

Prof. dr hab. inż. Yevhen Yashchyshyn  
Politechnika Warszawska  
Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych  
Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych

Warszawa, 31 października 2018 r.

## RECENZJA

### Rozprawy doktorskiej

Opracowanej na zlecenie Dziekana Wydziału Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji  
Akademii Górniczo-Hutniczej im. St. Staszica w Krakowie

Tytuł rozprawy: Design of Dual-Polarized and Scanned-Beam Microstrip Antenna Arrays  
Operating in Microwave Frequency Range  
Autor rozprawy: Mgr inż. Izabela Słomian  
Promotor rozprawy: Dr hab. inż. Krzysztof Wincza  
Dziedzina: Nauki techniczne  
Dyscyplina: Elektronika

Przedmiotem pracy jest badanie mikropaskowych układów antenowych, które pozwalają na zmianę kierunku maksymalnego promieniowania i zapewniają pracę anteny na podwójnej polaryzacji. Badania obejmują zasilane szeregowo planarne układy antenowe o podwójnej polaryzacji, topologie sieci kształtowania wiązki, anteny wielowiązkowe, anteny z falą wyciekającą z pełnym zakresem skanowania wiązki od kierunku wstecz do kierunku w przód.

Zagadnienie naukowe podjęte w rozprawie ściśle się wiąże z udoskonalaniem rozwiązań technicznych stosowanych we współczesnych systemach komunikacyjnych wykorzystujących separację polaryzacyjną i przestrzenną w celu zwiększenia pojemności kanału telekomunikacyjnego. Oprócz wartości poznawczej, badania będące przedmiotem rozprawy doktorskiej mają potencjalne znaczenie praktyczne, a ich rezultaty mogą się przyczynić do rozwiązania problemów społecznych. Według prognoz prawie wszystkich poważnych międzynarodowych ośrodków naukowych, w najbliższych latach najszybciej rozwijającym się obszarem telekomunikacji będzie radiokomunikacja. Zwiększenie pojemności (liczby kanałów) i prędkości transmisji danych będzie osiągnięte dzięki: poszerzeniu zakresu przydzielonego widma, usprawnieniu podziału przestrzennego między kanałami, udoskonaleniu metod modulacji i kodowania, obniżeniu współczynnika szumów odbiorników, ulepszeniu zwielokrotnienia dostępu do kanałów i zmniejszeniu ochronnych marginesów częstotliwościowych lub czasowych. Szczególne znaczenie ma usprawnienie podziału przestrzennego między kanałami. Dotychczasowe badania pokazały, że w celu osiągnięcia zasadniczego zwiększenia pojemności kanału i prędkości transmisji w systemach ruchomych, nowe rozwiązania powinny być oparte przede wszystkim na przestrzennym tworzeniu



kanałów radiowych. Z tego powodu nastąpiło ogromne zainteresowanie antenami, które umożliwiają zmianę kierunku oraz polaryzacji promieniowania, to znaczy antenami, które mogą dostosowywać się do zewnętrznych warunków w przestrzeni elektromagnetycznej. Problematyka ta w ostatniej dekadzie należy do najbardziej dynamicznie rozwijających się dziedzin techniki antenowej. Intensywne prace badawcze w tej tematyce podjęły wszystkie liczące się ośrodki światowe.

Cele naukowe rozprawy sformułowano na str. 18. W moim tłumaczeniu (praca jest przedstawiona w postaci zbioru publikacji i napisana w języku angielskim) sprowadzają się one do trzech punktów: 1. Opracowanie planarnych, niskostratnych układów antenowych zapewniających w szerokim zakresie częstotliwości podwójną polaryzację promieniowania w kierunku prostopadłym do anteny. 2. Opracowanie nowych technik realizacji wielowiązkowych anten zasilanych za pomocą macierzy Butlera przy jednoczesnym wykorzystaniu technik wzbudzania pożądanego rozkładu pola w aperturze oraz rozwiązań umożliwiających pracę anteny w dwóch pasmach. 3. Opracowanie nowej anteny z falą wyciekającą o zwiększonym stosunku sektora skanowania do szerokości pasma pracy anteny. Osiągnięcie wymienionych celów wymagało rozwiązania wielu poważnych zagadnień naukowo-technicznych. Metodyka realizacji badań przeprowadzonych przez mgr inż. Izabelę Słomian jest oparta na uzasadnionych założeniach. Kompleksowe, i na rozważanym etapie wyczerpujące, podejście do opracowania i walidacji proponowanych rozwiązań jest wyróżniającą się cechą badań opisanych w rozprawie. Badania te przyniosły rozwiązanie postawionych problemów. Wyniki przeprowadzonych badań zostały przedstawione w dziewięciu artykułach opublikowanych w czasopismach wysokiej rangi oraz w wielu komunikatach konferencyjnych wygłoszonych na renomowanych konferencjach.

Struktura rozprawy nie jest typowa i trudno jest ocenić jej stronę redakcyjną. Treść Rozprawy w postaci publikacji została podzielona na trzy bloki, które obejmują między innymi:

1. nową klasę planarnych mikropaskowych układów antenowych o podwójnej polaryzacji zasilanych szeregowo, w których możliwie jest uzyskanie wiązki głównej w kierunku prostopadłym do płaszczyzny anteny w szerokim zakresie częstotliwości;
2. nowe topologie sieci kształtowania wiązki, które są zintegrowane z antenami wielowiązkowymi i "bezstratną" siecią kształtowania wiązki dla niejednorodnego pobudzenia wielowiązkowego szyku antenowego w tym dla szyków dwupasmowych;
3. nowe typy anten z falą wyciekającą o wąskim paśmie pracy, w którym realizowany jest szeroki zakres skanowania.

Mgr inż. Izabela Słomian zaplanowała i przeprowadziła badania dowodzące, że opracowane nowe rozwiązania cechują się większą funkcjonalnością w porównaniu do istniejącego stanu wiedzy. Wartość i znaczenie pracy zostały docenione przez innych badaczy społeczności



międzynarodowej. Oryginalne osiągnięcia naukowe mgr inż. Izabeli Słomian zostały opublikowane w wielu publikacjach. Każdy wyżej wymieniony blok tematycznych publikacji jest poprzedzony odpowiednim wprowadzeniem.

W odniesieniu do pierwszej grupy publikacji dotyczącej planarnych dwupolaryzacyjnych układów antenowych o kierunku wiązki prostopadłym do płaszczyzny anteny oraz podwójnej kołowej lub podwójnej liniowej polaryzacji zostały zaproponowane nowe wielowarstwowe rozwiązania złożone z parzystej i nieparzystej liczby promienników a wyniki badań są opublikowane w [1] - [7] , w tym trzy publikacje to artykuły w czasopismach *IEEE Trans. on Antennas and Propagation* oraz *IET Microwave, Antennas and Propagation*.

Druga grupa publikacji [8]-[14] dotyczy nowych topologii sieci kształtowania wiązki, które są zintegrowane z antenami wielowiązkowymi oraz teoretycznie z "bezstratną" siecią kształtowania wiązki zapewniającą niejednorodne pobudzenie wielowiązkowych szyków antenowych w tym szyków dwupasmowych. Zaproponowane rozwiązanie nie wykorzystuje skrzyżowanych linii transmisyjnych, co skutkuje obniżeniem strat. Ponadto, zaprezentowane zostały nowe metody obniżania poziomu listków bocznych bez zwiększania apertury anteny poprzez wykorzystanie dwupolaryzacyjnych promienników. Dodatkowym oryginalnym opracowaniem mgr inż. Izabeli Słomian w tej grupie są koncepcje dwupasmowych anten wielowiązkowych. Najważniejszymi publikacjami są artykuły w *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters* oraz *IEEE Trans. on Antennas and Propagation*.

W trzeciej grupie dotyczącej nowych typów anten z falą wyciekającą o wąskim paśmie pracy, w których zrealizowany jest szeroki zakres skanowania, zostały zaproponowane koncepcje złożonych linii transmisyjnych, a wyniki badań są opublikowane w publikacjach wymienionych w dorobku [15] - [19]. Najważniejszymi publikacjami są artykuły w *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*.

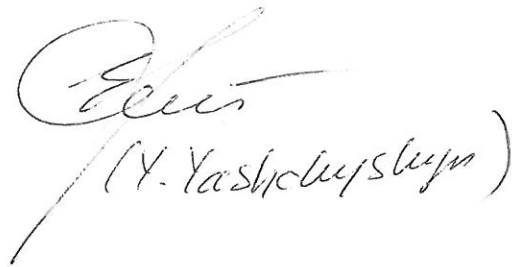
Moja ocena zakresu, wyników i prezentacji badań naukowych przeprowadzonych przez mgr inż. Izabelę Słomian w ramach ocenianej rozprawy doktorskiej jest bardzo wysoka. Jednak w niektórych przypadkach brakuje pewnych szczegółów, na przykład dla anteny z falą wyciekającą nie pokazano zysku anteny i nie wiadomo, jak jego wartość się zmienia ze zmianą kąta odchylenia wiązki, który deklaruję się od kierunku wstecznego do kierunku w przód. Jest to o tyle ważne, że na tej podstawie można ocenić stosowalność przedstawianego rozwiązania, uwzględniając fakt, że wyniki nie są potwierdzone eksperymentalnie. Czasem bowiem można wygenerować pożądaną charakterystykę kierunkową, przy niskiej sprawności promieniowania anteny.

Mgr inż. Izabela Słomian przedstawiła oryginalne rozwiązanie istotnego problemu naukowego w dziedzinie nauk technicznych. Kandydatka posiada wiedzę teoretyczną i praktyczną potrzebną do prowadzenia badań naukowych w dyscyplinie Elektronika. Stwierdzam w związku z tym, że Kandydatka spełniła wymagania Ustawy z 14 marca 2003 r.



o stopniach i tytule naukowym z późniejszymi zmianami (Dz. U., 27 września 2017 r., poz. 1789) i wnioskuję o dopuszczenie rozprawy doktorskiej do publicznej obrony.

Praca doktorska mgr inż. Izabeli Słomian wyróżnia się szerokim zakresem zawartości merytorycznej i wnikliwością analizy stanu wiedzy dotyczącego podjętego zagadnienia naukowego. Wysoko oceniam wkład intelektualny Autorki w opracowanie nowych rozwiązań z zakresu techniki antenowej. Biorąc pod uwagę wszystkie pozytywne aspekty ocenianej pracy, uważam ją za wybitnie dobrą, zasługującą na wyróżnienie.



(Y. Yashchuk)