

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Paszenda
Katedra Biomateriałów
i Inżynierii Wyrobów Medycznych
Wydział Inżynierii Biomedycznej
Politechnika Śląska
ul. Roosevelta 40
41-800 Zabrze

Zabrze, 10.02.2022 r.

RECENZJA

dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr Oleny Ivashchenko w postępowaniu habilitacyjnym w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie „Inżynieria Biomedyczna”

Recenzja została sporządzona na podstawie pisma z dnia 15 grudnia 2021 r. Z-cy Dyrektora Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN prof. dr hab. inż. Doroty Pijanowskiej w kontekście decyzji Dyrektora Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN prof. Adama Lieberta z dnia 14 grudnia 2021 r. w sprawie powołania Komisji Habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr Olenie Ivashchenko w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie „Inżynieria biomedyczna”. Postępowanie to zostało wszczęte przez Radę Doskonałości Naukowej w dniu 12 lipca 2021 r.

Ocena całokształtu dorobku została przeprowadzona na podstawie dokumentacji dostarczonej jedynie w wersji elektronicznej obejmującej:

- wniosek Habilitantki o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie „Inżynieria biomedyczna” z dnia 8 lipca 2021 r.,
- kopię dyplomu nadania stopnia naukowego doktora (w języku ukraińskim, j. angielskim) i poświadczonym tłumaczeniem dyplomu na j. polski,
- autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych w języku polskim i angielskim (załącznik 4),
- wykaz osiągnięć naukowych w języku polskim i angielskim (załącznik 5),
- dane Habilitantki (w j. polskim i angielskim)
- kopie prac stanowiących jednotematyczny cykl publikacji,
- oświadczenia współautorów prac tworzących jednotematyczny cykl publikacji.

1. Ogólna charakterystyka Habilitantki

Dr Olena Ivashchenko ukończyła w 1994 roku studia w Narodowej Akademii Przemysłu Lekkiego (aktualnie Kijowski Narodowy Uniwersytet Technologii i Projektowania) na Wydziale Tworzyw Sztucznych i Elastomerów na specjalności „Technologia przetwórstwa

tworzyw sztucznych i elastomerów”. W 1998 roku ukończyła Szkołę Podyplomową w Instytucie Problemów Inżynierii Materiałowej w Kijowie (specjalność: materiałoznawstwo). Stopień doktora nauk technicznych (ukraiński odpowiednik: kandydat nauk technicznych) w specjalności „Technologia włókien chemicznych” uzyskała w 2002 roku w Kijowskim Narodowym Uniwersytecie Technologii i Projektowania na podstawie rozprawy pt.: „Opracowanie technologii modyfikowanych włókien chemicznych nici chirurgicznych polikaproamidowych i badanie ich właściwości”.

Swoją pracę zawodową rozpoczęła w 1989 roku w Ukraińskim Instytucie Badawczym włókien sztucznych z produkcją eksperymentalną w Kijowie na stanowisku asystenta laboratoryjnego. W latach 1993-2016 pracowała w Instytucie Problemów Inżynierii Materiałowej Narodowej Akademii Nauk Ukrainy w Kijowie kolejno, jako asystent laboratoryjny, inżynier, a następnie w charakterze pracownika naukowego. W 2015 roku rozpoczęła pracę na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu w Centrum NanoBioMedycznym, jako specjalista naukowo-techniczny, a od 2019 roku jest zatrudniona na stanowisku adiunkta.

2. Ocena dorobku naukowego

2.1. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe, wynikające z art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 poz. 85 z późn. zm.) stanowiące podstawę ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego Habilitantka wskazała cykl 9 powiązanych tematycznie publikacji w czasopismach z listy JCR ($IF = 3,387 \div 8.758$) pt.: **„Wielofunkcyjne platformy oparte na kompozytach z nanocząstkami tlenku żelaza i srebra do zastosowań biomedycznych”**. Prace te zostały opublikowane w latach 2015÷2021, a więc po uzyskaniu przez Habilitantkę stopnia naukowego doktora. We wszystkich publikacjach występuje jako pierwszy autor z procentowym udziałem mieszczącym się w zakresie 50÷65 %. Pozostali współautorzy określili merytoryczny i procentowy udział w przygotowaniu jedynie publikacji A1÷A5. Habilitantka podała również liczby cytowań poszczególnych prac na dzień złożenia wniosku (7 lipca 2021 roku) w bazach WoS oraz GoogleScholar. Wynosiły one odpowiednio 91 i 127, a ich sumaryczny $IF = 43,678$ (5-letni $IF = 56,538$).

Wytypowane przez Kandydatkę prace stanowią cykl powiązanych tematycznie publikacji w kontekście opracowania wieloskładnikowych kompozytów opartych na nanocząsteczkach tlenku żelaza, srebra w połączeniu z organicznymi substancjami bioaktywnymi. Takie wieloskładnikowe kompozycje z uwagi na synergiczne oddziaływanie elementów składowych mogą być stosowane w terapii skojarzonej, która uważana jest za najbardziej obiecujący sposób skutecznego, ukierunkowanego i bezpiecznego leczenia.

Zastosowanie nanocząstek żelaza i srebra jest dość dobrze opisane w literaturze. W przedstawionym osiągnięciu naukowym Habilitantka zaprezentowała wyniki badań dotyczące wieloskładnikowych kompozytów stosując dodatkowo antybiotyki celem przedłużenia

działania terapeutycznego nanokompozytu wykorzystując różnicę w rozpuszczalności Ag i zastosowanych antybiotyków. W swoich badaniach Kandydatka zastosowała dwa sposoby otrzymywania kompozytów: jedno- i trzyetapowy. Wytwarzanie nanocząstek magnetyt/Ag/antybiotyk w procesie trzyetapowym obejmowało w pierwszej kolejności wytworzenie nanocząstek tlenku żelaza z wykorzystaniem techniki termochemicznej. W dalszej kolejności na ich powierzchni osadzano srebro poprzez redukcję AgNO_3 kwasem askorbinowym uzyskując jego zróżnicowaną zawartość w zakresie 1,4÷10% wag. W dalszej kolejności dołączano antybiotyk z wykorzystaniem techniki adsorpcji. W badaniach wykorzystano 7 antybiotyków, takich jak: rifampicyna, cefazolina, ceftriakson, cefotaksym, doksycyklina, doksorubicyna oraz cyprofloksacyna. Zastosowanie tak szerokiego spektrum antybiotyków miało poszerzyć możliwości aplikacyjne proponowanych kompozycji materiałowych. Wyniki badań tak przygotowanych wieloskładnikowych kompozytów zawarte zostały w publikacjach A1÷A4.

W ramach swoich badań Habilitantka dokonała szczegółowej analizy struktury i własności fizykochemicznych nanocząstek magnetyt/Ag/antybiotyk w kontekście zróżnicowanej zawartości Ag. W tym zakresie zastosowała wiele wzajemnie uzupełniających się metod badawczych. W szczególności zrealizowała badania z wykorzystaniem rentgenowskiej analizy fazowej (XRD), transmisyjnej i skaningowej mikroskopii elektronowej (TEM, SEM), mikroanalizy dyspersji energii (EDS), rentgenowskiej spektroskopii fotoelektronów (XPS), spektroskopii w podczerwieni (FTIR), spektroskopii ramanowskiej, mikroskopii sił atomowych (AFM), spektroskopię w nadfiolecie i świetle widzialnym (UV/VIS). Dodatkowo, Habilitantka przeprowadziła badania własności magnetycznych analizowanej kompozycji materiałowej z uwagi na obecność magnetydu. Dla zbadania wpływu funkcjonalizacji powierzchni na własności magnetyczne magnetydu zrealizowała pomiary namagnesowania. W większości analizowanych wariantów obserwowano zmniejszenie własności magnetycznych, co było efektem występowania składników diamagnetycznych (srebra, antybiotyków). Jedynie w przypadku zastosowania antybiotyku rifampicyny zaobserwowano nieznaczny wzrost własności magnetycznych w odniesieniu do nanocząstek magnetydu.

Istotną kwestią z punktu widzenia skuteczności analizowanych kompozycji materiałowych było określenie mechanizmu adsorpcji zastosowanych antybiotyków na nanocząstkach magnetyd/Ag. W tym zakresie Habilitantka przeprowadziła badania wykazując, że dla większości stosowanych antybiotyków stwierdzono występowanie zjawiska adsorpcji fizycznej, w przypadku dwóch antybiotyków (cefazolina i cyprofloksacyna) zachodzi chemisorpcja. Dodatkowo, dla lepszego zrozumienia mechanizmów adsorpcji Kandydatka przeprowadziła analizy numeryczne. Wykazała, że mechanizm adsorpcji jest uzależniony od elektrostatycznego ładunku powierzchniowego cząstek żelaza.

Ta część badań została uzupełniona o testy biologiczne nanocząstek magnetyd/Ag/antybiotyk w warunkach *in vitro*. Na podstawie badań Habilitantka określiła wymagany zakres

zawartości srebra (5-10% wag.) celem zapewnienia właściwości przeciwdrobnoustrojowych nanocząstek magnetydu. Dodatkowo zastosowany antybiotyk (rifampicyna) rozszerzył zakres aktywności biologicznej. Przeprowadzone testy cytotoksyczności z zastosowaniem wymienionego antybiotyku nie wykazały negatywnego wpływu w odniesieniu do komórek ludzkich fibroblastów, a w przypadku analizowania komórek ludzkiej nerki embrionalnej było to uzależnione od czasu interakcji i zastosowanej dawki antybiotyku. Dodatkowo w badaniach Habilitantka analizowała również wpływ poszczególnych etapów funkcjonalizacji nanocząstek na profil uwalniania ich składników, zastosowanych leków (rifampicyna, doksycyklina) oraz cytotoksyczność. Wyniki tych badań posłużyły Kandydatce do stwierdzenia, że analizowane warianty nanocząstek z uwzględnieniem wymienionych antybiotyków można zalecić do badań przedklinicznych na modelach zwierzęcych w odniesieniu do leczenia schorzeń nerek.

W publikacjach A5÷A9 Habilitantka zaprezentowała wyniki swoich badań dotyczących wytworzenia złożonych nanocząstek tlenku żelaza i srebra (USIO i Ag) z wykorzystaniem jednoetapowej techniki współstrącania. Jako środki do ograniczenia wzrostu nanocząstek w procesie wytwarzania stosowane były 4 naturalne ekstrakty. W przypadku zastosowania ekstraktów z *Zingiber officinale*, *Amanita muscaria* i *Sparassis crispa* nanoczątki były dwuskładnikowe o strukturze ultramaliach nanocząstek tlenku żelaza i srebra (Ag = 7÷33% mas.). Z kolei w przypadku zastosowania ekstraktu *Hypericum perforatum* stanowiły złożone wielofazowe związki.

Podobnie, jak w przypadku nanocząstek wytwarzanych w procesie trzyetapowym, Habilitantka dokonała szczegółowej analizy struktury i własności fizykochemicznych nanocząstek otrzymanych w procesie współstrącania. W tym zakresie zrealizowała badania z wykorzystaniem rentgenowskiej analizy fazowej (XRD), transmisyjnej i skaningowej mikroskopii elektronowej (TEM, SEM), cryo-SEM, mikroanalizy EDS, spektroskopię fluorescencyjną, FTIR, UV/VIS, a także metody dynamicznego rozpraszania światła (DLS) oraz pomiary potencjału zeta i własności magnetycznych. Na podstawie tak zaplanowanego programu badawczego Habilitantka wykazała m.in., że nanoczątki wytworzone z udziałem *Zingiber officinale*, *Amanita muscaria* i *Sparassis crispa* składały się z dwóch rodzajów nanocząstek o wielkości ≤ 3 nm (USIO) i 5÷25 nm (Ag). Obecność tak dyspersyjnych nanocząstek tlenku żelaza została potwierdzona zarówno badaniami FTIR i własności magnetycznych. Analizowane nanoczątki charakteryzowały zróżnicowane własności fluorescencyjne. W odniesieniu do nanocząstek USIO obserwowano mniejszą intensywność fluorescencji aniżeli w przypadku Ag. Jej pochodzenie zostało przypisane zwiększonej powierzchniowo fluorescencji związków organicznych wchodzących w skład zastosowanych ekstraktów oraz do powierzchniowego rezonansu plazmowego nanocząstek Ag.

Złożone nanoczątki USIO i Ag tworzyły stabilne dyspersje wodne, które z kolei przy zwiększonym stężeniu nanocząstek (z zakresu 26-38 mg/cm³) z czasem przyjmowały postać żelu. Pomiary DLS wykazały występowanie zjawiska dynamicznej agregacji, które zachodziło

już w hydrokoloidach przy stężeniu ok. $100 \mu\text{g}/\text{cm}^3$), co może być związane z różnicą ładunków powierzchniowych nanocząstek. Stwierdzono również istnienie wysoce uporządkowanej mikrostruktury w hydrokoloidach nanocząstek złożonych USIO i Ag (cryo-SEM). Przeprowadzone badania rozkładu stężenia Fe i Ag (EDS) wykazały ich obecność głównie w elementach mikrostruktury (m.in. wydłużone aglomeraty, lamele, siatki). Ponadto, Habilitantka wykazała, że kilkugodzinne oddziaływanie pola magnetycznego na hydrokoloidy wpływało na ich mikrostrukturę, przewodność i potencjał elektryczny.

Potwierdzone w zrealizowanych badaniach własności fluorescencyjne nanocząstek USIO i Ag dały podstawy do zrealizowania badań ich interakcji z komórkami bez dodatkowych barwników fluorescencyjnych. Badania właściwości przeciwdrobnoustrojowych wykazały zróżnicowaną ich skuteczność. Stwierdzono, że nanocząstki wytwarzane z udziałem ekstraktu *Zingiber* są aktywne zarówno w odniesieniu do bakterii Gram-ujemnych i Gram-dodatnich (*E. coli*, *S. aureus*) dla wszystkich badanych stężeń ($100\div 500 \mu\text{g}/\text{cm}^3$). Z kolei w odniesieniu do mikrogrzybów (*Saccharomyces cerevisiae*) uzyskiwano ten efekt jedynie dla stężenia $500 \mu\text{g}/\text{cm}^3$. Również w przypadku nanocząstek wytwarzanych z udziałem ekstraktu *Sparassis crispa* potwierdzono ich skuteczność w ograniczeniu wzrostu komórek bakteryjnych (*E. coli*, *S. aureus*).

Celem zbadania cytotoksyczności nanocząstek USIO i Ag zastosowany został dwuwymiarowy (2D) i trójwymiarowy (3D) model hodowli komórkowej. Badania dla wariantu uwzględniającego ekstrakt *Amanita muscaria* wykazały, że sferoidy komórkowe HeLa były bardziej odporne na działanie cytotoksyczne nanocząstek aniżeli ich odpowiedniki 2D. W odniesieniu do preparatu żelowego otrzymanego z wykorzystaniem ekstraktu *Sparassis crispa* żywotność sferoidów HeLa była mniejsza (ok. 25%) w odniesieniu do hodowli 2D. Wyniki tych badań posłużyły do konkluzji, że zróżnicowane oddziaływanie cytotoksyczne badanych nanocząstek wytwarzanych z udziałem ekstraktów roślinnych i grzybowych stanowiło sumę toksyczności Ag i związku ekstraktu.

Habilitantka w swoich badaniach analizowała również aktywność przeciwnowotworową i antybakteryjną proponowanych nanocząstek z dodatkowym uwzględnieniem terapii fotodynamicznej. W tym zakresie Autorka uzyskała pozytywne rezultaty dla złożonych nanocząstek USIO i Ag wytwarzanych z udziałem ekstraktów *Amanita muscaria* i *Hypericum perforatum*. Dodatkowo zrealizowano badania zdolności kontrastujących nanocząstek z wykorzystaniem magnetycznego rezonansu jądrowego. Ten zakres badań potwierdził, że analizowane nanocząstki złożone z USIO i Ag (głównie przy wykorzystaniu *Hypericum perforatum*) łączą aktywność fotodynamiczną przeciwko komórkom nowotworowym ze zdolnością do wzmacniania kontrastu MRI. Zdaniem Autorki stanowią zatem interesujące rozwiązanie do zastosowań w terapii fotodynamicznej przy ultraniskiej mocy naświetlania przy leczeniu nowotworów powierzchniowych lub schorzeń zapalnych umożliwiając ich wizualizację z wykorzystaniem MRI.

W kontekście możliwej aplikacji do miejscowej terapii chorób nowotworowych lub bakteryjnych Habilitantka analizowała również preparaty żelowe na bazie nanocząstek USIO i Ag. Do przygotowania preparatów, jako środki żelujące zastosowano kwas hialuronowy i alginowy. Korzystne wyniki badań cytotoksyczności uzyskano w szczególności dla preparatów, gdzie zastosowano ekstrakt *Amanita muscaria* (środek kontrolujący wzrost nanocząstek w trakcie syntezy). Wykazano, że kwas hialuronowy zwiększa skuteczność składników aktywnych z uwagi na bardziej efektywny transport wewnątrz sferoidów HeLa.

Kolejnym potencjalnym obszarem aplikacyjnym preparatów żelowych była ocena możliwości ich zastosowania jako rusztowań do regeneracji tkanki kostnej. W tym przypadku analizowano preparaty z dodatkowym udziałem hydroksyapatytu i z udziałem ekstraktu *Sparassis crispa*. Do ekspozycji żelu zastosowano porowate podłoża o zróżnicowanej morfologii i kość ramienną królika. Wykazano zdolność zastosowanego żelu do samoreorganizacji i zmianę morfologii pod wpływem substratu i otaczającej tkanki. Dodatkowo wykazano, że preparat wykazywał własności bakteriostatyczne wobec bakterii *E. coli* i *A. aureus*.

Podsumowując, przedstawiony do oceny cykl publikacji pt.: „**Wielofunkcyjne platformy oparte na kompozytach z nanocząstkami tlenku żelaza i srebra do zastosowań biomedycznych**” oceniam pozytywnie. Habilitantka wykazała rozeznanie w analizowanej problematyce badawczej mieszczącej się w dyscyplinie „Inżynieria biomedyczna” i wpisującej się w nurt aktualnie prowadzonych badań w wielu ośrodkach naukowych. Sformułowane zagadnienia z tego obszaru są prawidłowe i wskazują moim zdaniem na umiejętność prowadzenia przez Kandydatkę badań naukowych.

2.2. Ocena istotnej aktywności naukowej

Dr Olena Ivashchenko w znaczny sposób zwiększyła swój dorobek publikacyjny po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Jej łączny dorobek obejmuje 38 pozycji, w tym 32 prace zostały opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora. W szczególności dorobek ten obejmuje:

- 25 publikacji w czasopismach z listy JCR (w tym 16 publikacji nie wchodzących w skład osiągnięcia naukowego – 12 publikacji po uzyskaniu stopnia doktora, 4 publikacje przed uzyskaniem stopnia doktora),
- 9 publikacji w czasopismach spoza listy JCR po uzyskaniu stopnia doktora,
- współautorstwo 1 monografii po uzyskaniu stopnia doktora,
- 3 publikacje w materiałach konferencyjnych (w tym 1 po uzyskaniu stopnia doktora).

Habilitantka upowszechniła wyniki swoich badań prezentując je na 38 konferencjach krajowych i międzynarodowych na których prezentowała je w formie wygłoszonych referatów, posterów i komunikatów ustnych (35 konferencji po uzyskaniu stopnia doktora). Ogólna liczba cytowań prac Habilitantki wg bazy WoS wynosi 153, w tym 137 bez autocytowań. Indeks Hirscha opublikowanych prac wg bazy WoS wynosi $h = 7$. Ponadto, Habilitantka jest również

współautorką 3 patentów (1 po uzyskaniu stopnia doktora). W tym zakresie dorobek naukowy dr Oleny Ivashchenko oceniam pozytywnie.

W swojej dotychczasowej działalności naukowej Kandydatka uczestniczyła w realizacji 4 projektów badawczych po uzyskaniu stopnia doktora. W szczególności dotyczy to:

- 1 projektu finansowanego ze środków NCN: „Samoorganizujące się nanocząstki magne-tytu/srebra – potencjał biomedyczny i analiza mikrostruktury” (współwykonawca) – miejsce realizacji: Centrum NanoBioMedyczne, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu,
- 1 projektu finansowanego ze środków NCBiR: „Nanomateriały i ich zastosowanie w biome-dycynie” (współwykonawca) – miejsce realizacji: Centrum NanoBioMedyczne, Uniwersy-tet im. A. Mickiewicza w Poznaniu),
- 2 projektów finansowanych ze środków Narodowej Akademii Nauk Ukrainy: „Nanokom-pozyty do celów medycznych i optymalizacja ich syntezy z uwzględnieniem cech tkanko-wego mikrootoczenia” (główny wykonawca) oraz „Opracowanie nowych metod wytwarza-nia nanoproszków magnetycznych i nanorurek węglowych” (współwykonawca) – miejsce realizacji: Narodowa Akademia Nauk Ukrainy w Kijowie.

Jako pracownik Instytutu Problemów Inżynierii Materiałowej Narodowej Akademii Nauk Ukrainy w latach 2013÷2014 odbyła 10. miesięczny staż zagraniczny w ramach projektu Era-smus Mundus EMINENCE w Centrum NanoBioMedycznym Uniwersytetu Adama Mickiewi-cza w Poznaniu. Prawdopodobnie w jego efekcie Habilitantka rozpoczęła pracę w tej jednostce w 2015 roku, w której pracuje do dnia dzisiejszego. W dalszej kolejności nawiązała współpracę z Instytutem Medycznym Uniwersytetu Stanowego w Sumach (Ukraina). Efektem tej współ-pracy były wspólne publikacje naukowe.

Na podkreślenie zasługuje duża aktywność Habilitantki w zakresie recenzowania publikacji w czasopismach z listy JCR. W tym zakresie zrecenzowała 85 prac opublikowanych m.in. w ta-kich czasopismach, jak: Materials Science&Engineering C (IF = 6,654), MDPI Molecules (4,587), Applied Sciences (IF = 2,736) International Journal of Nanomedicine (IF = 6,761), International Journal of Molecular Sciences (IF = 6,132). Była również recenzentem 1 projektu naukowego w ramach konkursu Preludium (2015 r.) ogłoszonego przez NCN.

Efektem osiągnięć naukowych Kandydatki była nagroda państwowa Ukrainy w dziedzinie nauki i techniki – projekt badawczy: „Nowe technologie syntezy proszków dla materiałów i produktów o zastosowaniu strukturalnym, funkcjonalnym i biomedycznym”. Ponadto, jako stypendystka uczestniczyła w Niemiecko-Ukraińskim Sympozjum z Nanonauki i Nanotechno-logii w Essen (Niemcy), gdzie wygłosiła prezentację „Oddziaływanie nanorurek węglowych zawierających katalizatory żelazowe i proszki na bazie żelaza z ludzkim osoczem krwi”. W za-kresie członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach nau-kowych Habilitantka wykazała, iż jest członkiem Amerykańskiego Towarzystwa Chemicznego oraz członkiem Rady recenzentów czasopisma Processes (IF = 2,753).

Podsumowując, na podstawie analizy przedstawionych we wniosku osiągnięć pozytywnie oceniam aktywność naukową Habilitantki.

2.3. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę

W tym zakresie zaprezentowane w przygotowanej dokumentacji dane są bardzo skromne. Habilitantka po uzyskaniu stopnia doktora była promotorem trzech prac magisterskich na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Narodowego Technicznego Uniwersytetu Ukrainy. W latach 2010-2012 prowadziła wykład „Nowoczesne chirurgiczne materiały szwowe” dla studentów tej uczelni. Ponadto jest współautorką albumów prezentujących dokumentację fotograficzną przygotowaną z wykorzystaniem elektronowego mikroskopu skaningowego. Zostały one wydane przez Uniwersytet A. Mickiewicza w Poznaniu.

3. Podsumowanie

Na podstawie oceny osiągnięcia naukowego, aktywności naukowej oraz dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego i współpracy międzynarodowej stwierdzam, że dr Olena Ivashchenko zaznaczyła swój udział w środowisku naukowym w obszarze inżynierii biomedycznej. Posiada umiejętność prowadzenia badań, stosowania nowoczesnych metod badawczych oraz nawiązywania współpracy z innymi ośrodkami badawczymi.

Podsumowując stwierdzam, że dr Olena Ivashchenko spełnia wymagania Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego. Na tej podstawie wnioskuję o nadanie dr Olenie Ivashchenko stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie „Inżynieria Biomedyczna”.

