

Łódź, 25 października 2023

dr hab. Zbigniew Szadkowski, prof. nadzw. UŁ  
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej  
Uniwersytetu Łódzkiego  
Katedra Systemów Inteligentnych

**Recenzja rozprawy doktorskiej  
mgr inż. Michała Sławomira Matusiaka**

**„Opracowanie i zbudowanie liniowego akceleratora elektronów  
wytwarzającego promieniowanie X na dwóch poziomach energetycznych”**

Praca doktorska przedstawiona przez mgra inż. Michała Sławomira Matusiaka została wykonana w Narodowym Centrum Badań Jądrowych pod kierunkiem prof. dr hab. Sławomira Wronki. Praca zawiera się w dyscyplinie elektronika i dziedzinie nauk – nauki techniczne.

**1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy (teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez Autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?**

Zagadnienia naukowe i cele rozprawy zostały opisane przez Autora explicite dopiero na 39 stronie dysertacji, po bardzo długim opisie zagadnień:

1. Współczesne wyzwania techniczne związane z kontrolą towarów oraz ludzi,
2. Klasyczne systemy kontroli obiektów wielkogabarytowych,
3. Budowa i zasada działania akceleratora.

Choć można dyskutować, czy cele pracy nie powinny być przedstawione na początku rozprawy, wydaje się, że taka struktura w precyzyjny sposób odzwierciedla tło, orientacje autora w badanym temacie i daje pełny obraz intencji autora, co do realizowanych celów.

Autor pracy w oparciu o wieloletnie doświadczenie związane z budową oraz eksploatacją akceleratorów stwierdza, iż straty wynikające z niedopasowania są znacząco mniejsze aniżeli zapotrzebowanie na skutek obciążenia pola w.cz. wiązką elektronów. Wykorzystanie opisanego zjawiska jest tezą tej pracy.

**Energia wiązki elektronów może być zmieniana wyłącznie poprzez zmianę obciążenia pola elektromagnetycznego zgromadzonego w strukturze akceleracyjnej pod warunkiem utrzymania stałej mocy mikrofalowej źródła. W związku z tym jest możliwe zbudowanie akceleratora wytwarzającego sekwencyjnie przelączone poziomy energetyczne promieniowania X w trakcie trwania impulsu.**

**Teza ta może zostać udowodniona poprzez przeprowadzenie badań w oparciu o następujące cele pośrednie:**

**Cel 1: Zbudowanie akceleratora umożliwiającego wytworzenie dwóch różnych energii promieniowania emitowanego przez strukturę akceleracyjną poprzez zmianę obciążenia pola w.cz. wiązką elektronową.**

**Cel 2:** Wymuszenie zmiany energii promieniowania generowanego przez strukturę akceleracyjną w sposób sekwencyjny wyłącznie poprzez zmianę obciążenia pola w.cz wiązką elektronową.

**Cel 3:** Opracowanie metody pomiaru energii promieniowania emitowanego przez strukturę akceleracyjną w trakcie trwania impulsu.

**Cel 4:** Wymuszenie zmiany energii promieniowania generowanego przez strukturę akceleracyjną w trakcie trwania impulsu wyłącznie poprzez zmianę obciążenia pola w.cz wiązką elektronową w czasie trwania impulsu.

Praca ma charakter doświadczalny, gdyż autor proponuje konstrukcyjne rozwiązanie mające w istotny sposób skrócić czas pomiaru (skanowania) obiektów wielkogabarytowych. To zagadnienie jest z kolei niezwykle istotne do analizy ładunków cargo i ewentualnie eliminacji przemytu, materiałów niebezpiecznych wykorzystywanych przez grupy przestępcze, czy terrorystyczne.

**2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł (w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle) świadczącej o dostatecznej wiedzy Autora? Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?**

**Tak.** Praca zawiera wyjaśnienia i odnośniki do literatury – 61 pozycji.

Zakres cytowanych źródeł jest bardzo szeroki i dobitnie świadczy o pełnej orientacji Autora w zakresie obecnego stanu wiedzy, jak i trendów w rozważanej dziedzinie.

Nazwisko Autora występuje w 13 pozycjach literaturowych i 5 Patentach. Pozycje literaturowe dotyczą głównie czasopism z listy filadelfijskiej: Nucl. Instrum. Meth, Acta Phys. Pol., Astroph. Jour., Eur Phys. Jour. C. Nazwisko mgr M. Matusiaka występuje na pierwszym miejscu tylko w jednej publikacji: Nukleonika

**3. Czy Autor rozwiązał postawione zagadnienie i czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?**

**Tak.** Autor wykazał znajomość procesów fizycznych w procesach pomiaru parametrów systemu, a przede wszystkim wyjątkową znajomość w dziedzinie analizy i przetwarzania sygnałów z uwzględnieniem dokładności i stabilności pomiarów.

W pomiarach Autor użył skomplikowanej aparatury pomiarowej w pomiarach energii elektronów generowanych przez strukturę akceleracyjną.

**4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek Autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy, czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?**

Autor w sposób explicite listuje swój wkład:

**1. Opracowanie założeń dotyczących budowy oraz sposobu działania akceleratora pod kątem możliwości produkcji przełączanych sekwencyjnie wiązek promieniowania a w szczególności przełączania energii promieniowania w trakcie trwania impulsu.**

2. Opracowanie założeń pod kątem możliwości przeprowadzenia pomiarów energii elektronów w oparciu o obecnie wykorzystywane rozwiązania oraz opracowanie własnych metod pomiarowych.
3. Przeprowadzenie selekcji dostępnych struktur akceleracyjnych pod kątem możliwości ich wykorzystania do zastosowania, jako źródła do akceleratorów o sekwencyjnie przelączanej energii.
4. Modernizacja medycznej struktury akceleracyjnej celem dostosowania jej do potrzeb prowadzonych badań.
5. Opracowanie założeń dla modulatora działającego celem dodania funkcjonalności umożliwiającej zmianę energii promieniowania poprzez dynamiczną zmianę obciążenia pola w.cz. zgromadzonego w strukturze akceleracyjnej przez wiązkę elektronów.
6. Zbudowanie oraz uruchomienie linowego akceleratora elektronów na potrzeby badań pod kątem możliwości wytwarzania wiązek elektronów oraz możliwości ich sekwencyjnego przelączania, a w szczególności przelączania poprzez dynamiczną zmianę obciążenia pola w.cz. zgromadzonego w strukturze akceleracyjnej przez wiązkę elektronów.
7. Opracowanie metodyki pomiarowej.
8. Opracowanie finalnego rozwiązania głowicy pomiarowej do dynamicznych pomiarów wiązek elektronowych
9. Przeprowadzenie pomiarów i zebranie danych oraz ich analiza.

Doktorant w oparciu o analizę dostępnej wiedzy, zdobyte doświadczenie i właściwą interpretację wyników dostarczył niezwykle silne narzędzie diagnostyczne o olbrzymich walorach praktycznych umożliwiających pomiary energii elektronów generowanych przez strukturę akceleracyjną w skomplikowanym urządzeniu.

**5. Czy Autor wykazał się umiejętnością poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna)?**

Praca napisana jest w języku polskim. Słownictwo i całość pracy ocenić należy na poziomie dobrym, natomiast powstają poważne zastrzeżenia, co do interpunkcji. Ilość błędów interpunkcyjnych jest olbrzymia i występuje praktycznie w całej pracy. Trochę to niepokojące, że Autor chyba nie korzystał z automatycznego korektora tekstu, który wychwytyuje tego typu błędy.

Autor przedstawia

- Skrótowno procesy fizyczne istotne z punktu widzenia pomiarów źródła struktury akceleratorowej
- Oraz bardzo precyzyjnie wszystkie detale techniczne związane z pomiarami parametrów systemu z uwzględnieniem dokładności pomiaru.

W każdym z rozdziałów widać kompetencję Autora w formułowaniu opisów procesów i wyciąganiu wniosków.

*Autor sformułował precyzyjnie wnioski: założone cele ze str. 38 zostały w pełni potwierdzone.*

Uzyskane rezultaty potwierdzają:

1. Poprawność przyjętej metodologii prowadzenia badań oraz analiz wyników.
2. Możliwość monitorowania, jakości danych w czasie rzeczywistym.
3. Poprawną klasyfikację oraz rejestrację sygnałów rzeczywistych,
4. Poprawne funkcjonowanie sub-diagnostyki technicznej oraz statystycznej.
5. Konieczność implementacji zaawansowanych algorytmów przetwarzania sygnałowego w komputerze wbudowanym ze względu na złożoność sygnałów,

## 6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Z czysto redakcyjnego obowiązku przedstawiam listę drobnych uchybień, niemających istotnego wpływu, na merytoryczną jakość pracy:

1. Interpunkcja, brak przecinków w bardzo wielu zdaniach podrzędnych.
2. Literówki np.: **monogenergetyczne** zamiast **mono-energetyczne** (str. 24), **Frequency Pusching** zamiast **Frequency Pushing** (str. 46),
3. Niejednorodność w długości spacji. Jest to zapewne spowodowane konwersją z edytora tekstu do formatu pdf, niemniej spotkałem się z tym dziwnym „rozstrzeleniem” tekstu po raz pierwszy i jest on irytujący.

## 7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Metodologia przeprowadzenia badań oraz analiz wyników jest nie mniej ważna od precyzyjnego, szybkiego i niezawodnego hardware'u. Wybór architektury, stopnia redundancji, komponentów systemu, topologii systemu, optymalizacja kosztów, funkcjonalności i niezawodności jest zagadnieniem trudnym wymagającym uwzględnienia wielu, często przeciwstawnych, parametrów. Poziom komplikacji zdecydowanie rośnie dla aparatury pracującej w wyjątkowo trudnych warunkach środowiskowych, gdy priorytetem jest niezawodność, ale która musi być kompromisem między szybkością przetwarzania olbrzymiej liczby danych i dokładnością ich przetwarzania.

Stąd praca Autora jest bardzo istotna dla przyszłych badaczy podobnych zagadnień, gdyż dostarcza szereg szczegółowych informacji, zwykle niedostępnych w publikacjach naukowych, które koncentrują się na meritum zagadnienie, pozostawiając niuanse, czy nieopublikowane tricki, a które to, często niedoceniane szczegóły, są fundamentem know-how.

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

- a) Niespełniająca wymagań stawianym rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy
- b) Wymagająca wprowadzenia poprawek,
- c) **Spełniająca wymagania,**
- d) Spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem,
- e) Wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie

## Podsumowanie

Podsumowując przedstawianą opinię stwierdzam, że praca **mgr inż. Michała Sławomira Matusiaka** „**Opracowanie i zbudowanie liniowego akceleratora elektronów wytwarzającego promieniowanie X na dwóch poziomach energetycznych**” spełnia wymagania formalne przepisów o rozprawach doktorskich zgodnie z Ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 – Dz. U. 2003, Nr 65, poz. 595 – z późniejszymi zmianami oraz wymagania

zwyczajowe stawiane rozprawom doktorskim i **wniosuję o dopuszczenie doktoranta do publicznej obrony rozprawy.**

dr hab. Zbigniew Szadkowski prof. nadzw. UŁ

*Zbigniew Szadkowski*

