

Rámcové téma práce č. 1: Pevnolátkové diodově čerpané lasery s aktivním prostředím Er:GGAG

Typ práce: RP, BP, VÚ

Vedoucí práce: Ing. R. Švejkar¹

Konzultant(i): Ing. J. Šulc, Ph.D.², prof. Ing. H. Jelínková, DrSc.³

Student:

Abstrakt: Laserové matrice GGAG (Gadolinium-galium-aluminium-granát) dopované ionty erbia (Er³⁺) umožňují generovat laserové záření v oblasti vlnových délek 1.6 a 2.8 μm . První zmíněná vlnová délka je zajímavá pro aplikace, jako jsou lidary, dálkoměry a optické komunikace. Druhá vlnová délka je velmi blízko absorpčnímu maximu vody, které se nachází na 3 μm . Z toho důvodu jsou lasery generující tuto vlnovou délku zajímavé pro medicínské aplikace (stomatologie, chirurgie, oftalmologie, aj.). Jelikož se jedná o nové aktivní prostředí, na jehož vývoji pracujeme s Akademií věd České republiky, student bude mít možnost podílet se na novém výzkumu. Cílem této práce je seznámit se s pevnolátkovými lasery obsahující erbiové ionty, naměřit základní charakteristiky aktivního prostředí Er:GGAG jako jsou absorpční a fluorescenční spektra, navrhnout a sestavit laserový rezonátor a následně proměřit výstupní charakteristiky zkonstruovaného laseru.

¹<mailto:richard.svejkar@fjfi.cvut.cz>

²<mailto:jan.sulc@fjfi.cvut.cz>

³<mailto:helena.jelinkova@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 2: Vícesvazková interference pro výrobu periodických mikrostruktur na povrchu materiálů

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. J. Kaufman⁴

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Práce se zabývá interferencí dvou a více laserových svazků při dopadu na plochý povrch materiálu. Bude zaměřena na modulaci vzniklého interferenčního obrazce v závislosti na orientaci polarizačních vektorů dopadajících svazků. Od studenta se očekává modelování a simulace n-svazkové interference za výše zmíněných podmínek a praktické ověření těchto simulací na konkrétním případě čtyřsvazkové interference s použitím kontinuálního, případně pulzního laserového zdroje.

⁴<mailto:jan.kaufman@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 3: Tvarování ns pulsů pro vysokoenergetický laserový systém Bivoj

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. M. Divoký, Ph.D. (FzÚ AV ČR)⁵

Konzultant(i): prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.⁶

Student:

Abstrakt: Kilowattový 100 J multi-slabový laserový systém Bivoj deformuje tvar obálky pulsu kvůli vyčerpání zisku v koncových zesilovačích. Tato deformace se kompenzuje vhodným tvarem obálky vstupního pulsu. V rámci práce bude třeba vytvořit model zesílení v laserovém řetězci, experimentálně ho ověřit a naprogramovat elektrooptický modulátor tak, aby na výstupu laserového řetězce byl dosažen požadovaný tvar pulsu.

⁵<mailto:divoky@fzu.cz>

⁶<mailto:vaclav.kubecek@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 4: Tvarování svazku vysokoenergetického laserového systému Bivoj

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. M. Divoký, Ph.D. (FzÚ AV ČR)⁷

Konzultant(i): prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.⁸

Student:

Abstrakt: Předzesilovače kilowattového 100 J multi-slabového laserového systému Bivoj nepracují v saturaci, a tak v nich nedochází k vyhlazení modulace vstupního svazku. Aby laserový systém dodával svazek s minimální modulací v širokém pásmu výstupních energií, je nutné implementovat prostorový modulátor světla, který bude adaptivně tvarovat svazek podle výstupních parametrů. Cílem práce bude vybrat a otestovat tvarovač svazku a následně ho integrovat do laserového řetězce.

⁷<mailto:divoky@fzu.cz>

⁸<mailto:vaclav.kubecek@jfifi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 5: Aplikace adaptivní smyčky k optimalizaci fokusu laserového svazku

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. J. Pilař (FzÚ AV ČR)⁹

Konzultant(i): prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.¹⁰

Student:

Abstrakt: Kilowattový 100J multi-slabový laserový systém Bivoj je využíván pro testování meze poškození optických materiálů. Pro takové experimenty je zapotřebí vysoce kvalitní svazek s jasně definovaným fokusem. Během šíření svazku od výstupu laseru k testovací komoře dochází k degradaci vlnoplochy svazku a výsledný fokus není ideální. Cílem práce bude vývoj systému pro řízení deformovatelného zrcadla, který bude schopen optimalizovat laserový fokus, demonstrace jeho funkce a následná implementace v místě testovací stanice

⁹<mailto:pilar@fzu.cz>

¹⁰<mailto:vaclav.kubecek@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 6: Návrh řídicího algoritmu systému adaptivní optiky pro tenkodiskový zesilovač

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. J. Pilař (FzÚ AV ČR)¹¹

Konzultant(i): prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.¹²

Student:

Abstrakt: V laserových zesilovačích na bázi tenkých disků působí často problém proměnlivá tepelná čočka. Pro zvýšení kvality a stability výstupního svazku je možno implementovat zrcadlo schopné adaptivně měnit svůj poloměr křivosti a tak dynamické tepelné jevy kompenzovat. Úkolem studenta bude seznámit se s problematikou řízení adaptivně optických systémů a navrhnout mechanismus řízení pro deformovatelné zrcadlo uvnitř optického rezonátoru. Následně bude možné práci rozšířit o experimentální testy a případně implementaci systému do vysokovýkonového laserového zesilovače.

¹¹<mailto:pilar@fzu.cz>

¹²<mailto:vaclav.kubecek@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 7: Konzistence kinetické energie při interpolaci stavových veličin

Typ práce: BP, (VÚ, DP)

Vedoucí práce: Ing. M. Kuchařík, Ph.D.¹³

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Při hydrodynamických simulacích pomocí Lagrangeovsko-Eulerovských (ALE) metod dochází k nekonzistenci při interpolaci kinetické energie kvůli podmínce na zachování hybnosti, což se typicky řeší pomocí opravy vnitřní energie. Tento přístup však může vést k jejímu poškození. Cílem práce bude implementace, otestování a vylepšení několika možných přístupů pro opravu vnitřní energie a jejich porovnání v případě multimateriálových stavových veličin ve střídané (staggered) diskretizaci.

¹³<mailto:kucharik@newton.fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 8: Vyhlazování okrajů výpočetní sítě v Lagrangeovsko-Eulerovských (ALE) metodách

Typ práce: BP, (VÚ, DP)

Vedoucí práce: Ing. M. Kuchařík, Ph.D.¹⁴

Konzultant(i): Ing. P. Váchal, Ph.D.¹⁵

Student:

Abstrakt: Častým přístupem pro simulování laserového plazmatu jsou Lagrangeovsko-Eulerovské (ALE) metody, využívající pohyblivou výpočetní síť. Ta je v průběhu výpočtu vyhlazována, aby nedošlo k její degeneraci a byla zachována její vysoká geometrická kvalita. V reálných simulacích je častým problémem především chování výpočetní sítě na okrajích výpočetní oblasti. Hlavním cílem práce bude navržení robustní metody pro vyhlazování hranice výpočetní oblasti, přičemž hladkého profilu hranice bude dosaženo její aproximací pomocí hladké křivky. Tato metoda bude implementována a otestována ve vybraných hydrodynamických simulacích.

¹⁴<mailto:kucharik@newton.fjfi.cvut.cz>

¹⁵<mailto:pavel.vachal@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 9: Hydrodynamické simulace plazmatu pro realizaci rentgenového laseru

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Kuchařík, Ph.D.¹⁶

Konzultant(i): Ing. M. Krůs, Ph.D. (ÚFP AV ČR)¹⁷, Ing. J. Nikl¹⁸

Student:

Abstrakt: Náplní práce je studium procesů při generování koherentního rentgenového záření pomocí interakce laseru s masivním pevným terčem. Vytvoření rentgenového laseru je dosaženo několikanásobným laserovým impulzem, který nejprve vytvoří plazma, poté plazma zahřeje a následně excituje. Student bude jev zkoumat za podmínek odpovídajících experimentálnímu zařízení na pracovišti PALS pomocí existujícího 1D hydrodynamického kódu, do kterého implementuje model pro vícenásobný laserový pulz. Projekt je řešen ve spolupráci s ÚFP AV ČR.

¹⁶<mailto:kucharik@newton.fjfi.cvut.cz>

¹⁷<mailto:krus@ipp.cas.cz>

¹⁸<mailto:jan.nikl@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 10: Multidimenzionální numerické cell-centered lagrangeovské metody

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. P. Váchal, Ph.D.¹⁹

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Tématem práce je vývoj a implementace cell-centered lagrangeovského kódu pro simulace hydrodynamiky, s důrazem na pozdější zobecnění, např. pro různé typy sítí, na vyšší řád přesnosti, do tří dimenzí, pro použití v ALE (Arbitrary Lagrangian-Eulerian) simulacích, či pro složitější fyzikální model. V případě úspěchu mohou být tato rozšíření předmětem navazujícího výzkumného úkolu či diplomové práce. Téma je součástí širšího výzkumu a vývoje hydrodynamických simulačních kódů ve Skupině počítačové fyziky na Katedře fyzikální elektroniky FJFI ČVUT.

¹⁹<mailto:pavel.vachal@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 11: Komprese chirpovaného pulsu ve femtosekundovém laserovém systému PULSAR a její optimalizace

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. P. Hříbek, CSc. (FzÚ AV ČR)²⁰

Konzultant(i): prof. Ing. J. Limpouch, CSc.²¹

Student:

Abstrakt:

²⁰<mailto:hribek@fzu.cz>

²¹<mailto:jiri.limpouch@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 12: Zlepšení parametrů impulsu femtosekundového laseru PULSAR

Typ práce: VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. P. Hříbek, CSc. (FzÚ AV ČR)²²

Konzultant(i): prof. Ing. J. Limpouch, CSc.²³

Student:

Abstrakt:

²²<mailto:hribek@fzu.cz>

²³<mailto:jiri.limpouch@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 13: Generace attosekundových impulzů pomocí intenzivního femtosekundového laseru

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: O. Hort, Ph.D. (FzÚ AV ČR)²⁴

Konzultant(i): Ing. J. Nejdrl, Ph.D. (FzÚ AV ČR)²⁵, prof. Ing. J. Limpouch, CSc.²⁶

Student:

Abstrakt: Při interakci lineárně polarizovaného vysoce intenzivního laserového impulzu s látkou může dojít k ionizaci valenčního elektronu elektrickým polem, jeho urychlení a následné rekombinaci s mateřským iontem. Při tomto ději dochází ke generaci vysokých harmonických frekvencí generujícího záření (energie vzniklého fotonu je 10–1000 násobkem energie fotonů laserového záření, spadá tedy do oblasti extrémní ultrafialové až rentgenové části spektra). Takto vzniklé plně koherentní impulzy krátkovlnného záření mohou dosahovat energií až několika μJ při délce impulzu pouhých desítek attosekund (10^{-17} s). To otevírá cestu k řadě revolučních aplikací tohoto zdroje záření, např. ke studiu ultrarychlých fyzikálních jevů (charakteristický čas valenčního elektronu atomu v základním stavu je řádově stovky attosekund) nebo nelineární optiky v rentgenové oblasti spektra.

Práce může být zaměřena na experimentální realizaci, charakterizaci a aplikace daného zdroje záření, na teoretické studium tohoto jevu (s možným využitím numerických simulací), nebo na kombinaci všech těchto aktivit.

²⁴<mailto:ondrej.hort@eli-beams.eu>

²⁵<mailto:jaroslav.nejdl@eli-beams.eu>

²⁶<mailto:jiri.limpouch@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 14: Vývoj analytického nástroje pro diagnostiku laserem urychlených iontů

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: F. Schillaci, MSc. (FzÚ AV ČR, ELI-Beamlines)²⁷

Konzultant(i): Ing. J. Pšikal, Ph.D.²⁸

Student:

Abstrakt: Thomsonova parabola (TP) je hlavním diagnostickým nástrojem pro laserem urychlené ionty, velice důležitým pro zamýšlené aplikace této nekonvenční techniky urychlování iontových svazků. Cílem této práce bude vývoj analytického nástroje v Matlabu (případně v jiném vhodném prostředí) vycházející z matematického modelu dostupného v literatuře [1]. Vyvinutý program by měl umět načíst získané spektrogramy a automaticky v nich detekovat stopy jednotlivých druhů urychlených iontů a následně získávat jejich energetické spektrum. Kód by měl rovněž být schopen analyzovat přesnost měření Thomsonovou parabolou (možnost rozlišení energií a oddělení jednotlivých druhů iontů) a doporučit nastavení elektrického a magnetického pole v TP pro zlepšení přesnosti měření.

[1] Schillaci F. et al, Calibration and energy resolution study of a high dispersive power Thomson Parabola Spectrometer with monochromatic proton beams

²⁷<mailto:francesco.schillaci@eli-beams.eu>

²⁸<mailto:jan.psikal@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 15: Kinetické modelování laserového plazmatu pomocí Vlasov-Maxwellova kódu

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: RNDr. Martin Mašek, Ph.D. (FzÚ AV ČR)²⁹

Konzultant(i): Ing. J. Pšikal, Ph.D.³⁰

Student:

Abstrakt: Vzhledem k rostoucí kapacitě stávajících i nově budovaných výpočetních systémů představují Vlasovovské simulace dobrou alternativu k populární metodě Particle-in-Cell (PIC). Jejich hlavní výhodou oproti metodě PIC je, že neobsahují šum, který může zakrýt drobné detaily rozdělovací funkce. Tyto detaily však na druhou stranu mohou hrát významnou roli pro celkový vývoj pozorovaného fyzikálního systému. Cílem práce by bylo podílet se na vývoji již existujícího Vlasovovského kódu a aplikovat jej na studium interakce intenzivního laserového impulzu s terčem. Vzhledem k bezšumovosti použité metody lze velmi dobře modelovat například vývoj parametrických nestabilit v koróně laserového plazmatu a na něj navázané další fyzikální efekty.

²⁹<mailto:masekm@fzu.cz>

³⁰<mailto:jan.psikal@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 16: Generace horkých elektronů v laserovém plazmatu

Typ práce: DP

Vedoucí práce: Ing. J. Pšikal, Ph.D.³¹

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Práce se zabývá ohřevem horkých elektronů při interakci laserového záření s ionizovanými terči. Bude zaměřena především na interakci ultrakrátkých velmi intenzivních laserových impulzů s plazmatem, kterou lze dobře modelovat pomocí částicových simulací. Kromě seznámení se s teorií interakce, při které dochází ke generaci horkých elektronů, se předpokládá také modelování tohoto procesu pomocí particle-in-cell kódu EPOCH.

³¹<mailto:jan.psikal@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 17: Kvantové vlastnosti plazmonických nanostruktur: analýza a simulace

Typ práce: BP (VÚ)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter³²

Konzultant(i): doc. Ing. L. Kalvoda, CSc.³³

Student:

Abstrakt:

³²<mailto:ivan.richter@jfji.cvut.cz>

³³<mailto:milan.kalal@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 18: Interakce kvantovaného optického pole s vybranými kvantovými systémy

Typ práce: BP (VÚ)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter³⁴

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt:

³⁴<mailto:ivan.richter@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 19: Nelokální a kvantové efekty v plazmonických nanostrukturách

Typ práce: BP (VÚ)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter³⁵

Konzultant(i): Ing. P. Kwiecien, Ph.D.³⁶

Student:

Abstrakt:

³⁵<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

³⁶<mailto:pavel.kwiecien@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 20: Neklasické stavy světla: základní vlastnosti a možnosti jejich realizace

Typ práce: BP (VÚ)

Vedoucí práce: Ing. M. Dvořák, Ph.D.³⁷

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter³⁸

Student:

Abstrakt:

³⁷<mailto:miroslav.dvorak@fjfi.cvut.cz>

³⁸<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 21: Plasmonické nanostruktury pro miniaturní optické biosenzory

Typ práce: VÚ, DP

Vedoucí práce: prof. Ing. J. Homola, CSc., DSc. (ÚFE AV ČR)³⁹

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁴⁰

Student:

Abstrakt:

³⁹<mailto:homola@ufe.cz>

⁴⁰<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 22: Plasmonické nanostruktury s extraordinární transmisí pro optické biosenzory

Typ práce: VÚ, DP

Vedoucí práce: prof. Ing. J. Homola, CSc., DSc. (ÚFE AV ČR)⁴¹

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁴²

Student:

Abstrakt:

⁴¹<mailto:homola@ufe.cz>

⁴²<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Témata studentských prací ve výzkumném týmu Nano-optika

Rámcové téma práce: Mikroskopie s vysokou snímkovací frekvencí

Typ práce: BP (Bakalářská práce)

Školící pracoviště: Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v. v. i. (ÚFE)
Chaberská 57, 182 57 Praha 8

Vedoucí práce: Marek Piliarik, Ph. D.
Piliarik@ufe.cz

Konzultant: doc. Dr. Ing. Ivan Richter
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská,
Katedra fyzikální elektroniky

Abstrakt:

Světelná mikroskopie zůstává klíčovou metodou pozorování biologických a biomolekulárních vzorků pro pochopení jejich funkce a dynamiky. V nano-optice jsme dokonce posunuli hranice citlivosti zobrazení až na úroveň jednotlivých molekul a dokážeme studovat dynamiku molekulárních soustav hluboko pod rozlišovací schopností světla. Moderní zobrazovací metody založené na rozptylu světla umožnily zkrátit expoziční doby pro mikroskopické snímky na úroveň mikrosekund a získat detailní záznam pohybu nano-objektů s přesností jednotek nanometrů. S tímto posunem mikroskopických technik ale souvisí řada nových technologických výzev jednak na straně řízení experimentu, sběru a zpracování obrazových dat, jednak na straně interpretace a pochopení pozorovaných jevů.

Cílem bakalářské práce bude sestavení experimentální aparatury mikroskopu s interferenčním kontrastem se snímkovací frekvencí přesahující 100 tis snímků za sekundu a její využití pro velmi přesné trasování nanočástic v reálných systémech interagujících biomolekul.

Zásady pro vypracování:

Práce se zabývá metodou interferometrické detekce a zobrazení rozptýleného světla. V rámci teoretické části se bude student zabývat limity detekce rozptýleného světla a nároky na zobrazovací a detekční systém mikroskopu. Pozornost bude věnována difuzním vlastnostem zkoumaných objektů svázaných molekulární kotvou s pozorovanými molekulami. Realizovaný systém bude využit ke studiu fyzikální a biomolekulární dynamiky na nanoskopické úrovni.

Seznam odborné literatury:

1. S. Spindler et al., Visualization of lipids and proteins at high spatial and temporal resolution via interferometric scattering (iSCAT) microscopy *J. Phys. D: Appl. Phys.* **49** (2016) 274002.
2. M. Piliarik, V. Sandoghdar, Direct optical sensing of single unlabelled proteins and super-resolution imaging of their binding sites, *Nature Communications* **5** (2014) 4495.
3. L. Novotny, B. Hecht, Principles of Nano-Optics, Cambridge University Press 2006.
4. J. Ortega Arroyo, Investigation of Nanoscopic Dynamics and Potentials by Interferometric Scattering Microscopy, Springer Theses 2018.

Další časopisecká literatura.

Témata studentských prací ve výzkumném týmu Nano-optika

Rámcové téma práce: Nanoskopie rozptýleného světla na molekulách

Typ práce: BP, DP (Bakalářská práce, Diplomová práce)

Školící pracoviště: Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v. v. i. (ÚFE)
Chaberská 57, 182 57 Praha 8

Vedoucí práce: Marek Piliarik, Ph. D.
Piliarik@ufe.cz

Konzultant: doc. Dr. Ing. Ivan Richter
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská,
Katedra fyzikální elektroniky

Abstrakt:

Rozptyl je nejzákladnější interakcí světla s hmotou. To, jakou část světla daný, konečně malý objekt rozptýlí je určeno jeho účinným průřezem na použité vlnové délce. Tento rozptyl lze detekovat přímým optickým měřením odraženého nebo prošlého světla s citlivostí, která dokáže i ve viditelné oblasti světla rozeznat fluktuace odpovídající změnám na úrovni až jednotlivých molekul. Takové metody byly nedávno vyvinuty na několika předních světových pracovištích. Interferometrická detekce rozptýleného světla (iSCAT) využívaná v naší laboratoři je dosud jediná, která dokáže zaznamenat jednoznačnou informaci o změnách odpovídajících jediné molekule nebo velmi malé nanočástici kdekoli v zorném poli mikroskopu.

Cílem bakalářské práce je (s využitím unikátního know-how ve skupině nano-optiky) sestavení a experimentální charakterizace iSCAT interferenčního mikroskopu s optimalizovanou referenční vlnou a jeho využití k detekci extrémně malých nanočástic a nezačtených proteinů.

Zásady pro vypracování:

Práce se zabývá metodou interferometrické detekce a zobrazení rozptýleného světla rozšířenou o možnost úpravy referenčního svazku v zadní ohniskové rovině mikroskopu. Student se bude zabývat optimalizací poměru signálu k šumu při detekci rozptýleného světla v interferometrické konfiguraci. Optimalizace bude zaměřena na detekci co nejmenších objektů až na úroveň atomárních klastrů a jednotlivých biomolekul a bude optimalizovaná jak citlivost tak co nejmenší expoziční doba pro zobrazení jednotlivých objektů.

Seznam odborné literatury:

1. K. Lindfors, T. Kalkbrenner, P. Stoller, V. Sandoghdar, Detection and spectroscopy of gold nanoparticle using supercontinuum white light confocal microscopy. *Phys. Rev. Lett.* **93** (2004) 037401
2. M. Piliarik, V. Sandoghdar, Direct optical sensing of single unlabelled proteins and super-resolution imaging of their binding sites, *Nature Communications* **5** (2014) 4495.
3. M. Liebel, J. T. Hugall, and N. F. van Hulst, Ultrasensitive Label-Free Nanosensing and High-Speed Tracking of Single Proteins, *Nano Lett.* **17** (2017), 1277
4. G. Young et al., Quantitative mass imaging of single biological macromolecules, *Science* **360** (2018) 423

Další časopisecká literatura.

Témata studentských prací ve výzkumném týmu Nano-optika

Rámcové téma práce: Korelativní mikroskopie rozptylových značek

Typ práce:	DP (Diplomová práce)
Školící pracoviště:	Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v. v. i. (ÚFE) Chaberská 57, 182 57 Praha 8
Vedoucí práce:	Marek Piliarik, Ph. D. Piliarik@ufe.cz
Konzultant:	doc. Dr. Ing. Ivan Richter České vysoké učení technické v Praze, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Katedra fyzikální elektroniky

Abstrakt:

Světelná mikroskopie zůstává klíčovou metodou pozorování biologických a biomolekulárních vzorků pro pochopení jejich funkce a dynamiky. V nano-optice jsme dokonce posunuli hranice citlivosti zobrazení až na úroveň jednotlivých molekul a dokážeme studovat dynamiku molekulárních soustav hluboko pod rozlišovací schopností světla. Kombinace optického zobrazení dynamiky a korelovaného zobrazení s vysokým rozlišením, například pomocí rastrovací sondy, je mimořádně efektivní přístup například v buněčné biologii.

Cílem diplomové práce bude rozšíření možností korelativní mikroskopie z úrovně jednotlivých buněk na úroveň jednotlivých molekul. Pro optické zobrazování bude využito unikátní know-how výzkumného týmu Nano-optiky. Pro zobrazování s vysokým rozlišením bude využita převážně mikroskopie atomárních sil dostupná na pracovišti, kterou je možné s optickým mikroskopem kombinovat.

Zásady pro vypracování:

1. Seznámení se s interferenční mikroskopií rozptýleného světla (iSCAT) a sledováním dynamiky na nanometrové úrovni.
2. Seznámení se s obsluhou mikroskopu atomárních sil (AFM).
3. Analýza omezení korelativních měření (iSCAT-AFM).
4. Studium dimerů a klastrů zlatých nanočástic (5 nm – 20 nm) pomocí iSCAT-AFM zobrazování.

Seznam odborné literatury:

1. C. F. Bohren, D. R. Huffman, Absorption and Scattering of Light by Small Particles, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. 2004.
2. L. Novotny, B. Hecht, Principles of Nano-Optics, Cambridge University Press 2006.
3. M. Piliarik, V. Sandoghdar, Direct optical sensing of single unlabelled proteins and super-resolution imaging of their binding sites, Nat. Commun. 5 (2014) 4495
4. S. Weisenburger and V. Sandoghdar, Light Microscopy: An ongoing contemporary revolution, Contemporary Physics 56 (2015) 123
5. B.E.A. Saleh, M.C. Teich, Fundamentals of Photonics, John Wiley & Sons, Inc. 2007.
6. M. McDonald et al., Visualizing single-cell secretion dynamics with single protein sensitivity, Nano Lett. 2017,

Další časopisecká literatura.

Rámcové téma práce č. 26: Možnosti využití grafenu v fotonických a plazmonických nanostrukturách

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴³

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor základní fyziky a zejména optických vlastností nového perspektivního 2D materiálu, tvořeného monovrstvou uhlíkových atomů s mnoha unikátními a ojedinělými vlastnostmi – grafenu. V této fázi by se jednalo o úvodní rešeršní a teoretickou studii, ovšem s potenciálním významem pro by byla významná pro mnoho aplikací, ve fotonických i plazmonických nanostrukturách. Ukazuje se, že grafen má, kromě materiálových a elektrických i unikátní vlastnosti elektrodynamické a optické, zahrnující např. existenci povrchových vln, plazmonů, apod.

⁴³<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 27: Subvlnově strukturované vlnovodné struktury

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴⁴

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor problematiky interakce světla, podpořený numerickými simulacemi, se speciálním typem nových vlnovodných a fotonických struktur na nich založených, které byly nedávno navrženy kolegy v Kanadě. Jsou založeny na myšlence, že světlo se může šířit, kromě standardního vlnovodného způsobu pomocí periodicky se opakujících, prostorově oddělených struktur, s rozměry podstatně menšími než interagující vlnová délka (tzv. subvlnový režim). V takovém případě, jak se ukazuje, i na základě našich předchozích simulací, se světlo může celkovou strukturou šířit až překvapivě efektivně. Tato studie by mohla být významná pro mnoho aplikací.

⁴⁴<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 28: Vlnovodné a fotonické struktury s kompenzací zisku a ztrát

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴⁵

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor problematiky interakce světla, podpořený numerickými simulacemi, se speciálním typem nových vlnovodných a fotonických struktur na nich založených, které obsahují části se ztrátami, kompenzované jinými částmi vykazujícími zisk. Tyto struktury se také v širším kontextu nazývají fotonickými analogy kvantově mechanických struktur s narušenou symetrií parita-čas (PT), respektive nehermitovské systémy (s komplexními potenciály), představují tak jedno z nových perspektivních témat nejen ve fotonice. Příkladem mohou být vzájemně vázané fotonické vlnovody, v nichž některé vykazují ztráty, jiné zisk, vzájemně se kompenzující. Takovéto struktury vykazují prudké změny disperzního chování a přináší tak mnoho nové a překvapivé fyziky. Tato studie by mohla být významná pro mnoho potenciálních aplikací ve fotonice.

⁴⁵<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 29: Vybrané problémy šíření elektromagnetického pole ve fotonických a plazmonických strukturách

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴⁶

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor problematiky interakce světla s fotonickými strukturami, se zaměřením na fyzikální a (kvazi)analytické pohledy, na konkrétních aplikacích, na vybraných strukturách. Tato studie by byla významná pro mnoho aplikací.

⁴⁶<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

TÉMATA STUDENTSKÝCH PRACÍ PRO ŠKOLNÍ ROK 2018–19

Rámcové téma práce č. 30: Fyzikální chování vybraných metamateriálů a metapovrchů

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴⁷

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Předmětem zájmu budou nové typy materiálů, tzv. metamateriály, tedy materiály se záporným indexem lomu. Cílem práce je – na základě seznámení se se základy fyziky metamateriálů a možnostmi popisu jejich fungování – diskutovat a rozebrat možnosti jejich aplikací.

⁴⁷<mailto:ivan.richter@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 31: Rezonanční efekty ve fotonických a plazmonických nanostrukturách (pro senzorické aplikace)

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴⁸

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Senzory na bázi povrchových plazmonů, ať již šířících se, lokalizovaných či jejich kombinací, představují dnes velmi přesnou a atraktivní variantu sledování velmi malých změn koncentrací sledovaných látek. Základem je jejich rezonanční odezva, tedy dobře sledovatelná prudká výrazná změna určitého výstupního parametru (např. reflexe světla od takovéto struktury) na základě velmi malé změny parametru vstupního (např. vlnová délka či úhel dopadu použitého světla). Pro takovéto aplikace je zapotřebí pochopit a umět využít fyziku těchto rezonančních efektů, vyskytujících se v takovýchto nanostrukturách.

⁴⁸<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 32: Povrchové vlny a efekty v nanostrukturách

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴⁹

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: V současné době nanostruktury představují atraktivní a variantu, často využívající povrchových vln a jevů, s řadou zajímavých efektů, zejména rezonančního charakteru. Takovéto vlny a efekty mohou být založeny jednak na povrchových plazmonech (ať již šířících se, lokalizovaných či jejich kombinací), ale také mohou být jiného (dielektrického, hybridní vlny, apod.), respektive kombinovaného charakteru (např. Tammovy, Dyakonovy, Zenneckovy, aj. vlny). Cílem práce by bylo seznámení s fyzikou povrchových vln a souvisejícími efekty v nanostrukturách, zejména rezonančního charakteru, včetně možností jejich aplikací. Byla by zkoumána potenciální možnost takovýchto rezonancí pro senzorické aplikace.

⁴⁹<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 33: Nelineární efekty ve fotonických a plazmonických nanostrukturách

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁵⁰

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: V současné době nelineární fotonické a plazmonické nanostruktury, založené na různých nelineárních optických efektech, začínají nabývat na významu, jak pro své možnosti aplikací (opticky řízené funkcionality struktur, zejména ve fotonice, optických komunikacích a zpracování informace, apod.), tak novou a zajímavou fyzikou, která není přítomna v systémech lineárních (samopulzace, optické limitování, generace nových frekvencí, chaotické chování, apod.). Po úvodní rešerši a analýze by se pozornost soustředila na vybranou nelinearitu a třídy struktur, byla by provedena detailnější analýza, vhodnou kombinací přibližných a numerických přístupů. Cílem práce je také seznámení se s vybranými přístupy a metodami a jejich aplikacemi na modelování chování vybraných nelineárních fotonických a plazmonických nanostruktur.

⁵⁰<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

TÉMATA STUDENTSKÝCH PRACÍ PRO ŠKOLNÍ ROK 2018–19

Rámcové téma práce č. 34: Základy fyzikálního chování kvantových nanostruktur

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁵¹

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Nanotechnologie a nanostruktury jsou dnes velmi módním mezioborovým tématem přinášejícím zcela nové pohledy na fyziku i inženýrské aplikace, v mnoha odvětvích lidské činnosti. Cílem práce je – na základě seznámení se se základy fyziky kvantových nanostruktur a možnostmi popisu jejich fungování – diskutovat a rozebrat možnosti jejich dalších aplikací.

⁵¹<mailto:ivan.richter@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 35: Fyzika periodických fotonických a plazmonických nanostruktur

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁵²

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Periodické fotonické a plazmonické nanostruktury (jako např. metalické difrakční mřížky, metalo-dielektrické fotonické krystaly, apod.) nalézají celou řadu nových možností uplatnění v praxi. Jejich využití zasahuje dnes řadu možností, např. ve spektroskopii (např. pro tzv. povrchově zesílený Ramanův rozptyl), sensorice (senzory na bázi povrchových plazmonů), apod. Je přitom snahou využívat a studovat řadu různých forem a druhů takovýchto periodických struktur. Ukazuje se, že pro správnou analýzu a předpověď chování takovýchto struktur v konkrétních aplikacích je třeba využívat elektromagnetických přístupů a počítačového modelování. Cílem práce je také seznámení se s vybranými přístupy a metodami a jejich aplikacemi na modelování chování vybraných plazmonických nanostruktur.

⁵²<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 36: Metody pro modelování fotonických a plazmonických nanostruktur

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: Ing. P. Kwiecien, Ph.D.⁵³

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁵⁴

Student:

Abstrakt: Předmětem zájmu budou numerické metody (jak ve frekvenční, tak časové doméně) pro simulace chování elektromagnetického záření ve fotonických a plazmonických mikro a nanostrukturách, ve vazbě na jejich aplikační možnosti (senzorické a spektroskopické aplikace), jejich principy fungování, možnosti implementace, včetně rešerše novinek u vybraných metod. Následně budou konkrétní vybrané nástroje podrobně diskutovány a aplikovány na modelových testovacích příkladech.

⁵³<mailto:pavel.kwiecien@fjfi.cvut.cz>

⁵⁴<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 37: Neklasické kvantové stavy světla a možnosti jejich aplikací

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁵⁵

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Kvantová optika nabízí nové možnosti nejen z teoretického pohledu, ale i z hlediska aplikací; v současnosti umožňuje provádět řadu experimentů na úrovni jednotlivých fotonů, které mohou mj. testovat samy základy pojmání kvantového pohledu na svět. Cílem práce je – na základě seznámení se se základy popisu kvantového optického záření rozebrat možnosti generace, charakterizace a aplikací kvantových stavů světla, zejména stavů neklasických (stlačené stavy, subpoissonovské stavy, apod.).

⁵⁵<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 38: Numerické metody konečných prvků (FDTD) a elementů (FETD) pro simulace fotonických a plazmonických nanostruktur

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Ing. M. Šiňor, Dr.⁵⁶

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁵⁷

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor problematiky numerické metody konečných diferencí (a konečných elementů) v časové doméně a její aplikace na fotonické a plazmonické nanostruktury. Jedná se o teoretické téma, zaměřující se zejména na numerické aspekty metod a jejich efektivní aplikace. Pro konkrétní simulace vybraných struktur a funkcionalit budou vybrány vhodné nástroje, dostupné veřejně i v rámci pracoviště KFE. Budou též analyzovány a aplikovány, resp. vylepšovány a jednotlivé dílčí algoritmy v rámci metod, řešící specifické aspekty, např. týkající se disperze materiálů, apod.

⁵⁶<mailto:milan.sinor@fjfi.cvut.cz>

⁵⁷<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 39: Možnosti paralelních výpočtů pro simulace fotonických a plazmonických struktur

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Ing. M. Šiňor, Dr.⁵⁸

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁵⁹

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor problematiky paralelních numerických výpočtů, s využitím vhodných numerických metod a nástrojů. Jedná se o teoretické téma, zaměřující se zejména na numerické aspekty paralelizace vhodných výpočetních metod a jejich efektivní aplikace. Jak se totiž ukazuje, řada fotonických a plazmonických nanostruktur vyžaduje masivní 3D simulace, které jsou již jak paměťově, tak časově velmi náročné. Pro konkrétní simulace vybraných struktur a funkcionalit budou vybrány vhodné nástroje, dostupné veřejně i v rámci pracoviště KFE. Součástí práce by byly testy paralelních simulací a jejich porovnání, provedené na jednotlivých modelových příkladech struktur.

⁵⁸<mailto:milan.sinor@fjfi.cvut.cz>

⁵⁹<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 40: Integrální metody hraničních prvků pro aplikace ve fotonice a plazmonice

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Ing. M. Šiňor, Dr.⁶⁰

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁶¹

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor problematiky specifických numerických metod, založených na integrální formulaci elektrodynamického problému, tedy metod často souhrnně nazývaných metody hraničních prvků, resp. metody Greenových funkcí, metody momentů, apod. Jedná se o teoretické téma, zaměřující se zejména na numerické aspekty integrálních metod hraničních prvků a jejich efektivní aplikace. Tyto metody, jak se ukazuje, jsou zejména vhodné pro numerickou analýzu izolovaných nanostruktur, rezonančního charakteru, kde ostatní běžné numerické metody selhávají, nebo jsou neúčinné. Pro konkrétní simulace vybraných struktur a funkcionalit budou vybrány vhodné nástroje, dostupné veřejně i v rámci pracoviště KFE, alternativně bude snahou vytvořit elementární vlastní nástroj. Budou analyzovány možnosti zahrnutí realistických vlastností struktur (morfologie, disperze, apod.).

⁶⁰<mailto:milan.sinor@fjfi.cvut.cz>

⁶¹<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 41: Možnosti numerických simulací nelineárních problémů ve fotonice a plazmonice

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Ing. M. Šiňor, Dr.⁶²

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁶³

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor problematiky numerického řešení nelineárních problémů, vyskytujících se v rámci interakce světla ve fotonických a plazmonických nanostrukturách. Byl by vypracován přehled těchto nelinearit a zejména analyzovány numerické možnosti jejich řešení, především z hlediska efektivity a spolehlivé strategie simulací, v rámci daných parametrů a vlastností struktury, apod. Je totiž známo, že i když některé algoritmy řešení “slibují”, ne vždy je jejich řešení spolehlivé, resp. není vůbec fyzikálně použitelné. Bude snahou vytvořit elementární vlastní nástroj, pro simulace vybraných problémů, alternativně s možností rozšíření, modifikace vhodných nástrojů, dostupných veřejně i v rámci pracoviště KFE.

⁶²<mailto:milan.sinor@fjfi.cvut.cz>

⁶³<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

TÉMATA STUDENTSKÝCH PRACÍ PRO ŠKOLNÍ ROK 2018–19

Rámcové téma práce č. 42: Měření nelineárního indexu lomu metodou Z-scan

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: Ing. M. Dvořák, Ph.D.⁶⁴

Konzultant(i): RNDr. M. Michl, Ph.D.⁶⁵

Student:

Abstrakt: Hlavním úkolem práce bude seznámení se s metodou Z-scan pro měření nelineárního indexu lomu a návrh (a případná realizace) experimentálního uspořádání využívajícího ns/ps lasery dostupné v laboratoři molekulové spektroskopie na KFE v Tróji.

⁶⁴<mailto:miroslav.dvorak@fjfi.cvut.cz>

⁶⁵<mailto:martin.michl@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 43: Fluorescence buzená dvoufotonovou absorpcí entanglovaných párů fotonů

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Dvořák, Ph.D.⁶⁶

Konzultant(i): RNDr. M. Michl, Ph.D.⁶⁷

Student:

Abstrakt: Využití neklasických stavů světla pro excitaci v technikách kvantové spektroskopie přináší možnost měření s mnohem lepším poměrem signál/šum. Nedávné práce pak ukazují, že je možné detekovat fluorescenci buzenou absorpcí entanglovaných párů fotonů s intenzitou čerpacího signálu až o deset řádů nižší než v případě klasického dvoufotonového čerpání. Seznamte se se současným stavem problematiky a s potenciálními látkami, u kterých by popisovaný jev mohl být pozorován. Navrhněte experimentální uspořádání pro detekci fluorescence buzené dvoufotonovou absorpcí entanglovaných párů fotonů.

⁶⁶<mailto:miroslav.dvorak@jfji.cvut.cz>

⁶⁷<mailto:martin.michl@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 44: Využití multi-excitonové generace pro fotovoltaiku třetí generace

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Dvořák, Ph.D.⁶⁸

Konzultant(i): RNDr. M. Michl, Ph.D.⁶⁹

Student:

Abstrakt: Cílem práce je seznámení se s procesy vedoucími k multi-excitonové generaci v polovodičových strukturách (organické polovodiče, konjugované polymery, kvantové tečky, ...), s problematikou následné separace nosičů náboje s ohledem na využití ve fotovoltaice a s výsledky studií provedených na toto téma v posledních letech.

⁶⁸<mailto:miroslav.dvorak@fjfi.cvut.cz>

⁶⁹<mailto:martin.michl@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 45: Výstupní charakteristiky oku-bezpečného laserového systému

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Němec, Ph.D.⁷⁰

Konzultant(i): prof. Ing. H. Jelínková, DrSc.⁷¹

Student:

Abstrakt: Oku-bezpečné laserové systémy mají již podle svého označení širokou škálu využití. Generace záření v této oblasti elektromagnetického spektra může být dosaženo různými metodami. V této práci se zaměříme na diodově čerpané pevnolátkové lasery na bázi iontu erbia (např. krystal Er:YAG) při využití rezonančního čerpání, které minimalizuje tepelné ztráty v aktivním prostředí. Cílem práce bude seznámit se jak s čerpací diodou a aktivním prostředím, tak především provést charakteristiku výstupních parametrů záření při optimalizaci laserového rezonátoru.

⁷⁰<mailto:michal.nemec@fjfi.cvut.cz>

⁷¹<mailto:helena.jelinkova@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 46: Optimalizace Ti:safírového laserového systému

Typ práce: VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. M. Frank⁷²

Konzultant(i): prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.⁷³

Student: Jan Olšan

Abstrakt: Pevnolátkové lasery s aktivním prostředím Ti:safíru umožňují generaci femtosekundových laserových impulsů ve viditelné a blízké infračervené oblasti. Díky možnostem účinného čerpání, spektrální přeladitelnosti, dosažených špičkových výkonů a celkové stabilitě jsou laserové systémy s aktivním prostředím Ti:safíru využívány pro laboratorní a průmyslové aplikace. Cílem práce je optimalizace a charakterizace komerčního laserového systému Clark na KFE FJFI. Student se nejprve seznámí s možnostmi generace ultrakrátkých laserových impulsů pomocí Kerrovské čočky v hlavním oscilátoru. Laserové impulsy jsou rozšířeny v tzv. stretcheru, dále zesíleny v regenerativním zesilovači, a nakonec zkráceny v laserovém kompresoru. Jednotlivé části systému lze optimalizovat a dosáhnout tak požadovaných výstupních parametrů laserového záření. Student má tak možnost pracovat s uceleným laserovým systémem, podílet se na jeho optimalizaci a v budoucnu na jeho aplikačním využití.

⁷²<mailto:frankmil@fjfi.cvut.cz>

⁷³<mailto:vaclav.kubecek@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 47: Kompaktní, diodově buzený Nd:YVO₄ laser generující v kontinuální synchronizaci módů

Typ práce: RP, BP

Vedoucí práce: prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.⁷⁴

Konzultant(i): Ing. M. Frank⁷⁵

Student: Delgermaa Tsogzoldorj

Abstrakt: Pevnolátkové lasery s aktivním iontem neodymu Nd³⁺ jsou široce využívány pro laboratorní i průmyslové aplikace. Díky možnostem účinného čerpání pomocí laserových diod jsou tyto lasery velmi vhodné pro generaci laserového záření na vlnových délkách v okolí 1060 nm. Mezi nejvýznamnější představitele této skupiny laserů patří i Nd:YVO₄, které vyniká vysokým ziskem nad nejznámějším Nd:YAG laserem. Cílem této práce je návrh, realizace a optimalizace kompaktního, diodově buzeného laserového systému generujícího laserové impulsy v pikosekundové oblasti pomocí satureovatelného absorbéru. Hlavní důraz bude kladen na dosažení časově stabilního laserového záření v základním příčném módu. Tento nízko-výkonový oscilátor by byl následně použit jako hlavním oscilátor pro zesilovače v systému MOPA (master oscillator – power amplifier) pro dosažení vyššího špičkového výkonu.

⁷⁴<mailto:vaclav.kubecek@jfji.cvut.cz>

⁷⁵<mailto:frankmil@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 48: Optimalizace diodově buzeného Nd:CaF₂ / SrF₂ laseru generujícího sub-pikosekundové pulsy

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.⁷⁶

Konzultant(i): Ing. M. Jelínek, Ph.D.⁷⁷

Student: Barbora Panáková

Abstrakt: Lasery s aktivním iontem neodymu Nd³⁺ jsou široce využívány pro laboratorní i průmyslové aplikace. Stále však probíhá výzkum nových matic pro tento aktivní iont, které by umožnily generaci kratších laserových pulsů, než je možné s maticemi standardními. V posledních letech jsou zkoumány fluoridové matrice (CaF₂, SrF₂), které významně ovlivňují vlastnosti aktivního iontu a nabízí také možnosti generace sub-pikosekundových pulsů. Cílem práce je nejprve seznámení s měřením a vyhodnocením základních spektroskopických vlastností (např. absorpčního a fluorescenčního spektra) daných materiálů. Dále potom seznámení s laserovým systémem, který je vyvíjen na KFE FJFI a umožňuje generaci sub-pikosekundových pulsů. Hlavními cíli práce jsou testování různých neodymem-dopovaných materiálů a dále potom celková optimalizace systému pro generaci co nejkratších laserových pulsů. V rámci práce se také seznámíte s metodami měření sub-pikosekundových pulsů.

⁷⁶<mailto:vaclav.kubecek@fjfi.cvut.cz>

⁷⁷<mailto:michal.jelinek@fjfi.cvut.cz>

TÉMATA STUDENTSKÝCH PRACÍ PRO ŠKOLNÍ ROK 2018–19

Rámcové téma práce č. 49: Plazmové jevy při šíření pikosekundového laserového impulsu

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: prof. Ing. J. Limpouch, CSc.⁷⁸

Konzultant(i): Ing. P. Hříbek, CSc. (FzÚ AV ČR)⁷⁹

Student:

Abstrakt:

⁷⁸<mailto:jiri.limpouch@jfji.cvut.cz>

⁷⁹<mailto:hribek@fzu.cz>

Rámcové téma práce č. 50: Optimalizace diodově buzeného Tm:CaF₂ laseru generujícího v oblasti 2 μm

Typ práce: BP

Vedoucí práce: prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.⁸⁰

Konzultant(i): Ing. M. Jelínek, Ph.D.⁸¹

Student: Milan Jandera

Abstrakt: Lasery s aktivním iontem thulia Tm³⁺ nabízí možnost generace záření v infračervené spektrální oblasti okolo 2 mikrometrů, která má potenciální uplatnění v medicíně i dalších oborech. V posledních letech jsou zkoumány fluoridové matrice (například CaF₂), které nabízí možnost ladění vlnové délky laseru v širokém rozsahu a dále generaci ultrakrátkých pulsů. Cílem práce je seznámení s měřením a vyhodnocením základních spektroskopických vlastností (např. absorpčního a fluorescenčního spektra) daného materiálu a dále potom návrh, konstrukce, optimalizace a měření výstupních parametrů laseru s aktivním materiálem Tm:CaF₂.

⁸⁰<mailto:vaclav.kubecek@jfji.cvut.cz>

⁸¹<mailto:michal.jelinek@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 51: Programové řízení a sběr data z časové ústředny pro kosmické projekty

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: Ing. J. Kodet, Ph.D.⁸²

Konzultant(i): prof. Ing. I. Procházka, DrSc.⁸³

Student:

Abstrakt: Softwarově zaměřená práce s úzkou vazbou na experiment, návrh programového řízení měřící časové ústředny pro její aplikace v kosmických projektech přenosu přesného času laserovými impulsy ze Země na družici nebo v projektech jednosměrného měření vzdáleností v planetárním měřítku.

⁸²<mailto:kodet@jfji.cvut.cz>

⁸³<mailto:ivan.prochazk@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 52: Nový řídicí elektronický obvod detektoru jednotlivých fotonů pro kosmické projekty

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: prof. Ing. I. Procházka, DrSc.⁸⁴

Konzultant(i): Ing. J. Pavel⁸⁵

Student:

Abstrakt: Experimentální elektronická práce, optimalizace stávajícího řídicího obvodu detektoru jednotlivých fotonů pro dlouhodobou a teplotní stabilitu. Testování a ověření činnosti navržené úpravy v laboratorních experimentech časově korelovaného čítání fotonů s různými detekčními čipy podle aktuálních požadavků běžících kosmických projektů.

⁸⁴<mailto:ivan.prochazk@jfji.cvut.cz>

⁸⁵<mailto:jaroslav.pavel@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 53: Detektor jednotlivých fotonů pro přenos přesného času do kosmu

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: prof. Ing. I. Procházka, DrSc.⁸⁶

Konzultant(i): Ing. J. Blažej, Ph.D.⁸⁷

Student:

Abstrakt: Experimentálně zaměřená studentská práce, návrh, konstrukce a testování detektoru jednotlivých fotonů optimalizovaného pro přenos přesného času ze Země do kosmu pro připravovaný projekt ESA I-SOC a další. Návrh, vývoj a testování různých verzí detektoru, elektronické i optické části detektoru. Testování časového rozlišení a především teplotní stability detektoru v dlouhodobých experimentech. Rozsáhlá mezinárodní spolupráce v rámci projektu Evropské kosmické agentury ESA.

⁸⁶<mailto:ivan.prochazk@fjfi.cvut.cz>

⁸⁷<mailto:josef.blazej@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 54: Použití metody Monte Carlo k analýze chyb měření

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: externista

Konzultant(i): Ing. J. Blažej, Ph.D.⁸⁸

Student:

Abstrakt: Teoreticky a softwarově zaměřená práce na pomezí aplikované matematiky a fyziky s úzkou vazbou na reálná měření při vzájemném odvalu přesných strojírenských součástí, zejména ozubených kol. Práce bude směřovat k vytvoření simulátoru odvalů, který umožní okamžitou analýzu chyb odvalu na základě jeho obrazu ve zvoleném stavovém prostoru.

⁸⁸<mailto:josef.blazej@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 55: Elektronika časové měřicí ústředny ze součástek určených pro použití v kosmických podmínkách

Typ práce: VÚ, DP

Vedoucí práce: prof. Ing. I. Procházka, DrSc.⁸⁹

Konzultant(i): Ing. J. Kodet, Ph.D.⁹⁰

Student:

Abstrakt: Hardwarově zaměřená elektronická práce, návrh přepracování existujícího elektronického obvodu na součástkové základně certifikované pro použití v kosmických podmínkách. Součástí práce bude realizace částí nebo celého obvodu pro ověření funkčnosti návrhu. Elektronika časové měřicí ústředny využívá vysokofrekvenční elektroniku řízenou programovatelným logickým polem. Programové vybavení není součástí této práce.

⁸⁹<mailto:ivan.prochazk@fjfi.cvut.cz>

⁹⁰<mailto:kodet@fjfi.cvut.cz>