

**Recenzja pracy doktorskiej mgr inż. Alicji Zielińskiej pt.**

**„Rozwój pozycjoczułego systemu detekcyjnego na bazie detektora typu GEM do zastosowań w dwuwymiarowym obrazowaniu metodami radiografii i fluorescencji rentgenowskiej”.**

Praca Pani mgr Alicji Zielińskiej poświęcona jest rozwojowi systemu obrazowania rozkładu pierwiastków w działach sztuki z zastosowaniem detektora typu GEM. Chciałem podkreślić, że już samo podjęcie przez Autorkę tak wielodyscyplinarnego tematu badań, łączącego nauki ścisłe, inżynierskie oraz humanistyczne zasługuje w moim przekonaniu na prawdziwe uznanie.

Praca składa się z czterech zasadniczych części.

W pierwszej części - o charakterze kompilacyjnym – Autorka w skrócie przedstawiła podstawy teoretyczne metod XRF i XRR. Przedstawiła również koncepcję obrazowania z wykorzystaniem detektora GEM, szczegółowo dyskutując i oszacowując teoretycznie najważniejsze parametry opisujące jakość systemu obrazowania, w tym spektralną i przestrzenną zdolność rozdzielczą w zależności od parametrów pracy systemu.

W drugiej części, Autorka opisała budowę i zasadę działania detektora GEM w kilku możliwych wersjach, gruntownie analizując fizyczne podstawy jego pracy. Autorka bardzo wszechstronnie przedstawiła architekturę elektronicznego systemu odczytu detektora wraz z modułami sczytującymi i zabezpieczającymi oraz opracowanym oprogramowaniem sterującym.

Niezwykle istotną i zasługującą na podkreślenie jest trzecia część pracy, która opisuje pełną parametryzację opracowanego układu sczytywania i wstępnego przetwarzania sygnału (GEMROC), obejmującą parametryzację toru czasowego i analogowego, charakteryzację

szumową układu jak również jego kalibrację. Nie mniej istotnym elementem tej części pracy jest parametryzacja samego systemu detekcyjnego, w tym określenie odpowiedzi amplitudowej detektora, jego rozdzielczości czasowej oraz rzeczywistego wzmocnienia gazowego. Autorka dokonała również optymalizacji parametrów pracy układu, w tym wprowadziła korektę na niejednorodność wzmocnienia gazowego oraz opracowała procedurę niwelacji efektu ładowania folii GEM.

Czwarta część to opis eksperymentu polegającego na zastosowaniu opracowanego wcześniej systemu do obrazowania metodą fluorescencji i radiografii rentgenowskiej fantomów obiektów: wzorca paskowego pigmentów nieorganicznych oraz obrazu na desce „Mężczyzna w czerwonym płaszczu”.

Już na podstawie powyższego krótkiego omówienia pracy, mogę stwierdzić, że praca w pełni spełnia kryteria, którym powinna odpowiadać praca na stopień doktora w dziedzinie nauk fizycznych, dyscyplinie fizyka. Autorka pracy:

- wykazała się znajomością literatury fachowej z zakresu metod rentgenowskich, a w szczególności literatury dotyczącej metod obrazowania dzieł sztuki technikami rentgenowskimi;
- wyprowadziła analityczne wyrażenia, pozwalające na charakterystykę urządzenia pod kątem zastosowań do obrazowania dzieł sztuki;
- zbudowała złożony układ eksperymentalny, składający się z części „elektronicznej” i „detekcyjnej”, oraz przeprowadziła niełatwą parametryzację i optymalizację wszystkich modułów systemu;
- określiła najważniejsze kierunki rozwoju opracowanego systemu pozwalające na polepszenie parametrów pracy układu wykorzystując wiedzę teoretyczną o procesach jonizacji i dyfuzji ładunków w gazie;

- przeprowadziła symulacje energetycznej zdolności rozdzielczej dla kilku zestawów mieszanin gazowych;
- i co najważniejsze, wykazała praktyczną przydatność układu detekcyjnego stosowanego w fizyce cząstek elementarnych do obrazowania dział sztuki, w szczególności obrazowania rozkładu pierwiastków.

Do obowiązków recenzenta należy jednak nie tylko wskazanie na zalety pracy, ale również zwrócenie uwagi na możliwe dalsze udoskonalenia proponowanej techniki pomiarowej a także wskazanie na niektóre mankamenty pracy.

Opracowany przez Autorkę system obrazowania rozkładu pierwiastków, przetestowany w pracy eksperymentalnie, pozwala właściwie na badanie obiektów zawierających pierwiastki cięższe niż żelazo, przy ograniczonej możliwości odróżnienia pierwiastków, których linie emisyjne leżą blisko siebie. Przestrzenna zdolność rozdzielcza układu jest również ograniczona w porównaniu z coraz bardziej rozpowszechnionymi urządzeniami typu M6 JetStream firmy Bruker. Dlatego wydaje się, że ewidentną przewagą opracowanego przez Autorkę układu jest zapewne głębia ostrości obrazowania, która dla układów skanujących wynosi 1-2 mm. Szkoda że Autorka pracy nie zastosowała opracowanego układu do badania obiektów o większych nierównościach powierzchni lub nawet do obiektów przestrzennych lub co najmniej nie przeanalizowała tego aspektu teoretycznie. Zdaje sobie sprawę, że w takim przypadku zakres pracy uległby znacznemu poszerzeniu rozbudowując jeszcze bardziej znaczący już dorobek Autorki. Uwaga powyższa nie umniejsza bynajmniej wartości recenzowanej pracy, stanowi jedynie zachętę do kontynuowania prac nad tym problemem.

Ciekawym elementem pracy byłoby przeanalizowanie parametrów pracy układu w różnych zakresach wilgotności względnej, gdyż to wilgotność a nie temperatura może być

czynnikiem determinującym parametry pracy elektroniki, zwłaszcza że nawet w klimatyzowanych laboratoriach wilgotność względna zmienia się typowo w zakresie 10-80%.

Autorka nie ustrzegła się również pewnej niewielkiej liczby uchybień natury redakcyjnej. Oto kilka przykładów:

- na str. 16 znajduje się „koeli” zamiast kolei;
- na str. 19 rysunek 3.6 zawiera błędy graficzne;

Przedstawiona wyżej (niekompletna) lista drobnych uchybień nie wpływa jednak decydująco na całościową ocenę pracy. Stwierdzam z całym przekonaniem, że rozprawa „*Rozwój pozycjoczułego systemu detekcyjnego na bazie detektora typu GEM do zastosowań w dwuwymiarowym obrazowaniu metodami radiografii i fluorescencji rentgenowskiej*” zawiera istotny dorobek naukowy, który w pełni upoważnia mnie do pozytywnej oceny pracy. Autorka tej pracy Pani mgr inż. Alicja Zielińska wykazała, że posiadała umiejętność zaplanowania i przeprowadzenia badań naukowych. Na tej podstawie wnoszę o dopuszczenie mgr Alicji Zielińskiej do dalszych części przewodu doktorskiego.



Dr hab. Łukasz Bratasz  
Muzeum Narodowe w Krakowie  
ul. Piłsudskiego 14, 31-109 Kraków

Kraków 13.08.2014.