prof. dr hab. inż. Tomasz Czyszanowski
Instytut Fizyki Politechniki Łódzkiej
ul. Wólczańska 217/221,
93-005 Łódź

Recenzja osiągnięć naukowych oraz ocena dorobku naukowego dra Pawła Podemskiego

Osiągnięcia będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego przez pana dra Pawła Podemskiego dotyczą zbioru prac poświęconych rozwojowi metod spektroskopii wzbudzeniowej pojedynczych kropek, drutów oraz kresek kwantowych oraz badaniu ich struktury energetycznej. Zbiór składa się z 8 oryginalnych prac naukowych (H1 – H8) opublikowanych w międzynarodowych czasopismach w latach 2013-2021. Dr Paweł Podemski jest pierwszym autorem pięciu prac i dalszym autorem trzech pozostałych. Większość z prac ukazała się w wiodących czasopismach dotyczących fizyki, fizyki ciała stałego oraz optyki: Physical Review Letters, Physical Review B, Nano Letters, Applied Physics Express, Journal of Luminescence, Optics Express, Applied Physics Letters, Superlattices and Microstructures. Liczba cytowań prac stanowiących monotematycznych cykl ośmiu publikacji wynosi 70 wg WoS przy czym praca H3 posiada 25 cytowań, H1, H2 13 i 10, pozostałe prace zaś poniżej 10 cytowań. Ponadto dr Podemski po uzyskaniu stopnia doktora był współautorem 13 innych publikacji w czasopismach o podobnym standardzie i dotyczących zbliżonej tematyki do prac wchodzących w skład przedstawianego cyklu. Można zatem odnieść wrażenie, że przedstawiony cykl prac jest wyborem autora stanowiącym mniej niż 50% dorobku zbudowanego przez niego po uzyskaniu stopnia doktora. Jego indeks Hirscha wynosi 11 (wg. WoS) a roczna ilość cytowań w ostatnich pięciu latach wynosi około 25 na rok. Wkład dra Podemskiego do prac wchodzących w skład przedstawionego dorobku dotyczył części doświadczalnej tych prac, w tym opracowania metod eksperymentalnych, zaprojektowania i skonstruowania układów eksperymentalnych, koncepcji badań o charakterze spektroskopowym, przeprowadzenia badań optycznych, analizy i interpretacji danych oraz przygotowania manuskryptów publikacji. Dołączone do wniosku oświadczenia współautorów prac potwierdzają opisany charakter udziału Habilitanta.

Głównym celem badań naukowych opisanych we wniosku był rozwój metod spektroskopii wzbudzeniowej i zastosowanie ich do pojedynczych nanostruktur kwantowych w postaci kropek, drutów i kresek kwantowych emitujących promieniowanie ultrafioletowe i podczerwone.

Prace H1 – H3 są związane z aktywną współpracą Habilitanta z grupą Profesora Yasuhiko Arakawy na Uniwersytecie Tokijskim w Japonii, w której Habilitant przebywał na stażu podoktorskim. Prowadzone tam badania dotyczyły charakteryzacji kropek kwantowych wytworzonych z GaN emitujących promieniowanie UV. Metoda spektroskopii pobudzeniowej umożliwiła obserwację za pomocą metod optycznych stanów wzbudzonych w pojedynczych kropkach kwantowych, które wymagałyby nieosiągalnej obecnie czułości w przypadku pomiarów absorpcyjnych. Habilitant za pomocą skonstruowanego przez siebie układu do spektroskopii wzbudzeniowej bazującego na pobudzaniu za pomocą trzeciej harmonicznej lasera tytanowo-szafirowego wykonał pierwsze pomiary stanów wzbudzonych w układzie kropek oraz w układzie nanodrutów kwantowych wykonanych z GaN emitujących promieniowanie ultrafioltowe. Wyniki analizy eksperymentalnej dobrze zgodziły się z przewidywaniami teoretycznymi przeprowadzonymi przez współpracowników. Doktor Paweł Podemski ponadto brał udział w badaniach związanych z przetwarzaniem informacji w postaci kwantowej za pomocą qubitów realizowanych za pomocą wzbudzonego stanu ekscytonowego w kropce kwantowej wytworzonej z GaN. Kluczowym pomiarem na ówczesnym etapie zaawansowania prac nad układami tego typu, była zademonstrowana przez Habilitanta koherentna kontrola spinu w pojedynczej kropce kwantowej GaN umieszczonej w nanodrucie. Zaobserwowana oscylacja była potwierdzeniem udanej koherentnej kontroli qubitu w pojedynczej kropce kwantowej, będącej jednocześnie pierwszą tego rodzaju demonstracją w kropkach kwantowych III-N.

Drugim nurtem badań opisanych w dorobku habilitacyjnym jest wykorzystanie metody spektroskopii pobudzeniowej do charakteryzacji stanów w kropkach i kreskach kwantowych emitujących promieniowanie podczerwone, które zostały opisane w pracach H4-H8. Układ pomiarowy wykorzystany we wcześniejszych pracach został zmodyfikowany o pobudzające źródło laserowe, które z uwagi na zwiększenie prawdopodobieństwa obsadzania stanów wzbudzonych, wymagało pobudzenia światłem ciągłym o energii fotonów zbliżonej do energii badanych stanów. Zrealizowany układ stanowi oryginalną metodę pomiarową, która wcześniej nie została opisana. Pomiary przeprowadzone przez Habilitanta pozwoliły na analizę stanów

wzbudzonych w kropkach InGaAs w dziedzinie emitowanej energii oraz energii fotonów pobudzających. Analiza wykazała interesujące zależności dotyczące prawdopodobieństw obsadzeń stanów i dotyczącej zwiększania prawdopodobieństwa obsadzenia stanów o niskich energiach poprzez pobudzanie fotonami o wzrastającej energii. W przypadku kropek InGaAs został zaobserwowany kolejny interesujący efekt zwiększenia dystansu między stanami wraz z maleniem ich energii. Analiza eksperymentalna wraz z symulacjami numerycznymi wykonanymi przez współpracowników wskazała, że efekt taki jest możliwy do zaobserwowania w przypadku wzrostu zawartości indu w kropce kwantowej, który prowadzi do pogłębienia studni i zwiększenia odległości między stanami na skutek zmiany mas efektywnych elektronów i dziur oraz naprężeń. Obserwacja ta umożliwia niezależną kontrolę energii emisji z kropki kwantowej oraz odległości energetycznej między stanem wzbudzonym a podstawowym wpływając na zwiększenie spektralnej izolacji stanu podstawowego i wynikającą z niej większą stabilność termiczną. Kolejnym istotnym osiągnięciem Habilitanta była charakteryzacja stanów wzbudzonych w kreskach kwantowych, związanych ze stanami kwantowymi wynikającymi z podłużnych rozmiarów kreski kwantowej, które są trudne do eksperymentalnego określenia na skutek niewielkich odległości energetycznych między nimi. Wykorzystanie spektroskopii wzbudzeniowej i analiza transferu energii z wyższych stanów pozwoliła na eksperymentalne wyznaczenie stanów w tego typu układach.

Przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe dra Pawła Podemskiego są oryginalne, na najwyższym poziomie merytorycznym i o dużym wkładzie na rozwój eksperymentalnych metod spektroskopii wzbudzeniowej. Badania, w których brał udział doprowadziły do powstania nowych metod spektroskopii wzbudzeniowej dla nanostruktur emitujących promieniowanie w zakresie ultrafioletu i podczerwieni. Obydwie metody zostały z powodzeniem wykorzystane w charakteryzacji stanów wzbudzonych w pojedynczych kropkach, drutach i kreskach kwantowych. Pomimo udziału dra Podemskiego w badaniach realizowanych przez wieloosobowe zespoły badawcze jego kluczowy wkład przy konstruowaniu metod i realizacji analiz spektralnych jest niepodważalny. Badania te wymagały od niego umiejętności proponowania i rozwoju nowych podejść eksperymentalnych oraz przeprowadzenia pionierskich i wyrafinowanych eksperymentów. Na podstawie informacji zawartych w autoreferacie i oświadczeń współautorów wnioskuję, iż Habilitant wykazał się zdolnością prowadzenia samodzielnych badań i inicjowania nowych kierunków badawczych, co oczekiwane jest przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego.

Informacje o aktywności naukowej

Wykaz publikacji Habilitanta, które nie zostały uwzględnione w głównym zbiorze stanowi pokaźną listę wieloautorskich pozycji opublikowanych w czasopismach specjalizujących się w tematyce fizyki ciała stałego. Habilitant od momentu uzyskania stopnia doktora uczestniczył w wielu konferencjach, których zasięg w większości miał charakter lokalny. Należy zauważyć brak wystąpień ustnych z wyjątkiem konferencji „International workshop on telecom quantum dot non-classical light sources for quantum communication", która odbyła się w maju tego roku we Wrocławiu. Habilitant brał czynny udział w komitetach organizacyjnych trzech konferencji odbywających się w kraju. Brał udział także w realizacji 9 projektów badawczych (MNiSW, NCN, Komisja UE) oraz był kierownikiem projektu Sonata finansowanego przez NCN oraz kierownikiem zadania w projekcie finansowanym przez Komisję Europejską w ramach Horyzont 2020. Uczestniczył w rocznym stażu typu post-doc na Uniwersytecie Tokijskim. Pięciokrotnie służył swoją wiedzą i doświadczeniem jako recenzent publikacji dla czasopism z dziedziny fizyki.

W związku z powyższym oceniam pozytywnie aktywność naukową dra Podemskiego. Jego dorobek, choć ubogi pod względem aktywnego udziału w konferencjach, nie budzi zastrzeżeń formalnych.

Informacje o współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym

Tematyka badań dra Podemskiego posiada niebagatelne znacznie dla rozwoju przyrządów półprzewodnikowych wykorzystywanych w przemyśle półprzewodnikowym, w zastosowaniach związanych z telekomunikacją, kryptografią czy spektroskopią. Jego prace mają bezpośredni wpływ na projektowanie, charakteryzowanie i optymalizację technologii fotonicznych i optoelektronicznych przyrządów półprzewodnikowych. Mimo tak silnego przełożenia praktycznego prowadzonych badań, ze smutkiem lecz bez zdziwienia należy stwierdzić brak współpracy z krajowym otoczeniem gospodarczym. Udział Habilitanta w projektach międzynarodowych, w których zaangażowane były przedsiębiorstwa specjalizujące się w przemyśle optoelektronicznym pozwoliły niezwykle szeroko wykorzystać metody eksperymentalne rozwijane przez dra Podemskiego. Ten aspekt jego działalności zasługuje na szczególne wyróżnienie.

Stwierdzam, że zarówno osiągniecie naukowe przedłożone w postaci zbioru ośmiu prac wraz autoreferatem oraz istotna aktywność naukowa Habilitanta spełniają kryteria ustawy z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.) i stawiam wniosek o nadanie doktorowi Pawłowi Podemskiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.