

prof. dr hab. Ryszard Naskręcki
Laboratorium Fizyki Widzenia i Optometrii
Wydział Fizyki
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Marceliny Sobczak
p.t. „Badanie właściwości dwójłomnych rogówki ludzkiego oka”**

Przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Marceliny Sobczak p.t. *Badanie właściwości dwójłomnych rogówki ludzkiego oka* została przygotowana pod kierunkiem dr hab. inż. Magdaleny Asejczyk, prof. uczelni, w Zespole Optyki Widzenia Wydziału Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej.

Liczącą 131 stron i napisaną w języku polskim rozprawę podzielono na 6 części, które uzupełniono bibliografią. Szkoda, że w rozprawie nie zamieszczono streszczeń w języku polskim i w języku angielskim (abstract), które stanowią ważny element każdej publikacji naukowej.

Z wykazu zamieszczonego w recenzowanej rozprawie wynika, że mgr Sobczak jest współautorką sześciu artykułów naukowych opublikowanych w bardzo dobrych i dobrych czasopismach o obiegu międzynarodowym oraz jednego zgłoszenia patentowego. W większości tych publikacji mgr Sobczak jest pierwszą współautorką. Ponadto w zestawieniu tym wykazano 10 prezentacji konferencyjnych, krajowych i zagranicznych. To znacznie więcej niż standardowy dorobek publikacyjny na tym etapie naukowego rozwoju.

Zawartość ocenianej rozprawy odpowiada w pełni jej tytułowi, a kolejność rozdziałów i podrozdziałów jest właściwa zarówno w odniesieniu do prezentowanych treści jak i uzyskanych i przedstawionych w niej wyników. Spis treści, chociaż nieco rozdrobniony, dobrze oddaje zawartość tej pracy i ułatwia poruszanie się po obszernym materiale.

W Rozdziale 1. Wprowadzenie Autorka krótko przedstawia zagadnienia związane z dwójłomnością rogówki, stawia trzy tezy badawcze oraz formułuje cele tej pracy. Tezy oraz cele pracy są klarowne, dobrze wyważone oraz adekwatne do obecnej wiedzy w tym obszarze. Istotne znaczenie ma cel sformułowany następująco: „Ostatnim założonym celem pracy było sprawdzenie możliwych zastosowań anizotropii rogówki w praktyce okulistycznej,

ortoptycznej czy optometrycznej”. To sytuuje przedstawione w rozprawie badania w grupie badań podstawowych zorientowanych aplikacyjnie. Autorka jest świadoma znaczenia swoich badań, nie tylko ze względu na wyzwania eksperymentalne, ale także ze względu na potencjalne możliwości wykorzystania tej wiedzy oraz zaproponowanych metod badawczych w praktyce okulistyczno-optometrycznej.

Praca jest bardzo dobrze zredagowana i wyedytowana, a zamieszczone w pracy liczne rysunki, wykresy i fotografie są przemyślane i w sposób istotny ułatwiają jej czytanie i zrozumienie prezentowanych treści i wyników. Pracę napisano dobrym językiem z użyciem właściwej dla tego obszaru badań terminologii. Nieliczne drobne uchybienia językowe lub edytorskie w żaden sposób nie wpływają na duży komfort jej czytania. Może wartym wytknięcia przez recenzenta „uchybieciem” jest nagminne stosowanie przez Autorkę określeń w formie osobowej – zmierzyłam, testowałam, wykonałam, zamiast zmierzono, testowano, wykonano. Praca ma bogatą bibliografię – 138 pozycji, z czego zdecydowana większość cytowanych pozycji literaturowych stanowią aktualne artykuły naukowe opublikowane w uznanych czasopismach naukowych o międzynarodowym obiegu. Sensowność wyboru i sposób cytowania tych prac nie budzą żadnych wątpliwości. Pracę uzupełniono zestawieniem używanych oznaczeń i symboli co istotnie ułatwia jej czytanie.

Bezwzględnie nowatorski charakter swoich badań Autorka określa następująco „W swojej rozprawie przedstawiłam nową, efektywną metodę polarymetryczną do pomiaru dwójłomności rogówki, przy użyciu polarymetru podwójnej drogi typu Muellera”. I dalej: „W swojej rozprawie przedstawiłam nową, efektywną metodę polarymetryczną do pomiaru dwójłomności rogówki, przy użyciu polarymetru podwójnej drogi typu Muellera”. To pokazuje, że mgr Sobczak jest świadoma wartości oraz nowości przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników, czego dowodem jest także opublikowanie części tych wyników w bardzo dobrych czasopismach.

W Rozdziale 2. Propagacja fal elektromagnetycznych w ośrodkach anizotropowych opisano zachowanie się fali świetlnej w ośrodku izotropowym oraz w ośrodku anizotropowym oraz pojęcie dwójłomności. Pomimo, że duża część wiedzy przedstawionej w tym rozdziale to w zasadzie „wiadomości książkowe”, to jednak ze względu na kontekst wykorzystania tej wiedzy w tej pracy przedstawienie takie jest uzasadnione i przydatne, szczególnie w odniesieniu do optycznych właściwości rogówki.

W rozdziale 3. Struktura rogówki przedstawiono szereg cennych informacji związanych z rogówką, jej budową (strukturą) i właściwościami. Ważne dla dalszej części rozprawy jest przedstawienie wybranych modeli strukturalnych oraz optycznych modeli anizotropii rogówki. To wiedza wcale nie jest oczywista i powszechna i jej zebranie w jednym miejscu ma także wartość poznawczą i dydaktyczną.

Na tej podstawie Autorka omówiła metody pomiaru dwójłomności rogówki (Rozdział 3.4) oraz związane z nimi metody badawcze. Cenne jest syntetyczne zestawienie tych metod na stronie 35.

W dalszej części pracy (Rozdział 4. Metody badawcze) mgr Sobczak koncentruje się na działaniu polarymetru typu Muellera, który stanowi podstawę jej metody badawczej. W metodzie pomiarowej wyróżniono trzy przypadki: 1) Pomiar parametrów ośrodków dwójłomnych, 2) Pomiar oczu ludzkich dla naturalnej wielkości źrenicy oraz 3) Pomiar oczu ludzkich dla różnych wielkości źrenicy.

Opis wykorzystywanych układów pomiarowych oraz ich adaptacje są rzetelne i przekonujące, a Autorka jest świadoma roli różnych zjawisk i procesów, które wpływają na końcowe wyniki pomiarów.

Warto podkreślić, że prezentowane przez Autorkę opisy są merytorycznie poprawne, dobrze uzasadnione i mają bardzo dobre odniesienie do aktualnej literatury z tego obszaru badań. Duże znaczenie w opisanych badaniach mają metody analizy wyników, szczególnie rejestrowanych obrazów. Autorka temu procesowi poświęciła sporo miejsca mając świadomość, że wartość uzyskanych wyników zależy w dużym stopniu od wartościowej ich analizy. Analiza danych w postaci obrazów jest szczególnie nieintuicyjna i niełatwa.

Ważną część rozprawy stanowią wyniki opisane w Rozdziale 4.5. Modelowanie dwójłomności rogówki. Autorka przedstawiła założenia swojego modelu oraz opisała jego konstrukcję. Problem nie jest trywialny z wielu względów, chociażby ze względu na wcale nietrywialny rozkład współczynnika załamania światła w ośrodku dwuosiowym.

Wyniki pomiarów przedstawiono w liczącym prawie 40 stron Rozdziale 5, a dyskusja tych wyników została dobrze osadzona na analizie statystycznej.

Szczególne wartości posiadają wyniki pomiarów na ludzkich rogówkach *in vivo*. Obliczenie wartości dwójłomności nie jest wcale trywialne, a kształt rozkładów dwójłomności jest charakterystyczny dla każdego oka. Ciekawym poznawczo zagadnieniem było zbadanie zależności wybranych parametrów od wielkości źrenicy jak i grupy wiekowej.

Autorka jest świadoma dużej złożoności swoich pomiarów jak i wagi uzyskanych wyników oraz ich analizy. Przedstawienie tych wyników jest w wielu miejscach ostrożne czy warunkowe. Dowodem są takie sformułowania jak: „Wyniki otrzymane podczas przeprowadzonego eksperymentu, w którym badałam zależność kształtu figur konoskopowych od średnicy źrenicy, są niejednoznaczne”, „Wyniki symulacji numerycznych nie do końca są satysfakcjonujące, czy „Być może w modelu należy uwzględnić inne czynniki, na przykład takie jak: kształt tęczówki, charakter interakcji światła z tęczówką (odbicie czy rozpraszanie?), inne położenie wtórnego źródła światła (wewnątrz oka?)”. Przykłady te nie świadczą o słabości tej pracy, ale wręcz przeciwnie – wskazują przede wszystkim na dużą złożoność eksperymentalną podjętego tematu oraz na nieprzeciętne trudności w zakresie interpretacji otrzymanych wyników.

Pracę kończy 11 stronicowy Rozdział 6. Podsumowanie, w którym Autorka zebrała i podsumowała najważniejsze osiągnięcia przedstawione w tej pracy. Autorka dobrze odnosi uzyskane wyniki do wcześniejszych prac innych autorów. Potrafi także krytycznie ocenić występujące różnice i niezgodności. Wartościowym jest pokazanie w tej części pracy możliwości wykorzystania tego typu badań w praktyce okulistyczno-optometrycznej. Wskazano na możliwe zastosowania pomiarów dwójłomności rogówki, na przykład do nieinwazyjnych pomiaru ruchów skrętnych oka. To bardzo ciekawy wątek badawczy tej pracy. Autorka pisze: „Przyszłe metody transplantacyjne powinny uwzględnić zatem znaczenie zachowania integralności struktury rozłożenia lameli w rogówce, a także rząd ostatniej obserwowanej izochromy w rogówce”. To także możliwy i ważny obszar wykorzystania tych badań, szczególnie w kontekście szybko rozwijających się nowoczesnych technik przeszczepu rogówki. Cieszy także, że mgr Sobczak widzi możliwości kontynuacji i poszerzenia przeprowadzonych badań. Efektywne badania struktury rogówki posiadają duży potencjał, a kolejny duży i ważny krok został uczyniony poprzez badania podjęte w ramach tej pracy. W tej części pracy daje się także zauważyć badawczą ostrożność Autorki: „W zakresie globalnego mapowania struktury rogówki, układ polaryskopu podwójnej drogi typu Muellera wydaje się być rokuszącą metodą bezinwazyjną”. W mojej ocenie ostrożność ta wynika także z głębokiego rozumienia nie tylko zastosowanych metod eksperymentalnych oraz metod analizy wyników, ale przede wszystkim ze zrozumienia dużej złożoności struktur i procesów w ludzkim oku.

Reasumując – bardzo wysoko oceniam osiągnięcie naukowe w postaci badań właściwości dwójłomnych rogówki ludzkiego oka. Wysoko oceniam uzyskane wyniki oraz metody, które pozwoliły je uzyskać. Potencjalne możliwości wykorzystania właściwości dwójłomnych rogówki wydają się bardzo duże, a potrzeby w zakresie nieinwazyjnych metod badania oka są nadal ogromne.

Przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Marceliny Sobczak p.t. „Badanie właściwości dwójłomnych rogówki ludzkiego oka” spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskimi zgodnie z Ustawą o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki z dnia 14 marca 2003 r oraz Ustawą Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 r. zatem wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr inż. Marceliny Sobczak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie, biorąc pod uwagę bardzo wysoki poziom naukowy recenzowanej rozprawy, ważność podjętego tematu oraz bardzo dobry dorobek naukowy Autorki oraz jej aktywność konferencyjną, wnioskuję o wyróżnienie tej rozprawy doktorskiej. Lektura tej pracy pokazała jednoznacznie, że Autorka jest badaczką zdeterminowaną, która pewnie porusza się po tym niezwykle interdyscyplinarnym obszarze badań. Nie bez znaczenia jest fakt, że praca powstała w silnej naukowo grupie badawczej. Mgr Sobczak z bardzo dobrym skutkiem podjęła się tego niełatwego wyzwania badawczego, efektywnie zaadaptowała różne idee i pomysły i skutecznie poradziła sobie z licznymi i niełatwymi problemami eksperymentalnymi oraz naprawdę niełatwą analizą wyników. W sposób krytyczny przeanalizowała wyniki swoich badań oraz odniosła je do prac innych autorów. Praca zawiera ogromną ilość wyników, których analiza wymagała nie tylko szerokiej wiedzy i badawczej intuicji, ale także nowoczesnych metod i narzędzi. I ta część pracy Autorki zasługuje na duże uznanie. Wyniki badań zawarte w tej pracy mają także duże znaczenie aplikacyjne.



Poznań, 5 września 2021 r.