

**AGH**

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki  
**KATEDRA BIOMATERIAŁÓW I KOMPOZYTÓW**

Prof. dr hab. inż. Elżbieta PAMUŁA  
Prodziekan ds. Nauki

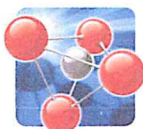
Kraków, 01 lutego 2022

**Recenzja osiągnięcia naukowego, aktywności naukowej,  
dydaktycznej i organizacyjnej  
Pani dr Oleny Ivashchenko  
opracowana w związku z postępowaniem o nadanie stopnia  
naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk  
inżynieryjno-technicznych  
w dyscyplinie inżynieria biomedyczna**

Podstawą opracowania niniejszej recenzji była decyzja Dyrektora Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN z dnia 14 grudnia 2021 r. w sprawie powołania Komisji Habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr Olenie Ivashchenko i zlecenie Z-cy Dyrektora Instytutu ds. Naukowych Pani Prof. dr. hab. inż. Doroty G. Pijanowskiej z dnia 15 grudnia 2021 r., oraz dołączona do niego dokumentacja przewodu habilitacyjnego kandydatki.

**1. Podstawowe informacje o kandydatce**

Dr Olena Ivashchenko uzyskała tytuł zawodowy inżyniera-chemika-technologa w 1994 w Narodowej Akademii Przemysłu Lekkiego w Kijowie. W 2002 r. uzyskała stopień doktora nauk technicznych (ukraiński odpowiednik kandydat nauk technicznych) w Kijowskim Narodowym Uniwersytecie Technologii i Projektowania



**WIMiC**

Akademia Górniczo-Hutnicza | Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki  
**Katedra Biomateriałów i Kompozytów**  
al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, tel. +48 12 617 44 48, fax. +48 12 617 33 71  
e-mail: epamula@agh.edu.pl, www.ceramika.agh.edu.pl  
Regon: 000001577, NIP: 675 000 19 23

w specjalności technologii włókien chemicznych, broniąc pracy doktorskiej pt. *„Opracowanie technologii modyfikowanych nici chirurgicznych polikaproamidowych i badanie ich właściwości”*. Od 1993 do 2016 r. pracowała w Instytucie Problemów Inżynierii Materiałowej im. I. M. Francewicza Narodowej Akademii Nauk Ukrainy, osiągając coraz wyższe szczeble kariery naukowej: od asystenta laboratoryjnego, przez inżyniera, młodszego pracownika naukowego a kończąc na stanowisku starszego pracownika naukowego. W 2013 rozpoczęła 10-miesięczny staż naukowy w ramach projektu Erasmus Mundus w Centrum NanoBioMedycznym na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. W 2015 r. została tam zatrudniona na stanowisku specjalisty naukowo-technicznego, zaś od 2019 pracuje w tej samej jednostce na stanowisku adiunkta.

## **2. Ocena osiągnięcia naukowego**

Jako osiągnięcie naukowe wskazujące na znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria biomedyczna stanowiące podstawę ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668 ze zm.) dr Olena Ivashchenko wskazała cykl 9 powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt. *„Wielofunkcyjne platformy oparte na kompozytach z nanocząstkami tlenku żelaza i srebra do zastosowań biomedycznych”*, które zostały opublikowane w czasopismach naukowych ujętych w obowiązującym wykazie MEiN.

W skład cyklu wchodzi publikacje z lat 2015-2021; wszystkie ukazały się w czasopismach notowanych w bazie JCR takich jak *Materials Science and Engineering: C* (IF<sub>2015</sub>=3,917; MEiN<sub>2015</sub>=25), *Nanotechnology* (IF<sub>2016</sub>=3,440; MEiN<sub>2016</sub>=35), *Colloids and Surfaces B Biointerfaces* (IF<sub>2017</sub>=3,997; MEiN<sub>2017</sub>=35), *Applied Surface Science* (IF<sub>2016</sub>=3,387; MEiN<sub>2016</sub>=35), *Materials & Design* (IF<sub>2017</sub>=4,525; MEiN<sub>2017</sub>=35), *Scientific Reports* (2 prace, IF<sub>2018</sub>=4,011; MEiN<sub>2018</sub>=40),

*ACS Applied Materials & Interfaces* (IF<sub>2020</sub>=8,758; MEiN<sub>2020</sub>=200) i *ACS Sustainable Chemistry and Engineering* (IF<sub>2020</sub>=7,632; MEiN<sub>2020</sub>=140).

Wszystkie prace są wieloautorskie, w każdej z nich habilitantka jest pierwszą autorką i autorką korespondencyjną. Jej udział w 5 pierwszych publikacjach (A1 – A5) został oszacowany na podstawie oświadczeń habilitantki i wszystkich współautorów i wynosił od 50% do 65%. W kolejnych 4 pracach (A6 – A9) wkład merytoryczny wszystkich współautorów został opisany na końcu każdego z artykułów, zaś udział procentowy został określony przez samą habilitantkę i wynosił 60% (prace A6 – A8) i 56% (praca A9). Wkład habilitantki w powstanie omawianych prac był więc dominujący w zakresie opracowania koncepcji pracy, zaplanowania eksperymentów, syntezy próbek, przeprowadzenia większości badań, opracowania i interpretacji wyników, przygotowania publikacji i korespondencji z zespołami redakcyjnymi czasopism.

Łączna wartość współczynnika oddziaływania cyklu 9 publikacji, będących osiągnięciem naukowym stanowiącym podstawę ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego wynosi IF=43,678 (585 pkt. MEiN, w tym 240 pkt. MEiN za lata 2015-2018). Prace te były cytowane 91 razy wg. WoS.

Autorka podjęła się w swoich badaniach trudnego zadania poszerzenia wiedzy na temat wytwarzania, modyfikacji i oceny właściwości fizykochemicznych i biologicznych wielofunkcyjnych nanocząstek oraz wytworzonych na ich bazie nanokompozytów w kontekście zastosowania ich w medycynie, tj. w diagnostyce i terapii a nawet w teranostyce, czyli diagnostyce i terapii jednocześnie. Są to zagadnienia bardzo aktualne, a co za tym idzie szeroko badane i rozwijane w wielu ośrodkach na świecie. Habilitantka skupiła się na nanocząstkach magnetycznych wytworzonych z tlenku żelaza, które wykazują bardzo duży potencjał jako nośniki leków nakierowywanych za pomocą zewnętrznego pola magnetycznego oraz jako kontrast w diagnostyce za pomocą rezonansu magnetycznego. Ponadto zajęła się wykorzystaniem nanocząstek srebra, a więc materiałów o potwierdzonych właściwościach przeciwdrobnoustrojowych.

Z pełnym przekonaniem stwierdzam, że prace prowadzone przez habilitantkę są interdyscyplinarne, ale osadzone w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych i bardzo dobrze wpisują się w dyscyplinę inżynieria biomedyczna.

W osiągnięciu naukowym można wyróżnić dwa główne obszary badawcze skupiające się na: (i) nanocząstkach magnetytu dekorowanych wydzieleniami srebra, które zostały zaprojektowane w taki sposób, aby stanowić nośnik antybiotyków i wspomagać leczenie infekcji (prace A1 – A4), oraz (ii) złożonych ultramałych nanocząstkach tlenku żelaza i srebra otrzymywanych przy użyciu reduktorów pozyskanych z naturalnych źródeł (ekstrakty roślin i różnych grzybów) o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych i/lub przeciwnowotworowych, które ponadto wykazują potencjał w terapii fotodynamicznej.

W pracy A1 (O. Ivashchenko i wsp., *Synthesis and characterization of magnetite/silver/antibiotic nanocomposites for targeted antimicrobial therapy*, Materials Science and Engineering: C, 55, 2015, 343159) autorka opisała syntezę nanocząstek magnetycznych o średniej wielkości 50 nm, na których udało się osadzić wydzielania srebra a następnie zaadsorbować antybiotyki. Badania wykazały, że dodatek 10% srebra nadawał już właściwości przeciwbakteryjne opracowanym nanocząstkom i nie wpływał istotnie na parametry magnetyczne. Spośród badanych 5 antybiotyków rifampicina i doxycyklina wykazywały największe powinowactwo do tak zmodyfikowanych powierzchni a co za tym idzie aktywność przeciwdrobnoustrojową.

W pracy A2 (O. Ivashchenko i wsp. *Influence of silver content on rifampicin adsorptivity for magnetite/Ag/rifampicin nanoparticles*. Nanotechnology 2017, 28(5), 055603) autorka dokładniej przebadła najbardziej obiecujący system z artykułu A1, a mianowicie dekorowane wydzieleniami srebra nanocząstki magnetytu z zaadsorbowaną rifampiciną. Wykazała, że zwiększona adsorpcja tego leku była wynikiem oddziaływań elektrostatycznych między cząsteczkami rifampicyny a powierzchnią nanocząstek. Ponadto wykazała, że tak zmodyfikowane

nanocząstki wykazują szersze spektrum działania na inne szczepy bakteryjne a także brak cytotoksyczności w stosunku do fibroblastów.

W pracy A3 (O. Ivashchenko, i wsp. *Release and cytotoxicity studies of magnetite/Ag/antibiotic nanoparticles: an interdependent relationship*. Colloids and Surfaces B Biointerfaces 2017, 152, 85-94) badano uwalnianie nie tylko antybiotyków (rifampicyny i doksycykliny) z opracowanych układów, ale oceniano również uwalnianie jonów żelaza i srebra przy różnym pH. Uzyskano bardzo ciekawe i oryginalne wyniki, które wskazują, że zawartość wydzielen srebrow na powierzchni nanocząstek magnetytu przyspiesza uwalnianie jonów żelaza, z uwagi na to, że tworzy się ogniwo galwaniczne. Natomiast obecność antybiotyku blokuje wydzielanie jonów żelaza, ale przyspiesza wydzielanie jonów srebra.

W pracy A4 (O. Ivashchenko, i wsp. *Fourier transform infrared and Raman spectroscopy studies on magnetite/antibiotic nanocomposites*. Applied Surface Science 2016, 3(64), 400-409) habilitantka wykorzystując metody spektroskopii wibracyjnej postawiła hipotezę, że silne oddziaływania pomiędzy zaadsorbowanymi cząsteczkami antybiotyków a zmodyfikowaną srebrow powierzchnią nanocząstek magnetycznych blokują drgania oscylacyjne i wibracyjne cząsteczek antybiotyków, stąd w widmach w podczerwieni i ramanowskich nie stwierdza się obecności pasm, których obecność wynikałaby z teorii grup. Obecność antybiotyków w układzie została potwierdzona za pomocą testów mikrobiologicznych, jednak zastanawiające jest, dlaczego habilitantka nie zastosowała innych metod spektroskopowych, takich jak XPS, aby bezsprzecznie potwierdzić obecność antybiotyków zaimmobilizowanych na nanocząstkach.

W pracy A5 (O. Ivashchenko, i wsp. *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) habilitantka opisała sposób wytwarzania ultramałych nanocząstek tlenku żelaza i srebra przy użyciu stabilizatora współstrącania w postaci ekstraktu z imbiru. Nanocząstki te tworzyły stabilne dyspersje wodne a przy

dużych stężeniach ulegały samoorganizacji, tworząc ciekawe nadstruktury hierarchiczne, co zostało potwierdzone w badaniach za pomocą krio-SEM. Bardzo interesującą cechą takich nanocząstek, oprócz właściwości antybakteryjnych, były właściwości fluorescencyjne a także ich potencjał jako kontrast w badaniach za pomocą rezonansu magnetycznego.

W pracy A6 (O. Ivashchenko i wsp. *Silver and ultrasmall iron oxides nanoparticles in hydrocolloids: effect of magnetic field and temperature on self-organization*. Scientific Reports 2018, 8(1), 4041) nanocząstki opisane w pracy A5 zostały poddane pełniejszej charakterystyce fizyko-chemicznej również w kontekście ich samoorganizacji pod wpływem temperatury i przyłożonego zewnętrznego pola magnetycznego. Badania wykazały, że przyłożone pole magnetyczne poprawia aktywność fotodynamiczną uzyskanych materiałów poprzez zwiększoną generację wolnych rodników wynikającą ze zmian mikrostrukturalnych uzyskanych mikrostruktur.

W pracy A7 (O. Ivashchenko i wsp. *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) autorka opisała sposób wytwarzania ultramałych nanocząstek tlenku żelaza i srebra przy użyciu stabilizatora współstrącania w postaci ekstraktu z muchomora czerwonego i tworzenia przez nie stabilnych żeli z użyciem kwasu hialuronowego. Opracowane materiały zostały zaprojektowane do lokalnej terapii nowotworów. Przeprowadzono zaawansowane badania cytotoksyczności w kulturach 2D i 3D komórek HeLa, które wskazują, że obecność kwasu hialuronowego poprawiała transport składników cytostatycznych do komórek nowotworowych, również tworzących sferoidy.

W pracy A8 (O. Ivashchenko i wsp. *Nanocomposite gel as injectable therapeutic scaffold: microstructural aspects and bioactive properties*. ACS Applied Materials & Interfaces 2020, 12(6), 7840-7853) habilitantka wytworzyła materiały podobne do tego opisanego w pracy A7, jednak do przygotowania nanocząstek zastosowała ekstrakt z innego

gatunku grzyba. Materiały zawierały albo kwas hialuronowy albo alginiany, ale były dodatkowo zmodyfikowane nanocząstkami hydroksyapatytu. W tym przypadku otrzymane formułacje były przeznaczone na wypełnienia ubytków po ekstrakcji nowotworów tkanki kostnej.

W pracy A9 (O. Ivashchenko i wsp. *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) opisane zostały nanocząstki wytworzone przy udziale ekstraktu z dziurawca, przy założeniu, że szczególnie będą nadawać się one do przeciwnowotworowej terapii fotodynamicznej, gdyż związki występujące w dziurawcu wykazują właściwości fotouczulające. Udowodniono, że opracowane nanocząstki wytwarzały reaktywne formy tlenu pod wpływem światła, co powodowało stres oksydacyjny w komórkach. Wykazano ponadto, że komórki rakowe były bardziej narażone na stres niż prawidłowe. Bardzo ciekawym wynikiem okazał się również ten, że opracowana formułacja wykazywała właściwości bakteriobójcze – szczególnie po naświetleniu światłem o określonej długości fali.

Cykl publikacji pt. „Wielofunkcyjne platformy oparte na kompozytach z nanocząstkami tlenku żelaza i srebra do zastosowań biomedycznych” jest spójny tematycznie i łączy wątki zarówno naukowe, technologiczne jak i aplikacyjne. Habilitantka: (i) opracowała dwa oryginalne sposoby wytwarzania nanocząstek tlenku żelaza i srebra; (2) wykorzystała naturalne ekstrakty z roślin i grzybów, które pełniły nie tylko funkcję stabilizatorów w czasie syntezy nanocząstek, ale i nadawały im nowe, korzystniejsze właściwości, istotne z punktu widzenia zastosowań medycznych (bakteriobójcze, fluorescencyjne, cytostatyczne, poprawiające kontrast MRI); 3) dokonała oceny zdolności otrzymanych materiałów do tworzenia nano- i mikrostruktur w wyniku samoorganizacji pod wpływem różnych bodźców; 4) wykazała, że zaproponowane przez nią biomateriały wykazują duży potencjał w zastosowaniach medycznych.

Należy podkreślić, że dorobek naukowy dr Oleny Ivashchenko stanowiący podstawę rozprawy habilitacyjnej został poddany weryfikacji środowiska naukowego i opublikowany w bardzo dobrych, recenzowanych czasopismach z zakresu inżynierii biomedycznej, inżynierii biomateriałów i nanomateriałów. Wyniki opisane w publikacjach stanowiących monotematyczny cykl dotyczą na początku prostszych układów, które na kolejnych etapach są modyfikowane i nadawane są im coraz to nowe właściwości, istotne z punktu widzenia medycyny i inżynierii biomedycznej. Zapoznając się z tymi artykułami recenzent jest w stanie prześledzić jak na przestrzeni 6 lat, tj., gdy te prace powstawały, ewoluowało podejście autorki do tematyki projektowania i wytwarzania nanomateriałów dla medycyny, w obszarze, w którym stała się niewątpliwie ekspertem.

Z pełnym przekonaniem stwierdzam, że wartość naukowa wyników zawartych w cyklu publikacji stanowi podstawę do poparcia wniosku o przyjęcie rozprawy habilitacyjnej kandydatki.

### **3. Ocena aktywności naukowej**

Dorobek naukowy dr Oleny Ivashchenko obejmuje w sumie 23 artykuły opublikowane w czasopismach z listy JCR wliczając w to 9 będących podstawą o ubieganie się o stopień dr. hab., 28 artykułów, które nie weszły w skład cyklu publikacji, 1 monografię i 3 patenty. Kandydatka jest współautorką 38 wystąpień plakatowych i komunikatów ustnych na konferencjach, seminariach i warsztatach w kraju i zagranicą. Należy podkreślić istotny wzrost dorobku kandydatki po uzyskaniu stopnia doktora, a szczególnie po jej zatrudnieniu w Centrum NanoBioMedycznym na Uniwersytecie Adama Mickiewicza w Poznaniu, co dowodzi jej dużej aktywności naukowej, szczególnie w ostatnich kilku latach.

Habilitantka ma w swoim dorobku prace w czasopismach naukowych o wysokim współczynniku oddziaływania. Jej prace wg WoS były cytowane 153 razy (137 bez autocytowań), a współczynnik Hirscha wynosi 7. Choć współczynniki te mogą być uważane za niezbyt

duże, to należy pamiętać, że habilitantka w zasadzie zaczęła publikować w prestiżowych periodykach dopiero kilka lat temu. Uważam, że jej prace są bardzo wartościowe i można spodziewać się istotnego wzrostu współczynników bibliometrycznych w krótkim czasie.

Habilitantce aż 85 razy powierzano rolę recenzentki artykułów w 15 czasopismach naukowych oraz recenzję projektu Preludium zgłoszonego do NCN. Habilitantka zanim została zatrudniona w obecnym jej miejscu pracy, odbyła tam 10-miesięczny staż w ramach projektu Erasmus Mundus.

Kandydatka do stopnia doktora habilitowanego wciąż współpracuje z dwoma ośrodkami na Ukrainie, czyli z Instytutem Problemów Materiałoznawstwa im. I. M. Francewicza Narodowej Akademii Nauk Ukrainy oraz Uniwersytetem Stanowym w Sumach, dowodem czego są 4 wspólne publikacje wydane w latach 2015-2017.

Kandydatka po uzyskaniu stopnia doktora pracowała jako główny wykonawca w projekcie sfinansowanym przez Narodową Akademię Nauk Ukrainy, oraz jako wykonawca w 3 projektach realizowanych w Polsce. Uzyskała nagrodę państwową Ukrainy w dziedzinie nauki i sztuki oraz grant wyjazdowy na konferencję zagraniczną.

Podsumowując, należy stwierdzić, że Habilitantka posiada wartościowy dorobek naukowy spełniający wymogi do starania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

#### **4. Ocena aktywności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę**

Dr Olena Ivashchenko ma doświadczenie w pracy dydaktycznej; w latach 2010-2013 prowadziła wykłady dla studentów Zakładu Inżynierii Biomedycznej Politechniki Kijowskiej, a w latach 2010-2011 była też promotorem 3 prac dyplomowych magisterskich. Podczas pracy w Centrum NonoBioMedycznym angażowała się popularyzację

nauki przygotowując 2 albumy artystyczne zawierające obrazy otrzymane za pomocą mikroskopu elektronowego.

Habilitantka jest członkiem dwóch towarzystw naukowych.

Aktywność Habilitantki w powyższym zakresie nie jest zbyt duża, ale w mojej opinii spełnia wymagania zwyczajowe dla osób starających się o stopień naukowy doktora habilitowanego. Należy się spodziewać, że kandydatka po uzyskaniu stopnia doktora habilitowanego będzie miała możliwość sprawowania opieki naukowej nad studentami i młodymi adeptami nauki, co z pewnością pozwoli jej na zintensyfikowanie badań w interesującej ją tematyce.

## **5. Podsumowanie i wniosek końcowy**

Stwierdzam, że Dr Olena Ivashchenko posiada w swoim dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące istotny i oryginalny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria biomedyczna. Ponadto wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w swojej macierzystej jednostce, ale również we współpracy z innymi ośrodkami zagranicznymi. Kandydatka spełnia warunki do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego, określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. z dnia 30 sierpnia 2018 r., art. 219).

Uwzględniając pozytywną ocenę osiągnięcia naukowego, aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej wnioskuję o nadanie Dr Olena Ivashchenko stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna.

*E. Pementa*