

Prof. dr hab. inż. Ryszard Szplet
Wydział Elektroniki
Wojskowa Akademia Techniczna
ul. Gen. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa

Warszawa, dn. 1.06.2024 r.

S E K R E T A R I A T
Rady Dyscypliny AEEITK

Wpłynęło dnia 27.06.2024
Zarejestrowano pod nr w. elektr.
Podpis fm

RECENZJA

**głównego osiągnięcia naukowego oraz pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych,
dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzatorskich dr. inż. Piotra Otfinowskiego
ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego**

Recenzja została przygotowana na podstawie decyzji Rady Doskonałości Naukowej oraz uchwały Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne (AEEITK) Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie (AGH) o powołaniu komisji habilitacyjnej w postępowaniu dr. inż. Piotra Otfinowskiego, na zlecenie dr. hab. inż. Ryszard Sroki, prof. AGH, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej AEEITK AGH, w oparciu o dostarczoną dokumentację, zawierającą w szczególności:

- wniosek Habilitanta o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego,
- poświadczoną kopię dyplomu doktorskiego,
- autoreferat zawierający informację o posiadanych dyplomach i stopniach naukowych oraz o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych, a także przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych Habilitanta,
- wykaz osiągnięć naukowych,
- deklaracje współudziału autorów w publikacjach stanowiących główne osiągnięcie naukowe,
- opis głównego osiągnięcia naukowego, stanowiącego znaczny wkład w rozwój uprawianej dyscypliny,
- wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych,
- list zapraszający z amerykańskiego ośrodka naukowego Fermilab.

1. Informacje podstawowe o Habilitancie

Dr inż. Piotr Otfinowski jest absolwentem Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, którą ukończył w 2009 r., uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera o specjalności *Sensory i Mikrosystemy*. Dyplom doktora nauk technicznych w dyscyplinie *Elektronika* uzyskał na macierzystym Wydziale AGH w 2015 r., w wyniku obrony rozprawy doktorskiej pt. „*Niskomocowe przetworniki A/C dla potrzeb wielokanałowych układów scalonych*”.

Habilitant jest pracownikiem Katedry Metrologii i Elektroniki, Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH, w której jest zatrudniony na stanowisku adiunkta. Początki współpracy z Katedrą, wówczas Katedrą Metrologii, Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki AGH, sięgają ostatniego roku studiów Habilitanta (2008-2009), kiedy to był

stażystą w Katedrze. Od 2011 roku nieprzerwanie jest zatrudniony na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH, pracując najpierw jako asystent (2011-2016), a następnie jako adiunkt (od 2016).

2. Ocena głównego osiągnięcia naukowego

2.1. Zawartość i spójność cyklu

Habilitanta przedstawił do oceny, jako zasadnicze osiągnięcie naukowe, wyodrębniony cykl powiązanych tematycznie publikacji zatytułowany „Rozwój pikselowych detektorów promieniowania jonizującego o wysokiej rozdzielczości przestrzennej”. Cykl ten zawiera 8 publikacji, z których 7 to artykuły w czasopismach indeksowanych na liście Instytutu Filadelfijskiego (5 w *Journal of Instrumentation* oraz po jednym w *IEEE Journal of Solid-State Circuits* i *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research*), a 1. to referat opublikowany w materiałach pokonferencyjnych (*IEEE International Conference on Electronics Circuits and Systems*).

W 5. przedstawionych do oceny publikacjach Habilitant jest pierwszym autorem, przy czym 1. publikacja jest wyłącznie jego autorstwa, a w 5. kolejnych jego udział autorski można uznać za zdecydowanie dominujący (nie mniej niż 70%). Jedynie w 2. publikacjach udział ten jest mniejszy, ale także znaczący (po 30%).

Publikacje zawarte w opiniowanym cyklu przedstawiają proces poszukiwania przez Habilitanta nowych metod przetwarzania sygnałów z pikselowych detektorów hybrydowych działających w trybie zliczania pojedynczych fotonów, w szczególności zaś dotyczą nowych algorytmów przetwarzania danych umożliwiających poprawę parametrów systemów z pikselowymi detektorami hybrydowymi. Dokumentują one cztery zasadnicze, wyróżnione przez Habilitanta, obszary Jego aktywności, które można sprowadzić do prac analitycznych i projektowych dotyczących:

- opracowania algorytmu rozpoznawania wzorców, umożliwiającego minimalizowanie wpływu podziału ładunku na rozdzielczość przestrzenną oraz dokładność detekcji zdarzeń pikselowych detektorów działających w trybie zliczania pojedynczych fotonów [publikacje I, II i VIII],
- rozwinięcia opracowanego wcześniej algorytmu rozpoznawania wzorców o możliwość wykorzystania widma wieloenergetycznego oraz w celu poprawy rozdzielczości energetycznej detektorów pikselowych [publikacje III - V],
- opracowania algorytmów sub-pikselowych, umożliwiających zwiększenie rozdzielczości przestrzennej detektorów pikselowych [publikacja VI],

oraz

- opracowania algorytmu pozwalającego na wyznaczenie geometrycznego środka ciężkości obiektu o dowolnym kształcie do aplikacji w detektorach pikselowych [publikacja VII].

Publikacje w cyklu pogrupowane zostały tematycznie, co ułatwia śledzenie rozwoju prezentowanych koncepcji i ocenę wkładu Autora w rozwój prezentowanych obszarów tematycznych. Należy podkreślić, że problematyka wszystkich publikacji zawartych w zbiorze przedstawionym do oceny dotyczy ściśle zagadnień związanych z algorytmami rozpoznawania wzorców nakierowanymi na poprawę parametrów pikselowych detektorów działających w trybie zliczania pojedynczych fotonów. Zatem zarówno spójność merytoryczna publikacji w zakresie analityczno-projektowym, jak i wspólna platforma technologiczna zastosowana do realizacji proponowanych rozwiązań powodują, że

przedłożony cykl należy bez wątpienia uznać za spełniający formalny warunek Ustawy dotyczący powiązania tematycznego prac przedłożonych do oceny.

2.2. Oryginalność i wartość naukowa wyników badań zaprezentowanych w ramach cyklu stanowiącego podstawę wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

Problematyka publikacji zawartych w recenzowanym cyklu dotyczy czterech zasadniczych obszarów, wymienionych w p. 2.1 niniejszej recenzji.

a) Pierwszy obszar badań Habilitanta, dokumentowany w Jego publikacjach, w tym w trzech [I, II i VIII] ujętych w cyklu zaprezentowanym do oceny, dotyczy zagadnień podziału ładunku w detektorze pikselowym i interakcji fotonu z detektorem, a głównym efektem prac w tym zakresie jest opracowanie algorytmu rozpoznawania wzorców, umożliwiającego redukcję wpływu podziału ładunku na rozdzielczość przestrzenną detektora. Przystępując do oceny jakości rozwiązań proponowanych przez Habilitanta w tym obszarze zauważyć należy, że prace w zakresie budowy detektorów pikselowych, z uwagi na ich szerokie zastosowania (np. diagnostyka medyczna, badania materiałowe, eksperymenty fizyki wysokich energii), prowadzone są na świecie od szeregu lat. W pracach tych uczestniczy także zespół badaczy z AGH, w którym przyszło pracować Habilitantowi. Naturalnym bodźcem do rozwoju w tym zakresie są zarówno zwiększające się systematycznie wymagania wobec parametrów nowoopracowywanych detektorów, jak i większe możliwości stwarzane przez dynamicznie rozwijające się technologie mikroelektroniczne, używane do wytwarzania detektorów. Pozwalają one między innymi budować detektory o coraz mniejszych rozmiarach piksela, co poprawia rozdzielczość i umożliwia pracę z wiązkami fotonów o dużym natężeniu. Jednakże, mniejsze rozmiary piksela skutkują, oprócz zwiększenia stopnia trudności w projektowaniu topograficznym układu, także wzrostem znaczenia efektu podziału wykrywanego ładunku dla dokładności detekcji zdarzeń pikselowych w detektorach działających w trybie zliczania pojedynczych fotonów. W tym kontekście prace Habilitanta jawią się jako ważne i aktualne.

W pierwszej pracy z tego zakresu (publikacja [I]) dokonano analizy wpływu różnych algorytmów alokacji trafień fotonowych na dokładność przestrzenną detektorów i poziom wiarygodności rejestracji trafień. Przeprowadzono także badania symulacyjne różnych algorytmów alokacji trafień, w tym (1) standardowego algorytmu zliczania pojedynczych fotonów (bez pełnej rekonstrukcji sygnału), (2) zaproponowanego wcześniej przez zespół z AGH algorytmu C8P1 oraz (3) nowego algorytmu SPR (Simple Pattern Recognition) opartego na analizie kształtu tzw. aktywnego sąsiedztwa, a nie na porównaniu amplitudy sygnałów z sąsiednich pikseli. Podejście takie zapewnia korzystniejsze efekty w zakresie niewykrytych zdarzeń, kosztem nieco zmniejszonej rozdzielczości przestrzennej. Zarówno algorytm rozpoznawania wzorców (SPR), jak i model symulacyjny detektora pikselowego pracującego w trybie liczenia fotonów, opracowany na potrzeby badań algorytmu, zostały zaproponowane i wykonane przez Habilitanta.

Analiza porównawcza znanych algorytmów alokacji trafień oraz autorskiego algorytmu PR (Pattern Recognition), będącego ulepszoną wersją zaproponowanego wcześniej algorytmu SPR, została następnie przez Habilitanta rozszerzona i pogłębiona, a jej wyniki zaprezentowane w publikacji [VIII]. Przeprowadzone badania potwierdziły zalety algorytmu PR, z których szczególnie ważną wydaje się znacznie zmniejszona złożoność obwodów przetwarzania rejestrowanego sygnału, przy zachowaniu dokładności alokacji trafień oferowanej przez bardziej złożone algorytmy. Cecha ta jest istotna przede

wszystkim dla hybrydowych detektorów pikselowych o bardzo małym rozmiarze piksela, a także realizowanych w warunkach limitowanej powierzchni układu scalonego.

Powyższe badania symulacyjne algorytmów alokacji trafień, dające obiecujące wyniki, zostały następnie rozszerzone i uzupełnione o weryfikację eksperymentalną (publikacja [II]). Habilitant w tym celu samodzielnie zaprojektował testowy układ scalony FRIC (Fine Resolution Integrated Circuit), wykonany w technologii CMOS 40 nm, w którym zaimplementował zaproponowany wcześniej algorytm rozpoznawania wzorców (PR). Implementacja algorytmu wymagała wykonania szeregu prac projektowych i badawczych, w tym między innymi opracowania kompletnego schematu elektrycznego i topograficznego układów odczytowych pikselowego detektora hybrydowego, przeprowadzenia szeregu symulacji (funkcjonalnych, post layoutowych), przygotowania oprogramowania kontrolnego umożliwiającego komunikację z układem scalonym i odczyt danych, a także przeprowadzenia pomiarów układu i analizę wyników. Warto zauważyć, że w torze przetwarzania sygnału z pojedynczego piksela Autor zaproponował dedykowany układ rozładowania, zgłoszony do ochrony w urzędzie patentowym w Stanach Zjednoczonych (G. Deptuch, P. Otfinowski *"Charge-Sensitive Amplifier with Pole-Zero Cancellation"* - provisional patent application no: 63/379,887). Badania testowe wykonanego układu potwierdziły wysoką skuteczność proponowanego algorytmu, w szczególności zaś istotną, względem metod stosowanych dotychczas, redukcję zarówno liczby fałszywych, jak i niewykrytych rejestracji fotonów. Ponadto algorytm ten charakteryzuje się stosunkowo dużą łatwością implementacji w odczytowym układzie scalonym, wspomnianą już małą zajętością powierzchni układu scalonego oraz krótkim czasem przetwarzania. Prace w opisanym zakresie dokumentowane są publikacjami, których Habilitant jest albo jedynym Autorem ([VIII]), albo miał w ich powstaniu dominujący udział ([I i II] udział po 70%).

b) W następnym etapie prac badawczych Habilitant kontynuował badania nad algorytmami alokacji trafień w detektorach pikselowych, zmierzając w szczególności do poprawy dokładności alokacji poprzez wykorzystanie informacji o energii fotonu padającego na detektor. Efekty tych badań zostały przedstawione w trzech kolejnych publikacjach [III - V]. W pierwszej z nich Habilitant zaproponował nowy algorytm kompensacji efektu podziału ładunku, a mianowicie algorytm Wieloprogowego Rozpoznawania Wzorców (Multithreshold Pattern Recognition, MPR). Algorytm rozróżnia 4 progi dyskryminacji i operuje wyłącznie w domenie cyfrowej, tj. na sygnałach wyjściowych z dyskryminatorów, co bez wątpienia jest jego zaletą. Klarowne jest też działanie algorytmu, który wpierw identyfikuje piksele biorące udział w rejestracji zdarzenia, tzw. aktywne sąsiedztwo, określa próg dyskryminacji adekwatny do energii fotonu, realizuje algorytm PR i określa piksel, do którego zdarzenie ma zostać przypisane. Wykonanie tych operacji wymaga jedynie nieco bardziej rozbudowanej komunikacji międzypikselowej niż to miało miejsce w oryginalnej wersji algorytmu PR. Algorytm został zaimplementowany w modelu układu odczytowego, opracowanym przez Habilitanta wcześniej i opisanym w [I], a następnie poddany badaniom symulacyjnym, które potwierdziły poprawność jego działania, a w szczególności wykazały, że stosując algorytm z uwzględnieniem progów dyskryminacji adekwatnych do energii fotonu, uzyskuje się minimalizację błędu alokacji.

W celu eksperymentalnej weryfikacji działania algorytmu został on zaimplementowany w układzie odczytowym MPIX (Multithreshold PIXels), wykonanym w technologii CMOS 130 nm i opisanym wraz z wynikami badań w publikacjach [IV] i [V]. Wyniki eksperymentu, wykonanego z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego o wiązce dwuenergetycznej (fluorescencje srebra – 22.16 keV

i cyrkonu – 15.77 keV), jednoznacznie potwierdziły dużą skuteczność algorytmu nie tylko w zakresie poprawnego lokowania trafień fotonów, ale również w kontekście możliwości rozróżnienia fotonów o różnych energiach pomimo efektu podziału ładunku. Prace badawcze w drugim etapie rozwoju algorytmu prowadzone były również z dominującym udziałem Habilitanta, co znajduje potwierdzenie w opisach wkładu autorskiego do adekwatnych artykułów (publikacja III – 70% udział Habilitanta, publikacje IV i V – po 30% udziału, tj. najwięcej spośród wszystkich współautorów).

c) W trzecim etapie realizacji swoich zainteresowań badawczych Habilitant skoncentrował się na eliminacji wady opracowanych wcześniej algorytmów związanej ze sposobem realizacji rekonstrukcji energii fotonu, opartej na sumowaniu sygnałów. Stosowana w nich procedura skutkuje m.in. zwiększeniem szumów układu i wydłuża czas martwy detektora, co może utrudniać jego skuteczne stosowanie w warunkach promieniowania o dużej intensywności. W związku z tym Habilitant zaproponował dwa nowe algorytmy alokacji, niewymagające sumowania sygnałów do poprawnego wykrycia oraz rozwiązania problemu podziału ładunku. Pierwszy z nich, algorytm arbitracji, oparty na porównaniu czasów trwania impulsów z wyjść dyskryminatorów, został fizycznie zrealizowany z użyciem układów arbitrażowych Seitz'a. Algorytm umożliwia przede wszystkim redukcję liczby fałszywych rejestracji wynikających z podziału ładunku. Drugi z algorytmów, sub-pikselowy, nakierowany głównie na zwiększenie rozdzielczości przestrzennej detektora powyżej wartości wynikającej z fizycznych rozmiarów piksela, zakłada podział pojedynczego piksela na 4 (w wariancie 2x2) lub 9 (w wariancie 3x3) mniejszych stref. Wariant dziewięciostrefowy algorytmu jest efektem integracji algorytmu arbitracji z algorytmem sub-pikselowym w wariancie 2x2. Dzięki przyjętym przez Habilitanta przemyślanym założeniom koncepcyjnym w odniesieniu do działania algorytmu sub-pikselowego, jego realizacja układowa nie jest szczególnie wymagająca i opiera się głównie na zastosowaniu oszczędnych powierzchniowo i mocowo zatrzasków asynchronicznych. Jest to ważna zaleta proponowanego rozwiązania.

Rozwiązanie to zostało wpięrow poddane badaniom symulacyjnym, a następnie zaimplementowane w prototypowym układzie scalonym SPHIRD (Small Pixel High Rate photon counting Detector), wykonanym w procesie technologicznym CMOS 40 nm. Wyniki badań potwierdzają duży potencjał zaproponowanych rozwiązań w zakresie precyzyjnego określania miejsca pojawienia się fotonu (fig. 7 i fig. 8 w [VI]). Przywołana publikacja, dokumentuje prace nad algorytmami, a opisy udziałów współautorów artykułu potwierdzają wiodącą rolę Habilitanta zarówno w aspekcie merytorycznym (m.in. opracowanie modelu symulacyjnego detektora pikselowego, opracowanie oraz implementacja algorytmów arbitracji oraz sub-pikselowych w układzie scalonym, przeprowadzenie symulacji modeli detektorów, dominujący udział w przygotowaniu manuskryptu), jak i ilościowym (70% udziału). Warto zauważyć, że praca ta została częściowo sfinansowana przez Europejski Ośrodek Promieniowania Synchrotronowego (ESRF) w Grenoble.

d) Za zwieńczenie dotychczasowych prac Habilitanta w zakresie projektowania algorytmów detekcji promieniowania w pikselowych detektorach pracujących w trybie zliczania fotonów można uznać rozwiązanie opisane w publikacji [VII], a dotyczące wyznaczania geometrycznego środka ciężkości obiektu o dowolnym kształcie. Zagadnienie to nabiera coraz większego znaczenia wraz z rozwojem technologii mikroelektronicznych i zmniejszaniem się rozmiaru charakterystycznego procesów technologicznych, skutkiem czego rośnie prawdopodobieństwo wykrycia chmury ładunku przez więcej niż jeden piksel. Na taką okoliczność Habilitant opracował algorytm COGITO (Center of

Gravity in a Temporal Object), zakładający przetwarzanie danych bezpośrednio w układzie scalonym i przyporządkowanie informacji o pojawieniu się fotonu tylko do jednego piksela, odpowiadającego środkowi ciężkości figury utworzonej przez wszystkie piksele, w których doszło do detekcji promieniowania. Przewaga proponowanego algorytmu nad innymi rozwiązaniami tego typu polega na przetwarzaniu danych bezpośrednio w detektorze, co pozwala na kompresję transmitowanej informacji, a przez to skrócenie czasu odczytu i w konsekwencji możliwość pracy z impulsami wejściowymi o większej intensywności. Algorytm COGITO został zaimplementowany w układzie scalonym zrealizowanym w technologii CMOS 55 nm, a jego działanie zostało poprawnie zweryfikowane dla obiektów o zróżnicowanych kształtach i rozmiarach. Warte podkreślenia są także wysokie parametry układu realizującego algorytm, zapewniającego m.in. bardzo krótkie czasy przetwarzania, rzędu dziesiątek nanosekund, i niski pobór mocy, wynoszący około 6 μ W/piksel/MHz. Zaproponowane rozwiązanie opisane jest w artykule [VII], który jest autorskim opracowaniem Habilitanta.

2.3. Podsumowanie

Cykl powiązanych tematycznie publikacji dr. inż. Piotra Otfinowskiego, przedstawiony do oceny jako dokumentacja głównego osiągnięcia naukowego Habilitanta, ilustruje konsekwentnie realizowany ciąg prac badawczych skoncentrowanych na problematyce projektowania scalonych układów do wykrywania promieniowania z użyciem pikselowych detektorów hybrydowych. Efektem prac Habilitanta jest szereg oryginalnych opracowań charakteryzujących się wysokimi parametrami i znacznym potencjałem aplikacyjnym. Wartą podkreślenia jest kompletność prowadzonych przez Habilitanta prac badawczych, obejmujących oprócz działań analitycznych i symulacyjnych także etapy implementacji układowej proponowanych rozwiązań i badań eksperymentalnych. Weryfikacja praktyczna nowych rozwiązań, choć wydaje się być nieodłącznym etapem badań, często jest zaniedbywana z powodu koniecznego dodatkowego nakładu pracy, środków i czasu. Jak wskazuje praktyka nie jest to postępowanie w pełni słuszne, bowiem mimo stosowania zaawansowanych narzędzi symulacyjnych i możliwie dokładnej analizy projektu wynikowego (np. symulacja post-layoutowa), wyniki badań eksperymentalnych mogą różnić się od wyników symulacji niekiedy dość znacznie. Ważne jest zatem, że Habilitant zdobywa się regularnie na dodatkowy wysiłek przeprowadzenia badań eksperymentalnych, potwierdzając jednocześnie w sposób nie budzący wątpliwości poprawność działania proponowanych rozwiązań układowych. Ponadto, uzyskane parametry opracowanych układów, skonfrontowane z adekwatnymi opracowaniami na świecie (np. w tabeli 1 w [II] lub podsumowaniu w [V]), świadczą o wysokiej jakości rozwiązań proponowanych przez Habilitanta. W świetle treści Autoreferatu i ocenianego cyklu publikacji, Habilitant jawi się jako kompetentny i kreatywny pracownik naukowy o szerokiej, dobrze ugruntowanej wiedzy w zakresie swoich zainteresowań.

Podsumowując ocenę dorobku naukowego przedstawionego w postaci wyodrębnionego cyklu powiązanych tematycznie publikacji objętych wspólnym tytułem „*Rozwój pikselowych detektorów promieniowania jonizującego o wysokiej rozdzielczości przestrzennej*” stwierdzam, że Habilitant ma umiejętność planowania i prowadzenia badań naukowych, wyciągania adekwatnych wniosków, dowiódł swoich umiejętności w zakresie projektowania złożonych scalonych systemów elektronicznych, a jego dorobek w tym zakresie stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej *Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne*.

3. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych i aktywności naukowej

Pozostały, czyli niezaliczony do ocenionego uprzednio osiągnięcia naukowego, publikacyjny dorobek naukowo-badawczy dr. inż. Piotra Otfinowskiego po doktoracie obejmuje w sumie 21 publikacji, w tym 6 artykułów wydanych w czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports, 2 artykuły w innych recenzowanych czasopismach, 9 referatów prezentowane na międzynarodowych konferencjach naukowych i 4 opublikowane międzynarodowe raporty badawcze. Publikacje te, to w dużej mierze materiał uzupełniający tematykę rozważaną w cyklu publikacji przedstawionych do oceny jako główne osiągnięcie naukowe, a także prezentujący syntetycznie wybrane wyniki badań Habilitanta związane z jego aktywnością w zakresie projektowania układów scalonych.

Łączny publikacyjny dorobek naukowy dr. inż. Piotra Otfinowskiego wykazany w dokumentacji przedstawionej do oceny obejmuje 73 pozycje, w tym 29 publikacji wydanych po uzyskaniu stopnia doktora. Artykuły z czasopism indeksowanych w bazie JCR zostały opublikowane w większości w periodykach naukowych o przeciętnych jak na publikowaną tematykę mikroelektroniczną współczynnikach oddziaływania (typowo – *Journal of Instrumentation*, IF = 1.415). Wyróżniają się w tym kontekście publikacje Autora w *IEEE Journal of Solid-State Circuits* (IF = 5.173) i *IEEE Transactions on Circuits and Systems II* (IF = 4.4). Na uwagę zasługuje spora aktywność Habilitanta w prezentowaniu wyników swojej działalności na konferencjach naukowych, głównie międzynarodowych. W ciągu 13 lat był to udział w 19 konferencjach o ugruntowanej pozycji, takich jak *IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference* i *International Workshop on Radiation Imaging Detectors*.

Wskaźniki bibliometryczne Habilitanta według danych z bazy *Web of Science*, określone przez Bibliotekę Główną AGH na dzień 30 listopada 2023 r., są następujące. Liczba wszystkich cytowań publikacji Habilitanta wynosi 329, a z wyłączeniem autocytowań 299. *Indeks Hirscha* ma wartość 6, a sumaryczny *Impact Factor* publikacji naukowych Habilitanta w czasopismach z listy JCR wynosi 29.114 (wg Habilitant IF = 35.6). Według danych z bazy *Scopus* liczba wszystkich cytowań prac Habilitanta wynosi 437, a z wyłączeniem autocytowań wszystkich współautorów 184. *Indeks Hirscha* ma wartość 9. Wskaźniki bibliometryczne prac Habilitanta są więc na dobrym poziomie, a stosunkowo duża liczba cytowań, jak na dość hermetyczną tematykę, świadczy o sporym zainteresowaniu środowiska efektami tych prac i o ich wysokiej jakości.

Habilitant aktywnie uczestniczył w realizacji 6 projektów badawczo-rozwojowych finansowanych przez NCN i NCBiR. Jednym z nich kierował, a w pozostałych pełnił rolę wykonawcy (4) lub głównego wykonawcy (1). Habilitant ma też doświadczenie w realizowaniu prac naukowo-badawczych we współpracy z ośrodkami innymi niż macierzysty, w tym z ośrodkami zagranicznymi. W latach 2010-2018 współpracował bowiem naukowo z niemieckim ośrodkiem badawczym GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH (Darmstadt), uczestnicząc w realizacji projektu nt. „*Development of a full-size prototype readout ASIC for the CBM Silicon Tracking System*”. Natomiast w latach 2020-2023 realizował prace w kooperacji z ośrodkami francuskimi, tj. z European Synchrotron Radiation Facility (Grenoble) i Synchrotron SOLEIL (Saint-Aubin), uczestnicząc w opracowaniach, odpowiednio, nt. „*Development of an efficient detector with small pixels and high count rate capabilities optimized for coherent X-ray scattering experiments and suitable to make optimum use of the ESRF-EBS*” oraz „*Fast prototype ASIC with three energy thresholds for hybrid pixel detector*”. Wynikiem realizacji dotychczasowych projektów, oprócz recenzowanych publikacji i raportów naukowych, jest między innymi przywołane wcześniej zgłoszenie patentowe do amerykańskiego urzędu patentowego.

Za osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne Habilitant był wielokrotnie wyróżniany przez Rektora AGH zarówno nagrodami indywidualnymi (w latach 2015-2020), jak i zespołowymi (2015, 2020, 2021).

Przedstawione do oceny pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze są w dziedzinie reprezentowanej przez Habilitanta wystarczające do spełnienia warunku nakładanego przez art. 219 ust. 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, o znacznym wkładzie autora w rozwój dyscypliny naukowej.

4. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

Habilitant aktywnie uczestniczy w działalności dydaktycznej macierzystego Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH, angażując się między innymi w organizację w 2014 r. nowego kierunku studiów *Mikroelektronika w Technice i Medycynie*, za co otrzymał wyróżnienie w postaci zespołowej nagrody dydaktycznej I stopnia Rektora AGH. W latach 2017 – 2021 był opiekunem koła naukowego „*Silicon Technologies*”, które powstało i działa przy tym kierunku studiów. Trudniej uwzględnić w ocenie zaangażowanie Habilitanta w realizację procesu dydaktycznego z uwagi na brak w dostarczonej dokumentacji informacji o prowadzonych zajęciach dydaktycznych, liczbie wypromowanych dyplomantów, czy recenzowanych prac dyplomowych. Można jednak sądzić, że pracując na uczelni jako adiunkt Habilitant prowadzi zajęcia dydaktyczne ze studentami, zwłaszcza że na stronie uczelnianego systemu USOS widnieje anons, iż jest koordynatorem 18 wykładanych tam przedmiotów.

W zakresie działalności popularyzującej naukę należy zauważyć między innymi udział Habilitanta w pracach Komitetu Głównego Ogólnopolskiej Olimpiady Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej, odbywającej się pod patronatem Ministra Edukacji i Nauki oraz Rektora AGH, w organizację której angażował się w latach 2014-2020. W 2019 roku Habilitant był członkiem Komitetu Programowego międzynarodowej konferencji 45th European Solid-State Circuits Conference (ESSCIRC/ESSDERC), koordynując prace recenzyjne i wybór prac w panelu Data Converters. W tym kontekście warto zauważyć wspomnianą już w recenzji aktywność konferencyjną Habilitanta, który prezentował wyniki swoich dotychczasowych prac na 19 konferencjach, głównie międzynarodowych. Habilitant był także siedmiokrotnie powoływany na recenzenta w renomowanym czasopiśmie *IEEE Transactions on Circuits and Systems*.

Współpraca międzynarodowa jest mocną stroną aktywności zawodowej Habilitanta. Na uwagę w tym zakresie zasługuje, przywoływana już w recenzji, współpraca z naukowcami z ośrodków synchrotronowych we Francji (Synchrotron Soleil, Saint-Aubin i European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble) oraz Niemczech (GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Darmstadt). Ponadto, Habilitant odbył dwa zagraniczne staże naukowe w amerykańskim ośrodku badań nad fizyką cząstek elementarnych Fermilab (Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia), w 2016 r. (9 tygodni) i w 2017 r. (7 tygodni). Podczas staży aktywnie uczestniczył w realizacji prowadzonych tam projektów badawczych, czego wynikiem są m in. publikacje [I], [II] i [VII], wchodzące w skład ocenianego cyklu.

Podsumowując, należy stwierdzić, że wobec wykazanego w dokumentacji zaangażowania w działalność dydaktyczną, popularyzatorską i w obszarze współpracy, w tym międzynarodowej, ocena dorobku Habilitanta w tych zakresach jest pozytywna.

5. Wniosek końcowy

Po zapoznaniu się zarówno z przedstawionym do recenzji cyklem publikacji, objętych wspólnym tytułem „*Rozwój pikselowych detektorów promieniowania jonizującego o wysokiej rozdzielczości przestrzennej*”, jak i całością dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego uważam, że dr inż. Piotr Otfinowski spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego przez art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*.

W związku z powyższym przychylam się do wniosku o nadanie dr. inż. Piotrowi Otfinowskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie *Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne*.



