

dr hab. Paweł Kowalczyk, prof. UŁ
Kierownik Katedry Fizyki Ciała Stałego
Uniwersytet Łódźki
ul. Pomorska 149/153
90-236 Łódź
pawel.kowalczyk@uni.lodz.pl

Ocena osiągnięć naukowych dr. Bruno Cury Camargo ubiegającego się o stopień doktora habilitowanego

Podstawa prawna:

Art. 221 ustęp 8 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. z późniejszymi zmianami.

Recenzenci, w terminie 8 tygodni od dnia doręczenia im wniosku, oceniają, czy osiągnięcia naukowe osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 warunki nadania stopnia doktora habilitowanego ust. 1 pkt 2, i przygotowują recenzje.

Art. 219 ustęp 1 punkt 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. z późniejszymi zmianami.

1. Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

- 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
 - b) 1 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 kryteria ewaluacji jakości działalności naukowej ust. 2 pkt 2 lit. b.

Bruno Cury Camargo uzyskał tytuł doktora w 2014 roku za rozprawę zatytułowaną „Efeitos quanticos em semimetals de Dirac'e heteroestruturas relacionadas” (Zjawiska kwantowe w półmetalach Diraca i ich heterostrukturach), którą przygotował pod opieką Prof. Yakova Kopelevicha w Instytucie Fizyki Gleb Wataghin na Uniwersytecie Stanowym w Campinas w Brazylii. Po zakończeniu doktoratu przeniósł się do Europy, gdzie odbył szereg staży podoktorskich w kolejności na Wydziale Fizyki na Uniwersytecie w Lipsku, Niemcy (2014-2015), w Krajowym Laboratorium Wysokich Pól Magnetycznych w Tuluzie, Francja (2015-2016) i Instytucie Fizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie, Polska (2016-2020). Od 2021 roku jest zatrudniony na stanowisku Adiunkta na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w Warszawie, Polska.

Omówienie poszczególnych prac z cyklu publikacyjnego wraz z oceną ich wpływu na dyscyplinę

Artykuły z cyklu omawiam w kolejności ich powstawania od najstarszych do najmłodszych. Zmieniam numerację poszczególnych artykułów z cyklu poprzez dodanie wiodącej litery H. Podkreślam, że nie było moim zamiarem recenzowanie poszczególnych artykułów, które w przeszłości poddane zostały wnikliwej ocenie. Poniżej staram się jednak zwrócić uwagę na aspekty, które w moim przeświadczeniu powodują, że dla niektórych z prac istotny wpływ na dyscyplinę może być nieznacznie ograniczony.

[H8*] B. Camargo et al. *Applied Physics Letters* 108, 031604 (2016)

W pracy [H8*] zbadano wpływ zaburzeń strukturalnych w graficie naturalnym, graficie Kish oraz HOPG na oscylacje kwantowe de Haasa – van Alphen i Shubnikova – de Haasa (SdH) w temperaturach na poziomie 30 mK i polach magnetycznych do 14 T. W artykule tym pokazano również wyniki charakteryzacji siedmiu próbek (Kish, grafit naturalny oraz HOPG od SPI-Supplies o standardach oznaczonych SPI-1, SPI-2, SPI-3, GW (nie udało mi się odnaleźć na stronach producenta takiego podłoża), ZYB) przeprowadzonych z wykorzystaniem XRD, TEM i AFM. Istotnym wkładem Habilitanta było pokazanie istnienia korelacji między amplitudą oscylacji kwantowych a chropowatością powierzchni próbki. Praca ta jest doskonałym studium nad jakością komercyjnie dostępnego grafitu i pokazuje, że standardowe metody oceny jakości w oparciu o XRD niekoniecznie są w pełni wiarygodne. W mojej opinii praca ta wywiera istotny wpływ na dyscyplinę.

[H7] R. Jesus et al., *Physica B: Condensed Matter* 118, 500 (2016)

W siódmej pracy Autorzy pokazali wyniki eksperymentów transportu magnetycznego ($B < 9$ T, temperatura w zakresie od 2 do 12 K) w HOPG bombardowanym jonami As (dozy atomowe wynoszące 2.5%, 5.0% i 10.0%). Pomiary przeprowadzono z polem magnetycznym przyłożonym równolegle do osi c HOPG i pokazały one brak zależności magnetooporu oraz oscylacji SdH od koncentracji jonów As. Silne zmiany obserwowano w pomiarach Halla, a uzyskane wyniki wskazują raczej na rolę defektów powstałych w trakcie implantacji a nie obecności jonów. Chciałbym tu podkreślić, że sama koncepcja eksperymentu jest ciekawa, mimo że badania nie potwierdziły postawionej tezy o istotnym wpływie jonów As na własności elektroniczne HOPG.

Wyniki omawiane w tej pracy są czasem niejednoznaczne jak dla przykładu spadek rezystywności próbki po pierwszej implantacji (rysunek 1). Rezystywność wraca do wartości podobnych dla próbki nieimplantowanej po kolejnej ekspozycji na jony As. Wydaje mi się, że z zyskiem dla pracy byłoby zwiększenie gęstości punktów pomiarowych szczególnie dla małych pól magnetycznych co lepiej odwzorowałoby oscylacje na rysunku 3a (błędnie opisane osie – na X jest jednostka T a powinna być T^{-1} a na Y jest R – w pracy omawiana jest rezystywność więc być może i tu powinno być ρ) i pozwoliło z większą dokładnością policzyć FFT. Analiza FFT wskazuje, że brak jest zmian w widmie częstotliwościowym. Wydaje mi się jednak, że porównanie intensywności otrzymanej dla trzech sąsiednich punktów w pobliżu maksimum widma wskazuje, że takie przesunięcia mogą istnieć (lepiej widoczne na rysunku 4a) aczkolwiek są małe. Wymienione tu moje obserwacje nie są poważnymi mankamentami, ale tworzy u czytelnika wrażenie, że być może dane mogły zostać lepiej zarejestrowane i przeanalizowane, a strona edytorska dodatkowo poprawiona. Ogranicza to w moim odczuciu wpływ pracy [H7] na dyscyplinę.

[H6*] B. Camargo, et al., *Journal of Applied Physics* 122, 244302 (2017)

W pracy [H6*] zbadana została zmiana przewodnictwa cienkich pasków grafitu (wstążek grafitowych o grubości 500 nm) po implantacji jonami Ga równolegle do płaszczyzn grafitu (prostopadle do osi c). Eksperymenty te pokazały początkowy spadek rezystancji, a następnie jej wzrost. Autorzy tłumaczą ten efekt poprzez domieszkowanie grafitu jonami Ga. Wydaje się to być

ciekawą hipotezą, która tłumaczy początkowy spadek rezystancji (jony wspierają przewodnictwo) i jej późniejszy wzrost (wzrasta amorfizacja grafitu).

Badania Autorów pokazały, że wstążki grafitowe charakteryzują się półprzewodnikowym charakterem rezystywności w funkcji temperatury. Autorzy wyjaśnili to zjawisko efektami rozmiarowymi - to znaczy redukcja szerokości grafitu prowadzi do wzrostu rezystancji. Twierdzenie to poparte zostało pracą [11]. Odnoszę jednak wrażenie, że w pracy tej omawiana jest zmiana rezystancji płatek grafitu ze względu na ich grubość a nie szerokość. Autorzy odwołują się również do pracy [16] (opublikowana w *Advanced Engineering Materials* 21, 1900991 (2019)), w której mimo podobnego układu eksperymentalnego pokazano charakter metaliczny dla próbek grafitu. W pracy [H6*] dostrzegłem również drobne błędy edytorskie. To powoduje, że lektura pracy pozostawia pewien niedosyt, a tym samym nieznacznie obniża wpływ jaki praca ta wywiera na dyscyplinę.

[H5] R. Jesus et al., *Journal of Low Temperature Physics* 190, 141 (2018)

W artykule [H5] przedstawione zostały wyniki spektroskopii Ramana oraz rezystywności i magnetorezystancji pomierzonych w zmiennych temperaturach dla grafitu po implantacji jonami As i Mn w kierunku prostopadłym do powierzchni (wzdłuż osi c). Wyniki spektroskopii Ramana ujawniają występowanie zmian powierzchni HOPG w wyniku uszkodzeń spowodowanych implantacją jonową. Ciekawą konkluzją z tej pracy jest teza, że przewodnictwo elektryczne w wytworzonych próbkach zachodzi przez dwa kanały: (i) przez cienką warstwę powierzchniową o dużej rezystywności (powierzchnia silnie zdefektowana) oraz (ii) przez podpowierzchniowe warstwy, w których uszkodzenia spowodowane implantacją są mniej poważne.

W pracy tej dostrzegam kilka problemów/niespójności. W pracy z cyklu [H8*] szerokość połówkowa maksimum XRD dla SPI-I mierzona przy 26° wynosiła 0.89°, a tu jest raportowana wartość 1.02°. Wskazuje to na duże rozbieżności między założeniami jednakowymi próbkami. Zależność temperaturowa rezystywności od temperatury ma tu charakter półprzewodnikowy – inny od tego raportowanego w pracy z cyklu [H7] (zachowanie metaliczne dla grafitu GW). Autorzy nie odnoszą się bezpośrednio do tych poprzednich wyników i twierdzą, że inne niż oczekiwane przewodnictwo grafitu SPI-I jest związane z niskimi temperaturami w trakcie wzrostu. Nie jest jednak w tej pracy dyskutowana rola kontaktu między podłożem a elektrodami (srebrna pasta w pracy [H7] i nie określony materiał w [H5] naniesiony na zdefektowany grafit (jeśli dobrze zrozumiałem sekcję eksperymentalną)), a może ona być istotna. Wskazuje na to duża rozbieżność w intensywności oscylacji obserwowanych na magnetorezystancji w porównaniu z tymi raportowanymi w pracy [H7] (tu relatywna rezystywność jest na poziomie pojedynczych jednostek a w poprzedniej pracy na poziomie setek – rysunek 5a z [H5] i 2a z [H7]). Autorzy tłumaczą stosunkowo małą intensywność oscylacji magnetorezystancji w niskich temperaturach (oscylacje SdH; w porównaniu do GW czy ZYA) płaską powierzchnią próbek z serii SPI-I. Jest to całkowicie niezgodne z wnioskami wynikającymi z pracy [H8*], w której raportowano większą szorstkość SPI-I w porównaniu z GW. W moim odczuciu jest to dość duża niespójność w cyklu habilitacyjnym. Podobnie jak w pracy [H7] również i tu Autorzy analizują drugą pochodną rezystancji oraz wyznaczają rozkład częstotliwościowy oscylacji SdH. Dokładne przyjrzenie się rysunkowi 6a wskazuje na drobne przesunięcia maksimów oscylacji co wydaje mi się nie jest dyskutowane w publikacji. W pracy dostrzegłem też drobne błędy edytorskie np. legenda na rysunku 5b jest błędna.

Te wszystkie drobne uwagi jakie mi się nasunęły w trakcie lektury tego artykułu sprawiają, że jego wpływ na dyscyplinę jest do pewnego stopnia ograniczony.

[H4*] B. Camargo et al., *Carbon* 139, 210 (2018)

W czwartej pracy z cyklu Autorzy badają przejście do stanu wysokiej rezystancji (HRS) powyżej pewnego krytycznego pola magnetycznego w graficie. Autorzy opisali w swojej pracy pomiary, które wskazują na możliwość modulacji HRS zewnętrznym polem elektrycznym. Pokazali istotny fakt, że stan ten może istnieć zarówno w przypadku dziur jak i elektronów pełniących rolę nośników większościowych, a jest tłumiony, gdy liczba obu nośników się wyrównuje. Eksperymenty opisane w pracy pokazują, że HRS jest głównie związany z zachowaniem nośników ładunku w płaszczyźnie próbki. Co więcej pojawiać się on może jeszcze poniżej granicy kwantowej, tzn. dla takich pól magnetycznych, które nie prowadzą jeszcze do wypełnienia nośnikami ładunku pierwszego poziomu Landaua. Są to istotne wyniki, które w moim przekonaniu istotnie wpływają na dyscyplinę.

Odnalazłem jednak również i w tym artykule drobiazgi, które wskazują na pewne niekonsekwencje w ramach całego dorobku. Jedną z nich jest mozaikowatość wykorzystanego grafitu GW raportowana w [H4*] i wynosząca 0.30° , gdy tymczasem w [H8*] raportowana wartość wynosiła 0.39° . Podobna niespójność związana jest z wyborem mas efektywnych elektronów – tu Autorzy zdecydowali się na wartość $0.07 m_e$, a w pracy [H7] wyznaczyli o połowę mniejszą wynoszącą $0.03 m_e$, gdy tymczasem w [H8*] raportowali $0.05 m_e$. Wybór $0.07 m_e$ wspiera argumentację w omawianym artykule jednak w moim odczuciu wskazuje również na dość swobodny stosunek do wcześniejszych pomiarów czy założeń i rzutuje na argumentację podaną w tej pracy. Autorzy określili tu częstość oscylacji zmian rezystywności przy efekcie SdH, która wynosi 30 T. Wartość ta jest niezgodna z tymi raportowanymi w pracach [H5] oraz [H7] i [H8*]. W szczególności w [H7] i [H8*] pomiary wykonywane były na graficie od tego samego dostawcy i należałoby spodziewać się podobnych własności. Nie znajduję w pracy [H4*] odniesienia do tych poprzednich wyników oraz żadnego komentarza z nimi związanego, poza stwierdzeniem, że w innych pracach raportowane wartości są mniejsze i odesłaniem czytelnika do pracy [23]. Tworzy to wrażenie, że Autor świadomie nie chce podjąć dyskusji istnienia tak dużych różnic w materiale eksperymentalnym wykonanym na podobnych próbkach. Jest to w moim odczuciu kluczowa kwestia, ponieważ to właśnie te duże i nietypowe wartości wpływają na narrację w dalszej części pracy. Do tematu niskich wartości częstości Autor wraca komentując wyniki uzyskane na próbkach o różnych grubościach wynoszące 5.3 T i 7.1 T dla grubości 4 nm i 10 nm. Stwierdza, że brak jest jakiegokolwiek kontroli nad częstością i może ona zależeć od wielu czynników. To z kolei tworzy wrażenie, że każda z badanych próbek grafitu jest unikalna i porównywanie ich własności staje pod dużym znakiem zapytania. Mam również wątpliwości związane z interpretacją krzywych magnetorezystancji zarejestrowanych dla różnych grubości próbek grafitu (rysunek 4). W szczególności Autorzy wskazują, że dla próbki o grubości 4 nm nie widać cech charakterystycznych dla opisywanych w pracy HRS. Krzywa magnetorezystancji dla próbki 4 nm jest bardzo bogata w różnego typu zmiany rezystancji dla całego zakresu pól a tym samym twierdzenie Autorów wydaje mi się nieuzasadnione. Rzuca to niestety cień na kilka ostatnich akapitów w pracy, które bazują na tezie, że dla 4 nm nie widać opisywanych w pracy efektów. Na wykresie tym jest również drobny błąd związany z faktem, że krzywa dla próbki 4 nm (oznaczona czarnym kolorem) nie osiąga wartości 1 dla 50 T co oznacza, że została unormowana z pewnym nieznacznym błędem.

Te drobne niekonsekwencje w pracy [H4*] powodują, że jej wartość naukowa traci na znaczeniu. Sam Habilitant w pracy [H2*] pisząc we wstępie o HRS nie odnosi się do własnych wyników. Podobnie ignoruje je wyjaśniając istnienie HRS w akapicie tuż poniżej rysunku 2 w pracy [H2*], gdzie wraca do wyjaśnienia zjawiska poprzez fale gęstości ładunku wzdłuż osi c grafitu. Tworzy to wrażenie, że sam Habilitant uważa, że w literaturze istnieją lepsze wyjaśnienia obserwowanych efektów niż te dyskutowane w [H4*].

[H3*] B. Camargo et al., *Journal of Physics: Condensed Matter* 33, 495602 (2021)

W trzeciej pracy z cyklu habilitacyjnego Autorzy opisują własności nadprzewodzące w graficie indukowane przez efekty bliskości. Zjawisko nadprzewodnictwa powstaje poprzez dostarczanie nośników do grafitu przez elektrody nadprzewodzące oddalone od siebie o kilka milimetrów. Pojawienie się nadprzewodzących prądów przy tak dużym oddaleniu elektrod jest unikalne i według Autorów może być wyjaśnione poprzez istnienie nadprzewodnictwa w graficie na małych, zlokalizowanych obszarach. Praca ta jest bardzo bogata w materiał eksperymentalny – Autorzy sięgnęli oprócz pomiarów elektrycznych również po SEM, STM i STS.

W pracy tej doskwiera mi dość pobieżny i pozbawiony chronologii opis rysunków. Często same podpisy pod rysunkami dostarczają więcej informacji niż treść manuskryptu. Powoduje to, że praca jest dość trudna w odbiorze. Znaleźć tu można drobne błędy edytorskie. Również i w tej pracy pojawia się omyłka w sekcji eksperymentalnej pracy raportująca mozaikowość próbki wynoszącą 0.3° - tym razem z odwołaniem do pracy [H8*], w której raportowana wartość wynosi 0.39° . Autorzy argumentują, że dla małych pól magnetycznych magnetorezystancja jest proporcjonalna do $B^{1.2}$ i odwołują się do pracy [11] (praca [H8*] z cyklu). Jednak w pracy [H8*] raportowana zależność jest kwadratowa (tzn. $R \propto B^2$). Tworzy to po raz kolejny wrażenie pewnej dowolności w doborze wartości liczbowych. Autorzy sugerują, że zarejestrowane wyniki mogą być związane ze skręceniem warstw i lokalnym formowaniem się obszarów związanych z nadprzewodnictwem odkrytym w dwóch warstwach grafenu. Założenie to wydaje mi się mało prawdopodobne szczególnie gdy spojrzeć na jakość powierzchni badanego grafitu (rysunek 7b), a także dwie niecytowane prace z grupy H. Fukuyamy (Phys. Rev. Lett. 94, 226403 (2005) oraz Phys. Rev. Lett. 97, 236804 (2007)), które pokazują jak skomplikowana i różna może być lokalna gęstość stanów elektronowych w pobliżu poziomu Fermiego w różnych grafitach i w pobliżu defektów. W ostatnim akapicie na stronie 5 Autorzy wspominają o pomiarach STM wykonanych w kontakcie – jest to z pewnością skrót myślowy. Autorzy starają się wykorzystać wyniki pomiarów STS przy argumentacji o odległości nadprzewodzących domen, ale ze względu na dowolność wyboru ruchliwości nośników (wybrana wartość $10^5 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ ale według pracy [H8*] powinna raczej wynosić $10^6 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$) oszacowanie tej wartości jest obarczone gigantyczną niepewnością.

Nie mam wątpliwości, że praca opisuje bardzo interesujące zjawisko fizyczne. Opisane powyżej aspekty powodują, że mimo niewątpliwie interesującego efektu opisanego w tej pracy jej istotny wpływ na środowisko naukowe może być nieznacznie ograniczony.

[H2*] B. Camargo et al., *Carbon* 207, 240 (2023)

W drugiej pracy cyklu Habilitant wraz ze Współautorami pokazuje, że oddziaływanie grafitu z ultradźwiękami odpowiada za pojawienie się nowej grupy dwuwymiarowych nośników ładunku, o

+48 42 635 56 87

Pomorska 149/153, 90-236 Łódź

kfcs@fis.uni.lodz.pl

wfis.uni.lodz.pl

masie efektywnej i koncentracji większych niż te obserwowane w niezdeformowanym materiale. Niewątpliwą zaletą tej pracy jest jej wsparcie obliczeniami z wykorzystaniem funkcjonałów gęstości (DFT).

Niestety jak w większości swoich prac Habilitant nie jest tu konsekwentny w wyborze stałych związanych z grafitem. Podobnie jak w pracy [H3*] przyjmuje tu $R\propto B^{1.2}$ mimo, że w [H8*] raportuje zależność $R\propto B^2$. Obecność stanów wysokoenergetycznych w wysokich polach magnetycznych tłumaczy ogólnie przyjętymi hipotezami ignorując swój własny wkład w tej dyskusji (praca [H4*]). Mimo tych drobnych uchybień wydaje mi się, że praca ta ma jednak istotny wpływ na dyscyplinę naukową.

[H1*] B. Camargo et al., *Applied Physics Letters* 123, 033101 (2023)

W pierwszej pracy cyklu zbadano odbicie optyczne i spektroskopię Ramana mikrostruktur grafitowych w funkcji polaryzacji światła w kierunku prostopadłym do osi c grafitu (światło padało wzdłuż warstw grafitu). W badaniach wykorzystano nanowstążki grafitowe z krawędziami wygładzonymi przez trawienie jonowe. Przeprowadzone badania pokazały silną zależność modów D, G i 2D Ramana od polaryzacji światła. Wyniki badań wskazują na możliwe wykorzystanie tak wytworzonych urządzeń jako opartego o węgiel polaryzatora. Praca ta jest dobrze napisana i w mojej ocenie jest jedną z lepszych w dorobku Habilitanta. Nie mam wątpliwości, że praca ta ma istotny wpływ na dyscyplinę.

Analiza naukometryczna

Należy tu podkreślić, że podjęta tematyka badawcza pozostaje poza głównym nurtem współczesnej fizyki i badań materiałowych co związane jest ze stosunkowo małym zainteresowaniem świata naukowego badaniami grafitu, który uznawany jest za standardowe podłoże w wielu laboratoriach. Fakt, że badania pozostają na uboczu głównego nurtu niewątpliwie przekłada się na rangę czasopism, które akceptują publikacje z wynikami takich badań oraz na późniejszą liczbę cytowań opublikowanych prac. Właśnie z taką sytuacją mierzył się Autor publikując swoje prace w czasopismach, które mogą być klasyfikowane jako dobre (tzn. o współczynniku wpływu $IF > 2$: 2x Carbon, 2x Applied Physics Letters, 1x Journal of Applied Physics, 1x Journal of Physics: Condensed Matter) i umiarkowane (tzn. o współczynniku wpływu $IF < 2$: 1x Journal of Low Temperature Physics, 1x Physica B: Condensed Matter). W związku z tym, że prace wskazane przez Habilitanta są nieco poza głównym nurtem zainteresowań badawczych, a także tym, że część z nich jest stosunkowo nowa przełożyło się to na ich cytowalności, które według bazy Scopus (dane z 21 marca 2024 roku) wynoszą sumarycznie 16 cytowań (7 cytowań bez autocytowań żadnego ze współautorów). Chciałbym tu jednak podkreślić, że fakt niskiej cytowalności publikacji naukowych oraz rangi czasopisma, w którym dana praca została opublikowana nie świadczy jednoznacznie o wpływie badań na dyscyplinę nauk fizycznych, a tym samym nie uważam, aby były to czynniki dyskwalifikujące.

Omówienie cyklu habilitacyjnego przedstawionego w Autoreferacie

Doktor Bruno Cury Camargo przedstawił do oceny swój wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego, który zatytułował „badania wpływu domieszkowania i zaburzeń strukturalnych na właściwości elektronowe grafitu”. Załącznikiem nr. 1 do wniosku jest Autoreferat w języku polskim

liczący 12 stron. Dokument ten został przygotowany w formie publikacyjnej z odnośnikami literaturowymi mającymi rozszerzać kompaktowo podane myśli Autora. Wymusza to na czytelniku zaznajomienie się z częścią z liczącej 24 pozycje Bibliografią. W dokumencie tym odnaleźć również można drobne błędy stylistyczne i językowe, a także trudne w odbiorze zdania co niekiedy utrudnia zrozumienie tekstu. Odnoszę również wrażenie, że dokumentacja była tłumaczona maszynowo na język polski i nie została poddana należytej korekcie merytorycznej. Dobrym przykładem są tu niepoprawne tłumaczenia słów „nanoribbons” jako „nanorurki” czy też czasami tłumaczenie „graphite” jako „grafen”.

Główną części Autoreferatu, stanowi punkt 4 zatytułowany „Opis osiągnięć, o którym mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy”. W punkcie 4.1 Autoreferatu Habilitant przedstawił listę prac składających się na cykl habilitacyjny określając przy każdej z nich wkład jaki wniósł w jej powstanie. Potwierdzeniem autorskiego wkładu Habilitanta w prace składające się na cykl są dwa oświadczenia dołączone do wniosku jako załącznik nr. 8. Chciałbym zwrócić tu uwagę, że jedno z tych oświadczeń zostało wystawione przez samego Habilitanta i dotyczy większości prac z cyklu (6 prac z 8). Podejście do poświadczania wkładu w pracach jakie zdecydował się przyjąć Habilitant (oświadczenie Autora korespondencyjnego) jest w ogólności akceptowalne, ale w tym przypadku budzi również moje wątpliwości. Chciałbym tu podkreślić, że zgodnie z artykułem 221 ustęp 8 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 roku z późniejszymi zmianami zagadnienie to nie podlega mojej ocenie.

Cykl habilitacyjny opisany został w punkcie 4.2 Autoreferatu i ma za zadanie odpowiedzieć na pytanie – cytując Autora: „*jak prawidłowo przewidzieć właściwości elektryczne i magnetyczne grafitu oraz jak skutecznie je regulować pomimo nieporządku?*”. Niewątpliwie tak postawione pytanie jest bardzo ciekawe, ale pozostaje również otwarte. To znaczy po zapoznaniu się z cyklem habilitacyjnym oraz Autoreferatem mam wątpliwości, czy jestem w stanie znaleźć jednoznaczną odpowiedź czy też receptę na to jak można wpływać na własności grafitu. Jasne jest jednak dla mnie, że **przedstawiony cykl związany jest z badaniami własności grafitu i w takim ujęciu jest całkowicie spójny**. Na cały cykl składają się cztery podsekcje, z których każda adresuje ważny z punktu widzenia Autora wniosek problem. Problemy te postawione zostały w formie pytań, na które w moim odczuciu Habilitant nie podaje jednoznacznych odpowiedzi.

Szczególnie kontrowersyjna była dla mnie lektura sekcji 4.2.2 Autoreferatu pt. „kontrola koncentracji nośników ładunku w graficie objętościowym”. Część ta bazuje na pracach [H5-H7]. Habilitant w każdej z trzech prac zaobserwował spadek rezystancji w niskich temperaturach po pierwszej implantacji, a po kolejnych dozach jonów jej ponowny wzrost. Jednak w swoim Autoreferacie napisał, że obserwowany w pracy [H6] spadek rezystancji „silnie kontrastuje” z wynikami opisanymi w dwóch pozostałych pracach. Po analizie prac [H5, H7] nie mogę również zgodzić się z twierdzeniem Habilitanta, że obserwowano „pomijalne zmiany oporności próbki w polu zerowym przy kolejnych implantacjach”. Sam Habilitant konkluduje, umniejszając swojemu własnemu podejściu eksperymentalnemu, że są lepsze metody kontroli własności elektronowych grafitu.

W **dalszej części Autoreferatu** (punkt 5) Autor wniosku opisuje swoje staże podoktorskie. Podkreśla, że każdy z nich pozwolił mu opublikować artykuły naukowe, które wraz z cyklem tworzą osiągnięcia naukowe wymieniane w Ustawie prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Mobilność Habilitanta jest bardzo wysoka i zasługuje na najwyższą pochwałę. Jest on również zdobywcą trzech grantów naukowych w tym POLONEZ z NCN. Fakt ten również bardzo dobrze świadczy o działalności

naukowej doktora Bruno Cury Camargo. W trakcie swojej kariery naukowej prowadził również zajęcia ze studentami w tym trzy wykłady. Świadczy to o dużej wiedzy i zaufaniu jakim został obdarzony przez władze jednostek, w których zajęcia te prowadził (brak szczegółowych informacji w Autoreferacie). Brał również czynny udział w działaniach popularyzujących naukę, aczkolwiek lista nie jest imponująca. Działalność organizatorska jest bardzo skąpo opisana w Autoreferacie, ale podejrzewam, że była znacznie szersza jak chociażby dbanie o utrzymanie funkcjonowania aparatury pomiarowej i licznych laboratoriów w jakich Habilitant pracował.

Podsumowanie

Przedstawiony do recenzji cykl habilitacyjny dr. Bruno Cury Camargo niewątpliwie ma wpływ na dyscyplinę. W poszczególnych artykułach z cyklu znajdują się jednak drobiazgi, które powodują, że wpływ ten nie jest jednoznaczny. W moim przeświadczeniu jest to dorobek znajdujący się dokładnie na granicy akceptacji i odrzucenia. Dostrzegam jednak stopniowe poprawianie się jakości prac naukowych Habilitanta co wskazuje na zwiększającą się dojrzałość naukową. Chciałbym również zwrócić uwagę na poszerzenie warsztatu metodologicznego przez Habilitanta i sięgnięcie do nowych metod pomiarowych oraz obliczeniowych. Jednocześnie uważam również, że odczekanie kolejnych 2-4 lat byłoby korzystne i spowodowałoby, że prace Habilitanta zgromadziłyby więcej cytowań, a tym samym zainteresowanie społeczności naukowej stałoby się miarodajnym wyznacznikiem wpływu na dyscyplinę. W moim odczuciu głównym problemem z jakim mierzył się dr Bruno Cury Camargo jest jakość próbek, na których wykonywał pomiary. W zasadzie każda z nich może być traktowana jako inna, niepodobna do pozostałych a tym samym rozrzut uzyskanych wyników jest bardzo duży. Mimo tych problemów Habilitant w poszczególnych pracach starał się usystematyzować uzyskiwane wyniki. Świadczy to niewątpliwie o Jego wytrwałości a jednocześnie bardzo dużej ciekawości naukowej, które są bardzo istotne u osób głęboko zaangażowanych w naukę. Mimo, że nie było moją rolą ocenienie wkładu w poszczególne prace to chciałem podkreślić, że Habilitant osiągnął samodzielność naukową i jest w stanie wykonywać pomiary, prowadzić ich analizę, publikować, a co najważniejsze wytyczać nowe ścieżki i proponować z nimi związane eksperymenty naukowe.

Stwierdzam, że przedstawiony dorobek składa się ze spójnego cyklu habilitacyjnego związanego z badaniami grafitu, na który składa się osiem prac opublikowanych w czasopiśmie, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 kryteria ewaluacji jakości działalności naukowej ust. 2 pkt 2 lit. b ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. z późniejszymi zmianami Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz kilku innych prac naukowych będących efektem staży podoktorskich, które razem tworzą osiągnięcia naukowe (Art. 219 ust. 2 pkt 1). Mimo moich wątpliwości klasyfikuję uzyskany dorobek jako wystarczający, aby **uznać go za wnoszący znaczny wkład w rozwój dyscypliny** i wnioskuję o nadanie doktorowi Bruno Cury Camargo stopnia doktora habilitowanego.

dr hab. Paweł Kowalczyk, prof. UŁ

