

Warszawa 6.05.2019

Prof. Andrzej Nowicki
Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
00-049 Warszawa
Pawińskiego 5B

POLITECHNIKA GDAŃSKA
WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA
Wpłynęło dnia 13.05.2019
l. dz. 170

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
dla Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa

Politechniki Gdańskiej

Tytuł rozprawy:

" AKUSTYCZNE ZOBRAZOWANIE MORSKICH OSADÓW DENNYCH "

Autor rozprawy: **mgr inż. Wojciech Szymczak**

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)?

Celem rozprawy było zbadanie i analiza zjawisk towarzyszących badaniu dna morskiego przy zastosowaniu małych częstotliwości bez obniżenia rozdzielczości obrazowania.

Autor sformułował ambitną tezę, że metody akustyczne umożliwiają klasyfikację osadów dennych w morzu i w elegancki sposób ją udowodnił, że dzięki wykorzystaniu nieliniowych własności parametrycznego obrazowania i przetwarzaniu kolinearnych wiązek ultradźwiękowych o dużych natężeniach o niewiele różniących się częstotliwościach, możliwe jest wytwarzanie fal wtórnych o częstotliwości różnicowej w pasmie kilkunastu-kilkudziesięciu kHz i o szerokości wiązki podobnej do pierwotnej fali dużej częstotliwości.

Przedstawiona do oceny rozprawa obejmuje 201 str. maszynopisu w tym 9 str. piśmiennictwa zawierającego 115 pozycji.

Praca jest bogato ilustrowana rysunkami i wykresami (183).

Praca ma charakter teoretyczno-doświadczalny.

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 sformulowano w sposób jasny i przekonujący?

Autor z dużą biegłością porusza się w aktualnej literaturze przedmiotu. Według mojego rozeznania sięgnął do głównych źródeł literaturowych dotyczących układów hydrolokacyjnych, modelowania przetworników i modelowania pola ciśnienia z uwzględnieniem zjawisk nieliniowych.

Wnioski z aktualnych danych literaturowych stały się podstawą do:

- autorskiego opracowania pomiarowego stanowiska laboratoryjnego oraz wykonanie badań na basenie badawczym.
- wyznaczenie charakterystyk pracy parametrycznego urządzenia echolokacyjnego.

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

Założenie przyjęte do realizacji celu pracy zostały prawidłowo sformułowane i postawione zagadnienie zostało właściwie zrealizowane.

Autor wyznaczył charakterystyki kierunkowe zastosowanej sondy parametrycznej. Wyznaczył warunki wiążące parametry wiązki z kształtem impulsów sondujących i przeprowadził eksperymentalne badania nieliniowych oddziaływań wiązek pierwotnych w ośrodku wodnym. Mgr Szymczak przeprowadził badania na wzorcach osadów dennych udowadniając możliwość klasyfikację przygotowanych wzorców. Przeprowadził interesującą analizę eliminacji wpływu pęcherzyków powietrza w sedymentach na ocenę tłumienia i prędkości propagacji fali w warstwach dna morskiego.

W rozdziale 6.3 mgr Szymczak opisał próby zastosowania opracowanej metody do wizualizacji wraków w Zatoce Gdańskiej i oceny jej skuteczności w porównaniu do metod z zastosowaniem sonarów bocznych i wielowiązkowych.

W końcowej części pracy (rozdział 7.5) autor podjął próbę wykorzystania macierzy parametryzacji sygnałów z echosondy parametrycznej sonaru bocznego i echosondy wielowiązkowej z 35 miejsc w Zatoce Gdańskiej do klasyfikacji osadów dennych, na podstawie prostego modelu sieci neuronowej.

Autor otrzymał bardzo dobre wyniki, 95% dokładności klasyfikacji trzech typy osadów dennych.

Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora.

Rozprawa doktorska Pana mgr. Szymczaka przedstawia bardzo dobrze usystematyzowane badania, począwszy od teoretycznych podstaw wytwarzania wąskich wiązek parametrycznych przy wykorzystaniu nieliniowej propagacji fal w wodzie do doświadczalnego obrazowania dna morskiego i analizy ech z osadów dennych w celu ich klasyfikacji.

Bardzo staranie i w przystępnej formie autor opracował paragraf 3, w którym przedstawił główne elementy zasadę generacji wyższych harmonicznych w czasie propagacji fal ultradźwiękowych w wodzie. Po przedstawieniu pełnego równania akustyki nieliniowej przechodzi do przybliżeń w postaci równań Westervelta i następnie KZK

kończąc na jednowymiarowym równaniu Burgersa. W kolejnych krokach przybliża czytelnikowi główne elementy towarzyszące nieliniowej propagacji, a mianowicie zmianie prędkości dla dodatnich i ujemnych ciśnień fali, zmianie tłumienia i w konsekwencji zmianie kształtu impulsów sondujących, co w ogólności wpływa na dyspersyjny charakter propagacji.

Powstawanie fali o częstotliwości różnicowej z dwu fal pierwotnych różniących się niewiele w częstotliwości (do kilkudziesięciu kiloherców) autor wyjaśnia na przykładzie przy wykorzystaniu równania Burgersa.

W kolejnym rozdziale 4 autor przedstawia teoretyczne podstawy propagacji fali parametrycznej w osadach dennych o różnych własnościach i strukturze (porowatość, ziarno itp.).

Model autora uwzględnia kątowne padanie fali, refrakcję i rozproszenie w świetle ogólnego równania sonarowego dla propagacji fali sprężystej w wodzie morskiej, zwłaszcza na granicy woda – osady oraz wnikania wiązki akustycznej w dno.

Bardzo istotny jest rozdział 5, w którym autor przedstawił badania eksperymentalne zastosowanych echosond.

Parametry sondy parametrycznej przedstawione są w paragrafie 5.11. Autor przeprowadził kalibrację echosondy parametrycznej w basenie modelowym Wydziału Oceanotechniki i Okrętownictwa. Kalibracja uwzględniająca kątowne padania wiązki lub/i napowietrzenie przestrzeni pod przetwornikiem jest moim zdaniem przedstawiona zbyt lapidarnie i z przedstawionych echogramów nie potrafiłem jednoznacznie przypisać specyficznego echa rozproszonego różnym kątom padania. Dotyczy to zwłaszcza podpisów pod rysunkami 5.1-5.4, które nie wyjaśniają szczegółów echogramu. Podpisy powinny być bardziej szczegółowe. Podobna uwaga dotyczy podpisów pod rysunkami 5.25-5.32. W wielu wydawnictwach panuje zasada, że rysunek z podpisem powinien być zrozumiały bez odnoszenia się do głównego tekstu.

W punktach 5.24 i 5.25 autor przeprowadza, szczególnie ważne dla pracy, badania pod kątem możliwości oceny własności osadów dennych i rozdzielczości wgłębnej.

Badania są poprawnie przeprowadzone, ale czytelność wyników byłaby znacznie ułatwiona gdyby zostały przedstawione w postaci tabelarycznej a nie tylko w postaci wykresów.

W dalszej części rozdziału 5 autor przedstawia wyniki serii pomiarów wykonanych w warunkach rzeczywistych w Zatoce Puckiej i Zatoce Gdańskiej z jednostek jachtowych Windspeel i Freija. W badaniach wykorzystał różnego rodzaju urządzenia hydroakustyczne, echosondę wielowiązkową, sonar boczny, a przede wszystkim echosondę parametryczną.

To bez wątpienia bardzo silny element pracy i dla recenzenta z głębi lądu, bardzo przekonujący.

Samodzielny i oryginalny dorobek autora to badania i wyniki przedstawione w rozdziałach 3- 7.

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

Praca jest napisana starannie z bardzo dobrymi i czytelnymi ilustracjami. Odniesienia do literatury są prawidłowe.

Znalazłem jednak kilkanaście usterek o charakterze redakcyjnym. Zły numer ryciny 5.60 i następnie całej serii rycin w rozdziale 7. Ryciny 7.3 do 7.13 powinny mieć numery 7.11 do 7.21.

Moim zdaniem materiał ilustracyjny jest zbyt obszerny, co najmniej kilkanaście rycin można usunąć. Może wtedy nie pojawiłaby się błędna numeracja.

Pozycje literatury do 100 do 115 są sformatowane inaczej niż poprzednie 99 pozycji.

Podsumowanie:

Autor przebadał teoretycznie, wykonał badania laboratoryjne i zastosował sondę parametryczną umożliwiającą generację fali o częstotliwości różnicowej w zakresie od kilku do kilkunastu kiloherców i pozwalającej na penetrację warstw nawet do głębokości pięćdziesięciu metrów.

W pracy zaprezentował podstawowe elementy teorii związanej z nieliniowymi właściwościami ośrodka, przedstawił opis oraz analizę wyników badań laboratoryjnych, oraz pomiarów z wybranych rejonów Zatoki Gdańskiej. Wprowadził autorskie oprogramowanie wraz z zaimplementowanymi metodami wizualizacji oraz klasyfikacji osadów dennych z wybranego akwenu pomiarowego.

Przedstawiona przez mgr.inż. Wojciecha Szymczaka praca ma nie tylko poznawczy charakter, ale może przyczynić się do postępów w klasyfikacji osadów w Bałtyku.

Pomimo kilku uwag krytycznych i uwag redakcyjnych, uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr.inż. Wojciecha Szymczaka spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim i w związku z tym stawiam wniosek o dopuszczenie jej do publicznej obrony.