



KATEDRA
BIOFIZYKI

Lublin, 4 września 2023 r.

Prof. dr hab. Wiesław I. Gruszecki
Katedra Biofizyki, Instytut Fizyki
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
w Lublinie

**Ocena rozprawy doktorskiej mgr inż. Agnieszki Zielińskiej
pt. „Metoda pobudzania oka ludzkiego w eksperymentach psychofizycznych
z widzeniem dwufotonowym”**

Zmysł wzroku jest w znacznej mierze źródłem informacji o otaczającym nas świecie, wobec czego nie budzi zdziwienia fakt wysokiej aktywności naukowej, zarówno w perspektywie historycznej jak i obecnie, ukierunkowanej na pełne poznanie mechanizmów funkcjonujących w aparacie widzenia na różnych poziomach jego organizacji: począwszy od całego organu aż do poziomu molekularnego. Jednym z „niespodziewanych” kierunków badań ostatnich lat, a takie wydają się być w nauce najbardziej ekscytujące, jest tzw. widzenie dwufotonowe, czyli mówiąc językiem potocznym zdolność rejestracji bodźców wzrokowych z widmowego obszaru podczerwieni, czyli poza widmami absorpcji światła znanych i dobrze scharakteryzowanych fotoreceptorów siatkówki oka ludzkiego. Tym właśnie wyzwaniom poznawczym poświęcona została praca doktorska pani mgr inż. Agnieszki Zielińskiej. Osobiście, uważam ten kierunek badań nie tylko jako interesujący, ale

również bardzo ważny z perspektywy konstrukcji medycznej aparatury diagnostycznej. Wpływa to, w mojej opinii, istotnie na wartość całego projektu doktorskiego.

Praca doktorska pani mgr inż. Agnieszki Zielińskiej wykonana została w Katedrze Biofotoniki i Inżynierii Optycznej, na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, pod kolektywnym kierunkiem prof. Macieja Szkulmowskiego oraz dr inż. Katarzyny Komar sprawującej funkcję promotora pomocniczego. Rozprawa zredagowana została w języku polskim, na 186 str. standardowego maszynopisu, w oparciu o prosty i logiczny układ. Po „Wstępie”, wprowadzającym czytelnika w tematykę rozprawy oraz zestawieniu stosowanych skrótów i oznaczeń, bardzo przydatnym w dalszej jej lekturze, Doktorantka zamieściła dwa rozdziały dedykowane prezentacji aktualnej wiedzy dotyczącej odpowiednio widzenia jednofotonowego oraz dwufotonowego. W mojej opinii, rozdziały te opracowane zostały w sposób bardzo szczegółowy a zarazem przystępny, co czyni je godnymi rekomendacji osobom poszukującym aktualnego oraz wieloaspektowego wprowadzenia w tę tematykę. Trzeci rozdział, zatytułowany „Metodyka” jest miejscem prezentacji parametrów układów pomiarowych oraz szczegółowych procedur badań psychofizycznych prowadzonych w ramach pracy doktorskiej. Bardzo doceniam precyzję oraz szczegółowość tych opisów, bez sięgania do których nie byłoby możliwe zrozumienie idei oraz realizacji eksperymentów prowadzonych przez Kandydatkę. W tym miejscu swojej oceny rozprawy doktorskiej chciałbym również wyrazić swoje uznanie dla całego zespołu zaangażowanego w przeprowadzone w ramach projektu doktorskiego badania. Podziw budzi nie tylko pomysłowość poszczególnych badań, które nie ograniczały się do prostych rejestracji sygnałów, ale również konstrukcja prototypowych elementów aparatury, wymagająca nie tylko wiedzy i doświadczenia, ale również trudno definiowalnej intuicji, która określana być może mianem „sztuki”. Zasadniczą częścią rozprawy jest rozdział czwarty zatytułowany „Wyniki”. W ramach tego rozdziału przedstawione zostały opisy przeprowadzonych badań, zestawione uzyskane rezultaty, przeprowadzona dyskusja uzyskanych wyników w świetle aktualnej wiedzy, prowadząca do formułowania

wniosków. Rozdział ten zredagowany został w oparciu o podstrukturę odzwierciedlającą poszczególne zadania badawcze projektu doktorskiego. Były to:

1. Badania reakcji źrenicy na bodziec świetlny z obszaru widmowego podczerwieni, w oparciu o mechanizm absorpcji dwufotonowej;
2. Badania wpływu rozmiaru i zbieżności wiązki pobudzającej na percepcję progów widzenia;
3. Badania zależności (krzywych) adaptacji do ciemności;
4. Badania charakterystyki spektralnej czułości widzenia dwufotonowego.

Wszystkie główne wyniki pracy doktorskiej zestawione zostały w ramach krótkiego rozdziału piątego pt. „Podsumowanie”. W pełni podzielam zdanie Doktorantki co do wskazania najważniejszych rezultatów rozprawy. W mojej opinii, uzyskane rezultaty nie tylko uwiarygadniają interpretację, że wrażenia wzrokowe towarzyszące percepcji promieniowania z obszaru podczerwieni opierają się na zjawisku fizycznym jakim jest absorpcja dwufotonowa, ale przynoszą cały szereg informacji dotyczących mechanizmów widzenia dwufotonowego przez narząd wzroku człowieka. Bardzo istotnym efektem uzyskanych wyników jest cały szereg wskazań w obszarze konstrukcji aparatury do badania wzroku opierającej się na źródłach światła z obszaru IR oraz otwieranie nowych kierunków badań naukowych w obszarze widzenia dwufotonowego. Rozprawę zamykają liczne dodatki, dostarczające wielu cennych informacji, oraz zestawienie 173 pozycji cytowanego piśmiennictwa w ramach rozdziału zatytułowanego „Literatura”.

Rozprawa doktorska pani mgr inż. Agnieszki Zielińskiej jest, w mojej opinii, opracowaniem nie tylko wartościowym z naukowego punktu widzenia, ale również opracowaniem charakteryzującym się wysoką wartością strony graficznej oraz jakością strony językowej. Mógłbym zaproponować Autorce dosłownie kilka drobnych korekt. Oto ich krótka lista:

1. Str. 46., 17. wiersz od dołu: myślę, że w wyrażeniu „siedmiu 7 alfa-helis” można pominąć cyfrę 7;
2. Str. 57., akapit Metoda dopasowania: w nawiasie „*Method*” w miejsce „*Metod*”;
3. Str. 82., w podpisie pod Rys. 3.1.4.A chodzi zapewne o 13,20 ns nie zaś 13,20 s.;
4. Str. 162., 7. wiersz od góry: proponuję „skonstruowania” w miejsce „skontruowania”;
5. Str. 162., 13. wiersz od góry: na końcu wyrazu „porównujących” przestawiły się litery „c” i „h”.

Tak obszerne i wieloaspektowe opracowanie, jakim znajduję rozprawę doktorską pani mgr inż. Agnieszki Zielińskiej, nie tylko dostarcza bardzo wielu informacji, ale budzi również pytania natury poznawczej. Przykładem tego mogą być sformułowane przeze mnie poniżej problemy.

1. Zastanawiam się na ile na uzyskane wyniki może mieć wpływ fakt, iż bodźce świetlne odpowiedzialne za procesy jednofotonowe oraz dwufotonowe w fotoreceptorach, przechodząc przez zewnętrzną warstwę splotowatą siatkówki (OPL) bogatą w barwniki ksantofilowe luteinę i zeaksantynę, pochłaniane będą w różnym stopniu przez ten filtr optyczny? Problem wydaje się nawet bardziej złożony i interesujący, jeśli uwzględnimy niejednorodną koncentrację ksantofili siatkówkowych, w szczególności w obszarze plamki żółtej pokrywającej się w przybliżeniu ze zwężoną źrenicą. Ciekaw jestem jakie jest zdanie Doktorantki na ten temat.
2. Bardzo interesujący wydaje mi się również efekt znacznego rozrzutu osobniczego obserwowanego przy rejestracji wielu efektów, wśród nich zwężania źrenicy w odpowiedzi na bodziec świetlny (Rys. 4.1.3, str. 120). W niektórych przypadkach wielkość tego typu rozrzutu wydaje się nawet sugerować odstępianie od procedury wyznaczania efektów średnich, i zastąpienie odrębną analizą poszczególnych

przypadków. Ciekaw jestem, czy może zaobserwowano jakieś specyficzne cechy mogące korelować z wyjątkowo odstającymi od typowych reakcjami? Wśród tego typu cech mógłbym spodziewać się, na przykład, różnego poziomu ksantofili siatkówkowych. Ciekaw jestem opinii Doktorantki w tym zakresie.

Konkluzja

Formułując konkluzję chciałbym stwierdzić, iż pani mgr inż. Agnieszka Zielińska przedstawiła bardzo obszerną rozprawę doktorską, opierającą się na wynikach precyzyjnie zaprojektowanych oraz przeprowadzonych z dużą starannością prac eksperymentalnych oraz koncepcyjnych ukierunkowanych na poznanie mechanizmów funkcjonujących w aparacie widzenia człowieka towarzyszących widzeniu dwufotonowemu. Wyniki badań przedstawionych w ramach pracy doktorskiej opublikowane zostały równolegle w cyklu złożonym z sześciu oryginalnych artykułów naukowych, które ukazały się w renomowanych, międzynarodowych czasopismach specjalistycznych. Doktorantka doskonała również swój warsztat badawczy w ramach realizacji wielu prestiżowych projektów naukowych.

Moim zdaniem, przedstawiona przez panią mgr inż. Agnieszkę Zielińską rozprawa doktorska zawiera rozwiązania aktualnych, interesujących oraz ważnych problemów naukowych, wnosi do nauki światowej znaczący postęp, spełniając tym samym wymagania stawiane w postępowaniach doktorskich, czyniąc zadość warunkom określonym w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (art. 187 ust. 1 i 2, Dz. U. z dnia 20 lipca 2018 r., z późniejszymi zmianami). W związku z powyższym, uprzejmie wnoszę o dopuszczenie pani mgr inż. Agnieszki Zielińskiej do dalszych etapów postępowania doktorskiego, w szczególności do publicznej obrony.

W mojej opinii, znaczna ilość uzyskanych wyników badawczych oraz, przede wszystkim ich ranga poznawcza oraz potencjał aplikacyjny pozwalają sądzić o tej

pracy doktorskiej jako o wyróżniającej. W związku z powyższym, wnoszę również o rozważenie możliwości uznania przedmiotowej rozprawy jako wyróżniającej.

W. Czumań