

Rámcové téma disertace: Spektroskopická charakterizace aktivních optických vláken pro vláknové lasery

Anglicky: Spectroscopic characterization of active optical fibers for fiber lasers

Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Peterka, Ph.D., Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR (ÚFE), peterka@ufe.cz

Školitel-specialista: Ing. Jan Šulc, Ph.D., KFE FJFI, ČVUT v Praze, jan.sulc@fjfi.cvut.cz

Program/obor: Aplikace přírodních věd / Fyzikální inženýrství

Vláknové lasery jsou moderní zdroje koherentního světla, které jsou oceňovány pro svou vynikající kvalitu paprsku, nízké nároky na údržbu, vysoký průměrný výstupní výkon a další výhody. Pro vláknové lasery pracující na vlnových délkách kolem 2 mikrometrů založené na vláknech dopovaných thuliem, resp. holmiem, však jejich výstupní výkon výrazně zaostává za svým potenciálem. Hlavní limitující faktory jsou spojeny s vlivem teploty na činnost laseru. Překvapivě málo prozkoumané jsou teplotně závislé spektroskopické charakteristiky holmiem a thuliem dopovaných optických vláken. Disertační práce navazuje na průkopnickou práci týkající se měření účinných průřezů [1] thulia v rozsazích teplot relevantních pro výkonové vláknové lasery. Budou změřeny teplotně závislé účinné průřezy holmia a parametry procesů křížové relaxace mezi dvěma blízkými ionty vzácných zemin. Získané parametry budou využity v teoretickém modelování výkonových vláknových laserů a jejich experimentální optimalizaci.

Reference:

1. Bára Jiříčková, Martin Grábner, Cesar Jauregui, Jan Aubrecht, Ondřej Schreiber, and Pavel Peterka, "Temperature-dependent cross section spectra for thulium-doped fiber lasers," *Opt. Lett.* **48**, 811-814 (2023). <https://doi.org/10.1364/OL.479313>
2. M. Kamrádek, I. Kašík, J. Aubrecht, J. Mrázek, O. Podrazký, J. Cajzl, P. Vařák, V. Kubeček, P. Peterka, and P. Honzátko, "Nanoparticle and solution doping for efficient holmium fiber lasers [Invited paper]," *IEEE Photonics J.* **11**(5), 7103610 (2019). <http://doi.org/10.1109/jphot.2019.2940747>
3. P. Peterka, "Double-clad fibers for high-power fiber lasers," in Proc. 9th EPS-QEOD Europhoton Conf., Prague, 30 Aug - 4 Sept 2020, Summer School Tutorial p. SS2.1.
Obrázek z přednášky a linka na příslušné místo videozáznamu: <https://youtu.be/h17GjmlTjw4?t=5264>

Absorption & emission

Cut-back method for **core** absorption (**cladding** abs. discussed before)

$$\frac{P_{out}}{P_{in}} = \exp(-\alpha L) = \exp(-\sigma_a N_{dop} L)$$

$$Attenuation [dB] = -10 \log \frac{P_{out}}{P_{in}} = 4.34 \sigma_a N_{dop} L$$

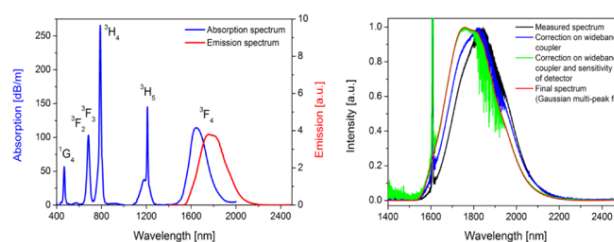
High concentration problems: long lengths, high power broadband sources, low resolution OSA, traditional cut-back method is not often suitable

Y. Feng, B. M. Zhang, J. Zhao, S. Zhu, J. H. V. Price, and J. Nilsson, "Absorption measurement errors in single-mode fibers resulting from re-emission of radiation," *IEEE J. Quantum Electron.* **53**, 6800611 (2017).

Emission spectral shape from fully inverted, very short (0.2 dB small-signal loss) fiber

Absolute value: gain in fully inverted fiber. **Estimation:** Judd-Ofelt theory & Fuchtbauer-Ladenburg formula

C.R. Giles et al., *IEEE Photonics Technol. Lett.* **3**, 363 (1991).



J. Cajzl, et al., *Fibers* **6**, 66 (2018).