

AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY
Ústav radiotechniky a elektroniky

**ZPRÁVA O VĚDECKÉ ČINNOSTI ÚSTAVU
V ROCE 2006**

Ing. Vlastimil Matějec, CSc.
ředitel

V Praze dne 22. ledna 2006

1. Vědecká činnost pracoviště a uplatnění jejích výsledků

a) Stručná charakteristika vědecké činnosti pracoviště

Předmětem hlavní činnosti ÚRE je vědecký výzkum v elektronice, fotonice a optoelektronice zaměřený na generování, přenos a zpracování signálů, přípravu speciálních materiálů a struktur vhodných pro tyto účely, fyzikální výzkum jevů v těchto materiálech a strukturách a jejich aplikací zejména v mobilních a optických komunikacích a v optických senzorech. Ústav přispívá ke zvyšování úrovně poznání a vzdělanosti a k využití výsledků vědeckého výzkumu v praxi. Získává, zpracovává a rozšiřuje vědecké informace, vydává vědecké publikace, sborníky apod., poskytuje vědecké posudky, stanoviska a doporučení a provádí konzultační a poradenskou činnost. Ve spolupráci s vysokými školami uskutečňuje doktorské studium a vychovává vědecké pracovníky. V rámci předmětu své činnosti rozvíjí mezinárodní spolupráci včetně organizování společného výzkumu se zahraničními partnery, přijímání a vysílání stážístů, výměny vědeckých poznatků a přípravy společných publikací. Pořádá vědecká setkání, konference a semináře, včetně mezinárodních. Ústav je pověřen uchováváním a rozvojem státního etalonu frekvence a času.

b) Nejdůležitější výsledky vědecké činnosti a jejich aplikací

- Navrhli jsme původní uspořádání optických derivátorů umožňujících získávat časovou derivaci obálek optických pulsů v subpikosekundové oblasti. Ve spolupráci se zahraničním pracovištěm jsme realizovali dvě konfigurace derivátorů a experimentálně ověřili jejich funkci. Derivátory mají významné potenciální aplikace v systémech pro zpracování optických signálů v telekomunikacích, optických senzorech, optických počítačích ap. (B, C)
- Navrhli jsme a experimentálně ověřili nový způsob čerpání dvouplášťových optických vláken pro vláknové zesilovače a lasery. Pro tento účel jsme vyrobili dvouplášťové vlákno dopované ytterbiem a erbiem se specifickým tvarem průřezu vnitřního pláště. (B, C)
- Provedli jsme teoretickou analýzu náhodných chyb měření časového intervalu a stanovení jejich mezí v odhadu časového zpoždění. Dobře jsme obstáli v mezinárodním porovnání systémů pro ultracitlivá měření fázového šumu nízkošumových krystalových oscilátorů. (B, C)
- Vyvinuli jsme novou metodu spektroskopie povrchových plazmonů založenou na současné optické excitaci povrchových plazmonů a disperzi světelné vlny na speciálním difrakčním elementu. (B)
- Realizovali jsme biosenzor založený na rezonanci povrchových plazmonů pro detekci protilátek proti viru Epstein-Barrové a prokázali jeho schopnost detekovat protilátku v koncentracích nižších než 1 ng/ml. (C)
- Vytvořili jsme pracoviště pro polarizačně rozlišené měření dynamiky polovodičových optických zesilovačů a prokázali možnost změnit nosnou vlnovou délku optického komunikačního kanálu s přenosovou rychlostí 160 Gb/s. (C)
- Analyzovali jsme mřížku s dlouhou periodou vytvořenou CO₂ laserem v optickém vlákně nového typu s invertovaným parabolickým profilem indexu lomu a úspěšně jsme ověřili její funkci jako prvku pro teplotní senzor se spektrálním výstupem a vysokou citlivostí řádu nm/°C. (B, C)
- Teoreticky i experimentálně jsme analyzovali vlastnosti ramanovských optických vláknových zesilovačů s čerpáním druhého řádu. K teoretické analýze experimentálních výsledků jsme vytvořili původní matematické modely. (C)
- Experimentálně jsme vyšetřovali možnosti vícekanálových obousměrných přenosů po standardním jednovidovém vlákně bez použití linkových optických zesilovačů. (C)
- Ukázali jsme, že v dvojdimenzionálních Bose-Einsteinových kondenzátech nacházejících se optických mřížkách charakterizovaných neseperabilním potenciálem existuje mezi tunelováním mezi Blochovskými hladinami a dynamickou modulační nestabilitou intrinsický vztah, který určuje chování kondenzátu v závislosti na počátečních podmínkách. (B)
- Završili jsme dlouhodobou práci na konverzi hlasu pro systémy pro převod textu na mluvený projev pomocí nelineárních metod mapování kmitočtu, včetně poslechových testů. Hluběji jsme propracovali nelineární metody potlačování hluku a poruch při přenosu řečových signálů v pevných a mobilních sítích, respektující vlastnosti lidského ucha. Navrhli a ověřili jsme původní metodu zvýrazňování řeči založenou na použití adaptivního hřebenového filtru. (B)
- Identifikovali jsme fyzikální podstatu čáry ve fotoluminiscenčním spektru GaSb, která je velmi často užívaná pro charakterizaci GaSb. (B)
- Vypěstovali jsme vrstvy InAs s velmi nízkou koncentrací příměsí originální metodou epitaxe z kapalně fáze z roztoku InAs ve vizmutu. (C)

- Vypěstovali jsme unikátní semiizolační monokrystaly InP získané kodopováním Ti a Mn. Detektory ionizujícího záření připravené na jejich základě vykazují velmi dobré detekční vlastnosti. (C)
- Dokončili jsme systematickou studii vlivu 12 prvků vzácných zemin na vlastnosti vrstev InP z hlediska jejich detekčních vlastností ionizujícího záření. (B)
- Vyvinuli jsme nové velmi citlivé metody detekce elektromagnetických a elastických oscilací membrány buněk kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*. (B)
- Dlouhodobým sledováním u pacientů s maligními nádory po léčbě jsme určili vliv magnetického pole 50 Hz na imunitu T lymfocytů mediovanou buňkami. (C)
- Navrhli jsme mechanismus malignity buněk s uvažováním redukované excitace Fröhlichovských polárních vibračních stavů a generovaného endogenního elektromagnetického pole. (C)
- Prokázali jsme funkčnost opto-elektrochemického sensoru pro detekci chloru ve vodě s novými citlivými převodníky (o-phenylendiamin, methylenová modř) v oblasti koncentrací 0-20 ppm v planárním uspořádání. (B)
- Připravili jsme mikrostrukturální vlákna s několika řadami děr a s jádrem o průměru 5-6 μm a prokázali jsme jejich citlivost k plynným uhlovodíkům a kyslíku. (B)

c) Nejvýznamnější popularizační aktivity pracoviště

- Ve dnech 9. a 10. listopadu 2006 proběhly v ústavu Dny otevřených dveří, během nichž navštívilo ústav 259 zájemců, převážně ze středních škol.
- V rámci Týdne vědy a techniky přednesl J. Homola přednášku pro studenty na téma Optické biosenzory pro detekci chemických a biologických látek.
- Ústav se představil nejširší veřejnosti na výstavě Věda v ulicích, které se konala 23. a 24. června 2006 v Praze a 22. a 23. září v Plzni. Prezentovali jsme mj. výsledky výzkumu v oblasti syntézy české řeči.
- V roce 2006 byly připraveny a odvysílány tři krátké pořady z cyklu České hlavy pro Českou televizi popularizující výsledky výzkumu v ústavu v oblastech optických vláken, integrované fotoniky a elektromagnetických signálů v biologických systémech a tři pořady pro Český rozhlas (J. Homola – interview o Roche Prize, I. Kašík a P. Honzátko – diskuzní pořad o optickém sdělování, R. Vích – živý vstup o česko-německém workshopu o zpracování, analýze a syntéze řeči).
- Ústav se aktivně zapojil do projektu Otevřená věda, který je zaměřen na vyhledávání talentovaných středoškolských studentů a na zkvalitňování vzdělávání učitelů středních škol. V rámci projektu byly připraveny webové stránky, které laicky přístupnou formou přibližují výzkumnou činnost ústavu. Stránky budou zpřístupněny začátkem roku 2007.
- Pracovníci ústavu vedli dvě týdenní stáže středoškolských studentů. Dvě ze studentek úspěšně představily své badatelské práce na Studentské vědecké konferenci, která se konala 25.-26.9. v Praze.
- V roce 2006 byla pravidelně pořádána tradiční kolokvia teorie obvodů, systémů a signálů, o kterých je široký okruh zájemců informován prostřednictvím Akademického bulletinu a elektronickou formou.

d) Domácí a zahraniční ocenění zaměstnanců pracoviště

- Ing. Jiří Homola, CSc., obdržel v Tübingenu v Německu Roche Prize for Sensor Technology udělovanou firmou Roche Diagnostics.
- Mgr. Radan Slavík, PhD, získal Prémii O. Wichterleho udělovanou Akademií věd ČR.
- Mgr. Haně Vaisocherové, PhD, byla udělena Bolzanova cena Univerzity Karlovy v Praze.
- Ing. Jana Jágerská získala 1. cenu v soutěži o nejlepší diplomovou práci vypsanou československou sekcí společnosti IEEE-MTT/ED.

e) Další specifické informace o pracovišti

- V rámci projektu Senzory a biosenzory pro biotechnologie podporovaného grantem JPD3 MPSV uspořádal ústav 2 odborné semináře a jeden praktický laboratorní kurz pro zájemce z VŠ, akademických pracovišť a podnikatelského sektoru.
- Ústav je odpovědný za uchovávání a rozvoj Státního etalonu času a frekvence a v rámci spolupráce s Bureau International des Poids et Mesures se podílí na vytváření Mezinárodní atomové časové stupnice TAI.

2. Vědecká a pedagogická spolupráce ústavu s vysokými školami

V rámci dlouhodobých smluv o spolupráci s vysokými školami se naši pracovníci podíleli na výuce v bakalářském, magisterském i doktorandském studiu na MFF UK, FEL a FJFI ČVUT, VŠCHT v Praze, na Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci a na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích formou řádných semestrálních přednášek, výběrových přednášek, laboratorních cvičení, exkurzí studentů do ústavních laboratoří a letních stáží studentů. Rada pracovníků ústavu působila ve funkcích oponentů habilitačních, doktorských a diplomových prací a členů příslušných komisí.

a) Nejvýznamnější vědecké výsledky spolupráce ústavu s vysokými školami

- Ve spolupráci s katedrou fyzikální elektroniky FJFI ČVUT jsme úspěšně ověřili nový způsob čerpání dvouplášťových optických vláken v uspořádání kruhového vláknového laseru.
- V rámci řešení společného projektu s katedrou telekomunikační techniky ČVUT FEL a společností CESNET „Optimalizace přenosu dat rychlostí 10 Gbit/s po vláknech G.652 bez použití linkových EDFA s ohledem na dosažení maximální přenosové vzdálenosti“ jsme změřili přechodové jevy v ramanovských zesilovačích čerpaných druhým řádem.
- Ve spolupráci s MFFUK a ÚOCHB AVČR řešil ústav projekt „Neinvazivní fyzikální diagnostika molekulárních interakcí při regulaci genové exprese“ podporovaný grantem GA ČR (202/05/0628), v jehož rámci adaptoval metodu rezonance povrchových plazmonů pro detekci nukleových kyselin a prokázal přímou detekci oligonukleotidů v koncentracích 0.1 nM.
- V rámci řešení společného projektu GAČR s FJFI ČVUT jsme teoreticky analyzovali rozštěpení rezonančních frekvencí optického vlnovodného kruhového rezonátoru vlivem jeho navázání na přímý vlnovod a s pomocí numerického modelování kvantitativně určili velikost tohoto rozštěpení.
- Na základě smlouvy mezi Katedrou fyziky Přírodovědecké fakulty UJEP v Ústí nad Labem a ÚRE AV ČR v rámci řešení startovacího grantu AV ČR Z20670512-I054 „Kvantitativní analýza prvků vzácných zemin v InP pomocí metody SIMS“ jsme změřili kvantitativní hloubkové profily koncentrace vzácných zemin v epitaxních vrstvách InP připravených v ÚRE.
- V rámci spolupráce s VŠCHT jsme syntetizovali monokrystal PbI_2 s příměsí Ho s rezistivitou 1013 $\Omega \cdot cm$. Získaná hodnota rezistivity potvrzuje vysokou čistotu materiálu požadovanou pro detektory záření.

b) Nejvýznamnější výsledky činnosti výzkumných center a společných pracovišť ústavu s vysokými školami

- V rámci Výzkumného centra LC Remorost (Regulace morfogeneze rostlinných buněk a orgánů) koordinovaného ÚEB AVČR, v němž spolupracujeme s VŠCHT, Přírodovědeckou fakultou UK, Masarykovou Univerzitou v Brně a Mendelovou zemědělskou a lesnickou univerzitou v Brně jsme vypracovali postupy přípravy kónicky zúžených optických vláken pro lokální optickou detekci pH s jemným prostorovým rozlišením.
- V rámci projektu KAN400670651 „Výzkum rozhraní kovových nanočástic s InP pro monitoring nežádoucích látek, plynů a záření v životním prostředí“ programu „Nanotechnologie pro společnost“ řešeného ve spolupráci ÚRE a FJFI ČVUT jsme deponovali vrstvy kovových nanočástic elektroforetickým nanášením na povrch polovodiče.

c) Spolupráce s vysokými školami na uskutečňování doktorských studijních programů (DSP) a magisterského a bakalářského studia

- V rámci společné akreditace s FEL ČVUT byla vypracována kandidátská disertační práce „Vliv vzácných zemin na růst a vlastnosti epitaxních vrstev InP“.
- V ústavu vznikla diplomová práce FJFI ČVUT „Optical Waveguide Amplifiers in Er-doped glass substrates,“ která prokázala vhodnost nových typů skel vyvinutých ve VŠCHT pro substráty optických vlnovodných zesilovačů.
- V ústavu se uskutečnily dlouhodobé předdiplomní stáže šesti studentů Technické university Zacatepec (ITZ) z Mexika a jedna stáž studenta z École Centrale de Lyon ve Francii.

3. Spolupráce ústavu s dalšími institucemi a s podnikatelskou sférou

a) Společné projekty výzkumu a vývoje podpořené z veřejných prostředků

Řešili jsme tři projekty v rámci Národního programu výzkumu „Informační společnost“ a jeden projekt v rámci programu „Podpora projektů cíleného výzkumu“:

- 1ET300670503 „Ramanovské vláknové zesilovače s časově multiplexovaným čerpáním“, společně se společností CESNET, z.s.p.o.,
- 1ET300670502 „Komponenty pro opticky transparentní síť s vysokou přenosovou rychlostí“,
- 1ET301710509 „Sofistikované potlačovače hluku a poruch při přenosu řečových signálů pro pevné a mobilní síť“, jehož nositelem je FEKT VUT v Brně.
Výsledky jsou uvedeny v odst. 1b.

b) Výsledky výzkumu pro ekonomickou sféru

- Ve spolupráci s firmou PHENOGENOMICS, Inc. (USA) jsme rozvíjeli originální metodu spektroskopie povrchových plazmonů vyvinutou v ÚRE a studovali možnosti jejího využití pro konstrukci miniaturních senzorů. Spolupráce byla podporována grantem fy PHENOGENOMICS ve výši 100 tis. USD.
- Hospodářské smlouvy vědeckého oddělení přesného času a kmitočtu s ekonomickými subjekty přinesly ústavu příjem o celkové výši 2,23 mil Kč (vč. DPH). Nejvýznamějším výsledkem bylo snížení nejistoty navázání Státního etalonu času a frekvence na sekundu mezinárodní atomové stupnice TAI. Výsledek umožňuje zpřesnit kalibraci hodin řízených signály globálního polohového systému GPS.
- Ve spolupráci s družstvem SPEKTRA, v.d.n., jsme dokončili vývoj dvou systémů pro převod psaného českého a slovenského textu na mluvenou řeč PCVox2005 a PocketVox. Systémy byly uvedeny na trh. Distribuci zajišťuje SPEKTRA, v.d.n.
- Ve spolupráci s firmou Chromspec jsme vyvinuli speciální vláknové kapiláry s vnitřní strukturou jako nový typ optického hardwaru pro optické sensory.

c) Nové firmy vzniklé na základě výsledků činnosti ústavu v oblasti aplikovaného výzkumu

–

d) Odborné expertizy zpracované v písemné formě pro státní orgány a instituce

–

4. Mezinárodní vědecká spolupráce ústavu

a) Přehled mezinárodních projektů, které pracoviště řeší v rámci mezinárodních vědeckých programů

Projekty 6. Rámcového plánu EU

- Specific Support Action IST BReATH (Broadband e-Services and Access for the Home); ÚRE + 6 pracovišť, koordinátor Rene Kramer, Technical University Eindhoven, Nizozemsko.
- PATHOMILK (Providing Milk Supply Chain with a Rapid, Portable and Cost Effective Biosensor for Multi-Pathogen Detection in Milk); ÚRE + 20 evropských pracovišť z 11 zemí, Koordinátor: N. Clavell, Španělsko.
- ePIXnet (European Network of Excellence on Photonic Integrated Components and Circuits), ÚRE + 38 řádných a 24 přidružených partnerských pracovišť ze 17 států.

Akce COST

- COST 291 „Towards digital optical network“; ÚRE + 38 výzumných laboratoří z 20 evropských států a Izraele, předseda Ioannis Tomkos z Řecka, místopředseda A. Kuchar z ÚRE.
- COST P11 „Physics of linear, nonlinear and active photonic crystals“; ÚRE + 66 pracovišť z 25 států
- COST 281 „Electromagnetic Fields and Health Emerging Information and Communication Technologies“; ÚRE + pracoviště ze 24 zemí.
- COST 288 „Nanoscale and ultrafast photonics“, ÚRE + 65 pracovišť z 23 zemí.
- COST 289 „Spectrum and Power Efficient Broadband Communications“, ÚRE + pracoviště ze 17 zemí.
- COST 2102 „Cross Modal Analysis of Verbal and Non-Verbal Communication“, ÚRE + další pracoviště z 12 zemí.

Ostatní projekty

- Projekt #847 „Metrology applications of dual-mixer time-difference multiplication“, EUROMET, koordinátor J. Čermák, ÚRE AVČR + 3 instituce ze 4 zemí (nefinancovaný projekt)

b) Nejvýznamnější vědecké výsledky dosažené v rámci mezinárodní spolupráce

- V rámci smlouvy mezi AV ČR a ICCTI (Portugalsko) jsme získali nové poznatky o dynamických vlastnostech dvojrozměrného Bose-Einsteinova kondenzátu v optických mřížkách.
- V rámci spolupráce s University of Washington (UW), Seattle, USA podporované US FDA byly s pomocí biosenzorů s povrchovými plazmony úspěšně detekovány vybrané potravinové patogeny.
- Ve spolupráci s University of California, Riverside jsme prohloubili poznatky o elektronové a iontové emisi vzniklé na povrchu pevných látek při atomárním rozptylu.
- Na základě bilaterální spolupráce mezi ČR a Řeckem v rámci projektu KONTAKT financovaném MŠMT jsme získali nové poznatky o růstu samoorganizovaných porézních struktur v heterostrukturách InGaP/GaAs.
- V rámci spolupráce s Výzkumným ústavem technické fyziky a materiálů v Budapešti (MFKI) jsme charakterizovali vrstvy kovových nanočástic získané elektroforetickým nanášením na povrch polovodiče.
- V rámci spolupráce mezi ÚRE a Materiálově-technologickou fakultou STU v Bratislavě, se sídlem v Trnavě, jsme komplexně charakterizovali teluridová skla (Ge-Se-Te) pomocí fotoluminiscence a transportních elektrických vlastností.

c) Akce s mezinárodní účastí, které pracoviště organizovalo nebo spolupořádalo nebo v nich vystupovalo jako spolupořadatel

- Akce organizovaná ústavem (ÚRE) s podporou projektu EU BReATH „Development of broadband in New Member States and in Czech Republic: Achievements and open issues“. Praha, 7.11.2006. Celkový počet účastníků: 65, z toho 11 zahraničních.
- 16. česko-německý workshop Speech Processing, Praha, Fyzikální ústav AV ČR, 27.-29.9.2006. Pořadatelem byl ústav, spolupořadatelem byl Institut für Angewandte Physik, J.-W. Goethe Universität Frankfurt/Main a Filosofická fakulta University Karlovy, Praha. Konference se zúčastnilo 45 účastníků, z toho 10 zahraničních.
- Ústav byl jedním z hlavních organizátorů semináře uspořádaného na závěr řešení projektu 5. RP – MATINOES (Novel Organic-Inorganic Materials in Opto-Electronic Systems for the Monitoring and Control of Bio-Processes) dne 30.1.2006. Celkový počet účastníků 35, z toho 11 zahraničních.

d) Výčet jmen nejvýznamnějších zahraničních vědců, kteří navštívili pracoviště AV ČR

- Prof. Jukka Rätty, University of Oulu, Finsko
- Prof. Vesa Virtanen, University of Oulu, Finsko
- Dr. Serafin Gutierrez, Centre de Recerca i Investigació de Catalunya, S.A., Španělsko
- Dr. Laura Lechuga, Microelectronics National Center, Španělsko
- Prof. Shaoyi, Jiang, University of Washington, USA
- Dr. Andreas Bauch, 2006 IEEE Distinguished Lecturer, vedoucí oddělení času a frekvence, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Německo
- Prof. José Azaña, EMT, Quebec University, Montreal, Kanada
- Prof. Shaoyi, Jiang, University of Washington, USA
- Prof. Dr. Lubomír Špaňhel, Université de Rennes, Francie
- Dr. Alexandra Barau, Institute of Physical Chemistry, Academy of Sciences, Rumunsko
- Dr. ir. Mathias Vanwolleghem, Université Paris-Sud, France
- Dr. Tomáš Dohnal, Seminar for Applied Mathematics, ETH Zurich, Švýcarsko
- Dr. Laszlo Dobos, Dr. Eva Hegedus, Dr. Bela Pecz (MFKI, Budapest, Maďarsko)
- Prof. Ján Kalužný, Slovenská technická universita, Slovensko

e) Počet fungujících meziústavních dvoustranných dohod

–

Příloha 1

**ANOTACE TŘÍ NEJVÝZNAMNĚJŠÍCH VÝSLEDKŮ
VĚDECKÉ ČINNOSTI ÚRE AV ČR V ROCE 2006**

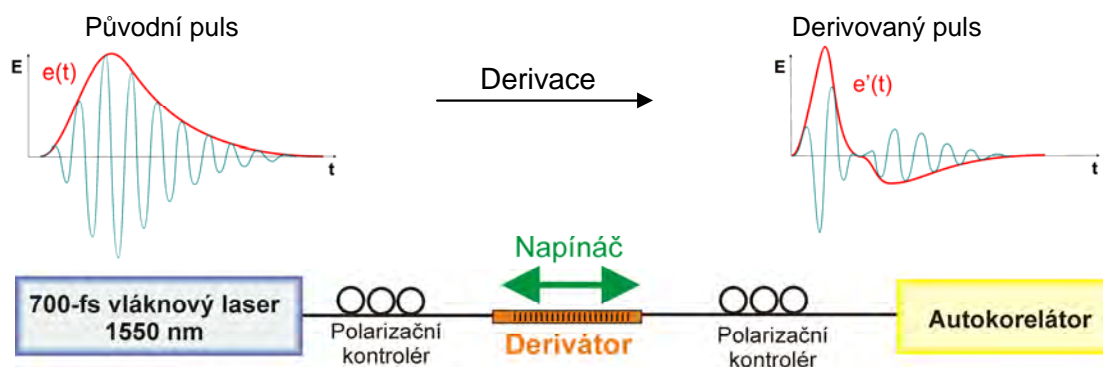
Optické derivátory

Radan Slavík

Optická zařízení a systémy by měly umožnit zpracování informací rychlostmi nedosažitelnými pomocí elektronických součástek (stovky GHz a více). To je obzvláště důležité pro aplikace jako super-rychlé počítání, telekomunikace s velmi vysokou kapacitou přenosu, tvarování ultrakrátkých optických pulsů a jejich analýzu. Ve spolupráci s kolegy z EMT-INRS z Quebecké University v Montrealu se nám podařilo experimentálně realizovat jeden ze základních optických obvodů – univerzální optický časový derivátor. Náš derivátor počítá časovou derivaci obálky optického signálu libovolného tvaru, jejíž změny jsou oblasti řádu stovek femtosekund. To odpovídá rychlosti zpracování informace v oblasti terahertzů, což je rychlost o tři řády větší než rychlosti dosahované v moderních elektronických systémech.

Realizovali jsme dvě konfigurace [1-3], jedné založené na vláknově-optické implementaci [1,2] a druhé založené na standardních optických prvcích [3]. První konfigurace zaručuje nízké vložné ztráty, potenciálně nízkou výrobní cenu, je robustní a je kompatibilní s existujícími vláknovými systémy; druhá pak může být postavena z elementů, jenž jsou k dispozici ve většině optických laboratoří a proto může být široce využita ve vědě.

Ve vláknové implementaci jsme vytvořili speciální difrakční mřížku v jádře a plášti optického vlákna, která se nazývá „mřížka s dlouhou periodou“. Pro správné fungování bylo navíc potřeba vyvinout metodu ladění mřížky [4]. V implementaci, jež využívá standardních optických komponent, je součástka tvořena nevyváženým symetrickým Michelsonovým interferometrem [3]. Tato konfigurace se dá snadno rozšířit i pro získání vyšších časových derivací – pro ověření principu jsme postavili a otestovali součástku pro počítání druhé časové derivace [3].



Princip a experimentální uspořádání pro charakterizaci vláknového derivátoru.

- [1] R. Slavík, M. Kulishov, Y. Park, J. Azaña, and R. Morandotti, Temporal differentiation of sub-picosecond optical pulses using a single long period fiber grating, Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO/IQEC and PhAST), Long Beach, CA, USA, článek CTuBB5, květen 2006.
- [2] R. Slavík, Y. Park, M. Kulishov, R. Morandotti, and J. Azaña, Ultrafast all-optical differentiators, *Optics Express*, 14: 10699-10707, (2006).
- [3] Y. Park, J. Azana, and R. Slavík, Ultrafast all-optical first and higher-order differentiators based on interferometers, *Optics Letters* Vol. 32, No. 6 (v tisku), k dispozici on-line, 2007.
- [4] R. Slavík, Extremely deep long-period fiber grating made with CO₂ laser, *IEEE Photonics Technology Letters*, 18: 1705-1707, (2006).

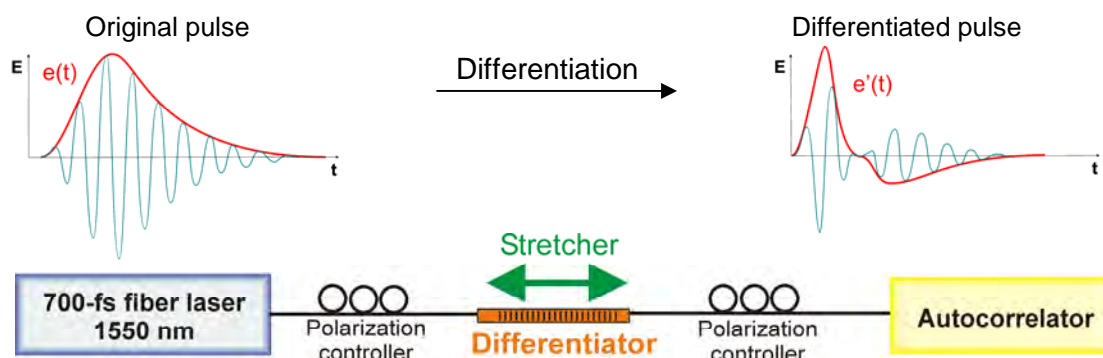
All-Optical Differentiators

Radan Slavík

Optics-based signal processing systems and devices with operation speeds inaccessible to electronics (hundreds GHz and more) are required for a wide variety of applications, including ultrafast computing, ultrahigh-bit-rate telecommunications, ultrafast pulse shaping, and analysis of ultrashort optical pulses. In collaboration with EMT-INRS, Université du Québec, Montréal, we realized one of the basic signal processing devices – a universal all-optical temporal differentiator. Our devices calculate the time derivative of an envelope of an arbitrary optical field with temporal features as short as a few hundreds of femtoseconds. This corresponds to a processing speed of several terahertz, which is about three orders of magnitude faster than with the current state-of-the-art electronics-based systems and computers.

We demonstrated two devices [1-3], the first one based on an all-fiber implementation [1,2] and the second one based on bulk-optics components [3]. The first implementation is low-loss, low-cost, robust, and compatible with fiber optic technology; the other can be implemented using off-the-shelf components and thus is widely accessible for research laboratories.

In the fiber implementation, a special in-fiber-made filter based on a long-period fiber grating (LPFG) was made and tested [1,2]. Further, we developed a tuning technique [4] to get the desired performance. In the bulk-optics-based implementation, the device consists of an imbalanced, symmetric Michelson interferometer. This technique is also straightforward to be extended for higher-order temporal derivatives – as a ‘proof of concept’ we have successfully demonstrated the second-order temporal differentiation [3].



Principle and experimental setup for the fiber-based differentiator characterization.

- [1] R. Slavík, M. Kulishov, Y. Park, J. Azaña, and R. Morandotti, Temporal differentiation of sub-picosecond optical pulses using a single long period fiber grating, Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO/IQEC and PhAST), Long Beach, CA, USA, Technical Digest, paper CTuBB5, May 2006.
- [2] R. Slavík, Y. Park, M. Kulishov, R. Morandotti, and J. Azaña, Ultrafast all-optical differentiators, *Optics Express*, 14 (22), 10699-10707, 2006.
- [3] Y. Park, J. Azana, and R. Slavík, Ultrafast all-optical first and higher-order differentiators based on interferometers, *Optics Letters* Vol. 32, No. 6 (assigned issue), available on-line, 2007.
- [4] R. Slavík, Extremely deep long-period fiber grating made with CO₂ laser, *IEEE Photonics Technology Letters*, 18 (16), 1705-1707, 2006.

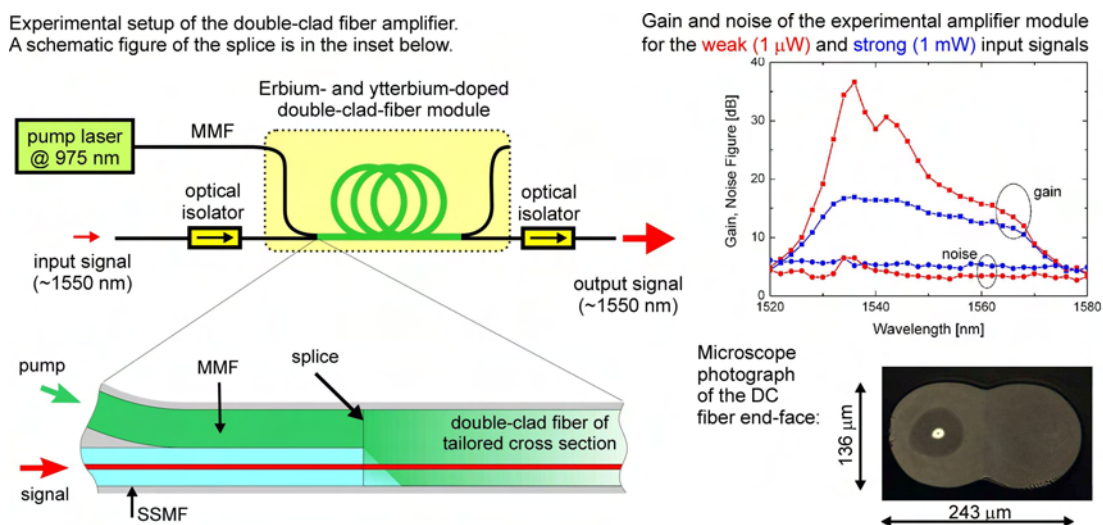
Vláknové zesilovače a lasery s čerpáním přes plášť

Pavel Peterka, Ivan Kašík, Vlastimil Matějec, Jiří Slánička

Vláknové zesilovače jsou v optických komunikacích používány k regeneraci signálu zeslabeného při šíření vláknem. Metoda čerpání přes plášť v dvouplášťových vláknech umožnila podstatné zvýšení výstupního výkonu jak vláknových zesilovačů, tak i laserů. U této metody je výkonný, ale vysoce rozbíhavý svazek čerpacího záření polovodičového laseru navázán do relativně rozlehlého vnitřního pláště vlákna, a toto záření se při šíření postupně absorbuje na iontech vzácných zemin, kterými je dopováno tenké jádro vlákna. V jádře se šíří signál zesilovaný stimulovanou emisí z excitovaných iontů vzácných zemin. Dvouplášťová vlákna jsou mimořádně účinné prvky pro konverzi výkonného záření polovodičových laserů s malým jasem do výkonného záření s vysokým jasem. Vláknové lasery by mohly nahradit konvenční pevnolátkové lasery v mnoha středně- a vysokovýkonných aplikacích.

Navrhli jsme nový způsob čerpání dvouplášťových vláken a použili jej pro čerpání vláknového laseru [1, 2] a zesilovače [3]. U tohoto původního patentovaného způsobu čerpání [4] je čerpací i signálové vlákno připojeno přímo ke speciálně navrženému dvouplášťovému aktivnímu vláknu se specifickým průřezem. Dvouplášťové vlákno zajišťuje optimální absorpci čerpacího záření podél dvouplášťového vlákna. Průřez vyvinutého vlákna také co nejvíce připomíná tvar obou vstupních vláken, aby bylo usnadněno připojení vláken.

Vyvinutý modul vláknového zesilovače nevyžaduje žádné prvky objemové optiky jako většina dosud používaných metod. Napojení čerpacího a signálového vlákna k dvouplášťovému vláknu může být provedeno s použitím komerčně dostupné svářečky optických vláken. Vyvinutý modul může najít využití ve vysokovýkonných, cenově dostupných vláknových zesilovačích a lasech.



- [1] P. Peterka, V. Kubeček, P. Dvořáček, I. Kašík and V. Matějec, „Experimental demonstration of novel end-pumping method for double-clad fiber devices“, *Opt. Lett.*, 31, 3240-3242 (2006).
- [2] — „End-pumping scheme improves fiber-based devices“, *Laser Focus World*, December 2006; — „End-pumping fiber amplifiers made easy“, bude publikováno ve *Photonics Spectra*.
- [3] P. Peterka, I. Kašík, V. Matějec, M. Karásek, J. Kaňka, P. Honzátka, V. Kubeček, „Amplifier Performance of Double-Clad Er/Yb-Doped Fiber with Cross-Section Tailored for Direct Splicing to the Pump and Signal Fibers“, přijato k prezentaci, Optical Fiber Communication conf. OFC'07, Anaheim, USA, 2007.
- [4] P. Peterka, V. Matějec and I. Kašík, „Method and device for coupling the signal and pump into double-clad optical fiber for fiber amplifiers and lasers“, patentová přihláška č. PV 2005-227, 12. dubna 2005.

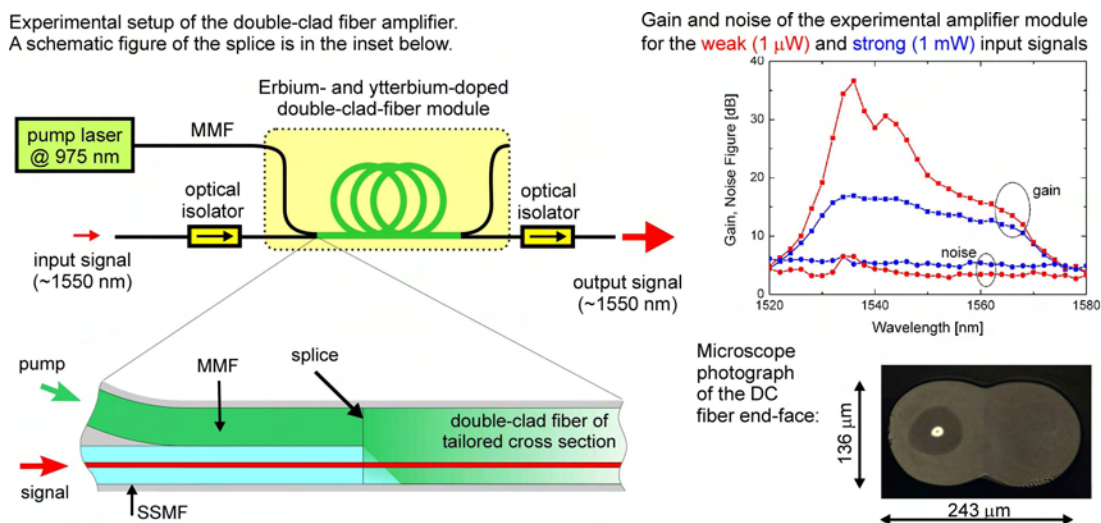
Novel end-pumping method for double-clad fiber amplifiers and lasers

Pavel Peterka, Ivan Kašík, Vlastimil Matějec, Jiří Slánička

Fiber amplifiers are used in optical communications for compensation of signal losses in a transmission fiber. The invention of a cladding-pump technique enabled significant increase of the output powers of both fiber amplifiers and lasers. In these devices pump light of a high-power, but low-brightness, laser diode enters the large area of the inner cladding of a double-clad (DC) fiber and is gradually absorbed by rare-earth ions incorporated into a thin core of the DC fiber. The signal guided in the core is amplified via stimulated emission of the excited rare-earth ions. DC fibers are remarkably efficient at converting the output of high-power, low-brightness diode lasers into high-power, high-brightness beams. DC fiber lasers are replacing conventional solid-state lasers in many medium- and high-power applications.

We have proposed a novel pumping scheme for DC-fibers and demonstrated its application in a fiber laser [1, 2] and amplifier [3]. The pumping scheme is based on a unique patented design [4] where the pump and signal fibers are spliced directly to a DC fiber with a specifically tailored cross-section. This DC fiber also provides optimum absorption of the pump along the fiber. Moreover, the shape of the DC fiber resembles the cross sections of the pump and signal fibers as much as possible to facilitate their splicing.

The developed fiber amplifier module does not require any bulk or intermediate fiber coupling elements as it does most other clad-pumped devices. The splicing of the pump and signal fibers to the DC fiber can be done using commercial fusion splicer in an automated process with low losses for both the pump and the signal. Therefore we anticipate that the presented DC fiber module can find applications in cost-effective high-power fiber devices.



- [1] P. Peterka, V. Kubeček, P. Dvořáček, I. Kašík and V. Matějec, „Experimental demonstration of novel end-pumping method for double-clad fiber devices“, *Opt. Lett.*, 31: 3240-3242 (2006).
- [2] — „End-pumping scheme improves fiber-based devices“, *Laser Focus World*, December 2006; — „End-pumping fiber amplifiers made easy“, to appear in *Photonics Spectra*.
- [3] P. Peterka, I. Kašík, V. Matějec, M. Karásek, J. Kaňka, P. Honzátka, V. Kubeček, „Amplifier Performance of Double-Clad Er/Yb-Doped Fiber with Cross-Section Tailored for Direct Splicing to the Pump and Signal Fibers“, přijato k prezentaci, Optical Fiber Communication conf. OFC'07, Anaheim, USA, 2007.
- [4] P. Peterka, V. Matějec and I. Kašík, „Method and device for coupling the signal and pump into double-clad optical fiber for fiber amplifiers and lasers“, Czech patent application No. PV 2005-227, 12 April 2005.

Měření časových intervalů založené na excitaci filtru s povrchovou akustickou vlnou

Petr Pánek

Měření času hraje v současné technice zvlášť důležitou roli, protože měření řady veličin se převádí na měření časového intervalu. Moderní metody měření času dosahují vysokého rozlišení interpolací mezi diskrétními časovými značkami referenční časové stupnice. Měřenou událostí se spustí vhodný deterministický proces, který je pak pozorován v okamžiku časových značek. Z výsledku těchto pozorování se určí okamžik události. Klíčovým problémem návrhu časového interpolátoru je tedy nalezení mechanismu, který po spuštění generuje přesně predikovatelný proces.

Na našem pracovišti jsme vyvinuli a podrobně teoreticky analyzovali novou metodu přesného měření časových intervalů [1], která využívá jako časový interpolátor transversální filtr s povrchovou akustickou vlnou. Tento filtr po vybuzení krátkým impulsem vygeneruje signál konečné délky, jehož spektrum je soustředěno do omezeného frekvenčního pásma. Ze vzorkovacího teorému vyplývá, že pokud se takový signál vzorkuje s vhodnou vzorkovací frekvencí, můžeme jej zcela rekonstruovat z konečného počtu vzorků. Porovnáním dvou rekonstruovaných odezev filtru pak určíme časový interval mezi budícími impulsy. Vyvinutá metoda poskytuje mimořádnou přesnost měření v poměru k periodě značek referenční časové stupnice. Při prvních experimentech bylo dosaženo přesnosti měření 25 ps rms při hodinové frekvenci 16 MHz. Z provedené analýzy vyplývá, že s využitím současné součástkové základny používané v mobilních komunikacích lze očekávat přesnost měření v řádu 0.1 ps.



Měřič časových intervalů založený na excitaci filtru s povrchovou vlnou vyvinutý v ÚRE byl poprvé použit v časových přijímačích GPS GTR50 vyvinutých rovněž v ÚRE (dva světlé přístroje vlevo nahoře).

- [1] Pánek, P.: Error Analysis and Bounds in Time Delay Estimation. *IEEE Transactions on Signal Processing* (v tisku, 2006)
- [2] Pánek, P.: Time Interval Measurement Based on SAW Filter Excitation. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* (zasláno k publikaci)
- [3] Pánek, P.: "Random Errors in Time Interval Measurement Based on SAW Filter Excitation. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* (zasláno k publikaci).

Anotace 3 –anglická verze

Time interval measurement based on excitation of a surface acoustic wave filter

Petr Pánek

Time measurement plays a key role in modern technologies, since the measurement of many quantities is transferred to the measurement of time interval. Current methods of time measurement allow to achieve a very high resolution of the interpolation between the time marks of the reference time scale. The measured event triggers a suitable deterministic process which is then observed in the instants of time marks. Based on these observations, one can determine the instant of the event. The key problem in the design of a time interpolator is creating a mechanism that would generate a perfectly predictable process.

We have developed and theoretically analyzed a new method for time-interval measurement [1,2,3] that makes use of a time interpolator based on a surface acoustic wave (SAW) transversal filter. This filter when excited by a short pulse generates a signal of finite length, whose spectrum is concentrated in a limited band. It follows from the sampling theorem that if this signal is sampled with an appropriate frequency, it can be exactly reconstructed from a finite number of samples. By comparing two reconstructed filter responses, we can determine the time interval between the two exciting pulses. The developed method provides excellent accuracy in relation to the period of reference time marks. In first experiments we have achieved an accuracy of 25 ps rms at a clock frequency of 16 MHz. Our analysis has shown that by employing the state-of-the-art components currently used in mobile communications, we can expect an accuracy on the order of 0.1 ps.



Fig. 1. A SAW-filter-excitation time-interval meter developed at ÚRE has been used for the first time in the GPS GTR50 timing receivers also developed at ÚRE (the two light-colored instruments on the upper left-hand side).

- [1] Pánek, P.: Error Analysis and Bounds in Time Delay Estimation. *IEEE Transactions on Signal Processing* (in press, 2006)
- [2] Pánek, P.: Time Interval Measurement Based on SAW Filter Excitation. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* (submitted)
- [3] Pánek, P.: "Random Errors in Time Interval Measurement Based on SAW Filter Excitation. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* (submitted).

Příloha 2

SEZNAM MONOGRAFIÍ VYDANÝCH ÚRE AV ČR V R. 2005

Seznam knižních publikací vydaných na pracovišti

- [1] Miroslav Miler, Úvod do difraktivní optiky. Praha: Ústav radiotechniky a elektroniky AV ČR, 2006. 93 s. ISBN 80-86269-14-0
- [2] Sborník 16. česko-německého workshopu „Speech Processing“, 30 příspěvků, 188 stran, ISBN 80-86269-15-9 (v tisku).

Příloha 3

TABULKY

II) Tabulková část

Vědeční pracovníci, DSP, spolupráce s VŠ

(část IIA. výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2006)

Identifikační číslo organizace (IČ)	67985882
Zkrácený název pracoviště	ÚRE

1) Forma vědeckého vzdělávání	počet absolventů v r. 2006	počet doktorandů k 31.12. 2006	počet nově přijatých v r. 2006
doktorandi (studenti DSP) v prezenční formě studia	2	12	4
doktorandi (studenti DSP) v kombinované a distanční formě studia	0	9	0
C e l k e m	2	21	4
- z toho počet doktorandů ze zahraničí	0	1	0

2) Forma výchovy studentů pregraduálního studia	
celkový počet diplomantů	9
počet pregraduálních studentů podílejících se na vědecké činnosti ústavu	13

3) Vědecké a vědecko-pedagogické hodnosti pracovníků ústavu	věd. hodnost nebo titul		vědecko-pedagog. hodnost	
	DrSc., DSc.	CSc., PhD	profesor	docent
počet k 31. 12. 2006	9	44	2	2
z toho uděleno v roce 2006	0	3	0	0

4) Pedagogická činnost pracovníků ústavu	letní semestr 2005/06	zimní semestr 2006/07
Celkový počet odpřednášených hodin na VŠ	329	274
Počet semestrálních cyklů přednášek, seminářů a cvičení	9	8
Počet pracovníků ústavu pedagogicky působících na VŠ	10	10

Vědeční pracovníci, DSP, spolupráce s VŠ

(část IIA výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2006)

pokračování 1

5)	Spolupráce ústavu s VŠ ve výzkumu	pracoviště AV příjemcem	pracoviště AV spolupříjemcem
	Počet projektů a grantů, řešených v r.2006 společně s VŠ (včetně grantů GA ČR a GA AV)	2	6
	Počet pracovníků VŠ, kteří mají v ústavu vedlejší pracovní úvazek	4	
	Počet pracovníků ústavu, kteří mají na VŠ vedlejší pracovní úvazek	5	

K oddílu 1:

1. a 2. řádek: *uvádějí se i studenti DSP, kteří se v ústavu školí (školitel je pracovníkem ústavu), třebaže proces akreditace tohoto programu pro ústav AV ČR nebyl dosud dokončen*

K oddílu 2:

1. řádek: *uvádí se celkový počet diplomantů, kteří během roku měli vedoucího práce z ústavu AV ČR*

K oddílu 3:

1. řádek: *uvádí se celkový počet fyzických osob v hlavním pracovním poměru (včetně pracovníků zaměstnaných na částečný úvazek)*

K oddílu 4:

1. a 2. řádek: *uvádí se celkový počet odpřednášených hodin na všech vysokých školách dohromady, ale pouze u těch vyučujících, kteří mají hlavní pracovní poměr v AV ČR*

3. řádek: *uvádí se počet pracovníků bez ohledu na rozsah úvazku v AV ČR*

K oddílu 5:

1. řádek: *n e z a h r n u j í s e stipendia na zahraniční pobyty, granty určené pouze na nákup techniky, literatury apod.*

Vědeční pracovníci, DSP, spolupráce s VŠ

pokračování 2

(část IIA výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2006)

6) **Společná pracoviště ústavu s účastí VŠ**

Název spol. pracoviště	Počet pracovníků	
	fyz. p.d.	prům.přep.
Společná laboratoř ramanovské spektroskopie ÚRE a Strojní fakulty ČVUT v Praze		
Počet participujících pracovníků z ústavu	1	0,5
Počet participujících pracovníků z partnerských pracovišť	1	0,5

K oddílu 6:

Mezinárodní vědecká spolupráce pracoviště

část IIB. výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2006)

Identifikační číslo organizace (IČ)	67985882
Zkrácený název pracoviště	ÚRE

1. Počet konferencí s účastí zahraničních vědců (pracoviště jako pořadatel nebo spolupořadatel)	3
2. Počet zahraničních cest vědeckých pracovníků ústavu	124
2a/ z toho mimo rámec dvoustranných dohod AV ČR	111
3. Počet aktivních účastí pracovníků ústavu na mezinárodních konferencích	109
3a/ Počet přednášek přednesených na těchto konferencích	64
3b/ z toho z v a n é přednášky	15
3c/ Počet posterů	30
4. Počet přednášejících na zahraničních univerzitách	1
5. Počet členství v redakčních radách mezinárodních časopisů	5
6. Počet členství v orgánech mezinárodních vědeckých vládních a nevládních organizací (společnosti, komitety)	6
7. Počet přednášek zahraničních hostů v ústavu	15
8. Počet grantů a projektů financovaných ze zahraničí	4
8a/ z toho z programů EU	3

k bodu 4: Započítávají se semestrální nebo delší kursy nebo jim rovnocenné ucelené bloky přednášek;

n e z a p o č í t á v a j í s e jednotlivé izolované přednášky (semináře) v rámci návštěv

k bodu 5: Počítá se každé členství v redakční radě u každého pracovníka ústavu

k bodu 6: Počítá se každé členství pracovníka ústavu ve výboru nebo podobném orgánu mezinárodní vědecké organizace

k bodu 8: Započítávají se granty a výzkumné projekty vypsání zahraničními nebo mezinárodními (např. EU) agenturami a firmami

Projekty programů EU řešené na pracovišti v roce 2006

(část IIB. výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2006)

Název projektu	Akronym	Identifikační kod ¹⁾	Typ ²⁾	Koordinátor ³⁾	Kontr. částka v EUR ⁴⁾	Rok ukončení
IST Project EU :Specific Support Action BReATH:	BReATH	INFSO-IST-015893	SSA	TUEindhoven, NL	47000	2006
Providing Milk Supply Chain with a Rapid, Portable and Cost Effective Biosensor for Multi-Pathogen	PATHOMILK	FP6-030392-2	Horizontal research	CRIC, SPAIN	20000	2009
European NoE on Photonic Integrated Components	ePIXnet	IST - 004525	NoE	TU Eindhoven, NL	4500	2008
Metrology application of dual-mixer time-difference	DMTDM	EUROMET #847	—	ÚRE AV ČR	0	2007

1) uveďte číslo projektu včetně identifikace programu (např. FP6, DG INFO, DG EAC, DG AGRI, ESF atd.)

2) např. STREP, IP, NoE, SSA, CA, Marie Curie atd.

3) uveďte instituci, zemi (např. Royal Veterinary and Agricultural University, Frederiksberg, Denmark)

4) odhad finančního podílu připadající na pracoviště na rok 2006

**Počty udělených patentů, užitných vzorů, přihlášených vynálezů
a platných licenčních smluv v AV ČR v roce 2006**
(část IIC. výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2006)

Identifikační číslo organizace (IČ):	67985882
Zkrácený název pracoviště:	ÚRE

1. Patenty udělené v ČR	0
1a. v zahraničí	0
2. Zapsané užitné vzory	0
3. Přihlášky vynálezů	0
4. Přihlášky užitných vzorů	0
5. Platné licenční smlouvy celkem	0
5a. z toho uzavřené v roce 2006	0

*Případné dotazy k vyplnění tabulky zodpoví Ing. Dana Šemberová,
Patentové a licenční služby SSČ AV ČR, tel.: 224005231, email: semberova@kav.cas.cz.*

Prosíme o vyplnění všech rubrik, tzn. prázdné rubriky vyplňte nulami.

Tabulkovou část vyplnil:	J. Čtyroký
j m é n o a p o d p i s :	
t e l e f o n / e m a i l :	266773409, ctyroky@ufe.cz