**dr hab. inż. Przemysław Struk, prof. PŚ**
Katedra Optoelektroniki
Wydział Elektryczny
Politechnika Śląska
ul. Krzywoustego 2
44-100 Gliwice, |
tel.: +48 32 237 18 51
e-mail: Przemyslaw.Struk@polsl.pl

Gliwice, 31.08.2022

**Prof. dr hab. inż. Piotr Jasiński**
**Przewodniczący Rady**
**Dyscypliny Naukowej**
**Automatyka, Elektronika**
**i Elektrotechnika**
**Politechniki Gdańskiej**

W odpowiedzi na pismo z dnia 14.06.2022 dotyczące powołania mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Marcina Marzejona pt. *„Two-photon perimetry utilizing picoseconds lasers" - „Perymetria dwufotonowa z wykorzystaniem laserów pikosekundowych"* (uchwała Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Politechniki Gdańskiej nr 145/X/2021/AEiE z dnia 07.06.2022) w załączeniu przesyłam wykonaną recenzję.

Z wyrazami szacunku
Przemysław Struk

**dr hab. inż. Przemysław Struk, prof. PŚ**
Katedra Optoelektroniki
Wydział Elektryczny
Politechnika Śląska
ul. Krzywoustego 2
44-100 Gliwice, |
tel.: +48 32 237 18 51
e-mail: Przemyslaw.Struk@polsl.pl

Gliwice 31.08.2022

# R E C E N Z J A

## rozprawy doktorskiej mgr inż. Marcina Marzejona
## pt.: *„Two-photon perimetry utilizing picoseconds lasers" -*
## *„Perymetria dwufotonowa z wykorzystaniem laserów pikosekundowych"*

**1. Jaki jest problem naukowy (teza) rozprawy i czy został on trafnie i jasno sformułowany ?**

Rozprawa doktorska mgr inż. Marcina Marzejona dotyczy perymetrii dwufotonowej z wykorzystaniem laserów pikosekundowych. Autor rozprawy doktorskiej stawia następującą tezę, brzmiącą w oryginale (j. angielski):

- „Picosecond pulse lasers enable the study of the two-photon vision phenomenon".

W celu udowodnienia stawianej tezy w rozprawie doktorskiej Autor przedstawił następujące cele i zagadnienia:

- Nowe urządzenia do diagnostyki oka mogą zostać opracowane dzięki doborowi optymalnych parametrów ciągu pikosekundowych impulsów laserowych przy zachowaniu granic bezpieczeństwa.
- Czy mikroperymetrię dwufotonową można z powodzeniem zastosować do badania oka w obecności zmętnień w ośrodku oka?
- Czułość spektralna w zakresie od 900 nm do 1100 nm dla widzenia dwufotonowego nie jest dostatecznie znana i wymaga dalszych badań.

Teza rozprawy została sformułowana jasno, cele i zagadnienia, które mają pozwolić na jej udowodnienie zostały postawione trafnie.

**2. Czy autor rozwiązał postawiony problem i czy użył do tego właściwych metod dowodząc, że posiadł umiejętności związane z metodyką i metodologią prowadzenia badań naukowych?**

W rozprawie doktorskiej Autor przeprowadził badania teoretyczne jak również eksperymentalne dotyczące widzenia dwufotonowego oraz możliwości jego zastosowania w perymetrii z użyciem laserów pikosekundowych. W pierwszej części rozprawy doktorskiej Autor przeprowadził analizę teoretyczną widzenia jednofotonowego i dwufotonowego oraz analizę dopuszczalnych mocy promieniowania laserowego podczas ekspozycji oka na światło laserowe w oparciu o aktualnie obowiązujące normy międzynarodowe. W rozprawie doktorskiej Autor wykonał

specjalistyczne stanowiska pomiarowe na których zostały przeprowadzone badania eksperymentalne w tym badania widzenia jednofotonowego i dwufotonowego na ludziach.

Biorąc pod uwagę zakres pracy przedstawiony w rozprawie stwierdzam, że doktorant użył właściwych metod oraz posiadł umiejętności związane z metodologią i metodyką prowadzania badań naukowych w tym przeprowadzania badań na ludziach osiągając postawiony w rozprawie cel pracy.

**3. Czy tematyka rozprawy jest aktualna lub dostatecznie ważna?**

Wzrok jest jednym z najważniejszych zmysłów człowieka pozwalający na bezpośrednie badanie i obserwację otoczenia. Wszelkie choroby narządu wzroku są szczególnie uciążliwe w codziennym funkcjonowaniu człowieka. Z tego punktu widzenia badania w zakresie nowych metod diagnostyki narządu wzroku oraz detekcji zmian chorobowych są szczególnie istotne. Badania podjęte w ramach rozprawy doktorskiej dotyczą nowatorskiej metody diagnostycznej - perymetrii dwufotonowej z wykorzystaniem laserów pikosekundowych. Przeprowadzone badania wykazały, że metoda ta pozwala na przeprowadzenie badań diagnostycznych dla oka zdrowego, w którym nie zaobserwowano żadnych zmian chorobowych, jak również w przypadku występujących zmian chorobowych między innymi katarakty. W ramach rozprawy doktorskiej została również podjęta próba zastosowania laserów strojonych do badania widzenia dwufotonowego. Otrzymane rezultaty badań zostały opublikowane w kilku międzynarodowych czasopismach o uznanej renomie naukowej. Z tego punktu widzenia należy stwierdzić, że tematyka rozprawy doktorskiej jest aktualna i istotna z punktu widzenia rozwoju nauki oraz metod diagnostycznych narządu wzroku.

**4. Na czym polega oryginalny dorobek autora i jakie jest jego znaczenie poznawcze lub przydatność praktyczna dla nauki bądź techniki?**

Oryginalny dorobek Autora polegał na opracowaniu oprogramowania dla stanowiska badawczego - perymetrii dwufotonowej wykorzystującego różne strategie wyszukiwania progów widzenia i umożliwiającego kontrolę położenia oka pacjenta podczas pomiaru. Przeprowadzeniu badań zmian czułości na widzenie dwufotonowe w zależności od parametrów ciągu impulsów laserowych takich jak: czas trwania i częstotliwość impulsu oraz długość fali. Przeprowadzeniu badań czułości ludzkiego oka na widzenie jedno i dwufotonowe przy oświetleniu przez laser strojony emitujący światło w zakresie bliskiej podczerwieni ~1000-1100 nm. Wyznaczeniu czułości spektralnej na widzenie dwufotonowe w zakresie długości fali 872-1076 nm przy użyciu femtosekundowego lasera światłowodowego domieszkowanego Erbem. W ramach rozprawy Autor wykazał, że lasery pikosekundowe mogą być wykorzystywane do badań widzenia dwufotonowego oraz perymetrii dwufotonowej.

**5. Czy rozprawa świadczy o dostatecznej wiedzy autora, wiedzy na zaawansowanym poziomie, i charakterze podstawowym dla dziedziny nauk technicznych oraz o charakterze szczegółowym, odpowiadającej obszarowi prowadzonych badań naukowych?**

Rozprawa doktorska mgr inż. Marcina Marzejona jest napisana w języku angielskim i składa się z ośmiu rozdziałów jak również pięciu uzupełnień.

W rozdziale pierwszym została przedstawiona hipoteza i zagadnienia jakie zostały postawione w rozprawie doktorskiej. W rozdziale drugim Autor przedstawia w sposób szczegółowy anatomię narządu wzroku oraz fizjologię widzenia, ze szczególnym uwzględnieniem spektralnego zakresu czułości ludzkiego oka. W rozdziale trzecim zostały przedstawione optyczne systemy do diagnozowania narządu wzroku takie jak: skaningowa konfokalna oftalmoskopia laserowa, perymetria oraz mikroperymetria. Rozdział czwarty został poświęcony na przedstawienie rysu historycznego

widzenia dwufotonowego. Podstawy fizyczne widzenia dwufotonowego zostały przedstawione w rozdziale piątym. Rozdział szósty dotyczy omówienia norm bezpieczeństwa w zakresie ekspozycji oka ludzkiego na promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu widzialnego i bliskiej podczerwieni. Przedstawione analizy bezpiecznej ekspozycji oka na światło zostały następnie wykorzystane w kolejnych rozdziałach pracy podczas badań eksperymentalnych. Rozdział siódmy przedstawia zaprojektowane i wykonane stanowiska pomiarowe do perymetrii dwufotonowej oraz badania czułości oka na widzenie dwufotonowe (dokładne dane dotyczące budowy wykorzystywanych stanowisk zostały zawarte w dodatku A1). W rozdziale tym Autor przestawił również badania właściwości w tym właściwości spektralnych zastosowanych w stanowiskach pomiarowych źródeł światła takich jak: laser femtosekundowy, laser pikosekundowy oraz laser strojony. Ponadto zostały omówione metody określenia progu detekcji bodźca świetlnego w widzeniu jednofotonowym jak również dwufotonowym, które zostały następnie zastosowane w badania eksperymentalnych.
Podsumowaniem rozprawy doktorskiej jest rozdział ósmy, w którym Autor przedstawił rezultaty swoich badań eksperymentalnych. W rozdziale tym zostały przedstawione analizy mające na celu optymalizację źródeł światła dla zastosowania w perymetrii dwufotonowej między innymi takie jak typ lasera, czas trwania i częstotliwość impulsów, moc oraz długość emitowanej fali. W rozdziale tym zostały przedstawione badania map czułości oka ludzkiego na widzenie dwufotonowe przy zastosowaniu laserów femtosekundowych oraz pikosekundowych. Zostały również przedstawione wyniki badań w zakresie widzenia dwufotonowego fotopowego oraz skotopowego, w tym u ludzi z chorobami narządu wzroku – kataraktą. Badania te zostały przeprowadzone zarówno na pacjentach u których występowały zmętnienia w soczewce wewnątrzgałkowej, jak również na pacjentach po operacji przeszczepu soczewki. Zakończeniem badań była próba sprawdzenia możliwości widzenia dwufotonowego przy zastosowaniu lasera strojonego.

Podsumowując należy stwierdzić, że Autor rozprawy doktorskiej wykazał się zaawansowaną wiedzą w zakresie prowadzenia badań naukowych. W ramach rozprawy doktorskiej Autor przeprowadził analizę teoretyczną czułości oka na widzenie jedno i dwufotonowe, zaproponował metodę wyznaczania progu czułości oka na widzenie dwufotonowe, zaprojektował stanowiska badawcze wraz z oprogramowaniem. Przeprowadził badania eksperymentalne w tym badania na ludziach co jest szczególnie warte podkreślenia oraz przeprowadził szczegółową analizę otrzymanych rezultatów badań.

**6. Czy rozprawa obejmuje najnowsze osiągnięcia nauki i świadczy o znajomości współczesnej literatury z dyscypliny naukowej, której dotyczy?**

W rozprawie doktorskiej Autor podejmuje badania w zakresie perymetrii dwufotonowej z zastosowaniem laserów pikosekundowych, femtosekundowych oraz laserów strojonych. Tematyka perymetrii dwufotonowej jak również widzenia dwufotonowego i ich zastosowanie w diagnostyce zmian chorobowych narządu wzroku jest tematyką nową wykorzystującą najnowsze zdobycz nauki. Przegląd literatury zawarty w rozprawie doktorskiej świadczy do dobrym rozeznaniu Autora w tematyce rozprawy i obejmuje 159 pozycji, większość pozycji literaturowych (80) jest nie starsza niż 10 lat z czego istotna część została opublikowana w okresie kilku ostatnich lat.

**7. Jakie są wady i słabe strony rozprawy.**

Rozprawa doktorska jest napisana przejrzyście, jej struktura jest prawidłowa i logiczna. Rozprawa jest również starannie przygotowana pod względem edycyjnym. Niemniej jednak w rozprawie są drobne błędy edytorskie, które nie wpływają na ocenę merytoryczną pracy:
- brak wyjaśnienia skrótu MPE na stronie 22,

- w rozprawie doktorskiej Autor umieścił schematy stanowisk pomiarowych, natomiast brak jest zdjęć przedstawiających zaprojektowane i wykonane stanowiska badawcze,
- autor podczas edycji tekstu powinien zwrócić większą uwagę na wyartykułowanie ważnych informacji, istotnych wniosków lub podsumowań w sposób bardziej wyraźny tak, aby nie zlewały się z tekstem danego podpunktu. Na przykład na stronie 128 „Considering the sensitivity …" powinno być co najmniej przeniesione do nowej linii.

**8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:**

~~a) nie spełniająca wymagań,~~
~~b) wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania,~~
~~c) zadowalająco spełnia wymagania,~~
**d) wyraźnie wykracza poza poziom przeciętny (spełniająca wymagania z nadmiarem),**
~~e) wybitna.~~

Przedstawiony zakres pracy w rozprawie doktorskiej ma charakter interdyscyplinarny oraz prezentuje wysoki poziom merytoryczny. W rozprawie doktorskiej zaprezentowano rozważania teoretyczne, zaprojektowano, wykonano stanowiska badawcze wraz z oprogramowaniem oraz przeprowadzono badania eksperymentalne widzenia jednofotonowego i dwufotonowego przy zastosowaniu kilku źródeł światła laserowego. Należy podkreślić, że badania eksperymentalne zawarte w rozprawie doktorskiej zostały przeprowadzone na ludziach, którzy nie posiadali wad i chorób oczu jak również na pacjentach, który cierpieli na zmętnienie w ośrodku oka (kataraktę) zarówno przed i po zabiegu chirurgicznym - przeszczepie soczewki wewnątrzgałkowej.
Otrzymane rezultaty badań zostały opublikowane w międzynarodowych czasopismach naukowych z listy JCR. Przeprowadzone analizy oraz badania eksperymentalne pozwoliły na osiągnięcie stawianych w rozprawie doktorskiej celów oraz udowodnienie stawianej w rozprawie tezy.

Biorąc powyższe argumenty kwalifikuję przedstawioną rozprawę doktorską do kategorii: „wyraźnie wykracza poza poziom przeciętny (spełniająca wymagania z nadmiarem)" oraz wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Marcina Marzejona do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

**Wniosek o wyróżnienie rozprawy.**

Mając na uwadze przeprowadzony zakres badań oraz znaczący i udokumentowany dorobek naukowy w postaci publikacji w międzynarodowych czasopismach naukowych o ugruntowanej renomie z listy JCR oraz zasady wyróżniania rozpraw doktorskich przyjętych przez Radę Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika na Politechnice Gdańskiej wnoszę o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Marcina Marzejona.

Przemysław Struk

# Ankieta dla celów statystyczno-analitycznych

**Recenzent: dr hab. Przemysław Struk, prof. PŚ**
**Autor rozprawy: mgr inż. Marcin Marzejon**
**Tytuł rozprawy: "Two-photon perimetry utilizing picosecond lasers" - "Perymetria dwufotonowa z wykorzystaniem laserów pikosekundowych"**
**Promotorzy:**

1. **dr hab. inż. Jerzy Pluciński, profesor uczelni (promotor)**
2. **dr inż. Katarzyna Komar (promotor pomocniczy)**

| | tak | nie | 1/ |
|---|---|---|---|
| 1. Czy teza rozprawy jest dobrze sformułowana? | X | | |
| 2. Czy tematyka rozprawy jest aktualna lub dostatecznie ważna? | X | | |
| 3. Czy wyniki są nowe na tle stanu dyscypliny, której rozprawa dotyczy? | X | | |
| 4. Czy rozprawa świadczy o tym, że autor posiadł: | | | |
| a) wiedzę na zaawansowanym poziomie? | X | | |
| b) umiejętności związane z metodyką i metodologią prowadzenia badań naukowych? | X | | |
| 5. Jaki charakter ma rozprawa[2/] | | | |
| teoretyczny: | X | | |
| doświadczalny: | X | | |
| konstrukcyjny: | X | | |
| technologiczny: | | | |
| 6. Czy wyniki analityczne były weryfikowane? | X | | |
| 7. Czy wyniki pracy nadają się do bezpośredniego zastosowania w praktyce? | X | | |
| 8. Czy rozprawa zawiera błędy merytoryczne? | | X | |
| 9. Czy rozprawa jest poprawna pod względem językowym i redakcyjnym? | X | | |
| 10. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę: | | | |
| a) niespełniająca wymagań, | | | |
| b) wymagająca wprowadzenia poprawek, | | | |
| c) zadowalająco spełniająca wymagania, | | | |
| d) wyraźnie wykraczająca ponad poziom przeciętny, | X | | |
| e) wybitna. | | | |

31.08.2022 ..... *data*

..... *podpis*

1/ częściowo
2/ w przypadku charakteru mieszanego zaznaczyć jednocześnie kilka pozycji