



**Ocena dorobku naukowego i rozprawy habilitacyjnej „Charakteryzacja elektronowych oraz strukturalnych właściwości materiałów o różnym stopniu uporządkowania i wymiarowości badanych dla wybranych pierwiastków oraz orbitali za pomocą spektroskopii promieni X”  
doktor Iraidy Demchenko**

**1. Sylwetka Habilitantki**

Pani dr Iraida Demchenko, w latach 1989-1994 studiowała na Narodowym Uniwersytecie w Doniecku na kierunku fizyka, specjalizacja fizyka ciała stałego oraz materiałoznawstwo. Po ukończeniu studiów pracowała jako asystent na Wydziałach Fizyki Uniwersytetu Technicznego w Doniecku oraz Uniwersytetu Narodowego w Doniecku. W roku 2000 podjęła studia doktoranckie w Instytucie Fizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie, które ukończyła w roku 2005. W tym okresie odbyła także szereg krótkoterminowych staży naukowych w ośrodkach badawczych we Francji (European Synchrotron Radiation Facility w Grenoble, Institut Laue-Langevin w Grenoble), Hiszpanii (Universitat de Barcelona, Facultat de Fisica w Barcelonie oraz Materials Science Institute of Madrid), Belgii (Uniwersytet w Antwerpii) oraz USA (Lawrence Berkeley National Laboratory oraz Advanced Light Source). W ramach pracy doktorskiej zainteresowała się własnościami materiałów o potencjalnych zastosowaniach w optoelektronice bazującymi na GeSi. Stopień naukowy doktora fizyki uzyskała 23 czerwca 2005 roku decyzją Rady Naukowej Instytutu Fizyki PAN w oparciu o dysertację pt. „Wykorzystanie absorpcji rentgenowskiej do charakteryzacji niskowymiarowych struktur półprzewodnikowych na bazie Si/Ge/Si”, której promotorem była Prof. dr hab. Krystyna Ławniczak-Jabłońska. Następnie została zatrudniona w IF PAN, z przerwą na staż poddoktorski w latach 2007-2011, który odbyła w University of Nevada, Las Vegas, Nevada (UNLV) oraz Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL, Berkeley, California). Po powrocie ze stażu poddoktorskiego do chwili obecnej pracuje w IF PAN.



## 2. Ocena dorobku naukowego

Tematyka badawcza dr Iraidy Demchenko ściśle związana jest z metodami spektroskopii promieniowania rentgenowskiego, a w szczególności z wykorzystaniem tych technik (rentgenowskiej spektroskopii absorpcyjnej, rentgenowskiej spektroskopii emisyjnej czy rezonansowego nieelastycznego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego) w szeroko pojętych badaniach materiałowych (obejmujących zarówno objekty w fazie gazowej, ciekłej jak i stałej). Zaprezentowany przez Habilitantkę całkowity dorobek publikacyjny obejmuje 49 pozycji, z czego 34 prace wydane zostały w w czasopismach indeksowanych w bazie Web of Science (23 prace po doktoracie, 11 w okresie studium doktoranckiego), 12 opublikowanych raportów z badań synchrotronowych (10 w *Hasylab Annual Report*, 1 w *MaxLab Annual Report* oraz 1 w *Advanced Light Source Annual Report*) oraz 3 prace w wydawnictwach Polskiego Towarzystwa Promieniowania Synchrotronowego.

Artykuły naukowe opublikowane po doktoracie przeważnie drukowane były w uznanych czasopismach indeksowanych w bazach Web of Science takich jak: *Physcal Review B*, *Biomacromolecules*, *X-Ray Spectrometry*, *Journal of Physics*, *Journal of Physical Chemistry C*, *Materials Chemistry and Physics*, *Journal of Applied Physics* czy *Journal of Alloys and Compounds*.

W okresie po doktoracie Habilitantka kontynuowała badania z wykorzystaniem metod spektroskopii rentgenowskiej, spektroskopii fotoelektronów (XPS) czy technik mikroskopii elektronowej. Wykorzystała je do opisu szerokiej grupy materiałów, wśród których warto wymienić między innymi: ceramiki (TiN, TiC, Ti<sub>3</sub>SiC<sub>2</sub>), roztworami Ge<sub>x</sub>Si<sub>1-x</sub>, grupą związków na bazie GaN, NaNbO<sub>3</sub> dopowanych Mn i Bi, pigment malarii czy grupę półprzewodników magnetycznych (MnTe, EuS/PbS, (Eu,Gd)Te). Po powrocie ze stażu doktorskiego podjęła badania struktury elektronowej warstw ferromagnetycznych, krzemu domieszkowanego renem (rozcieńczone półprzewodniki magnetyczne) lub niobem oraz wysokowydajnych nanocząstek luminescencyjnych.

Prace naukowe opublikowane przez dr Iraidę Demchenko zostały zauważone w literaturze światowej, czego dowodem jest przyzwoita liczba cytowań. Dorobek naukowy Habilitantki (razem z pracami habilitacyjnymi) według bazy SCOPUS (z pominięciem autocytowań) cytowany był 219 razy (10/12/2015). Natomiast według bazy Web of Science prace te były cytowane 180 razy (bez autocytowań, stan na 10/12/2015). Dorobek naukowy



dr Demchenko jest w mojej ocenie znaczący i charakteryzuje się dobrym poziomem naukowym.

Doświadczenie naukowe dr Iraida Demchenko decenione zostało przez organizatorów konferencji naukowych z zakresu technik absorpcji promieniowania rentgenowskiego. Wygłosiła wykłady na zaproszenie na: AXAA 2014 Conference (Perth, Australia), EXRS 2012, (Wiedeń, Austria), Workshop on Advanced Methods for Interpretation of TEM, X-Ray and SIMS Measurements in Nano and Atomic Scale, (IF PAN, 2005). W załączonej do rozprawy dokumentacji jest także informacja o współautorstwie 86 prezentacji na konferencjach krajowych i zagranicznych.

Należy także, w ramach niniejszej oceny, podkreślić aktywność dr Denchenko w organizacji badań i pozyskiwaniu na nie środków, a w szczególności na pomiary synchrotronowe. Habilitantka kierowała 11 projektami badawczymi w ośrodkach synchrotronowych: Elettra (Włochy), MaxLab (Szwecja), UNLV (USA), ALBA (Hiszpania), Hasylab (RFN), ESRF i Lure (Francja). Brała także aktywny udział jako wykonawca lub główny wykonawca w kolejnych 3 projektach synchrotronowych oraz była głównym wykonawcą w projekcie MNiSW. Obecnie jest kierownikiem 3 zadań w międzynarodowym projekcie EAgLE finansowanym przez 7 Program Ramowy UE.

Doświadczenie naukowe Habilitantki zauważone zostało przez redakcje uznanych czasopism naukowych, które zwróciły się do niej z prośbą o recenzję artykułów naukowych. Dr Danchenko recenzowała prace dla takich czasopism jak: *Journal of Physical Chemistry*, *Journal of Physics B - Cond. Matter.*, *Chemistry - A European Journal*, *Radiation Physics and Chemistry*, *Acta Physica Polonica A*, *Journal of Alloys and Compounds*, *Physical Review B* czy *Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena*.

W podsumowaniu tej części mojej opinii dotyczącej dorobku naukowego dr Iraidy Demchenko chciałbym podkreślić, że Habilitantka uzyskała i wniosła do nauki światowej wiele istotnych wyników z zakresu wykorzystania technik XAS, XES i RIXS w szeroko pojętych badaniach materiałowych. Uważam, także że jej dotychczasowy dorobek naukowy cechuje się dobrym poziomem naukowym.

### 3. Ocena rozprawy habilitacyjnej

Osiągnięcie naukowe przedstawione do oceny opisuje cykl siedmiu prac wieloautorskich, w których dr Iraida Demchenko wskazuje swój udział jako wiodący. Według załączonej dokumentacji Habilitantka podaje swój całkowity wkład w badania i redakcję prac w zakresie od 30 do 70%. W pięciu z nich [H2-H4, H6 i H7] jest pierwszym autorem i zarazem



autorem korespondującym. Wszystkie te prace ukazały się w uznanych czasopismach indeksowanych w bazie WoS (*Journal of Applied Physics, Journal of Alloys and Compounds, Physical Review B, Materials Chemistry and Physics, Journal of Physical Chemistry C, Journal of Physics - Conf. Ser., Journal of Physics – Condensed Matter*). Łączny czynnik wpływu dla tych publikacji, wyliczony w oparciu o najnowszą listę wartości IF, wynosi 18,295 (WoS SCI-2014). Z racji tego, że wszystkie prace były współautorskie, Habilitantka załączyła wymagane oświadczenia współautorów o wkładzie własnym w ten zestaw publikacji. Oszacowany przez Habilitantkę wkład własny w mojej ocenie nie budzi więc wątpliwości.

Przedstawiony przez Habilitantkę cykl prac składający się na jej rozprawę habilitacyjną obejmuje zagadnienie wykorzystywania technik spektroskopii rentgenowskiej, a w szczególności rezonansowego nieelastycznego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego, spektroskopii emisji rentgenowskiej oraz spektroskopii absorpcji rentgenowskiej w wybranych badaniach materiałowych. Jako obiekty swoich badań wybrała głównie materiały półprzewodnikowe, a w szczególności azotki galu domieszkowane arsenem o zmiennej stechiometrii, chlorek i tlenek kadmu, nanocząstki na bazie PbS oraz materiały spintroniczne - depozyty  $\text{Ga}_{1-x}\text{Mn}_x\text{As}$ .

Analizując kolejne wybrane przez habilitantkę prace cyklu habilitacyjnego, na wstępie chciałbym podkreślić ich dobry poziom oraz trafny dobór nowoczesnych metod pomiarowych wykorzystujących promieniowanie synchrotronowe.

W pierwszej pracy z cyklu habilitacyjnego [H1] Habilitantka zajęła się badaniami właściwości elektronowych nieuporządkowanych układów  $\text{GaN}_{1-x}\text{As}_x$ . Układy te podobnie jak układy ZnTe dopowane tlenem tworzą tzw. wysoko niedopasowane stopy (highly mismatched alloys). W przypadku badanej grupy związków obszar na diagramie fazowym obejmujący struktury nieuporządkowane jest szeroki i obejmuje stechiometrię arsenu w zakresie  $0,17 < x < 0,75$ . Warto więc docenić tu złożoność warsztatu badawczego jaki trzeba zastosować do zbadania struktury i właściwości takich układów, ponieważ z uwagi na nieuporządkowanie klasyczne metody dyfrakcji rentgenowskiej mają tu spore ograniczenia. Co więcej wybrana do badań grupa stopów była w mniejszym stopniu poznana niż układy GaNAs o wysokiej zawartości arsenu. Zastosowana tu przez Habilitantkę kombinacja technik XAS i XES stanowiła istotny wkład w zakres badań i pozwoliła określić min. parametry gęstości stanów. Habilitantka w tej pracy podkreśliła swój najważniejszy wkład jako wykonanie badań XAS i RIXS, które jak już wspominałem są w moim odczuciu kluczowymi metodami badawczymi niezbędnymi do pełnej charakterystyki układów  $\text{GaN}_{1-x}\text{As}_x$ . Cennym, potencjalnie aplikacyjnym aspektem tych badań jest też możliwość zastosowania



omawianych układów w systemach fotowoltaicznych. Praca ta została zauważona o czym świadczy dobra liczba cytowań - 38 (wg bazy WoS).

W drugiej pracy z cyklu habilitacyjnego [H2] dr Iraida Demchenko zajęła się badaniami struktury elektronowej cienkich warstw związków bogatych w ind typu  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  (gdzie  $x = 0,23; 0,35$  i  $0,53$ ). Główną metodą badawczą zastosowaną przez Habilitantkę była metoda XANES oraz techniki obliczeniowe (stosowane m. in. do symulacji widm XANES czy obliczeń gęstości stanów (PODS)) niezbędne do interpretacji uzyskanych widm eksperymentalnych. Badania te wsparte zostały techniką wysokorozdzielczej dyfrakcji proszkowej (HRXRD). Z istotnych obserwacji warto podkreślić, że tej pracy udało się wykazać, że oszacowany wkład stanów o symetrii s w widmie  $\text{InN}$  jest około 30 razy mniejszy niż stanów d. Potwierdzone zostały także założenia dotyczące ekranowania dziury rdzeniowej dla krawędzi  $L_3$  indu w  $\text{InN}$ .

Kolejna praca [H3] wchodząca w skład cyklu dotyczy badań struktury pasmowej (rozkładu energetycznego stanów pasma walencyjnego) cienkich warstw tlenku kadmu (CdO). W szczególności Habilitantka skupiła się na analizach widm XANES przy progu  $L_3$  kadmu oraz K tlenu. Wykazała, że obliczone gęstości elektronowe stanów są w dobrej zgodności z nieobsadzonymi stanami elektronowymi z danych doświadczalnych. Wykazano też nie w pełni jonowy charakter wiązań CdO. Połączenie technik XANES i RIXS pozwoliło wyznaczyć wartości prostej i skośnej przerwy energetycznej i pozwoliło potwierdzić dyspersję kierunkową ( $\Gamma-L$  i  $\Gamma-K$ ). Co ciekawe tak wyraźnie zdeterminowana skośna przerwa energetyczna, jak również dyspersja pasma walencyjnego tlenku kadmu są pierwszymi tego typu obserwacjami w widmach RIXS. Również ta praca znalazła oddźwięk w literaturze i została zacytowana 11 razy.

Praca [H4] dotyczy struktury elektronowej polikryształów chlorku kadmu. Podobnie jak w przypadku poprzednich prac Habilitantka w tej pracy także wykorzystwała podobny warsztat badawczy, na który składały się badania XANES i RIXS wsparte obliczeniami z wykorzystaniem algorytmu WIEN2k. Warto podkreślić, że po raz pierwszy wykonano tu badania RIXS dla krawędzi K chloru ( $\text{CdCl}_2$ ). Poza tym zaobserwowano między innymi dwa dominujące wkłady do widma RIXS (rezonansowy i ekscytonowy).

Z kolei praca [H5] obejmuje syntezę w układzie micelarnym i w obecności mikrofal nanokryształów i kropek kwantowych na bazie siarczku ołowiu (II) dopowanych cynkiem oraz charakterystykę fizykochemiczną uzyskanych nanocząstek. Swój wkład Autorka określiła jako obok sformułowania tematyki badań to przede wszystkim badania synchrotronowe XANES oraz analiza numeryczna w oparciu o algorytm FEFF. Stosowana przez Habilitantkę technika



XANES potwierdziła tu między innymi efekt kwantowego ograniczenia wymiarowości w przypadku PbS. Z kolei przesunięcie absorpcji w kierunku krótszych fal jest związane z obecnością cynku. Badania efektu ograniczenia kwantowego dr Demchenko kontynuowała także w ramach kolejnej pracy z cyklu habilitacyjnego – [H6]. Skupiła się tu na analizie ograniczenia kwantowego w paśmie przewodnictwa dla kropek kwantowych na bazie PbS. W oparciu o analizę widma XANES progu K dla siarki potwierdziła ten efekt, który owocował przesunięciem pasma przewodnictwa w stronę wyższych energii.

Ostatnia z prac cyklu habilitacyjnego [H7] dotyczy lokalnych zmian strukturalnych wokół atomów manganu w cienkich warstwach  $Ga_{1-x}Mn_xAs$  obserwowanych w oparciu o wyniki EXAFS i wysokorozdzielczą dyfraktometrię proszkową. W oparciu o wyniki badań metodą EXAFS stwierdzono, że obróbka termiczna powoduje zmiany struktury lokalnej wokół atomów manganu. Ta praca także znalazła oddźwięk w literaturze i została zacytowana 13 razy.

W podsumowaniu tego fragmentu recenzji rozprawy habilitacyjnej, chciałbym wyrazić moją opinię, że Habilitantka w przedstawionej od oceny serii prac stanowiących rozprawę habilitacyjną przedstawiła szereg unikatowych i cennych wyników, w szczególności dotyczących właściwości elektronowych nieuporządkowanych układów  $GaN_{1-x}As_x$  oraz ograniczenia kwantowego w układach na bazie PbS. Ogólnie oceniam więc rozprawę pozytywnie i uważam, że spełnia wszystkie ustawowe i zwyczajowe wymagania.

#### 4. Osiągnięcia organizacyjne i dydaktyczne

W zakresie dokonań organizacyjnych na podkreślenie zasługuje aktywność dr Demchenko w zakresie tworzenia nowoczesnego zaplecza badawczego dla użytkowników promieniowania synchrotronowego w kraju. Jest bowiem współautorką projektu stacji badawczej XAS dla synchrotronu SOLARIS w Krakowie. Dzięki umiejętnościom zdobytych podczas stażu podoktorskiego dr Demchenko dobrze rokuje, nie tylko jako aktywny użytkownik polskiego synchrotronu, ale także jako badacz, który ma zamiar aktywnie wspierać rozwój potencjału badawczego pierwszego polskiego ośrodka synchrotronowego.

W obszarze dydaktyki, Pani dr Iraida Demchenko jako pracownik Instytutu Fizyki PAN z pewnością miała mniejsze możliwości rozwoju w zakresie dydaktyki niż adiunkci zatrudnieni w szkołach wyższych. Tym bardziej warto zauważyć jej aktywność w tym zakresie, zarówno jako wykładowcy jak i osoby organizującej przedsięwzięcia o charakterze



dydaktycznym lub popularyzatorskim. Szczególnie warto wyróżnić tu jej udział w charakterze współorganizatora oraz wiodącego wykładowcy warsztatów naukowych "Application of X-ray Absorption for Determination of the Local Atomic and Electronic Structure of Materials" (Warszawa, 2006) czy organizację warsztatów naukowych „Wien2k and spectroscopy: hands-on workshop”, (Warszawa, 2014). W uczestniczyła także w organizacji Festiwalu Nauki oraz seminariów naukowych w macierzystej jednostce w roku akademickim 2013/2014.

#### Wnioski końcowe

Podsumowując przedstawioną powyżej ocenę prac stanowiących rozprawę habilitacyjną, dorobku naukowego oraz działalności organizacyjnej i dydaktycznej doktor Irajdy Demchenko, stwierdzam, że wszystkie te aspekty oceniam jako dobre i spełniające formalne i zwyczajowe normy stawiane Habilitantom. W związku z tym, niniejszym stwierdzam, że spełnione zostały wymagania (zgodnie z Ustawą z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki Dz. U. Nr 65, poz. 595, ze zm. w Dz. U. z 2005 r. nr 164, poz. 1365) stawiane kandydatom do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego. Przedkładam więc wniosek o dopuszczenie doktor Iraidy Demchenko do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego przez Radę Naukową Instytutu Fizyki PAN w Warszawie.

Prof. UAM dr hab. Maciej Kozak