



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost

Registrační číslo: CZ.1.07/2.3.00/20.0060

Zpráva z účasti na stáži

Datum konání stáže: 25.7. 2011 – 11.8. 2011
Navštívené pracoviště: Centre for Quantum Photonics (CQP),
H.H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol,
Tyndall Avenue, Bristol BS8 1TL, Velká Británie
Zahraniční garant: prof. Jeremy L. O'Brien
Účastník stáže: Mgr. Miroslav Ježek, Ph.D.

Stručný popis navštíveného pracoviště

Skupina prof. O'Briena představuje světovou špičku v oblasti integrované fotoniky a zpracování kvantové informace na optickém mikročipu. Jde o novou technologii, která umožňuje integrovat kvantově logické hradlo či jednoduchý procesor jako základ budoucího kvantového počítače na optický mikročip. Kromě integrované fotoniky se skupina CQP dále věnuje výzkumu v oblasti kvantového počítání s fotony, kvantové metrologie, pevnolátkových zdrojů fotonů (NV a Cr centra v diamantu) a vláknových zdrojů korelovaných fotonů na bázi fotonických krystalů.

Skupina CQP má v současnosti přes 45 pracovníků, především akademických pracovníků a vědců (15), PhD studentů (25) a studentů (4) z School of Physics a Dpt. of Electrical and Electronic Engineering. Skupina CQP má také částečný překryv s Centre for Nanoscience and Quantum Information.

Další vybraní vědečtí pracovníci z cílového pracoviště

Prof. John Rarity, Alex Clark, Ph.D., Anthony Laing, Ph.D., Jonathan Matthews, Ph.D., Alberto Politi, Ph.D., Xiao-Qi Zhou, Ph.D., Sebastian Knauer, Enrique Martin-Lopez, Jasmin Meinecke, Alberto Peruzzo, Kostas Poullos.

Průběh stáže

V rámci stáže ve skupině CQP jsem navštívil všechny laboratoře skupiny s přibližně dvaceti experimentálními uspořádáními. V průběhu prohlídek jsem diskutoval s pracovníky skupiny CQP o detailech každého experimentu, použité technologie, problému spojených s touto technologií či přístupem a možné další směry vývoje. Cílem bylo získat co nejvíce informací

o výzkumu ve skupině CQP. Některé prohlídky experimentů vyústily v následné poměrně detailní diskuse.

S J. Matthewsem, X.-Q. Zhoem a A. Politim jsem diskutoval simulaci parciálních statistik s využitím kvantově entanglovaných stavů světla. Dalším zajímavým využitím této techniky (kromě simulací systémů fermionů pomocí fotonů) by mohlo být zjednodušení kalibrace vlnovodných interferometrických struktur, tedy měření přenosové matice. V současnosti se využívá kombinace měření s jednofotonovým signálem a dvoufotonových korelací. Problémem je rozdílná závislost na vložených ztrátách u těchto dvou částí kalibrace. Řešením by mohlo být přidání dalšího stupně volnosti a měření dvoufotonových korelací s využitím vstupního měřicího stavu kvantově entanglovaného v tomto novém stupni volnosti. Měření s různými entanglovanými stavy by mohlo poskytnout dostatek informace pro určení přenosové matice.

Zajímavá diskuse na téma testování neklasičnosti jednofotonových stavů generovaných NV centry v diamantu a centry na bázi chromu proběhla s S. Knauerem a J. Kennardem. Diskutovali jsme především definici časového modu generovaných stavů a detaily možného experimentálního ověření jejich neklasičnosti.

Z pohledu přenosu technologie a vývoje experimentálních metod kvantové informatiky v Olomouci byla velmi prospěšná debata s E. Martin-Lopezem a A. Laingem na téma adresování a fázové změny jednotlivých drah v kvantově informatických protokolech využívajících kódování do více možných drah fotonu. Ve skupině CQP mají rozsáhlé zkušenosti s využitím inherentně stabilních interferometrických uspořádání využívajících dvojlomného prostředí, například krystalů kalcitu, pro kódování a zpracování mnoha kvantových bitů s využitím pouze omezeného počtu fotonů. Tato technika je relativně flexibilní a poskytuje vynikající pravděpodobnost úspěchu a především kvalitu realizované operace či procesoru. V rámci diskuse jsme si vyměnili zkušenosti s využitím vlnových destiček s otvory, kombinací miniaturních vlnových destiček s fixní orientací krystalografické osy a dalších technik.

Další aktivity

Během stáže jsem se aktivně účastnil pravidelných porad skupiny, přednášek pořádaných v rámci neformálního semináře a dalších aktivit spojených s činností skupiny CQP. Zúčastnil jsem se také přednášky A. Peruzzi na aktuální téma využití biologických senzorů, v tomto případě konkrétně části složeného oka cvrčka, pro detekci jednotlivých fotonů. Je známo, že lidské oko je schopno rozlišit a detekovat jednotlivé fotony, nicméně zrakový vjem je vyvolán až detekcí několika fotonů což zamezuje přílišnému přílivu podnětů do mozku. Složené oko hmyzu a jeho komunikace s nervovými uzlinami tento práh nevykazuje a je tedy vhodným adaptérem pro detekci jednotlivých fotonů.

Přednášky na navštíveném pracovišti

Miroslav Ježek: *Experimental quantum optics in Olomouc*

Tuto přednášku jsem přednesl na neformálním vědeckém semináři zorganizovaném v průběhu mé stáže na CQP. V přednášce jsem podal stručný přehled aktivit v oblasti experimentální kvantové optiky a kvantové informatiky na Katedře optiky UP. Podrobně jsem prezentoval realizaci kvantových kontrolovaných a programovatelných hradel s využitím kódování informace do více stupňů volnosti fotonu. Dále jsem zmínil nedávné výsledky experimentálního testování neklasičnosti kvantových stavů. Na hodinovou přednášku navázala diskuse s přítomnými posluchači.

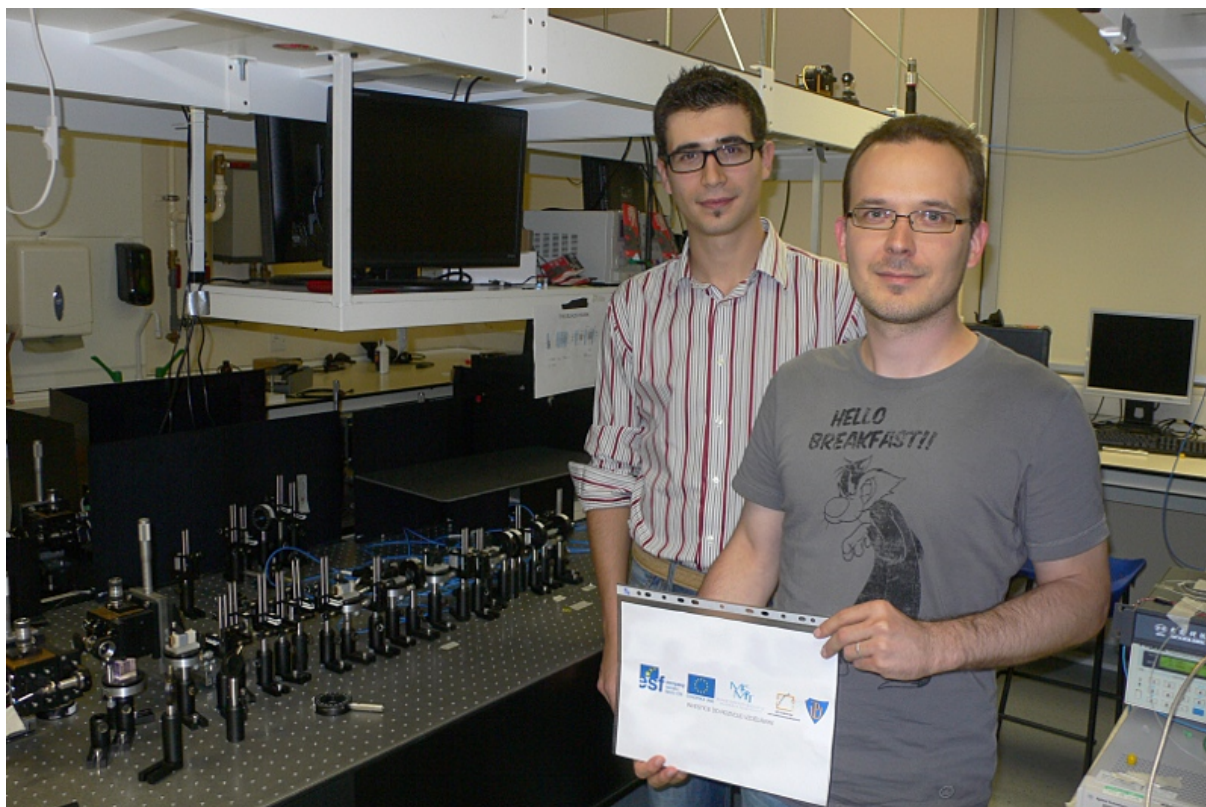
Navázání kontaktů

Stáž umožnila první kontakt se skupinou CQP a seznámení se s výzkumem zde probíhajícím. Byla diskutována témata možné vědecké spolupráce a skupinou prof. O'Briena a možnosti dalších stáží.

Shrnutí stáže

Odborná stáž mi umožnila navštívit špičkové vědecké pracoviště a seznámit se s novými směry výzkumu v oblasti experimentální kvantové optiky a optického kvantového zpracování informace. V rámci stáže jsem získal řadu poznatků a seznámil se s novými technologiemi. Tyto poznatky budou dále předány cílové skupině formou odborných seminářů. Stáž tedy plně splnila svůj účel.

Fotografická dokumentace



Fotografie z laboratoře zabývající se kvantovým počítáním ve skupině CQP. Na snímku Enrique Martin-Lopez (vlevo) a Miroslav Ježek (vpravo) při diskusi nad experimentem demonstrující kvantovou faktorizaci čísla 21.