

Prof. dr hab. inż. Jacek Stefański

Gdańsk, dnia 06.05.2024 r.

Politechnika Gdańska

Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki

Katedra Systemów i Sieci Radiokomunikacyjnych

ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

e-mail: jacstefal@pg.edu.pl

## RECENZJA

**osiągnięcia naukowego i aktywności naukowej**

**dra inż. Jakuba Nikonowicza,**

**ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego**

Podstawą wykonania niniejszej recenzji jest pismo dziekana Wydziału Informatyki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej (WiIT PP), prof. dr. hab. inż. Andrzeja Jaszkiwicza z dnia 05.03.2024 r. (DIiT-64-10/2024), który działając w zgodzie z pismem Rady Doskonałości Naukowej z dnia 13.02.2024 r. (DRKN.Z2.400.331.2023) oraz z uchwałą Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Poznańskiej z dnia 27.02.2024 r. (2024-27-195) powierzył mi rolę recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Jakubowi Nikonowiczowi (Habilitantowi) w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja. Zgodnie z art. 221 ust. 8 *Ustawy* z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2023 r. poz. 742) recenzja zawiera ocenę osiągnięcia naukowego Habilitanta oraz dodatkowo (pismo dziekana WiIT PP nr DIiT-64-10/2024 z dnia 05.03.2024 r.) ocenę Jego istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

### **1. Ocena osiągnięcia naukowego**

Ocenianym osiągnięciem naukowym, na które zgodnie z *Ustawą* wskazał Habilitant, jest cykl ośmiu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych ([JCR1] – [JCR6]) i w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych ([CON1] i [CON2]), pt. *Nowe metody statystycznego przetwarzania*

sygnałów na potrzeby ślepej detekcji w systemach komunikacyjnych i technologiach bezpieczeństwa następnych generacji.

Zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. b *Ustawy* oraz z *Poradnikiem*<sup>1</sup> opublikowanym przez Radę Doskonałości Naukowej, przesłanką warunkującą nadanie stopnia doktora habilitowanego jest m.in. jeden cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b *Ustawy*. Zatem artykuł [JCR1], włączony przez Habilitanta do wspomnianego cyklu powiązanych tematycznie artykułów, nie spełnia tego warunku, nie został opublikowany w ostatecznej formie i nie może być brany pod uwagę przy ocenie osiągnięcia naukowego.

Habilitant podjął ważną i aktualną tematykę badawczą, związaną z metodami detekcji nieznanych sygnałów BSS (*Blind Spectrum Sensing*) przesyłanych w kanale radiowym. Metody BSS umożliwiają identyfikację obecności sygnałów bez konieczności posiadania wcześniejszej wiedzy o ich parametrach. Umiejętność wykrywania nieznanych sygnałów ma szczególne zastosowanie w sieciach kognitywnych w kontekście współdzielenia zasobów radiowych i koegzystencji różnych systemów, w radioastronomii podczas wykrywania nieznanych sygnałów z odległych źródeł oraz w nowoczesnych systemach radarowych wykorzystujących pasywne źródła sygnałów. Warto zwrócić uwagę, że Habilitant po uzyskaniu stopnia doktora w 2019 roku na podstawie rozprawy zatytułowanej *Metoda detekcji stabilnego pola jako rozwinięcie metody detekcji energii nieznanych sygnałów* kontynuował tę tematykę badawczą w znacznie szerszym zakresie. Punktem wyjścia tych analiz stały się publikacje [JCR5] i [JCR6], zaliczone do osiągnięcia naukowego Habilitanta, które bezpośrednio są związane z wynikami uzyskanymi podczas przygotowywania wspomnianej rozprawy.

Według recenzenta, w myśl dobrych praktyk, aby w skład cyklu publikacji powiązanych tematycznie wchodziły jedynie prace, które zostały przygotowane na z góry ustalony temat, a ich opublikowanie następowało w sposób cykliczny, prace [JCR2] i [CON2] dotyczą odrębnego zagadnienia związanego z oceną jakości sekwencji liczb losowych i ich umieszczenie w tym cyklu było nieuzasadnione. Niewielką liczbę artykułów z tej tematyki również nie można traktować jako odrębny cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

---

<sup>1</sup> *Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego*, Rada Doskonałości Naukowej, Poradnik, 9 sierpnia 2023 r.



Mając powyższe na uwadze, w dalszej ocenie osiągnięcia naukowego Habilitanta brano pod uwagę jedynie pięć współautorskich publikacji [JCR3] – [JCR6] oraz [CON1].

Wykrywanie sygnałów użytecznych w kanale z addytywnym białym szumem gaussowskim AWGN (*Additive White Gaussian Noise*) stanowi istotne zagadnienie badawcze w telekomunikacji. Powszechnie używane metody do tego celu wymagają w pierwszej kolejności stosowania efektywnych technik wydzielenie próbek szumu z odbieranego sygnału. Ważne jest, aby techniki separacji charakteryzowały się niewielkim nakładem przetwarzania. Aby temu sprostać Habilitant zaproponował w [JCR5] modyfikację rozwiązania pierwotnie przeznaczonego do redukcji szumów impulsowych i wyznaczania tzw. tła szumowego. W efekcie tych prac powstał algorytm o niewielkim nakładzie przetwarzania oparty na filtracji ROF (*Rank-Order Filtering*). Efektywność pracy opracowanego algorytmu została sprawdzona na rzeczywistych sygnałach radiowych z pasma ISM (*Industrial, Scientific and Medical*) zarejestrowanych w środowisku przemysłowym. Algorytm ten w połączeniu z powszechnie stosowanymi algorytmami estymacji ML (*Maximum Likelihood*) i MVU (*Minimum Variance Unbiased*) skutecznie estymuje moc szumów w kanale oraz stosunek mocy sygnałów do mocy szumów SNR (*Signal to Noise Ratio*). Błąd estymacji RMSE (*Root Mean Squared Error*) tych parametrów nie przekraczał wartości 0,5dB, co należy uznać za znaczące osiągnięcie.

W pracy [JCR6] Habilitant przedstawił autorską metodę ślepego wykrywania sygnałów SFD (*Stable Field Detection*). Zaprezentowane podejście zwiększa skuteczność detekcji odbieranych sygnałów dla zadanych wartości SNR przy założonym prawdopodobieństwie fałszywych alarmów w porównaniu z dotychczas stosowanymi technikami ślepej detekcji sygnałów. Metoda ta jest również bardziej odporna na niestabilności wariancji szumu. Efektywność zaproponowanej metody została zbadana w uniwersalnym środowisku obliczeń matematycznych MATLAB (*MATrix LABoratory*). Analizie został poddany sygnał oparty na impulsie prostokątnym z przesunięciem częstotliwości w obecności szumu białego. Przykładowo, dla wartości SNR większych od -16dB, metoda SFD wykazuje mniejsze wartości prawdopodobieństwa fałszywego alarmu w porównaniu z innymi metodami. Z kolei, w praktycznie użytecznym zakresie pracy, w którym liczba fałszywych alarmów nie przekracza 10%, metoda SFD zapewnia poprawę o kilka decybeli w porównaniu do innych zbadanych przez Habilitanta detektorów.

Duży potencjał aplikacyjny wykazują dokonania Habilitanta opisane w kolejnych dwóch artykułach [JCR3] i [JCR4], które dotyczą odpowiednio metody analizy rozkładu szumu oraz metody filtracji statystycznej w zastosowaniu do ślepej detekcji sygnałów.

W pracy [JCR4] Habilitant zajął się problemem ślepego wykrywania sygnałów pochodzących ze źródła, które zmienia stan z aktywnego na nieaktywny w losowych momentach czasu. Wiąże się to z oszacowaniem wariancji szumu oraz stosunku mocy sygnału do mocy szumów. W efekcie tych prac został opracowany oryginalny algorytm dokładnego rozpoznawania próbek sygnału i szumu w zadanym przedziale czasowym odbieranego sygnału. Opracowany algorytm wykazuje się dokładnością na poziomie 87% w wykrywaniu próbek sygnału użytecznego nawet dla wartości SNR bliskich 0dB. W przypadku wysokoenergetycznych wąskich impulsów algorytm zapewnia do 97% prawidłowego rozpoznania próbki i pozostaje konkurencyjny w przypadku dwukrotnie bardziej złożonych obliczeniowo rozwiązań. Uzyskana dokładność w połączeniu z prostotą implementacyjną sprawia, że zaproponowane rozwiązanie charakteryzuje się wysokim potencjałem aplikacyjnym w technice radia kognitywnego.

Podobnie jak poprzednio, w artykule [JCR3] Habilitant skupił się na problemie ślepego wykrywania sygnałów nieciągłych, charakterystycznych dla transmisji w sieciach komórkowych 5G. Punktem wyjścia było zbadanie efektywności pracy metod detekcji opartych na analizie rozkładu statystycznego, zwanych testami dopasowania GoF (*Goodness-of-Fit*). Przeprowadzone eksperymenty dla różnych typów aktywności nadajnika, tj. zajętości kanału i wartości SNR, Habilitant wykazał w ogólności wyższość metod opartych na GoF nad innymi detektorami bazującymi na wartości energii wykrywanego sygnału nieciągłego. Stanowić to może cenną wskazówkę dla potrzeb implementacji ślepych detektorów sygnałów użytecznych we współczesnych sieciach komórkowych.

Najnowszy artykuł w dorobku Habilitanta [CON1] dotyczy zastosowania techniki uczenia maszynowego do ślepej detekcji nieznanymi sygnałów. W pracy zaproponowano autorskie podejście do przetwarzania sygnałów statystycznych poprzez wykorzystanie w tym celu funkcji dystrybuanty w nienadzorowanym procesie uczenia. Umożliwia to efektywne grupowanie odrębnych stanów transmisji bez przyjmowania założeń dotyczących określonych rozkładów szumu. Zaproponowana metoda została przetestowana na przykładzie impulsu gaussowskiego w szumie białym. Wyniki przeprowadzonych symulacji wskazują na dobrą wykrywalność nieznanymi sygnałów przy jednoczesnym utrzymaniu stałego wskaźnika fałszywych alarmów. Można zauważyć duży potencjał zaproponowanego rozwiązania w praktycznych zastosowaniach do skutecznej detekcji BSS, chociaż wymaga to przeprowadzenia dodatkowych prac porównawczych z innymi metodami uczenia maszynowego opartymi na statystyce.



Zaprezentowany powyżej cykl niewątpliwie powiązanych tematycznie publikacji naukowych zawiera szereg nowych i wartościowych metod i algorytmów, które umożliwiają zwiększenie efektywności pracy ślepego detektora nieznanymi sygnałami BSS.

Na zakończenie tego punktu warto sformułować kilka uwag krytycznych, które mają charakter ogólny:

- Analiza załączonych oświadczeń Habilitanta, określających Jego indywidualny wkład merytoryczny w powstanie poszczególnych publikacji z cyklu nasuwa pewne wątpliwości. Przykładowo, na podstawie oświadczenia Habilitanta złożonego do publikacji [JCR4] w postaci „skompilowanie wstępnego szkicu artykułu w celu przekazania wyników” recenzent nie jest w stanie określić wkładu Habilitanta w tę publikację. Podobne wrażenie ma się po lekturze wkładu merytorycznego Habilitanta do artykułu [JCR6], w którym czytamy „opracowanie metodologicznego podejścia do parametryzacji metody” – z pewnością Habilitant nie zajmował się „całą” nauką o metodach badań naukowych (metodologia), a jedynie zaproponował metodę, przy czym teraz wychodzi, że zaproponował „metodę do ... metody”. Ponadto, warto zwrócić uwagę, że sentencje nagminnie stosowane w oświadczeniach Habilitanta w postaci: „pisanie, redakcja i korekta artykułu naukowego”, „pełnienie roli nadzoru nad procesem publikacji” oraz „monitorowanie procesu publikacji” z pewnością nie są precyzyjnym opisem wkładu merytorycznego w powstawanie prac, stanowiących osiągnięcie naukowe Habilitanta.
- Nie najwyższa jakość redakcyjna autoreferatu związana przede wszystkim ze stosowanym przez Habilitanta nazewnictwem, przykładowo:
  - ✓ „detekcja energii” – skrót myślowy, mówimy o detekcji sygnału, a kryterium jakościowym jest wartość energii tego sygnału;
  - ✓ „wykrywanie widma” – podobnie jak powyżej, skrót myślowy, widmo sygnału, czyli postać tego sygnału w dziedzinie częstotliwości, zatem trudno mówić o jego wykrywaniu;
  - ✓ „podłoga szumowa” – w telekomunikacji powszechnie stosuje się nazwę „tło szumowe”;
  - ✓ „systemy/sieci komunikacyjne” – mówimy o systemach lub/i sieciach telekomunikacyjnych, zgodnie z nazwą dyscypliny, w której Habilitant ubiega się o stopień doktora habilitowanego;
  - ✓ stosowanie opisów na rysunkach w języku angielskim prowadzi do niespójności tekstu autoreferatu, który jest napisany w języku polskim;

- ✓ dziwią zatem tytuły podrozdziałów 3.1.1 i 3.1.2 w języku angielskim, skoro Habilitant zdecydował się na język polski;
- ✓ brak wyjaśnienia stosowanych skrótów, takich jak RMSE, FM, SNR, GNSS, FPGA, ASIC, chociaż niektóre z nich są powszechnie stosowane w środowisku telekomunikacyjnym, jednak nie zawsze zrozumiałe w obrębie dyscypliny naukowej. Konsekwencją tego może być zastosowanie przez Habilitanta tego samego skrótu (ML) do oznaczenia dwóch różnych pojęć.

Opisane powyżej przykładowe uwagi redakcyjne prawdopodobnie wynikają z bezpośredniego tłumaczenia z języka angielskiego, ale warto również w piśmiennictwie polskim wykazywać się wiedzą ekspercką, szczególnie gdy chodzi o doktora habilitowanego.

**Biorąc pod uwagę osiągnięcie naukowe w postaci cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych i w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych stwierdzam jednoznacznie, że dr inż. Jakub Nikonowicz wniósł znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja.**

## **2. Ocena aktywności naukowej**

Za istotną aktywność naukową Habilitanta należy uznać Jego współpracę ze szwedzką uczelnią wyższą Mid Sweden University (MIUN) z grupą badawczą Communication Systems and Networks, działającą w ramach centrum badawczego Sensible Things that Communicate. Współpraca ta trwa z przerwami od 2017 roku. W ramach tej współpracy powstały m.in. dwie publikacje [JCR4] i [JCR5] włączone do osiągnięcia naukowego Habilitanta. Ponadto, w ramach tej współpracy Habilitant wraz z pracownikami MIUN oraz Vilnius Gediminas Technical University z Litwy i Tallinn University of Technology z Estonii pozyskał finansowanie z Swedish Institute na realizację projektu pt. *SafeWork: Workforce Location Management for Safe Automated Industries*, którego realizacja rozpoczęła się w październiku 2023 roku.

Ponadto, w autoreferacie Habilitant wykazał załączki współpracy z następującymi ośrodkami akademickimi, w których w większości przebywał parę dni:

- Institute for Futures Technologies we Francji, w którym Habilitant zapoznał się z profilem działalności instytutu, jego infrastrukturą do prowadzenia badań oraz aktualnie podejmowanymi tematami badawczymi;



- FEMTO-ST Institute we Francji, w którym Habilitant uczestniczył w warsztatach poświęconych najnowszym osiągnięciom w dziedzinie nauk o czasie i częstotliwości;
- HU University of Applied Sciences Utrecht w Holandii, w którym Habilitant brał udział w zajęciach z głębokiego uczenia oraz sztucznej inteligencji;
- University of Technology Sydney w Australii, w którym Habilitant zapoznał się z infrastrukturą badawczą uczelni oraz projektami realizowanymi w jednostce.

Powyższe aktywności nie można zatem zaliczyć do istotnej aktywności naukowej Habilitanta realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej, gdyż działania te nie odegrały roli w tworzeniu Jego dorobku naukowego, a co za tym idzie nie wpłynęły na uzyskanie osiągnięć naukowych, które stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja.

**Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że dr inż. Jakub Nikonowicz nie wykazuje się istotną aktywnością naukową, która była realizowana w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.**

### **3. Podsumowanie i wniosek końcowy**

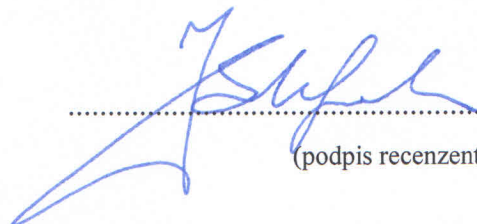
Osiągnięcie naukowe zatytułowane pt. *Nowe metody statystycznego przetwarzania sygnałów na potrzeby ślepej detekcji w systemach komunikacyjnych i technologiach bezpieczeństwa następnych generacji* w postaci cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych i w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, zawierające autorskie i wartościowe metody ślepej detekcji nieznanymi sygnałów, bazujące na:

- dopasowaniu statystycznym,
- filtracji statystycznej,
- statystycznej rozróżnialności stanów,

stanowią znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja.

**Biorąc powyższe pod uwagę można stwierdzić, że osiągnięcie naukowe dr inż. Jakuba Nikonowicza spełnia wymagania stawiane dla stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka**

techniczna i telekomunikacja, które zostały określone w art. 219 ust. 1 pkt 2, *Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2023 r. poz. 742).



.....  
(podpis recenzenta)

**Wykaz cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych i materiałach z konferencji międzynarodowych, wchodzących w skład ocenianego osiągnięcia naukowego Habilitanta**

- [JCR1] **J. Nikonowicz**, A. Mahmood, M. Ashraf, E. Björnson, M. Gidlund, *Indoor Positioning in 5G-Advanced: Challenges and Solution towards Centimeter-level Accuracy with Carrier Phase Enhancements*, IEEE Wireless Communications, 2023, doi: 10.48550/arXiv.2209.01183 (10.1109/MWC.023.2200633) – artykuł nie został opublikowany w ostatecznej formie w dniu składania wniosku i nie może być brany pod uwagę przy ocenie osiągnięcia naukowego Habilitanta.
- [JCR2] **J. Nikonowicz**, Ł. Matuszewski, P. Kubczak, *Sequence Alignment Algorithm for Statistical Similarity Assessment*, IEEE Access, vol. 9, pp. 102153-102160, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3098340 – artykuł dotyczy odrębnego zagadnienia związanego z oceną jakości sekwencji liczb losowych i jego umieszczenie w cyklu było nieuzasadnione.
- [JCR3] **J. Nikonowicz**, M. Jessa, *Gaussianity Testing as an Effective Technique for Detecting Discontinuous Transmission in 5G Networks*, IEEE Access, vol. 9, pp. 22186-22194, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3056735.
- [JCR4] **J. Nikonowicz**, A. Mahmood, M. Gidlund, *A Blind Signal Samples Detection Algorithm for Accurate Primary User Traffic Estimation*, Sensors, no. 15, pp. 1-11, 2020, <https://doi.org/10.3390/s20154136>.
- [JCR5] **J. Nikonowicz**, A. Mahmood, E. Sisinni, M. Gidlund, *Noise Power Estimators in ISM Radio Environments: Performance Comparison and Enhancement Using a Novel Samples Separation Technique*, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 68, no. 1, pp. 105-115, 2019, doi: 10.1109/TIM.2018.2833998.
- [JCR6] **J. Nikonowicz**, M. Jessa, *A Novel Method of Blind Signal Detection Using the Distribution of the Bin Values of the Power Spectrum Density and the Moving Average*, Digital Signal Processing, vol. 66, pp. 18-28, 2017, doi: 10.1016/j.dsp.2017.04.002.
- [CON1] **J. Nikonowicz**, M. Jessa, *Wideband Spectrum Sensing Utilizing Cumulative Distribution Function and Machine Learning*, International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM), Split, Croatia, pp. 1-6, 2023, doi: 10.23919/SoftCOM58365.2023.10271567.
- [CON2] P. Kubczak, W. Wozniak, **J. Nikonowicz**, Ł. Matuszewski, M. Jessa, *An Online Platform for Testing and Evaluating Random Number Generators*, International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM), Split, Hvar, Croatia, pp. 1-6, 2021, doi: 10.23919/SoftCOM52868.2021.9559127 – artykuł dotyczy odrębnego zagadnienia związanego z oceną jakości sekwencji liczb losowych i jego umieszczenie w cyklu było nieuzasadnione.