

miejsce pracy: Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów, Uniwersytet Warszawski

***KWESTIONARIUSZ- RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIE DLA RADY
NAUKOWE DYSCYPLINY INFORMATYKA TECHNICZNA I TELEKOMUNIKACJA
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ***

Tytuł rozprawy: Metoda oceny jakości wyników eksperymentów wzbudzeń kulombowskich z wykorzystaniem algorytmu genetycznego

Autor rozprawy: mgr inż. Daniel Andrzej Pięta

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)?

Autor podjął się rozwiązania ważnego zagadnienia, związanego z oszacowaniem niepewności wyników pomiarów prowadzonych w dziedzinie fizyka, specjalności fizyka jądrowa, a dotyczących własności elektromagnetycznych jąder atomowych. Praca ma charakter teoretyczny, ale z ważnym aspektem zastosowania w konkretnych badaniach. Do oszacowania niepewności autor posłużył się autorską metodą AH, która w oparciu o wyniki dostarczone przez algorytm genetyczny poszukujący minimum funkcji χ^2 na dużej przestrzeni możliwych rozwiązań, przy okazji bada przestrzeń rozwiązań zbliżonych do znalezionej minimum i na podstawie przyjętych kryteriów pozwala wyznaczyć niepewności.

Tezy pracy są jasno sformułowane:

1. Możliwe jest oszacowanie niepewności wyznaczenia wartości elementów macierzowych w analizie danych z pomiarów wzbudzeń kulombowskich w oparciu jedynie o próbkowanie przestrzeni rozwiązań przez algorytm genetyczny

2. Dokładność wyznaczenia niepewności przedstawioną metodą AH jest porównywalna z innymi metodami wykorzystującymi do estymacji niepewności wartości parametrów, a czas niezbędny do wykonania obliczeń jest znacząco krótszy.

W fizyce, a w szczególności fizyce jądrowej bezpośredni pomiar danej wielkości fizycznej często nie jest możliwy. Jądro atomowe to układ nukleonów, który może się znajdować w wielu stanach energetycznych, o różnych rozkładach ładunku elektrycznego. Emisja promieniowania gamma z jednego ze stanów jest bezpośrednio mierzona w eksperymencie, ale jej intensywność zależy od wielu innych podobnych przejść, jak też od kształtów rozkładu ładunku tych stanów. Tak więc analiza widma promieniowania gamma emitowanego przez wzbudzone jądro atomowe musi być prowadzona kompleksowo, uwzględniając schemat jego poziomów energetycznych. Taką możliwość dostarcza program GOSIA stworzony przed kilkadziesiąt laty przez dr hab. T. Czosnykę, dr D. Cline i dr Ching-Yen Wu, znajdujący minimum wieloparametrycznej funkcji χ^2 . Program ten jest używany w wielu laboratoriach na świecie, stąd też podjęcie się jego modernizacji jest w mojej opinii bardzo ważne dla całego międzynarodowego środowiska naukowców badających rozkłady pól elektromagnetycznych jąder atomowych.

2. 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?

Autor dogłębnie zapoznał się z czekającym go zadaniem uczestnicząc w pracach grupy fizyków jądrowych prowadzących badania eksperymentalne i wykorzystujących program GOSIA. W spisie publikacji można znaleźć prace poświęcone własnościom elektromagnetycznym jąder atomowych, których pan Piętaś jest współautorem. Są wśród nich bardzo ważne pozycje jak np. praca poświęcona izotopowi molibdenu i opublikowana w Physical Review C (nr 32). Spis liczy aż 137 pozycji. Ich dobór świadczy o dobrej orientacji autora we wszystkich zagadnieniach związanych z pracą.

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

Pan Piętaś postawił sobie za cel zbudowanie narzędzia, które pozwoli fizykom zajmującym się badaniami doświadczalnymi własności elektromagnetycznych jąder atomowych na efektywną analizę wyników pomiarów. Pierwszym etapem była jego praca magisterska, w której moduł programu GOSIA poszukujący minimum funkcji χ^2 (a więc wartości wielkości fizycznych opisujących własności pola elektromagnetycznego badanego izotopu) zastąpił nowoczesnym, bardziej efektywnym modułem wykorzystującym algorytm genetyczny (program JACOB swego autorstwa). Praca doktorska jest drugim etapem modernizacji programu GOSIA, który tym razem został uzupełniony modułem wyznaczającym niepewności pomiarowe wyznaczonych wcześniej wielkości fizycznych (program ScanRep swego autorstwa).

Głównym zagadnieniem do rozwiązania w pracy doktorskiej było stworzenie metody AH a następnie budowa programu ScanRep, szacującym niepewności pomiarowe w oparciu o wyniki uzyskane podczas procesu poszukiwania minimum funkcji χ^2 . Metoda pozwalająca na oszacowanie niepewności opisana jest w rozdziałach 4 i 5 pracy doktorskiej. Doktorant w przekonujący sposób uzasadnia jej wybór opierając się na informacjach zaczerpniętych z literatury, jak też przedstawia szeroką dyskusję przyjętych w niej założeń.

Metoda AH składa się z ośmiu etapów zgrupowanych w trzech modułach. W module wstępnego przetwarzania wybiera się punkty wokół znalezionych wcześniej minimów, próbując całą przestrzeń algorytmem genetycznym i odcinając punkty o zbyt wysokich wartościach. Następnie dalej ogranicza się ilość punktów definiując maksymalną ich gęstość i dokonuje ich grupowania wokół znalezionych minimów. Pozwala to na wyodrębnienie zbioru punktów leżących wokół głównego minimum. Zbiór ten poddawany jest analizie statystycznej co pozwala na ocenę jego jakości (moduł „analiza próbkowania”). Ostatni z modułów służy do wyznaczenia niepewności korzystając z zadanego poziomu ufności i metody najmniejszych kwadratów.

Działanie metody AH przedstawione jest bardzo poglądowo na przykładzie przypadku testowego, z licznymi ilustracjami wyników cząstkowych, a jej schemat zawiera tabela na stronie 128.

W metodzie AH doktorant wykorzystuje określone techniki rozwiązywania danego problemu, odwołując się do literatury. Z pewnością można te problemy rozwiązywać inaczej, jednak końcowy rezultat potwierdza poprawność wyboru dokonanego przez mgr Piętaś.

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?

W wyniku podjętych prac powstał system efektywnej analizy danych doświadczalnych,

znacznie rozszerzający możliwości programu GOSIA. Korzystając z programu GOSIA wyznaczono dotychczas własności elektromagnetyczne wielu izotopów, publikując wyniki w najbardziej prestiżowych periodykach naukowych, włączając NATURE. Mimo, że GOSIA pozostaje w użytkowaniu w wielu światowych laboratoriach przez ponad 30 lat, nikt dotąd nie dokonał tak radykalnego rozwinięcia tego programu.

Jak wspomniałem wyżej, autor rozprawy doktorskiej stworzył system analizy danych doświadczalnych, w którym program GOSIA jest tylko jednym z elementów. System opiera się na stworzonej przez autora metodzie AH wykorzystującej szereg programów komputerowych napisanych przez doktoranta. Powstało narzędzie do analizy danych bardziej doskonałe niż GOSIA, które bez wątpienia będzie stosowane w wielu laboratoriach fizyki jądrowej na świecie.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników /zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy/?

Rozprawa doktorska liczy prawie 200 stron, na których autor w sposób bardzo przejrzysty, bardzo ładną polszczyzną, przedstawia wyniki swojej pracy. Znalezienie błędu językowego w tej rozprawie nie jest łatwe. Wymieniłem tylko jeden - na stronie 24 nazwisko prof. Rohozińskiego napisane jest z błędem.

Opisując metodę wzbudzeń kulombowskich stosowaną w eksperymentach fizyki jądrowej mgr Piętak robi to bardzo pogładowo, z znajomością rzeczy, potwierdzając tym samym swój czynny udział w tych badaniach. Szeroką dyskusję nad przyjętymi metodami numerycznymi i nad wynikami ich zastosowania zawsze poprzedza krótki wstęp, co pozwala czytelnikowi o niekoniecznie informatycznym wykształceniu zorientować się w prowadzonych pracach. Autor posługuje się przykładami, by zilustrować wyniki. Tekst uzupełniają liczne rysunki i tabele. Na końcu, oprócz zwięzłego podsumowania, autor przedstawia możliwe kierunki dalszych działań, a także jasno odpowiada na pytanie, czy tezy postawione we wstępie zostały w wyniku podjętych działań zrealizowane. Pracę kończą dodatki zawierające szczegóły stworzonych programów oraz ich wzajemnej komunikacji.

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

Zilustrowanie wyników rozprawy przykładami to jej zaleta. Jednak przykład przedstawiony w rozdziale 6, ilustrującym zastosowanie metody AH do analizy rzeczywistych danych doświadczalnych uzyskanych w eksperymencie przeprowadzonym metodą wzbudzeń kulombowskich, pozostawia niedosyt. Mianowicie, zastosowanie stworzonego narzędzia do analizy danych dotyczących izotopu ^{132}Ba doprowadziło do dwóch równorzędnych rozwiązań, o bardzo zbliżonych wartościach funkcji χ^2 . Dokładniejsze przyjrzenie się wyznaczonym wartościom wielkości fizycznych pokazuje jednak, że są to wartości czasami bardzo różne. Brakuje mi w tym miejscu komentarza autora, zaznajomionego przecież z eksperymentami z fizyki jądrowej, jak te dwa rezultaty traktować z punktu widzenia fizyka - eksperymentatora.

Brakuje mi w tym miejscu także profesjonalnego potraktowania wielkości fizycznych – doktorant nie podaje jednostek, nie tłumaczy, dlaczego przyjęto przedstawione w tabeli 6.1 takie właśnie zakresy zmienności tych wielkości.

Jeszcze bardziej dokuczliwym jest brak porównania wyników uzyskanych metodą AH z wynikami uzyskanymi programem GOSIA. Takie porównanie byłoby najlepszym potwierdzeniem drugiej tezy pracy doktorskiej. Podczas publicznej obrony chętnie usłyszę od autora dlaczego takiego porównania nie przedstawił.

Jak napisałem, rozprawa jest napisana dobrą polszczyzną, bez nadużywania żargonu typowego dla fizyków czy też informatyków, co jest jej zaletą. Jednak zbudowane przez autora narzędzie znajdzie

także zastosowanie w laboratoriach zagranicznych. Język polski będzie tu więc przeszkodą. Mam nadzieję, że instrukcja użytkownika zbudowanego systemu analizy danych będzie napisana w języku angielskim i w ten sposób ta „wada” zostanie zniwelowana.

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

W wyniku rozprawy powstało narzędzie, które znajdzie zastosowanie w badaniach podstawowych z dziedziny fizyki, specjalności fizyka jądrowa. Narzędzie to program ScanRep, będący rozwinięciem programu GOSIA, znanego i używanego w wielu laboratoriach, stad też będzie miało ono z pewnością szerokie i międzynarodowe zastosowanie. Autor planuje rozwijanie programu ScanRep i uzupełnienie go o graficzny interfejs użytkownika. Program będzie jeszcze jednym polskim wkładem do metody wzbudzeń kulombowskich, powszechnie stosowanej w pomiarach własności elektromagnetycznych jąder atomowych.

8. Do której 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

Przedmiotem przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego związanego z uzyskiwaniem wiarygodnych wielkości fizycznych określających rozkłady pola elektromagnetycznego dowolnych izotopów, z eksperymentów wykorzystujących technikę wzbudzeń kulombowskich. Autor pokazał, że można oszacować niepewności wyznaczenia tych wielkości posługując się algorytmem genetycznym. Pokazał też, że czas wykonywania obliczeń jest krótszy niż w przypadku stosowanego dotąd programu GOSIA. W rozprawie nie przedstawił szczegółowego porównania uzyskanych wyników z wynikami programu GOSIA, jednak z seminarium wygłoszonego kilka miesięcy temu na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego przez dr Pawła Napiorkowskiego wiem, że to porównanie wypada korzystnie. Uważam, że przedstawiona rozprawa spełnia z nadmiarem wymagania stawiane w ustawie Prawo o Szkolnictwie Wyższym z dnia 20 lipca 2018 roku.

