

## Oponentský posudek

### **Disertační práce Ing. Milana Franka Generace ultrakrátkých laserových impulsů v infračervené oblasti**

Nosným tématem předložené disertační práce s tématem Generace ultrakrátkých laserových impulsů v infračervené oblasti je využití stimulovaného Ramanova rozptylu pro generování a zkracování ultrakrátkých laserových pulsů v blízké infračervené spektrální oblasti. Práce má celkový rozsah 153 stran a je rozdělena do čtyř tématických kapitol. První kapitola shrnuje problematiku generování ultrakrátkých pulsů synchronizací módů v pevnolátkových laserech a teoreticky rozebírá Ramanův rozptyl. Druhá kapitola stručně charakterizuje použité diagnostické techniky a specifikace detektorů. Třetí kapitola detailně popisuje návrh a stavbu Nd:GdVO<sub>4</sub> pikosekundového MOPA systému pro buzení ramanovských laserů, závěrečná čtvrtá pak teoretickou i experimentální činnost v oblasti synchronně čerpaných ramanovských laserů.

Téma práce je atraktivní nejen z hlediska generování pulsů v oblasti neobvyklých vlnových délek, ale výrazným způsobem přispívá i k systematizaci poznatků v oblasti ramanovských laserů. Originální přínos autora vidím zejména v sestavení a ověření komplexního modelu vázaných rovnic pro synchronně čerpaný ramanovský laser, využití specifík smíšeného Stokesova módu synchronně buzeného ramanovského laseru pro frekvenční konverzi a zkracování pikosekundových pulsů a dále systematické ověření navržené techniky pro větší množství ramanovských prostředí, z nichž některé byly využity pro tento typ laseru poprvé. Přínos autora ve vědecké oblasti je podpořen šesti publikovanými články s touto tematikou v impaktovaných časopisech a množství relevantních konferenčních příspěvků.

Cíle disertační práce, tj. (1) vývoj a optimalizace Nd:GdVO<sub>4</sub> diodově buzeného pikosekundového oscilátoru s jednopřechodovým zesilovačem v geometrii klouzavého dopadu, (2) studium stimulovaného Ramanova rozptylu a (3) vývoj synchronně čerpaných sub-pikosekundových ramanovských systémů na nových vlnových délkách a jejich využití pro zkrácení generovaných pulsů byly beze zbytku splněny.

Ačkoli je práce poměrně obsáhlá, jsou jednotlivé části psány stručně a srozumitelně, rozsah je dán především velkým množstvím odevedené experimentální činnosti. Celá práce je velmi pěkná, má logickou strukturu a je napsána pečlivě bez významnějších chyb a prakticky bez překlepů. Jednotlivé kapitoly jsou proloženy množstvím odkazů do vědecké literatury, které velmi dobře ilustrují detaily probírané problematiky i aktuální stav techniky v oboru. Autor zde odvedl výbornou práci, 541 relevantních odkazů v seznamu referencí prokazuje, že byla provedena podrobná rešerše. Předložený text tak může bez problému sloužit jako studijní materiál.

Z formálních nedostatků bych upozornil zejména na opakovaně chybějící měřítka a jednotky k barvám vícerozměrných grafů. V některých případech je rovněž složitější dohledat význam jednotlivých proměnných v rovnicích. Je škoda, že u takto dobré práce autor nevytvořil vedle seznamu obrázků a tabulek i seznam použitých veličin.

Předloženou prací autor prokázal schopnost samostatné originální tvůrčí činnosti. Disertační práci doporučuji k obhajobě.

**K autorovi mám následující dotazy:**

- 1) Mohl byste podrobněji okomentovat rozdíly v chování synchronně čerpaného ramanovského laseru s kruhovým rezonátorem a rezonátorem se stojatou vlnou, vč. porovnání ztrát a zisku v obou typech rezonátorů? Je použitý numerický model aplikovatelný na jiný než kruhový rezonátor?
- 2) Dle modelů na obr. 6.17, obr. 6.29, atd. se zdá, že časový průběh pulsů ramanovského laseru je poměrně komplikovaný. Naopak veškeré autokorelační funkce se jeví jako ideální gausovské, což rozhodně není u složitějších průběhů pulsu pravidlem. Můžete okomentovat tento zdánlivý nesoulad mezi modelem a měřením?
- 3) Jaká je škálovatelnost synchronně čerpaných ramanovských laserů z hlediska energie pulsů? Existuje limitující faktor z hlediska velikosti prostorového módu?
- 4) Z textu není zřejmý původ vztahu 6.26. Na základě čeho byla odvozena exponenciální závislost?

**V práci jsem odhalil následující chyby a nepřesnosti:**

- 1) str.11, odst.2 – nesprávné označení veličiny intenzita elektrického pole (označeno pouze jako elektrické pole)
- 2) str.16, rovnice 3.12 – 3.17 – chybějící nebo zmatečné označení některých vektorových veličin (polarizace, atd.)
- 3) str.18, rovnice 3.26 – 3.27 – chybějící definice veličin  $N$  a  $\Delta\omega$
- 4) str.20, podlední odstavec – použit nesprávný termín intenzita špičkového výkonu
- 5) obr. 5.1 – chybějící jednotky a popis barevné škály
- 6) tab. 5.1 – údaje k tepelné vodivosti Nd:YVO<sub>4</sub> a Nd:GdVO<sub>4</sub> nesouhlasí se stejným údajem v tabulce 5.4 a obr. 5.5
- 7) str.37, rovnice 5.2 – autor údajně zanedbává teplotní závislost tepelné roztažnosti, ale ta v rovnici nefiguruje
- 8) rovnice 5.5 – není vysvětlena veličina  $\zeta$
- 9) obr. 5.10, obr. 5.25, obr. 6.6, obr. 6.23b, obr. 6.35b – chybí popis barevné škály
- 10) vztah 6.19 – chybí popis veličiny  $g_{ss}$
- 11) obr. 6.9a – neúplná legenda grafu
- 12) obr.6.16 – zřejmě chyba v legendě grafu (prohozené popisy)
- 13) obr. 6.21a, obr. 6.36a,c – chybí popis os a jednotka
- 14) str.84, 1.odstavec – použit chybný termín intenzita čerpací intenzity
- 15) obr.6.46 – odkaz na černou barvu, která v obr. ale není použita