyscypliny fizyka** a także dyscypliny inżynieria materiałowa, gdyż wyniki tych prac mogą być wykorzystane w konkretnych zastosowaniach materiałów półprzewodnikowych. O dużej wartości naukowej i technologicznej osiągnięcia dr Iwony Józwick świadczy również fakt pozyskania licznych zaproszeń na konferencje czy seminaria, w tym zaproszenie do przedstawienia wyników swych badań na Uniwersytecie Harvarda w John Paulson School of Science and Engineering, a także zainteresowanie ze strony austriackiej firmy zajmującej się technologiami półprzewodnikowymi Infineon Technologies Austria AG, w której Habilitantka została zatrudniona jako doradca w prowadzeniu badań niskoenergetycznej SEM półprzewodników. Również znana firma produkująca skaningowe mikroskopy elektronowe Carl Zeiss AG zaprosiła Habilitantkę do współpracy podczas organizowanych przez tę firmę specjalistycznych warsztatów służących odkrywaniu najnowszych osiągnięć w dziedzinie mikroskopii.

3. Ocena działalności naukowej, organizacyjnej i dydaktycznej Habilitantki

Bezpośrednio po doktoracie, będąc pracownikiem Politechniki Lubelskiej dr Iwona Józwik realizowała staż podoktorski w Laboratorium Fizyki Materiałów w INSA de Lyon we Francji, gdzie przebywała od września 2006 do czerwca 2007 roku. W grupie prof. Mustafy Lemiti współprowadziła badania nad optymalizacją wydajności ogniw słonecznych poprzez wybór różnych poziomów domieszkowania emitera. Kontynuowała tę tematykę po powrocie ze stażu. W 2008 roku podjęła pracę w Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych a w 2017 roku przeniosła się do Narodowego Centrum Badań Jądrowych. W trakcie pracy w ITME zainteresowania naukowe Habilitantki koncentrowały się na badaniu zmian strukturalnych materiałów pod wpływem oddziaływania wysokoenergetycznych jonów. Prace te kontynuuje po przejściu do Narodowego Centrum Badań Jądrowych, przy czym bada różne materiały tj. ceramikę, polimery i elastomery oraz stale. Dr Iwona Józwik w czasie swojej dotychczasowej kariery zawodowej uczestniczyła w 20 projektach, w tym w 4 jako kierownik (bądź kierownik pakietu zadań), trzy z tych projektów to projekty międzynarodowe. Jest to imponująca aktywność, zasługująca na uznanie. Ponadto, Habilitantka prezentowała swoje osiągnięcia naukowe na 32 konferencjach i seminariach, w tym na 6 wykładach zaproszonych i plenarnych. Uczestniczyła również w 12 stażach zagranicznych, w tym 1 staż roczny oraz pozostałe to krótkie wizyty naukowe. Wizyty te odbywała w różnych ośrodkach we Francji, USA, Niemczech. Nawiązała również współpracę z firmami z Austrii i ostatnio z Australii. Świadczy to o dużej aktywności dr Iwony Józwik w kontaktach międzynarodowych. Działalność dydaktyczna dr Iwony Józwik wiąże się z okresem Jej pracy na Politechnice Lubelskiej, tam prowadziła zajęcia z fizyki, była opiekunem pracy magisterskiej, opiekunem praktyk studenckich oraz promotorem pomocniczym jednej rozprawy doktorskiej.

Biorąc pod uwagę zarówno oceniane osiągnięcia naukowe, jak i pozostały znaczący dorobek naukowy Habilitantki, Jej działalność dydaktyczną i organizacyjną uważam że w pełni spełniają one wymagania zawarte w art. 219 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 (Dz. U. z 2021 r. poz. 478) i wnioskuję o nadanie dr Iwonie Józwik stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych w dyscyplinie fizyka.

Dawida Króć

Opinia wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Dr Iwonie Jóźwik

Niniejsza opinia została sporządzona w oparciu o wymogi określone w art. 219 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 (Dz. U. z 2021 r. poz. 478). Dokumenty, na podstawie których sporządzono tę opinię to:

1. Autoreferat
2. Wykaz osiągnięć naukowych
3. Kopie publikacji stanowiących cykl przedstawiony jako osiągnięcie naukowe Kandydatki
4. Oświadczenia współautorów publikacji
5. Dodatkowe dokumenty m.in. kopia dyplomu stwierdzającego uzyskanie stopnia doktora, zaświadczenia potwierdzające udział stażach.

1. Informacje ogólne o Kandydatce do stopnia doktora habilitowanego

Dr Iwona Jóźwik studiowała na Uniwersytecie Marii Skłodowskiej-Curie w Lublinie, na Wydziale Fizyki i Matematyki. W roku 2001 ukończyła z wyróżnieniem studia uzyskując tytuł magistra fizyki. Następnie realizowała pracę doktorską na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej na Politechnice Gdańskiej, gdzie w 2006 r. uzyskała tytuł doktora nauk fizycznych broniąc rozprawę pt. „Analiza procesu wzrostu warstw lateralnych na podłożach krzemowych dla baterii fotowoltaicznych”. W 2007 r. praca została nagrodzona przez Polskie Towarzystwo Wzrostu Krysztalów.

Po uzyskaniu stopnia doktora Kandydatka w latach 2006-2008 pracowała na stanowisku adiunkta w Instytucie Fizyki Politechniki Lubelskiej a następnie przez dwanaście lat (2008-2020) pracowała w Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych (ITME) w Warszawie również na stanowisku adiunkta. Pracę w Instytucie, którego nazwa uległa zmianie na Sieć Badawcza Łukasiewicz -Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki, dr Jóźwik kontynuuje do dzisiaj na części etatu, a od 2017 pracuje w

Narodowym Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) w Świerku jako specjalista a od 2021 jako kierownik grupy badawczej NOMATEN Centre of Excellence.

Dr Iwona Józwik przez cały okres swojej aktywności naukowej reprezentuje dyscyplinę naukową *fizyka*, w tej dyscyplinie występuje też o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego na podstawie cyklu 9 powiązanych tematycznie publikacji, jako osiągnięcia naukowego.

Jego głównym zainteresowaniem naukowym jest badanie różnorodnych materiałów metodami skaningowej mikroskopii elektronowej ze szczególnym uwzględnieniem badań typu niskoenergetycznej mikroskopii skaningowej. Jest współautorką 82 publikacji (oprócz tych wchodzących w skład w/w cyklu), Jej indeks Hirscha wynosi 16 według bazy Scopus, liczba cytowań (bez autocytowań) – 786 a sumaryczny Impact Faktor – 245.41.

2. Ocena osiągnięcia naukowego Habilitantki

Dr Iwona Józwik przedstawiła do oceny osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 219 ust.1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, zatytułowane „Rozwój analiz jakościowych opartych na niskoenergetycznej skaningowej mikroskopii elektronowej”. Osiągnięcie to zawarte jest w cyklu 9 tematycznie powiązanych publikacji. Żadna z tych prac nie jest monoautorska, ale jak twierdzi Habilitantka we wszystkich opracowała podstawowe koncepcje badawcze, zaplanowała i nadzorowała badania a znaczną część przeprowadziła sama. W każdym przypadku też odpowiadała za cały proces publikacyjny. Swój wkład w te publikacje ocenia na od 65 do 90%.

To, co łączy publikacje wchodzące w skład cyklu to zastosowanie niskoenergetycznej skaningowej mikroskopii elektronowej w celu analizy przewodnictwa w półprzewodnikach (prace A1-A7) oraz grafenie (prace A8-A9). Za niskoenergetyczną mikroskopię skaningową Habilitantka uważa obrazowanie przy pomocy wiązki elektronów o napięciu przyspieszającym poniżej 3 kV. Dzięki nowym rozwiązaniom w konstrukcjach detektorów elektronów wtórnych można rejestrować wyłącznie elektrony powstałe w wyniku bezpośredniej jonizacji atomów próbki w powierzchniowej warstwie materiału, co z jednej strony daje sygnał o wysokiej rozdzielczości a z drugiej odzwierciedla on właściwości elektryczne danego obszaru próbki. Jest to możliwe zwłaszcza przy zastosowaniu niskoenergetycznej wiązki elektronów.

Głównym celem prowadzonych przez dr Iwonę Józwik badań było opracowanie metody analizy przewodnictwa półprzewodników w nanoobszarach. Udało Jej się między innymi określić związek pomiędzy uszkodzeniami radiacyjnym materiału a zmianami jego właściwości elektrycznych. Wykorzystała tutaj kontrast jaki powstał na obrazach niskoenergetycznej SEM w wyniku

bombardowania próbki przez wiązkę jonów He. Habilitantka wyjaśniła mechanizm powstawania tego kontrastu nazwanego DIVA (Damage-Induced Voltage Alternation). Opracowanie metody obrazowania SEM z kontrastem DIVA stanowi znaczący postęp w obszarze badań mikroskopowych półprzewodników, w tym nie tylko wizualizacji obszarów poddanych zdefektowaniu radiacyjnemu, ale także właściwości elektrycznych tych materiałów.

Habilitantka wyjaśniła także mechanizm efektu ładowania próbki szczególnie w zakresie bardzo niskich energii wiązki pierwotnej.

Kolejnym zastosowaniem niskoenergetycznej mikroskopii skaningowej przed dr Iwonę Józwick było badanie grafenu. Metoda ta dzięki zmniejszonej głębokości penetracji elektronów a także wykorzystując nowoczesne detektory umożliwiające rozdzielenie sygnału tworzącego obraz, pozwoliła na określenie liczby warstw grafenu, identyfikację pęknięć czy fałd w podłożu. Do badań grafenu uwodornionego oprócz SEM Habilitantka wykorzystwała spektroskopię Ramana, co pozwoliło Jej na obserwacje obszarów, w których interkalacja wodorem była skuteczna w przekształcaniu materiału w dwuwarstwowy. Połączenie tych metod badawczych pozwoliło na określenie właściwości elektrycznych grafenu.

Podsumowując, dr Iwona Józwick przeprowadziła szereg wnikliwych badań materiałów półprzewodnikowych stosując bardzo nowoczesną i mało znaną odmianę skaningowej mikroskopii elektronowej jaką jest niskoenergetyczna SEM. Badania te nie tylko umożliwiają dokładną charakterystykę właściwości tych materiałów, w tym materiałów 2D, ale także przyczyniają się do lepszego zrozumienia procesów oddziaływania elektron-ciało stałe. **Uważam, że przedstawione osiągnięcie naukowe wnosi znaczący wkład w rozwój dyscypliny fizyka** a także dyscypliny inżynieria materiałowa, gdyż wyniki tych prac mogą być wykorzystane w konkretnych zastosowaniach materiałów półprzewodnikowych. O dużej wartości naukowej i technologicznej osiągnięcia dr Iwony Józwick świadczy również fakt pozyskania licznych zaproszeń na konferencje czy seminaria, w tym zaproszenie do przedstawienia wyników swych badań na Uniwersytecie Harvarda w John Paulson School of Science and Engineering, a także zainteresowanie ze strony austriackiej firmy zajmującej się technologiami półprzewodnikowymi Infineon Technologies Austria AG, w której Habilitantka została zatrudniona jako doradca w prowadzeniu badań niskoenergetycznej SEM półprzewodników. Również znana firma produkująca skaningowe mikroskopy elektronowe Carl Zeiss AG zaprosiła Habilitantkę do współpracy podczas organizowanych przez tę firmę specjalistycznych warsztatów służących odkrywaniu najnowszych osiągnięć w dziedzinie mikroskopii.

3. Ocena działalności naukowej, organizacyjnej i dydaktycznej Habilitantki

Bezpośrednio po doktoracie, będąc pracownikiem Politechniki Lubelskiej dr Iwona Józwick realizowała staż podoktorski w Laboratorium Fizyki Materiałów w INSA de Lyon we Francji, gdzie przebywała od września 2006 do czerwca 2007 roku. W grupie prof. Mustafy Lemiti współprowadziła badania nad optymalizacją wydajności ogniw słonecznych poprzez wybór różnych poziomów domieszkowania emitera. Kontynuowała tę tematykę po powrocie ze stażu. W 2008 roku podjęła pracę w Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych a w 2017 roku przeniosła się do Narodowego Centrum Badań Jądrowych. W trakcie pracy w ITME zainteresowania naukowe Habilitantki koncentrowały się na badaniu zmian strukturalnych materiałów pod wpływem oddziaływania wysokoenergetycznych jonów. Prace te kontynuuje po przejściu do Narodowego Centrum Badań Jądrowych, przy czym bada różne materiały tj. ceramikę, polimery i elastomery oraz stale. Dr Iwona Józwick w czasie swojej dotychczasowej kariery zawodowej uczestniczyła w 20 projektach, w tym w 4 jako kierownik (bądź kierownik pakietu zadań), trzy z tych projektów to projekty międzynarodowe. Jest to imponująca aktywność, zasługująca na uznanie. Ponadto, Habilitantka prezentowała swoje osiągnięcia naukowe na 32 konferencjach i seminariach, w tym na 6 wykładach zaproszonych i plenarnych. Uczestniczyła również w 12 stażach zagranicznych, w tym 1 staż roczny oraz pozostałe to krótkie wizyty naukowe. Wizyty te odbywała w różnych ośrodkach we Francji, USA, Niemczech. Nawiązała również współpracę z firmami z Austrii i ostatnio z Australii. Świadczy to o dużej aktywności dr Iwony Józwick w kontaktach międzynarodowych. Działalność dydaktyczna dr Iwony Józwick wiąże się z okresem Jej pracy na Politechnice Lubelskiej, tam prowadziła zajęcia z fizyki, była opiekunem pracy magisterskiej, opiekunem praktyk studenckich oraz promotorem pomocniczym jednej rozprawy doktorskiej.

Biorąc pod uwagę zarówno oceniane osiągnięcia naukowe, jak i pozostały znaczący dorobek naukowy Habilitantki, Jej działalność dydaktyczną i organizacyjną uważam że w pełni spełniają one wymagania zawarte w art. 219 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 (Dz. U. z 2021 r. poz. 478) i wnioskuję o nadanie dr Iwonie Józwick stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych w dyscyplinie fizyka.

Dawida Kubiś

