

WPŁYNEŁO

dn..... 2024 -01- 0 4

Dariusz Bocian, dr hab., prof. IFJ PAN
Instytut Fizyki Jądrowej PAN
ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków

Kraków, 10.11.2023 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Michała Sławomira Matusiaka zatytułowanej:
**„Opracowanie i zbudowanie liniowego akceleratora elektronów
wytwarzającego promieniowanie X na dwóch poziomach energetycznych”**

Recenzja ww. rozprawy doktorskiej została wykonana na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne z dnia 27.09.2023r. Promotorem pracy jest prof. dr hab. inż. Sławomir Wronka.

1. Zagadnienie naukowe rozpatrywane w pracy

Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrywane w pracy / teza rozprawy / i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?

Akceleratory cząstek i systemy z nimi stowarzyszone znajdują coraz szersze zastosowanie, między innymi w medycynie, zarówno w leczeniu jak i diagnostyce, badaniach biologicznych, chemicznych i materiałowych, przemyśle oraz systemach bezpieczeństwa. Coraz to nowsze zastosowania i związane z tym wymagania wymuszają konstrukcję urządzeń szybszych i wydajniejszych.

Tematyka pracy doktorskiej Pana mgr inż. Michała Matusiaka dotyczy zbudowania akceleratora dwuenergetycznego z energią przełączaną sekwencyjnie w trakcie trwania impulsu dla zastosowań w akceleratorowych systemach kontroli towarów. Rozprawa ma charakter doświadczalno-konstrukcyjny. Tezę pracy autor sformułował następująco: „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 przełączane poziomy energetyczne promieniowania X w trakcie trwania impulsu”. W celu udowodnienia przedstawionej tezy przeprowadzono badania w oparciu o 4 cele pośrednie. Wszystkie cele pośrednie są bardzo szczegółowo opisane w pracy. W przedstawionej do recenzji rozprawie doktorskiej przedstawiono kompletną ścieżkę konstrukcyjno-badawczą.

2. Analiza źródeł i stanu wiedzy

Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł / w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle / świadczący o dostatecznej wiedzy autora. Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

W przedstawionej rozprawie Autor uwzględnił 61 źródeł, zawierających pozycje książkowe, publikacje w czasopiśmie naukowych, raporty techniczne i odnośniki do stron internetowych. Autor wskazuje 13 pozycje literaturowych w których albo był pierwszym autorem albo partycypował w nich jako współautor. Oprócz tego Autor wskazał 5 patentów. Obszerne wprowadzenie teoretyczne do tematu rozprawy oraz opis kwestii technicznych związanych z wykorzystaniem akceleratorów w systemach do kontroli obiektów wielogabarytowych stanowi prawie 50% objętości pracy.

Stwierdzam, że źródła zostały dobrane właściwie i logicznie oraz należycie wykorzystane w tekście. Każdy obszar poruszonej tematyki został dobrze wsparty literaturą zawierającą najnowszą

światową wiedzę w wymaganym zakresie. Wprowadzenie teoretyczne i wybór źródeł świadczy o dobrej wiedzy i rozeznaniu Autora w tematyce doktoratu.

3. Rozwiązanie postawionego zagadnienia

Czy autor rozwiązał postawione zagadnienie, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

W recenzowanej rozprawie doktorskiej przedstawiono kompletną ścieżkę badawczo-konstrukcyjną. W części teoretycznej rozprawy dokonano przeglądu dostępnej literatury i na jej podstawie opisano najważniejsze zagadnienia związane z badaniami, projektowaniem, konstrukcją i wykorzystaniem akceleratorów w systemach do kontroli obiektów wielogabarytowych. Przyjęte założenia są jak najbardziej uzasadnione. Autor rozwiązał postawione zagadnienie określając cztery cele pośrednie, a mianowicie:

- 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.*

Określenie celów pośrednich było właściwą metodą rozwiązania postawionego zagadnienia. Zarówno część generująca wiązkę skanującą jak i część pomiarowa zostały właściwie przebadane dając pozytywny wynik a tym samym udowadniając postawioną tezę.

Stwierdzam, że w przedstawionej rozprawie Pan mgr inż. Michał Matusiak właściwie rozwiązał postawione zagadnienia, wyczerpująco uzasadnił sposób postępowania na każdym etapie badań, przyjął prawidłowe założenia do realizacji pracy i osiągnął zamierzony cel.

4. Oryginalność rozprawy, samodzielny i oryginalny dorobek autora

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

Tematyka badań prowadzonych przez Pana mgr inż. Michała Matusiaka w jego pracy doktorskiej jest aktualna. Osiągnięte wyniki są nową wiedzą i mają duży potencjał aplikacyjny. Temat pracy został wybrany prawidłowo. Samodzielny i oryginalny dorobek autora stanowi opracowanie założeń dotyczących budowy oraz sposobu działania akceleratora pod kątem możliwości przełączania energii promieniowania w trakcie trwania impulsu oraz opracowanie własnych metod pomiarowych i metodyki pomiarowej energii elektronów oraz opracowanie finalnego rozwiązania głowicy pomiarowej do dynamicznych pomiarów wiązek elektronowych. Finalnie zbudowano prototypowy akcelerator dwuenergetyczny z energią przełączaną sekwencyjnie w trakcie trwania impulsu dla zastosowań w akceleratorowych systemach kontroli towarów. W odniesieniu do stanu wiedzy i literatury światowej to na chwilę obecną nie oferuje się na rynku urządzeń umożliwiających zmianę energii elektronów padających na tarczę konwersji w trakcie trwania impulsu .

Stwierdzam, że treść zawarta w rozprawie odpowiada kryteriom pracy doktorskiej w zakresie samodzielnego i oryginalnego dorobku Autora.

5. Redakcja rozprawy

Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?

Praca ma 124 strony, zawiera 12 rozdziałów, w większości podzielonych na podrozdziały. Praca napisana jest w języku polskim. Układ rozdziałów i ich zawartość należy uznać za prawidłowy. Praca jest napisana językiem zrozumiałym. Ocenie nie podlegały język, poprawność stylistyczna oraz gramatyczna pracy. Niemniej jednak dla absolwentów filologii polskiej i purystów językowych praca stanowiłaby nie lada wyzwanie. Nie umniejsza to jednak wartości pracy i pod względem naukowym w zakresie dyscypliny elektronika praca zasługuje na wyróżnienie.

W rozdziałach 1 – 6 Autor przedstawił obszerne wprowadzenie do tematyki pracy przedstawiając rozwiązania obecnie stosowane i motywację do podjęcia badań przedstawionych w rozprawie, zasady działania struktur akceleracyjnych oraz metody pomiaru energii wiązki elektronów. W podrozdziale 4.1.4 przedstawiono tezę rozprawy oraz proces dowodowy w oparciu o 4 cele pośrednie. Najważniejszą częścią pracy są rozdziały 7, 8, 9 i 10. Zawierają one element twórczy, który stanowi około 50% objętości pracy. Rozdziały te szczegółowo przedstawiają kolejne etapy prac badawczych. Osiągnięcia poszczególnych kroków pośrednich są raportowane w rozdziale 9, 9.2 – cel 1, 9.4 – cel 2, 9.5 cel 3 oraz 9.6.2 - cel 4. Bardzo cenne informacje zawiera rozdział 10, która zawiera wyniki badań osiągow prototypu pod względem jakości generowanego promieniowania, w tym stabilności energii generowanego promieniowania w trybie dwu-energetycznym i rozkładu czasowego energii promieniowania. Rozdział 11 przedstawia wnioski końcowe z poszczególnych etapów realizacji badań naukowych, zaś rozdział 12 zawiera informacje o wkładzie autora pracy.

Autor nie uchronił się przed kilkoma niedociągnięciami, głównie w rozdziale 4 i rozdziale 10, jak np.:

- (1) wzory 22 i 25 – w obu użyto symbolu W dla energii i mocy;
- (2) str. 109 i str. 112 – referowanie do Tabeli 15 zamiast Tabeli 16;
- (3) str. 110 i str. 111 – 2 razy to samo zdanie.

W rozdziale 4 brakuje bardzo objaśnień symboli używanych we wzorach, co jest bardzo istotne przy skrótowym omówieniu najważniejszych zjawisk fizycznych występujących w elementach systemów akceleracyjnych.

6. Znaczenie pracy

Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk inżynierjno-technicznych?

Wyniki badań i prototypowania przedstawione w rozprawie mają bardzo duże znaczenie dla rozwoju nauk inżynierjno-technicznych. Opracowano system umożliwiający zmianę energii elektronów padających na tarczę konwersji w trakcie trwania impulsu tzw. *intra-pulse energy switching*, przeprowadzono badania uruchomieniowe i badania jakości generowanego promieniowania. Następstwem tych osiągnięć są dalsze prace badawczo-rozwojowe, między innymi zasygnalizowane we wnioskach końcowych pracy ulepszenie systemu kontroli modulatora poprzez wprowadzenie dodatkowych podsystemów odpowiedzialnych za kontrolę prądu w systemie zasilania działa. Dalszy rozwój systemów detekcji i akwizycji danych pozwoli na coraz to nowsze i szersze zastosowanie systemów bazujących na akceleratorach w życiu codziennym.

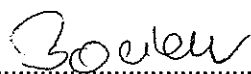
7. Do której z wymienionych kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

- a/ nie spełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy
- b/ wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania
- c/ spełniająca wymagania
- d/ spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem
- e/ **wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie**

Wniosek końcowy

Pomimo wystąpienia kilku niedociągnięć, praca prezentuje materiał o dużej wartości poznawczej, wskazującej na oryginalne i twórcze podejście do problematyki przedstawionej w tezie pracy. Poziom zawartego w pracy materiału i zaprezentowane wyniki spełniają warunki stawiane rozprawom doktorskim.

Podsumowując, stwierdzam że recenzowana rozprawa doktorska Pana mgr inż. Michała Sławomira Matusiaka spełnia warunki określone w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z dnia 21.06.2016 r., poz. 882) i wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologia Kosmiczne Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie mgr inż. Michała Sławomira Matusiaka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.


.....
podpis recenzenta