

**Recenzja rozprawy doktorskiej:
„Multidimensional Modulations in Modern Digital Communications
Systems „
autorstwa mgr inż. Tomasza G. Markiewicza**

1. Cel i charakter rozprawy

Praca dotyczy trzech, w zasadzie wyczerpujących tematykę modulacji wielowymiarowych, obszarów badawczych a mianowicie:

- metod budowania konstelacji wielowymiarowych spełniających odpowiednio zdefiniowane wymagania takie jak minimalizacja średniej energii sygnału oraz eliminacja w nim składowej stałej,
- metod (algorytmów) przyporządkowywania (etykietowania) punktom konstelacji ciągów bitów w taki sposób aby zminimalizowana została wartość średnia odległości Hamminga pomiędzy ciągami reprezentującymi „przyległe” punkty konstelacji (uogólnienie kodowania Gray’a mające na celu minimalizacji prawdopodobieństwa błędów),
- metod optymalnego lub suboptymalnego odbioru sygnałów z modulacjami wielowymiarowymi.

Rozprawa ma charakter teoretyczny i jakkolwiek tezy rozprawy nie zostały sformułowane *explicite*, rozumiem że Autor rozprawy postawił sobie za cel uzyskanie nowych, interesujących, teoretycznych rezultatów w każdym z trzech powyższych obszarów badań.

2. Wyniki rozprawy z uwzględnieniem oryginalnych osiągnięć Autora oraz uwagi ogólne

W każdym z rozważanych w pracy trzech obszarów badań Autor uzyskał oryginalne, interesujące rezultaty.

I tak algorytmy budowania konstelacji wielowymiarowych spełniających odpowiednio zdefiniowane wymagania takie jak minimalizacja średniej energii sygnału oraz eliminacja w nim składowej stałej zostały omówione w rozdziale 5, opartym na czterech autorskich publikacjach w tym w komunikacie zgłoszonym do *IEEE Communications Letters*. Wyniki symulacji wykazały że proponowane autorskie rozwiązania konstelacji wielowymiarowych dają dla wysokich wartości E_b/N_0 istotny zysk modulacyjny (w odniesieniu do referencyjnych modulacji 4 QAM, 16 QAM i 64 QAM) jednak kosztem pogorszenia jakości transmisji dla małych E_b/N_0 co czyni ich zastosowanie praktyczne nieoczywistym rozwiązaniem .

Metody etykietowania dla konstelacji wielowymiarowych zostały przedstawione w rozdziale 6 oraz w dwóch artykułach skierowanych do *IEEE Communications Letters* i *IEEE Transactions on Communications*. Zaproponowany przez autora algorytm etykietowania daje zysk w granicach 0.2dB – 0.55dB i ma znacząco lepsze własności od powszechnie uprzednio stosowanych.

Nowe metody odbioru sygnałów z modulacjami wielowymiarowymi zostały przedstawione w rozdziale 7 oraz publikacji na konferencji *International Symposium on Wireless Communication Systems*. Opisano w nich został i przebadany autorski algorytm “ hypercube demodulator” charakteryzujący się własnościami detekcyjnymi zbliżonymi do demodulatorów referencyjnych przy jednoczesnym zmniejszeniu nakładów obliczeniowych o rząd wielkości.

3. Uwagi szczegółowe

Zdaniem recenzenta cele rozprawy należy uznać za dobrze postawione i osiągnięte a jej poziom naukowy za bardzo dobry. Oryginalność rozprawy nie budzi zastrzeżeń - praca jest rozwinięciem i podsumowaniem szeregu nowych koncepcji pierwotnie opublikowanych przez Autora w dobrych czasopismach.

Rozprawa charakteryzuje się dojrzałością toku prezentacji a jej strona redakcyjna sprawia korzystne wrażenie. Również angielszczyzna nie budzi zastrzeżeń.

4. Wnioski końcowe

Reasumując, uważam że praca spełnia z wyraźnym nadmiarem wymagania stawiane rozprawom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Wnioskuje także o nadanie rozprawie wyróżnienia.



(Andrzej Dąbrowski)