

Prof. dr hab. inż. Wojciech Świąszkowski
Wydział Inżynierii Materiałowej
Politechnika Warszawska

Recenzja

dorobku naukowego **Dr Oleny Ivashchenko**
ze szczególnym uwzględnieniem osiągnięcia
pt. *„Wielofunkcyjne platformy oparte na kompozytach z nanocząstkami tlenku
żelaza i srebra do zastosowań biomedycznych”*
i istotnej aktywności naukowej w związku z postępowaniem o nadanie stopnia
doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria
Biomedyczna

Podstawą opracowania niniejszej opinii jest umowa z Instytutem Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN im. Macieja Nałęcz, 02-109 Warszawa, ul. Trojdena 4 reprezentowanym przez: Prof. dr hab. inż. Dorotę Pijanowską Z-cę Dyrektora ds. Naukowych o wykonanie recenzji dotyczącej oceny, czy osiągnięcia naukowe pt. „Wielofunkcyjne platformy oparte na kompozytach z nanocząstkami tlenku żelaza i srebra do zastosowań biomedycznych”, dr Oleny Ivashchenko ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.).

1. Charakterystyka ogólna

Pani Dr Olena Ivashchenko uzyskała stopień doktora 2002 r. w Kijowskim Narodowym Uniwersytecie Technologii i Projektowania, Kijów, w Ukrainie, na specjalności: Technologia włókien chemicznych. Praca doktorska dotyczyła opracowania technologii modyfikowanych nici chirurgicznych polikaproamidowych i badania ich właściwości. Pani Ivashchenko wykorzystwała związki krzemoorganiczne, klej leczniczy oraz czynniki przeciwdrobnoustrojowe

tj. antybiotyki, do modyfikacji nici chirurgicznych. Przeprowadziła badania nad właściwościami zmodyfikowanych nici oraz ich funkcjonalnością. Opracowane rozwiązania zostały opatentowane oraz opublikowane w czasopiśmie naukowym *Fibre Chemistry*.

Po doktoracie Pani Dr Olena Ivashchenko pracowała naukowo w Instytucie Problemów Inżynierii Materiałowej im. I.M. Francowicza, Narodowej Akademii Nauk Ukrainy w Kijowie. Główną tematyką Jej badań naukowych były nanomateriały dla zastosowań w medycynie. Między innymi zajmowała się badaniami nanocząstek żelaza, tlenku żelaza, hydroksypatytu, lub srebra. Wyniki prac opisała m.in. w *Advanced Science, Engineering and Medicine*, czy *Advanced Science Letters*. Była też współautorką jednej monografii. Opatentowała również metodę produkcji proszku magnetycznego o rozmiarach nanometrycznych. Prowadziła również działalność dydaktyczną. Pełniła rolę promotora prac dyplomowych (magisterskich) oraz prowadziła wykłady „Nowoczesne nici chirurgiczne”.

Od 2015 r. do chwili obecnej pracuje w Centrum NanoBioMedycznym, Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, najpierw jako specjalista naukowo-techniczny, zaś od 2019 r. jako adiunkt. Pani Dr Ivashchenko od początku swojej pracy w Centrum prowadzi aktywną działalność naukową. Bierze udział w realizacji projektów badawczych oraz prowadzi badania własne dotyczące nanomateriałów i ich zastosowań w biomedycynie. Są to zarówno badania podstawowe w ramach projektu NCN oraz aplikacyjne, współfinansowane przez NCBR. Na podkreślenie zasługuje Jej aktywność publikacyjna. Jest autorem wiodącym 25 publikacji wg. bazy Scopus (luty 2022r.). Duża większość tych prac powstała po doktoracie.

Podsumowując powyższe rozważania, Pani Dr Olena Ivashchenko zarówno przed jak i po doktoracie prowadziła aktywną działalność naukowo-badawczą. Swoje zainteresowania naukowe koncentrowała na badaniach interdyscyplinarnych, których celem było opracowanie nowych nanomateriałów dla medycyny. Oryginalne wyniki badań z ostatnich lat stały się podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

2. Ocena osiągnięcia naukowego - jednotematycznego cyklu publikacji

Jako podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej Inżynieria Biomedyczna, dr Olena Ivashchenko przedstawiła, zgodnie z wymaganiami określonymi w art. 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.), osiągnięcia naukowe w postaci cyklu **9** powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zebranych pod jednym tytułem: „*Wielofunkcyjne platformy oparte na kompozytach z nanocząstkami tlenku żelaza i srebra do zastosowań biomedycznych*”.

Artykuły zostały opublikowane w latach 2015-2021, po uzyskaniu przez Habilitantkę stopnia naukowego doktora. Są to następujące prace:

- A1. **O. Ivashchenko**, M. Lewandowski, B. Peplińska, M. Jarek, G. Nowaczyk, M. Wiesner, K. Załęski, T. Babutina, A. Warowicka, S. Jurga. Synthesis and characterization of

- magnetite/silver/antibiotic nanocomposites for targeted antimicrobial therapy, *Materials Science and Engineering: C*, 55 (2015) 343-359.
- A2. **O. Ivashchenko**, E. Coy, B. Peplińska M. Jarek, M. Lewandowski, K. Załęski, A. Warowicka, A. Wozniak, T. Babutina J. Jurga-Stopa, J. Dolinsek, S. Jurga. Influence of Silver Content on Rifampicin Adsorptivity for Magnetite/Ag/Rifampicin Nanoparticles. *Nanotechnology* 2017,28 (5), 055603.
 - A3. **O. Ivashchenko**, A. Wozniak, E. Coy, B. Peplińska, J. Gapinski, S. Jurga. Release and Cytotoxicity Studies of Magnetite/Ag/Antibiotic Nanoparticles: An Interdependent Relationship. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 2017, 152,85-94.
 - A4. **O. Ivashchenko**, J. Jurga-Stopa, E. Coy, B. Peplińska, Z. Pietralik, S. Jurga. Fourier transform infrared and Raman spectroscopy studies on magnetite/Ag/antibiotic nanocomposites. *Applied Surface Science* 2016, 3 64, 400-409.
 - A5. **O. Ivashchenko**, J. Gapiński, B. Peplińska Ł. Przysiecka, T. Zalewski, G. Nowaczyk, M. Jarek. A. Marcinkowska-Gapińska, S. Jurga. Self-Organizing Silver and Ultrasmall Iron Oxide Nanoparticles Prepared with Ginger Rhizome Extract: Characterization, Biomedical Potential and Microstructure Analysis of Hydrocolloids. *Materials & Design* 2017, 133, 307-324.
 - A6. **O. Ivashchenko**, B. Peplińska, J. Gapiński, D. Flak, M. Jarek, K. Załęski, G. Nowaczyk, Z. Pietralik, S. Jurga. Silver and Ultrasmall Iron Oxides Nanoparticles in Hydrocolloids: Effect of Magnetic Field and Temperature on Self-Organization. *Scientific Reports* 2018,8 (1), 4041.
 - A7. **O. Ivashchenko**, L. Przysiecka, B. Peplińska, M. Jarek, E. Coy, S. Jurga. Gel with Silver and Ultrasmall Iron Oxide Nanoparticles Produced with Amanita Muscaria Extract: Physicochemical Characterization, Microstructure Analysis and Anticancer Properties. *Scientific Reports* 2018, 8 (1), 13260.
 - A8. **O. Ivashchenko**, B. Peplińska, L. Przysiecka, E. Coy, M. Jarek, K. Chybczyńska, S. Jurga. Nanocomposite Gel as Injectable Therapeutic Scaffold: Microstructural Aspects and Bioactive Properties. *ACS Applied Materials & Interfaces* 2020, 12 (6),7840-7853.
 - A9. **O. Ivashchenko**, L. Przysiecka, B. Peplińska D. Flak, E. Coy, M. Jarek, T. Zalewski, A. Musiał, S. Jurga. Organic-Inorganic Hybrid Nanoparticles Synthesized with Hypericum Perforatum Extract: Potential Agents for Photodynamic Therapy at Ultra-Low Power Light. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering* 2021, 9 (4), 1625-1645.

Sumaryczny *Impact Factor* czasopism, w których opublikowane zostały artykuły wynosi **43,678**. Wszystkie czasopisma ($IF > 3.3$) mieszczą się w dyscyplinie Inżynieria Biomedyczna. Prace były już wielokrotnie cytowane przez środowisko naukowe – liczba cytowań wynosi 91. Wszystkie publikacje są wieloautorskie. Swoją udział procentowy Pani Dr Olena Ivashchenko szacuje w granicach 50-65%, co potwierdzają oświadczenia współautorów (do części prac brakuje oświadczeń w dostarczonej dokumentacji). We wszystkich artykułach jest autorem pierwszym i korespondencyjnym. Udział Habilitantki w powstanie prac był kluczowy i polegał głównie na opracowaniu koncepcji badań, przeprowadzeniu syntezy nanocząstek, pomiarach

fluorescencji, baniach UV-Vis, FTiR i Ramanowskich, testach uwalniania substancji aktywnych i cytotoksyczności, oraz przygotowaniu manuskryptów. W osiągnięciu brakuje prac autorskich lub prac o znaczącym (>70%) udziale Habilitantki.

Jednotematyczny cykl publikacji dotyczy wytwarzania wielofunkcyjnych nanokompozytów przeznaczonych do zastosowań w medycynie. Rozwój nanotechnologia i nanomateriałów ma znaczący wpływ na postępy w medycynie – co też zauważamy w powstającej specjalistycznej dyscyplinie zwanej Nanomedycyna. Wielofunkcyjne nanocząstki ze względu na ich nanorozmiary oraz interesujące właściwości magnetyczne, optyczne, adsorpcyjne, antybakteryjne czy przeciwnowotworowe przyciągają uwagę świata medycznego. Dzięki nanometrycznym rozmiarom z łatwością przenikają przez bariery biologiczne i dostają się do wnętrza komórek. Są nośnikami substancji aktywnych lub same działają terapeutycznie, np. w terapii fototermicznej. Wykorzystuje się je także w diagnostyce medycznej. Co więcej odpowiednio przygotowane mogą stanowić nowe narzędzia w teranostyce, czyli połączeniu diagnostyki i terapii.

W ten trend badań dobrze wpisują się prace naukowe Pani Dr Oleny Ivashchenko wchodzące w skład ocenianego osiągnięcia. Ich tematyka jest ważna i aktualna. Habilitantka proponuje wielofunkcyjne nanokompozyty przeznaczonych do zastosowań terapeutycznych (np. przeciwdrobnoustrojowych, przeciwnowotworowych) i diagnostycznych (obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego).

Artykuł **A1** opisuje wyniki badań dotyczące syntezy i charakteryzacji nanokompozytów magnetyt/srebro/antybiotyk do celowanej terapii przeciwdrobnoustrojowej. Nanoproszek magnetytu wytworzono techniką termochemiczną, zaś srebro osadzało się na nanocząstkach w postaci skupisk srebra. Zbadano adsorpcję nanokompozytu magnetytu/srebro wobec siedmiu antybiotyków, z pięciu różnych grup. Wykazano, że ryfampicyna, doksycyklina, ceftriakson, cefotaksym i doksycyklina mogą być przyłączane przez fizyczną adsorpcję do nanokompozytu magnetyt/srebro, przede wszystkim dzięki obecności srebra. Do charakteryzacji nanokompozyt magnetyt/srebro zastosowano XRD, XPS, SEM, TEM, EDX, oraz AFM. Badania mikroskopowe potwierdziły nanorozmiary (ok. 50nm) otrzymanych cząstek magnetytu, oraz występowania na ich powierzchni cząstek srebra o wielkości rzędu kilku nanometrów. Dyfrakcja rentgenowska (XRD) wykazała obecność magnetytu, maghemitu oraz srebra. Pomiary magnetyczne wykazały, że właściwości magnetyczne nanokompozytów magnetyt/srebro/antybiotyk zmniejszyły się o 6–19% w porównaniu z nanoproszkiem magnetytu.

Interesujące badania opisane zostały w **A2**. Zastosowanie ekstraktu z imbiru pozwoliło na poprawę zarodkowania srebra na powierzchni magnetytu, co skutkowało wzrostem zawartości srebra w nanokompozytach. Wykazano, że wzrost zawartości srebra na powierzchni nanocząstek poprawia adsorpcję antybiotyku ryfampicyny oraz właściwości przeciwbakteryjne. Wyniki wskazują, że 5%-10% zawartości srebra w nanocząsteczkach magnetytu/Ag jest wystarczająca dla zapewnienia właściwości przeciwdrobnoustrojowych

przeciwko *Streptococcus salivarius* i *Staphylococcus aureus*. Badania cytotoksyczności nanocząstek magnetytu/Ag/ryfampicyny nie wykazała szkodliwego działania nanokompozytów w stosunku do ludzkich fibroblastów. Natomiast żywotność ludzkich embrionalnych komórek nerki była zależna od stężenia nanocząstek.

Dokładniejsze wyniki badania cytotoksyczności nanocząstek magnetytu/Ag/ryfampicyny i magnetytu/Ag/doksycykliny oraz uwalniania z nich jonów metali oraz antybiotyków zestawiono w artykule **A3**. Zaobserwowano, że nanocząsteczki uwalniały nie tylko substancje rozpuszczalne w wodzie, takie jak antybiotyki, ale także słabo rozpuszczalne, takie jak żelazo i srebro. Osadzanie srebra na powierzchni magnetytu sprzyja uwalnianiu żelaza. Stwierdzono, że kompozytowe nanocząstki charakteryzują się większą cytotoksycznością wobec linii komórkowej HEK293T niż magnetytowe. Wzmoczone działanie toksyczne nanokompozytów jest wynikiem jednoczesnego uwolnionego jonów żelaza, srebra i antybiotyków. Intensywne i jednoczesne uwalnianie składników nanokompozytów powodowało stres komórkowy i hamowało ich wzrost.

Na uwagę zasługują badania opisane w **A4**, które dotyczyły wykrywania antybiotyków w nanokompozytach magnetyt/Ag/antybiotyk przy użyciu spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR) i spektroskopii Ramana. Widma nanokompozytów magnetyt/Ag/antybiotyk wykazywały bardzo słabe (dla doksycykliny, cefotaksymu i ceftriaksonu) lub nawet brak (dla ryfampicyny) obecność sygnałów od antybiotykowych. Tą „niewidzialność” antybiotyków w badaniach FTiR Habilitantka przypisywała silnym oddziaływaniom między cząsteczkami leku a nanocząsteczkami kompozytowymi.

Kolejnym osiągnięciem Habilitantki, opisanym w pracach **A5-A8**, było wytworzenie i charakteryzacja wybranych właściwości wielofunkcyjnych nanokompozytów srebra i małych nanocząstek tlenku żelaza (USIO), które zostały wytworzone w jednoetapowej syntezie metodą współstrącania. Stosując podejście zielonej chemii, Autorzy zastosowali m.in. ekstrakt z imbiru (*Zingiber officinale*) jako środek ograniczający wzrost nanocząstek. Uzyskano nanocząstki srebra i USIO o rozmiarach odpowiednio 5–25nm i 1–3nm. Tlenki żelaza wykazywały superparamagnetyczne właściwości wskazując na potencjał zastosowania ich jako środek kontrastowy w obrazowaniu rezonansem magnetycznym (MRI). Układy USIO i Ag emitowały fluorescencję przy długości fali 405 i 78-nm, co może być wykorzystane do bioobrazowania.

Interesujące cechy posiadały dyspersje cząstek nanokompozytów w wodzie i niektórych mediach biologicznych. Tworzyły one uporządkowane struktury hydrokoloidów w postaci aglomeratów okrągłych i wydłużonych, włókien, arkuszy, lameli, gąbek czy siatek. Stwierdzono, że mikrostruktura jest odpowiedzialna za emitancję fluorescencji hydrokoloidów. Ponadto małe superparamagnetyczne nanocząstki tlenku żelaza mogą zmieniać mikrostrukturę swoich hydrokoloidów pod wpływem zewnętrznego pola magnetycznego. Pole magnetyczne znacznie poprawiło aktywność fotodynamiczną, którą przypisano zwiększonemu wytwarzaniu reaktywnych form tlenu w wyniku reorganizacji mikrostruktury.

W kolejnych badaniach, szerzej opisanych w dwóch pracach **A7** i **A8**, opracowano innowacyjny kompozyt składający się z nanocząstek USIO i Ag oraz biodegradable żelu na bazie kwasu hialuronowego, do miejscowej terapii przeciwnowotworowej i przeciwbakteryjnej. W tym przypadku do syntezy drobnego tlenku żelaza użyto ekstraktu z *Amanita muscaria*, który blokował wzrost nanocząsteczek. Ponadto związki obecne w grzybie utworzyły warstwę na powierzchni cząstek, o właściwościach przeciwnowotworowych. Nanocząstki zapewniły kompozytom właściwości fluorescencyjne. Jednorodność kompozytu żelu kwas hialuronowy/USIO/Ag wykazano za pomocą mapowania pierwiastkowego SEM/EDS oraz fluorescencji. Badania cytotoksyczności przeprowadzone na hodowlach komórkowych 2D i 3D HeLa wskazały pewną toksyczność materiałów w stosunku do badanych komórek rakowych. Interesujące wyniki badań zaprezentowano w pracy opublikowanej w *ACS Applied Materials & Interfaces* [**A9**]. Opracowano żel nanokompozytowy oparty na biodegradacyjnych środkach żelujących (kwas alginowy i hialuronowy) z osadzonymi nanocząsteczkami (tlenek żelaza, srebro i hydroksyapatyt) o właściwościach terapeutycznych. Tym razem nanocząstki wytworzono z udziałem ekstraktu *S. crispa*. Odkryto interesujące zdolności opracowanego żelu do samoorganizacji naśladując morfologię różnych porowatych podłoży. Widoczny był również gradient mikrostruktury występujący w pobliżu rozdziału faz: podłoże-żel i żel powietrze. Wyniki badań mikrobiologicznych wykazały biostatyczne właściwości żel w stosunku do powszechnie występujących bakterii: *E. Coli* i *S. Aureus*. Badania cytotoksyczności wykazały pewne działanie toksyczne nanokompozytów w stosunku do fibroblastów. Ostatnia praca [**A9**] z cyklu stanowiącego oryginalne osiągnięcie dr Oleny Ivashchenko opisuje hybrydowe organiczno-nieorganiczne nanocząstki zawierające srebro, żelazo i srebro oraz żelazo. Zostały one wytworzone przy użyciu ekstraktu *H. Perforatum*, scharakteryzowane a następnie zbadane jako fotosensybilizatory w przeciwnowotworowych i przeciwdrobnoustrojowych terapiach fotodynamicznych przy niskiej mocy 2,30 mW/cm². Wyniki badań mikrobiologicznych oraz komórkowych świadczą o tym, że hybrydowe nanocząstki zawierające srebro oraz srebro i żelazo wykazały najbardziej obiecujące wyniki w terapii fotodynamicznej przeciwnowotworowej - różnica między żywotnością nienapromieniowanych i napromieniowanych komórek HeLa wynosiła do 71%. Stres oksydacyjny indukowany przez hybrydowe nanocząstki zawierające żelazo oraz srebro i żelazo w komórkach rakowych HeLa był 1,7 razy wyższy niż w fibroblastach. Kompozytowe cząstki srebra i żelaza okazały się także obiecującymi fotouczulaczami, działającymi bakterioobójczo po napromieniowaniu światłem. Na uwagę zasługuje zdolność nanocząstek do wzmacniania kontrastu w obrazowaniu metodą rezonansu magnetycznego (MRI). Kombinacja powyższych właściwości sprawia, że opracowane przez Habilitantkę nanocząsteczki są obiecującymi materiałami do zastosowań biomedycznych w terapii fotodynamicznej nowotworów z możliwością ich wizualizacji za pomocą MRI.

Podsumowując powyższe rozważania, można stwierdzić, że wyniki prezentowane w osiągnięciu naukowym Habilitantki wnoszą istotny wkład do dyscypliny Inżynieria biomedyczna, w szczególności w obszarze nanomateriałów przeznaczonych do zastosowań

terapeutycznych (np. przeciwdrobnoustrojowych, przeciwnowotworowych) i diagnostycznych (obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego). W szczególności na uwagę zasługują następujące osiągnięcia Pani dr Oleny Ivashchenko:

- Wielofunkcyjne platformy oparte na kompozytach z nanocząstkami tlenku żelaza i srebra oraz antybiotyków łączące właściwości magnetyczne i przeciwdrobnoustrojowe;
- Nanokompzytowe cząstki tlenku żelaza i srebra o rozmiarach mniejszych niż 25nm i właściwościach superparamagnetycznych i fluorescencyjnych do zastosowań w bio-obrazowaniu;
- Hydrokoloidy tworzone z nanocząstek o wysoce uporządkowanej mikrostrukturze, reagującej na czynniki zewnętrzne np. pole magnetyczne;
- Żele nanokompozytowe zawierające nanocząstki tlenku żelaza lub żelaza, srebra, lub hydroksyapatytu o połączonych właściwościach fluorescencyjnych, przeciwdrobnoustrojowych i przeciwnowotworowych, które dodatkowo posiadają zdolność do samoorganizacji naśladując podłoże.

Do słabych stron osiągnięcia należy zaliczyć dość ogólnikowo napisane niektóre fragmenty autoreferatu oraz niektóre stwierdzenia w nim zawarte nie do końca pokrywające się z wynikami w publikacjach Habilitantki. W przeglądzie literatury zabrakło przedstawienia w świetle aktualnych osiągnięć światowych konieczność prowadzenia badań w tematyce habilitacji. Skuteczność transportu żelu kwas hialuronowy do wnętrza sferoid nie została udowodniona. Stąd twierdzenie, że żel zwiększa skuteczność składników aktywnych poprzez ich efektywniejszy transport wewnątrz sferoidów HeLa, nie jest poparte wynikami badań. Podobnie stwierdzenie, że żel nanokompozytowy prezentowany w pracy A8 ma zdolność do budowania sztucznej macierzy zewnątrzkomórkowej, która przyspieszy regenerację tkanek jest tylko hipotezą badawczą, niepopartą wynikami prac Habilitantki. Do słabych stron osiągnięcia należy także zaliczyć brak badań stabilności żelowych kompozytów i uwalniania z nich nanocząstek w różnych płynach symulujących środowisko organizmu człowieka. Nie przeprowadzono również badań biologicznych opracowanych nanomateriałów na modelach zwierzęcych i nie zdefiniowano zagrożeń związanych z zastosowaniem opracowanych nanocząstek i niektórych użytych modyfikatorów w organizmie człowieka. Założenie o całkowitej biodegradacji wytworzonych nanocząstek może być zbyt optymistyczne. Nanocząstki w zależności o rozmiaru i właściwości powierzchniowych mogą gromadzić się w różnych narządach.

Pojawiły się również drobne błędy edytorskie zarówno w Autoreferacie jak i wybranych publikacjach. Na przykład a rysunku 6c Autoreferatu brakuje opisu materiałów generujących widma fluorescencyjne. Natomiast w artykule A8, w metodyce badań, Autorzy piszą, że używają w testach biologicznych komórek nowotworowych linii HeLa, a faktycznie były to komórki osteosarkomy.

Autorka nie ustrzegła się także niefortunnnych sformułowań lub skrótów myślowych w Autoreferacie: np. „mikrostruktura żelu może rekombinować”, „odwzorowują jej

(mikrostruktury) porządek”, „mały pozorny rozmiar magnetyczny”, „rusztowania kostne lub tkankowe” (kość jest tkanką).

Podsumowując powyższe rozważania, można stwierdzić, że mimo drobnych uchybień uzyskane osiągnięcia dr Oleny Ivashchenko, przedstawione w jednotematycznym cyklu 9 publikacji, stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej – Inżynieria Biomedyczna z punktu widzenia rozwoju nanomateriałów o działaniu terapeutycznym. Habilitantka opracowała kilka nowych rozwiązań materiałowych, które dzięki unikatowym właściwościom, po uzyskaniu pozytywnych wyników dodatkowych badaniach in vitro i in vivo, mogą być w przyszłości użyte w leczeniu nowotworów oraz zakażeń.

3. Ocena aktywności naukowej Habilitantki

Pani dr Olena Ivashchenko prowadzi aktywną działalność naukową. Dorobek publikacyjny Habilitantki składa się w sumie z **37** prac (z czego **31** po doktoracie). **25** (**21** po 2 doktoracie) z nich zamieszczonych jest w czasopismach z listy „*Journal Citation Reports*”. Oprócz wymienionych już wcześniej, są wśród nich m.in. *Journal of Materials Chemistry B*, *Nanoscale Research Letters*, *Advance Science Letter*. W większości prac Kandydatka była pierwszym autorem. Pozostałe prace opublikowane są w czasopismach spoza bazy JCR i materiałach konferencyjnych. Pani dr Ivashchenko jest także współautorką książki pt.: *Nanomaterials of medical destination*. Przedstawiony dorobek dotyczy dyscypliny Inżynieria Biomedyczna. Prace Habilitantki są licznie cytowane – liczba cytowań wg bazy WoS wynosi **153** (w tym **137** bez autocytowań), zaś indeks H równy jest **7** (**8** wg Scopus). Pani Doktor prezentowała wyniki badań na licznych konferencjach międzynarodowych i krajowych, w Hiszpanii, Niemczech, Ukrainie i Polsce. Wygłosiła **38** (**35** po doktoracie) posterów i prezentacji ustnych. **12** z tych wstąpień było ściśle związanych z tematem habilitacji. Brała udział w realizacji **4** projektów badawczych. Jest współautorką **3** patentów. Habilitantka odbyła 10 miesięczny staż zagraniczny w ramach programu ERASMUS Mundus. Była **2** razy nagradzana za działalność naukową.

Podsumowując, dorobek naukowy i publikacyjny Pani dr Oleny Ivashchenko jest wystarczający dla dokonania pozytywnej oceny i został znacząco powiększony po uzyskaniu stopnia naukowego doktora.

Pani dr Olena Ivashchenko prowadziła również działalność dydaktyczną. Na podkreślenie zasługuje fakt, że Habilitantka była promotorem 3 prac dyplomowych magisterskich. W latach 2010-2012 prowadziła wykłady dla studentów Wydziału Inżynierii Biomedycznej. W ramach działań popularyzujących naukę Pani dr Ivashchenko opracowała albumy obrazów z mikroskopii elektronowej pt.: „*When Art. Meets Science*” i „*Microstructures photo album to commemorate the 100th anniversary of the Poznan University*”.

Oceniając dorobek organizacyjny Habilitantki należy podkreślić jej aktywny udział w recenzowaniu publikacji naukowych zgłoszonych do czasopism z listy JCR (85 prac). Recenzowała również wniosek projektowy w ramach konkursu Preludium, w NCN.

W poniższej tabeli zestawiono podsumowanie aktywności naukowej Dr Oleny Ivashchenko.

Tabela 1. Podsumowanie aktywności naukowej Habilitantki

Lp.	Rodzaj aktywności	Wskaźniki liczbowe
1	Opublikowane monografie naukowe (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1)	1
2	Opublikowane rozdziały w monografiach naukowych	0
3	Członkostwo w redakcjach naukowych monografii	0
4	Opublikowane artykuły w czasopismach naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.2).	37 (9 w ramach osiągnięcia)
5	Osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne, technologiczne (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).	Nie dotyczy
6	Publiczne realizacje dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).	Nie dotyczy
7	Wystąpienia na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.	38 (0 zaproszonych)
8	Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.	0
9	Uczestnictwo w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.	4 (projekty ukończone, wykonawca)
10	Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.	1 (członek)
11	Odbyte staże w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.	1 (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, 10 miesięcy, 2013-2014)
12	Członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.).	0
13	Recenzowanie prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych.	85 recenzji

14	Uczestnictwo w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych.	1 (ERASMUS Mundus)
15	Udział w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9.	0
16	Uczestnictwo w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny	1 (wniosek do NCN)

4. Wniosek końcowy

Dr Olena Ivashchenko po uzyskaniu stopnia naukowego doktora prowadziła aktywną działalność naukowo-badawczą w dyscyplinie Inżynieria Biomedyczna. Wniosła istotny wkład w rozwój nanomateriałów dla medycy, który polega przede wszystkim na **opracowaniu wielofunkcyjnych nanokompozytów przeznaczonych do zastosowań terapeutycznych (np. przeciwdrobnoustrojowych, przeciwnowotworowych, terapii fotodynamicznej) i diagnostycznych (obrazowanie fluorescencyjne lub metodą rezonansu magnetycznego)**. Osiągnięcia badawcze opisała w cyklu 9 powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach z listy JCR,

Pani Dr Ivashchenko wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej. Oprócz prac na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza, prowadziła badania w Narodowej Akademii Nauk Ukrainy, w Kijowie.

Na podstawie analizy dokumentacji habilitacyjnej Kandydatki można stwierdzić, że posiada Ona znaczny dorobek naukowy i spełnia wszystkie wymagania określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (art. 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.)), dla uzyskania stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych. W związku z czym wnioskuję do Rady Naukowej IBB PAN, o **nadanie dr Olenie Ivashchenko stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Inżynieria Biomedyczna.**



Wojciech Świążkowski