

POPIS ŘEŠENÍ PROJEKTU v roce 2010

Název projektu: Centrum moderní optiky

Evidenční číslo projektu: LC06007

Příjemce-koordinátor: Univerzita Palackého v Olomouci (UPOL)

Řešitel-koordinátor: doc. Mgr. Jaromír Fiurášek, Ph.D.

Příjemce: Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i. (ÚPT)

Řešitel: prof. RNDr. Pavel Zemánek, Ph.D.

Centrum moderní optiky představuje projekt udělený v rámci programu MŠMT Centra základního výzkumu. Cílem tohoto programu je podpořit spolupráci špičkových vědeckých pracovišť v ČR se zahraničními pracovišti tak, aby byla zvýšena jejich konkurenceschopnost v Evropském výzkumném prostoru, a přispět k výchově mladých odborníků.

I. Průběh řešení projektu v roce 2010

V rámci Centra moderní optiky je prováděn základní teoretický a experimentální výzkum ve třech směrech, jež celosvětově patří k nejvýznamnějším oblastem současného výzkumu v optice:

- (i) Kvantová optika, optické kvantové komunikace a kvantové zpracování informace
- (ii) Generace nedifrakčních, vírových a interferenčních optických polí a jejich využití pro manipulaci mikročástic a přenos informace
- (iii) Vývoj nových pokročilých interferometrických měřicích metod.

Řešení projektu v roce 2010 probíhalo plně v souladu s plánem. Během předchozích let řešení projektu bylo úspěšně dosaženo následujících dílčích cílů:

V001 - Experimentální realizace různých typů nedifrakčních a vírových polí

V002 - Řízený pohyb a samouspořádávání mikroobjektů v nedifrakčních a vírových polích

V003 - Návrh metod a protokolů pro kvantové zpracování informace se spojitými proměnnými

V004 - Realizace nových zdrojů párů korelovaných a entanglovaných fotonů a jejich využití pro experimenty v oblasti kvantové optiky a komunikace

V006 - Kvantové kopírování a kvantové měření

V007 - Studium a rozvoj metod stabilizace femtosekundového syntezátoru optických frekvencí a jeho návaznost na lasery vhodné pro přenos kvantové informace v telekomunikační spektrální oblasti (1550 nm)

V roce 2010 byly proto plně v souladu s plánem řešení projektu jednotlivé dílčí směry výzkumu zaměřeny na řešení dílčích cílů V005 a V008 až V011. V rámci řešení každého z těchto dílčích cílů byly uskutečněny všechny plánované kroky, v duchu cílů projektu byla posilována spolupráce se zahraničím a probíhala výchova mladých vědeckých pracovníků, a byly dosaženy nové vědecké výsledky, jež jsou podrobněji specifikovány níže pro jednotlivé dílčí cíle.

V005 Nové metody přenosu a zpracování informace využívající kvantové interference fotonů.

Ve spolupráci s kolegy z Postupimi bylo experimentálně realizováno optimální lineárně optické kvantové řízení fázové hradlo s nastavitelnou hodnotou fáze. Experiment proběhl v Olomouci ve spolupráci se Společnou laboratoří optiky UP a AV ČR. Změnou parametrů uspořádání lze nastavit libovolnou hodnotu fáze. Pro všechny fáze pracuje hradlo s maximální pravděpodobností úspěchu dosažitelnou v rámci lineárně optické implementace bez dodatečných fotonů. Hradlo bylo postaveno z objemových optických elementů a činnost hradla byla ověřena úplnou kvantovou tomografií. Experimentálně byla ověřena pozoruhodná skutečnost, že pravděpodobnost úspěchu není v intervalu od 0 do π monotónní funkcí fáze.

Byl dále rozvíjen a studován koncept programovatelných kvantových logických hradel. Ve spolupráci se skupinou prof. J.W. Pana v Hefei bylo implementováno pokročilé lineárně-optické kvantové logické hradlo s dvou-qubitovým programem, což poskytuje vysokou flexibilitu v programovatelnosti hradla. Toto hradlo bylo využito pro přímé experimentální ověření komutačních relací pro Pauliho operátory. Toto pokročilé programovatelné kvantové hradlo je prvním příkladem schématu, kdy dvě elementární jedno-qubitová programovatelná hradla byla zkombinována do podoby složitějšího kvantového procesoru.

Byl dokončen experiment zkoumající, jak rozlišitelnost šumové a signálové částice ovlivňuje interferenční kontrast. Signál, reprezentovaný obecně eliptickým polarizačním stavem jednoho fotonu, je na děliči svazku smíchán se šumem představovaným dalším fotonem. Interferenční kontrast lze zvýšit odstraněním jednoho fotonu a vhodnou filtrací. Výsledný interferenční kontrast nicméně závisí na míře rozlišitelnosti signálového a šumového fotonu. Jsou-li zcela nerozlišitelné, lze dosáhnout jednotkového kontrastu, avšak v případě principiálně rozlišitelných částic je maximální dosažitelný kontrast roven $2^{-1/2}$. Teoretické předpovědi byly ověřeny experimentálně v uspořádání s vláknovým Machovým-Zehnderovým interferometrem.

Ve vláknově optickém uspořádání byla odzkoušena elektronická dopředná vazba umožňující ovlivnit kvantový stav jednoho fotonu na základě výsledku kvantového měření na druhém fotonu. Tato dopředná vazba umožňuje zvýšit pravděpodobnost úspěchu některých kvantových hradel. Konkrétně v případě programovatelného kvantového fázového hradla by pravděpodobnost úspěchu byla zvýšena na dvojnásobek. Toto kvantové hradlo bylo v laboratoři postaveno s využitím převážně vláknové optiky. Vlastní experimentální ověření funkce hradla proběhne v roce 2011.

Byl realizován pasivně stabilní Mach-Zehnderův (MZ) interferometr dosahující vizibility nad 98,6% v prvním, respektive 97,2% druhém výstupním portu se stabilitou v řádu hodin. Teoretický model předpovídá vizibility 100% v prvním a 98% v druhém výstupním portu. Koncepce realizovaného MZ interferometru vycházela z konstrukce Sagnacova interferometru. Interferometr slouží jako první blok při realizaci Toffoliho tříqubitového kvantového hradla. Toffoliho hradlo podmíněně invertuje logický stav „cílového“ qubitu v závislosti na logickém stavu dvou „kontrolních“ qubitů. Jednotlivé logické stavy jsou současně kódovány do polarizačních a prostorových módů světla. Tento způsob kódování informace nám dovoluje uložit více kvantových bitů do stavu jednoho fotonu a tudíž realizovat Toffoliho hradlo pomocí interakce dvou korelovaných fotonů.

Byla navržena a ve spolupráci se zahraničními partnery experimentálně ověřena dvě schémata pro podmíněné bezšumové zesílení koherentních stavů světla. První z demonstrovaných bezšumových kvantových zesilovačů je založen na sekvenci přidání a odebrání fotonů z módu pole. Toto schéma bylo realizováno v spolupráci se skupinou prof. M. Bellinhi ve Florencii. V druhém alternativním a jednodušším schématu bezšumového zesilovače je přidání jednoho fotonu nahrazeno přidáním termálního šumu do vstupního koherentního stavu následovaného subtrakcí jednoho či několika fotonů pomocí silně nevyváženého děliče svazku a jednofotonového detektoru. Tento zesilovač byl experimentálně implementován ve spolupráci se skupinou prof. G. Leuchse na Univerzitě

v Erlangenu. Bezšumový kvantový zesilovač může najít uplatnění například v kvantové metrologii či v kvantové komunikaci, kde může být využit ke kompenzaci ztrát.

Byly teoreticky i experimentálně studovány protokoly pro potlačení šumu a dekoherence v kvantové komunikaci. Bylo teoreticky navrženo schéma pro destilaci a purifikaci Gaussovských stavů, jež z libovolného smíšeného kvantově provázaného Gaussovského stavu umožňuje asymptoticky extrahovat čistý kvantově provázaný Gaussovský stav. Ve spolupráci se skupinou prof. R. Schnabela v Hannoveru byla experimentálně demonstrována iterativní destilace kvantové provázanosti. Ze tří kopií silně zašuměného stavu byla pomocí lokálních operací a měření podmíněně získána jedna kopie s nižším šumem a vyšší mírou kvantových korelací. Ve spolupráci se skupinou prof. G. Leuchse na Institutu Maxe Plancka v Erlangenu bylo detailně analyzováno schéma pro koncentraci kvantové provázanosti stavů světla distribuovaných skrze kvantové kanály s fluktuující propustností.

Rovněž byl teoreticky navržen nový typ kvantových logických hradel pro kvantové bity kódované do superpozice dvou koherentních stavů světla se stejnou amplitudou ale opačnou fází. Jmenovitě byla navržena schémata pro jednoqubitové fázové hradlo a pro Hadamardovo hradlo a rovněž pro dvouqubitové kontrolované fázové hradlo. Tato probabilistická hradla využívají pouze interference světla a operace subtrakce fotonu a jsou tak realizovatelná se současnou technologií.

V008 Zpracování kvantové informace využívající interakce záření s atomy.

Bylo navrženo kvantové rozhraní mezi světlem a látkou využívající kvantově nedemoliční interakci mezi světelným svazkem a kolektivním spinem oblaku atomů. Toto rozhraní umožňuje realizovat deterministický a věrný přenos kvantového stavu světelného svazku na ensemble atomů pro libovolně slabou QND interakci. Tato interakce je efektivně zesílena pomocí ryze optického předzpracování vstupního optického signálu s využitím přídavného pomocného optického svazku, měření na výstupních svazcích po QND interakci s atomy a zpětné vazby v podobě rotace kolektivního atomového spinu závislé na výsledku měření. Vyvinuté kvantové rozhraní mezi světlem a látkou umožňuje věrný přenos stavu mezi světlem a látkou pro libovolně slabou QND interakci a pro libovolně vysoký šum počátečního stavu atomové paměti. Schéma lze aplikovat rovněž na mapování stavů světla na stavy mikromechanických oscilátorů.

Byla navržena implementace podmíněného bezšumového kvantového zesilovače mikrovlnného záření v dutině rezonátoru pomocí nerezonanční disperzní interakce tohoto záření s Rydbergovými atomy následované postselekcí na základě výsledků měření na atomech po průchodu rezonátorem. Tento přístup umožňuje dosáhnout pro dané parametry zesilovače mnohem vyšší pravděpodobnosti úspěchu než jakou dosahují čistě optické bezšumové zesilovače realizované v rámci dílčího cíle V003, viz výše. Mikrovlnné pole v dutině rezonátoru lze navíc poměrně snadno připravit ve stavu koherentní superpozice dvou koherentních stavů se stejnou amplitudou ale opačnou fází. Navržený zesilovač by tak mohl být využit k zesílení tohoto typu silně neklasického stavu, což by umožnilo generaci koherentní superpozice dvou mesoskopických koherentních stavů s vysokou amplitudou.

V009 Nové metody přenosu informace využívající prostorové stupně volnosti nedifrakčních a vírových svazků.

Byly studovány relace neurčitosti pro úhlový moment a úhlovou proměnnou. Byly nalezeny striktnější relace neurčitosti, které lze saturovat třídou tzv. "inteligentních" stavů, které odpovídají von Misesovu rozdělení úhlové proměnné. Nová míra neurčitosti úhlové proměnné kombinuje již dříve zavedenou veličinu disperzi a stupeň polarizace. Nově zavedenou míru je možné využít u tomografických rekonstrukcí vírových svazků.

V010 Teoretický návrh a experimentální ověření pokročilých interferometrických metod měření geometrických veličin s využitím stojaté vlny a kvantové optiky.

Řešení problematiky bylo zaměřeno především na experimentální práce s využitím zdroje přesných pulsů, tj. femtosekundového syntezátoru optických frekvencí. Metoda identifikace interferenčního řádu určitého módu optického rezonátoru s využitím tohoto syntezátoru byla zvládnuta v předchozím roce řešení projektu a umožnila soustředit naši pozornost na nové metody měření vzdáleností s vysokým rozlišením. Jádrem letošních experimentů bylo vzájemné spojení syntezátoru a optického rezonátoru pro měření délek. Optický rezonátor, jehož distanční část byla vytvořena ze čtyř zerodurových tyčí, se vyznačuje velmi malou hodnotou koeficientu tepelné roztažnosti, a proto byl tedy využit jako měřicí senzor při měření délek. Femtosekundový syntezátor v experimentech sloužil jako stabilní zdroj optických frekvencí, vůči kterým byla srovnávána optická frekvence vybraného rezonančního módu. Optická frekvence laserové diody typu DFB, pracující na vlnové délce 1540 nm, byla zamknuta s využitím metody derivační spektroskopie na zmíněný rezonanční mód. Následně byl optický svazek z DFB diody veden do směšovacího systému a byla získána zánějová frekvence s femtosekundovým syntezátorem. V závěru roku byla proměřena změna délky optického rezonátoru v rozsahu přibližně 6 mikrometrů. Změny vzdálenosti bylo dosaženo piezoelektrickým měničem, který byl synchronizován buzen vysokonapěťovým zesilovačem s využitím digitálně analogového převodníku. Celý experiment byl řízen počítačem, ve kterém byl zároveň vyhodnocen a uložen zánějový signál.

Dále proběhlo otestování funkce nové sestavy refraktometru s optickým rezonátorem, která byla realizována koncem roku 2009. Experimentální ověření zahrnovalo paralelní srovnání měřených záznamů mezi tímto systémem, refraktometrem s čerpatelnou kyvetou a dále s jednotkou pro kompenzaci indexu lomu na principu Edlénovy formule. Výsledné vyhodnocení ukazuje, že nový typ refraktometru dosahuje nejistoty v řádu 10^{-7} , což je v souladu s teoreticky vypočtenými hodnotami.

Práce rovněž pokračovaly na laserovém interferometru s protiběžnými svazky, které de facto vytvářejí v měřicí trase stojatou vlnu. Byla kompletně sestavena pilotní optická sestava, která je tvořena dvěma samostatnými Michelsonovými interferometry. V těchto interferometrech byly nasazeny detekční techniky na principu homodynního směšování s výstupem signálů v kvadratuře. Oba výstupní signály byly zpracovávány specializovanou elektronikou, která byla řešitelským týmem dokončena v předchozím roce řešení projektu. První naměřené výsledky ukazují, že změny indexu lomu vzduchu v době měření pozice posuvného zrcadla, které je umístěno na pojízdném nanostole, se dají téměř eliminovat a tudíž pozice v rámci definované dráhy je velmi nezávislá na těchto změnách. První měření probíhalo ve speciálním boxu, který umožňuje nastavit mimořádně stabilní teplotu v okolí měřících svazků interferometrů, ale zároveň je schopen vytvářet plynulé změny teploty prostředí dle potřeby měření. Lze tedy konstatovat, že metoda je již předběžně otestována s kladným výsledkem.

V011 Usměrnění stochastického pohybu koloidních částic s využitím prostorově tvarovaných světelných polí.

V roce 2010 jsme dokončili přehledový článek o problematice optických interakcí mezi dielektrickými částicemi, který byl vytištěn v *Reviews of Modern Physics*, který s impaktním faktorem 33 uzavírá první desítku nejvýznamnějších vědeckých časopisů všech oborů.

Dále jsme se věnovali problematice zachycení a usměrnění pohybu více částic v interferenčním poli protiběžných svazků v blízkosti povrchu. Dokončili jsme teoretický popis a rozšířili simulační nástroj, využívající metody vázaných dipólů, ke srovnání experimentálních výsledků získaných v roce 2009. Provedli jsme parametrickou studii, která zahrnovala polohu částic vzhledem ke středu gaussovského svazku a odraznému zrcadlu, směr šíření svazku a jeho polarizace vzhledem ke spojnici mezi částicemi, vzájemnou vzdálenost mezi částicemi. Získali jsme řadu nových poznatků o chování částic, které byly ve shodě s našimi experimenty. Jedním z nich je i ladění rovnovážné vzdálenosti mezi

částicemi úhlem dopadu svazků. Výsledky byly otištěny v časopise Optics Express a prezentovány na konferencích.

Věnovali jsme se interakci mezi dvěma a více kovovými nanočásticemi ozářenými jedním nebo dvěma svazky. Protože kovové částice absorbují záření a ohřívají se, zahrnuli jsme do popisu silových interakcí i tzv. termoforetické síly. Jedná se o síly, které vznikají v důsledku gradientu teploty v okolí částice a jejich amplitudy jsou srovnatelné nebo větší než optické síly. Naše experimenty však ukazují, že přenosem tepla dochází i k zahřívání a následnému proudění kapaliny. Odpovídající hydrodynamické síly jsou opět srovnatelné s optickými silami a v reálné situaci mohou výrazně ovlivnit chování částic. V současné době se věnujeme správnému popisu všech interakcí, jejich simulacím metodou konečných prvků a hledání takové experimentální konfigurace, která by umožnila experimentální verifikaci a kvantifikaci jednotlivých dějů.

Dokončili jsme a zprovozňovali novou laboratorní sestavu pro experimenty v protiběžných svazcích. Tato sestava využívá prostorový modulátor světla (SLM) a je řízena přes PC rozhraní v prostředí LabView. Zvolená koncepce umožňuje měnit parametry protiběžných svazků (šířku, prostorové rozložení intenzity ve svazku - gaussovský, besselovský či vírový svazek, počet svazků) pouhou změnou parametrů na řídicím panelu PC. Demonstrovali jsme, že toto řešení umožňuje realizovat všechny známé mikromanipulační a diagnostické metody využívající protiběžné laserové svazky. Popis experimentů a první výsledky jsou shrnuty v publikaci v Laser Physics Letters, která byla přijata k tisku a vyjde v prvním čísle v roce 2011. Dále jsme tyto výsledky prezentovali ústně na konferencích a písemně v konferenčních sbornících SPIE.

Do provozu jsme uvedli další experimentální sestavu, která využívá SLM k vytváření interferenčních obrazců v předmětové rovině mikroskopového objektivu a sledovali jsme experimentálně a teoreticky pohyb částic v tomto nekonzervativním silovém poli. Obrazce můžeme dynamicky měnit fázovou mřížkou generovanou na SLM a tím měníme tuhost zachycení částic v těchto strukturách. Prokázali jsme optické třídění různě velkých částic buď cyklickým pohybem dvoudimenzionálních interferenčních struktur přes suspenzi mikročástic různých velikostí nebo cyklickým pohybem suspenze přes interferenční strukturu. Tyto výsledky jsme prezentovali ústně na konferencích a písemně v konferenčních sbornících SPIE.

Dokončili a opublikovali jsme výsledky, které se zaměřily na přeskoky částic mezi sousedními optickými pastmi v protiběžných interferujících evanescentních vlnách. Adaptovali jsme teoretický popis pro stochastický pohyb částice v periodickém jednodimenzionálním potenciálu a definovali veličinu, která popisuje dobu setrvání částice v dané optické pasti. Dále jsme využili Monte-Carlo simulace ke studiu chování částic ve 3D. Teoretické výsledky jsme srovnali s analyzovanými experimentálními daty a ukázali, že v důsledku podzvorkování snímaného pohybu částic CCD kamerou není možné využít analýzy přeskoků částic k přesnému určení parametrů potenciálu, ve kterém se částice pohybuje. Tyto výsledky jsme publikovali písemně v časopise a prezentovali ústně na konferencích a písemně v konferenčních sbornících SPIE.

Vzhledem k výše uvedeným výsledkům a výsledkům dosaženým v předchozích letech řešení projektu bylo všech pěti dílčích cílů V005, V008, V009, V010 a V011 úspěšně dosaženo v plánovaném termínu 31.12.2010.

II. Personální a organizační zabezpečení

Pracoviště UPOL

Řešitelský tým tvoří 5 profesorů, 3 docenti, 6 post-doktorských vědeckých pracovníků s Ph.D. a 4 studentů doktorského studijního programu. Z toho celkem 6 pracovníků bylo přijato na dobu řešení projektu a jejich plat byl v roce 2009 plně hrazen z dotace MŠMT. Na řešení projektu se v rámci svých diplomových prací podílejí i 3 studenti magisterského studia. Řízení výzkumu v jednotlivých směrech provádějí J. Fiurášek (kvantové zpracování informace), M. Dušek (experimentální kvantová optika) a

Z. Bouchal (singulární optika a bezdifrakční svazky). Tito členové řešitelského týmu spolu s vedoucím katedry optiky Z. Hradilem tvoří kolegium, jež pod vedením řešitele-koordinátora J. Fiuráška dohlíží na průběh řešení projektu.

Pracoviště ÚPT

Řešitelský tým obsahuje jednoho profesora, jednoho docenta, 16 vědeckých pracovníků s Ph.D., z nichž jeden obhájil Ph.D. v roce 2009, a 5 studentů doktorského studijního programu. Z toho 6 pracovníků bylo přijato na dobu řešení projektu a jejich plat byl plně hrazen z dotace MŠMT. Za činnost v oblastech optických mikromanipulačních technik je zodpovědný P. Zemánek, za oblast stabilizace laserů J. Lazar a pokročilých interferometrických metod O. Číp. Společně pod vedením P. Zemánka koordinují svou činnost s řešitelským týmem UPOL.

Kontakt a koordinace mezi oběma řešitelskými týmy probíhá zejména prostřednictvím e-mailové komunikace a krátkých pracovních pobytů na partnerských pracovištích.

III. Přístrojové vybavení a technické zabezpečení

Pracoviště UPOL

V roce 2010 bylo stávající vybavení doplněno o další přístroje a komponenty nezbytné pro realizaci probíhajících experimentů. Pro justážní účely byl pořízen He-Ne laser, měřiče výkonu optického signálu s doplňkovými detekčními hlavami a černobílá CCD kamera a kolimované zdroje světla. Pro optimalizaci zdrojů korelovaných párů fotonů byl pořízen termoelektrický ovladač, proudový zdroj pro řízení LED zdrojů a interferenční filtry. Dále bylo doplněno drobné vybavení, zejména piezo posuvy, generátor pulsů a signálů, optické děliče a zrcadla s dielektrickými vrstvami, mechanické komponenty pro uchycení a posuv optických prvků a křemíková fotodioda. Rovněž byla pořízena jedna licence software MATLAB, který se intenzivně využívá pro analytické výpočty, numerické simulace, řízení experimentu a zpracování experimentálních dat.

Pracoviště ÚPT

V roce 2010 byly nejnákladnější položkou nákupy nezbytných mechanických prvků pro polohování a justáž optických komponent v experimentálních sestavách. Dále byly zakoupeny optické prvky, jednoduchý optický mikroskop, CCD kamery a byla prodloužena licence COMSOL. Dále byly zakoupeny komponenty pro vícejádrový počítač s rozšířenou pamětí RAM pro výpočty vázanými dipóly a konečnými prvky.

IV. Spolupráce se zahraničními partnery

Aktivní formální i neformální spolupráce se zahraničními partnery tvoří integrální část vědecké činnosti na obou řešitelských pracovištích. Tuto spolupráci lze nejlépe dokumentovat řadou společných publikací se zahraničními partnery, viz příložený seznam publikací. Stejně jako v předchozích letech řešení projektu se uskutečnila se celá řada pobytů členů řešitelských týmů na zahraničních pracovištích a naopak, proběhla řada pracovních setkání a diskusí se zahraničními partnery během mezinárodních vědeckých konferencí.

Na katedře optiky PřF UP v roce 2010 pokračovalo řešení projektu 7. Rámcového programu Evropské unie *Computing with Mesoscopic Photonic and Atomic States* (COMPAS), do něž je zapojeno celkem 10 evropských pracovišť. Ve spolupráci se skupinou prof. A. Furusawy na University of Tokio bylo zahájeno řešení společného výzkumného projektu v rámci programu KONTAKT. Byly připraveny dva návrhy projektů 7. Rámcového programu EU typu STREP, které byly zaměřeny na oblast kvantového zpracování informace a předloženy do výzvy FET-OPEN. Jmenovitě se jednalo o návrhy projektů

Quantum Optical and Nano Technologies for Quantum Information (koordinátor Dr. Alberto Porzio, CNR SPIN, Neapol, Itálie) a *Coherent State Quantum Processing* (koordinátor prof. U.L. Andersen, Lyngby, Dánsko). Ani jeden z těchto návrhů však bohužel nebyl úspěšný. Pokračovala spolupráce s řadou zahraničních partnerských pracovišť, zejména se skupinou prof. N.J. Cerfa na Université Libre de Bruxelles, skupinou prof. R. Schnabela na Albert Einstein Institutu v Hannoveru, skupinou prof. De Martiniho na univerzitě la Sapienza v Římě a skupinou prof. N. Korolkové na univerzitě v St. Andrew's. Nově byla navázána spolupráce se skupinou prof. M. Belliniho ve Florencii. Dr. L. Mišta absolvoval půlroční pracovní stáž na Univerzitě v St. Andrew's ve skupině prof. N. Korolkove.

Pracoviště ÚPT pokračuje ve spolupráci s Univerzitou v St. Andrews ve Skotsku (prof. K. Dholakia) a společně publikovali 2 články ve vědeckých časopisech. Nově byla navázána spolupráce s Koc University v Istanbulu (prof. A. Kiraz), která se bude týkat problematiky mikrorezonátorů. Dr. A. Jonáš získal projekt Intra-European Fellowships v rámci výzvy Call: FP7-PEOPLE-2009-IEFMC s názvem Microdroplets a vypracovává ho právě ve skupině prof. A. Kiraze v Koc University. ÚPT opětovně podal žádost do programu FP7 EU Capacities s názvem "Centre for Applied Physics and Advanced Instrumentation Technology". Pracoviště bude i nadále využívat vhodných možností, jak se zapojit do projektů 7RP EU. ÚPT se účastní aktivit akce COST s názvem Optical Micro-Manipulation by Nonlinear Nanophotonics, která sdružuje téměř všechna pracoviště v Evropě, která se zabývají optickými mikromanipulacemi a nelineární fotonikou. V rámci této akce v termínu 7.12.2009-8.1.2010 laboratoře ÚPT hostily Dr. T. Čížmára z University of St. Andrews v rámci STSM COST-MP0604-STSM-5446 s názvem „Novel routes in nanoparticle trapping“. Byla testována flexibilní počítačem řízená aparatura pro vytváření komplexních protiběžných světelných polí. Část řešitelského týmu se významnou měrou podílí na výzkumných a realizačních aktivitách projektu VaVpI s názvem Aplikační a vývojové laboratoře pokročilých mikrotechnologií a nanotechnologií

Dále bylo podniknuto několik pracovních cest s cílem prohloubení mezinárodní spolupráce. P. Zemánek, O. Brzobohatý a M. Šerý navštívili pracoviště prof. H. Kerstena v Christian-Albrechts-University v Kielu s cílem využít optických mikromanipulací k vychylování dielektrických mikročástic v plasmatu, P. Zemánek navštívil prof. A. Kiraze v Koc University v Istanbulu a prof. K. Dholakia v University of St. Andrews. P. Zemánek přednesl zvanou přednášku a J. Trojek a P. Jákl prezentovali poster na druhé konferenci věnované optickým mikromanipulačním technikám s názvem Trends in Optical Micromanipulation II v Obergurglu. Týden ÚPT hostil prof. K. Dholakia a dr. T. Čížmára z University of St. Andrews a společně provedli řadu experimentů a dokončili publikaci. O. Brzobohatý, M. Šiler a M. Šerý přednesli v sekci Optical Trapping and Optical Micromanipulation výroční konference SPIE Optics + Photonics 2010 v San Diegu tři ústní příspěvky a prezentovali jeden poster. Na 17th Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics v Liptovském Jánu byly předneseny 4 ústní příspěvky a na výroční konferenci European Optical Society v Paříži jeden. ÚPT organizoval konferenci LASER 50 u příležitosti 50 let od vynálezu laseru, kde vystoupilo 8 řečníků z ÚPT. R. Šmíd presentoval příspěvek týkající se experimentů s femtosekundovými lasery formou posteru na konferenci IEEE International Frequency Control Symposium 2010, která proběhla v Newport Beach, CA, USA. Dále R. Šmíd uskutečnil důležitou návštěvu skupiny Měření optických frekvencí v NIST, Boulder, CO, USA, která se rovněž specializuje mj. na separaci jednotlivých frekvenčních komponent optických syntezeátorů. Diskutoval zde s dr. S. Diddamsem a jeho post-doc studenty, kteří řeší obdobnou tematiku. Dále R. Šmíd navštívil skupinu dr. Jun Ye, která sídlí ve společné laboratoři JILA NISTu a Colorado University. O.Číp, J. Lazar, B. Mikel, Z. Buchta a J. Hrabina přednesli své příspěvky na konferenci International Conference on Nanotechnology: Fundamentals and Applications, která proběhla v Ottawě. Příspěvky byly zaměřeny na nové metody měření délek na bázi laserové interferometrie a frekvenčního směřování. Následně tato skupina navštívila národní metrologický ústav NRC v Otawě, kde proběhla přednáška J. Lazara a následně proběhla diskuse s dr. Johnem Bernardem, vedoucím skupiny standardů frekvence a času a dr. Jeniffer Decker, která se zabývá přesným měřením délek.

V. Zpřístupnění výsledků a výstupů

Výsledky výzkumu byly zpřístupněny odborné komunitě zejména formou publikací v prestižních mezinárodních impaktovaných odborných časopisech. O těchto výsledcích bylo referováno na řadě konferencí a workshopů formou přednášek i posterů. Řada výsledků byla zpřístupněna široké vědecké komunitě pomocí e-printového serveru arXiv.org. O výsledcích vědecké činnosti byla informována i široká veřejnost formou populárních přednášek a prezentací v rámci Olomouckého fyzikálního kaleidoskopu a Jarmarku přírodních věd a nově také prostřednictvím sociální sítě Facebook.

O výsledcích výzkumu byla široká veřejnost informována rovněž v souvislosti se zprávami o významných vědeckých oceněních, jež v průběhu roku 2010 získali členové řešitelského týmu. Mgr. Petr Marek, Ph.D. obsadil druhé místo v soutěži vědeckých prací mladých fyziků o Cenu Milana Odehnala za rok 2010 a rovněž mu byla udělena Cena Václava Votruby za nejlepší disertaci v oboru teoretické fyziky za rok 2010. Mgr. Michal Mičuda získal třetí cenu v prestižní soutěži Cena Scopus za rok 2009, jež je udělována za nejlepší vědecké práce mladým autorům do 35 let. Doc. Mgr. Jaromír Fiurášek, Ph.D. obdržel Cenu ministra školství, mládeže a tělovýchovy za mimořádné výsledky ve výzkumu, experimentálním vývoji a inovacích za rok 2010.

ÚPT se účastnil dne 18.9.2010 akce Festival vědy opakujícím se seminářem Laser show během kterého J. Lazar, M. Šiler a P. Jedlička přibližovali návštěvníkům formou experimentů vlnovou podobu světla, jeho interferenci, rozptyl a unikátní vlastnosti laserového záření. V rámci akce Týden vědy pořádané AV ČR se v ÚPT uskutečnily již tradiční Dny otevřených dveří (4.-5. 11, 2010), během kterých laboratoře ÚPT navštívilo kolem 700 návštěvníků. Ve dnech 13.9-17.9. 2010 pracoviště ÚPT prezentovalo výsledky výzkumu ve své expozici na 51. Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně.

VI. Seznam publikačních, přednáškových a popularizačních aktivit Centra moderní optiky za rok 2010

Časopisecké publikace

1. Z. Hradil, J. Řeháček, A. B. Klimov, I. Rigas, and L. L. Sánchez-Soto, *Angular performance measure for tighter uncertainty relations*, Phys. Rev. A **81**, 014103 (2010).
2. J. Řeháček, Z. Hradil, Z. Bouchal, A.B. Klimov AB, I. Rigas, and L.L. Sanchez-Soto, *Nondiffracting beams for vortex tomography*, Opt. Lett. **35**, 2064-2066 (2010).
3. B. Hage, A. Sambrowski, J. DiGuglielmo, J. Fiurášek, and R. Schnabel, *Iterative Entanglement Distillation: Approaching the Elimination of Decoherence*, Phys. Rev. Lett. **105**, 230502 (2010).
4. J. Fiurášek, *Distillation and purification of symmetric entangled Gaussian states*, Phys. Rev. A **82**, 042331 (2010).
5. M.A. Usuga, C.R. Muller, C. Wittmann, P. Marek, R. Filip, C. Marquardt, G. Leuchs, and U.L. Andersen, *Noise-powered probabilistic concentration of phase information*, Nature Phys. **6**, 767-771 (2010).
6. Xing-Can Yao, Jaromír Fiurášek, He Lu, Wei-Bo Gao, Yu-Ao Chen, Zeng-Bing Chen, and Jian-Wei Pan, *Experimental Realization of Programmable Quantum Gate Array for Directly Probing Commutation Relations of Pauli Operators*, Phys. Rev. Lett. **105**, 120402 (2010).

7. J. Fiurášek, *Gaussification of quantum states of traveling light beams in atomic memory*, Phys. Rev. A **82**, 022334 (2010).
8. M. Lassen, L. Skovgaard Madsen, M. Sabuncu, R. Filip, and U.L. Andersen, *Experimental demonstration of squeezed-state quantum averaging*, Phys. Rev. A **82**, 021801(R) (2010).
9. P. Marek and J. Fiurášek, *Elementary gates for quantum information with superposed coherent states*, Phys. Rev. A **82**, 014304 (2010).
10. L. Mišta, Jr., R. Filip, and A. Furusawa, *Continuous-variable teleportation of a negative Wigner function*, Phys. Rev. A **82**, 012322 (2010).
11. R. Dong, M. Lassen, J. Heersink, C. Marquardt, R. Filip, G. Leuchs, and U.L. Andersen, *Continuous-variable entanglement distillation of non-Gaussian mixed states*, Phys. Rev. A **82**, 012312 (2010).
12. P. Marek and R. Filip, *Noise-resilient quantum interface based on quantum nondemolition interactions*, Phys. Rev. A **81**, 042325 (2010).
13. R. Filip, *Squeezing restoration by a noisy probe from a classically correlated environment*, Phys. Rev. A **81**, 032330 (2010).
14. M. Gavenda, R. Filip, E. Nagali, F. Sciarrino, and F. De Martini, *Complete analysis of measurement-induced entanglement localization on a three-photon system*, Phys. Rev. A **81**, 022313 (2010).
15. P. Marek and R. Filip, *Coherent-state phase concentration by quantum probabilistic amplification*, Phys. Rev. A **81**, 022302 (2010).
16. M. Sabuncu, R. Filip, G. Leuchs, and U.L. Andersen, *Environment-assisted quantum-information correction for continuous variables*, Phys. Rev. A **81**, 012325 (2010).
17. K. Lemr, A. Černoč, J. Soubusta, and J. Fiurášek, *Experimental preparation of two-photon Knill-Laflamme-Milburn states*, Phys. Rev. A **81**, 012321 (2010).
18. K. Dholakia, P. Zemánek, *Colloquium: Grippled by light: Optical binding*, Reviews of Modern Physics. **82**, 1767-1791 (2010).
19. O. Brzobohatý, T. Čížmár, V. Karásek, M. Šiler, K. Dholakia, P. Zemánek, *Experimental and theoretical determination of optical binding forces*, Optics Express. **18**, 25389-25402 (2010)
20. M. Šiler, P. Zemánek, *Particle jumps between optical traps in a one-dimensional (1D) optical lattice*, New Journal of Physics **12**, 083001 (2010)
21. J. Lazar, O. Číp, M. Čížek, J. Hrabina, M. Šerý, *Laser interferometric measuring system for positioning in nanometrology*, WSEAS Transactions on Circuits and Systems **9**, 660-669 (2010)
22. R. Šmíd, O. Číp, M. Čížek, B. Mikel, J. Lazar, *Conversion of Stability of Femtosecond Stabilized Mode-locked Laser to Optical Cavity Length*, IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control. **57**, 636-640 (2010)

Konference

I. Přednášky

1. J. Fiurášek, P. Marek, R. Filip, *Engineering quantum operations on traveling light beams*, CV-QIP'10: 7th Workshop on Continuous-Variable Quantum Information Processing, Herrsching, Germany, June 11 – 14, 2010.
2. J. Fiurášek, A. Zavatta, M. Bellini, *Engineering quantum operations on traveling light beams by multiple photon addition and subtraction*, XIII International Conference on Quantum Optics and Quantum Information (ICQIO'2010), Kiev, Ukraine, May 28 – June 1, 2010.
3. J. Fiurášek, *Engineering quantum operations on traveling light beams*, 17th Slovak-Czech-Polish Optical Conference: Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics, Liptovský Ján, Slovakia, September 6-10, 2010.
4. J. Fiurášek, M. Mičuda, L. Slodička, M. Ježek, and M. Dušek, *Experimental realization of programmable quantum gates*, 17th Central European Workshop on Quantum Optics (CEWQO), St. Andrews, UK, June 6 - 11, 2010.
5. P. Marek and R. Filip, *Amplification of coherent states*, 3th Workshop on Quantum and Nonlinear Optics, March 11th, 2010, Lyngby, Denmark.
6. P. Marek, R. Filip, *Measurement induced amplification of coherent states*, Quantum 2010: Advances in Foundations of Quantum Mechanics and Quantum Information with atoms and photons, May 23-29, 2010, Torino, Italy.
7. M. Gavenda, R. Filip, E. Nagali, F. Sciarrino, and F. De Martini, *Entanglement localization on a three-photon system*, Central European Workshop on Quantum Optics, St. Andrews, UK, 6.6.-12.6. 2010.
8. M. Gavenda, R. Filip, E. Nagali, F. Sciarrino, and F. De Martini, *Entanglement localization on a three-photon system*, Control of Quantum Dynamics of Atoms, Molecules and Ensembles by Light, Varna, Bulgaria, 27.6.-4.7. 2010.
9. M. Mičuda, M. Hendrych, A. Valencia a J. P. Torres, *Controlling the frequency correlations of entangled photons*, Summer School on Quantum and Nonlinear Optics 2010, Soendenborg, Dánsko, 22. 8. - 28. 8. 2010.
10. L. Mišta, Jr, *Gaussian secrecy distribution by non-secret correlations and bound information*, QUISCO Meeting, School of Computing Science, University of Glasgow, UK, 9. 11. 2010.
11. R. Filip, *Universal quantum interface*, Advances in Foundations of Quantum Mechanics and Quantum Information with atoms and photons, Torino, Italy, May 23-29, 2010.
12. R. Filip, M. Lassen, L. Skovgaard Madsen, M. Sabuncu, and U.L. Andersen, *Demonstration of Squeezed State Quantum Averaging*, XIII International Conference on Quantum Optics and Quantum Information, Kyiv, Ukraine, May 28–June 1, 2010.
13. R. Filip and P. Marek, *Quantum and semiclassical quantum noiseless amplifier*, 17th Central European Workshop on Quantum Optics (CEWQO), St. Andrews, UK, June 6 - 11, 2010.
14. P. Zemánek, *Optical forces: principles and applications*, Seminar on the Biological Dynamics, Nové Hradý 25.-26.1. 2010
15. A. Jonáš, *Measurement of weak forces and optical spectroscopy of suspended microobjects with optical tweezers*, Seminar on the Biological Dynamics, Nové Hradý 25.-26.1. 2010

16. P. Zemánek, *Particle dynamics in interfering light fields*, Trends in Optical Micromanipulation II, Universitätszentrum Obergurgl 11. - 16. 4. 2010 (zvaná přednáška)
17. M. Šiler, P. Zemánek: *Stochastic motion of a sub-micron particle in one dimensional optical lattice*. COST Meeting & Training School, Optical Micro-Manipulation by Nonlinear Nanophotonics, Visegrád, Hungary, 5.-8.10. 2010 (zvaná přednáška)
18. M. Šerý, Z. Pilát, A. Jonáš, J. Ježek, P. Jákl, P. Zemánek, O. Samek, L. Nedbal, M. Trtílek., *Active sorting switch for biological objects*, Optical trapping and optical micromanipulation VII, San Diego, 1.-5. 8. 2010.
19. M. Šiler, P. Zemánek: *Particle escape over a potential barrier in 1D optical potential energy landscape*. Optical trapping and optical micromanipulation VII, San Diego, 1.-5. 8. 2010.
20. O. Brzobohatý, V. Karásek, P. Zemánek, T. Čižmár, K. Dholakia, *Formation of one-dimensional optically bound structures of polystyrene particles near the surface*. Optical trapping and optical micromanipulation VII, San Diego, 1.-5. 8. 2010.
21. O. Brzobohatý, T. Čižmár, K. Dholakia, P. Zemánek, *Flexible dual-beam geometry for advanced optical micro-manipulation experiments*. 17th Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics, Liptovský Ján, 6.-10. 9.2010
22. B. Mikel, Z. Buchta, J. Lazar, O. Číp, *Multiwavelength laser interferometry with semiconductor laser source*, 17th Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics, Liptovský Ján, 6.-10. 9.2010
23. J. Lazar, O. Číp, M. Čížek, J. Hrabina, *Interferometry with direct compensation of fluctuations of refractive index of air*, 17th Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics, Liptovský Ján, 6.-10. 9.2010
24. Z. Buchta, B. Mikel, J. Lazar, O. Číp, *Low-coherence interferometry with color ccd camera*, 17th Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics, Liptovský Ján, 6.-10. 9.2010
25. J. Lazar, *Lasery v metrologii optických frekvencí*. LASER50. Třešť 04.10.2010-06.10.2010 (pozvaná přednáška)
26. B. Mikel, *Optická vlákna a vláknové mřížky v laserové interferometrii*. LASER50. Třešť 04.10.2010-06.10.2010
27. J. Oulehla, *Interferenční vrstvy na krystalech pro optické zesilovače*. LASER50. Třešť 04.10.2010-06.10.2010
28. P. Zemánek, *Co je laser a jak funguje*. LASER50. Třešť 04.10.2010-06.10.2010 (pozvaná přednáška)
29. O. Číp, *Laserová interferometrie pro přesná měření*, LASER50. Třešť 04.10.2010-06.10.2010 (pozvaná přednáška)
30. Z. Buchta, *Výkonové lasery s redukováným emisním spektrem*, LASER50. Třešť 04.10.2010-06.10.2010
31. M. Šerý, *Optická pinzeta a její využití*, LASER50. Třešť 04.10.2010-06.10.2010
32. P. Pokorný, *Tenké vrstvy pro laserovou optiku*, LASER50. Třešť 04.10.2010-06.10.2010

33. R. Šmíd, *Narrow-selection bandwidth of femtosecond laser comb with application to changes in optical path distance*, SPIE Photonics Europe, Optical Micro- and Nanometrology III, Brusel, Belgie, 12.-16.4.2010

II. Postery

1. P. Marek, R. Filip, *Universal quantum interface*, Summer School on Quantum and Non-Linear Optics 2010, August 22-28, 2010, Sandbjerg Estate, Denmark.
2. P. Marek, J. Fiurasek, *Elementary gates for quantum information with superposed coherent states*, 7th Workshop on Continuous-Variable Quantum Information Processing, July 11-15, 2010, Herrsching, Germany.
3. P. Marek, R. Filip, *Universal quantum interface*, The 17th Central European Workshop on Quantum Optics, July 6-10, 2010, St. Andrews, UK.
4. P. Marek, R. Filip, *Coherent-state phase concentration by quantum probabilistic amplification*, 2010 International Symposium on Physics of Quantum Technology (ISPQT), April 6-9, 2010, Tokyo, Japan
5. P. Marek, R. Filip, *Coherent-state phase concentration by quantum probabilistic amplification*, 46 Karpacz Winter School of Theoretical Physics. Quantum dynamics and Information: Theory and Experiment, February 8-13, 2010, Ladek Zdroj, Poland.
6. M. Gavenda, R. Filip, E. Nagali, F. Sciarrino, and F. De Martini, *Entanglement localization on a three-photon system*, Quantum Information and Computation, Stockholm, Sweden, 3.10.-8.10.2010.
7. M. Mičuda, M. Hendrych, A. Valencia a J. P. Torres, *Controlling the frequency correlations of entangled photons*, Quantum Communication, Measurement and Computation (QCMC), Brisbane, Austrálie, 14. 7. - 25. 7. 2010.
8. L. Mišta, Jr., R. Filip and A. Furusawa, *Continuous-variable teleportation of a negative Wigner function*, ISPQT 2010, International Symposium of physics of Quantum Technologies, Tokyo, Japan, 6.-9. 4. 2010.
9. L. Mišta, Jr., R. Filip and A. Furusawa, *Continuous-variable teleportation of a negative Wigner function*, 17th CEWQO, University of St. Andrews, Skotsko, UK, 6.-11. 6. 2010.
10. P. Jákl, P. Zemánek, *Behaviour of particles illuminated by optical lattices with hexagonal symmetry*, Trends in Optical Micromanipulation II, Universitätszentrum Obergurgl 11. - 16. 4. 2010
11. V. Karásek, L. Chvátal, P. Zemánek, *Uncovereing optical binding effects by the use of the coupled dipole method*, Trends in Optical Micromanipulation II, Universitätszentrum Obergurgl 11. - 16. 4. 2010
12. J. Trojek, V. Karásek, P. Zemánek, *Extreme axial optical force in a standing wave achieved by optimized object shape*, Trends in Optical Micromanipulation II, Universitätszentrum Obergurgl 11. - 16. 4. 2010
13. P. Jákl, A.V. Arzola, P. Zemánek, M. Šiler, K. Volke-Sepúlveda, *Particles dynamics in travelling optical lattices*, Optical trapping and optical micromanipulation VII, San Diego, 1.-5. 8. 2010.

14. P. Jákl, M. Šiler, P. Zemánek, *Optické třídění mikročástic*. LASER50. Třešť 04.10.2010-06.10.2010
15. V. Karásek, O. Brzobohatý, M. Šiler, L. Chváta, J. Trojek, P. Zemánek, *Opticky vázaná hmota*. LASER50. Třešť 04.10.2010-06.10.2010
16. R. Šmíd, *Generování přesných délek optickým hřebenem*. LASER50. Třešť 04.10.2010-06.10.2010
17. R. Šmíd, *Precise monitoring of ultra low expansion Fabry-Perot cavity length by the use of a stabilized optical frequency comb*, IEEE International Frequency Control Symposium, Nešpory Beach, CA, USA, 1.-4.6.2010
18. R. Šmíd, *Precise determination of the refractive index of air in Fabry-Perot cavity by means of the optical frequency comb*, EFTF 2010 - European Frequency and Time Forum, (ESA/ESTEC) Noordwijk, 2010, Holandsko, 13.-16.4.2010

III. Příspěvky v konferenčních sbornících

1. O. Brzobohatý, T. Čižmár, K. Dholakia, P. Zemánek, *Flexible dual-beam geometry for advanced optical micromanipulation experiments*, 17th Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics (Proceedings of SPIE Vol. 7746). Bellingham : SPIE, 2010. 77461C: 1-9. [Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics /17./, Liptovský Jan (SK), 06.09.2010]
2. O. Brzobohatý, V. Karásek, P. Zemánek, T. Čižmár, K. Dholakia, *Formation of one-dimensional optically bound structures of polystyrene particles near the surface*. Optical Trapping and Optical Micromanipulation VII (Proceedings of SPIE Vol. 7762). Bellingham : SPIE, 2010. 776212: 1-7. ISBN 978-0-8194-8258-7. [Optical Trapping and Optical Micromanipulation /7./, San Diego (US), 01.08.2010]
3. Z. Buchta, B. Mikel, J. Lazar, O. Číp, *Surface diagnostics using low-coherence interferometry and colour single CCD camera*. 17th Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics (Proceedings of SPIE Vol. 7746). Bellingham : SPIE, 2010. 77461D: 1-6. [Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics /17./, Liptovský Jan (SK), 06.09.2010]
4. O. Číp, B. Mikel, M. Čížek, R. Šmíd, Z. Buchta, J. Lazar, *Laser interference nano-comparator for length sensor calibration*. 2nd International Conference NANOCON 2010. Ostrava : Tanger s.r.o., 2010. 614: 1-4. ISBN 978-80-87294-18-5. [NANOCON 2010 /2./, Olomouc (CZ), 12.10.2010-14.12.2010]
5. O. Číp, M. Čížek, Z. Buchta, B. Mikel, J. Lazar, J. Hrabina, *Laser Measuring Gauge for Precise Transducer Calibrations in Nanometric Scale*. Proceedings of the International Conference on Nanotechnology: Fundamentals and Applications. Ottawa : International ASET, 2010. 582: 1-5. ISBN N. [Nanotechnology: Fundamentals and Applications. Ottawa (CA), 04.08.2010-06.08.2010]
6. J. Hrabina, J. Lazar, O. Číp, M. Čížek, *Laser Source for Interferometry in Nanometrology*. Proceedings of the International Conference on Nanotechnology: Fundamentals and Applications. Ottawa : International ASET, 2010. 541: 1-6. ISBN N. [Nanotechnology: Fundamentals and Applications. Ottawa (CA), 04.08.2010-06.08.2010]

7. J. Hrabina, J. Lazar, O. Číp, M. Čížek, *Laser source for interferometry in nanotechnology*. 17th Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics (Proceedings of SPIE Vol. 7746). Bellingham : SPIE, 2010. 77461I: 1-6. [Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics /17./, Liptovsky Jan (SK), 06.09.2010]
8. P. Jákl, M. Šiler, P. Zemánek, *Optické třídění mikročástic*. Sborník příspěvků konference LASER50. Brno : Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i, 2010 - (Růžička, B.) S. 24. ISBN 978-80-87441-03-9. [LASER50. Třešť (CZ), 04.10.2010-06.10.2010]
9. V. Karásek, O. Brzobohatý, M. Šiler, L. Chvátal, J. Trojek, P. Zemánek, *Opticky vázaná hmota*. Sborník příspěvků konference LASER50. Brno : Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i, 2010 - (Růžička, B.) S. 30. ISBN 978-80-87441-03-9. [LASER50. Třešť (CZ), 04.10.2010-06.10.2010]
10. J. Lazar, O. Číp, M. Čížek, J. Hrabina, M. Šerý, *Interferometer Controlled Positioning for Nanometrology*. Proceedings of the International Conference on Nanotechnology: Fundamentals and Applications. Ottawa : International ASET, 2010. 525: 1-5. ISBN N. [Nanotechnology: Fundamentals and Applications. Ottawa (CA), 04.08.2010-06.08.2010]
11. J. Lazar, O. Číp, M. Čížek, J. Hrabina, M. Šerý, P. Klapetek, *Interferometer controlled positioning for nanometrology*. 2nd International Conference NANOCON 2010. Ostrava : Tanger s.r.o, 2010. 616: 1-5. ISBN 978-80-87294-18-5. [NANOCON 2010 /2./, Olomouc (CZ), 12.10.2010-14.12.2010]
12. J. Lazar, O. Číp, M. Čížek, J. Hrabina, Z. Buchta, *Interferometry with direct compensation of fluctuations of refractive index of air*. 17th Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics (Proceedings of SPIE Vol. 7746). Bellingham : SPIE, 2010. 77460E: 1-6. [Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics /17./, Liptovsky Jan (SK), 06.09.2010]
13. J. Lazar, *Lasery v metrologii optických frekvencí*. Sborník příspěvků konference LASER50. Brno : Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i, 2010 - (Růžička, B.) S. 40. ISBN 978-80-87441-03-9. [LASER50. Třešť (CZ), 04.10.2010-06.10.2010]
14. B. Mikel, *Optická vlákna a vláknové mřížky v laserové interferometrii*. [Laser interferometry with optical fibers and fiber Bragg gratings.] Sborník příspěvků konference LASER50. Brno : Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i, 2010 - (Růžička, B.) S. 44. ISBN 978-80-87441-03-9. [LASER50. Třešť (CZ), 04.10.2010-06.10.2010]
15. J. Oulehla, *Interferenční vrstvy na krystalech pro optické zesilovače*. [Interference coatings on laser amplifiers.] Sborník příspěvků konference LASER50. Brno : Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i, 2010 - (Růžička, B.) S. 53. ISBN 978-80-87441-03-9. [LASER50. Třešť (CZ), 04.10.2010-06.10.2010]
16. R. Šmíd, *Generování přesných délek optickým hřebenem*. [Generation of exact lengths by the use of optical comb.] Sborník příspěvků konference LASER50. Brno : Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i, 2010 - (Růžička, B.) S. 63. ISBN 978-80-87441-03-9. [LASER50. Třešť (CZ), 04.10.2010-06.10.2010]
17. R. Šmíd, J. Ježek, Z. Buchta, M. Čížek, B. Mikel, J. Lazar, O. Číp, *Monitor of mirror distance of Fabry-Perot cavity by the use of stabilized femtosecond laser comb*. 17th Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics (Proceedings of SPIE Vol. 7746). Bellingham : SPIE, 2010. 77460I: 1-8. [Slovak-Czech-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics /17./, Liptovsky Jan (SK), 06.09.2010]

18. P. Zemánek, *Co je laser a jak funguje*. [What is it laser and how does it work.] Sborník příspěvků konference LASER50. Brno : Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i, 2010 - (Růžička, B.) S. 76. ISBN 978-80-87441-03-9. [LASER50. Třešť (CZ), 04.10.2010-06.10.2010]
19. P. Jákl, A. V. Arzola, P. Zemánek, M. Šiler, K. Volde-Sepúlveda, *Particles dynamics in travelling optical lattices* . Optical Trapping and Optical Micromanipulation VII (Proceedings of SPIE Vol. 7762). Bellingham : SPIE, 2010. 77620Y: 1-6. ISBN 978-0-8194-8258-7. [Optical Trapping and Optical Micromanipulation /7./ San Diego (US), 01.08.2010]
20. M. Šiler, P. Zemánek, *Particle escape over a potential barrier in 1D optical potential energy landscape*, Optical Trapping and Optical Micromanipulation VII (Proceedings of SPIE Vol. 7762). Bellingham : SPIE, 2010. 776214:1-8 ISBN 978-0-8194-8258-7. [Optical Trapping and Optical Micromanipulation /7./ San Diego (US), 01.08.2010]
21. R. Šmíd, J. Ježek, Z. Buchta, M. Čížek, J. Lazar, and O. Číp, *Narrow-selection bandwidth of femtosecond laser comb with application to changes in optical path distance*, Optical Micro- and Nanometrology III, 2010, Proc. SPIE 7718, 771818 (2010); 771818-1:771818-8
22. R. Šmíd, O. Číp, Z. Buchta, J. Ježek, B. Mikel, M. Čížek, J. Lazar, *Precise monitoring of ultra low expansion Fabry-Perot cavity length by the use of a stabilized optical frequency comb*, IEEE International Frequency Control Symposium, 2010, 480-484, IEEE Catalog Number: CFP10FRE-CDR, ISBN: 978-1-4244-6400-5

Nekonferenční přednášková činnost

1. L. Mišta, Jr, *Gaussian secrecy distribution by non-secret correlations and bound information*, Quantum Stochastics and Information Seminar, The University of Nottingham, UK, 19.11. 2010.
2. P. Zemánek, *Optical forces: principles and applications*, Christian-Albrechts-University Kiel, 29.1.2010
3. P. Zemánek, *Optická pinzeta – přemísťování objektů světlem*, přednáška doprovázející výstavu Technického muzea v Brně „Nanotechnologie – aneb Tam dole je spousta místa”, 30.3.2010.
4. J. Lazar, *Interferometrie – měření světlem*. přednáška doprovázející výstavu Technického muzea v Brně „Nanotechnologie – aneb Tam dole je spousta místa”, 30.3.2010.
5. P. Zemánek, *Pokročilé techniky optických mikromanipulací a jejich aplikace*, Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i., Praha, 7.10.2010.
6. P. Zemánek, *Advanced Methods of Optical Micromanipulations and Their Applications*, Koc University, Istanbul, 21.10.2010.
7. P. Zemánek, *OMITEC trapping activities*, University of St. Andrews, UK, 23.11.2010.
8. P. Zemánek, *Pokročilé techniky optických mikromanipulací a jejich aplikace*, FJFI ČVUT, Praha, 8.12.2010.
9. P. Zemánek vystoupit na ČT 24 v pořadu Milénium s tématem *Optická pinzeta*.
10. J. Lazar, *Laser technology at the ISI*, NRC Canada, 3.8.2010
11. J. Lazar, *Laser absorption spectroscopy - technical approach*, SUPÉLEC - Vysoká škola elektrotechnická, Francie.