

dr Edyta Osika

Rozmowa z autorką pracy:

„Dynamics of spin-valley transitions in carbon nanotube quantum dots”.

W jaki sposób zainteresowała się Pani nanofizyką?

Wszystko zaczęło się od wyboru tematu pracy inżynierskiej. Szukałam projektu z zakresu fizyki teoretycznej, w którym mogłabym jednocześnie rozwijać swoje umiejętności programistyczne. W ten sposób trafiłam do prof. dr hab. inż. Bartłomieja Szafrana, pod którego okiem rozpoczęłam pracę nad symulacjami zjawisk zachodzących w kropkach kwantowych. Temat ten wciągnął mnie całkowicie, dlatego też kontynuowałam pracę nad nim później – przy okazji pracy magisterskiej i na doktoracie.

Co skłoniło Panią do poświęcenia pracy doktorskiej analizie procesów elektrycznych zachodzących w nanorurkach węglowych?

Kilka miesięcy przed rozpoczęciem przeze mnie doktoratu naukowcy z Holandii przeprowadzili eksperyment, w którym udało się za pomocą oscylującego pola elektrycznego obrócić spiny uwięzione w nanorurkach węglowych. Mieliśmy już wtedy doświadczenie w analizie podobnych zjawisk zachodzących w nanodrutach półprzewodnikowych. Wyników eksperymentu nie dało się jednak wytłumaczyć za pomocą zdobytej przez nas wcześniej wiedzy. Nanorurki węglowe, jako materiał grafenowy, stanowiły znacznie bardziej złożone środowisko do manipulacji pojedynczymi spinami niż badane przez nas półprzewodniki. Jednocześnie jednak, nieobecność pola nadsubtelnego w nanorurkach sprawia, że są one materiałem o ogromnym potencjale wykorzystania w przyszłych komputerach kwantowych.

Informatyka kwantowa może się wydawać dość futurystyczną dyscypliną, niemniej jest już rozwijana w wielu ośrodkach naukowych. Jaką rolę odgrywają Pani badania w tej międzynarodowej debacie?

Nasze badania skupione są na układach, które mogłyby zostać wykorzystane do budowy kubitu, czyli kwantowego odpowiednika klasycznego bitu. Jest to najbardziej podstawowa część komputera kwantowego, jednakże wiąże się z nim główna przeszkoda, jaka stoi na drodze informatyki kwantowej – dekoherencja. Wiele pracy wkłada się w znalezienie materiału, który zapewniłby jak najdłuższy czas koherencji, tzn. czas, w którym informacja jest przechowywana bez zniszczenia. Nanorurki węglowe są niezwykle obiecującym materiałem, dlatego też staramy się zdobyć jak najszerszą wiedzę na ich temat.

Jak blisko jesteśmy, Pani zdaniem, do momentu, w którym komputery kwantowe będą nie tylko funkcjonalne, ale też dostępne? Co jeszcze musi w tym celu zaistnieć?

Jesteśmy jeszcze na pełnym początku drogi do upowszechnienia komputerów kwantowych. Jest bardzo wiele do zrobienia zarówno pod względem technologicznym – praca nad opanowaniem dekoherencji czy efektywnym splątaniem kubitów – jak i software’owym – stworzenie oprogramowania pozwalającego na używanie algorytmów kwantowych bez dogłębnej znajomości

teorii za nimi stojącej. Sądzę, że raczej mało prawdopodobne jest, aby w ciągu najbliższych 10-20 lat pojawiły się komputery kwantowe do domowego użytku. Bardzo realne jest za to, że uzyskamy w tym czasie dostęp do komputerów kwantowych opracowywanych i budowanych w największych ośrodkach naukowych na świecie. Wyobrażam sobie, że moglibyśmy z nich korzystać do badań naukowych na podobnej zasadzie jak obecnie korzysta się z superkomputerów m.in. ACK Cyfronet AGH.

Jaki aspekt Pani pracy był najbardziej wymagający? Jakie pojawiły się największe przeszkody, oraz – dla kontrastu, co dało Pani największą satysfakcję?

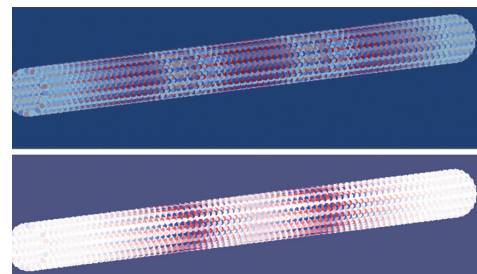
Zdecydowanie największym wyzwaniem w naszych badaniach było zdobycie wystarczających zasobów obliczeniowych do przeprowadzenia zaplanowanych przez nas symulacji. W tym aspekcie nieocenioną pomocą była możliwość korzystania z komputerów Cyfronetu. Nadal jednak to skończone zasoby obliczeniowe były głównym ograniczeniem decydującym, jak daleko możemy się posunąć w naszych badaniach. Najbardziej satysfakcjonujące były natomiast momenty, kiedy byliśmy w stanie zaprezentować nasze wyniki większej publiczności, czy to na konferencjach naukowych, czy też za pośrednictwem publikacji w czasopismach naukowych. Możliwość zobaczenia, że nasze badania są przydatne i interesujące dla innych naukowców, wynagradza miesiące nieraz ciężkiej i żmudnej pracy nad zbieraniem i analizą wyników.

Do czego wykorzystwała Pani infrastrukturę Cyfronetu?

Naszym podstawowym zadaniem było zamodelowanie kropek kwantowych wytworzonych w nanorurkach węglowych i symulacja zjawisk zachodzących w takich układach pod wpływem działania pola elektrycznego. Wykorzystaliśmy do tego podejście atomistyczne, które pozwoliło uniknąć wielu przybliżeń stosowanych zwykle do symulacji podobnych układów, a przez to uzyskać wyjątkowo dokładne wyniki. Jednak ceną takiego podejścia jest ogromny koszt obliczeniowy. Zasoby ACK Cyfronet AGH okazały się tutaj niezastąpionym narzędziem pracy – całkowicie przesunęły granicę naszych możliwości obliczeniowych. Symulacje, które dzięki zrównoległaniu procesów przeprowadzaliśmy na komputerach Cyfronetu w ciągu kilku tygodni, byłyby dla nas całkowicie poza zasięgiem przy użyciu jedynie komputerów osobistych.

W oparciu o własne doświadczenie, co mogłaby Pani doradzić młodym naukowcom na początku ich kariery naukowej?

Według mnie bardzo ważne jest, aby na każdym etapie naszej kariery, zaczynając od tych najwcześniejszych, wybierać tematy badań, które nas naprawdę interesują. Tylko autentyczne zaangażowanie i ciekawość mogą sprawić, że codzienna praca stanie się jednocześnie fascynującą przygodą – łatwo nam wtedy motywować się, aby w pracy dawać z siebie wszystko, łatwo znaleźć w sobie pracowitość i wytrwałość konieczne do osiągnięcia sukcesu. A nawet jeśli sukces nie przychodzi tak szybko, jak byśmy chcieli, nietrudno wtedy znaleźć satysfakcję w samym procesie dążenia do niego.



*Funkcja falowa elektronu zdelokalizowanego
(górny rysunek)
i zlokalizowanego w podwójnej kropce
kwantowej w nanorurce węglowej (dolny rysunek)*