

**RECENZJA**  
**rozprawy doktorskiej**  
**mgr inż. Hanny Piotrkowskiej-Wróblewskiej**

„Wyznaczanie parametrów skóry ludzkiej *in vivo* za pomocą ultradźwięków wysokiej częstotliwości”

**Podstawa formalna**

Na podstawie uchwały Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN z dnia 28 lutego 2013 r. powołano mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Hanny Piotrkowskiej-Wróblewskiej. Zgodnie z pismem Zastępcy Przewodniczącego Rady Naukowej IPPT PAN z dnia 6 marca 2013 r. przedstawiam ocenę rozprawy doktorskiej pt.: „Wyznaczanie parametrów skóry ludzkiej *in vivo* za pomocą ultradźwięków wysokiej częstotliwości”.

**Ocena ogólna rozprawy doktorskiej**

Temat rozprawy został dobrany właściwie i dotyczy bardzo ważnego problemu naukowego. Jego celem praktycznym jest wspomaganie diagnostyki stanu skóry ludzkiej metodą nieinwazyjną, z wykorzystaniem urządzenia ultradźwiękowego promieniującego fale o wielkiej częstotliwości w paśmie od 10 MHz do 35 MHz. Tak dobrana tematyka pracy doktorskiej implikuje określone zadania w zakresie analizy rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w środowisku o właściwościach fizycznych odpowiadających skórze ludzkiej. Szczególnie ważną cechą metody jest jej rozdzielczość przestrzenna, tj. rozdzielczość głębina i kątowna. Na tym bowiem opiera się zasada wykrywania zmian chorobowych skóry. W oparciu o analizę sygnału odbitego od określonego obszaru, który jest przedmiotem

zainteresowania, powinno się wykryć różnice jakie istnieją w postaci obrazu akustycznego odpowiadającemu obrazowi obszaru skóry zdrowej i objętej zmianami chorobowymi.

W tym kontekście Autorka rozprawy analizuje zjawiska absorpcji oraz rozpraszania wstecznego. Ponadto wprowadziła statystyki rozpraszania w przestrzeni rozkładu Rayleigh'a i rozkładu K.

### **Ocena osiągnięć Doktorantki**

W trakcie realizacji rozprawy doktorskiej mgr inż. Hanna Piotrkowska-Wróblewska dokonała analizy zjawisk zachodzących w trakcie rozchodzenia się podłużnej fali sprężystej w tkance ludzkiej, ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk tłumienia fali i rozpraszania fali. Czynniki te posłużyły do oceny ilościowej różnic pomiędzy sygnałami odbitymi od obszarów tkanki (skóry ludzkiej) zdrowej i chorej. Ponadto wprowadziła statystyki sygnałów rozproszonych, skupiając się na rozkładzie zwanym K, w którym dodatkowo analizuje parametr tego rozkładu nazywany parametrem M.

Moim zdaniem, ważne jest przedstawienie modelu skóry ludzkiej zdrowej i chorej, objętej nowotworem zwanym podstawnokomórkowym. Wydaje się, że najważniejszą sprawą w rozpoznawaniu i identyfikacji skóry ludzkiej jest wydzielenie w obrazach akustycznych, otrzymanych przez zastosowanie ultrasonografów o wielkiej częstotliwości, możliwie dużych ich różnic. To ułatwi wykrywanie i identyfikację przez osoby, które nie są profesjonalnie związane z zaawansowanymi technologiami ultrasonograficznymi. Ma to bezpośredni związek z modelami skóry objętej nowotworem.

W oparciu o przedstawione modele wykonano badania modelowe wprowadzające elementy strukturalne charakterystyczne dla obszarów objętych nowotworem. Na tej podstawie oszacowano ich wpływ na zmienność parametru M, który związany jest z efektywną liczbą elementów rozpraszających.

Wcześniej wykonano badania o charakterze doświadczalnym stosując fantomy tkankowe jak również dane zebranych wyników badań pacjenta z obszarów dotkniętych nowotworem podstawnokomórkowym oraz skóry zdrowej. Dane przedstawiono w podrozdziale 5.4.4.

### **Podsumowanie**

Tematyka rozprawy jest ważnym przyczynkiem związanym z zastosowaniem ultrasonografów wielkiej częstotliwości w diagnostyce zmian chorobowych skóry ludzkiej. W

ramach pracy wykonano obszerne badania związane z wykorzystaniem techniki ultradźwiękowej w badaniu zarówno rzeczywistej skóry ludzkiej, jak również jej fantomu tkankowego. Przeanalizowano echa sygnałów odbitych i na ich podstawie stworzono rozkłady statystyczne, które porównano z rozkładem K. Analizowano wpływ parametru M badanego miarą liczebności rozpraszaczy.

Stworzono model skóry ludzkiej i postaci kombinacji geometrycznej elementów rozpraszających. Wykonano symulacje w oparciu o te modele. Otrzymano zależności współczynnika rozpraszania w funkcji częstotliwości. Podano histogram rozkładu amplitud dla modelu skóry zdrowej.

### **Wniosek końcowy**

Na podstawie przedstawionej rozprawy doktorskiej, której treść zawiera wyniki badań doświadczalno-numerycznych dotyczące analizy obszarów akustycznych skóry ludzkiej stwierdzam, że Doktorantka mgr inż. Hanna Piotrkowska-Wróblewska rozwiązała problem naukowy stosując właściwą metodologię. Wykorzystana literatura została właściwie dobrana i stanowi aktualny stan wiedzy związanej z tematyką rozprawy. Uzyskane wyniki świadczą, że wiedza Doktorantki w tym zakresie pozwala na przedstawienie wniosku o dopuszczenie do publicznej obrony przedstawionej rozprawy zgodnie ze stosownymi przepisami w tym zakresie (ustawa z dnia 14.03.2003r. o stopniach i tytule naukowym).

Szereg uwag, głównie o charakterze redakcyjnym, zawarto w załączniku do recenzji.

  
Eugeniusz Kozaczka

## ZAŁĄCZNIK DO RECENZJI

### rozprawy doktorskiej

mgr inż. Hanny Piotrkowskiej-Wróblewskiej

**Uwagi do rozprawy doktorskiej** pt.: „Wyznaczanie parametrów skóry ludzkiej *in vivo* za pomocą ultradźwięków wysokiej częstotliwości”:

1. Niektóre tytuły rozdziałów w spisie treści są niezgodne z tytułami rozdziałów w pracy, np.: rozdział 3.1, 3.1.2, 3.5, 5.1;
2. Numeracja rysunków i wzorów w niektórych rozdziałach jest niezgodna, np.:
  - rozdział 2 – po rys. 2.7 jest 2.10 oraz po wzorze (2.4.11) jest wzór (2.4.13);
  - rozdział 6 – tabela 6.2 na str. 89 i na str. 93 też tabela z numerem 6.2, przez co w tekście na stronie 92 nie wiadomo, której tabeli dotyczy wzmianka „przedstawiono w tabeli (Tab. 6.2)”;
  - rozdział 7 wzór na str. 96 ma numer (5.1.2); rysunek o numerze 7.7 jest dwukrotnie tzn. na str. 104 i 107, przez co w tekście na stronie 107 niejasny zapis „Na podstawie ... (Rys. 7.7)” oraz str. 110 – niejasny zapis, bo po przedstawieniu zależności do numeru (7.5.13) powołano się na tej stronie na zależność (7.6.1), która pojawia się na stronie 112;
3. Str. 75 – Autorka pracy powołuje się na treść rozdziału 5.1.1, który nie istnieje;
4. W pracy występuje wiele błędów redakcyjnych, np.:
  - str. 16 – przecinek w złym miejscu „showed that the, decrease”;
  - str. 24 – brak spacji „śledziona[35]”;
  - str. 25 – brak kropki na końcu zdania „... w oparciu o rozkład K”;
  - str. 49 – odmiana „pasma impulsu mierzona”;
  - str. 88 – „objętości pomorowej”;
  - str. 107 – rozdział 7.5.2 brak akapitu na początku
5. W pracy często występuje słowo „ilość” w miejscu gdzie powinno być „liczba”, np.: str. 23, str. 42 – ilość rozpraszaczy – powinno być liczba;
6. Str. 19 – fale o niższych częstotliwościach – zastąpić na fale o mniejszych;
7. Str. 20 – jak najwyższych częstotliwości – zastąpić jak największej częstotliwości;
8. Str. 22 – RF – *Radio Frequency* odnosi się do fal elektromagnetycznych;
9. Str. 29 – dystans U – powinno być wychylenie;
10. Str. 30 – rys. 2.2 – fali powinno być fali płaskiej, naprężenie nie jest siłą;
11. Str. 33 – rozproszenie nie jest związane z tłumieniem fali;

12. Str. 34 – wzór (2.2.6) – powinno być do  $c^3$ ;
13. Str. 37 – poprzecznik – zastąpić przekrój poprzeczny;
14. Str. 37 – różnicowy kąt bryłowy – zastąpić elementarny kąt bryłowy;
15. Str. 42 – funkcją Bessl'a – zastąpić funkcją Bessel'a;
16. Str. 45 – od wiersza pierwszego do końca akapitu opis jest niejasny oraz okna Hanning – zastąpić okna Hanninga;
17. Str. 113 – „przebieg sygnału RF długości 2mm” – a powinno być 2  $\mu$ s (jak na rys. 7.13).