

Rámcové téma disertační práce: Nové typy aktivních vláken pro vláknové lasery s vysokým výkonem

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

Školitel-specialista: Prof. Ing. Václav Kubeček, DrSc., KFE

Program/obor: Aplikace přírodních věd / Fyzikální inženýrství

Anotace: Vláknové lasery jsou považovány za jeden z nejrychleji se rozvíjejících oborů laserové fyziky. Ve srovnání s jinými typy laserů jsou vláknové lasery oceňovány pro vynikající kvalitu paprsku, dobrý odvod tepla díky vysokému poměru plochy povrchu vlákna k objemu, možnosti celovláknového uspořádání a díky tomu nízkým nárokům na údržbu, vysokému průměrnému výstupnímu výkonu a dalším výhodám. Vysoký průměrný výkon vláknových laserů umožnil zejména vynález optického čerpání přes plášť ve vlnodné struktuře optického vlákna s dvojitým pláštěm [1, 2]. Takové vlákno slouží jako účinný transformátor vysoce výkonného záření laserových diod, která však má nízkou zářivost (čerpací záření je navázáno do vnitřního pláště s velkou plochou průřezu) na laserový paprsek s vysokým výkonem a vysokou zářivostí vycházející z tenkého jádra dopovaného ionty vzácných zemin.

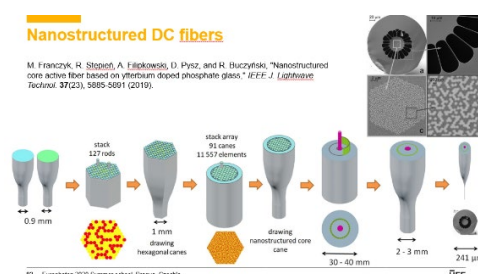
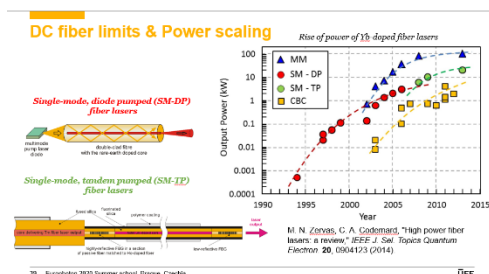
Výzkumným tématem studenta bude návrh a experimentální ověření nových geometrií a uspořádání dvouplášťových optických vláken dopovaných prvky vzácných zemin (thuliem, holmiem, příp. ytterbiem) pro vláknové lasery s vysokým výkonem. Cílem výzkumu je najít způsoby a principy, jak zvýšit účinnost vláknového laserového zařízení (zesilovače nebo oscilátoru) při co nejjednodušším uspořádání zařízení. Příkladem je pláštěm čerpané holmiem dopované optické vlákno čerpané thuliovým vláknovým laserem. Dalším příkladem je návrh dvouplášťového vlákna s velkou plochou základního módu generovaného záření pro pulzní laserová zařízení.

Literatura:

1. M. Franczyk, D. Pysz, P. Pucko, D. Michalik, M. Biduś, M. Dłubek, and R. Buczyński, "Yb³⁺ doped silica nanostructured core fiber laser," *Opt. Express* **27**(24), 35108-35119 (2019). <https://doi.org/10.1364/OE.27.035108>
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. Obrázky z přednášky a [odkazy na začátky příslušných míst videozáznamu:](#)

<https://youtu.be/h17GjmlTjw4?t=2817>

<https://youtu.be/h17GjmlTjw4?t=5644>



PhD project topic: Novel active fiber designs for high-power fiber lasers

Supervisor: Pavel Peterka (Institute of Photonics and Electronics of the Czech Academy of Sciences)

Supervisor-specialist: Prof. Ing. Václav Kubeček, DrSc. (Czech Technical University)

Fiber lasers are generally considered as one of the youngest and most rapidly developing branch of lasers. Compared to other types of lasers, fiber lasers are appreciated for their excellent beam quality, good thermal management thanks to high surface to volume ratio, potential all-fiber setup and correspondingly low maintenance, high-average-output power and other advantages. The high-power operation of fiber lasers was enabled mainly by the invention of cladding pumping within a double-clad fiber structure. Such a fiber serves as an efficient transformer of the low-brightness, high-power radiation of laser diodes (coupled into the large area inner cladding of the DC fiber) into a high-brightness, high-power laser beam coming out from the rare-earth-doped, narrow fiber core.

The student's research topic will be the design and experimental verification of new geometries and arrangements of double-clad optical fibers doped with rare earth elements (thulium, holmium, or ytterbium) for high-power fiber lasers. The goal of the research is to find ways and principles how to increase the efficiency of a fiber laser device (amplifier or oscillator) with the simplest possible configuration of the device. An example is a cladding-pumped holmium-doped optical fiber tandem-pumped by a thulium fiber laser. Another example is the design of a double-clad fiber with a large mode area of the fundamental mode for pulsed laser devices.

References:

1. M. Franczyk, D. Pysz, P. Pucko, D. Michalik, M. Biduś, M. Dłubek, and R. Buczyński, "Yb³⁺ doped silica nanostructured core fiber laser," *Opt. Express* **27**(24), 35108-35119 (2019). <https://doi.org/10.1364/OE.27.035108>
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. Slides from the talk and [links to the respective parts of the videorecordings](#):

<https://youtu.be/h17GjmlTjw4?t=2817>

<https://youtu.be/h17GjmlTjw4?t=5644>

