

POSUDEK DIPLOMOVÉ PRÁCE

Měření femtosekundových laserových impulsů

studenta magisterského studia studijního oboru Fyzikální měření a modelování na Katedře fyziky Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové

Bc. Jana Hubáčka

Diplomová práce se zabývá měřením laserových impulsů v blízké infračervené oblasti s časovou délkou kolem dvaceti femtosekund. Měření probíhalo v laboratoři SOFIA Fyzikálního ústavu AV ČR na pulsním titan-safírovém laseru se střední vlnovou délkou kolem 800 nm.

Student se seznámil se způsobem popisu a měření femtosekundových laserových impulsů. K jejich měření bylo možné použít několik přístrojů, jež byly na školícím pracovišti v minulosti ověřovány. Nakonec zvolil nedávno vynalezenou metodu zvanou dispersoskopie. K ní používaný přístroj, zvaný dispersoskop, sestavil. Techniku měření si osvojil tak, že změřil nejen časovou délku impulsů, ale i jejich disperzi grupového zpoždění a hlavní disperzní koeficienty vzorku optického materiálu z taveného křemene. Při měření poslední veličiny dosáhl souladu s koeficienty vypočítanými z tabelovaných materiálových hodnot.

Bc. Jan Hubáček tak splnil zadání diplomové práce. Přitom se seznamoval se základy metod vědecké práce a při práci v optické laboratoři s náročnými experimentálními a výpočetními postupy. Hlavní přínos práce tkví v její experimentální části. U studenta musím ocenit jeho velkou samostatnost, pracovitost a houževnatost při řešení řady potíží.

Diplomová práce představuje spíše její první ucelenou verzi, která bývá školiteli předkládána nejpozději měsíc až dva před jejím odevzdáním. Proto obsahuje množství snadno odstranitelných vad. Některé z nich uvádím v příloze. Rád bych tak zlepšil citlivosti studenta na vyhodnocení a srozumitelnost publikace vědeckých výsledků.

V Praze 20.8.2015

Mgr. Petr Straka, Dr.
vedoucí diplomové práce

Příloha: Přípomínky a doporučení k diplomové práci Bc. Jana Hubáčka. Symboly: s-strana, o-obrázek, v-vztah. Podtržením je označen sporný výraz.

1. **Členění práce:** Doporučoval bych uvést kapitolu 5 jako „Měřicí aparatura“, kapitolu 5.1 „Návrh aparatury“ a kapitolu 5.2 „Výsledky měření“ a vypustit kapitolu 2.2.1, která s výsledky práce příliš nesouvisí.
2. **Popis stavu techniky:** Vlastní příspěvek studenta k popisu stavu techniky byl poměrně malý. Kapitoly 1 až 3.2 a 3.5 jsou často doslovným opisem z jiné studentské práce. Ta nebyla na příslušném místě vhodně citována nebo zahrnuta do seznamu literatury. Doporučuji odkazy uvádět hned v úvodu popisu, ne až na jeho konci (s9). Přitom student občas neopisoval přesně nebo přebral chyby zdroje jako „časové zpoždění impulsu o v_G/L “ (s9), „energie fotonů...1,5 eV...odpovídá energii fotonů v okolí maxima spektra titan-safírového laseru“ (s18), „časový bezrozměrný parametr“ (s30).
3. **Nejasnosti** jsou na závalu především při vysvětlení dispersoskopie a výsledků. Přestože student správně poznamenává, že „Spektrální fáze je rekonstruována až na konstantní fázový člen Φ_{0p} a lineární fázový člen (grupové zpoždění) Φ_{1p} .“ (s32), tedy jde o měření disperze grupového zpoždění (anotace), jinde hovoří o „měření spektrální fáze pulsu“ (s6, s25, s43) nebo „stanovuje jednoznačně znaménko spektrální fáze“ (s31). Méně jednoznačný a přehledný je způsob značení časových a frekvenčních délek nebo rozsahu délek materiálu „ $0,5 - 8 \pm 0.01$ mm“ (s37), nehledě na desetinou tečku. Občas chybí (v1.5 s8, v3.1 s21) nebo jsou uvedeny nesprávné (horní osa obr. 17 s39) indexy veličin. Místy došlo k mylné záměně symbolů ψ (v1.17-19 s10-11) za Φ (v1.10-15 s9-10), ω za t (v1.6 s8), l za L (v1.14 s10).
4. **Ve výsledkové části** jsou omylem uvedeny obrázky jiného autora (o15 s36, o18 s40). Prokazovat tvrzení „experimentální přesnost rekonstrukce impulsu disperzoskopem je minimálně stejná jako rekonstrukce impulsu zavedenými technikami“ (anotace, s6) nebylo předmětem této práce. Občas chybí podrobnější popis výpočtu s odkazy na použité vztahy (druhý řádek Tab.1 s11, s36) a τ_{p0} je tu ve skutečnosti τ_{G0} . Proč je chyba stanovení disperze grupového zpoždění 1% a chyba jednotkové směrnice 20%, když jde o proložení stejnou křivkou (s38)? Podle oka bych u přímky očekával strmější směrnici ($n=3$ v o19 s41). Podrobněji bych prokázal tvrzení „získané hodnoty koeficientů měrné disperze grupového zpoždění k_n jsou blíže k teoretickým ve všech případech“ (s42).
5. **Chyby odborného názvosloví:** Patří sem občasná nejistota v užití pojmů „puls“ a „impuls“ jako „s energií v pulsu alespoň pJ“ (s6), „se zabývám popisem femtosekundových pulsů“ (s6), „úplná rekonstrukce komplexní obálky měřeného impulsu...Pro rekonstrukci pulsu byl důležitý“ (s27)
6. **V seznamu symbolů** (s45-46) jich řada chybí jako ω , R , E^+ , E_p , E_g , F , Φ_0 , I , $\Delta\omega_p$, z , τ , k , λ_0 , N , σ , n_0 , e^- , zvláště z kapitol 3 až 5, jsou dvouznačné jako n , E , Φ , Φ_2 , r , p , P , v indexu se někdy nerozlišuje malé a velké písmeno jako u τ_g a τ_G , nejsou uvedeny fyzikální jednotky u řady veličin jako u Φ , Φ_r , k_r . Některé zkratky mohly být vhodně uvedeny jako r.j. (s7) a FWHM (s7).
7. Mezi **jazykové chyby** patří akademický titul „Mrg.“ (poděkování), „Furiefova transformace“ (s7), „enegrie“ (anotace, s6) a především „měřící“ (obsah, s6, s19, s25, s31, s34, s43). Dlužno podotknout, že i v zadání diplomové práce se nedopatřením objevilo namísto původního „navrhnout některou techniku“ „navrhnout další techniku“, což by byl úkol hodný disertační práce.