

**Protokół z posiedzenia Komisji ds. habilitacji**  
**dr. inż. Janusza Edwarda Jacaka**  
**powołanej przez Centralną Komisję ds. Stopni i Tytułów w dniu 4 października 2018 r.**

Komisja w składzie:

1. prof. dr hab. Maciej Maśka (Uniwersytet Śląski w Katowicach) – przewodniczący komisji,
2. dr hab. inż. Grzegorz Harań (Politechnika Wrocławska) – sekretarz komisji,
3. prof. dr hab. Włodzimierz Jaskólski (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu) – recenzent,
4. prof. dr hab. inż. Bartłomiej Szafran (Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie) – recenzent,
5. prof. dr hab. Jakub Tworzydło (Uniwersytet Warszawski) – recenzent,
6. dr hab. Łukasz Cywiński (Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie) – członek komisji,
7. prof. dr hab. Antoni Mituś (Politechnika Wrocławska) – członek komisji,

odbyła posiedzenie w dniu 23 kwietnia 2019 r. o godz. 12<sup>00</sup>. W posiedzeniu osobiście brali udział prof. dr hab. Maciej Maśka, dr hab. inż. Grzegorz Harań, prof. dr hab. Jakub Tworzydło oraz prof. dr hab. Antoni Mituś, natomiast prof. dr hab. Włodzimierz Jaskólski, prof. dr hab. inż. Bartłomiej Szafran oraz dr hab. Łukasz Cywiński uczestniczyli w ramach wideokonferencji. Wcześniej członkowie komisji zapoznali się zarówno z dokumentacją, jak i z opiniami recenzentów w przewodzie habilitacyjnym.

Posiedzenie komisji rozpoczął jej przewodniczący, który przywitał wszystkich obecnych oraz podziękował recenzentom za wnikliwe opinie. Następnie przewodniczący krótko przedstawił życiorys naukowy dr. inż. Janusza Jacaka i zwrócił się do recenzentów o przedstawienie zasadniczych elementów ich recenzji i ewentualnych innych komentarzy. Recenzenci rozpoczęli od omówienia dorobku stanowiącego osiągnięcie naukowe, przytaczając istotne fragmenty swoich recenzji.

**Prof. Włodzimierz Jaskólski**

„Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe to jednotematyczny cykl czternastu publikacji i jednej monografii, zatytułowany „Topologiczne efekty kwantowe w niejednorodnych przestrzeniach 2D i zastosowania do fizyki hallowskiej w 2DEG GaAs i w grafenie jednowarstwowym i dwuwarstwowym”. Wszystkie publikacje powstały w latach 2012-2018. Habilitant jest jedynym autorem czterech prac a w siedmiu jest pierwszym autorem; jest też pierwszym autorem 160 stronicowej monografii (czterech autorów) wydanej przez World Scientific w 2012 r. Połowa publikacji ukazała się w czasopiśmie o IF nieco poniżej 2; w cyklu jest jednak kilka prac w wysoko punktowanych czasopiśmie, np. Scientific Reports, Phys. Rev. A, Sci. Technol. Adv. Mat i Annalen der Physik.”

W szczegółowym omówieniu osiągnięcia habilitacyjnego recenzent zwraca szczególną uwagę na następujące publikacje dr. J. Jacaka:

„Monografia wydana w 2012 roku przez World Scientific [15] jest w zasadzie angielskim tłumaczeniem rozprawy doktorskiej z 2011 r. Nowym elementem jest 30-sto stronicowy rozdział 5 zatytułowany „Recent progress in FQHE”. W podrozdziałach 5.3 i 5.4 autorzy odnieśli się do niedawno odkrytych (2010) izolatorów topologicznych i stanów topologicznych w sieciach optycznych. Niewątpliwą nowością są podrozdziały 5.1 i 5.2. W pierwszym z nich w bardzo interesujący sposób powiązano wprowadzony w doktoracie formalizm warkoczowych grup cyklotronowych w opisie FQHE w grafenie, z zaobserwowaną w eksperymencie rolą jaką wysoka mobilność nośników odgrywa w organizacji stanów FQHE. Pomysł ten został powtórzony i rozwinięty w publikacji [10] z 2013 r. To spostrzeżenie jest jednym z argumentów przemawiającym za wprowadzaną i rozwijaną przez habilitanta koncepcją powiązywania oraz wyjaśniania pewnych właściwości FQHE za pomocą argumentów topologicznych.”

“W publikacji z 2015 r. oznaczonej jako [8], wprowadzoną wcześniej (dla przypadku najniższego poziomu Landaua w FQHE) koncepcję topologicznej współmierności orbit cyklotronowych ze strukturą grup warkoczowych, z sukcesem zastosowano do wyjaśnienia hierarchii stanów i ułamkowych zapełnień dla wyższych poziomów Landaua.

W pracy [5] podejście to wykorzystano do dogłębnego przeanalizowania i wyjaśnienia hierarchii zapełnień w grafenie, natomiast w publikacji [9] wskazano na różnice jakie występują w przypadku grafenu dwuwarstwowego. W publikacji [7] z 2016 r. wyjaśniono obserwowane doświadczalnie ułamkowe zapełnienia z parzystymi mianownikami, w szczególności dla  $\nu = -1/2$ ; w pracy [14] rezultaty te zostały powtórzone, ale dodatkowo autor dokonał też analizy obserwowanej w doświadczeniu hierarchii zapełnień dla wyższych poziomów Landaua w innych niż grafen układach hallowskich, takich jak np. heterostruktury GaAs/AlGaAs.

Zwieńczeniem badań prowadzonych dla grafenu są dwie publikacje, pierwsza o numerze [6] z 2016 r., w której autorzy z sukcesem podjęli się wyjaśnienia niekonwencjonalnej hierarchii stanów FQHE obserwowanych w eksperymencie dla grafenu jedno- i dwu-warstwowego, oraz samodzielna publikacja habilitanta [2] z 2017r., w której autor niekonwencjonalną hierarchię wyjaśnił także dla wyższych poziomów Landaua. W publikacji [13] dokonano dodatkowego podsumowania topologicznego podejścia do opisu wyższych poziomów Landaua oraz przeglądu wyników (i ich porównania z eksperymentem) uzyskanych dla jedno- i dwu-warstwowego grafenu. Ta grupa publikacji poświęconych grafenowi stanowi istotne potwierdzenie rozwijanego przez habilitanta formalizmu topologicznego w opisie i przy wyjaśnianiu nietypowych właściwości FQHE w rozmaitych układach 2D.

W dwóch kolejnych samodzielnych publikacjach [3] i [4] z 2018 r. autor rozwija zagadnienie dwuwarstwowego układu hallowskiego i bada dwa przypadki, dopuszczania lub nie, tunelowania nośników pomiędzy warstwami, skutkujące różną hierarchią stanów. Najbardziej interesujący jest przypadek z barierą niedopuszczającą tunelowania a jedynie kulombowskie oddziaływanie nośników. Tworząc diagramy fazowe dla różnych grubości barier i zapełnień poszczególnych warstw autor wskazuje na istnienie dwóch reżimów: nadprzewodzącej fazy

kondensatu pośrednich ekscytonów oraz fazy RIQHE (R – *reentrant*) obserwowanych w układach jednowarstwowych. Ten bardzo interesujący rezultat autor dodatkowo porównał z wynikami eksperymentów dla heterostruktur GaS<sub>2</sub>/GaAlAs/GaAs i dla układów BLG/hBN/BLG.”

„Ostatnia praca z cyklu [1], jednoautorska publikacja w Phys. Rev. A z 2018 r. poświęcona jest zastosowaniu całkowania po trajektoriach Feynmana do kwantowania w układzie nierozróżnialnych naładowanych cząstek 2D w polu magnetycznym i powiązaniu tego formalizmu z topologicznymi aspektami FQHE. Stosując uogólnioną regułę Bohra-Sommerfelda autor pokazuje związek pomiędzy rozmiarem orbit cyklotronowych i odległością pomiędzy cząstkami a strukturą warkoczowych podgrup cyklotronowych. Dzięki temu udaje mu się jednoznacznie powiązać pojęcie *złożonego fermionu* (w ogólności dowolnej cząstki) z dołączaniem pętli w „warkocz” w ramach podejścia topologicznego.”

Podsumowując ocenę osiągnięcia habilitacyjnego prof. Jaskólski pisze:

„Ten mocno pobieżny i wybiórczy opis dokonań przedstawionych w 15, na ogół bardzo obszernych, pracach składających się na osiągnięcie habilitacyjne nie oddaje w pełni ich rozmiaru i znaczenia. Osiągnięcie habilitacyjne jest pełne różnych rezultatów szczegółowych, jednak jego najcenniejszym elementem jest sformułowanie, rozwijanie i stosowanie matematycznie ścisłego topologicznego modelu układów hallowskich i opisu występujących w nich korelacji. Model ten jest zasadniczo różny od tradycyjnego opisu stanów FQHE w układach 2D elektronów w polu magnetycznym (posługującego się pojęciem *złożonych fermionów*); jest nowatorski, zgodny z doświadczeniem i wnosi szersze spojrzenie na fizykę takich układów. Z pełnym przekonaniem stwierdzam, że przedstawione do recenzji osiągnięcie stanowi znaczny wkład autora w rozwój fizyki.”

### **Prof. Bartłomiej Szafran**

„Prace przedstawione jako osiągnięcie habilitacyjne dotyczą kwantowego efektu Halla. Tematyka pozostaje aktualna, a nowe wyniki doświadczalne oraz nowe teorie opisujące to złożone zjawisko, publikowane są w czasopismach najwyższej rangi.

Prace habilitanta zgłoszone do recenzji prowadzone są w ujęciu modelu topologicznego tzw. cyklotronowych grup warkoczowych i wykorzystują teorię przedstawioną w 1984 roku przez Yong-Shi Wu [PRL 52, 2103], który w ramach formalizmu całek Feynmana wprowadził propagator dany przez sumę całek po klasach homotopii. W tej pracy zauważono również, że w dwuwymiarowej grupie warkoczowej  $N$  cząstek, wynik zamiany cząstek wprowadzić może dowolne przesunięcie fazowe do funkcji falowej, przy czym faza zależy od sposobu przestawienia cząstek, a grupa ma wiele jednowymiarowych reprezentacji unitarnych odpowiadających anyonom o ułamkowych statystykach kwantowych.

W autoreferacie dr Janusz Jacak wskazuje, że w silnym polu magnetycznym ważna jest tzw. cyklotronowa podgrupa grupy warkoczowej, w której trajektorie zbudowane są z połówek orbit cyklotronowych. Ze względu na dwuwymiarowe uwięzienie, zamiana cząstek możliwa jest tylko wtedy gdy orbity cyklotronowe sięgają najbliższych sąsiadów w kryształ Wignera.

Kandydat przedstawił do recenzji cykl piętnastu prac. W autoreferacie na stronach 29 i 30 Autor wskazuje 20 najważniejszych osiągnięć, z których wiele jest związanych z dwoma, trzema a nawet czterema artykułami. Prac w cyklu jest zbyt wiele, a w artykułach występują liczne powtórzenia. Ponadto, wybrany cykl prac ułożony jest w losowej kolejności, co nie ułatwia lektury. Autoreferat jest przygotowany bardzo starannie i czyta się go łatwo, niemniej jednak recenzji podlega osiągnięcie naukowe, czyli cykl prac.”

W szczegółowym omówieniu prac stanowiących osiągnięcie naukowe recenzent za najciekawsze uznaje wyniki opublikowane w pracach [1], [2], [5] i [12] dotyczące zastosowania topologicznego modelu cyklotronowych grup warkoczowych do wyznaczenia ułamkowych wypełnień poziomów Landauowskich w układach jedno- i dwuwymiarowych.

„W artykule [1] (J. Jacak, „Application of the path integral quantization to indistinguishable particle systems topologically confined by a magnetic field”, Phys. Rev. A97, p. 012108 (2018)) Habilitant wyjaśnia stosowaną już w doktoracie ideę, że stany, którym odpowiadają skwantowane ułamkowe wartości współczynnika wypełnienia, występują w warunkach współmierności między odległościami elektron-elektron w kryształach Wignera a rozmiarami orbity cyklotronowej. Dla dwuwymiarowego gazu elektronowego Autor dyskutuje generatory grupy w reprezentacji jednowymiarowej oparte na elementarnych operacjach zamiany cząstek do  $q$ -krotnej pętli separując ją na  $(q-1)$  pętli pojedynczych z zamianą  $x$ -tego sąsiada oraz pętlę ostatnią z zamianą elektronów  $y$  oraz  $x$  przy  $y \geq x$ . Autor podaje wyrażenie na współczynniki wypełnienia, dla których pętle z określonym  $x$  oraz  $y$  spełniają warunki współmierności. Autor wskazuje, że warunek współmierności odpowiada w szczególności współczynnikom wypełnienia, dla których obserwowane są stopnie (plateaux) oporu Halla poza opisem w ramach funkcji próbnej z teorii złożonych fermionów. Autor zapisuje funkcję falową przez modyfikację czynnika Jastrowa i jego zastąpienie przez iloczyn dwóch czynników, z których pierwszy, dla nieparzystego  $q$ , jest symetryczny względem zamiany elektronów. Dla pętli pojedynczych, ograniczonych do zamiany najbliższych sąsiadów, funkcje falowe odpowiadają stanom opisanym w teorii złożonych fermionów. Autor porównuje wyniki oszacowania energii dla tego przypadku z wynikami dokładnej diagonalizacji. W przypadku ogólnym Autor wskazuje, że zazwyczaj istnieje wiele nierównoważnych przyczynków w sumowaniu całek Feynmana, dla których spełnione są warunki współmierności. Autor spekuluje, że przyczynki te odpowiadają stanom wzbudzonym. Ich ewentualna superpozycja miałyby odpowiadać stanowi niestacjonarnemu. Liczba różnych konfiguracji topologicznych wykreślona w funkcji współczynnika wypełnienia przedstawia krzywą o pewnym podobieństwie do doświadczalnej zależności oporu podłużnego od współczynnika wypełnienia [Fig.4], co jest wynikiem ciekawym. Autor sugeruje możliwość dyssypacji energii w warunkach istnienia wielu konfiguracji o podobnej energii. Jednak, energii dla tych wielu różnych konfiguracji autor nie wylicza i nie weryfikuje dalej swojej hipotezy.”

„Artykuł [2] J. Jacak, „Unconventional fractional quantum Hall effect in bilayer graphene”, Sci. Rep. 7, p. 8720, 2017. W zakresie całkowitego efektu Halla

w grafenie monowarstwowym ze względu na dodatkowy, dolinowy stopień swobody, obserwuje się stopnie oporu Halla dla współczynników zapełnienia, które są dane przez  $\nu=4(n+1/2)$ , gdzie  $n$  jest liczbą całkowitą. W zakresie ułamkowego efektu Halla w grafenie monowarstwowym obserwowane są współczynniki zapełnienia typowe dla dwuwymiarowego gazu elektronowego w GaAs. Dla grafenu dwuwarstwowego ułamkowe współczynniki zapełnienia obserwowane są również dla drugiego poziomu Landaua. W artykule [2] Autor opisuje literaturowe dane doświadczalne, z przeniesieniem wielu rysunków, w sposób typowy dla prac o charakterze przeglądowym, a nie oryginalnym. Oryginalny materiał pracy [2] zawiera dyskusję pętli wymiany elektronów z uwzględnieniem przeskoków między warstwami. Dodatkowy, warstwowy stopień swobody modyfikuje warunki współmierności i wzbogaca klasy homotopii, które należy uwzględnić w sumowaniu całek Feynmana. Ponadto, międzywarstwowy stopień swobody można wyłączyć przez przyłożenie odpowiednio silnego pola elektrycznego, które lokalizuje stany z pobliża poziomu Fermiego na jednej z warstw. Artykuł dyskutuje obserwowane plateaux w kontekście warunków współmierności. W konkluzjach autor wskazuje między innymi, że podana dyskusja wyjaśnia osobliwy charakter hierarchii stanów ułamkowego efektu Halla. W mojej ocenie taka konkluzja powinna być jednak poparta rachunkiem wskazującym na stabilność stanu podstawowego o proponowanych cechach topologicznych. Tego wyniku jednak brakuje, nie tylko w tej pracy osiągnięcia.”

„Praca [5] P. Łydzba, L. Jacak and J. Jacak, *Hierarchy of fillings for the FQHE in monolayer graphene*, Sci. Rep. 5:14287 (2015), została – jak wynika z oświadczeń – przygotowana w ramach badań doktorskich pierwszej autorki, której promotorem jest drugi autor, a promotorem pomocniczym Habilitant. Praca stosuje warunki współmierności dla wielopętlowej trajektorii cyklotronowej opracowane przez habilitanta przy realizacji swojej pracy doktorskiej. Autorzy dyskutują możliwe współczynniki zapełnienia dla zerowego poziomu Landaua – w punkcie Diraca, a następnie pierwszego poziomu Landaua. Dyskusja obejmuje zajmowanie kolejnych podpoziomów Landaua ze zniesioną degeneracją podpoziomów względem spinu i doliny. Z teorii wyprowadzone zostają współczynniki zapełnienia, zależnie od liczby pętli w warkoczach. Część ze współczynników zapełnienia jest obserwowana doświadczalnie. Autorzy wskazują, że wyliczone przez nich ułamkowe współczynniki zapełnienia są obserwowane w doświadczeniu [F. Amet et al. Nat. Commun. 6, doi:10.1038/ncomms6838 (2015)] o ile różnią się od najbliższej liczby całkowitej o więcej niż 0.3. Praca powstała w ramach współpracy zespołu. Jej tekst i prowadzony wywód jest bardziej spójny i czytelniejszy niż pierwsze cztery – jednoautorskie – prace cyklu.”

„W pracy [12] poza opisem metodologii, który pojawia się również w pozostałych pracach, autorzy wyliczają metodą Monte Carlo energię przypadającą na pojedynczy elektron dla funkcji próbných skonstruowanych z inspiracji teorii warkoczy. Rachunki wykonane są dla funkcji falowych odpowiadających zarówno współczynnikom zapełnienia  $\nu$ , które można opisać z funkcja falową złożonych fermionów, jak i dla innych wartości  $\nu$ . W literaturze, stany takie wyznaczane są metodą dokładnej

diagonalizacji, w tym przez diagonalizację w bazie funkcji falowych złożonych fermionów [PRB 91, 045109 (2015)]. Funkcje falowe w pracy [12] odbiegają od antysymetrii ze względu na zamianę cząstek, co uzasadniane jest przez ideę anyonów. Autorzy znajdują wyniki zbliżone do literaturowych obliczeń uzyskanych metodą dokładnej diagonalizacji z pełną antysymetrią względem zamiany cząstek (prace z grupy T. Chakrabortyego z 1984 r. oraz J. K. Jaina z 1997 i 2015 r). Prace literaturowe, które są cytowane tutaj, omawiają również przypadki, w których funkcja falowa nie odpowiada całkowitej polaryzacji spinowej. Wtedy, nie można mówić o separacji części przestrzennej i spinowej funkcji falowej i ich oddzielnych symetriach względem zamiany cząstek. W przypadku niespolaryzowanym, tylko dla dwóch elektronów jest to możliwe. W pracy [12] autorzy zaniechują spin – co odpowiada założeniu całkowitej polaryzacji spinowej, natomiast pracują tylko z przestrzenną funkcją falową, dopuszczając jej odstępstwa od antysymetrii względem zamiany cząstek. Wyniki – są zbliżone do dokładnych, literaturowych. W szczególności w przypadku wypełnienia 4/11 energia na elektron wg pracy [1] dla 400 cząstek wynosi -0.4124, podczas gdy wynik dokładnej diagonalizacji z pracy Balram, i inni PRB 91, 045109 (2015) to -0.4166. Wynik pracy [12] jest rozsądnie dobry. Trzeba mieć jednak na uwadze, że w dyskusji funkcji falowych dla ułamkowego efektu Halla, porównywane są dalekie miejsca znaczące w energii na elektron. W warunkach ułamkowego efektu Halla, elektrony są dobrze rozdzielone w przestrzeni, tak, że węzły związane z zamianą elektronów mają ograniczony wpływ na energię.”

Po omówieniu artykułu [2] z listy osiągnięcia naukowego recenzent stwierdza:

„Z zaskoczeniem znalazłem, że autor wykorzystał w pracy [1] supplementary material artykułu [2], w tym wzory na generatory grupy (7), funkcje próbne (8-9), tabelę I pokazującą porównanie wartości energii z wynikiem dokładnej diagonalizacji oraz rysunki 1 i 2. Dla utrwalenia, materiał ten został powtórzony w autoreferacie, tak aby recenzenci mieli okazję zapoznać się z nim po raz trzeci. Wielokrotne podawanie tego samego materiału jest niestety sposobem uprawiania przez habilitanta działalności publikacyjnej, o czym poniżej.” Poniżej prof. Szafran zwraca uwagę, że szczególnie materiał zawarty w publikacjach [3] i [4] nie powinien być publikowany oddzielnie:

Przy omówieniu publikacji [3] i [4] prof. Szafran pisze:

„W cyklu prac prezentowanych jako osiągnięcie habilitacyjne kolejność nie jest bez znaczenia. Moim zdaniem Autor nie powinien publikować oddzielnie prac [3] i [4], a już na pewno nie zamieszczać je w cyklu habilitacyjnym i to w takiej kolejności, aby czytelnik zastanawiał się nad opisem modelu w pracy [3], aby stwierdzić następnie, że został on opisany w pracy [4].”

Przechodząc do podsumowania oceny osiągnięcia naukowego recenzent pisze: „Podsumowując ocenę osiągnięcia należy stwierdzić, że Autor jeszcze na etapie rozprawy doktorskiej opanował teorię cyklotronowych grup warkoczowych, którą stosuje z powodzeniem do dyskusji możliwych do realizacji współczynników

zapełnienia w cząstkowym efekcie Halla, w tym dla materiałów dwuwarstwowych i grafenu. Autor bardzo dobrze orientuje się w wynikach doświadczalnych, oraz stosowanych do opisu teoriach, co zasługuje na uznanie w związku ze złożoną naturą skorelowania elektronów w warunkach ułamkowego efektu Halla i bogactwem literatury. Większa część materiału przedstawionego jako osiągnięcie habilitacyjne stanowi jakościowe dyskusje oraz komentarze wyników doświadczalnych w świetle teorii warkoczy, warunków współmierności oraz jednowymiarowych reprezentacji unitarnych grupy warkoczowej. Dla grafenu dwuwarstwowego ta jakościowa dyskusja jest ciekawa, zwłaszcza w związku z możliwością redukcji problemu do jednowarstwowego z wykorzystaniem prostopadłego pola elektrycznego [Maher i inni Science 345, 61, 2014]. W kilku pracach Autor wskazuje funkcje falowe inspirowane przez teorię, oraz wylicza energię na elektron w celu porównania z istniejącymi wynikami dokładnej diagonalizacji. W pracy [1] porównana jest liczba konfiguracji topologicznych z doświadczalnym oporem podłużnym. Jako oryginalne wyniki ilościowe podano również [11] analizę skorelowania przestrzennego elektronów w zaproponowanych funkcjach falowych oraz prosty model oddziaływania w dwuwarstwach [3,4] z konkurencją fazy hallowskiej oraz ekscytonowej. Po uwzględnieniu powtórzeń w publikacjach materiał oryginalny Autora, zwłaszcza wyniki ilościowe, nie jest bardzo obszerny. Dla skompensowania tego faktu Autor publikuje go z wieloma powtórzeniami, co sztucznie powiększa dorobek naukowy oraz objętość cyklu. Prace z osiągnięciami pozostają w ścisłym związku z doktoratem, którego idee przytaczane są obszernie w większości artykułów, a podana jako część cyklu monografia habilitacyjna [15] stanowi tłumaczenie doktoratu na język angielski.

Obowiązkiem recenzenta jest wydanie opinii w sprawie osiągnięcia naukowego w świetle wymogów ustawowych. Uwzględniając powyższe uwagi, pomijając monografię jako materiał z doktoratu, jestem bliższy wydania opinii pozytywnej. Stwierdzam więc, że prezentowane osiągnięcie naukowe spełnia wymogi ustawowe dla habilitacji. Do dobrego obyczaju nie należy publikowanie tego samego materiału w wielu artykułach naukowych mających uchodzić za oryginalne.”

#### **Prof. Jakub Tworzydło**

„Przedstawione do oceny osiągnięcie badawcze zostało przez p. doktora Janusza Jacaka zatytułowane „Topologiczne efekty kwantowe w niejednorodnych przestrzeniach 2D i zastosowania do fizyki hallowskiej w 2DEG GaAs i w grafenie jednowarstwowym i dwuwarstwowym”. Na osiągnięcie składa się 14 prac opublikowanych w międzynarodowych czasopismach oraz jedna monografia. W 11-tu z tych prac dr Jacak jest pierwszym autorem, w pozostałych trzech pracach pierwszym autorem jest doktorantka. W 8-u spośród załączonych prac współautorem jest prof. Lucjan Jacak. Wszystkie prace opublikowane zostały w dobrych i bardzo dobrych czasopismach, w tym jeden artykuł w Physical Review A, jeden w Annalen der Physik, i dwa w Scientific Reports. Dokumentacja osiągnięcia od strony publikacyjnej przedstawia się zatem bardzo solidnie. Budując opinię o osiągnięciu nie mogę nie liczyć się z faktem, że zostało ono przedstawione w uznanych, recenzowanych czasopismach. Jest to zatem niewątpliwie mocna strona

przedstawionej rozprawy i ważki argument za jej przyjęciem.”

Recenzent zwraca także uwagę na jego zdaniem słabsze strony osiągnięcia habilitacyjnego:

„Bliższe przyjrzenie się liście publikacji ujawnia jednak również słabsze strony osiągnięcia. Podejmowana jest bardzo wąska tematyka, dotycząca w zasadzie tylko jednego zjawiska i jednej metody. Tytuły przedstawionych prac wydają się powtarzać, może nie w sensie dokładnym, ale w warstwie merytorycznej reprezentowanej przez poszczególne tematy. Cała przedstawiona seria prac sprawia wrażenie, że jest przede wszystkim kontynuacją tematu z doktoratu.”

W zwartej dyskusji prac stanowiących osiągnięcie naukowe recenzent pisze:

„Niemał w całej serii prac przedstawionych do osiągnięcia kandydat zajmuje się przede wszystkim podawaniem proponowanych, wyróżnionych współczynników wypełnienia (które nazywa hierarchią) dla obsadzeń poziomów Landaua. Początkowo (prace [8], częściowo też [13] i [14]) ujmuje w ten sposób warunki dla wyższych poziomów Landaua, w tym także z uwzględnieniem spinowego stopnia swobody elektronów. Prace [10], [5] i [6] dotyczą tego samego zagadnienia w mono-warstwach grafenowych, w kolejnych [2] i [7] argumentacja zostaje rozszerzona na dwu-warstwy grafenowe (przy czym podwójna warstwa wydaje się być traktowana w bardzo uproszczonym modelu). Znajdujemy też kilka prac zestawiających wyniki dla jedno- i dwu- warstwy grafenowej [6], [9], [13] i [14]. W pracach [3], [4] natomiast autor przenosi swoje rozważania na układy dwuwymiarowych hetero-warstw dopuszczające wzbudzenia ekscytonów skośnych. We wszystkich pracach autor obraca się w ramach tego samego podejścia i bardzo zbliżonej argumentacji. Wyniki mają często charakter heurystyczny, sprawiają wrażenie jakościowych przewidywań bardziej niż będących wynikiem systematycznych obliczeń.”

Na zakończenie oceny osiągnięcia naukowego prof. Tworzydło pisze:

„Przedstawiona seria wyników budzi jednak podziw jeśli chodzi o nakład pracy i zaangażowanie autora, wskazuje też na błyskotliwość operowania wieloma współczesnymi koncepcjami i nawiązaniem erudycyjnymi. Z drugiej jednak strony, wskazywałbym na brak solidnych metodologicznych fundamentów, załączania głównych kroków rachunków i wyprowadzeń, tak, aby można było je zweryfikować. Brakuje krytycznego spojrzenia, testów (np. badania zakresu stosowalności, pomocniczych modeli odtwarzających fazy podpowiadane przez intuicję), kontaktu z bieżącą literaturą teoretyczną (w warstwie merytorycznej, nie tylko niezobowiązujących cytowań). Dla zaproponowanej funkcji falowej (praca [12]) nie zostały szerzej przebadane jej konsekwencje, takie jak degeneracja stanu podstawowego i zależność od geometrii (jako podstawowe własności faz topologicznych) czy zgodności (przekrycia) z funkcjami falowymi ścisłej diagonalizacji. Nie znajduję też w podejściu autora systematycznego badania stabilności energetycznej proponowanych rozwiązań, rozważenia spektrum wzbudzeń, czy odporności na nieporządek. Oczywiście różny jest stopień trudności uzyskania tego typu rozszerzeń, ale przynajmniej niektóre z tej listy były podejmowane



i weryfikowane w przypadku, przedstawianej przez autora jako konkurencyjna, teorii złożonych fermionów (CF).”

Następnie recenzenci przeszli do omówienia dorobku nie wchodzącego w skład wcześniej ocenionego „osiągnięcia naukowego” oraz innych obszarów aktywności naukowej habilitanta.

**Prof. Włodzimierz Jaskólski**

„Na pozahabilitacyjny dorobek dr. inż. Janusza Jacaka składa się 18 publikacji w recenzowanych i punktowanych czasopismach naukowych, jedna monografia i trzy rozdziały w książkach oraz 8 innych publikacji (konferencyjnych i w arXiv). Wszystkie publikacje habilitanta zostały zacytowane dotychczas zaledwie 77 razy (bez autocytowań) i złożyły się na raczej niski indeks  $H=7$ . Dorobek ten, choć ilościowo znaczący nie został jak dotąd wyraźnie zauważony. Przyczyn takiego stanu rzeczy można doszukiwać się m.in. w relatywnie krótkim czasie jaki upłynął od ukończenia studiów przez habilitanta – 11 lat, a także w dość częstym publikowaniu wyników swoich badań w mniej znaczących czasopismach. Ostatnie publikacje autora w wiodących czasopismach, takich jak np. Scientific Reports czy Phys. Rev. A, powinny wkrótce zmienić ten stan rzeczy.”

**Prof. Jakub Tworzydło** zwrócił szczególną uwagę na działalność patentową habilitanta.

„Kandydat legitymuje się także aktywnością badawczą na styku informatyki stosowanej i fizyki, zajmując się kryptografią kwantową w ogólności, a metodami przekazywania kluczy kwantowych w szczególności. Wydaje się, że badania kandydata w tej dziedzinie mają charakter bardziej praktyczny niż fundamentalny. Uczestniczy w międzynarodowych ciałach dyskutujących przyszłe standardy i certyfikaty. Zaangażowanie to wydaje się dość rozbudowane, kandydat uczestniczył w specjalistycznych szkoleniach (w Austrian Institute of Technology (AIT) we Wiedniu, oraz w Genewie, w latach 2012-2013), we wspólnym projekcie z AIT (do 2015 roku), a także w szeregu konferencji z tej tematyki. Jest też współautorem 5 krajowych zgłoszeń patentowych, również z zakresu kwantowego przetwarzania informacji, a dotyczących certyfikatów, szyfrowania i zabezpieczeń.”

Podkreślono także dużą aktywność habilitanta w udziale w projektach badawczych.

**Prof. Włodzimierz Jaskólski**

„Bardzo dobrze wyglądają inne aspekty aktywności naukowej dr. Jacaka. W czasie swojej kariery naukowej kierował jednym projektem badawczym NCN (Sonata) i pełnił rolę wykonawcy w sześciu innych projektach finansowanych przez NCBiR i NCN.”

Recenzenci zgodnie ocenili, że habilitant nie rozwinął znaczącej współpracy międzynarodowej.

**Prof. Bartłomiej Szafran**

„Autor podaje jako osiągnięcia we współpracy wizyty studyjne, w tym w renomowanych ośrodkach (m.in. Austin, prof. MacDonald; Antwerpia prof. Peeters; Stanford. Prof. Goldhaber-Gordon), oraz udział w pracach europejskich instytucji standaryzujących i projektach badawczych (w tym EU Cost). Kandydat działał m.in. przy organizacji sympozjów LFPPI, spotkania projektu Cost, uczestniczył w europejskiej sieci naukowej Quorep oraz Narodowym Laboratorium Technologii Kwantowych. ”

**Prof. Jakub Tworzydło**

„Niestety po uzyskaniu doktoratu kontakty międzynarodowe kandydata w wiodącej dziedzinie badań wydają się zanikać. Kandydat w czasie, który podlegać ma obecnej ocenie nie wykazuje bezpośredniej współpracy międzynarodowej w dziedzinie przedstawianego osiągnięcia, nie odbywał stażów po-doktorskich ani dłuższych wyjazdów naukowych. W załączonym „wykazie” znajduję jedynie wzmiankę o krótkiej wizycie naukowej w Austin u prof. Allana MacDonalda w zeszłym roku, przy czym nie jest wyszczególniony charakter tej wizyty. ”

Recenzenci bardzo pozytywnie ocenili dorobek dydaktyczny habilitanta oraz jego działalność w zakresie popularyzacji nauki.

**Prof. Włodzimierz Jaskólski**

„Osiągnięcia dydaktyczne i popularyzatorskie dr. inż. Janusza Jacaka oceniam bardzo pozytywnie. W ramach kształcenia kadr pełni on rolę promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim mgr inż. Patrycji Łydzby. Wypromował jednego magistra i sześciu inżynierów; jest opiekunem kolejnych dwóch prac magisterskich i jednej pracy inżynierskiej. Prowadził szereg wykładów m.in. z *mechaniki kwantowej I i II, podstaw fizyki kwantowej, wstępu do optyki kwantowej oraz informatyki i kryptografii kwantowej*. Prowadził też ćwiczenia zarówno do tych wykładów jak i do *termodynamiki i fizyki statystycznej* oraz *podstaw elektrodynamiki i fizyki ogólnej*. Jest współtwórcą skryptów elektronicznych do prowadzonych wykładów i odpowiednich programów nauczania. Jest współorganizatorem staży i wyjazdowych szkół naukowych dla studentów, oraz organizatorem cyklu wizyt studenckich w pracowniach NTK.”

Szczególną uwagę zwrócili recenzenci na współautorstwo skryptów.

**Prof. Bartłomiej Szafran**

„Autor jest współautorem czterech skryptów w zakresie kwantowego przetwarzania informacji oraz optyki kwantowej. To wynik wybitny biorąc pod uwagę wiek autora.”

Następnie recenzenci podsumowali swoje opinie.

**Prof. Włodzimierz Jaskólski**

„Choć publikacje habilitanta nie znajdują na razie szerszego oddźwięku w społeczności naukowej, co poniekąd może wynikać także z zamknięcia się w wąskiej grupie lokalnych współpracowników, to znaczenie zarówno poznawcze jak i praktyczne podejmowanych badań oraz opisane wyżej aspekty aktywności naukowej pozwalają na bardzo pozytywną ocenę całokształtu jego działalności. Habilitant posiada bardzo duży zasób ogólnej wiedzy fizycznej i matematycznej, jest znakomitym specjalistą z zakresu hallowskich układów dwuwymiarowych, topologii, informatyki i kryptografii kwantowej oraz fizyki układów niskowymiarowych. Tematyka podejmowanych badań jest zawsze niezwykle aktualna, a powstające w rezultacie tych badań koncepcje i wyniki są interesujące i naukowo ważne. Habilitant wykazuje się dużą samodzielnością w pracy badawczej i bierze aktywny udział w procesie kształcenia i dyplomowania studentów oraz młodych kadr naukowych. Wszystko to pozwala na stwierdzenie, że jest on dojrzałym badaczem. Wnoszę zatem o nadanie dr. inż. Januszowi Jacakowi stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych w zakresie fizyki (lub w dyscyplinie nauk fizycznych z uwagi na wchodzącą w życie nową ustawę).”

**Prof. Bartłomiej Szafran**

„Wiele kryteriów określonych w ustawie o stopniach i tytule naukowym i w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1.09.2011 Kandydat spełnia z nadatkiem, w szczególności w zakresie działalności dydaktycznej, popularyzatorskiej, organizacyjnej oraz udziału w projektach badawczych. Mimo zastrzeżeń, jakie zgłosiłem wyżej, co do przekrywania się materiału w artykułach zgłoszonych w osiągnięciu naukowym, uważam, że zaprezentowane osiągnięcie habilitacyjne może zostać przyjęte. Rekomenduję więc komisji habilitacyjnej wydanie pozytywnej opinii w sprawie nadania dr. inż. Januszowi Jacakowi stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie fizyka.”

**Prof. Jakub Tworzydło**

„Na podstawie analizy wniosku pana dr. Janusza Jacaka o nadanie stopnia doktora habilitowanego, której najważniejsze wyniki przedstawiłem w tej recenzji, stwierdzam, że przedłożony wniosek jest wnioskiem słabym i w zaledwie dostatecznym stopniu spełnia warunki określone Ustawą o stopniach i tytule naukowym. Mimo licznych zastrzeżeń, wnoszę o przyjęcie tej rozprawy i dopuszczenie pana dr. Janusza Jacaka do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.”

Po zakończeniu wypowiedzi recenzentów Przewodniczący komisji stwierdził, że recenzenci z jednej strony zauważyli wartość merytoryczną dorobku habilitanta, ale z drugiej wyrazili swoje zaniepokojenie sposobem publikowania przez niego swoich wyników. W szczególności dotyczyło to wielokrotnego publikowania podobnych wyników w różnych artykułach oraz umieszczenia w osiągnięciu wyników zawartych w doktoracie. Dlatego też poprosił recenzentów, a także pozostałych członków

komisji o przedyskutowanie, czy po uwzględnieniu tych wad dorobek habilitanta nadal uważają za wystarczający do nadania mu stopnia doktora habilitowanego.

W trakcie dyskusji recenzenci podtrzymali pozytywne konkluzje z recenzji dotyczące oceny osiągnięcia habilitacyjnego i istotnej działalności naukowej habilitanta. Niemniej Prof. Jakub Tworzydło powtórzył, że w pracach stanowiących osiągnięcie habilitacyjne brakuje odniesień do innych topologii (np. torusa), podkreślił, że według niego teorii brakuje ścisłości i dyskusji stabilności stanów. Prof. Włodzimierz Jaskólski oraz prof. Bartłomiej Szafran stwierdzili, że niepotrzebnie do rozprawy habilitacyjnej została włączona monografia, której większa część prezentuje rezultaty pracy doktorskiej dr. Janusza Jacaka. Dr hab. Grzegorz Harań zwrócił uwagę, że habilitant wyraźnie stwierdza w autoreferacie iż w monografii są zawarte tezy jego pracy doktorskiej, ale dodatkowo zawiera ona materiał będący tematem rozprawy habilitacyjnej. W trakcie dyskusji prof. Maciej Maśka zwrócił uwagę na pewne rozbieżności dotyczące deklaracji udziału w powstaniu pracy nr 11. Otóż w "Oświadczeniu współautora" doktorantka Habilitanta, pani P. Łydzba deklaruje znacznie mniejszą rolę w powstaniu tej pracy, niż to jest ujęte w części "Acknowledgements" samej pracy. Zgodnie z opiniami zawartymi w recenzjach prof. Bartłomiej Szafran i prof. Jakub Tworzydło wyrazili swoje krytyczne opinie dotyczące sposobu publikowania wyników przez habilitanta, który dopuścił się zbyt wielu powtórzeń w publikowanych pracach, a tym samym sztucznie powiększył liczbę publikacji. Obaj recenzenci dodali, że jest to najbardziej widoczne w publikacjach [3] i [4], które zostały zgłoszone do druku w zbliżonym czasie. Tą opinią dr hab. Łukasz Cywiński uzasadnił oddanie głosu przeciw wnioskowi o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr. Januszowi Jacakowi. Dr hab. Łukasz Cywiński wyjaśnił, że oddałby głos za wnioskiem gdyby przedstawione osiągnięcie habilitacyjne zostało zawarte w mniejszej liczbie artykułów, zawierających nieprzekrywający się tak silnie materiał, oraz gdyby znalazła się w nich bardziej szczegółowa dyskusja relacji pomiędzy rozwijanym podejściem a innymi szeroko stosowanymi modelami kwantowego zjawiska Halla, w których argumenty topologiczne również mają kluczowe znaczenie. Prof. Antoni Mituś uzasadniając swoją decyzję o poparciu wniosku komisji ocenił kierunek badań Habilitanta jako pionierski i podkreślił wagę otrzymanych wyników. Stwierdził, że w takich przypadkach uzasadnione byłoby włączenie mniejszej liczby publikacji do osiągnięcia habilitacyjnego. Bardzo wysoko ocenił styl pierwszego rozdziału Autoreferatu, znamionujący, jego zdaniem, fizyka o dużym doświadczeniu oraz szerokich horyzontach myślowych. Podkreślił duży nakład pracy włożony w przygotowanie osiągnięcia habilitacyjnego, czego efektem są publikacje w uznanych czasopismach. W pełni zgodził się z opiniami Recenzentów i członków Komisji dotyczącymi sposobu publikowania wyników przez Habilitanta oraz niektórych sformułowań zawartych w Autoreferacie. Dr hab. Grzegorz Harań w końcowej wypowiedzi podkreślił, że Habilitant przedstawia teorię alternatywną wobec teorii złożonych fermionów, która może być stosowana w układach wielowarstwowych (np. w dwuwarstwowym grafenie). Zwrócił także uwagę na to, że w habilitacji zaproponowano doświadczalną metodę weryfikacji teorii.

Po zakończeniu dyskusji Przewodniczący komisji zarządził głosowanie jawne nad uchwałą Komisji w sprawie opinii o nadaniu stopnia doktora habilitowanego panu dr. inż. Januszowi Jacakowi.

**Wynik głosowania:**

**głosów oddanych**      **7**  
**głosów na TAK**        **6**  
**głosów na NIE**        **1**  
**wstrzymujących się** **0**

Przewodniczący stwierdził, że Komisja podjęła uchwałę o zwróceniu się do Rady Wydziału Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej z wnioskiem o nadanie dr. inż. Januszowi Edwardowi Jacakowi stopnia doktora habilitowanego.

Po informacji Sekretarza komisji habilitacyjnej o dalszych czynnościach w postępowaniu habilitacyjnym jej Przewodniczący podziękował członkom komisji i zakończył obrady.

prof. dr hab. Maciej Maśka.....

dr hab. inż. Grzegorz Harań .....

prof. dr hab. Włodzimierz Jaskólski .....

prof. dr hab. inż. Bartłomiej Szafran .....

prof. dr hab. Jakub Tworzydło .....

dr hab. Łukasz Cywiński .....

prof. dr hab. Antoni Mituś .....

**Uchwała Komisji ds. habilitacji dr. inż. Janusza Edwarda Jacaka  
podjęta w trakcie posiedzenia w dniu 23 kwietnia 2019**

Po zapoznaniu się z rozprawą habilitacyjną p.t. „Topologiczne efekty kwantowe w niejedno-  
spójnych przestrzeniach 2D i zastosowania do fizyki hallowskiej w 2DEG GaAs i w grafenie  
jednowarstwowym i dwuwarstwowym”, stanowiącą cykl 15 publikacji, autoreferatem, opisem  
pozostałej działalności naukowej, trzema recenzjami oraz po przeprowadzeniu dyskusji, Komisja  
występuje do Rady Wydziału Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej  
z wnioskiem o nadanie dr. inż. Januszowi Edwardowi Jacakowi stopnia doktora habilitowanego  
w dziedzinie nauk fizycznych w dyscyplinie fizyka.

prof. dr hab. Maciej Maśka.....

dr hab. inż. Grzegorz Harań .....

prof. dr hab. Włodzimierz Jaskólski .....

prof. dr hab. inż. Bartłomiej Szafran .....

prof. dr hab. Jakub Tworzydło .....

dr hab. Łukasz Cywiński .....

prof. dr hab. Antoni Mituś .....