

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Optický parametrický oscilátor pro generaci pikosekundových impulsů v blízké infračervené oblasti</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Vojtěch Grossmann</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová práce
<b>Fakulta:</b>	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
<b>Katedra:</b>	Katedra laserové fyziky a fotoniky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Ondřej Novák, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Fyzikální ústav AV ČR

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Zadání práce obsahovalo návrh, sestavení a charakterizaci synchronně čerpaného optického parametrického oscilátoru (OPO). Množství práce, které toto zahrnuje je víc než dostatečné pro diplomovou práci. Zadání navíc ukládalo optimalizovat a charakterizovat pikosekundový čerpací laserový oscilátor. Proto považuji zadání práce za náročnější.</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
<p>Diplomová práce splnila všechny body zadání.</p> <p>Úvodní část diplomové práce seznamuje se základní teorií optických parametrických oscilátorů a synchronizací módů laserových oscilátorů. Byla provedena základní rešerše OPO s důrazem na nelineární krystal PPLN.</p> <p>Druhá kapitola obsahuje užitečný přehled používaného přístrojového vybavení a jejich základní charakteristiky. Třetí kapitola uvádí přehled použitých materiálů pro sestavení laseru a OPO.</p> <p>Vlastní výsledky autora shrnuje kapitola čtvrtá. Nejdříve jsou uvedeny charakteristiky čerpacího laseru. Autor vyzkoušel dva polovodičové saturovatelné absorbéry na zrcadle, které byly použity pro dosažení pasivní synchronizace módů laseru. Z těchto konfigurací vybral jednu, která vyhovovala požadavkům na čerpání OPO. Dosažený výstupní výkon čerpacího laseru byl 5,3 W. Délka impulsů byla 14 ps a opakovací frekvence byla 70 MHz. Výsledky týkající se OPO jsou uvedeny návrhem rezonátoru. Následují experimentálně změřené výkonové charakteristiky, profil signálového svazku, spektrální a časové charakteristiky signálových impulsů. Autor studoval tyto závislosti i pro parazitní jevy (např. generování druhé harmonické), ke kterým docházelo při provozování OPO. Autor se též podrobně zabýval vlivem rozladění rezonátoru OPO jak na výstupní výkon, tak i ostatní charakteristiky signálového svazku. Maximální dosažený výstupní výkon OPO byl 1,8 W na vlnové délce signálového impulsu 1558 nm. Poslední výsledky uvádí základní numerické simulace, kterými se autor snažil vypočítat tvar výstupních impulsů z OPO. Tyto simulace jsou nad rámec vytyčeného zadání.</p>	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vhodný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Student zvolil odpovídající postup pro splnění cílů diplomové práce. Používal odpovídající vybavení pro experimentální charakterizaci čerpacího laseru i OPO. Množství změřených charakteristik je značné. Charakteristiky jsou změřeny s malým krokem a jsou tedy dostatečně detailní.</p>	

**Odborná úroveň**

**výborná**

*Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.*

Předložená práce je na velmi dobré odborné úrovni.

Na několika místech by bylo vhodné přidat popis změřených závislostí či přidat hodnocení naměřených výsledků (např. obr. 4.14, kapitola 4.2.2.2 Spektrální charakteristika, obrázky 4.30, 4.31, kapitola 4.2.2.3 Časová charakteristika, obr. 4.33).

**Formální a jazyková úroveň**

**výborná**

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

Práce je po formální i jazykové stránce zdařilá.

Uvítal bych, aby číslování obrázků bylo v pořadí, v jakém jsou zmiňovány v textu. Na některých místech tomu tak není (např. strana 22 dole, strana 30 dole, strana 43 – zmínka o obr. 4.44).

Práce obsahuje některé počeštěné anglické termíny (deplece, lithium niobát).

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**výborné**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Autor používal různé zdroje: odborné knihy, články z vědeckých časopisů, disertační práce, webové stránky výrobců krystalů.

Práce obsahuje 37 řádně uvedených citací.

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Seznam připomínek:

Str. 8: Věta: „Čerpací a zesilovaný impuls musí mít překryv také ve spektrální doméně tak, aby bylo možné splnit podmínku fázového synchronismu“, nepřesně mluví o překryvu ve spektrální doméně.

Vztah 1.27 má obsahovat nerovnost.

Obrázku 4.19 chybí měřítko a barevná škála.

Obrázek 4.22: na vertikální škále má být jednotka W.

Na obrázcích 4.45 jsou vidět změny vlnové délky při rozladění rezonátoru. V textu se však píše, že vlnová délka zůstávala konstantní pro případ na obr. 4.45(b).

V tabulce 4.4 by též měly být uvedeny grupové rychlosti (či indexy grupových rychlostí) a rozladění grupových rychlostí.

Obrázky 4.47, 4.48 ukazují jinou amplitudu čerpacího impulsu než obr. 4.49. Očekával bych, že by amplituda čerpacího impulsu měla být stejná.

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Předloženou práci považuji za zdařilou. Obsahuje značné množství experimentálních výsledků poskytujících detailní přehled o vlastnostech postaveného optického parametrického oscilátoru. Všechny vytyčené cíle diplomové práce byly splněny. Nad rámec zadání byly provedeny numerické simulace průběhů interagujících impulsů.

K výsledkům mám následující otázky:

- Obrázky 4.14 a 4.33 ukazují oscilogramy čerpacího laseru a OPO. Jsou zobrazené nestability amplitudy skutečné nebo souvisí se vzorkováním? Lze fluktuace amplitud kvantifikovat?
- Jak byly měřeny průměry čerpacího svazku a jak byl vyhodnocen parametr  $M^2$  na straně 34?
- Jaká perioda a teplota PPLN krystalu byla používána při měřeních prezentovaných v kapitole 4.2.2.1?
- Jak byly oddělovány jednotlivé svazky v měření v kapitole 4.2.2.1? Týká se výstupní výkon prezentovaný na obr. 4.21 pouze signálového svazku nebo signálového a jalového svazku dohromady?
- Je možné ke grafu 4.21 doplnit i závislost účinností na čerpacím výkonu?
- Může autor ozřejmit parametry šumu používaného v simulacích?
- Jaké byly grupové rychlosti a rozladění grupových rychlostí uvažované v simulacích?
- Proč se dle simulací začíná slabý signál generovat na náběžné hraně čerpacího impulsu (obr. 4.47)?
- Jak vypadá vypočtená autokorelace vypočteného časového průběhu na obr. 4.49? Je tato vypočtená autokorelace ve shodě s měřenou autokorelací signálového impulsu?
- Jak vypadají vypočtené časové průběhy použité pro výpočet autokorelace na obr. 4.52?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 27.5.2024

Podpis: