

RECENZJA

Cyklad publikacji pt. „Fuzja wielospektralnych informacji w sterowaniu ruchem dalmierza laserowego do wykrywania małych obiektów kosmicznych” sporządzona w związku z wystąpieniem dr inż. Tomasza Suchodolskiego o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne

1. Podstawa wykonania recenzji:

- Decyzja Rady Doskonałości Naukowej nr DRKN.Z2.400.11.2023 z dnia 24.04.2023 r.
- Uchwała Senatu Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego nr 99/WAT/2021 z dnia 21 grudnia 2021 r. w sprawie określenia „Sposobu postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego w Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego”.
- Uchwała Rady Dyscypliny Naukowej „Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne” Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego z dnia 17.05.2023 r.

2. Sylwetka naukowa kandydata

Dr inż. Tomasz Suchodolski w 2002 roku ukończył studia licencjackie na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach w zakresie fizyki informatycznej. Następnie podjął studia na Wydziale Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki Politechniki Wrocławskiej, które ukończył w 2005 roku uzyskując stopień magistra inżyniera elektroniki i telekomunikacji.

Stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektronika i telekomunikacja otrzymał 26 marca 2014 roku decyzją Rady Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki Politechniki Wrocławskiej na podstawie rozprawy pt.: „*Analiza sygnałów EMG za pomocą drzew decyzyjnych do sterowania bioprotezą dłoni*” (w otrzymanej dokumentacji bak potwierdzonej kopii dyplomu).

Kandydat w latach 2009 – 2010 był zatrudniony w Politechnice Wrocławskiej, gdzie prowadził zajęcia dydaktyczne (brak informacji o jednostce uczelni i stanowisku na jakim był zatrudniony). Następnie pełnił funkcję kierownika działu utrzymania ruchu w przedsiębiorstwie przemysłowym. Od 2015 roku do chwili obecnej pracuje na stanowisku

głównego inżyniera w stacji laserowej Centrum Badań Kosmicznych PAN w Borówcu k. Poznania, gdzie odpowiada za opracowywanie oraz wdrażanie technologii umożliwiających przestrzenne pomiary laserowe obiektów orbitalnych w postaci satelitów, członów rakiet oraz śmieci kosmicznych.

3. Ocena monografii oraz cyklu publikacji będących podstawą do uzyskania stopnia doktora habilitowanego

Dr inż. Tomasz Suchodolski jako osiągnięcie naukowe, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2 lit. a ustawy z dnia 20 lipca 2018r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” przedstawił jako podstawę do wszczęcia postępowania habilitacyjnego monografią naukową pt. *„Fuzja wielospektralnych informacji w sterowaniu ruchem dalmierza laserowego do wykrywania małych obiektów kosmicznych”* wydaną przez Akademicką Oficynę Wydawniczą Exit w ramach serii wydawniczej „Problemy współczesnej automatyki i robotyki” oraz 5 publikacji powstałych w latach 2018 - 2022 w tym trzy (PUB. 3, PUB.4, PUB.5 to prace wieloautorskie). Jest to cykl tematycznie spójny.

Monografia pt. *„Fuzja wielospektralnych informacji w sterowaniu ruchem dalmierza laserowego do wykrywania małych obiektów kosmicznych”* przedstawia opracowaną przez Habilitanta nową metodę monitorowania ruchu obiektów orbitalnych oraz deorbitacji zużytych elementów urządzeń (jak np. człony rakiet, fragmenty satelitów) krążących w przestrzeni określanych jako tzw. „śmieci kosmiczne”. Wprawdzie śledzenie z użyciem systemów laserowych obiektów znajdujących się na wysokościach od 350 km do 40000 km nie jest problemem, to już śledzenie podlegających deorbitacji obiektów bez retro reflektorów na wysokości od 100 km do 200 km wymaga nowych rozwiązań urządzeń i algorytmów ich sterowania. Lawinowy wzrost ilości śmieci kosmicznych (wg danych NASA) w następstwie dynamicznej eksploracji orbit (wynoszeniem kolejnych satelitów) wręcz zmusza do poszukiwania tego rodzaju rozwiązań. Znając trajektorię obiektu można wpływać na jego położenie by uniknąć kolizji z innym obiektem orbitalnym. Badania dr inż. Tomasza Suchodolskiego wychodzą naprzeciw tym potrzebom.

Osiągnięciem autora monografii jest opracowanie nowych algorytmów oraz technologicznych rozwiązań mających na celu poprawę jakościowej i ilościowej miary pozycyjnych danych obiektów orbitalnych. Wykazał, że poprzez akwizycję, klasyfikację oraz proces rozpoznawania obrazu możliwe jest wyznaczenie wektora zmian położenia obiektu względem osi widzenia teleskopu. Ten sposób sterowania pozwala na śledzenie obiektów, których

dynamika wykracza poza standardowe możliwości operacyjne dalmierza laserowego. Autor zaproponował powiększenie wymiaru wektora informacji o położeniu obiektu o (dotąd nie uwzględniane jako istotne) wartości kątowe pozyskiwane poprzez pasywną detekcję optyczną. Tak więc, wektor informacji o położeniu obiektu tworzą takie wartości jak: czas rejestracji, odległość od obiektu, wartość kąta azymutu oraz wartość kąta elewacji obiektu względem stacji naziemnej. Tą własną koncepcję sterowania systemem dalmierza laserowego na potrzeby określenia pozycji przestrzennej obiektu orbitalnego przedstawił Autor w rozdziale czwartym monografii. W szczególności, opisano strukturę systemu sterowania oraz sposób procedowania informacją o stanie układu. Wskazał też na możliwe do popełnienia błędy, które mogą wpływać na jakość procesu sterowania. Opracowany system fuzji sygnałów o stanie układu pozwala na zwiększenie dokładności danych o pozycji obiektów orbitalnych.

W ramach dorobku Habilitant przedstawił również pięć publikacji indeksowanych w bazie *Web of Science*, których sumaryczny współczynnik wpływu wynosi $IF = 16,057$ [PUB1]-PUB5]. Dwie z nich (PUB.1, PUB.2) są wyłącznie jego autorstwa, pozostałe to prace wieloautorskie, będące efektem badań zespołowych, w tym także współpracy międzynarodowej (PUB.5). Publikacje wchodzące w skład cyklu powstały w latach 2018 – 2022. Potwierdzony oświadczeniami współautorów udział habilitanta w tych publikacjach był pierwszoplanowy, ponieważ dotyczył opracowania oprogramowania sterującego na potrzeby pomiarów laserowych satelitów geodynamicznych oraz konstelacji nawigacyjnych z regionu orbitalnego MEO (PUB 3), a także algorytmów sterowania oraz rozwiązań technologicznych umożliwiających pomiary odległości do śmieci kosmicznych, jak i możliwości wykorzystania ciśnienia fotonowego do relokacji obiektów orbitalnych (PUB.4, PUB.5). Działania Habilitanta miały istotny wpływ na kierunek i powodzenie prowadzonych badań, a w konsekwencji, na naukową wartość wyników.

IF cyklu – 16,057, HI (WoS) - 5, Cytowania (WoS) – 70 (bez autocytowań).

4. Ocena dorobku publikacyjnego kandydata

Głównym celem naukowym prowadzonych przez habilitanta badań wnoszących wkład w globalny rozwój techniki laserowego pomiaru odległości do sztucznych satelitów Ziemi jest opracowanie nowych algorytmów, rozwiązań funkcjonalnych oraz nowatorskich integracji technologicznych mających na celu polepszenie miary jakościowej i ilościowej

pozyskiwanych danych pozycyjnych obiektów orbitalnych w odległości od 80 km do 42000 km, przy zachowaniu dokładności pomiaru odległości wynoszącej kilka centymetrów.

Dr inż. Tomasz Suchodolski poza cyklem publikacji „*Fuzja wielospektralnych informacji w sterowaniu ruchem dalmierza laserowego do wykrywania małych obiektów kosmicznych*” składającego się z monografii i 5 publikacji ma w swoim dorobku naukowym 8 prac indeksowanych w bazie JCR – w tym 6 powstałych po doktoracie, a także 3 rozdziały w monografiach (Postępy robotyki, Prace naukowe, Elektronika, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2010, 2012, 2018). Są to prace wieloautorskie - w 3 z nich Habilitant jest pierwszym autorem. Nadto, 12 referatów i komunikatów na krajowych (3) i zagranicznych (9) konferencjach naukowych - z tego 7 to referaty wygłoszone po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych.

Ponadto, habilitant jest autorem objętych ochroną 2-ch raportów dla Narodowego Centrum Sterowania i Testowania Środków Kosmicznych Ukrainy (2016) oraz raportu Analiza zagrożeń dla RP związanych w wykorzystaniem systemów satelitarnych obcych państw (2022).

Wskaźnikiem oryginalności i naukowej wartości publikacji Habilitanta jest 70 cytowań (bez autocytowań - wg WoS) prac opublikowanych przez Habilitanta oraz indeks Hirscha wynoszący 5. Sumaryczny współczynnik wpływu (IF) prac powstałych po doktoracie to $IF = 16,944$. Łącznie z publikacjami cyklu wynosi on $IF = 33,001$.

Dr inż. Tomasz Suchodolski od 2016 roku aktywnie uczestniczy w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów zagranicznych – głównie Europejskiej Agencji Kosmicznej. W latach 2016-2019 brał udział w 7 zakończonych projektach, a aktualnie jako podwykonawca uczestniczy w 2-ch projektach tej Agencji : „*Customised SST Software Elements in the SST Core Software and Expert Centre*” oraz „*Ocena polskiego małego teleskopu SST i operacje prototypowe*”.

Kandydat odbył też w latach 2016 – 2019 ściśle związane z wykonywanym zawodem staże w zagranicznych instytucjach naukowych:

- GFZ German Research Centre for Geosciences, Potsdam, Niemcy.
- Astronomical Institute of the University of Bern, Zimmerwald, Szwajcaria.
- Österreichische Akademie der Wissenschaften, Graz, Austria.
- Federal Agency for Cartography and Geodesy, Wettzell, Niemcy.
- European Space Agency, European Space Operations Centre, Darmstadt, Niemcy.
- Institut für Technische Thermodynamik (DLR), Stuttgart, Niemcy.

5. Ocena wkładu kandydata w rozwój dyscypliny naukowej

Wkład dr inż. Tomasza Suchodolskiego w rozwój uprawianej dyscypliny naukowej to opracowanie kilku nowatorskich metod oraz algorytmów zwiększających miarę jakościową oraz ilościową pozyskiwanych pomiarów laserowych do obiektów orbitalnych.

Do najważniejszych wyników uzyskanych przez habilitanta i przedstawionych w monografii oraz publikacjach stanowiących osiągnięcie naukowe w rozumieniu art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy, stanowiących jednocześnie istotny wkład autorski do nauki w obszarze dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne należą:

- a) opracowanie i uruchomienie nowatorskiego systemu dalmierza laserowego do śledzenia satelitów, członów rakiet, śmieci kosmicznych, znajdujących się w odległościach od 80 km do 42000 km, z wykorzystaniem teleskopu o średnicy lustra 65 cm,
- b) opracowanie i wykonanie systemu wspomaganie decyzji w zakresie obserwacji laserowych opartego na analizie śladu fotonowego rozproszonego od obiektów orbitalnych,
- c) opracowanie i wykonanie systemu wspomaganie decyzji w zakresie obserwacji laserowych opartego na analizie obrazu oraz danych efemerydalnych obiektów orbitalnych z uwzględnieniem warunków pogodowych,
- d) opracowanie i wykonanie systemu bezpieczeństwa obserwacji laserowych w oparciu o dane z radaru pasywnego bazującego na danych ADS-B,
- e) dostosowanie systemu dalmierza laserowego i uruchomienie obserwacji konstelacji nawigacyjnych (Galileo, GLONASS) w Centrum Badań Kosmicznych PAN.

Powyższe opracowania pozwalają na:

- pomiar odległości do satelitów operacyjnych,
- pomiar odległości do śmieci kosmicznych (uszkodzonych satelitów, członów rakiet),
- śledzenie i identyfikację obiektów orbitalnych o niepewnej efemerydzie lub mało znanej orbicie,
- śledzenie i identyfikację obiektów podlegających deorbitacji i zagrażających infrastrukturze naziemnej,

Potwierdzają one dobre przygotowanie Habilitanta do samodzielnej pracy naukowej ze szczególnym uwzględnieniem praktycznego wykorzystania wyników badań.

Dr inż. Tomasz Suchodolski jest członkiem:

- International Laser Ranging Service,
- EUROLAS (Międzynarodowej Służby Pomiarów Laserowych).

Jako członek komitetów programowych uczestniczył w pracach komitetów naukowych międzynarodowych konferencji:

- ILRS Technical Workshop, Laser ranging: „To improve economy, performance, and adoption for new applications”, Stuttgart, 2019.

- International Workshop on Laser Ranging, Kunming, Chiny, 2020.

Ponadto, był ekspertem w ramach Europejskiego Konsorcjum EUSST w zakresie techniki pomiarów laserowych oraz kosmicznej świadomości sytuacyjnej (2019 – 2020). Pełnił funkcję recenzenta w trakcie Conference on Aerospace Robotics, 2022. System Architecture for Development and Supervision of Robotic Astronomical Telescope, PAR 2022. Jest członkiem zespołu oceniającego w ramach konkursów o podział dotacji celowej na prowadzenie badań naukowych lub pracy rozwojowych oraz zadań z nimi związanych służących rozwojowi młodych naukowców i uczestników studiów doktoranckich w Centrum Badań Kosmicznych PAN.

Habilitant legitymuje się także znaczącymi osiągnięciami zakresie współpracy z sektorem gospodarczym. Przez 12 lat był związany z sektorem przemysłowym. W tym okresie opracował m. innymi:

- sterowanie przemysłowej zgrzewarki 20 punktowej wraz z automatycznym 2-osiowym stołem załadowniczym (sterowane 22 osie).

- sterowanie automatycznych linii produkcyjnych do wykrawania elementów metalowych.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

Dr inż. Tomasz Suchodolski w ramach (ograniczonych) możliwości wynikających z charakteru zatrudnienia (CBK nie prowadzi dydaktyki) był opiekunem praktyk zawodowych uczniów Zespołu Szkół Technicznych w Ostrowie Wielkopolskim realizowanych w latach 2018, 2019, a także opiekunem stażu 3-ch osób w ramach programu „Czas zawodowców BIS - zawodowa Wielkopolska”.

Ponadto, aktywnie uczestniczy w przedsięwzięciach popularyzujących naukę jak:

- Ogólnopolska Konferencja Uczestników i Sympatyków Programu Amateur Radio on the International Space Station w Polsce, patronat Kuratorium Oświaty w Poznaniu, 2016 i 2017 (członek komitetu programowego, prelegent)

- Polish Network Operators Group, 2017, 2019 (prelegent).

- Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Oddział Szczecin, 2019. Wykład specjalistyczny.

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Oddział Katowice - cykl wykładów specjalistycznych w latach 2012 - 2018.

Był autorem artykułów prasowych w National Geographic, Focus, Gazeta Prawna. Uczestniczył też w programach TVP Astronarium, POLSAT, Discovery Group. W latach 2015 – 2018, 5-krotnie nagradzany przez dyrektora CBK PAN.

Powyższe działania pozwalają pozytywnie ocenić dydaktyczną, popularyzatorską i organizacyjną aktywność Habilitanta.

7. Podsumowanie

Aktywność naukowobadawcza dr inż. Tomasza Suchodolskiego dotyczy projektowania i praktycznego wykorzystania dalmierzy laserowych do pomiaru odległości do obiektów orbitalnych - w szczególności układów sterowania, detekcji i przetwarzaniu sygnałów. Efekty pracy habilitanta były wielokrotnie weryfikowane i potwierdzone eksperymentalnie.

Dr inż. Tomasz Suchodolski posiada w swoim dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. Wykazuje się aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej. Aktywnie uczestniczy w popularyzacji uprawianej działalności.

Uważam, że dr inż. Tomasz Suchodolski spełnia wszystkie warunki określone w art. 219 ust. 1 pkt 1-3 Ustawy wymagane do dopuszczenia do procesu habilitacyjnego i jego kontynuacji.

Białystok, 30.07.2023 r.



