



UNIwersytet  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

Kraków, 15.08.2023

Wydział

Fizyki

Astronomii

i Informatyki

Stosowanej

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Pawła Jurgielewicza  
z tytułem  
„Rozwój innowacyjnych eksperymentalnych technik badawczych  
do przeprowadzania mikrostymulacji i rejestracji aktywności  
neuronów w mózgu oraz do pomiaru przestrzennego rozkładu  
dawki terapeutycznej w radioterapii fotonowej”**

Prof. dr hab. Paweł Moskal

Kierownik Zespołu Zakładów  
Fizyki Jądrowej

Kierownik Zakładu Fizyki Cząstek  
i jej Zastosowań

Uniwersytet Jagielloński

tel. +48 12 664-45-58

e-mail: p.moskal@uj.edu.pl

Przedstawioną mi do recenzji pracę doktorską mgr. inż. Pawła Jurgielewicza przestudiowałem z przyjemnością i zainteresowaniem.

Dysertacja doktorska pana mgr. inż. Jurgielewicza zastała przygotowana pod opieką: dr. hab. inż. Bartosza Mindura prof. AGH (promotor), oraz dr hab. Ewy Kublik (drugi promotor).

Badania opisane w pracy doktorskiej doktoranta Pawła Jurgielewicza dotyczą rozwoju systemu Neurostim-3 w celu rejestrowania sygnałów i stymulacji aktywności komórek nerwowych w mózgu oraz rozwoju systemu detekcyjnego Dose-3D do wyznaczania przestrzennego rozkładu dawki promieniowania w radioterapii chorób nowotworowych. Systemy Neurostim-3 oraz Dose-3D są owocem wieloletniego rozwoju i badań prowadzonych w Katedrze Oddziaływań i Detekcji Cząstek na Akademii Górniczo-Hutniczej. Rozwijane urządzenie Neurostim-3 składa się z 512 niezależnych kanałów elektronicznych wykorzystanych w pracy do odczytu zewnątrzkomórkowych potencjałów neuronalnych oraz dostarczania impulsów do mózgu przy użyciu macierzy składającej się ze 128 niezależnych elektrod. Rozważany system Dose-3D składa się z 8192 niezależnych detektorów scyntylacyjnych do rejestrowania promieniowania Roentgena i promieniowania gamma. Projektowanie, budowa, uruchamianie i cechowanie urządzeń o tak dużej liczbie

ul. prof. Stanisława

Łojasiewicza 11

PL 30-348 Kraków

tel. +48(12) 664-48-90

fax +48(12) 664-49-05

e-mail:

wydzial.fais@uj.edu.pl

niezależnych jednostek detekcyjnych wymaga opracowania zaawansowanych metod zsynchronizowanego rejestrowania, akwizycji i przetwarzania sygnałów. Doktorant Paweł Jurgielewicz skupił się w swojej pracy doktorskiej na opracowaniu oprogramowania do systemów akwizycji sygnałów w tych wielokanałowych systemach detekcyjnych. Opracowane rozwiązania zostały przetestowane w oparciu o dane zebrane w trakcie eksperymentów wykonanych na mózgach szczurów w Instytucie Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego Polskiej Akademii Nauk w Warszawie, oraz w oparciu o dane z doświadczeń wykonanych w Narodowym Instytucie Onkologii w Krakowie z naświetlnią wiązką promieniowania Roentgena prototypowego zestawu Dose-3D złożonego z pięciu scyntylatorów plastikowych.

W recenzowanej pracy doktorant bardzo szczegółowo opisał rozwinięte przez niego architekturę i poszczególne komponenty oprogramowania umożliwiającego akwizycję i przetwarzanie sygnałów, jak również metody filtrowania sygnałów, cechowania badanych systemów detekcyjnych oraz przebieg i rezultaty wykonanych doświadczeń.

Recenzowana rozprawa składa się ze streszczenia, wstępu, czterech rozdziałów, podsumowania i dodatku. Każdy rozdział zwieńczony jest częściowym podsumowaniem. We wstępie Autor krótko opisał motywację i cel prowadzonych badań, podał kilka przykładowych zastosowań opracowywanych urządzeń oraz nakreślił strukturę dysertacji. W pierwszym rozdziale Autor rozprawy odwołując się do literatury opisał podstawowe metody rejestracji aktywności mózgu oraz podstawowe zjawiska i techniki leżące u podstaw radioterapii i detekcji promieniowania gamma. W drugim rozdziale doktorant opisał podstawowe komponenty, schemat działania i przykładowe zastosowania systemu Neurostin-3 do badań neurofizjologicznych. W rozdziale tym doktorant opisał także przykładowe konfiguracje geometryczne systemu Dose-3D do badania rozkładu przestrzennego dawki promieniowania w radioterapii oraz budowę i schemat działania układów przetwarzania i akwizycji danych systemu Dose-3D. W trzecim rozdziale szczegółowo opisano opracowane przez doktoranta oprogramowanie. W przypadku systemu Neurostin-3 opisano kodowanie danych, zarządzanie pamięcią, protokół komunikacji,

interfejs użytkownika oraz przetwarzanie i wizualizacja danych. W przypadku systemu Dose-3D doktorant opisał protokoły komunikacji oraz oprogramowania sterowania pomiarami, w tym także strukturę modułów zaimplementowanych na programowalnych macierzach bramek logicznych FPGA. W rozdziale czwartym szczegółowo opisane są wyniki z testów i wyznaczania charakterystyk działania opracowanych systemów w oparciu o pomiary wykonane na mózgach szczurów oraz pomiary z wiązką promieniowania rentgenowskiego. Pracę wieńczy podsumowanie oraz nakreślenie planów i możliwości dalszego rozwoju zarówno systemu Neurostim-3 jak i Dose-3D.

Praca napisana jest bardzo jasno. Opisy są bardzo szczegółowe i świadczą o głębokim zrozumieniu przez Autora przedmiotu rozprawy. Nie mam znaczących uwag krytycznych do przedstawionej mi do recenzji pracy. Znalazłem tylko kilka nieścisłości nie mających wpływu na moja bardzo wysoką ocenę recenzowanego elaboratu, takich na przykład jak:

na str. 21: „Pierwszym użytkownikiem (a przez to odkrywcą) ... promieniowania ... był Roentgen, ... za co został uhonorowany ... nagrodą Nobla ... w 1991”;

na str. 23 „Pozytywnym skutkiem ubocznym tych działań (... badań związanych ze strukturą materii i Wszechświata na LHC ...) jest zapoczątkowanie Internetu”;

na str. 31 „Natomiast  $\lambda$  jest długością fali absorbowanego elektronu”.

[Prof. dr hab. Paweł Moskal](#)

[Kierownik Zespołu Zakładów  
Fizyki Jądrowej](#)

[Kierownik Zakładu Fizyki Cząstek  
i jej Zastosowań](#)

[Uniwersytet Jagielloński](#)

[tel. +48 12 664-45-58](#)

[e-mail: \[p.moskal@uj.edu.pl\]\(mailto:p.moskal@uj.edu.pl\)](#)

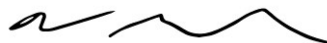
Rozprawa potwierdza, że jej Autor zdobył umiejętności pozwalające na zaawansowane wielopoziomowe przetwarzanie strumieni danych oraz analizę danych wymagającą stosowania metod programistycznych, jak również znajomości funkcjonowania detektorów promieniowania gamma oraz urządzeń do badań neurofizjologicznych.

Praca doktorska mgr. inż. Pawła Jurgielewicza jest bardzo starannie i estetycznie zredagowana. Wykresy i ilustracje przygotowane przez autora są bardzo przejrzyste i bardzo dobrze przemyślane.

Uważam, że przedstawiony mi do recenzji elaborat opisuje wartościowe i oryginalne oprogramowanie i wyniki eksperymentalne. Otrzymane

rezultaty z pewnością mogą być opublikowane w renomowanym czasopiśmie naukowym.

Reasumując, sędzę, że przedstawiona mi do recenzji dysertacja doktorska mgr. inż. Pawła Jurgielewicza stanowi oryginalny i istotny wkład do bardzo interesujących i aktualnych badań współczesnej fizyki medycznej. Uważam, że spełnia ona warunki stawiane dysertacjom na stopień doktora nauk fizycznych i dlatego wnoszę o dopuszczenie doktoranta Pawła Jurgielewicza do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Prof. dr hab. Pawel Moskal  
Uniwersytet Jagielloński