

Prof. dr hab. inż. Henryk MADURA  
Wojskowa Akademia Techniczna  
Instytut Optoelektroniki  
Zakład Techniki Podczerwieni i Termowizji  
00-908 Warszawa 46, ul. gen. Sylwestra Kaliskiego 2

Warszawa, dnia 06.12.2019 r.

## Recenzja rozprawy doktorskiej mgra inż. Roberta PIETRZAKA

Tytuł rozprawy:

**„Analiza i korekcja błędów amplitudowo - fazowych  
wywołanych wibracjami przyrządu w spektrometrze  
fourierowskim**

### 1. Cel badań i tezy rozprawy

Rozprawa doktorska mgra inż. Roberta Pietrzaka jest poświęcona analizie i korekcji błędów amplitudowo-fazowych wywoływanych wibracjami elementów składowych spektrometru fourierowskiego, który przesyła dane pomiarowe z przestrzeni kosmicznej. Wibracje są stałym czynnikiem towarzyszącym instrumentom satelitarnym pracującym na orbicie. Błędy np. w układach optycznych spektrometru (rozjustowanie zespołów optycznych) mogą powstać w spektrometrze w momencie startu rakiety oraz podczas drgań satelity na orbicie.

Praca liczy 133 strony, z tego 122 strony obejmuje zasadniczy tekst pracy, natomiast pozostałe strony to literatura oraz spis rysunków.

Głównym celem rozprawy było opracowanie nowej komputerowej metody korekcji niwelującej w szczególności instrumentalne błędy fazowe, błędy wywołane nieosiowością detektora, błędy próbkowania, błędy spowodowane zjawiskiem intermodulacji.

Takie sformułowanie celu rozprawy było możliwe przy przyjęciu następującej tezy:

**„Błędy pomiarów spektrometrem fourierowskim, powstałe na skutek wibracji instrumentu w przestrzeni kosmicznej, objawiające się jako zniekształcenia amplitudowo-fazowe są programowo-korygowane”.**

Cele i teza rozprawy są określone właściwie, tematyka jest aktualna i potrzebna, gdyż Planetarny Spektrometr Fourierowski jest bardzo ważnym urządzeniem w misji Mars Express i korekcja danych pomiarowych jest bardzo istotna.



## **2. Charakter rozprawy (teoretyczny, doświadczalny, konstrukcyjny)**

Recenzowana rozprawa ma charakter teoretyczno-doświadczalny. Jako podstawowe źródło danych do opracowania metod korekcji Doktorant stosuje dane z Planetarnego Spektrometru Fourierowskiego (PFS) Misji Mars Express. Autor do opracowania symulacji komputerowych stosuje znane jak i własne oryginalne metody korekcji modulacji amplitudowo-fazowej.

## **3. Sposób przeprowadzenia analizy źródeł (w tym literatury światowej).**

W przedstawionej do recenzji rozprawie Doktorant w trzech pierwszych rozdziałach przeanalizował światowe osiągnięcia dotyczące tematyki pracy doktorskiej. Autor podaje 49 pozycji literatury, które dotyczą zagadnień pracy, w tym w 2 pozycjach (nr 48 i 49) jest współautorem publikacji.

Sposób przeprowadzenia analizy źródeł odpowiada potrzebom rozprawy i należy uznać go za właściwy. Autor wykorzystał różnorakie źródła: publikacje, monografie, doktoraty, doniesienia konferencyjne.

Wybór pozycji z zakresu poprawy błędów amplitudowo-fazowych w spektrometrze fourierowskim jest trafny i wystarczający dla realizacji celów pracy, a sposób ich wykorzystania odpowiedni, co świadczy o dobrej umiejętności wyciągania wniosków z dostępnej literatury.

## **4. Rozwiązanie postawionego zadania; właściwość przyjętych metod i założeń**

Udowodnienie tezy rozprawy, która w szczególności zakłada, że stosując odpowiednie metody i oprogramowanie można skorygować błędy powstałe na skutek wibracji spektrometru fourierowskiego, objawiające się jako zniekształcenia amplitudowo-fazowe wymagało rozwiązania kilku istotnych problemów badawczych.

W rozdziale czwartym pracy część tezy została opisana i udowodniona ponadto w rozdziale tym Autor zaproponował własne metody korekcji modulacji amplitudowo-fazowej. W rozdziale siódmym zweryfikowano przyjętą tezę rozprawy w zakresie korekcji sygnału pomiarowego w oparciu o dane z Planetarnego Spektrometru Fourierowskiego misji Mars Express.

Rozdział ósmy to podsumowanie rozprawy i potwierdzenie realizacji zakładanych do osiągnięcia celów i zadań pracy.

Autor bez zastrzeżeń opisał wymagane do rozwiązania zadania, wykonał pracochłonne badania symulacyjne oraz udowodnił stawianą na wstępie rozprawy tezę.



## **5. Poprawność przedstawienia uzyskanych wyników (zwięzłość, jasność, umiejętność przekonywania, poprawność redakcyjna)**

Rozprawa zredagowana jest w sposób bardzo staranny, napisana ładnym językiem i posiada logiczny układ. Wyniki analiz teoretycznych i prac doświadczalnych przedstawione zostały w rozprawie w sposób zrozumiały i jasny. Wyniki te zaprezentowano na 81 rysunkach.

Na wyróżnienie zasługuje rozdział czwarty z opisem własnych metod korekcji modulacji amplitudowo-fazowej sygnału mierzonego i próbującego oraz opis opracowanego oprogramowania zaprezentowany w rozdziale szóstym.

## **6. Słabe strony rozprawy, jej główne wady**

Praca wykonana jest wręcz wzorowo i trudno doszukiwać się słabych stron rozprawy. Jednak dyskusyjne może być zamieszczanie rysunków z opisami angielskimi bez podawania z jakiej literatury zostały zaczerpnięte.

Ponadto w rozdziale czwartym rozprawy zaprezentowano szereg wykresów widmowych dla intensywności i transmisji, ale trudno z nich określić jakiej wielkości dotyczą obliczane zmiany bo nie podano wartości bezwzględnych.

W ramach dyskusji, proszę Doktoranta o szczegółowe omówienie wykresów ze stron 80, 83, 88, 90, 93.

## **7. Przydatność rozprawy dla nauk technicznych, przemysłu, obronności kraju**

Efekty mikrowibracji są stałym czynnikiem towarzyszącym instrumentom satelitarnym pracującym na orbicie. Szczególnie podatnym instrumentem na te wibracje jest spektrometr fourierowski i z tego powodu wskazanie metody korekcji danych jest istotnym osiągnięciem rozprawy.

Spektrometry fourierowskie są bardzo często stosowane w misjach kosmicznych dedykowanym planetom, w tym Ziemi. Spektrometr fourierowski stał się standardowym przyrządem do badań atmosfery ziemskiej a szczególnie do monitorowania zanieczyszczeń w ramach programów EUMETSAT oraz COPERNICUS. Z tego też względu bardzo wysoko oceniam przydatność recenzowanej pracy dla zastosowań technicznych.

Praca jest szczególnie przydatna do analizy procesu pomiarów widma za pomocą spektrometru fourierowskiego w przestrzeni kosmicznej. Opisane w pracy metody i narzędzia korekcji sygnału korygują wpływ drgań przyrządu pomiarowego.



## 8. Zaliczenie rozprawy do jednej z następujących kategorii

- a) *niepełniająca wymagań stawianym rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy,*
- b) *wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania,*
- c) *spełniająca wymagania,*
- d) *spełniająca wymagania z nadmiarem,*
- e) *wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie.*

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Roberta Pietrzaka zawiera wiele ważnych, oryginalnych rezultatów naukowych i spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim sformułowane w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Pracę uważam za wybitnie dobrą i proponuję rozważyć wniosek o wyróżnienie Autora rozprawy, jednocześnie wnioskuję o dopuszczenie dysertacji do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

**Warszawa, 6 grudnia 2019 roku**



.....  
**prof. dr hab. inż. Henryk MADURA**

