

Prof. dr hab. Elżbieta Bereś-Pawlik  
Ul. Warciańska 18  
54-128 Wrocław

Wrocław, 4 grudnia 2019 roku

## **Recenzja pracy doktorskiej**

Mgra inż. Roberta Pietrzaka pt.:

### **ANALIZA I KOREKTA BŁĘDÓW AMPLITUDOWO FAZOWYCH WYWOŁANYCH WIBRACJAMI PTZYRZĄDU W SPEKTROMETRZE FOURIEROWSKIM**

Praca doktorska została wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Mirosława Rataja, zatrudnionego w Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk.

Pan mgr inż. Robert Pietrzak w swojej rozprawie doktorskiej, na 129 stronach zawarł wyniki swoich prac projektowych, teoretycznych oraz badań literaturowych. Praca zawiera 81 rysunków i wykresów. Prezentacja graficzna pracy, bogata i jasno zaprezentowana pozwala na zrozumienie zawartych opisów rozważań teoretycznych oraz uzyskanych dzięki nim wyników teoretycznych obliczeń. W spisie literatury autor podaje 49 pozycji, do których się odwołuje, w tym do dwóch własnych publikacji. Przegląd literatury dotyczy literatury związanej z tematem pracy doktorskiej. Na końcu rozprawy autor nie podaje spisu swoich publikacji, niemniej ten spis został mi udostępniony, z niego wynika że Pan Robert Pietrzak jest autorem i współautorem w 3 pozycjach z tzw. Listy JCR (w tym jedna gdzie Pan Robert Pietrzak jest pierwszym autorem) i 10 publikacji w materiałach konferencyjnych. Dodatkowo Pan Robert Pietrzak przedstawia spis projektów z jego udziałem, w tym:

1. Zdalne wykrywanie i identyfikacja skażeń biologicznych z wykorzystaniem zaawansowanych metod optoelektronicznych” - PBZ-MNiSW-DBO-03/I/2007, Projekt MNiSW, a następnie NCBiR, grudzień 2007 – marzec 2011,
2. Realizacja fazy C/D i E projektu systemu pozycjonowania MPOI eksperymentu MERTIS w ramach misji BEPI COLOMBO - Projekt MNiSW, nr. COLOMBO/273/2006 (instrument, który zostanie wysłany na Merkurego), lipiec 2008- grudzień 2013,
3. Projekt “Określenie parametrów dynamicznych, układów elektronicznych za pomocą analizy modalnej i harmonicznej”, Grant no. N501 014 32/1531), Komitet Badań Naukowych,

4. ATHENA phase a/b science instrument module (sim) study for a large x-ray telescope, WFI (WIDE FIELD IMSAGER) Na Pokładzie Satelity ATHENA. Projekt I Wykonanie Dwóch Podsystemów: Filter Wheel Assembly (FWA) ( Zespół Koła Z Filtrami) Oraz Power Distribution Unit(PDU) - System Rozdziału Mocy, ESA, Science Core Technology Programme (CTP), maj 2016 – grudzień 2019,
5. Fine Guidance System (FGS) misji ESA ARIEL (Atmospheric Remotesensing Infrared Exoplanet Large-survey) – M4 mission. Faza B1 akronim FGS/ ARIEL, ESA w ramach programu Prodex, wrzesień 2018 – grudzień 2019,
6. Design of the DLR Earth Sensing Imaging Spectrometer, DESIS Pointing Unit faza B2 i C, German Aerospace Agency, czerwiec 2015 - maj 2016,
7. „Pi of the Sky”, The Pi of the Sky is a system of detectors designed for continuous observation of night sky looking for optical flashes of astrophysical origin, in particular for Gamma Ray Bursts. 2009-2010,
8. Mars Express, PFS (Planetary atmospheric Fourier Spectrometer), ESA, 2004-2008.

### **1. Tematyka pracy doktorskiej**

Zasadniczym zadaniem pracy doktorskiej pana mgr inż. Roberta Pietrzaka była analiza i korekcja błędów wywołanych wibracjami elementów składowych spektrometru fourierowskiego. Analizę taką można przeprowadzić poprzez symulację komputerową sygnału rejestrowanego przez detektor, obciążonego zniekształceniami amplitudowo-fazowymi. Praca doktorska została wykonana w Zespole Pana Profesora Mirosława Rataja, gdzie prace związane z urządzeniami budowanymi dla misji kosmicznych prowadzone są od wielu lat.

Urządzenia dla misji kosmicznych, szczególnie Planetarny Spektrometr Fourierowski jest niezwykle ważnym urządzeniem stosowanym w misji Mars Express. Zaistniała potrzeba korekcji danych pochodzących z Planetarnego Spektrometru Fourierowskiego Misji Mars Express. W tym celu, w niniejszej pracy doktorskiej rozszerzono i pogłębiono analizę wpływu wibracji na wynik pomiaru oraz zaproponowano metody korekcji wyników uzyskanych w spektrometrze fourierowskim.

### **2. Teza pracy doktorskiej**

Teza rozprawy doktorskiej została postawiona jasno i brzmi:

*Błędy pomiarów spektrometrem fourierowskim, powstałe na skutek wibracji instrumentu w przestrzeni kosmicznej, objawiające się jako zniekształcenia amplitudowo-fazowe są programowo korygowane.* W ramach pracy doktorskiej zostały postawione dodatkowe zadania, bardziej szczegółowe, które weryfikują powyższą tezę. Zadania, które

zostały zrealizowane w prezentowanej pracy doktorskiej wymienione są w rozdziałach trzecim, czwartym i piątym.

### **3. Zakres pracy doktorskiej**

Zagadnienia w rozprawie doktorskiej zostały podzielone na osiem rozdziałów, w tym na: rozdział pierwszy zawierający wstęp informujący w jakim obszarze wiedzy osadzona jest tematyka pracy doktorskiej, rozdział drugi informujący o teoretycznych podstawach spektrometrii fourierowskiej, rozdział trzeci zawiera analityczne rozważania błędów wynikających z działania wibracji na układ pomiarowy spektrometru fourierowskiego. Omówiono zniekształcenia fazowe, w tym wpływ nieosiowego ruchu cube-cornera, pozaosiowego położenie detektora oraz zniekształcenia sygnału mierzonego wynikające z modulacji amplitudowo-fazowej sygnału próbkującego. Omówiono również zagadnienia związane z nieliniową pracą detektora i przeprowadzono rozważania na temat nieliniowych zniekształceń sygnału mierzonego.

W rozdziale czwartym pracy doktorskiej pierwsza część tezy pracy doktorskiej została udowodniona i udokumentowana, poprzez opis metod korekcji zniekształconego sygnału detekowanego na skutek wpływu wibracji na tor pomiarowy. W rozdziale tym oprócz znanych metod przedstawiono metody, zaproponowane przez autora metody korekcji modulacji amplitudowo-fazowej sygnału próbkującego i mierzonego.

Rozdział piąty zawiera analizę jakościową wpływu poszczególnych zniekształceń toru pomiarowego na sygnał wzorcowy. Zarówno dla pojedynczej linii jak i dla widma ciągłego. Oszacowano również jakość zaproponowanych metod korekcji.

Rozdział szósty to komputerowy opis modelu pomiaru.

Rozdział siódmy to weryfikacja postawionej tezy oraz zadań przedstawionych w rozdziale czwartym dotyczących korekcji sygnału pomiarowego z wykorzystaniem danych pochodzących z Planetarnego Spektrometru Fourierowskiego misji Mars Express.

Rozdział ósmy to podsumowanie postawionych zadań i ich realizacji.

**Podsumowanie rozprawy jednoznacznie wskazuje na zrealizowanie zadań i udowodnienie postawionej tezy pracy doktorskiej.**

### **4. Ocena pracy doktorskiej**

Przedstawioną mi do recenzowania pracę doktorską oceniam wysoko.

Pan Robert Pietrzak pracował w zespole niemniej jednak widoczny jest dominujący udział doktoranta w prezentowanych pracach. Zawarty w rozprawie materiał świadczy o tym,

że pan mgr inż. Robert Pietrzak jest dojrzałym pracownikiem naukowym, posiadającym umiejętności zarówno samodzielnego formułowania problemów naukowych jak również ich rozwiązywania.

Należy jednak podkreślić, że Pan Robert Pietrzak trafił do znakomitej grupy badawczej, w której od lat rozwiązywane są problemy badawcze i techniczne związane z programami kosmicznymi a w szczególności z Programem Planetarnego Spektrometru Fourierowskiego misji Mars Express.

### **5. Uwagi krytyczne**

Układ pracy jest przygotowany i przemyślany, chociaż doktorant nie uniknął błędów w formułowaniu zdań, opisie zadań oraz opisie wprowadzanych rozwinięć wzorów matematycznych. Odnoszę wrażenie że praca była pisana pośpiesznie, bez należytej dbałości o szczegóły. Mam zastrzeżenia do sposobu opisu literatury. Pozycje [9] i [21] prawdopodobnie są innymi pracami doktorskimi z których korzysta doktorant, cytując je w swojej pracy. Należałoby to jasno przedstawić. Zauważyłam, że pewne pojęcia merytoryczne nie są wprowadzane w sposób systematyczny. Np. na stronie 41 znalazł się rysunek opisujący FOV, funkcja i jej znaczenie zostały opisane na następnych stronach. Wszystkie rysunki opisywane są w języku angielskim, prawdopodobnie są fragmentami innych publikacji lub projektów. Według mnie należało cytować prace z których rysunki zaczerpnięto. Prezentowana praca jest pracą mającą na celu poprawienie działania urządzeń działających w sondzie marsjańskiej. Traktuję ją jako pracę projektową i inżynierską, niemniej nigdzie nie spotkałam chociaż próby szacowania jakiego rzędu są wyliczane odchyłki w wymiarze fizycznym. Przykładowo na stronach 80, 82, 83, 88, 89, 90, 91, 93 przedstawiane są wykresy prezentujące zależności dla intensywności i transmisji. Trudno jest ocenić wyliczane zmiany jeśli nie znamy wartości ich wartości bezwzględnych. O literówkach i innych drobnych uchybieniach nie będę pisać. W podsumowaniu doktorant pisze, że uzyskano wyniki „doświadczalne”. Prosiłabym doktoranta o wyjaśnienie co to znaczy w przypadku prezentowanej pracy.

Prezentowana praca doktorska zawiera opis ogromnej pracy koncepcyjnej, badawczej i technicznej, prawdopodobnie realizowanej przez zespół. W związku z tym proszę o wyjaśnienie na publicznej obronie za co Doktorant czuje się szczególnie odpowiedzialny, proszę też o wskazanie osób, które uczestniczyły w niniejszej pracy.

## 6. Uwagi końcowe

Rozprawa Pana mgra inż. Roberta Pietrzaka pt. „Analiza i korekcja błędów amplitudowo fazowych wywołanych wibracjami przyrządu w spektrometrze fourierowskim” opisuje bardzo ważne i znaczące narzędzia do analizy procesu pomiaru widma za pomocą spektrometru fourierowskiego w przestrzeni kosmicznej. Przedstawione metody i narzędzia korekcji sygnału spektrometrycznego pozwalają uniknąć problemów związanych z destrukcyjnym wpływem czynników instrumentalnych na sygnał mierzony.

Przedstawione w punkcie 5 uwagi merytoryczne nie są w istocie krytyczne i nie umniejszają wysokiej jakości dysertacji.

**Podsumowując stwierdzam, że recenzowana przeze mnie praca w pełni spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie mgra inż. Roberta Pietrzaka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

**Biorąc pod uwagę wysokiej jakości aspekt aplikacyjny pracy doktorskiej Pana mgra inż. Roberta Pietrzaka pt. „Analiza i korekcja błędów amplitudowo fazowych wywołanych wibracjami przyrządu w spektrometrze fourierowskim” w mojej opinii, zasługuje ona na wyróżnienie.**

Z poważaniem,



Elżbieta Bereś-Pawlik