Warszawa, dnia 16.08.2021 r.

prof. dr hab. inż. Ryszard Romaniuk

Politechnika Warszawska
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Instytut Systemów Elektronicznych

KWESTIONARIUSZ – RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ DLA RADY DYSCYPLINY NAUKOWEJ INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA POLITECHNIKI BIAŁOSTOCKIEJ

Tytuł rozprawy: Opracowanie włókien domieszkowanych lantanowcami do zastosowań w kompozytach biodegradowalnych (Development of lanthanide-doped fibers for use in biodegradable composites)

Autor rozprawy: ***mgr inż. Agata Baranowska***

Podstawą recenzji jest Uchwała Senatu Politechniki Białostockiej nr 112/XII/XVI/2021 z dnia 7 lipca 2021 roku, oraz pismo Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Białostockiej prof. Agnieszki Dardzińskiej-Głębockiej nr WM-IIB.4130.2.21 z dnia 15.07.br. w sprawie powierzenia mi zrecenzowania wyżej wymienionej rozprawy doktorskiej mgr inż. Agaty Baranowskiej.

Pozycja Doktorantki w środowisku naukowym, publikacje, zapisy bibliometryczne, projekty badawcze

Pani mgr inż. Agata Baranowska jest obecna w zapisach kluczowych naukowych bazach danych bibliometrycznych i repozytoryjnych. Odzwierciedla to Jej znaczną aktywność naukową w latach 2015-2021. W bazie Elsevier Scopus (ID 57016521300) zapisy są następujące: liczba indeksowanych dokumentów 33, 107 cytowań przez 107 różnych dokumentów, index Hirscha równy 7. W kilku publikacjach jest pierwszą autorką w zespole. Prace są publikowane w zespole badawczym technologii światłowodowych i fotoniki Politechniki Białostockiej. Publikacje są w czasopismach JCR o znacznym wpływie: Sensors, Scientific Reports, Ceramics International, Journal of Molecular Structure, Materials, Optical Materials i innych. W bazie ORCID Doktorantka posiada swoje Konto z zapisem również 33 opublikowanych prac (ID 0002-1261-5075). Prace są prawidłowo indeksowane poprzez doi, eid, lub issn. Zapis jest często uaktualniany i w związku z tym prawdopodobnie połączony z uczelnianą bazą danych. Jest to dość ważne ponieważ indeksy międzynarodowe uczelni i kraju są tworzone często z bazy ORCID.

Repozytorium Research Gate Doktorantki jest również uporządkowane i odpowiednio uaktualniane. Zapisy RG są następujące: przynależność do zespołu naukowego prof. Jana Dorosza, całkowity współczynnik zainteresowania badawczego 155,5, cytowania 128, rekomendacje indeksowanych prac 35, odczyty z bazy RG ok. 3500, liczba indeksowanych prac 36, liczba indeksowanych projektów 4, index RG równy 23,48, indeksy Hirscha całkowity równy 8 i bez autocytowań równy 7. Percentyl RG lepszy niż 80%. W bardzo popularnym repozytorium RG indeksowanych jest ponad 10^6 naukowców. Zapewne z różnych względów spora część z nich niezbyt dba o swoje zapisy lub zapisy są

całkiem pasywne. Mimo to 80 centyl RG (tworzony z wymienionych wskaźników RG) jest znakomitym rezultatem. Zapis Doktorantki w publicznej bazie danych organizacji SPIE zawiera pięć indeksowanych pozycji konferencyjnych. Są to prace wygłaszane na konferencjach seryjnych Światłowody i ich Zastosowania (Optical Fibers and Their Applications) 2018, 2020, Zastosowania Fotoniki (Photonics Applications) WILGA 2015, 2016, 2018, i publikowane w serii wydawniczej Proceedings of SPIE. W czterech z tych prac opublikowanych w tomach 9662, 10031, 10808, 11045, w latach 2015-2020 Doktorantka jest pierwszą autorką. Praca z tomu 11456 Optical Fibres and Their Applications 2020, pt. Biological properties of rare-earth doped bioactive glass jest bezpośrednio związana z tematyką pracy doktorskiej. Praca opublikowana w tomie SPIE 11045 Optical Fibers and Their Applications 2018 pt. manufacturing and properties og glass-ceramics doped with Eu3+ from 45S5 Bioglass jest także związana z tematyką pracy doktorskiej. Cykl tematyczny prac związanych z realizacją doktoratu obejmuje także publikacja w tomie SPIE 10808 wygłoszona na konferencji WILGA 2018 pt. Effect of biodegradation on spectroscopic properties of Sm3+ doped 45S5 bioglass. Recenzent miał okazję także uczestniczyć w tych konferencjach i na niektórych z nich wysłuchać prezentacji Doktorantki.

Jedyną uwagę, którą recenzent miałby do publicznie indeksowanego dorobku Doktorantki w wymienionych bazach bibliometrycznych jest brak choćby jednej publikacji samodzielnej. Zespół badawczy w którym dojrzewa i rozwija się naukowo Doktorantka powinien zadbać o to aby Doktorantka pokazała umiejętność samodzielnego napisania pracy i opublikowania. Dla recenzenta jest zrozumiały grupowy charakter prowadzonych prac, ale brak samodzielnej pracy nie znajduje usprawiedliwienia.

Doktorantka uczestniczyła w realizacji kilku projektów badawczych prowadzonych przez liderów znakomitej białostockiej grupy technologicznej. W ramach tych projektów powstały liczne publikacje na konferencjach naukowych i z czasopismach. W niektórych z nich Doktorantka jest współautorką powstających opracowań i publikacji. Projekty te były następujące: Optical fibers with lanthanide ions and noble metal particles; Rare earth doped germanate glasses – spectroscopy and structural properties; Ultra-broadband 1,0-2,1 um emission in multicore optical fibres doped with rare earths and Ni, Cr, Bi metals. Cele tych projektów były następujące: analiza właściwości luminescencyjnych światłowodów wykonanych z projektowanych złożonych szkieł w różny sposób domieszkowanych, opracowanie grupy modyfikowanych szkieł germanowych; modyfikatory wprowadzają dodatkowe wiązania modyfikując energie fononów; opanowanie inżynierii luminescencji w syntetyzowanych szkłach światłowodowych; rozwój technologii światłowodów wielordzeniowych domieszkowanych metalami przejściowymi i pierwiastkami ziem rzadkich; pobudzanie światłowodu wielordzeniowego przez wewnętrzny płaszcz w celu uzyskania emisji szerokopasmowej. Projekty te i realizowana w nich tematyka pokazują w ramach jakiego obszaru badawczego swoje ambicje naukowe realizowała Doktorantka w grupie badawczej.

Podsumowując, obecność dorobku Doktorantki w globalnej naukowej sieci publicznej, poprzez kluczowe bazy bibliometryczne i repozytoryjne, jest wyraźnie zaznaczona i nietrywialna. Odnosząc to do relatywnego poziomu obecności doktorantów z Polski w takich bazach danych naukowych, obecność ta, także wyrażona cytowaniami, wartościami indeksów, liczbą indeksowanych prac, jest bardzo dobra, wręcz wyróżniająca się. Oprócz tego na uwagę zasługuje autorska, aktywna obecność Doktorantki w kilku znacznych projektach badawczych, których wyniki były dość szeroko publikowane w literaturze światowej.

1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy /teza rozprawy/ i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autorkę? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?

W swojej grupie badawczej Doktorantka zdobyła unikalne doświadczenie w pracy technologicznej nad złożonymi szkłami domieszkowanymi w złożonych układach jonowych, oraz w wytwarzaniu z tych skomplikowanych układów szkieł funkcjonalnych światłowodów. To doświadczenie Doktorantka wykorzystuje do stosownego wyboru, odpowiedniego zawężenia i realizacji tematyki doktoratu. Do prowadzenia badań w ramach doktoratu wybiera dobrze znaną pod względem właściwości objętościowych grupę szkieł bioaktywnych – 45S5, S53P4, 13-93. Obszarem badawczym Doktorantki są szkła bioaktywne ale dalej przetwarzane w zaawansowany sposób, to znaczy domieszkowane jonami Samaru i przetwarzane do postaci włókien luminescencyjnych. Analizuje ten potencjalny obszar badawczy domieszkowanych włókien bioaktywnych konkludując że nie jest on dokładnie przebadany i zauważając wiele potencjalnych możliwości badawczych i aplikacyjnych. Oczywiście tą pracę wyboru tematyki wykonuje w bliskiej konsultacji z Promotorem i zespołem badawczym. Ten proces widoczny jest nie tyle w pracy doktorskiej ile bardziej w opublikowanych pracach z tematyki pracy doktorskiej.

W roku 2018 bada wpływ zjawisk biodegradacji na właściwości spektroskopowe bioszkła 45S5 domieszkowanego Sm i wyniki szerszy zespół publikuje w Proc.SPIE. W tym samym czasie bada właściwości termiczne i mechaniczne włókien ze szkła bioaktywnego przygotowywane do nanokompozytów. Wyniki także zespół publikuje w Proc.SPIE. W obu pracach Doktorantka jest pierwszym autorem. W roku 2019 publikuje z zespołem następną pracę dotyczącą technologii ulubionego szkła 45S5. Domieszkuje to bioszkło jonami Eu i przetwarza całość na szkło-ceramikę. W roku 2020, a więc już blisko opracowania dysertacji doktorskiej w dużym zespole jako pierwszy autor publikuje w Proc.SPIE pracę na temat biologicznych własności bioaktywnych szkieł domieszkowanych ziemiami rzadkimi. Wiele kluczowych elementów z tych prac zawiera następnie w dysertacji.

Dysertacja jest znacznie szersza objętościowo i merytorycznie. Obejmuje np. wiele tematów technologicznych dookoła czystego nurtu biomedycznego. Ale można byłoby to też ująć tak, że jeśli Doktorantka napisałaby choć jedną przeglądową pracę samodzielną to pracę doktorską można byłoby przedstawić jako zbiór publikacji. Zbiór ten jest na tyle wartościowy, że uzupełniony przeglądowym wstępem byłby według recenzenta również pełnowartościowym materiałem doktorskim.

Zagadnieniem naukowym rozpatrzonym w pracy jest opracowanie zaawansowanych włókien szklanych ze szkieł bioaktywnych aktywowanych optycznie. Tezę pracy Doktorantka przedstawia w następującej postaci: opracowuje włókna ze szkieł bioaktywnych aktywowanych optycznie jonem lantanowca, używa opracowane włókna jako luminescencyjne czujniki optyczne wbudowane w kompozyty biodegradowalne, pokazuje przydatność proponowanego rozwiązania do ciągłego optycznego monitorowania procesów degradacji. Teza pracy jest przedstawiona w sposób jasny i nie budzący wątpliwości merytorycznych.

Cel i zakres pracy Autorka formułuje dość obszernie dopiero w rozdziale 5. Przed sformułowaniem tezy pokazuje obszary badawcze które wzbudzają zainteresowanie dopiero ostatnio. Na tym tle rozwija tezę w odniesieniu do zakresu planowanych przez siebie badań w obszarze potencjalnych zaawansowanych aplikacji bioszkieł i aktywowanych optycznie włókien z tych szkieł. Tezę stawia na podstawie analiz literaturowych i rozważań

teoretycznych a udowadnia technologicznie i pomiarowo badając sygnały luminescencji w wykonanych układach doświadczalnych. Praca ma charakter częściowo teoretyczny ale głównie technologiczny i pomiarowy.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł / w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań / świadczący o dostatecznej wiedzy autorki. Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonywujący?

Doktorantka wybiera jednak formę monografii, bardzo obszernej i wyczerpującej monografii technologicznej pt. Opracowanie włókien domieszkowanych lantanowcami do zastosowań w kompozytach biodegradowalnych. Mimo dość wąskiego tytułu rozprawy jej zakres tematyczny jest bardzo szeroki. Praca doktorska jest raczej bardziej podobna do monografii na temat bioszkieł, metod ich wytwarzania, pomiarów i ewentualnej przydatności aplikacyjnej. Gdyby jeszcze nieco rozszerzyć pewne fragmenty byłaby to monografia habilitacyjna. Czasami tak jest z dobrymi pracami doktorskimi które wyprzedzają porządek i kolejność zdobywania tytułów naukowych. Szczególnie dotyczy to niektórych Pań Doktorantek i ich perfekcji w gromadzeniu i porządkowaniu materiału naukowego. Adekwatnie do szerokości tematyki napisanej rozprawy mamy w niej ogromny materiał literaturowy. Wsparcie pracy 234 pozycjami literatury o tematyce równomiernie rozłożonej po wszystkich jej rozdziałach to jest raczej monografia a nie wąsko tematyczna praca doktorska. W monografii jest duży wkład materiału własnego więc niejako przy okazji spełnia ona dość prosty dla Autorki, jak się okazuje, warunek przedstawienia materiału doktorskiego. Materiału znacznie nadmiarowego. Przy okazji warto wspomnieć, że prawdopodobnie ze skromności a może z zapomnienia Doktorantka, a może z zaprzeszłej tradycji naukowej, używa w odniesieniu do siebie rodzaju męskiego. Również chyba ze skromności doktorantka wymienia w tym obszernym spisie literatury tylko 3 własne pozycje. Potem uzupełnia ten wykaz w dodatkowym spisie dorobku naukowego związanego z tematyką doktoratu, gdzie wymienionych jest 6 pozycji w czasopismach oraz 5 wystąpień na konferencjach. W tym wykazie znajdują się także dwa projekty badawcze ściśle związane z tematyką pracy gdzie Doktorantka pełni rolę kierownika prac. Są to programy badawcze Preludium i własny Politechniki Białostockiej realizowane w latach 2018-2019 i kontynuowany 2019-2022. Programy te są odrębne od wymienionych poprzednio i kierowanych przez innych członków grupy badawczej.

Recenzent nie ma wątpliwości że Doktorantka dokładnie przestudiowała wszystkie z cytowanych prac, a prawdopodobnie nawet więcej, ponieważ zasadą naukową jest że czyta się jeszcze więcej niż cytuje. A jeśli tak, to można powiedzieć że Doktorantka posiada znakomity zasób wiedzy dotyczący przedmiotu doktoratu i obszarów otaczających jego zasadniczy wywód. Tematyka cytowanych publikacji dotyczy technologii szkieł, właściwości szkieł bioaktywnych, zastosowań tych szkieł, oddziaływań biologicznych, innych związanych problemów biomedycznych, w szczególności inżynierii biomedycznej, szczegółów pomiarów optycznych, w tym pomiarów luminescencji, wytwarzania włókien optycznych, i wiele innych.

Podsumowując, Doktorantka we właściwy i znacznie nadmiarowy sposób dokonała wyboru źródeł, literatury światowej, literatury własnej, opracowań z projektów badawczych. Literatura w odpowiedni sposób wspiera tok prac badawczych pokazanych w dysertacji. Wnioski z literatury wspomogły Doktorantkę w dobrym sformułowaniu tezy rozprawy i jej celów badawczych.

3. Czy autorka rozwiązała postawione zagadnienia, czy użyła właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Układ i zawartość pracy doktorskiej prowadzący do rozwiązania tezy jest następujący. Pracę rozpoczyna streszczenie i abstrakt. We wprowadzeniu dokonuje wstępnego przeglądu literatury z zakresu pokrewnej tematyki pokazując jej wagę. Przypomina definicję bioaktywności używaną w pracy jako oddziaływanie z tkanką kostną. Biomateriały i biokompozyty przedstawia w R.2. w aspektach wymagań materiałowych do zastosowań biomedycznych. Dokonuje następnie skrótowego przeglądu tych materiałów, skupiając się na bioszkłach i szkło-ceramikach oraz wytwarzaniu z nich funkcjonalnych włókien. Wybiera do pomiarów optycznych techniki luminescencyjne, stąd w R.3. przypomina rodzaje luminescencji i ich wykorzystanie czujnikowe. W R.4. dokładniej przedstawia materiały które są przedmiotem rozprawy – szkła i włókna szklane domieszkowane ziemiami rzadkimi. Rozdziały 1-4 stanowią podstawę materiałowo – pomiarową pracy. Dopiero po takim wstępie Doktoranta okazuje się gotowa do przedstawienia celu, zakresu i tezy pracy w R.5. Rozdziały 6 i 7 to jest właściwa, własna część dysertacji. W głównie metrologicznym R.6. pokazuje wybraną metodykę prowadzonych przez siebie badań, włączając w to dobór materiałów z poprzednio portretowanej grupy, wytwarzanie wybranej grupy szkieł, szerokie pomiary tych szkieł. Pomiary obejmowały: optykę, mechanikę, termikę, krystalizację, kalorymetrię skaningową, rentgenografię XRD, kinetykę różnych reakcji procesowych, wykrywalność jonów, spektroskopię Ramana i FTIR, mikroskopię elektronową, właściwości luminescencyjne, analizę degradacji. W głównie analitycznym R.7 Doktorantka przedstawia dokładnie i analizuje znaczenie otrzymanych wyników badań prowadzących do dowodu ambitnej tezy. W krótkim podsumowaniu zamykającym pracę syntetyzuje otrzymane wyniki i próbuje wartościować ich znacznie dla dalszych prac w tym kierunku.

Doktorantka rozwiązuje postawione zagadnienie badawcze w kilku etapach. Wytwarza szkła bioaktywne bez domieszki i z domieszką samarową na poziomie 0,2 i 2 % molowych w laboratorium technologicznym zespołu. Bada podstawowe właściwości fizykochemiczne i termiczne wytworzonych szkieł. Bada właściwości mechaniczne szkieł domieszkowanych obserwując pogorszenie ze wzrostem domieszki. Bada bioaktywność powierzchniową oraz degradację hydrolityczną szkieł domieszkowanych w zależności od poziomu domieszki. Ocenia wpływ zawartości Samaru na właściwości bioaktywne materiału. Analizuje kinetykę uwalniania jonów domieszki z badanych próbek szkieł. Mierzy pH płynów buforowych tworzących środowisko pracy i pomiarów. Bada zmiany strukturalne i mikrostrukturalne wytworzonych szkieł. Porównuje efekty oddziaływania środowiska zewnętrznego i dynamikę zmian dla różnych próbek domieszkowanych i niedomieszkowanych. Wykonuje pomiary luminescencji oraz absorpcji badanych próbek w widzialnym zakresie spektralnym. Wyciąga wnioski dotyczące maksymalizacji sygnału luminescencji w zależności od rodzaju badanej próbki. Obserwuje zjawisko gaszenia koncentracyjnego luminescencji przy wyższych domieszkach.

Po wykonaniu wielu serii badawczych, jak określono powyżej, nad wybraną grupą materiałów Doktorantka podejmuje pewne próby badań aplikacyjnych nad zachowaniem materiałów w postaci włókien optycznych w symulowanych warunkach biologicznych, fizjologicznych. Proponuje autorskie rozwiązanie metod badawczych i konstrukcji układów pomiarowych. Bada procesy zmian kilku różnych próbek włókien w funkcji czasu. Obserwuje różne czasy spadku natężenia luminescencji dla różnych próbek. Uzyskuje warunki pomiarowe pozwalające według Doktorantki na efektywne badania praktyczne. Badania takie dotyczą postępów procesu degradacji metodami optycznymi przy zachowaniu odpowiedniego poziomu bioaktywności. Wnioskuje, ze wytworzone elementy spełniałyby potencjalnie podwójną rolę jako czujniki zachodzących procesów zmiany materiału oraz jako elementy wzmacniające kompozyt.

Podsumowując, Doktorantka rozwiązała według recenzenta postawione zagadnienia i użyła do rozwiązania właściwej metody. Przyjęte założenia były prawidłowe i uzasadnione. Przy okazji Doktorantka przebadała dookoła wiele innych procesów zawiązanych z technologią wytwarzania szkieł, metrologią nietypowych układów szkieł itp.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autorki, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Rozprawa w szerokim zakresie prezentowanego materiały posiada oryginalny charakter. Sama tematyka dysertacji w odpowiedni sposób zawężona i precyzyjnie wybrana przez Doktorantkę do autorskiej realizacji jest bez wątpienia oryginalna. Za najważniejsze oryginalne osiągnięcia Doktorantki recenzent uznaje:

- zaproponowanie sposobu i opracowanie metod jego realizacji wykorzystania jonów samaru do badań biodegradacji bioaktywnych włókien szklanych;

- pokazanie szeregu zalet opracowanej oryginalnej metody w porównaniu do metod stosowanych tradycyjnie; chociaż o dłuższej tradycji trudno tutaj mówić ponieważ metody badawcze w tym zakresie są stosowane raczej od niedawna;

- przeprowadzenie bardzo licznych badań w obszarze poszukiwań badawczych dysertacji tak aby można było dokładnie pokazać cechy tej nowo zaproponowanej metody;

- ponadto Doktorantka w podsumowaniu pracy podaje listę 10 własnych osiągnięć badawczych które uważa za całkowicie własne, wymyślone, zaprojektowane, przeprowadzone i zanalizowane. Recenzent zgadza się z tą listą i jej tutaj nie powtarza.

Podsumowując, recenzent stwierdza, że wiele prezentowanego materiału w rozprawie posiada oryginalny, autorski charakter, przemyślany i zrealizowany przez doktorantkę. Oczywiście ta realizacji odbywała się w doskonałym zespole badawczym fotoniki Politechniki Białostockiej. Bez tego znakomitego zaplecza technologicznego i metrologicznego oraz zgromadzonej przez zespól wiedzy Doktorantka nie byłaby w stanie wykonać tak dobrej pracy. Rozprawa ma charakter akademicki, czysto badawczy. Elementy badawcze zawarte w pracy dotyczą szeregu dziedzin jak: inżynieria materiałowa, technologia szkieł, inżynieria biomedyczna, optoelektronika i fotonika, techniki optyczne, metrologia optyczna, metrologia materiałowa, itp. Można więc pracę zakwalifikować jako w sporej części interdyscyplinarną. Pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy i poziomu techniki reprezentowanych przez dokładnie analizowaną przez doktorantkę literatury światowej jest odpowiednia, aktualna i stanowi ciekawy, dobry i o wysokim poziomie wkład do osiągnięć globalnych.

5. Czy autorka wykazała umiejętność poprawnego i przekonywującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników /zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy/?

Doktorantka napisała swoją dysertację bardzo starannie. Praca jest bardzo bogata językowo, opisowo, ilustracyjnie, zawiera masę wyników wielu szczegółowych badań. Odczuwana jest pewna nadmiarowość w tych wynikach. Jednak na szczęście Doktorantka nie nazbyt odbiega w rozważaniach od głównego nurtu tematycznego dysertacji. Język pracy jest opisowy, zawierający wiele wtrąceń, przymiotników, chciałoby się powiedzieć kobiecy, nieco przegadany. Nie jest to suchy język inżynierski, opisujący tylko to co potrzeba. Za to

pracę czyta się przyjemnie, łatwo, wszystko jest prosto wyjaśnione, także dla niespecjalistów. Zachwyca liczba cytowań, z bardzo szerokiej tematyki, w szczególności biomedycznej. Widać silne zainteresowanie Autorki Inżynierią Biomedyczną.

Podsumowując, recenzent stwierdza, że Autorka wykazała umiejętność poprawnego i przekonywującego przedstawienia przez siebie uzyskanych wyników badań. Praca nie jest specjalnie zwięzła, ale wywód naukowy jest jasny i całość jest poprawnie zredagowana.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Czy za wadę rozprawy można uznać jej szeroki monograficzny charakter, przekraczający zwyczajowy raczej wąskotematyczny, przyczynkowy zakres prac doktorskich? Część z takich uwag można byłoby sformułować pod adresem opiekunów naukowych Doktorantki lub zespołu badawczego w którym działa i stylu działania tego zespołu. W niektórych przypadkach przetrzymuje się nieco zbyt długo publikację doktoratu mimo jego dojrzałości. W tym przypadku mamy do czynienia z blisko 250 stronicowym dziełem z bardzo obfitym materiałem naukowym. Polityka zespołu naukowego powinna według Recenzenta uwzględniać być może także twardy test na samodzielną publikowalność młodej uczonej.

8. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Rozprawa doktorska ma charakter badawczy na poziomie laboratoryjnym, akademickim. Przekroczenie następnych poziomów dojrzałości technicznej wymaga innych metod badawczych, innej skali działań i innego czasu. Wyniki uzyskane przez Doktorantkę, a także niektóre publikacje w tym obszarze wskazują na potencjalne możliwości aplikacyjne w obszarze inżynierii biomedycznej.

8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

a/ nie spełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy
b/ wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania
c/ spełniająca wymagania
d/ spełniająca wymagania z nadmiarem
e/ **wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie**

Wnioskuję o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów procesu doktoryzowania w dyscyplinie Inżynieria Biomedyczna. W przypadku pozytywnego przebiegu obrony, a w tym prezentacji i otwartej dyskusji jestem z przyjemnością gotów wnioskować o przyznanie Doktorantce wyróżnienia. Recenzent stwierdza, że Doktorantka spełnia formalne wymogi do ewentualnego przyznania wyróżnienia sformułowane w dokumencie „Zasady przeprowadzania postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w Politechnice Białostockiej" – część dotycząca wyróżnień. W szczególności prace Doktorantki są oryginalne i dobrze opublikowane oraz budzą zainteresowanie międzynarodowego środowiska naukowego.