

Autoreferat

Jarosław A. Miszczak

30 styczeń 2013

1. Imię i Nazwisko

Jarosław Adam Miszczak

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

- Dyplom doktora nauk technicznych w dyscyplinie informatyka obroniony z wyróżnieniem dn. 4 lipca 2008 r. przed Radą Naukową Instytutu Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach.
- Dyplom magistra fizyki ze specjalizacją w zakresie fizyki teoretycznej i informatyki kwantowej obroniony dn. 7 maja 2003 r. na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- **Od 10/2001** Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN. W okresie 10/2001–05/2003 na stanowisku technika-programisty, w okresie od 05/2003–07/2008 na stanowisku asystenta, od 08/2008 na stanowisku adiunkta.
- **10/2008–12/2008** Uniwersytet Masaryka, Brno, Republika Czeska. Staż podoktorski na stanowisku adiunkta w grupie prof. Josefa Gruski na Wydziale Informatyki.
- **10/2004–09/2005** Uniwersytet Śląski w Katowicach. Asystent naukowo-dydaktyczny w Zakładzie Fizyki Teoretycznej na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii.

4. Wskazanie osiągnięcia naukowego

a) tytuł osiągnięcia naukowego

Modelling of quantum informatics systems with the use of quantum programming languages and symbolic computation

b) autor, tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa

W skład osiągnięcia naukowego wchodzi monografia opublikowana w wydawnictwie o zasięgu międzynarodowym

- [A] J.A. Miszczak, *High-level structures for quantum computing*, Morgan and Claypol Publishers, San Rafael, California, U.S.A., maj 2012, wolumen #6 serii *Synthesis Lectures on Quantum Computing*, pp. 1-129. ISBN: 9781608458516

oraz jednotematyczny cykl czterech prac opublikowanych w czasopismach uwzględnianych w bazie Journal Citation Report

- [B] J.A. Miszczak, *Models of quantum computation and quantum programming languages*, Bulletin of the Polish Academy of Sciences-Technical Sciences, Vol. 59, No. 3 (2011), pp. 305-324.
IF: 0,945
- [C] J.A. Miszczak, *Singular value decomposition and matrix reorderings in quantum information theory*, International Journal of Modern Physics C, Vol. 22, No. 9 (2011), pp. 897-918.
IF: 1,005
- [D] J.A. Miszczak, *Generating and using truly random quantum states in Mathematica*, Computer Physics Communications, Vol. 183, No. 1 (2012), pp. 118-124.
IF: 3,268
- [E] J.A. Miszczak, *Employing online quantum random number generators for generating truly random quantum states in Mathematica*, Computer Physics Communications, Vol. 184 (2013), pp. 257-258.
IF: 3,268

c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Wprowadzenie

Głównym wynikiem prac prezentowanych w ramach osiągnięcia naukowego jest rozwinięcie metod modelowania obiektów wykorzystywanych do opisu procesu przetwarzania informacji w kwantowych systemach informatyki. Opis taki zależy od typu układu, który jest rozważany. Zasadniczo wyróżnia się w tym kontekście dwa typy układów kwantowych – układy zamknięte oraz układy otwarte.

Układy zamknięte stanowią idealizację układów fizycznych nie uwzględniającą oddziaływania otoczenia na proces przetwarzania informacji. Do opisu stanu w takich układach wykorzystywany jest formalizm stanów czystych (wektorów w skończonej wymiarowej przestrzeni zespolonej), natomiast proces przetwarzania informacji jest opisany w języku bramek kwantowych, które z geometrycznego punktu widzenia reprezentują obroty unitarne.

W przypadku układów otwartych nie może być pominięte oddziaływanie otoczenia na układ kwantowy wykorzystywany do przetwarzania informacji. Stan układu jest wówczas reprezentowany przez operator gęstości (dodatkowo określony operator o śladzie 1), natomiast przekształcenia stanu są opisywane za pomocą operacji kwantowych, czyli odwzorowań całkowicie dodatnich zachowujących ślad. Wiele zjawisk kluczowych dla analizy kwantowego przetwarzania informacji, takich jak zakłócanie lub podsłuch, może być modelowanych jako wpływ otoczenia. Z tego powodu badanie tego typu układów jest kluczowe dla technicznych realizacji kwantowych systemów informatyki.

Prace wymienione w osiągnięciu podejmują tematykę ważnych problemów, które pojawiają się przy modelowaniu kwantowego przetwarzania informacji zarówno w układach zamkniętych, jak i otwartych. Wyniki opublikowane w pracach wymienionych w osiągnięciu dotyczą reprezentacji przetwarzania informacji kwantowej w układach zamkniętych, modelowania operacji kwantowych na otwartych układach złożonych oraz wykorzystania kwantowych źródeł losowości w symulacjach stanów i operacji kwantowych.

Opisane poniżej wyniki zostały uzyskane głównie w trakcie realizacji trzech projektów badawczych, w których występowałem w roli kierownika. Dwa z nich – projekt IP2010 052270 *Analiza i modelowanie lokalnych własności stanów i operacji kwantowych* oraz IP2011 036371 *Wykorzystanie metod geometrycznych do analizy stanów i operacji kwantowych* – uzyskały finansowanie z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach programu Iuventus Plus na lata 2011-2014. Trzeci z projektów – N N516 475440 *Wykorzystanie teorii gier kwantowych w problemach modelowania kwantowego przesyłania informacji* – uzyskał finansowanie z Narodowego Centrum Nauki na lata 2011-2013. Prace nad wysokopoziomowym opisem kwantowego przetwarzania informacji prowadziłem również w ramach projektu badawczego N N519 442339 *Rozproszone środowisko analizy numerycznej dla kwantowej teorii informacji* realizowanego w latach 2010-2013 pod kierownictwem dr. inż. R. Winiarczyka.

Wysokopoziomowy opis kwantowego przetwarzania informacji

Pierwszym problemem badawczym, którego dotyczą wyniki prezentowane w ramach osiągnięcia, jest zagadnienie abstrakcyjnego opisu kwantowego przetwarzania informacji. Moje prace w tym zakresie były rozwinięciem badań prowadzonych w trakcie realizacji przewodu doktorskiego. Ze względu na ścisły związek reprezentacji obliczeń kwantowych z ich reprezentacją matematyczną, dużym problemem jest opis obliczeń kwantowych wymagających operowania na danych nie mających bezpośredniej reprezentacji w postaci stanów kwantowych. Najprostszym przykładem jest tutaj problem wykonania sortowania zbioru liczb całkowitych na komputerze kwantowym. W takim wypadku konieczna jest implementacja typu danych całkowitoliczbowych – jego reprezentacja w postaci stanów kwantowych oraz implementacja operacji na tym typie danych w postaci bramek kwantowych.

Zagadnienie wykorzystania abstrakcyjnych modeli do opisu kwantowego przetwarzania informacji było podejmowane w pracy [B]. W pracy tej przedstawione zostały główne ograniczenia, jakie pojawiają się przy konstrukcji kwantowych języków programowania wysokiego poziomu.

Okazuje się, iż zarówno w przypadku kwantowych języków imperatywnych, jak i funkcyjnych, nie jest możliwe tworzenie programów kwantowych bez odwoływania się do wewnętrznej reprezentacji stanu w postaci wektora w przestrzeni zespolonej. Stanowi to zasadniczą przeszkodę w przypadku konieczności operowania na danych nie mających bezpośredniej reprezentacji za pomocą wektorów stanu. Dodatkowo, istniejące języki nie dostarczają elementów składniowych koniecznych do implementacji protokołów i algorytmów kwantowych bazujących na stanach mieszanych. W szczególności nie umożliwiają one operowania na stanach mieszanych w przypadku układów złożonych, co jest konieczne przy opisie wykorzystywania splątania kwantowego w kwantowych układach otwartych.

W pracy [B] przedstawiony został również model budowy kwantowego języka programowania wysokiego poziomu bazujący na modelu maszyny kwantowej o swobodnym dostępie do pamięci (QRAM). Prace w tym zakresie zostały rozwinięte w monografii [A]. Przedstawiono tam w jednolity sposób konstrukcję najważniejszych modeli obliczeń kwantowych, pozwalających na wysokopoziomowy opis kwantowego przetwarzania informacji.

W monografii [A] wskazane zostały również elementy kluczowe dla konstrukcji kwantowych języków programowania, które umożliwiają tworzenie programów na maszynie kwantowej w oderwaniu od fizycznej i matematycznej reprezentacji stanów i przekształceń stanów. Do elementów takich należy zaliczyć możliwość operowania na abstrakcyjnych typach danych kwantowych, wykonywanie instrukcji warunkowych z warunkami logicznymi zadanymi przez stany rejestrów kwantowych oraz możliwość inicjalizacji stanu początkowego maszyny kwantowej za pomocą zadanego rozkładu prawdopodobieństwa. Elementy te są kluczowe dla usprawnienia procesu tworzenia programów wykorzystujących potencjał maszyn kwantowych w oderwaniu od fizycznej i matematycznej reprezentacji stanów i przekształceń stanów poprzez zapewnienie warstwy abstrakcji pomiędzy reprezentacją w postaci stanu kwantowego a niezależną od urządzenia reprezentacją algorytmu.

Opis operacji kwantowych na układach złożonych

Realizacja kwantowego przetwarzania informacji w układach fizycznych wymaga uwzględnienia oddziaływania otoczenia, które może skutkować występowaniem błędów czy stratą informacji z układu. Z tego powodu do opisu protokołów i algorytmów kwantowych konieczne jest wykorzystanie formalizmu opartego o stany mieszane reprezentowane przez macierze gęstości.

Kwantowe przetwarzanie informacji, czyli ewolucja czasowa macierzy gęstości, jest opisane w tym formalizmie przez odwzorowania całkowicie dodatnie na przestrzeni stanów kwantowych. Najważniejszym zasobem w kwantowym przetwarzaniu informacji jest splątanie kwantowe, które pojawia się przy opisie stanów układów złożonych, zarówno zamkniętych, jak i otwartych. Dlatego też kluczowe dla informatyki kwantowej jest zrozumienie struktury odwzorowań całkowicie dodatnich działających na kwantowych otwartych układach złożonych.

W ramach prezentowanego osiągnięcia uzyskane zostały wyniki dotyczące reprezentacji takich odwzorowań. W pracy [C] przedstawione zostały wyniki dotyczące metody analizy operacji na układach złożonych, która bazuje na rozkładzie na wartości osobliwe. W pracy tej została

wyprowadzona i uogólniona reprezentacja macierzowa operacji kwantowych na układach postaci iloczynu tensorowego dwóch rozłącznych układów. Wyprowadzenie to uogólnia się na dowolną przestrzeń unitarną zadaną strukturą iloczynu tensorowego z dowolną liczbą podukładów.

Metoda konstrukcji reprezentacji macierzowej dla operacji kwantowych na układach złożonych przedstawiona w [C] w znacznym stopniu upraszcza implementację algorytmów analizy stanów i operacji kwantowych. Wyniki uzyskane w [C] zostały wykorzystane do stworzenia oprogramowania bazującego na paradygmacie funkcyjnym. Oprogramowanie to umożliwia analizę własności algebraicznych stanów i operacji kwantowych z wykorzystaniem obliczeń symbolicznych.

Opracowana metoda może być również zastosowana przy implementacji języka kwantowego wysokiego poziomu udostępniającego mechanizmy operowania na złożonych układach otwartych. Pozwala zatem na przewyższenie jednego z kluczowych ograniczeń obecnie stosowanych kwantowych języków programowania [A].

Praktyczne wykorzystanie kwantowych źródeł losowości

Ostatnim zagadnieniem, którego dotyczyły wyniki opublikowane w pracach będących częścią osiągnięcia, jest opracowanie metod wykorzystania kwantowych generatorów liczb losowych w badaniach symulacyjnych. Moje prace w tym zakresie obejmowały opracowanie metod analizy statystycznej stanów czystych i mieszanych oraz operacji kwantowych, które umożliwiają wykorzystanie źródeł liczb prawdziwie losowych bazujących na zasadach mechaniki kwantowej.

Ze względu na złożoną strukturę przestrzeni stanów kwantowych oraz przestrzeni operacji kwantowych, w wielu przypadkach przy ich badaniu nieodzowne jest wykorzystanie metod symulacyjnych. Często w takich sytuacjach konieczne jest przygotowanie próbki stanów lub operacji losowych o zadanych własnościach.

Urządzenia wykorzystujące statystyczną naturę obiektów kwantowych do generowania liczb losowych – kwantowe generatory liczb losowych – są obecnie jednym z najważniejszych zastosowań zasad mechaniki kwantowej. Są one coraz szerzej wykorzystywane w systemach technicznych oraz zastosowaniach naukowych wymagających dostarczenia wysokiej jakości liczb losowych.

W pracy [D] przedstawiony został pakiet oprogramowania pozwalający na użycie generatora Quantis firmy ID Quantique do pozyskiwania danych losowych z wykorzystaniem nieokreśloności wyboru ścieżki. Przedstawiona została metoda wykorzystania tych danych w ramach analizy symbolicznej stanów i operacji kwantowych. Opracowane oprogramowanie zostało wykorzystane do określenia lokalnego widma macierzy gęstości oraz zbadania rozkładu średniej wartości wierności kwantowej dla stanów jednokubitowych. Przebadana również została wydajność generowania liczb losowych przy założeniu różnych scenariuszy wykorzystania tego generatora.

Dalsze prace związane z wykorzystaniem kwantowych źródeł losowości prowadziłem we współpracy z firmą PicoQuant GmbH oraz Departamentem Fizyki Uniwersytetu Humboldta w Berlinie. Firma PicoQuant jest producentem aparatury służącej do generowania wysokiej jakości liczb losowych w oparciu o zjawiska o naturze kwantowej. W pracy [E] wykorzystany został generator firmy PicoQuant GmbH oparty na systemie HydraHarp 400 realizujący Time

Interval Analyzer (TIA) oraz Time-Correlated Single Photon Counting (TCSPC). System ten pozwala na generowanie liczb losowych z wydajnością maksymalną 150Mb/s.

Rozwinięciem tych wyników były badania mające na celu propozycję i implementację wydajnych metod dostarczania wysokiej jakości liczb losowych na potrzeby symulacji zjawisk fizycznych. Badania w tym zakresie bazowały na wynikach opublikowanych w pracach [D] oraz [E]. Uzyskane wyniki zostały wdrożone przez firmę PicoQuant do tworzenia oprogramowania symulacyjnego bazującego na metodach Monte Carlo.

Podsumowanie

Tematyka prac przedstawionych w osiągnięciu jest skoncentrowana na tworzeniu nowych metod modelowania kwantowego przetwarzania informacji, a w szczególności na wykorzystaniu w tym zakresie obliczeń symbolicznych oraz kwantowych języków programowania. Wyniki uzyskane w tym zakresie obejmują:

- wskazanie ograniczeń istniejących kwantowych języków programowania oraz elementów kluczowych dla tworzenia programów kwantowych wykorzystujących abstrakcyjne typy danych,
- podanie jednolitego opisu konstrukcji kwantowych języków programowania w oparciu o model kwantowej maszyny Turinga oraz kwantowej maszyny ze swobodnym dostępem do pamięci kwantowej,
- przedstawienie metody konstrukcji reprezentacji macierzowej dla operacji kwantowych działających na złożonych układach otwartych,
- wykorzystanie metod programowania funkcyjnego do stworzenia prototypowego oprogramowania do manipulacji i analizy macierzy gęstości oraz operacji kwantowych,
- wykorzystanie kwantowych źródeł losowości do symulacyjnego badania przetwarzania informacji w kwantowych układach zamkniętych i otwartych,
- stworzenie metody wydajnego udostępniania wysokiej jakości generatorów liczb losowych na potrzeby symulacji zdarzeń fizycznych.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych¹

a) Omówienie dorobku

Wprowadzenie

W ramach prac naukowych prowadzonych po uzyskaniu stopnia doktora, nie wyszczególnionych w ramach osiągnięcia w punkcie 4), uzyskałem wyniki związane z kilkoma aspektami

¹Numery publikacji podane są zgodnie z załącznikiem *Wykaz publikacji*.

kwantowego przetwarzania informacji. Moje prace były w dużej części poświęcone wykorzystywanemu w informatyce kwantowej formalizmowi matematycznemu związanemu z rozróżnialnością stanów i operacji kwantowych. Badałem również własności geometryczne przestrzeni stanów kwantowych. W mniejszym stopniu zajmowałem się także kontynuacją badań w zakresie kwantowej teorii gier, które prowadziłem przed uzyskaniem doktoratu. W ostatnim okresie podjąłem natomiast tematykę bezpiecznego kwantowego przesyłania informacji oraz zagadnień dotyczących przesyłu informacji w intersieciach kwantowych.

Opisane poniżej prace, które podejmowałem po uzyskaniu stopnia doktora, prowadziłem i prowadzę jako kierownik w ramach trzech grantów badawczych. Prace w zakresie badania geometrycznych własności stanów i operacji kwantowych prowadziłem jako kierownik dwóch projektów badawczych finansowanych przez Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego finansowanych w latach 2011-2014 w ramach programu Iuventus Plus. Prace w zakresie kwantowej teorii gier prowadziłem w ramach grantu Narodowego Centrum Nauki N N516 475440 *Wykorzystanie teorii gier kwantowych w problemach modelowania kwantowego przesyłania informacji*, w którym jestem obecnie kierownikiem. Tematyka ta kontynuowana jest także w ramach grantu Narodowego Centrum Nauki N N516 475440 *Gry kwantowe i ich implementacja* pod kierownictwem prof. dr. hab. J. Ślaskowskiego, który realizowany jest na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach w którym jestem głównym wykonawcą.

W okresie po uzyskaniu doktoratu uczestniczyłem również w charakterze głównego wykonawcy bądź wykonawcy w czterech grantach finansowanych z Narodowego Centrum Nauki oraz jako wykonawca w jednym grantcie europejskim.

Własności stanów i operacji kwantowych

Wyniki jakie uzyskałem w zakresie matematycznych podstaw kwantowej teorii informacji oraz mechaniki kwantowej dotyczyły własności wierności kwantowej (ang. *quantum fidelity*), zastosowania tych własności do badania rozróżnialności stanów, badania struktury przestrzeni o postaci iloczynu tensorowego oraz wykorzystania własności przestrzeni stanów kwantowych w informatyce kwantowej.

W pracy [16] wykorzystałem nierówność von Neumanna dla iloczynu wartości osobliwych macierzy do uzyskania oszacowania na lokalną rozróżnialność kwantowych stanów mieszanych. Ograniczenie to może być wykorzystane do oceny wydajności protokołów kwantowych, które zakładają, iż strony komunikacji nie posiadają możliwości operowania na całym układzie, a jedynie na lokalnych podukładach. Uzyskane wyniki zaprezentowałem na dwóch konferencjach międzynarodowych poświęconych kwantowemu przetwarzaniu informacji – w formie prelekcji oraz plakatu.

Moje kolejne prace w zakresie matematycznych podstaw informatyki kwantowej związane były z ograniczeniami na wierność kwantową. W pracy [14] jestem współautorem dowodu na ograniczenie dla wierności kwantowej przez wielkość nazwaną superfidelity. Ograniczenie to pozwoliło na przedstawienie obwodu kwantowego, który może być wykorzystany do estymacji wierności między dwoma stanami mieszanymi. Superfidelity została następnie wykorzystana

w pracy [15] do podania oszacowań na rozróżnialność stanów kwantowych. Znalazła ona również zastosowanie do oszacowania możliwości rozróżniania operacji kwantowych. Wyniki w tym zakresie zostały opublikowane w pracy [11], w której moim głównym wkładem było podanie obwodu pozwalającego na rozróżnianie operacji kwantowych w warunkach laboratoryjnych. Superfidelity wykorzystałem również do zdefiniowania metryki na przestrzeni stanów kwantowych oraz do opracowania metody generowania losowych stanów kwantowych równomiernie względem miary wyznaczonej przez tę metrykę [6]. Wyniki dotyczące ograniczeń na wierność kwantową były prezentowane przeze mnie jako plakaty na dwóch konferencjach międzynarodowych oraz w ramach moich dwóch wystąpień w trakcie wizyt w ośrodkach zagranicznych.

W zakresie wykorzystania metod geometrycznych do badania przestrzeni stanów kwantowych zajmowałem się także badaniem przestrzeni stanów o strukturze iloczynu tensorowego. W tym zakresie byłem współautorem dwóch prac, w których wprowadzone zostało pojęcie produktowego zasięgu numerycznego [10] oraz podane zostały jego własności i przedstawione zastosowania do analizy różnych problemów pojawiających się w informatyce kwantowej [13]. Wyniki te prezentowałem jako wystąpienia w trakcie trzech wizyt w ośrodkach zagranicznych.

Rozwinięciem wyników dotyczących produktowego zasięgu numerycznego były moje prace [3] i [9] związane z miarą numeryczną, zdefiniowaną jako rozkład prawdopodobieństwa określony na zakresie numerycznym macierzy. Rozkład ten jest indukowany przez miarę Fubini’ego-Study’ego na zespolonej przestrzeni rzutowej, czyli przez miarę, która generuje jednorodny rozkład prawdopodobieństwa na przestrzeni stanów czystych. Ponieważ miara numeryczna oddaje strukturę przestrzeni stanów kwantowych w sposób podobny do absorpcji światła w ośrodku ciągłym, w pracach tych była określana mianem cienia numerycznego (ang. *numerical shadow*).

Kwantowa teoria gier

W zakresie kwantowej teorii gier zajmowałem się wpływem otoczenia na przebieg gry kwantowej. Moje prace w tym zakresie dotyczyły teoretycznych modeli szumów kwantowych oraz wpływu dodatkowych stopni swobody na realizację gier kwantowych w układach fizycznych.

W pracy [17] przedyskutowałem wpływ szumów kwantowych na przebieg gry kwantowej bazującej na stanie splątanym współdzielonym przez graczy. Wyniki w tym zakresie są kluczowe dla eksperymentalnych realizacji gier kwantowych. Uzyskane rezultaty pozwoliły na określenie zależności między typem szumu występującym w kanale transmisji danych kwantowych a charakterystyką wypłat w rozgrywce gry kwantowej.

W swoich ostatnich badaniach w zakresie teorii gier kwantowych zajmowałem się badaniem wpływu dodatkowych stopni swobody na możliwości realizacji gier kwantowych w układach spinowych. W pracy [4] stworzyłem model, w którym jeden z graczy dysponuje możliwością operowania na rozszerzonym podukładzie i w ten sposób rozszerza zbiór dozwolonych operacji. Zależność ta jest analogiczna do sytuacji, w której jeden z graczy jest świadomy kwantowej natury układu i w ten sposób dysponuje szerszym zakresem dozwolonych ruchów. Uzyskane wyniki pozwoliły na ustalenie warunków realizacji technicznej gry kwantowej na łańcuchu spinowym, przy których możliwe jest wykorzystanie takiej przewagi.

Komunikacja kwantowa

W ciągu ostatniego roku prowadziłem również prace związane z kwantowym przesyłaniem informacji. W tym obszarze opublikowałem wyniki dotyczące możliwości zwiększenia bezpieczeństwa protokołu bezpośredniej komunikacji kwantowej.

W pracy [2] wykazałem, iż wykorzystanie większej liczby baz w trybie kontrolnym pracy kwantowego protokołu wymiany danych *ping-pong*, zwiększa szanse wykrycia podsłuchu. W pracy tej udowodnione zostały ograniczenia na średnie prawdopodobieństwo nie wykrycia podsłuchu. Wyniki w tym zakresie są istotne przy realizacjach technicznych kwantowego przesyłania informacji, gdyż pozwalają na dokładną analizę bezpieczeństwa zastosowanego protokołu.

Obecnie kontynuuję badania w zakresie komunikacji kwantowej oraz modelowania sieci kwantowych jako kierownik projektu Narodowego Centrum Nauki UMO-2011/03/D/ST6/00413 *Metody tworzenia, modelowania i analizy protokołów w intersieciach kwantowych*. W ramach projektu tworzony jest w Instytucie Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach zespół zajmujący się problematyką intersieci kwantowych.

b) Omówienie działalności popularyzatorskiej i dydaktycznej

Działalność popularyzatorska

W zakresie działalności popularyzatorskiej współpracuję od 2005 roku z Center for Quantum Technologies działającym na Narodowym Uniwersytecie w Singapurze jako administrator oraz edytor projektu Quantiki.org. Projekt ten powstał jako system popularyzacji najnowszych wyników w zakresie kwantowej teorii informacji. Od 2010 roku został rozszerzony o funkcjonalność wymiany informacji o grupach pracujących w dziedzinie informatyki kwantowej oraz platformę wspierania mobilności naukowców. Projekt Quantiki.org jest obecnie największym na świecie niezależnym portalem dla naukowców pracujących w dziedzinie kwantowego przetwarzania informacji.

W ramach działalności popularyzatorskiej pracowałem również w latach 2006-2011 jako edytor katalogu stron WWW Open Directory. W ramach swoich obowiązków byłem odpowiedzialny za nadzorowanie zgłoszeń napływających do kategorii *Theoretical Computer Science*, w szczególności do kategorii *Quantum Information*.

Działalność dydaktyczna

Działalność dydaktyczną prowadziłem w ramach ćwiczeń prowadzonych na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach oraz na Politechnice Śląskiej w Gliwicach. W latach 2003-2004 prowadziłem zajęcia z zakresu systemów operacyjnych oraz podstaw metod numerycznych na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

W roku 2006 pracowałem jako indywidualny instruktor w firmie szkoleniowej Demo działającej przy Wyższej Szkole Technologii Informatycznych w Katowicach. W ramach swoich obowiązków prowadziłem kursy z zakresu systemu operacyjnego Linux, programowania aplikacji WWW oraz przygotowania prelekcji multimedialnych.

W roku 2010 prowadziłem ćwiczenia z wykorzystania narzędzi *open source* w przedsiębiorstwach w ramach projektu *Nowoczesne narzędzia zarządzania w biznesie* na Wydziale Zarządzania i Marketingu Politechniki Śląskiej.

W okresie 2004-2007 uczestniczyłem w działaniach związanych ze śląskim oddziałem Polskiej Grupy Użytkowników Linuksa. W ramach tej działalności prowadziłem prelekcje poświęcone wykorzystaniu darmowych narzędzi w nauce oraz przetwarzaniu danych na konferencjach Jesień Linuksowa 2004 oraz Pingwinaria 2005. W roku 2007 współorganizowałem również cykl wykładów na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach, który poświęcony był nowoczesnym narzędziom programistycznym rozwijanym w oparciu o model *open source*.

W ramach działalności dydaktycznej nadzorowałem dotychczas jedną pracę magisterską dotyczącą translacji kwantowych języków programowania. Wyniki uzyskane w ramach tej pracy magisterskiej opublikowane zostały w [23].



Jarosław A. Miszczak