

prof. dr hab. inż. Anna Cysewska-Sobusiak  
Politechnika Poznańska  
Instytut Elektrotechniki i Elektroniki Przemysłowej  
Zakład Metrologii i Optoelektroniki  
ul. Piotrowo 3A  
60-965 Poznań

Poznań, dnia 28 lipca 2016 r.

## **RECENZJA**

rozprawy doktorskiej mgr inż. Dagmary Witkowskiej

**nt.: Ocena parametrów czasowych reakcji refleksacji sakkadycznej  
w procesie starzenia się ośrodkowego układu nerwowego**

Przedmiotem recenzji jest w/w rozprawa doktorska mgr inż. Dagmary Witkowskiej, wykonana w Pracowni Badań Czynności Okoloruszowej Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN. Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Jan Ober, prof. IBIB PAN, a przewód doktorski jest prowadzony przez Radę Naukową Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęcza Polskiej Akademii Nauk w Warszawie. Recenzja została opracowana na podstawie zlecenia Dyrektora Instytutu prof. dr hab. inż. Adama Lieberta z dnia 19 maja 2016 roku.

### **1. Tematyka i charakter rozprawy**

Tematyka pracy doktorskiej mgr Dagmary Witkowskiej mieści się w dyscyplinie biocybernetyka i inżynieria biomedyczna, przy czym przenikają się w niej zagadnienia z zakresu biofizyki i biopomiarów, procesu widzenia i ruchów oczu, parametrów charakteryzujących proces starzenia się organizmu człowieka, neurofizjologii i kognitywistyki. Podjęta przez Autorkę interdyscyplinarna tematyka jest nowoczesna i perspektywiczna. Procesowi starzenia się organizmu towarzyszy szereg zmian w układzie nerwowym, które powodują m.in. wydłużenie się czasów reakcji, spowolnienie szybkości odruchów i obniżenie czułości receptorów. Istotnym wskaźnikiem obiektywnej oceny zachodzącego spowolnienia czynności ośrodkowego układu nerwowego może być monitorowanie czasu reakcji sakkadycznej. Rozprawa ma charakter poznawczy i aplikacyjny, stanowiąc bardzo wartościowe opracowanie. Do niewątpliwych zalet pracy należą praktyczne aspekty uzyskanych eksperymentalnie rezultatów, które mogą mieć dużą wartość użytkową.

Opiniowana praca jest obszerna, liczy 156 stron i ma 5 załączników. Zasadnicza część pracy składa się z 7 rozdziałów, zawiera liczne rysunki i tablice. Obszerny rozdział wstępny (32 strony) zawiera wybrane informacje literaturowe dotyczące problematyki sakkad oraz czynników wpływających na proces starzenia. W rozdziale 2 Autorka przedstawiła motywację do prowadzenia badań, przyjęte założenia i cele oraz sformułowała trzy postawione tezy. Rozdział 3 poświęcony jest opisowi metodyki przeprowadzonych licznych eksperymentów. Wyniki własne dotyczące wykonanych przez Autorkę badań zawarto głównie w najważniejszych rozdziałach 4, 5 i 6. Przedmiotem rozdziału 4 są wyniki przeprowadzonych trzech eksperymentów pilotażowych, a rozdziału 5 – wykonanych trzech eksperymentów głównych na znacznej liczbie osób w różnym wieku. Dyskusja w rozdziale 6 dostarcza praktycznych informacji na temat wpływu starzenia na zmiany parametrów sakkadycznych i ich stabilność w czasie. Syntetyczne podsumowanie uzyskanych rezultatów przedstawiono w rozdziale 7.

## **2. Sposób przeprowadzenia analizy źródeł literaturowych i sformułowania wniosków z ich przeglądu**

Interdyscyplinarna tematyka wymagała od Doktorantki dokonania wnikliwego przeglądu specjalistycznej literatury z różnych obszarów. Bibliografia stanowi obszerny zbiór 210 cytowanych przez Doktorantkę pozycji literatury. W tym zbiorze są także 2 współautorskie publikacje Doktorantki mające ścisły związek z tematyką rozprawy, w tym artykuł: Witkowska D., Ober J., *An Attempt to Speed-up the Examination of Saccadic Reaction Time*, *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 2012, 32(3), pp. 79–94, (IF = 0,208). Kopia tego artykułu, w którym została opisana konstrukcja zaproponowanego przez Autorkę paradygmatu RTW, stanowi załącznik do rozprawy. Zdecydowana większość cytowanych prac dotyczy pozycji opublikowanych w ostatnich 15 latach. Wykorzystanie źródeł jest poprawne i można sądzić, że zdobyte przez Doktorantkę rozeznanie w uprawianej tematyce jest wystarczająco rozległe i obejmuje najnowszy stan wiedzy.

## **3. Rozwiązanie postawionych zadań, poprawność przyjętych założeń i użytych metod**

Celem pracy była ocena przydatności zaproponowanego przez Autorkę badania sakkadycznego do monitorowania statusu czynnościowego ośrodkowego układu nerwowego (OUN) w procesie starzenia się. Autorka przyjęła, że obiektywną miarą starzenia się OUN jest spowolnienie procesów decyzyjnych. Badania przeprowadzone w ramach celów szczegółowych objęły m.in.:

- ocenę sprawności dekodowania i rozumienia czytanego tekstu przy użyciu Testu Słów i Testu Zdań Łącuchowych;
- sprawdzenie na potrzeby monitorowania procesu dojrzewania i starzenia się OUN zaproponowanego przez Autorkę zadania RTW (*Rapid Target-Walk*) w ramach przeprowadzonych trzech eksperymentów pilotażowych na grupach: 1) osób starszych, 2) osób starszych, dzieci i młodych dorosłych (porównanie międzypokoleniowe, 3) osób starszych po upływie roku;
- przeprowadzenie trzech rozszerzonych eksperymentów: 1) badania poprzecznego osób starszych, 2) badania porównawczego dwóch grup osób starszych, 3) dwukrotnego badania w odstępie roku na grupie osób starszych i młodych dorosłych.

Autorka postawiła trzy tezy:

1. ***"W procesie starzenia się OUN dochodzi do spowolnienia procesów decyzyjnych, w tym także decyzji o wyzwoleniu reakcji refleksji sakkadycznej";***
2. ***"Analiza parametrów czasowych reakcji sakkadycznej może być zastosowana do monitorowania procesu starzenia się OUN";***
3. ***"Ocena funkcji poznawczych, która wykorzystuje testy sprawności dekodowania wyrazów oraz czytania ze zrozumieniem, może zostać użyta do monitorowania procesu starzenia się OUN".***

W celu weryfikacji tych tez Autorka wykonała badania na licznych grupach wybranych osób, po dokonaniu wstępnej oceny poznawczej każdej z nich. Przedstawiona metodyka badań jest właściwa, przyjęty cel uzasadniony, postawione tezy 1. i 2. można uznać za udowodnione, natomiast teza 3. nie została w pełni potwierdzona. Postawione w pracy zadania zostały jednak osiągnięte w założonym zakresie, kolejne etapy analiz i eksperymentów przedstawiono w poprawny sposób, a wnioski z badań zostały wyciągnięte i sformułowane we właściwy sposób. Do pomiaru reakcji sakkadycznej wykorzystano optoelektroniczny system pomiarowy Sakkadometer Research (produkowany przez Ober Consulting).

#### **4. Oryginalność pracy i wkład Autorki do stanu wiedzy w dziedzinie**

Uzyskane wyniki dokonanych badań eksperymentalnych i ich analiza posłużyły do sformułowania przekonujących wniosków. Do szczególnie wartościowych oryginalnych wyników pracy należy moim zdaniem przede wszystkim zaliczyć:

1. Zaproponowanie nowatorskiego testu RTW (Rapid Target-Walk), który w porównaniu do zadania standardowego sprzyja skróceniu czasów latencji sakkadycznej. Użycie tego testu pozwala na skrócenie czasu trwania eksperymentu, który składa się z sekwencji przemieszczeń celu i nie wymaga udzielania osobie badanej złożonej instrukcji dotyczącej stosowanej procedury.
2. Wykazanie, że ocena wpływu procesu starzenia się na parametry reakcji refleksji sakkadycznej jest zależna od zastosowanego paradygmatu badania, ze wskazaniem na wyższą przydatność zaproponowanego testu RTW do monitorowania procesu starzenia się ośrodkowego układu nerwowego. Test ten, w odróżnieniu od zadania antysakkadycznego, nie wymaga od badanej starszej osoby trudnej do osiągnięcia wzmożonej koncentracji.
3. Przeprowadzenie badań mających na celu powiązanie parametrów sakkadycznych z procesami patologicznymi oraz takimi czynnikami wpływającymi na proces starzenia jak m.in.: wiek, płeć, aktywność sportowa. Można przychylić się do wniosku Autorki, że parametry latencji uzyskane w proponowanym zadaniu RTW można uznać za bardziej stabilne aniżeli w zadaniu standardowym.
4. Dokonanie próby stwierdzenia czy zaproponowana metoda oceny funkcji czytania może być zastosowana jako samodzielny test do monitorowania procesu starzenia się. Nie otrzymano pełnego potwierdzenia takiej możliwości, ale z pewnością warto w przyszłych badaniach podjąć dalsze próby rozwiązania problemu.
5. Przeprowadzenie dogłębnej analizy dotyczącej oceny czasowych parametrów sakkadycznych, z uwzględnieniem zarówno aspektów biofizycznych, jak i technicznych. Autorka dokonała rzetelnej analizy wyników uzyskanych w efekcie złożonych obserwacji i pomiarów przeprowadzonych w trudnych warunkach. Należy podkreślić, że prawidłowo, bardzo szczegółowo i wręcz skrupulatnie został opisany przebieg wszystkich rodzajów doświadczeń, co jest bardzo ważną pozytywną cechą dokumentowania badań eksperymentalnych.

## **5. Umiejętność poprawnego przedstawiania uzyskanych wyników i ich interpretacji**

Część eksperymentalna pracy oraz prawidłowy sposób analizy i sposobu przedstawienia uzyskanych wyników zasługują na szczególne podkreślenie. We właściwy sposób zostały opisane warunki badań, sposób przeprowadzania pomiarów i przedstawiania ich dokumentacji. Autorka zastosowała komunikatywne wyliczanie kolejnych cech, uzyskanych wyników oraz elementów wnioskowania.

Na podkreślenie zasługuje także umiejętność formułowania, na podstawie analizy wyników rzetelnie przeprowadzonych eksperymentów, wniosków możliwych do wykorzystania w praktyce.

## **6. Słabe strony rozprawy**

Na podstawie wnikliwej analizy pracy mogę stwierdzić, że nie nasuwają się zasadnicze uwagi krytyczne o charakterze merytorycznym. Z punktu widzenia celów i postawionych tez praca przedstawiona do recenzji została zrealizowana poprawnie i ma nieliczne słabe strony. Niektóre wnioski można co prawda uznać za oczywiste (bo starzeniu się towarzyszy pogorszenie różnych funkcji, a zmiany w układzie nerwowym wpływają na funkcjonowanie poznawcze osób starszych bardziej niż młodszych, wymagając np. więcej czasu na wykonanie testów), a niektóre za zbyt daleko idące (bo określenie zakresu praktycznej przydatności proponowanych rozwiązań na potrzeby wczesnego uchwycenia i jednoznacznego różnicowania zmian neurodegeneracyjnych będzie możliwe po przeprowadzeniu dalszych licznych testów).

W punkcie 8 niniejszej recenzji zamieszczono szczegółowe uwagi, głównie redakcyjne.

## **7. Co rozprawa wniosła do nauki i techniki**

Zakładając, że spowolnienie procesów decyzyjnych może być obiektywną miarą starzenia się ośrodkowego układu nerwowego, Autorka zaproponowała zadanie RTW, które lepiej sprawdza się w monitorowaniu procesu starzenia się OUN niż standardowe zadanie prosakkadyczne. Merytoryczny zakres rozprawy dowodzi, że Autorka wykazała umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w rozpatrywanym interdyscyplinarnym obszarze badań, do którego wniosła swój wkład. Możliwość wczesnej obiektywnej oceny parametrów związanych ze zmianami neurodegeneracyjnymi powodowanymi fizjologicznym starzeniem się ośrodkowego układu nerwowego może przyczynić się do poprawy warunków życia i pracy ludzi, a więc i zdrowia, co wpisuje się do propagowanego przez WHO ograniczania

czynników negatywnie wpływających na jakość życia HRQoL (*Health-Related Quality of Life*), wyznaczoną stanem zdrowia, występującymi chorobami oraz naturalnym procesem starzenia się.

## 8. Szczegółowe uwagi merytoryczne i redakcyjne

1. Użyteczna kompilacja wiedzy literaturowej powinna stanowić syntetyczne i raczej zwarte ujęcie. Dość obszerne fragmenty o charakterze przeglądowym znajdują się nie tylko w rozdziale wstępnym, ale także w innych miejscach pracy, a mogłyby – bez uszczerbku dla jej treści – być bardziej skondensowane i przedstawione łącznie w wydzielonej części rozprawy. W rozprawie doktorskiej zawsze korzystne jest jednoznaczne uwypuklenie własnych osiągnięć – w recenzowanej rozprawie występuje czasem „pomieszanie” tych osiągnięć z danymi literaturowymi. Przykładem takiego „pomieszania” jest sposób podania interesujących informacji w trzecim akapicie na str. 112.
2. Na podkreślenie zasługuje staranność wykonania licznych rysunków i wartościowych wykresów. Jednakże, w podpisach pod nimi brak powołania na pozycje bibliografii lub inne źródła ich pochodzenia, np. wyniki własne.
3. W wykazie literatury podanym w artykule stanowiącym załącznik do rozprawy znajduje się ważna pozycja: Ober J., Dylak J., Grycewicz W., Przedpeńska-Ober E., *Sakkadometria – nowe możliwości oceny stanu czynnościowego ośrodkowego układu nerwowego*, NAUKA, 2009, 4, 109–135, która nie została przez Autorkę uwzględniona w bibliografii rozprawy.
4. str. 23 i 24. Rys. 1.3 i 1.4. Brak jednoznacznej informacji o źródle podanych wykresów. W opisie pod rys. 1.3 znajduje się zdanie: „Wykresy na podstawie danych zebranych przez autora”, co może sugerować, że chodzi o Autorkę rozprawy.
5. str. 51–54 i 56. Wskazane bliższe wyjaśnienie danych zamieszczonych w tabelach 4.1– 4.4.
6. str. 102 i 105. Jakie praktyczne uzasadnienie ma zastosowanie aż tylu cyfr znaczących przy podawaniu względnych wartości współczynnika zmienności czasu trwania sakkad oraz udziału sakkad wczesnych i regularnych? Czy z metrologicznego punktu widzenia zmiana wartości o 0,01% ma w tym przypadku znaczenie?
7. W wielu miejscach pracy występuje niejednorodność i nieprawidłowy zapis zakresów wartości „od–do”; szczególnie dużo tych nieprawidłowości jest na stronach 61–64,

71–72, 86, 96, 99, 102–105 i 109. Zgodnie z obowiązującymi zaleceniami, zamiast np.: "**40,25% ± 14,30**" powinno być "**(40,25 ± 14,30)%**" lub "**40,25% ± 14,30%**" (str. 105). Ponadto, w zapisie wyniku pomiaru zawierającego wartość zmierzoną i wartość błędu lub niepewności tego wyniku, obie wartości muszą zawierać odpowiednią, uzasadnioną liczbę cyfr znaczących. Przykładowo: na str. 105, zamiast "**12% ± 4,86**" powinno być "**(12,00 ± 4,86)%**" lub "**12,00% ± 4,86%**", a jeśli setne i dziesiętne części procenta są w tym przypadku nieistotne, to celowe jest zaokrąglenie do postaci: "**(12 ± 5)%**" lub "**12% ± 5%**".

8. W tekście występują dość liczne niedostatki redakcyjne, usterki stylistyczne, gramatyczne i inne. Uwaga ta dotyczy takich kwestii jak:

- niestaranna korekta niektórych fragmentów pracy i pozostawienie błędów redakcyjnych wpływających na sens określeń merytorycznych użytych w tekście naukowym, np.: "**zamiany**" zamiast "**zmiany**", "**fikasacji**" zamiast "**fiksacji**", "**związek**" zamiast "**związek**", „**zburzenie**” zamiast „**zaburzenie**”, „**zdanie RTW**” zamiast „**zadanie RTW**”, „**wosku**” zamiast „**wniosku**”. Przykład niefortunnie brzmiącego zdania w akapicie drugim na str. 17: "*Neurony związane z **fiksacją** są tonicznie aktywne podczas **fikasacji** wzroku i zaprzestają swojej aktywności podczas wykonywania sakkad*";
- usterki, takie jak tzw. "literówki", brak liter lub zbędne litery w wyrazach, zbędne lub nadmiarowe spacje, a także liczne błędy interpunkcyjne – w tym głównie brak lub nadmiar przecinków, co zaburza płynność tekstu i łamie główną myśl zawartą w danym zdaniu.

Wymienione usterki oraz zauważone niejasności i nasuwające się wątpliwości są raczej drugiego rzędu i nie wpływają na ogólne pozytywne wrażenie z lektury rozprawy.

## **9. Jak oceniam rozprawę:**

- a) zasługująca na wyróżnienie
- b) spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem

## **Uzasadnienie:**

Stwierdzam, że jednym z najważniejszych argumentów przemawiających za wyróżnieniem tej pracy jest fakt praktycznej przydatności uzyskanych wyników. Biorąc pod uwagę podane zasady wyróżniania prac doktorskich, uważam, że zostały spełnione następujące warunki, uzasadniające propozycję wyróżnienia autorskiej rozprawy mgr Dagmary Witkowskiej:

- podjęcie w rozprawie tematyki o dużej wadze społecznej,
- zaproponowanie nowatorskiego badania z zastosowaniem opracowanego i zweryfikowanego eksperymentalnie przez Autorkę paradygmatu sakkadycznego RTW o wyższej, w porównaniu z testem standardowym, przydatności do monitorowania procesu starzenia się OUN,
- opublikowanie istotnych wyników naukowych w czasopiśmie z listy JCR.

## **Konkluzja**

**Reasumując uważam, że w opiniowanej rozprawie doktorskiej nt.: *Ocena parametrów czasowych reakcji refleksji sakkadycznej w procesie starzenia się ośrodkowego układu nerwowego* mgr Dagmara Witkowska rozwiązała postawione zadanie naukowe i wykazała się wiedzą oraz umiejętnościami wymaganymi dla uzyskania stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie *Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna*. Stwierdzam, że praca spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy i wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.**

Jednocześnie, zważywszy na to, że recenzowana praca doktorska mająca charakter rozprawy autorskiej **spełnia moim zdaniem z nadmiarem stawiane wymagania, w szczególności w zakresie licznych badań eksperymentalnych przeprowadzonych w trudnych i specyficznych warunkach**, wnioskuję o jej wyróżnienie.

